



ŻYWNOSĆ

Nauka
Technologia
Jakość

Nr 3 (58)

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: wnpttz@wp.pl; ewaslawska@wp.pl

Redaktorzy: prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, prof. dr hab. Włodzimierz Grajek,
prof. dr hab. Danuta Kolożyn-Krajewska, prof. dr hab. Bogusław Król, prof. dr hab. Krzysztof
Krygier, prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński, 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 3 (58)

Kraków 2008

Rok 15

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	3
KATARZYNA KYCIA: Czynniki kształtujące teksturę serów topionych	5
DOROTA ZARĘBA, MIECZYŚLAW OBJEDZIŃSKI, MAŁGORZATA ZIARNO: Porównanie profilu lotnych związków mleka fermentowanego i niefermentowanego przez bakterie jogurtowe i szczepy probiotyczne	18
GRAŻYNA KRASNOWSKA ANNA SALEJDA: Czynniki wpływające na wybór mlecznych napojów fermentowanych przez studentów Wrocławia	33
MAŁGORZATA NOGALA-KAŁUCKA, JAN PIKUL, ALEKSANDER SIGER: Zastosowanie chromatografii cieczowej w badaniach autentyczności masła	47
KATARZYNA ŚMIECIŃSKA, STANISŁAW WAJDA: Jakość mięsa krów zaliczonych w klasyfikacji poubojowej EUROP do różnych klas	57
HANNA MISZKIEWICZ, JOANNA OKRAJNI, STANISŁAW BIELECKI: Zmiany zawartości oraz aktywności przeciwutleniającej polifenoli i albumin grochu podczas fermentacji w bioreaktorze SSSR	67
ANNA CIOŁEK, EWA MAKARSKA, BOGUSŁAW MAKARSKI: Zawartość wybranych składników żywieniowych w ziarnie owsa czarnego i żółtoziarnistego	80
DANUTA GÓRECKA, JACEK ANIOŁA, KRZYSZTOF DZIEDZIC, PATRYCJA ŁAWNICZAK: Wpływ stopnia rozdrobnienia mikronizowanych preparatów wysokobłonnikowych na ich wybrane właściwości funkcjonalne	89
MAGDALENA MICHALCZYK, RYSZARD MACURA: Wpływ warunków przechowywania na jakość wybranych, dostępnych w obrocie handlowym, mało przetworzonych produktów warzywnych	96
BARBARA SOKOŁOWSKA, ŁUCJA ŁANIEWSKA-TROKENHEIM: Zastosowanie zautomatyzowanego analizatora mikrobiologicznego Bact/Alert® 3D (Biomérieux) do wykrywania <i>Alicyclobacillus</i> sp. w zagęszczonych sokach jabłkowych	108
PRZEMYSŁAW DMOWSKI, MARIA ŚMIECHOWSKA: Wykorzystanie włókna surowego do wykrywania zafałszowań w herbacie	116
MAGDALENA MIKA, BARBARA E. BORCZAK, AGNIESZKA WIKIERA: Wpływ temperatury przygotowania ekstraktów herbaty białej na skład flawan-3-oli i ich oddziaływanie na dostępność składników odżywczych z pasztetu mięsnego	123
MAREK NOWAK, TADEUSZ TRZISZKA, JULIA OTTO: Pozycja jakości posiłków wśród czynników kształtujących preferencje nabywców usług gastronomicznych	132
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i inijnym	141
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA: Współczesny leksykon wiedzy o żywności	145
STANISŁAW POPEK: Nowe książki	147
EDWARD POSPIECH: Z żałobnej karty: Prof. dr dr h.c. Wincenty Pezacki 1914 – 2008	149
Technolog Żywności	153

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 3 (58)

Kraków 2008

Vol. 15

CONTENTS

From the Editor.....	3
KATARZYNA KYCIA: Factors moulding the texture of processed cheeses	5
DOROTA ZARĘBA, MIECZYŚLAW OBIEDZIŃSKI, MAŁGORZATA ZIARNO: Comparing the profile of volatile compounds in milk fermented and non-fermented by yoghurt bacteria and pro-biotic strains	18
GRAŻYNA KRASNOWSKA ANNA SALEJDA: Factors impacting the students from the city of Wrocław when they choose fermented milk drinks	33
MAŁGORZATA NOGAŁA-KAŁUCKA, JAN PIKUL, ALEKSANDER SIGER: Applying liquid chromatography (HPLC) to study the genuineness of butter	47
KATARZYNA ŚMIECIŃSKA, STANISŁAW WAJDA: Meet quality of cows rated among different grades under the post slaughter EUROP classification system	57
HANNA MISZKIEWICZ, JOANNA OKRAJNI, STANISŁAW BIELECKI: Changes in the content and anti-oxidative activity of polyphenols and albumins in pea during its fermentation in an SSSR bioreactor.....	67
ANNA CIOŁEK, EWA MAKARSKA, BOGUSŁAW MAKARSKI: The content of some selected nutrients components in black and yellow hull oats	80
DANUTA GÓRECKA, JACEK ANIOŁA, KRZYSZTOF DZIEDZIC, PATRYCJA ŁAWNICZAK: Impact of particle size reduction degree of micronized high-fibre preparations on their selected functional properties	89
MAGDALENA MICHALCZYK, RYSZARD MACURA: Effect of storage conditions on the quality of some selected low processed vegetable products available in the markets	96
BARBARA SOKOŁOWSKA, ŁUCJA ŁANIEWSKA-TROKENHEIM: Applying 'Bact/Alert®3D (biomerieux)' automated microbial detection system to detect <i>Alicyclobacillus sp.</i> in concentrated apple juices.....	108
PRZEMYSŁAW DMOWSKI, MARIA ŚMIECHOWSKA: Applying crude fibre to detect adulteration of tea	116
MAGDALENA MIKA, BARBARA E. BORCZAK, AGNIESZKA WIKIERA: The impact of preparation temperature of white tea extracts on the composition of flavan-3-ols and their interaction with the digestibility of nutrients contained in meat pâté	123
MAREK NOWAK, TADEUSZ TRZISZKA, JULIA OTTO: Quality of meals and its position among the factors shaping the preferences of catering services customers.....	132
GRAŻYNA MORKIS: Food Problems in Polish and EU Legislation.....	141
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA: Food Science Lexicon – Contemporary Terms.....	145
STANISŁAW POPEK: Book Reviews.....	147
EDWARD POSPIECH: Obituary notice: prof. dr dr h.c. Wincenty Pezacki 1914 – 2008	149
The Food Technologist.....	153

Only reviewed papers are published

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

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

obecny, 3 (58), numer naszego czasopisma zawiera różnorodnie tematycznie artykuły naukowe, prezentujące dorobek kilku krajowych środowisk nauki o żywności. W bieżącym numerze zamieściliśmy także interesujące informacje w stałych działach.

Wyrażamy nadzieję, że materiały opublikowane w tym numerze spotkają się z życzliwym przyjęciem naszych Czytelników.

Kraków, sierpień 2008 r.

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora

KATARZYNA KYCIA

CZYNNIKI KSZTAŁTUJĄCE TEKSTURĘ SERÓW TOPIONYCH

Streszczenie

Tekstura jest podstawowym wyznacznikiem jakości serów topionych decydującym o ich funkcjonalności – głównej zalecie tych produktów. W pracy przedstawiono czynniki wpływające na kształtowanie tekstury serów topionych na podstawie dotychczasowych badań i praktyki technologicznej. Omówiono wpływ składu mieszanki do topienia – zawartości wody, białka i tłuszczu oraz wpływ warunków procesu technologicznego – obróbki mechanicznej (czasu i szybkości mieszania), obróbki termicznej (czasu i temperatury topienia) oraz warunków chłodzenia (szybkości chłodzenia) na podstawowe cechy tekstury serów topionych. Wyjaśniono wpływ dodatku topników, stopnia dojrzałości surowców serowych, zawartości wapnia i pH na twardość sera topionego.

Słowa kluczowe: ser topiony, tekstura, twardość

Wprowadzenie

Według definicji sformułowanej przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO) pod pojęciem tekstury określa się wszystkie cechy mechaniczne, geometryczne oraz powierzchniowe produktu spożywczego, które mogą być odbierane przez człowieka za pomocą receptorów mechanicznych, dotykowych oraz ewentualnie wzrokowych i słuchowych [34]. Tekstura produktów spożywczych, obok wyglądu i smaku, jest jednym z podstawowych wyznaczników ich jakości [37]. W znaczący sposób decyduje o wyborze i preferencjach dokonywanych przez konsumenta, bowiem naturalne jest jej analizowanie metodami sensorycznymi [14, 38, 42]. Sery topione należą do produktów, w których zapewnienie właściwych cech tekstury jest jednym z podstawowych kryteriów oceny ich jakości. W dużej mierze tekstura sera topionego decyduje o jego rodzaju, funkcjonalności i przeznaczeniu. Dzięki możliwości różnorodnego kreowania jej cech, sery topione mogą występować w wielu formach handlowych, począwszy od podatnych na krojenie bloków, pojedynczych plasterków czy też kremowej postaci smarownych past i sosów serowych. Sery topione specjalnego prze-

znaczenia - będące składnikami innych produktów czy też produkowane dla potrzeb gastronomii (do hamburgerów, pizzy, tostów itp.) - mogą charakteryzować się odpowiednią lepkością i podatnością na topienie determinującą ich funkcjonalność. Z powyższych względów otrzymywanie serów topionych o pożądanym cechach tekstury wymaga znajomości i kontroli czynników mogących kształtować te cechy w czasie procesu technologicznego. Ser topiony jest układem złożonym, głównie ze względu na mnogość stosowanych do topienia surowców, dlatego też istnieje szeroka literatura fachowa na temat wpływu różnych czynników na teksturę serów topionych otrzymanych z różnych surowców i przy różnych parametrach topienia.

Finalne cechy tekstury serów topionych kształtowane są przez skład mieszanki do topienia (wybraną recepturę i surowce użyte do topienia) oraz warunki procesu technologicznego. Według Bowland i Foegeding [3] tekstura sera topionego jest fizyczną odpowiedzią gotowego produktu na całość procesów kształtujących jego powstawanie. Bardzo dużą rolę przypisuje się tutaj (zależnym od warunków procesu) interakcjom między poszczególnymi składnikami [13].

Mechanizm topienia

Określenie wpływu poszczególnych czynników na finalne cechy tekstury serów topionych wymaga zrozumienia procesu, w którym z różnorodnych surowców użytych do topienia, w trakcie obróbki termicznej i mieszania, powstaje jednorodna masa serowa. Początkowo masa ta przyjmuje postać płynnej emulsji, dopiero po schłodzeniu zmieniającej się w stabilny żel - z łatwością przyjmujący kształt nadany przez opakowanie. Utworzenie emulsji możliwe jest dzięki wykorzystaniu naturalnych emulgatorów – białek mleka, których właściwości emulgujące ulegają zwiększeniu pod wpływem dodatku topników. Działanie topników polega na usunięciu części wapnia z hydrofilowej strony łańcucha białkowego (na drodze wymiany jonowej wapnia zawartego w kazeinie na sód zawarty w topnikach). W rezultacie z nierozpuszczalnego parakazeinianu wapniowego powstaje rozpuszczalny parakazeinian sodu, co stanowi podstawę całego procesu topienia. Odwapnienie masy serowej powoduje rozluźnienie zagregowanej masy białkowej i uwolnienie z niej wolnych polipeptydów (tzw. peptyzację białka). Część z tych peptydów zostaje zużyta do emulgowania wolnego tłuszczu, który pod wpływem temperatury i ciągłego mieszania uległ wydzieleniu, a następnie rozproszeniu w poddawanej obróbce masie serowej. Białka, pełniące rolę emulgatorów, gromadząc się na granicy dwóch niemieszających się faz (wodnej i tłuszczowej), zanurzone częścią hydrofilową w jednej, a częścią hydrofobową w drugiej fazie stabilizują powstałą emulsję. Jednocześnie podczas topienia (obróbka termiczna i mieszanie) wielowartościowe aniony topników przyłączają się do cząsteczek białka, zwiększając ich właściwości hydrofilowe, w wyniku czego białka ulegają

uwodnieniu i pęcznieniu. Związanie dodatkowych ilości wody prowadzi do wzrostu lepkości całej masy serowej, powodując jej kremowanie [7, 8, 9].

Powstałe w czasie topienia sole wapniowe (np. pirofosforany wapnia), ze względu na małe rozmiary, lokalizują się pomiędzy łańcuchami białkowymi, w obrębie których dochodzi do powstawania jonowych wiązań wewnątrzłańcuchowych i międzyłańcuchowych indukujących tworzenie sieci żelowej [8]. W tym czasie między łańcuchami peptydowymi dodatkowo zaczynają tworzyć się inne wiązania: hydrofobowe, wodorowe, dwusiarczkowe, powodujące dalszy wzrost lepkości otrzymanej emulsji. Według Lee i wsp. [22] proces kremowania polega właśnie na oddziaływaniach między łańcuchami białkowymi i nie wymaga obecności tłuszczu w systemie. Podczas chłodzenia następuje utrwalenie się powstającego szkieletu białkowego oraz uzyskanego w czasie topienia stopnia dyspersji tłuszczu i innych składników. W rezultacie po schłodzeniu powstała emulsja zamienia się w żel, w obrębie którego zdyspergowane są kuleczki tłuszczowe. Dokładny mechanizm zachodzenia procesu kremowania oraz towarzyszące mu zjawiska nie są w dalszym ciągu całkowicie poznane. Wiadomo jednak, że zarówno rodzaj wytworzonej emulsji, jak i sposób jej przemiany w żel wpływają na teksturę gotowego wyrobu [7, 8, 9].

Skład mieszanki do topienia

Według Bowland i Foegeding [4], sery topione mogą być rozpatrywane jako wieloskładnikowe żele zbudowane ze szkieletu białkowego z zamkniętymi wewnątrz zdyspergowanymi w różnym stopniu kuleczkami tłuszczowymi. Tekstura tych żeli zależna jest od rodzaju i wzajemnych proporcji składników użytych do ich wyrobu, to jest wody, tłuszczu i białka, oraz od stopnia wzajemnych interakcji między tymi składnikami.

Woda

Dodatek wody do mieszanki do topienia jest warunkiem utworzenia stabilnej i gładkiej emulsji [21]. Woda rozpuszcza topniki, rozprasza składniki oraz uwadnia białka. Jej udział w gotowym produkcie zależy od rodzaju sera [7]. Jak podają Lee i wsp. [21], rynkowe sery topione typu smarownego zawierają między 40 a 60 % wody.

Woda wykazuje działanie plastyfikujące [28]. Odpowiedni jej dodatek umożliwia osiągnięcie pożądanej smarowności serów topionych czy ich odpowiedniej finalnej podatności na topienie (np. w serach mających formę indywidualnych plasterków przeznaczonych do hamburgerów). Uważana jest za składnik obniżający twardość serów topionych [17, 21, 32] oraz poprawiający ich podatność na topienie [17]. Wzrost jej zawartości powoduje zmniejszenie lepkości serów ze względu na obniżenie interakcji pomiędzy uwodnionymi i zbyt oddalonymi od siebie białkami [12]. Zwiększenie jej dodatku wpływa na twardość serów topionych w ten sam sposób, co podwyższenie pH masy serowej [23]. W badaniach prowadzonych przez Lee i wsp. [21] wzrost zawarto-

ści wody w systemach modelowych serów topionych wpływał na podwyższenie pH sera oraz tworzenie słabszego żelu.

Tłuszcz

Zawartość tłuszczu w suchej masie sera oraz stopień jego zemulgowania (rozbicia i rozproszenia kuleczek tłuszczowych w masie serowej) jest istotnym czynnikiem wpływającym na wybrane cechy tekstury serów topionych. Wiadomo, że tłuszcz mlekowy nadaje serom miękkość i smarowność. Dlatego też ser topiony o zawartości 43 % s.m. będzie serem twardym wtedy, gdy udział tłuszczu wyniesie 20 % s.m., a smarownym, gdy tłuszcz będzie stanowił 45 % s.m. [9]. Kiedy zawartość tłuszczu w dobrze zemulgowanym produkcie ulega zmniejszeniu, to sieć wiązań białkowych staje się mocniejsza, co prowadzi do twardej, zbitej i zwężonej struktury. Wpływ stopnia zdyspergowania tłuszczu, i zapewnienia odpowiedniego stosunku tłuszczu do białka, na teksturę serów topionych zostanie przedstawiony w dalszej części artykułu. Tłuszcz odgrywa także dużą rolę w postrzeganiu powierzchniowych cech tekstury serów topionych, wpływając na czucie doustne [35].

Dimitreli i Thomareis [12] nie stwierdzili znaczącego wpływu tłuszczu na lepkość pozorną badanych serów topionych w zakresie temperatury 55 - 95 °C. W tych warunkach cały tłuszcz obecny w systemie występował w formie płynnej, a za dużą lepkość emulsji odpowiadała faza ciągła zawierająca białko (obecność białka w fazie rozpraszającej emulsji typu olej w wodzie w znacznym stopniu determinuje reologiczne właściwości systemów).

Białko

Białko bierze udział w tworzeniu emulsji oraz prowadzi do powstania żelu, zapewniając tym samym „stały” stan sera (z ang. *solid nature*) [35]. Bowland i Foegeing [3], badając modelowe systemy serów topionych o stałej zawartości tłuszczu, stwierdzili, że o ich cechach reologicznych decyduje zawartość kazeiny. Przypuszcza się, że istnieje ścisła zależność między twardością serów a ilością zawartej w nich kazeiny [35]. Damodaran i Paraf [10] podają, że lepkość roztworów zawierających białka rośnie wraz ze wzrostem koncentracji tych makromolekuł w roztworze (co przypisuje się zwiększeniu ilości interakcji między peptydami). Dimitreli i Thomareis [12] stwierdzili, że wzrost zawartości białka w serach topionych prowadzi do wzrostu lepkości tych systemów.

Finalne cechy tekstury serów topionych w dużym zakresie kształtowane są przez ilość i formę występującego w nich białka. Uwolnione dzięki topnikowi z masy kazeinowej cząsteczki białkowe pełnią rolę emulgatorów oraz tworzą szkielet białkowy wchodząc w interakcje z innymi rozpuszczonymi w różnym stopniu cząsteczkami białkowymi. Zdolności emulgujące białek wpływają na rodzaj powstałej emulsji i zależą

między innymi od stopnia dojrzałości serów użytych do topienia, pH masy serowej oraz zawartości wapnia w hydrofilowej części łańcucha białkowego [36].

Stopień dojrzałości serów

Dojrzewanie serów podpuszczkowych prowadzi do znaczących przemian kazeiny, wpływając na jej zdolności emulgujące oraz sposób tworzenia sieci wiązań białkowych. Powstające w czasie dojrzewania rozpuszczalne peptydy są lepszymi emulgatorami niż natywna, nierozpuszczalna kazeina, ale z drugiej strony zbyt dalece posunięte dojrzewanie ogranicza możliwość powstawania wiązań między częściowo zhydrolizowanymi łańcuchami białkowymi. Burrington [5] podaje, że dobierając sery przeznaczone do topienia przydatne staje się oznaczenie w nich tzw. relatywnej zawartości kazeiny (z ang. *relative casein content* - RCC). RCC określa się stosunkiem azotu kazeinowego do azotu ogółem w serze przeznaczonym do topienia.

Sery młode zawierają kazeinę w postaci niemalże nienaruszonej (RCC wynosi w nich około 90 - 95 %) i tworzą bardzo stabilną emulsję o wysokiej zdolności wiązania wody [9]. Duża zawartość elastycznego niezhydrolizowanego białka w tych serach sprawia, że doskonale nadają się do produkcji serów twardych, blokowych i podatnych na krojenie. W miarę dojrzewania sera RCC obniża się, bowiem białko ulega stopniowej hydrolizie do prostych peptydów rozpuszczalnych w wodzie. Krótkie, pochodzące z bardzo dojrzałego sera podpuszczkowego, rozpuszczone peptydy mają znacznie mniejsze szanse, niż długie łańcuchy białkowe, typowe dla sera młodego, do wzajemnego oddziaływania ze sobą i tworzenia stabilnego szkieletu białkowego. Z tego względu użyty do topienia ser dojrzały prowadzi do otrzymania sera topionego o „krótkiej strukturze”, mniejszej twardości i elastyczności. W związku z tym sery dojrzałe, ale zawierające w dalszym ciągu około 60 - 75 % nienaruszonej kazeiny nadają się najlepiej do wyrobu serów smarowych [25, 36]. Użycie do topienia wyłącznie serów zbyt dojrzałych prowadzi do załamania się całej struktury białkowej. Z tego względu, wykorzystując do topienia sery bardzo dojrzałe, stosuje się jednocześnie dodatek sera młodego o dużej zawartości białka niezhydrolizowanego, kazeinę lub kazeiniany. Biorąc pod uwagę stopień dojrzałości surowców można odpowiednio kierować właściwościami gotowych produktów. Zwiększenie udziału serów dojrzałych w recepturze prowadzi do zmniejszenia twardości i gumowatości gotowych produktów [33]. Z kolei zbyt duży udział w recepturze sera młodego prowadzi do zbyt wysokiej lepkości topionej masy, przyczyniając się do obecności pęcherzyków powietrza w gotowym produkcie [9].

Jedną z istotnych cech serów topionych, wpływających na ich funkcjonalność, jest podatność gotowego produktu na topienie. Prowadzone do tej pory badania wykazały, że stopień dojrzałości surowców przeznaczonych do topienia ma wpływ na podatność serów topionych na działanie temperatury. Sery topione zawierające sery doj-

rzale wykazywały większą podatność na topienie niż sery wyprodukowane z udziałem serów młodych [19, 26].

Kwasowość (pH) masy serowej

Zmiany w zakresie kwasowości czynnej wpływają na konfigurację i rozpuszczalność białka, a więc te jego cechy, które w sposób bezpośredni decydują o emulgowaniu, peptyzacji i mechanizmie tworzenia struktury żelu [28]. Już niewielkie różnice w pH serów topionych zmieniają rodzaj interakcji występujących między łańcuchami białkowymi, co z kolei uwidacznia się w końcowej mikrostrukturze i właściwościach reologicznych produktu. Podatność na zmiany cech fizykochemicznych białek wywołana różnym pH sprawia, że zakres właściwego dla serów topionych pH jest stosunkowo wąski i mieści się w granicach 5,2 - 6,2 [8]. Przy pH bliskim punkowi izoelektrycznemu kazeiny (np. pH ~ 5,0) ser topiony charakteryzuje się dużą twardością i kruchością, podczas gdy przy pH zbliżonym do 6,5 jest on miękki i smarowny [7, 16, 23, 28, 36]. Zapewnienie właściwego pH sera możliwe jest przez odpowiedni dobór surowców, topników oraz wprowadzenie dodatku regulatorów kwasowości [25].

Marchesseau i wsp. [28] stwierdzili, że duża twardość serów topionych przy pH 5,2 spowodowana jest wysokim stopniem agregacji białek związanych z bliskością punktu izoelektrycznego kazeiny. Uzyskany ser jest słabo zemulgowany, ma wyraźnie ziarnistą strukturę (duże agregaty białkowe) oraz twardą, a jednocześnie kruchą teksturę. Podniesienie pH sera topionego do wartości 5,7 pozwala na zwiększenie ujemnego ładunku białek, które w nowych warunkach zdolne są do oddziaływania między sobą i tworzenia różnego typu wiązań. Mnogość interakcji zachodzących pomiędzy białkami przy tej wartości pH indukuje powstanie homogennej emulsji oraz stabilnego sieciującego zdyspergowane kuleczki tłuszczowe szkieletu białkowego. Według Marchesseau i Cuq [27] zakres pH serów topionych od 5,9 do 6,1 sprzyja różnorodnym oddziaływaniom pomiędzy białkami. Jednak nadmierny wzrost kwasowości czynnej (pH ~ 6,7) osłabia reakcje elektrostatyczne pomiędzy białkami, przyczyniając się do zwiększenia rozpuszczalności kazeiny. Zbyt duża ilość związanej w tych warunkach wody (działanie plastyfikujące i obniżające twardość) powoduje utworzenie słabego żelu i w rezultacie powstanie sera topionego o zbyt miękkiej konsystencji [28]. W badaniach prowadzonych przez Lee i Klostermeyer [23] stwierdzono, że twardość i lepkość modelowych systemów serów topionych malała wraz ze wzrostem pH topionej masy.

Obecność jonów wapnia

Obecność jonów wapnia wpływa negatywnie na rozpuszczalność białka. Im więcej wapnia znajduje się w części hydrofilowej łańcucha białkowego, tym białko to ma mniejszą rozpuszczalność i przez to wykazuje również słabsze właściwości emulgujące

[5, 11, 36]. Słabe powinowactwo białka do wody nie pozwala na utworzenie w czasie topienia homogennej masy. Zwiększenie zdolności emulgujących białek możliwe jest poprzez dodatek odpowiedniej ilości topników usuwających część wapnia z układu białkowego. Wielkość dodatku topnika zależy między innymi od rodzaju surowca używanego do topienia. Biswas i wsp. [2], stosując do topienia sery o podwyższonej zawartości wapnia, uzyskali produkty charakteryzujące się większą twardością i mniejszą podatnością na topienie w stosunku do produktów otrzymanych z surowców o mniejszej zawartości wapnia.

Topniki

Wpływ dodatku topników na teksturę serów topionych uzależniony jest od rodzaju i ilości zastosowanej „soli emulgującej”, a także od składu surowcowego mieszanki przeznaczonej do topienia. Użycie topników jest warunkiem wytworzenia homogennej emulsji ze wszystkich surowców przeznaczonych do topienia. Ogrzewanie masy serowej bez udziału topnika prowadzi do rozdzielenia się fazy wodno-białkowej i tłuszczowej z powodu niewystarczających zdolności emulgujących nierozpuszczonych miceli kazeinowych.

Funkcje topników w technologii serów topionych pełnią głównie sole sodowe kwasu fosforowego (ortofosforany, pirofosforany, polifosforany) lub cytrynowego [8]. Wśród soli najczęściej stosowanych wymienia się cytrynian trójsodowy (TSC), fosforan dwusodowy (DSC), pirofosforan trójsodowy (TSPP) i heksametafosforan sodowy (SHMP), zwany też solą Grahama. Substancje te różnią się między sobą zdolnością kompleksowania wapnia z miceli kazeinowych oraz kierunkiem modyfikowania pH systemów, do których są dodawane. Z tego względu w specyficzny sposób uczestniczą w powstawaniu emulsji, co znajduje odzwierciedlenie w teksturze gotowych produktów. Wybór rodzaju topnika nie może być zatem sprawą przypadkową. Powinien on uwzględniać kierunek i specyfikę działania danej soli w ściśle określonych warunkach. Dobierając topniki należy więc również uwzględnić skład mieszanki topialniczej (w szczególności pH i stopień dojrzałości surowców serowych).

W praktyce, do topienia stosuje się nie pojedyncze sole, lecz gotowe, handlowe preparaty wieloskładnikowe, będące mieszaninami różnych „soli emulgujących”, pozwalających na uzyskanie sera o określonych właściwościach (ser przeznaczony do smarowania lub do krojenia). Wielkość dodatku topnika zależy między innymi od rodzaju surowca używanego do topienia, a stosowana dawka nie przekracza z reguły 3%. Stwierdzono, że zbyt mały dodatek „soli emulgujących”, w stosunku do białka potrzebnego do zemulgowania zdyspergowanego tłuszczu, nie pozwala osiągnąć pożądanej homogenności topionej masy. Gotowy produkt charakteryzuje się wówczas kaszkowatą strukturą i wydzieleniem wolnego tłuszczu [3, 25, 39].

Sery otrzymane z udziałem topników wykazujących dużą zdolność do kompleksowania wapnia z układu białkowego cechują się stabilną strukturą, wysoką twardością i małą podatnością na topienie [36]. Największe zdolności do wiązania wapnia i rozpuszczania parakazeinianu wykazują polifosforany. Rozpuszczalność beztłuszczowej kazeiny podpuszczkowej przy zastosowaniu polifosforanów wynosi aż 85 %, podczas gdy przy użyciu pirofosforanów 45 %, a ortofosforanów 30 %. Stosuje się polifosforany o najkrótszej długości łańcucha (dwufosforany) aż do długości łańcucha soli Grahama (heksametafosforan). Wpływ polifosforanów na zwięzłość sera nasila się wraz ze stopniem kondensacji fosforanu [9].

W produkcji serów topionych o miękkiej i smarowej konsystencji stosowane są topniki, które umiarkowanie wiążą wapń z kompleksu kazeinowego, doprowadzając tym samym do powstania słabej emulsji. Sery o takich właściwościach można uzyskać stosując do topienia cytrynian trójsodowy lub fosforan jednosodowy [9, 36].

Rodzaj stosowanej do topienia „soli emulgującej” w sposób znaczący wpływa również na wartość pH masy serowej. Jedną z funkcji topników jest bowiem stabilizowanie i korygowanie pH sera. Zarówno wśród cytrynianów, jak i ortofosforanów, występują bardzo duże różnice wartości pH ich 1-procentowych roztworów. Cytrynian jednosodowy ma tak niskie pH (pH 1 % roztworu $\text{NaH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ wynosi 3,75), że jego dodatek powoduje zniszczenie emulsji podczas topienia sera. Zastosowanie dodatku wyłącznie cytrynianu dwusodowego (pH = 5,1) prowadzi z kolei do wydzielania się wody podczas gęstnienia topionej masy serowej [9]. Ortofosforany również znacznie różnią się wartością pH. Fosforan trójsodowy (TSP) wykazuje tendencje do nadmiernego podnoszenia pH, a fosforan jednosodowy (MSP) do zbytniego obniżania pH, dlatego też żadna z tych soli nie może być stosowana jako jedyna „sól emulgująca”. Substancje te znajdują zastosowanie tylko jako topniki korygujące pH sera (MSP w kierunku kwaśnym, a TSP w kierunku alkalicznym) lub też jako dodatki do handlowych mieszanek soli topialniczych [25, 36].

W badaniach prowadzonych nad wpływem dodatku jedno-, dwu- i trójsodowych fosforanów na teksturę serów topionych stwierdzono, że ser wyprodukowany z dodatkiem NaH_2PO_4 był nadmiernie suchy i kruchy, podczas gdy ser z dodatkiem Na_3PO_4 był miękki i elastyczny. Ser uzyskany z Na_2HPO_4 charakteryzował się cechami tekstury pośrednimi między tymi, które stwierdzono w pozostałych wariantach. Roztwory 1 % użytych w tym doświadczeniu soli wykazywały pH odpowiednio 4,2; 9,5 i 13,0 [9, 36]. Stosowane najczęściej do topienia polifosforany zmieniają pH w znacznie mniejszym stopniu (niż przedstawione powyżej sole). Wpływ ten jest tym mniejszy im dłuższy jest łańcuch polifosforanu. Najmniejszy wpływ na pH wykazuje sól Grahama (heksametafosforan) [9]. Jednakże stosowanie w chwili obecnej do topienia mieszanek „soli emulgujących” zabezpiecza w dużym zakresie przed zmianami pH. Dodatkowo do regulacji pH stosowane są inne substancje, niemające wpływu na wiązanie wapnia.

W obszernej literaturze fachowej poruszano temat wpływu dodatku różnych topników na finalne cechy tekstury serów topionych [1, 6, 15, 16, 30, 39, 40, 41]. Ze względu na różnorodność handlowych mieszanek soli topialniczych oraz szeroki asortyment stosowanych obecnie do topienia surowców, konieczne jest sprawdzanie przed topieniem jakich cech można oczekiwać od gotowych produktów [29].

Warunki procesu technologicznego

Wśród czynników technologicznych wpływających na finalne cechy tekstury serów topionych wymienia się: mechaniczną obróbkę masy serowej (czas i szybkość mieszania surowców), obróbkę termiczną (temperatura i czas jej utrzymania) oraz warunki chłodzenia powstałej emulsji (szybkość chłodzenia). Odpowiednie kierowanie procesem technologicznym ma bezpośredni wpływ na rodzaj powstającej emulsji oraz sposób w jaki przechodzi ona w postać żelu.

Obróbka mechaniczna

Czas i intensywność zastosowanej obróbki mechanicznej wpływają na stopień rozbicia i rozproszenia kuleczek tłuszczowych w masie serowej. Powolne mieszanie składników w czasie topienia pozwala na utworzenie słabej emulsji z dużymi kuleczkami tłuszczowymi zawieszonymi w fazie wodno-białkowej. Prowadzi to do otrzymanie sera miękkiego, smarownego, podatnego na topienie i deformację. Słabo zemułgowany i zdyspergowany w masie serowej tłuszcz jest bowiem istotnym elementem strukturotwórczym produktu łatwo poddającego się odkształceniom [10]. Z drugiej strony wytworzenie emulsji o dobrze zemułgowanym i rozproszonym tłuszczu (duża liczba małych kuleczek tłuszczowych) pozwala na otrzymanie sera twardego i przydatnego do krojenia. W tego typu emulsji drobne kuleczki tłuszczowe zamknięte są w silnej sieci wiązań białkowych, co sprawia, że rola strukturotwórcza tłuszczu jest w tej emulsji znikoma. W zależności od rodzaju produktu wielkość rozproszonych kuleczek tłuszczowych może wynosić od 0,1 μm do 20 μm . W przypadku, gdy topiona masa serowa jest zbyt płynna dodatkowe mieszanie może więc okazać się przydatne w celu końcowego „utwardzenia” wyrobu [8, 21, 36].

Przedłużenie czasu mieszania składników w trakcie topienia, podobnie jak zbyt intensywne mieszanie, doprowadza do powstania dużej liczby bardzo małych kuleczek tłuszczowych i w rezultacie nadmiernie twardego wyrobu. Zbyt długie poddawanie emulsji obróbce mechanicznej prowadzi do jej przeemułgowania, czego objawem jest wzrost twardości żelu oraz dająca się zaobserwować ziarnista struktura. Dużemu przeemułgowaniu produktu towarzyszy również wydzielanie wody i wolnego tłuszczu. Heertje [18], w próbkach emułgowanych przez 530 min, zaobserwował wyraźne rozdzielanie się fazy białkowej (tworzącej zbity koagulat) od fazy tłuszczowej. Stosując przedłużony czas topienia (20 - 30 min) również Bowland i Foegeding [3] stwierdzili

w produkcji wady wynikające z jego przeemulgowania – zbyt zwięzłą, twardą i kruchą teksturę.

Czynnikiem ograniczającym możliwość modyfikowania tekstury serów topionych przez zastosowanie różnej intensywności obróbki mechanicznej topionej masy serowej jest stosunek białka do tłuszczu w gotowym produkcie. Niewłaściwie dobrany może również prowadzić do wad typowych dla przeemulgowania. Im bardziej topioną masę serową poddaje się obróbce mechanicznej, tym więcej białka potrzeba do zemulgowania rosnącej liczby kuleczek tłuszczowych. Zbyt mała zawartość białek, emulgatorów w stosunku do mającego ulec zemulgowaniu tłuszczu, może być przyczyną powstania nadmiernie twardego produktu z jednocześnie wydzieloną płynną fazą tłuszczową, która została zemulgowana. W celu zapobiegania tego rodzaju wadom tekstury konieczne jest przerwanie procesu kremowania w momencie, gdy ilość emulgatorów jest jeszcze wystarczająca do zemulgowania tłuszczu [3, 5, 36].

Obróbka termiczna

Obróbka termiczna masy serowej ułatwia mieszanie składników i powoduje topienie sera. Zazwyczaj ogrzewanie prowadzone jest w zakresie temperatury 70 - 90 °C przez około 5 do 10 min [21]. Carić i Kaláb [7] podają, że w przypadku produkcji serów blokowych stosowana jest niższa temperatura topienia (80 - 85 °C/4 - 8 min) niż w przypadku produkcji serów o smarownej konsystencji (85 - 98 °C/8 - 15 min). O'Donnell i wsp. [31], badając analogi serów topionych, uzyskali optymalne cechy tekstury produktów ogrzewanych w temp. 85°C przez 5 min. Wydłużenie czasu topienia z 5 do 60 min obniżało topliwość serów, a zwiększenie temperatury topienia z 70 do 90 °C wpływało na wzrost ich twardości, gumowatości i spoistości. Jednakże podniesie temperatury topienia do 95 °C obniżało wartości tych cech tekstury. Wzrost twardości serów topionych wraz ze wzrostem temperatury topienia masy serowej zaobserwowano również w badaniach prowadzonych przez Lee i wsp. [20].

Warunki chłodzenia

W czasie chłodzenia topionej masy serowej następuje krystalizacja tłuszczu oraz tworzenie szkieletu białkowego. Praktyka przemysłowa wskazuje, że wolniejsze chłodzenie prowadzi do powstawania twardszego produktu [7]. Potwierdzają to również liczne badania przeprowadzone przez Zhong i wsp. [43, 44, 45] oraz Piska i Štětina [33]. Piska i Štětina [33] stwierdzili, że szybkie schładzanie wytworzonej emulsji zmniejsza twardość, gumowatość i adhezyjność gotowego wyrobu, jednocześnie powodując wzrost jego smarowności. Jak dotąd jednak, słabo poznane są mechanizmy zachodzące w trakcie tego procesu [7]. Wiadomo, że im szybsze jest chłodzenie emulsji, tym powstające kryształki tłuszczu są mniejsze [24]. Małe kryształki tłuszczu z łatwością zamykane są w szkielecie białkowym, co sugeruje, że szybkie schładzanie

powinno doprowadzać do tworzenia twardszego żelu. W praktyce szybkie chłodzenie stopionej masy prowadzi do uzyskania sera o mniejszej twardości. Zhong i wsp. [44, 45], badając systemy modelowe serów topionych, stwierdzili, że jest to efekt dłuższego przebywania produktu w temperaturze faworyzującej powstawanie wiązań między białkami.

Podsumowanie

Ser topiony jest produktem otrzymywanym w wyniku topienia jednego lub kilku rodzajów sera z dodatkiem topników, wody, barwników, dodatków smakowych i często różnych innych składników mleka. Powstała w czasie topienia emulsja po schłodzeniu zamienia się w stabilny żel. Z dokonanego przeglądu piśmiennictwa wynika że tekstura uzyskanego żelu kształtowana jest przez szereg czynników. Wśród najważniejszych z nich wymienia się skład mieszanki do topienia (w tym zawartość i wzajemne proporcje wody, białka i tłuszczu w gotowym produkcie) oraz warunki procesu technologicznego: obróbkę mechaniczną (czas i szybkość mieszania), obróbkę termiczną (czas i temperaturę topienia) oraz warunki chłodzenia (szybkość chłodzenia). Znajomość kierunku działania tych czynników pozwala na otrzymanie produktów o pożądanym cechach tekstury, charakteryzujących się odpowiednią twardością, przydatnością do smarowania, plasterkowania czy podatnością na topienie. Stwarza to również możliwość otrzymania produktów nowych o specyficznych właściwościach funkcjonalnych i szerokiej możliwości zastosowania.

Literatura

- [1] Awad R.A., Abdel-Hamid L.B., El-Shabrawy S.A., Singh R.K.: Physical and sensory properties of block processed cheese with formulated emulsifying salt mixtures. *Int. J. Food Properties*, 2004, **7** (3), 429 - 448.
- [2] Biswas A.C., Kapoor R, Upreti P, Metzger L, Muthukumarappan K.: Influence of natural cheese characteristics on process cheese functionality: unmelted and melted properties. *J. Animal Sci.*, 2004, **82**, Suppl. 1, 233.
- [3] Bowland E.L., Feoedning E.A.: Factors determining large-strain (fracture) rheological properties of model processed cheese. *J. Dairy Sci.*, 1999, **82** (9), 1851 - 1859.
- [4] Bowland E.L., Feoedning E.A.: Small strain oscillatory shear and microstructural analyses of a model processed cheese. *J. Dairy Sci.*, 2001, **84** (11), 2372 - 2380.
- [5] Burrington K.J. 2000. Understanding process cheeses. *Food Product Design*, http://www.foodproductdesign.com/articles/462/462_0200ap.html.
- [6] Carić M., Gantar M., Kaláb M.: Effects of emulsifying agents on the microstructure and other characteristics of process cheese – a review. *Food Microstructure*, 1985, **4** (2), 297 - 312.
- [7] Carić M., Kaláb M.: Processed cheese products. In: *Cheese: Chemistry, Physic and Microbiology* - ed. P.F. Fox, Elsevier Applied Science, 1987, Vol. 2, pp. 339 - 383.
- [8] Chambre M., Daurelles J.: Processed cheese. In: *Cheesemaking: from science to quality assurance* - eds.: Eck A., Gillis J.C., Lavoisier Publishing Inc., 2000, pp. 641 - 657.


- [9] Cichosz G. (red.): *Technologia serów topionych*. Oficyna Wydawnicza „Hoża”, Warszawa 2000.
- [10] Damodaran S., Paraf A. (eds.): *Food proteins and their applications*. Marcel Dekker Inc., New York 1997.
- [11] Dickinson E., Eliot C.: Aggregated casein gels: interactions, rheology and microstructure. 3rd Int. Symp. on Food Rheology and Structure, 10th February, Zurich 2003.
- [12] Dimitreli G., Thomareis A.S.: Effect of temperature and chemical composition on processed cheese apparent viscosity. *J. Food Eng.*, 2004, **64**, 265 - 271.
- [13] Foegeding E.A.: The viscosity, texture and other rheological properties of dairy products. 4th Int. Symp. on Recombined Milk and Milk Products, Cancun, Mexico 2004, may 9 - 12, p. 28.
- [14] Foegeding E.A., Brown J., Drake M.A., Daubert C.R.: Sensory and mechanical aspects of cheese texture. *Int. Dairy J.*, 2003, **13 (8)**, 585 - 591.
- [15] French S.J., Lee K.M., Decastro M., Harper W.J.: Effects of different protein concentrates and emulsifying salt conditions on the characteristics of a processed cheese product. *Milchwissenschaft*, 2002, **57 (2)**, 79 - 83.
- [16] Gupta S.K., Karahadian C., Lindsay R.C.: Effect of emulsifier salts on textural and flow properties of processed cheese. *J. Dairy Sci.*, 1984, **67 (4)**, 764 - 778.
- [17] Gupta V.K., Reuter H.: Firmness and melting quality of processed cheese foods with added whey protein concentrates. *Lait*, 1993, **73**, 381 - 388.
- [18] Heertje I.: Structure and function of food products: A review. *Food Structure*, 1993, **12 (12)**, 343-364.
- [19] Lazaridis H.N., Rosenau J.R., Mahoney R.R.: Enzymatic control of meltability in a direct acidified cheese product. *J. Food Sci.*, 1981, **46**, 332 - 339.
- [20] Lee B.O., Kilbertus G., Alais C.: Ultrastructural study on processed cheese. Effect of different parameters. *Milchwissenschaft*, 1981, **36 (6)**, 343 - 348.
- [21] Lee S.K., Anema S., Klostermeyer H.: The influence of moisture content on the rheological properties of processed cheese spreads. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2004, **39 (7)**, 763 - 771.
- [22] Lee S.K., Buwalda R.J., Euston S.R., Foegeding E.A., McKenna A.B.: Changes in the rheology and microstructure of processed cheese during cooking. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 2003, **36**, 339 - 345.
- [23] Lee S.K., Klostermeyer, H.: The effect of pH on the rheological properties of reduced-fat model processed cheese spreads. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 2001, **34**, 288 - 292.
- [24] Lopez C., Bourgaux C., Lesieur P., Bernadou S., Keller G., Ollivon M.: Thermal and structural behaviour of milk fat. 3. Influence of cooling rate and droplet size on cream crystallization. *J. Colloid Interface Sci.*, 2002, **254 (1)**, 64 - 78.
- [25] Łukaszczyk K. (red.): *Produkcja serów topionych*. Biblioteczka majstra mleczarskiego. Wyd. Spółdz. 1982.
- [26] Mahoney R.R., Lazaridis H.N., Rosenau J.R.: Protein size and meltability in enzyme-treated direct acidified cheese products. *J. Food Sci.*, 1982, **47**, 670 - 671.
- [27] Marchesseau S., Cuq J.L.: Water-holding capacity and characterization of protein interactions in process cheese. *J. Dairy Res.*, 1995, **62**, 479 - 489.
- [28] Marchesseau S., Gastaldi E., Lagaude A., Cuq J.L.: Influence of pH on protein interactions and microstructure of process cheese. *J. Dairy Sci.*, 1997, **80 (8)**, 1483 - 1489.
- [29] Metzger L.E., Lehtola P., Kapoor R.: Comparison of pilot-scale and RVA process cheese manufacture. *J. Anim. Sci.*, 2003, **81 Suppl. 1**, 158.
- [30] Mizuno R., Lucey J.A.: Interaction of emulsifying salts with milk proteins. *J. Anim. Sci.*, 2004, **82**, Suppl. 1, 288.

- [31] O'Donnell, O.M., O'Riordan E.D., Mounsey J.S., Monahan F.J.: Effects of processing temperature and time on the meltability and rheology of imitation cheese. ITS'S annual meeting, Georgia World Congress Center, Atlanta, Georgia 1998, June 20-24.
- [32] Pereira R.B., Bennet R.J., Hemar Y., Campanella O.H.: Rheological and microstructural characteristics of model processed cheese analogues. *J. Texture Studies*, 2001, **32** (5/6), 349 - 373.
- [33] Piska, I., Štětina J.: Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. *J. Food Eng.*, 2004, **61**, 551 - 555.
- [34] PN-ISO 5492:1997. Analiza sensoryczna. Terminologia.
- [35] Prentice J.H. (ed.): Dairy rheology: a concise guide. VCH Publisher, Inc, New York 1992, pp. 85-114.
- [36] Shimp L.A.: Process cheese principles. *Food Technology*, 1985, **39** (5), 63 - 70.
- [37] Surmacka-Szcześniak A.: Texture is a sensory property. *Food Quality and Preferences*, 2002, **13**, 215 - 225.
- [38] Surówka K.: Tekstura żywności i metody jej badania. *Przem. Spoż.*, 2002, **10**, 12 - 17.
- [39] Sutherawattananonda M., Fulcher R.G., Martin F.B., Bastian E.D.: Fluorescence image analysis of process cheese manufactured with trisodium citrate and sodium chloride. *J. Dairy Sci.*, 1997, **80** (4), 620 - 627.
- [40] Swenson B.J., Wendorff W.L., Lindsay R.C.: Effect of ingredients on the functionality of fat-free process cheese spreads. *J. Food Sci.*, 2000, **65** (5), 822 - 825.
- [41] Varga L., Orbán S.: Use of long-chain polyphosphates for shelf-life extension of processed cheese spreads. *J. Dairy Sci.*, 2004, **87**, Suppl. 1.
- [42] Wilkinson C., Dijksterhuis G.B., Minekus M.: From food structure to texture. *Trends in Food Science and Technology*, 2000, **11**, 442 - 450.
- [43] Zhong Q., Daubert C.R., Farkas B.E.: Cooling effects on processed cheese functionality. *J. Food Process Eng.*, 2004, **27** (5), 392.
- [44] Zhong Q., Daubert C.R., Velev O.D.: Cooling effects on a model rennet casein gel system: Part I. Rheological characterization. *Langmuir*, 2004, **20**, 7399 - 7405.
- [45] Zhong Q., Daubert C.R., Velev O.D.: Cooling effects on a model rennet casein gel system: Part II. Permeability and microscopy. *Langmuir*, 2004, **20**, 7406 - 7411.

FACTORS MOULDING THE TEXTURE OF PROCESSED CHEESES

S u m m a r y

Texture is the basic quality indicator of processed cheeses that decides upon their functionality – the major advantage of this product. In this paper, factors moulding the texture of processed cheeses were described based on the present scientific research and technological practice. The effect of the composition of mixture to be melted, i.e. content of water, proteins, and fat on the basic texture parameters of processed cheeses was discussed as was the impact of technological process conditions, i.e. mechanical processing (time and speed of mixing), thermal processing (time and temperature of melting), and cooling conditions (cooling speed). Furthermore, it was explained the impact of some factors on the hardness of the processed cheese, i.e. the addition of melting salts, the degree of maturity of the cheese's raw materials, the content of calcium, and the pH value.

Key words: processed cheese, texture, hardness 

DOROTA ZARĘBA, MIECZYŚLAW OBIEDZIŃSKI, MAŁGORZATA ZIARNO

PORÓWNANIE PROFILU LOTNYCH ZWIĄZKÓW MLEKA FERMENTOWANEGO I NIEFERMENTOWANEGO PRZEZ BAKTERIE JOGURTOWE I SZCZEPY PROBIOTYCZNE

Streszczenie

Zaspokojenie potrzeb konsumentów wymaga od producentów podejmowania prac nad udoskonalaniem cech funkcjonalnych mlecznych napojów fermentowanych m.in. poprzez dodatek bakterii probiotycznych. Jednak bakterie te nie mają typowych zdolności fermentacji mleka, a właśnie podczas tego procesu wykształcają się związki decydujące o walorach sensorycznych, przede wszystkim zapachowych i smakowych napojów mlecznych.

Celem podjętych badań było określenie różnic między profilem lotnych związków zapachowych mlecznych napojów fermentowanych bakteriami probiotycznymi a profilem napojów fermentowanych i niefermentowanych przez typową kulturę jogurtową.

Największe różnice w profilu lotnych związków badanych napojów wynikały z rodzaju użytych kultur bakterii. Bakterie rodzaju *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* i *Lactobacillus casei* sprzyjały znacznej zawartości w produkcie kwasu octowego, zwiększającego różnicę cech sensorycznych między jogurtem i biojogurem. W następnej kolejności stwierdzono znaczne różnice w produkcji lotnych związków między próbkami fermentowanymi i niefermentowanymi przez użyte bakterie. Bakterie *Lactobacillus casei* wykazały znaczną aktywność biochemiczną, powodując najintensywniejszy wzrost zawartości takich związków, jak: 2-heptanon, 2-pentanon i etanol w mleku fermentowanym, a także etanol i kwasy organiczne w mleku niefermentowanym, w czwartym tygodniu przechowywania.

Słowa kluczowe: związki lotne, SPME, jogurt, biojogurt

Wprowadzenie

W ostatnich latach obserwuje się zwiększoną świadomość zdrowotną konsumentów i związane z tym zwiększone zainteresowanie produktami spożywczymi zawierającymi prozdrowotne dodatki. Mleczne napoje fermentowane, takie jak jogurt, najczęściej wykorzystywane są jako nośniki probiotycznych i prebiotycznych dodatków

Mgr inż. D. Zaręba, prof. dr hab. M. Obiedziński, dr inż. M. Ziarno, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa

o korzystnych cechach zdrowotnych. Jednak mało jest badań dotyczących cech smakowych produktów zawierających aktywne komórki probiotyczne, które nie mają typowych zdolności fermentacji mleka. Wielu badaczy potwierdza, że w opinii konsumentów, napoje mleczne zawierające probiotyki wzbudzają mniejszą pożądalność w porównaniu z typowym jogurtem [14, 15, 24]. Dlatego w niniejszych badaniach podjęto próbę porównania ww. produktów pod względem składników zapachowych, co może być pomocne w monitorowaniu procesu fermentacji i planowania okresu przydatności do spożycia, a tym samym w projektowaniu produktu o odpowiednich i stałych cechach smakowo-zapachowych, poświadczonych przez konsumentów.

Celem pracy było wykazanie różnic w profilu lotnych związków mleka fermentowanego i niefermentowanego przez bakterie jogurtowe i szczepy probiotyczne.

Material i metody badań

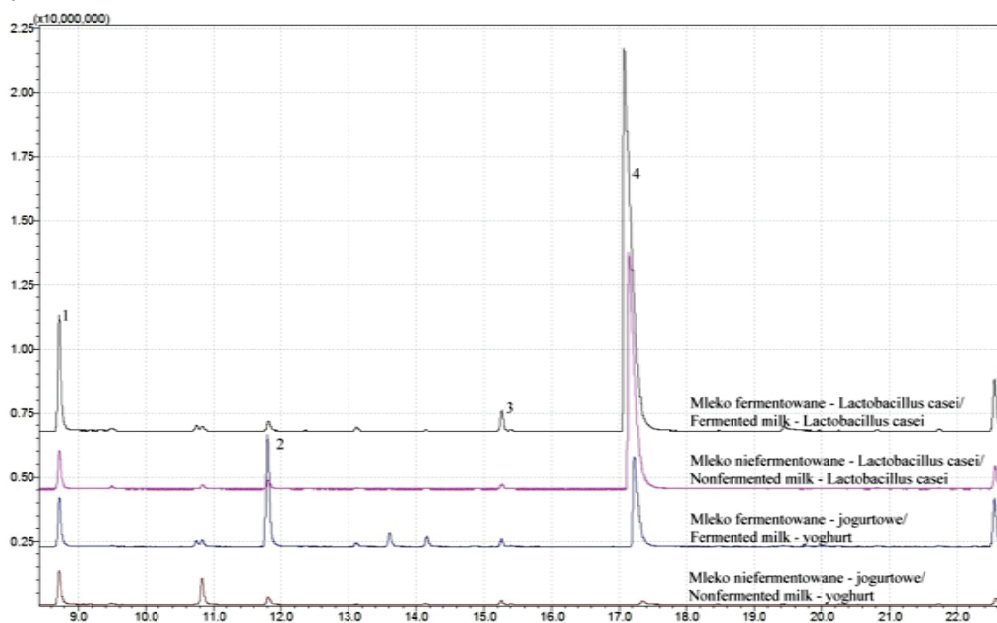
W badaniach użyto: liofilizowanej kultury zawierającej typowo jogurtowe szczepy bakterii *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Str. thermophilus* (Chr. Hansen), liofilizowanych kultur probiotycznych *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* i *Lactobacillus acidophilus* (Chr. Hansen) oraz probiotycznego szczepu *Lb. casei* wyizolowanego z produktu rynkowego. Naważkę 2 g liofilizatu (biomasy) rozpuszczano w 50 cm³ jałowego mleka, następnie tak przygotowaną kulturą zaszczerpiano, w ilości 1 cm³, 150 cm³ mleka UHT. Pierwszą próbką było mleko UHT o zawartości 3,2% tłuszczu (próbka kontrolna). Kolejne próbki tworzyły podwójne modele mleka fermentowanego i niefermentowanego określoną kulturą starterową. Pierwszą próbkę z podwójnego układu zaszczerpiano kulturą starterową i poddawano fermentacji w temp. 37 °C/18 h (model mleka fermentowanego). Drugą próbkę po zaszczerpieniu kulturą starterową wstawiano do chłodziarki (6 °C) (model mleka niefermentowanego). Próbki poddawane fermentacji, po jej zakończeniu także schładzano do 6 °C i przechowywano w tej temperaturze przez cały okres trwania doświadczenia (4 tygodnie).

Wszystkie próbki poddawano analizie chromatograficznej (SPME) i mikrobiologicznej, a także kontrolowano zmianę pH w dniu zerowym oraz po 2 i 4 tygodniach. Próbki do analizy chromatograficznej przygotowywano analogicznie, jak we wcześniejszej pracy [27].

Oznaczanie liczby żywych komórek użytych kultur bakteryjnych wykonywano metodą płytkową kropelkową, z wykorzystaniem podłoży agarowych M17 i MRS (Merck) [20]. Płytki z posiewami *Str. thermophilus* inkubowano tlenowo w temp. 37 °C przez 48 h. Płytki z posiewami bakterii beztlenowych (*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. acidophilus*, *Lb. casei*, *Bif. animalis* subsp. *lactis*) inkubowano w anaerostatach zapewniających warunki beztlenowe, w temp. 37 °C przez 48 h [19, 20]. Pomiaru pH dokonywano przy użyciu pehametru typu LPH330T (TOCUSSEL, Francja).

Wyniki i dyskusja

Cechy prozdrowotne fermentowanych produktów zawierających probiotyczne szczepy bakteryjne zależą od przeżywalności drobnoustrojów. Zgodnie z wytycznymi FAO/WHO minimum prozdrowotne wynosi 10^6 jtk/cm³. Wybór właściwego szczepu na podstawie pożądaných cech jest zasadniczy, aby sprostać tym wymaganiom. Uzyskanie odpowiedniej żywotności bakterii przez cały okres przechowywania może być zagwarantowane przez namnożenie biomasy w czasie procesu fermentacji lub poprzez dodatek odpowiednio wysokiej dawki początkowej, gwarantującej utrzymanie wymaganego poziomu. Aktywność kataboliczna probiotyków jest odmienna od aktywności oczekiwanej od typowej kultury jogurtowej. Obserwowane różnice aktywności tych bakterii są przyczyną powstawania niepożądanych zmian sensorycznych w mlecznych napojach fermentowanych. Ocena profilu lotnych związków, tworzących smak i zapach gotowego produktu, przy zastosowaniu niskotemperaturowej ekstrakcji do fazy stałej SPME, może być zatem wykorzystana do skutecznej kontroli zmian zachodzących pod wpływem aktywności komórek bakteryjnych w czasie fermentacji i przechowywania.



1) 2-heptanon / 2-heptanone; 2) acetoina / acetoin; 3) 2-nonanon / 2-nonanone; 4) kwas octowy / acetic acid; 5) kwas masłowy / butyric acid.

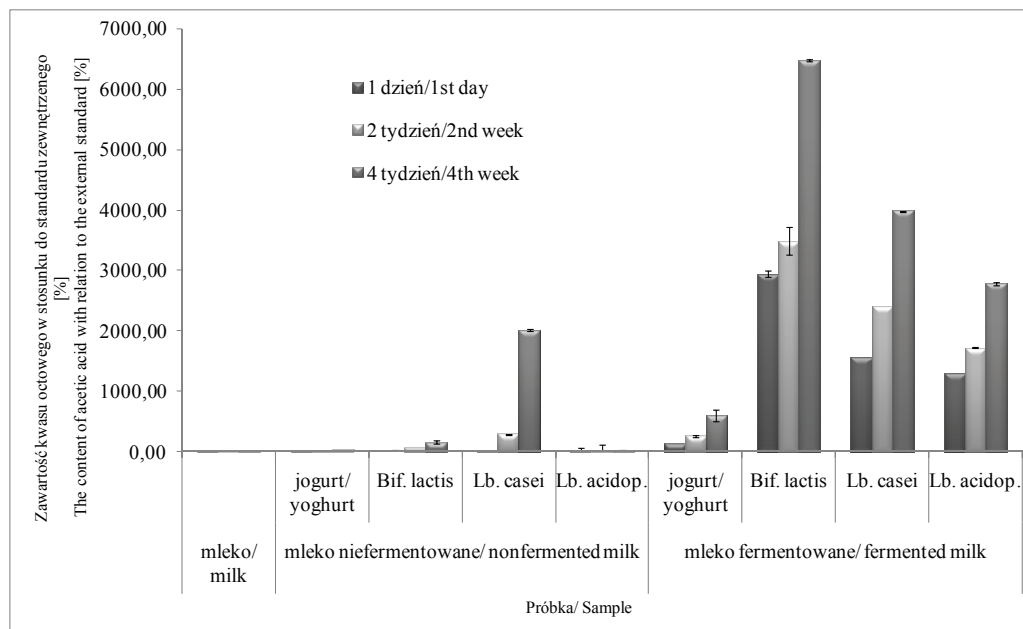
Rys. 1. Fragment chromatogramu obrazującego różnice zawartości lotnych związków w modelowych próbkach mleka, w czwartym tygodniu przechowywania.

Fig. 1. A fragment of the chromatogram showing differences between the content of volatile compounds in the model samples of milk in the fourth week of storage.

Typowy handlowy jogurt jest wynikiem symbiotycznej aktywności dwugatunkowej kultury starterowej, w skład której wchodzi *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Str. thermophilus*. Współistnienie obu gatunków zapewnia pożądany smak, zapach i konsystencję jogurtu. Powszechnie przyjmuje się, że kwas mlekowy, octowy, aldehyd octowy i diacetyl to najważniejsze metabolity kształtujące smak jogurtu. Odpowiedni udział obu gatunków jogurtowych zapewnia oczekiwany profil zapachowy i kwasową równowagę produktu. Jednak pozostałe metabolity mają także znaczący wpływ na nutę zapachową i smakową naturalnego jogurtu [26, 16].

W niniejszej pracy wykorzystano trzy szczepy bakterii probiotycznych oraz kulturę jogurtową. Spośród nich, według danych literaturowych, tylko *Bif. animalis* subsp. *lactis* jest zaliczane do heterofermentatywnych. Bakterie tego gatunku rozkładają glukozę do kwasu mlekowego i octowego w stosunku 3:2 [22, 23, 28]. Jednak, jak przedstawiono na rys. 2, kwas octowy jest obecny we wszystkich próbkach fermentowanych oraz w próbce niefermentowanej z udziałem *Lb. casei*. Spośród próbek fermentowanych tylko mleko fermentowane przez kulturę jogurtową zawierało najmniej kwasu octowego, co jest typowe dla homofermentacji. Porównując pozostałe próbki fermentowane do modelowego jogurtu, można wnioskować, że wszystkie użyte szczepy probiotyczne wykazały cechy heterofermentacji, ale w największym stopniu *Bifidobacterium*.

Wzrost zawartości kwasu octowego w pierwszym dniu był efektem aktywności mikroorganizmów w procesie fermentacji, na co wskazuje różnica między zawartością tego kwasu w próbkach niefermentowanych i fermentowanych (rys. 2). Różnice zawartości tego kwasu w czasie chłodniczego przechowywania wskazują na największy jego przyrost między drugim i czwartym tygodniem przechowywania (rys. 1). Wpływ na to miał prawdopodobnie spadek przeżywalności bakterii, jak to miało miejsce w przypadku *Bif. animalis* subsp. *lactis*. Zmniejszenie liczby bakterii o jeden cykl logarytmiczny, widoczny między drugim i czwartym tygodniem przechowywania, mógł przyczynić się do uwolnienia wewnątrzkomórkowej β -galaktozydazy ułatwiającej rozkład laktozy, a pozostające przy życiu komórki przeprowadziły przemianę cukrów prostych do kwasu octowego. Podobnie można tłumaczyć systematyczny wzrost zawartości kwasu octowego w próbkach fermentowanych przez inne bakterie, przede wszystkim przez *Lb. acidophilus*, ze względu na najniższą przeżywalność tego szczepu, potwierdzoną także przez innych badaczy [6]. Jak wykazano, liczba *Lb. acidophilus* osiągnęła minimalny wzrost w czasie procesu fermentacji oraz systematyczny spadek liczby żywych komórek przez cały okres przechowywania (tab. 1). Wzrost aktywności β -galaktozydazy w uszkodzonych komórkach bakterii *Lb. acidophilus* wykazali Fernandez-Murga i wsp. [9].



Rys. 2. Zawartość kwasu octowego w modelowych próbkach mleka, podczas czterotygodniowego przechowywania.

Fig. 2. Content of acetic acid in model samples of milk stored for four weeks.

Tabela 1

Liczba bakterii fermentacji mlekowej w modelowych próbkach mleka, podczas czterotygodniowego przechowywania [$\log \text{ jtk/cm}^3$].

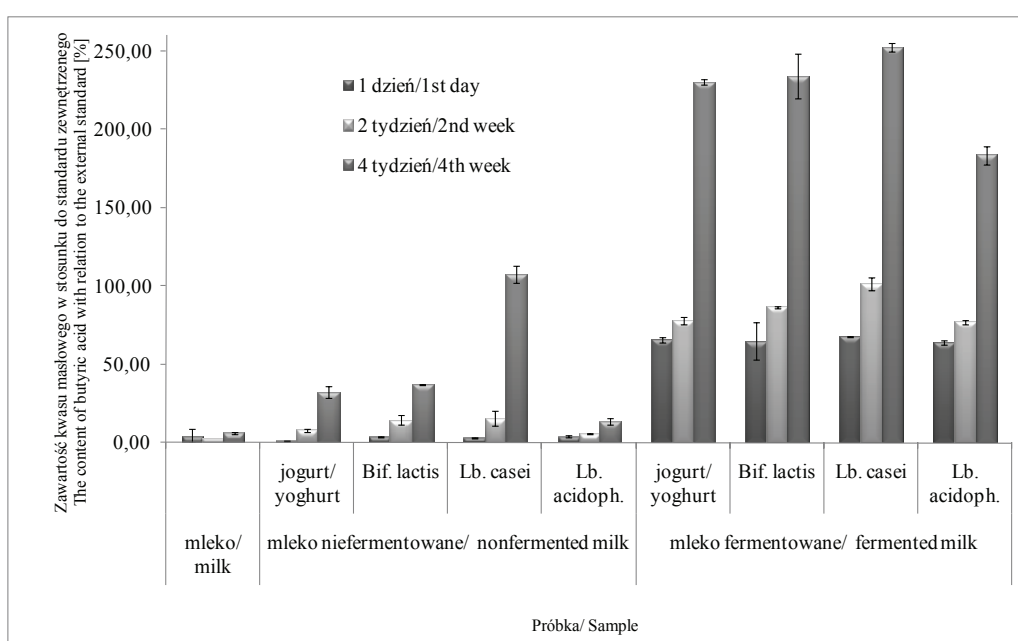
Milk fermentation bacteria count in the model samples of milk stored for four weeks [$\log \text{ CFU/mL}$].

Gatunek bakterii Species of Bacteria	Fermentacja Fermentation	1 dzień 1st day	2 tydzień 2nd week	4 tydzień 4th week
Jogurtowe / Yoghurt	mleko	7,2	7,4	8,1
<i>Bif. lactis</i>	niefermentowane	9,1	8,7	8,4
<i>Lb. casei</i>	nonfermented	8,4	8,3	8,5
<i>Lb. acidophilus</i>	milk	8,3	5,0	0,0
Jogurtowe / Yoghurt	mleko	9,1	8,7	8,6
<i>Bif. lactis</i>	fermentowane/	8,8	9,4	8,2
<i>Lb. casei</i>	fermented	8,7	9,8	9,4
<i>Lb. acidophilus</i>	milk	8,7	8,5	3,6

Dodatkowy wpływ na wzrost zawartości kwasu octowego mogła mieć β -oksydacja wolnych kwasów tłuszczowych, w wyniku której łańcuch tłuszczowy skracany jest o dwie jednostki węglowe, tworząc kwas octowy [3, 13]. Nadmierny

wzrost zawartości kwasu octowego przyczynia się do powstawania wyczuwalnego i szczypiącego posmaku octowego [15, 16].

Poza opisanym już kwasem octowym zidentyfikowano wiele innych składników fazy nadpowierzchniowej, wpływających na cechy zapachowe mleka. Ze względu na porównawczy charakter niniejszego opisu wykorzystano tylko niektóre ze zidentyfikowanych związków, wykazujących największe różnice w omawianych modelach. Obok kwasu octowego stwierdzono między innymi obecność takich kwasów, jak masłowy i kapronowy (rys. 3, 4 i 5).

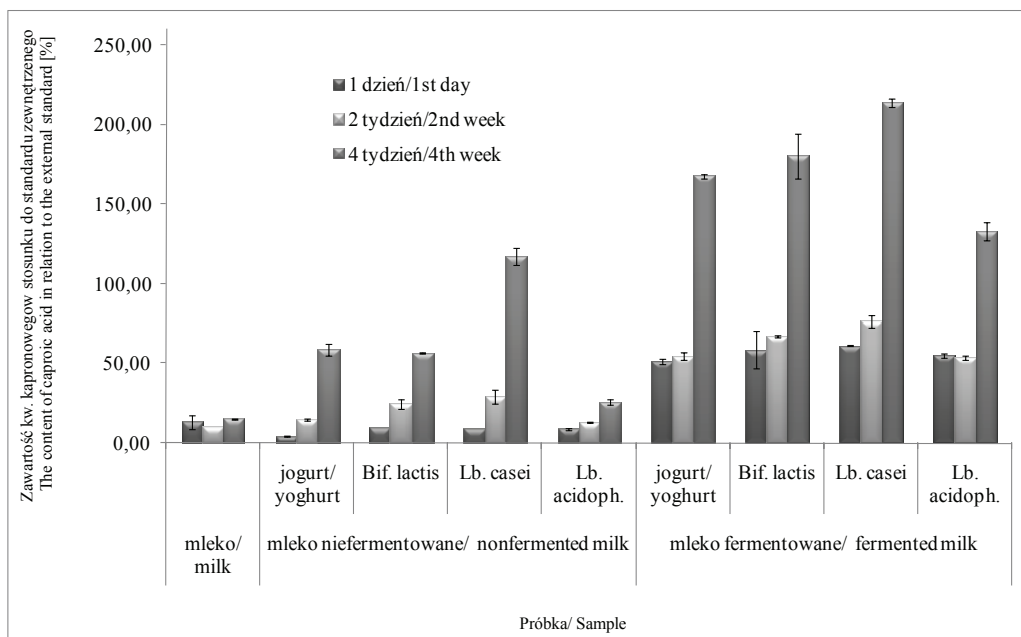


Rys. 3. Zawartość kwasu masłowego w modelowych próbkach mleka, podczas czterotygodniowego przechowywania.

Fig. 3. Content of butyric acid in model samples of milk stored for four weeks.

W pierwszym dniu analizy stwierdzono intensywny wzrost zawartości kwasu masłowego w próbkach poddanych procesowi fermentacji. Był to wzrost średnio 20-krotny w stosunku do jego zawartości w próbkach niefermentowanych i w próbie kontrolnej (rys. 1, 3 i 5). Warto zaznaczyć, że w próbkach niefermentowanych początkowa zawartość kwasu masłowego była na tym samym poziomie, co w mleku. Kwas masłowy jest produktem procesów autooksydacyjnych, które zachodzą między składnikami mleka w wyniku działania czynników zewnętrznych, takich jak temperatura, promieniowanie słoneczne oraz enzymatyczny rozkład kwasów tłuszczowych i aminokwasów [2, 4, 7, 8, 12]. Po dwóch tygodniach stwierdzono niewielki wzrost zawartości kwasu

masłowego w próbkach fermentowanych i niefermentowanych, jednak nadal próbki fermentowane zawierały więcej omawianego związku niż niefermentowane. Po kolejnych dwóch tygodniach przechowywania, we wszystkich próbkach stwierdzono podwojenie zawartości tego kwasu. Największą zawartość omawianego kwasu wykazano w próbce fermentowanej i niefermentowanej z udziałem szczepu *Lb. casei*.



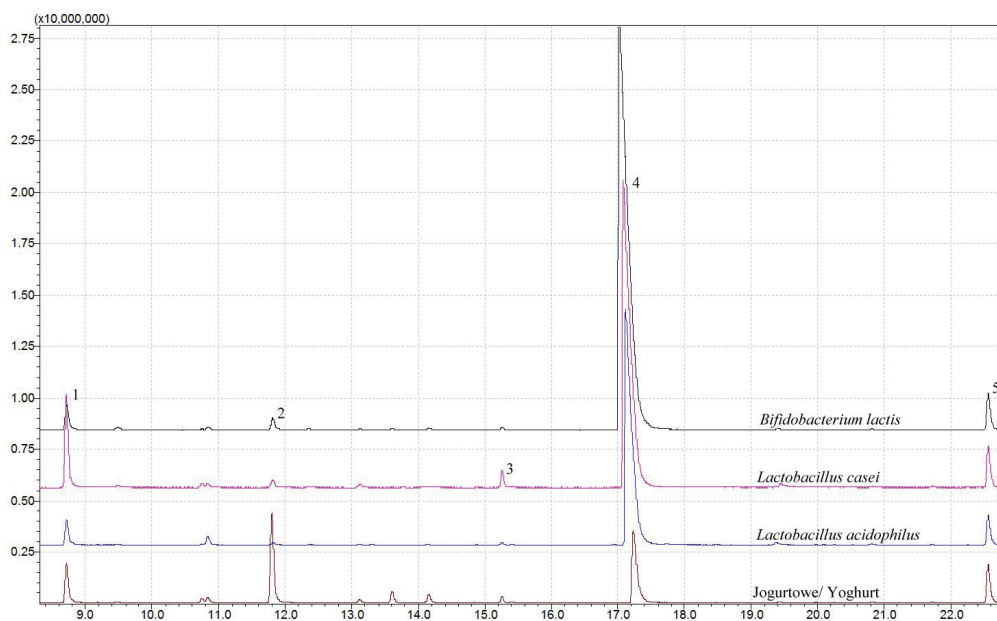
Rys. 4. Zawartość kwasu kapronowego w modelowych próbkach mleka, podczas czterotygodniowego przechowywania.

Fig. 4. Content of caproic acid content in model samples of milk stored for four weeks.

Podobny wpływ czasu i rodzaju kultury starterowej wykazano w przypadku kwasu kapronowego (rys. 4). Wysoka zawartość kwasu masłowego oraz kapronowego może wywoływać niepożądane zmiany smaku i zapachu, które są charakterystyczne dla produktów zjełczałych [16].

Wyniki dotyczące profilu wolnych kwasów tłuszczowych, opublikowane przez innych autorów, wykazują istotny wpływ tych związków na tworzenie zapachu i smaku końcowego produktu. Baranowska [4] stwierdziła, że największą zdolność do uwalniania i syntetyzowania wolnych lotnych kwasów tłuszczowych wykazują bakterie *Lb. acidophilus* (3,07 - 4,53 mg/100 g produktu), natomiast najmniejszą *Str. thermophilus* (1,96 - 3,62 mg/100 g produktu). W niniejszej pracy nie prowadzono badań nad monokulturą paciorkowca, jednak zawartość WLKT tworzonych w próbce fermentowanej przez *Lb. acidophilus* nie stanowi najwyższych stwierdzonych wartości. Pomimo

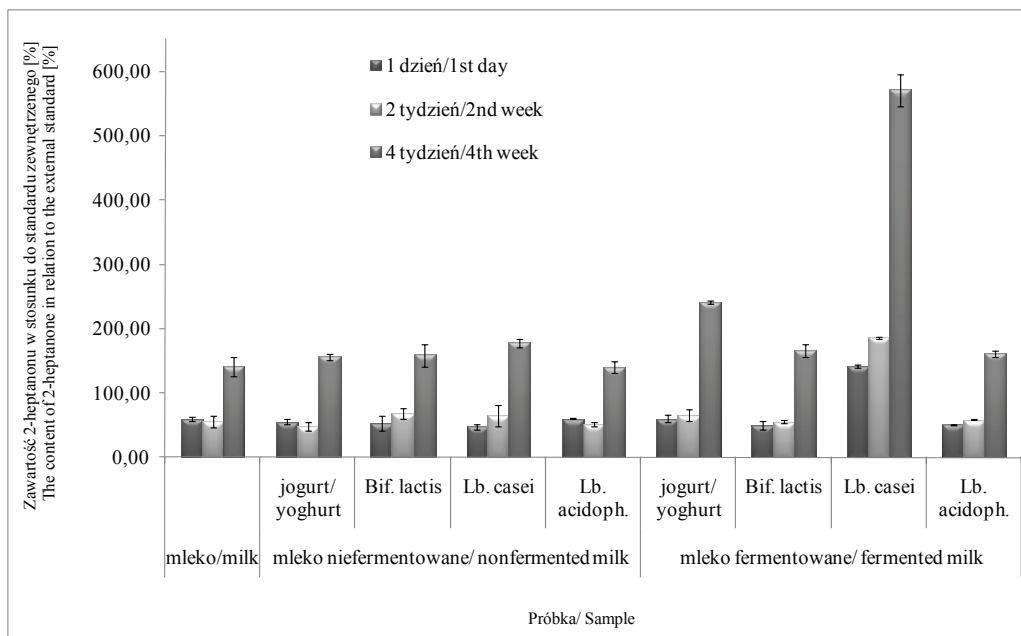
zmniejszenia liczby *Lb. acidophilus*, poziom lotnych kwasów tłuszczowych był wysoki, co ma odzwierciedlenie na wykresach lotnych związków. Można jednak przypuszczać, że w przypadku, gdyby bakterie te wykazywały wzrost liczby komórek, poziom WLKT mógłby być wyższy. Baranowska [4] wykazała także wpływ temperatury procesu fermentacji na zawartość WLKT, jednak wpływ ten był jednocześnie zależny od szczepu bakterii użytego w procesie. Temperatura miała istotne znaczenie w przypadku bakterii *Lb. acidophilus*, natomiast nie miała wpływu na bifidobakterie. Cytowana badaczka nie wykazała wpływu czasu przechowywania na zawartość lotnych kwasów tłuszczowych. Jednak zauważyć należy, że w cytowanych badaniach próbki były przechowywane przez 14 dni, a w niniejszej pracy najintensywniejsze zmiany wykazano nie tylko po procesie fermentacji, ale także po dwóch tygodniach przechowywania. Wymienione wyżej kwasy były również zidentyfikowane w badaniach przeprowadzonych przez Beshkovą i wsp. [5], i analogicznie, jak w niniejszej pracy, oznaczono najwyższe zawartości kwasu octowego, następnie masłowego i kapronowego.



1) 2-heptanon / 2-heptanone; 2) acetoina / acetoin; 3) 2-nonanon / 2-nonanone; 4) kwas octowy / acetic acid; 5) kwas masłowy / butyric acid

Rys. 5. Fragment chromatogramu obrazującego różnice zawartości lotnych związków w modelowych próbkach mleka fermentowanego, w czwartym tygodniu przechowywania.

Fig. 5. A fragment of the chromatogram showing differences between the content of volatile compounds in model samples of fermented milk in the fourth week of storage.



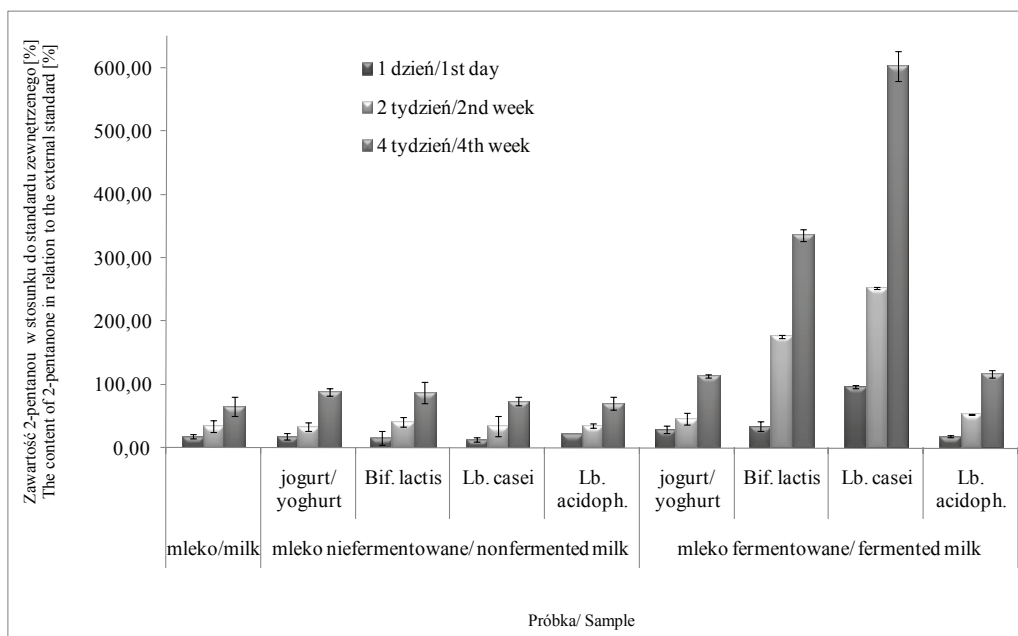
Rys. 6. Zawartość 2-heptanonu w modelowych próbkach mleka, podczas czterotygodniowego przechowywania.

Fig. 6. Content of 2-heptanone in model samples of milk stored for four weeks.

Kolejnymi związkami wpływającymi istotnie na cechy mlecznych napojów fermentowanych są ketony. Spośród zidentyfikowanych ketonów największe różnice między modelami stwierdzono pod względem zawartości 2-pentanonu i 2-heptanonu (rys. 6 i 7). Wyniki wskazują na ich obecność w mleku, mleku fermentowanym i niefermentowanym i stopniowy wzrost w czasie przechowywania. Przyczyną ich obecności mogą być nieenzymatyczne i enzymatyczne przemiany tłuszczów wywołane rodzimymi enzymami lipolitycznymi, przemianami autooksydacji katalizowanej przez energię promieniowania UV, jak i wielokrotną obróbką termiczną, której było poddawane badane mleko, a także rodzaj paszy podawanej bydłu mlecznemu [11, 18].

W tworzeniu obu tych związków w próbkach poddanych fermentacji dominują *Lb. casei*. Już w pierwszym dniu analizy zawartość tych związków była istotnie większa w porównaniu z mlekiem i pozostałymi próbkami. Podobnie, jak w przypadku innych związków, największy przyrost zawartości 2-pentanonu i 2-heptanonu stwierdzono między drugim a czwartym tygodniem przechowywania. Największy wzrost ilości 2-pentanonu stwierdzono przy tym w mleku fermentowanym przez bakterie rodzaju *Bifidobacterium*, a w przypadku 2-heptanonu w mleku fermentowanym przez kulturę jogurtową. W czasie przechowywania wszystkich próbek obserwowano stopniowy wzrost omawianych ketonów. Można wnioskować, że na obecność ketonów

istotny wpływ mają procesy autooksydacyjne, a tylko w nielicznych przypadkach, i w niewielkim stopniu, proces fermentacji.



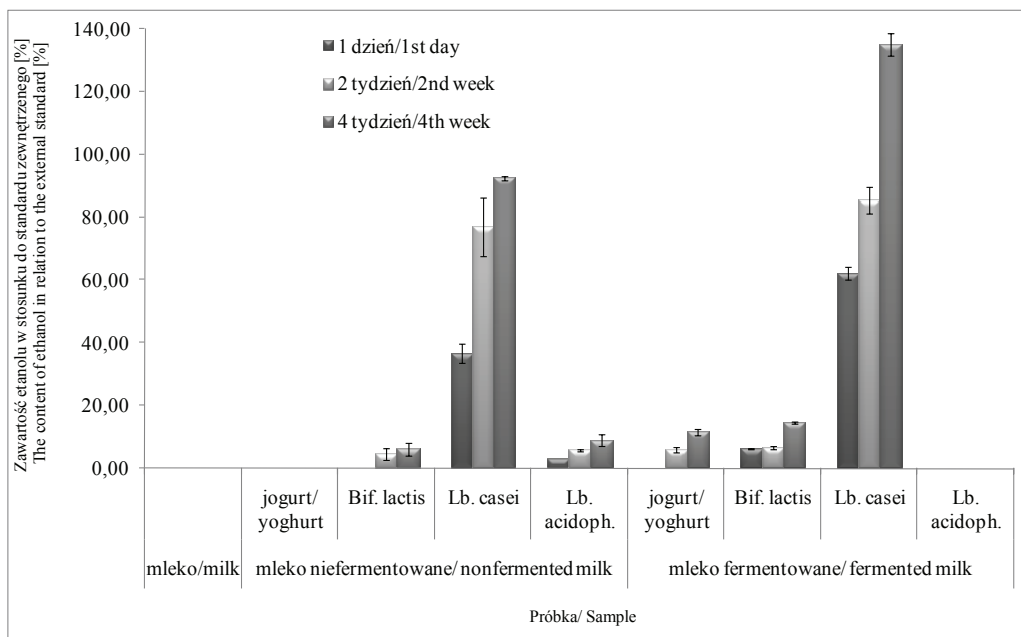
Rys. 7. Zawartość 2-pentanonu w modelowych próbkach mleka, podczas czterotygodniowego przechowywania.

Fig. 7. Content of 2-pentanone in model samples of milk stored for four weeks.

Typowym produktem procesu fermentacji, niewystępującym w mleku, jest alkohol etylowy. Jest on końcowym produktem rozkładu cukrów, kwasów tłuszczowych lub aminokwasów. Największy udział w tworzeniu etanolu wykazał szczep *Lb. casei*, zarówno w próbce fermentowanej, jak i niefermentowanej, chociaż w tym drugim przypadku zawartość alkoholu była nieznacznie mniejsza (rys. 8). We wszystkich próbkach, oprócz mleka (próbka kontrolna), stwierdzono wzrost zawartości etanolu w czasie przechowywania. Amartia i wsp. [1] wykazali aktywność aminotransferazy metioninowej 25% szczepów *Lb. casei*, co wskazuje na zdolności kataboliczne tego gatunku w stosunku do aminokwasów i może tłumaczyć intensywną produkcję alkoholi i kwasów.

W niniejszych badaniach wydłużony proces fermentacji i długi okres przechowywania sprzyjały przekształceniu acetaldehydu do alkoholu etylowego, co można wywnioskować na podstawie wzrastającej zawartości etanolu oraz wysokiej zawartości kwasu octowego, który konkuruje w szlaku metabolicznym z aldehydem. Także Georgala i wsp. [10] przebadali 20 szczepów bakterii jogurtowych i odnotowali zmniejszenie zawartości aldehydu octowego i diacetylu, i jednoczesny wzrost zawartości etano-

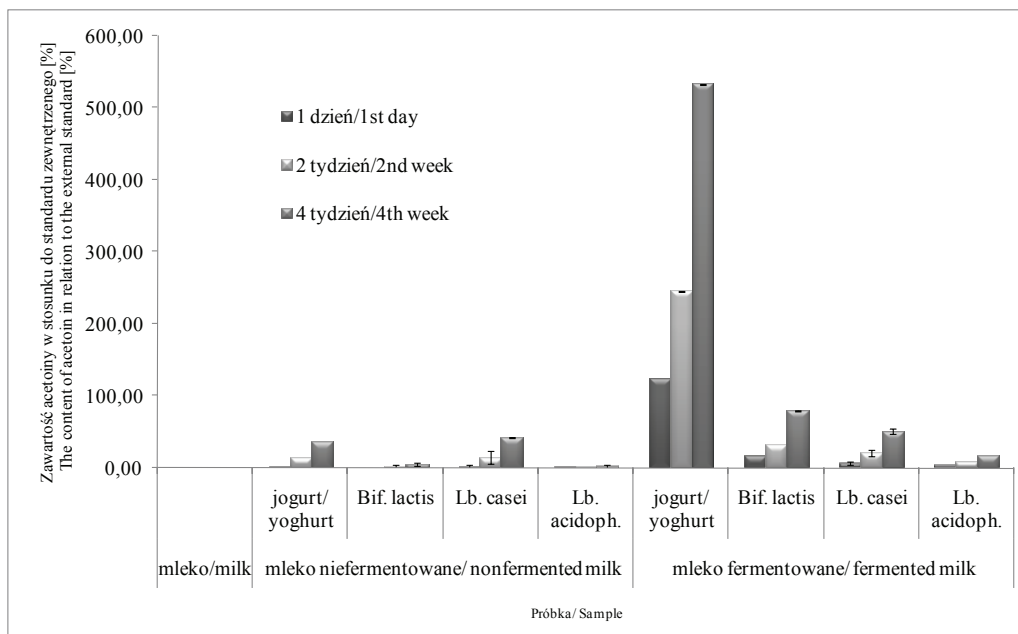
lu. Może to dowodzić, że do uzyskania właściwych cech jogurtu potrzebny jest także dobór odpowiednich szczepów typowych bakterii jogurtowych, a przy udziale bakterii probiotycznych zwiększa się ryzyko zmian typowych cech jogurtowych (rys. 1 i 5).



Rys. 8. Zawartość etanolu w modelowych próbkach mleka, podczas czterotygodniowego przechowywania.

Fig. 8. Content of ethanol in model samples of milk stored for four weeks.

Kolejnym związkiem wykazujących różnice w profilu lotnych substancji jest acetoina. Jest to substancja bezzapachowa powstająca z przekształcenia diacetylu. W badaniach stwierdzono znaczącą różnicę między zawartością acetoiny w mleku fermentowanym przez typowe bakterie jogurtowe i pozostałymi próbkami. Próbką ta jest najbogatsza w ten związek (rys. 9), co najprawdopodobniej wynika z faktu, że w mleku fermentowanym przez bakterie jogurtowe (*Str. thermophilus* i *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), charakteryzujące się produkcją substancji typowych dla jogurtu (acetaldehyd i diacetyl), dużo jest także produktów przemian tych związków. Bakterie produkujące acetoinę wytwarzają enzym, który przekształca diacetyl do acetoiny. Warunki, w jakich realizowany był proces fermentacji w badaniach własnych (18 h i 37 °C), sprzyjały aktywności reduktazy acetoiny, która swoje optimum wykazuje w temp. wyższej od 30 °C. Wynikiem tych przemian była wyróżniająca się zawartość acetoiny w próbce mleka fermentowanego przez bakterie jogurtowe [15, 21, 29].



Rys. 9. Zawartość acetoiny w modelowych próbkach mleka, podczas czterotygodniowego przechowywania.

Fig. 9. Content of acetoin in model samples of milk stored for four weeks.

Wyniki uzyskane w niniejszych badaniach wskazują na intensyfikację przemian w czasie procesu fermentacji oraz po dwóch tygodniach przechowywania. Poziom takich związków, jak kwas masłowy, kapronowy, octowy może być przydatny do oceny świeżości jogurtów i procesów biochemicznych. Aby zagwarantować utrzymanie pożądanych cech sensorycznych mlecznych napojów fermentowanych, przechowywanych w temp. od 5 do 7 °C, należy ograniczyć czas ich przydatności do spożycia do 14 dni lub do 17 dni, w przypadku produktów fermentowanych i niefermentowanych przez *Bifidobacterium*, jak twierdzą Motyl i wsp. [17]. Po tym czasie zmiany biochemiczne wywołane aktywnością enzymatyczną pogarszają jakość napoju, przede wszystkim jego cechy sensoryczne, wpływając na brak akceptacji produktu przez konsumenta. Potwierdzają to także Urbach [25] i Żbikowski [29], wykazując ujemną korelację między oczekiwanym zapachem a koncentracją etanolu i kwasu octowego. Na podstawie uzyskanych i cytowanych wyników badań można stwierdzić, że wykorzystanie bakterii probiotycznych w procesie fermentacji, niecharakteryzujących się typową fermentacją mleka, wiąże się ze zmianami typowych cech smakowo-zapachowych jogurtu, które minimalizowane są przez użycie dodatków smakowych lub także przez ominięcie etapu fermentacji z udziałem bakterii probiotycznych.

Wnioski

1. Wydłużenie procesu fermentacji z 5 do 18 h wpływa niekorzystnie na zawartość acetaldehydu i diacetylu powodując ich przekształcenie w wyniku aktywności mikrobiologicznej do etanolu i bezzapachowej acetoiny.
2. Wykorzystanie w procesie fermentacji bakterii rodzaju *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* i *Lactobacillus casei* wiąże się ze znaczną zawartością w produkcie kwasu octowego, zwiększającego różnicę cech sensorycznych między jogurtem i biojoguretm.
3. Bakterie *Lactobacillus casei* wykazały znaczną aktywność biochemiczną, powodując najintensywniejszy wzrost zawartości takich związków, jak: 2-heptanon, 2-pentanon i etanol w mleku fermentowanym, a także etanol i kwasy organiczne w mleku niefermentowanym, w czwartym tygodniu składowania.
4. Chłodnicze warunki skutecznie hamowały aktywność biochemiczną bakterii do drugiego tygodnia przechowywania, co dowodzi konieczności skrócenia okresu przydatności do spożycia mlecznych napojów fermentowanych do 14 - 21 dni lub dodawania bakterii probiotycznych po procesie fermentacji.

Praca była prezentowana podczas VI Konferencji Naukowej nt. „Nowoczesne metody analityczne w zapewnieniu jakości i bezpieczeństwa żywności”, Warszawa, 6 - 7 grudnia 2007 r.

Literatura

- [1] Amarita F., Requenai T., Tabordaz G., Amigo L., Pelaez C.: *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus plantarum* initiate catabolism of methionine by transamination. J. Appl. Microbiol., 2001, **90**, 971-978.
- [2] Ardo Y.: Flavour formation by amino acid catabolism. Biotechnol. Adv., 2006, **24**, 238-242.
- [3] Baj J., Markiewicz Z.: Biologia molekularna bakterii. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2006, s. 153-154, 170-173.
- [4] Baranowska M.: The content of volatile free fatty acids in milk cultured with yoghurt bacteria. Pol. J. Natur. Sci., 2004, **2**, 13-21.
- [5] Beshkova D., Simova E., Frengova G., Simov Z.: Production of flavour compounds by yogurt starter cultures. J. Ind. Microbiol. Biotechnol., 1998, **20**, 180-186.
- [6] Bolin Z., Libudzisz Z., Moneta J.: Viability of *Lactobacillus acidophilus* in fermented milk products during refrigerated storage. Pol. J. Food. Nutr. Sci., 1998, **3**, 466-471.
- [7] Cichosz G.: Czynniki determinujące cechy sensoryczne serów dojrzewających. Proteoliza. Przegl. Mlecz., 1997, **9**, 270-276
- [8] Cichosz G.: Czynniki determinujące cechy sensoryczne serów dojrzewających. Lipoliza. Przegl. Mlecz., 1997, **10**, 325-329.
- [9] Fernandez Murga M., de Ruiz Holgado A.P., de Valdez G.F.: Survival rate and enzyme activities of *Lactobacillus acidophilus* following frozen storage. Cryobiology, 1998, **36**, 315-319.

- [10] Georgala A., Tsakalidou E., Kandarakis I., Kalantzopoulos G.: Flavour production in ewe's milk and ewe's milk yoghurt, by single strains and combinations of *Str. salivarius* subsp. *thermophilus* and *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, isolated from traditional Greek yoghurt. *Lait*, 1995, **75**, 271-283.
- [11] Jurczak M.E.: Mleko produkcja, badanie, przerób. Wyd. SGGW, Warszawa 2005, s. 129-134.
- [12] Kuncewicz A., Panfil-Kuncewicz H.: Przemiany sacharydów pod wpływem bakterii fermentacji mlekowej. W: Libudzisz Z., Walczak P., Bardowski J.: Bakterie fermentacji mlekowej. Klasyfikacja, metabolizm, genetyka, wykorzystanie. Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 1998, s. 98-109.
- [13] Kunicki-Goldfinger W.J.: Życie bakterii. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2006, s. 177-178.
- [14] Libudzisz Z.: Fermentowane napoje mleczne. W: Libudzisz Z., Walczak P., Bardowski J.: Bakterie fermentacji mlekowej. Klasyfikacja, metabolizm, genetyka, wykorzystanie. Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 1998, s. 138-148.
- [15] Libudzisz Z.: Tworzenie związków aromatu przez bakterie fermentacji mlekowej. W: Libudzisz Z., Walczak P., Bardowski J.: Bakterie fermentacji mlekowej. Klasyfikacja, metabolizm, genetyka, wykorzystanie. Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 1998, s. 110-121.
- [16] Marsili R.: Flavours and off-flavours in dairy foods. In: Encyclopedia of dairy science Roginski H. (red.), Academic Press, London 2003, pp. 1069-1073.
- [17] Motyl I., Libudzisz Z.: Zmiany wybranych cech jakościowych podczas przechowywania nieukwaszonego i ukwaszonego mleka bifidusowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **3**, (28) Supl., 107-117.
- [18] Mouchili A., Wichtela J.J., Bosseth J.O., Dohoo I.R., Imhof M., Altierib D., Malliab S., Stryhna H.: HS-SPME gas chromatographic characterization of volatile compounds in milk tainted with off-flavour. *Int. Dairy J.*, 2005, **15**, 1203-1215
- [19] PN-A-93/86034/03. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Przygotowanie próbek i rozcieńczeń.
- [20] PN-A-86034/15:1998. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Ogólne zasady badań. Jogurt; oznaczenie liczby charakterystycznych drobnoustrojów.
- [21] Robinson R. K.: Yoghurt, role of starter cultures. In: Encyclopedia of dairy science. Roginski H. (red.), Academic Press, London 2003, pp. 1059-1062.
- [22] Samona A., Robinson R.K., Marakis S.: Acid production by bifidobacteria and yoghurt bacteria during fermentation and storage of milk. *Food Microbiol.*, 1996, **13**, 275-280.
- [23] Schlegel H. G.: Mikrobiologia ogólna. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2003, s. 344-351.
- [24] Sharareh H., Gregor R.: Sensory properties of probiotic yogurt are comparable to standard yogurt. *Nutrition Research* 2006, **26**, 163-166.
- [25] Urbach G.: Contribution of lactic acid bacteria to flavour compound formation in Dairy Products. *Int. Dairy J.*, 1995, **5**, 877-903.
- [26] Varnam H. A.: Milk and milk products. Aspen Publication, 2001, pp. 372-374.
- [27] Zaręba D., Ziarno M., Obiedziński M, Bzducha A.: Profil lotnych związków modeli mleka niefermentowanego i fermentowanego przez bakterie jogurtowe. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2008, **2** (57),
- [28] Ziajka S.: Bifidobakterie - charakterystyka morfologiczna i fizjologiczna. W: Libudzisz Z., Walczak P., Bardowski J.: Bakterie fermentacji mlekowej. Klasyfikacja, metabolizm, genetyka, wykorzystanie. Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 2004, s. 45-72.
- [29] Żbikowski Z.: Nowoczesne trendy w technologii produkcji jogurtu. *Przegl. Mlecz.*, 1997, **46**, (2), 66-69.

COMPARING THE PROFILE OF VOLATILE COMPOUNDS IN MILK FERMENTED AND NON-FERMENTED BY YOGHURT BACTERIA AND PRO-BIOTIC STRAINS

S u m m a r y

In order to meet the needs of consumers, manufacturers of milk drinks should undertake improvement work on improving functional properties of those drinks, among other things, by adding pro-biotic bacteria. Those bacteria do not possess any typical ability to ferment milk, but milk fermentation is the process when compounds are formed that decide on sensory qualities of milk drinks, and, first of all, on their smell and taste.

The objective of this paper was to determine differences between the profile of volatile compounds in milk drinks fermented by using pro-biotic bacteria and the profile of milk drinks fermented and non-fermented by applying a typical yoghurt culture.

The biggest differences in the profile of volatile compounds in the drinks investigated arose due to various types of bacteria cultures applied. The *bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* and *Lactobacillus casei* created favourable conditions for acetic acid to form in a significant amount in the product, and this acid increased the differences among sensory properties of the yoghurt and bio-yoghurt studied. Next, significant differences were found in the production volume of volatile compounds in samples fermented using the above bacteria, as well as in non-fermented samples. The *Lactobacillus casei* bacteria showed a significant biochemical activity. In the fermented milk, these bacteria caused the most intense increase in the content of such compounds as 2-heptanone, 2-pentanone, and ethanol, whereas in the non-fermented milk: ethanol and organic acids, in the fourth week of storing the samples.

Key words: volatile compounds, SPME, yoghurt, bio-yoghurt ☒

GRAŻYNA KRASNOWSKA, ANNA SALEJDA

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA WYBÓR MLECZNYCH NAPOJÓW FERMENTOWANYCH PRZEZ STUDENTÓW WROCŁAWIA

Streszczenie

Wybór żywności przez konsumentów nie zawsze jest zgodny z potrzebami organizmu. Jednak konsument oczekuje od żywności wysokiej jakości, tj. bezpiecznej, atrakcyjnej sensorycznie, o odpowiedniej wartości odżywczej, a czasem również o właściwościach prozdrowotnych oraz wygodnej w użyciu.

Celem pracy była analiza postaw i preferencji konsumenckich, a także wybranych czynników warunkujących zachowania studentów podczas decyzji zakupu mlecznych napojów fermentowanych.

Badaną populację stanowiło 317 studentów i studentek wrocławskich uczelni wyższych. Badania przeprowadzono metodą ankietową, która pozwoliła na określenie potrzeb nabywców w zakresie oferowanego im asortymentu fermentowanych napojów mlecznych, poznanie preferencji konsumenckich określonych marek, rozpoznanie cech jakościowych mających wpływ na decyzję o spożyciu tych produktów, a także ocenę stopnia zainteresowania konsumentów bezpieczeństwem żywności i wartością odżywczą.

Na podstawie badań stwierdzono, że konsumenci doceniają walory smakowe, odżywcze i zdrowotne mlecznych napojów fermentowanych. Wśród ocenianych produktów największym uznaniem cieszą się jogurty oraz kefir. Konsument żywności coraz częściej zwraca uwagę na takie cechy żywności, jak zdrowotność i wartość odżywcza. Przeprowadzona analiza danych wskazuje również, że mleczne napoje fermentowane są bardzo chętnie spożywane przez wrocławskich studentów, ich spożycie deklaruje 98 % badanych. W decyzjach zakupowych młodych ludzi bardzo istotną rolę odgrywa marka produktu.

Słowa kluczowe: mleczne napoje fermentowane, zachowania konsumenckie, preferencje

Wprowadzenie

Mleczne produkty fermentowane powinny stanowić ważną pozycję w diecie człowieka. Ceni się je nie tylko za walory smakowe, ale także za ich wyjątkowe właściwości odżywcze i profilaktyczne. Są one cennym źródłem składników pokarmowych o wysokiej wartości odżywczej i biologicznej. Mleko i jego przetwory zawierają pełnowartościowe białko o zbilansowanym składzie aminokwasowym, a także są źró-

dłem łatwo przyswajalnego wapnia, fosforu i potasu. Produkty te charakteryzują się bardzo wysoką strawnością. Ponadto obecność żywych kultur bakterii probiotycznych działa stabilizująco i regulująco na układ trawienny człowieka. Dowiedziono, że ta grupa żywności ma istotne znaczenie w profilaktyce otyłości, chorób układu krążenia i nowotworowych, z tego względu stanowić powinna uzupełnienie naszej codziennej diety [13, 16].

Konsumpcja żywności i dokonywanie wyboru podczas jej zakupu jest zjawiskiem uwarunkowanym wieloma czynnikami zewnętrznymi i wewnętrznymi. Analiza zachowań konsumentów żywności winna uwzględniać konieczność zaspokojenia potrzeb fizjologicznych oraz szereg innych bodźców, które oddziałują i wpływają na podejmowane decyzje. Preferencje konsumentów tworzą jeden z podstawowych czynników w procesie podejmowania decyzji zakupu wyrobu żywnościowego. Preferencje są określane jako system ocen i priorytetów, według którego jedne produkty są oceniane wyżej od innych, obrazują one relacje między postawami wobec produktów tej samej kategorii. Wiedza na temat preferencji konsumentów żywnościowych umożliwia ocenę sposobu żywienia oraz jest użyteczna w procesie edukacji żywieniowej. Ponadto producentom żywności pozwala dostosować profil produkcji do oczekiwań konsumentów, a tym samym wzmocnić swoją pozycję na rynku [6, 7, 11, 19, 20].

Celem przeprowadzonych badań było określenie preferencji konsumentów wpływających na decyzje zakupowe mlecznych napojów fermentowanych, a także zbadanie postaw i wskazanie na czynniki warunkujące te zachowania wśród młodzieży akademickiej.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono wśród studentów wrocławskich uczelni wyższych, w wieku od 18 do 26 lat, w roku akademickim 2006/2007. W ankiecie wzięło udział łącznie 317 studentów, w tym 131 mężczyzn i 186 kobiet. Wśród osób zaproszonych do badania 33 osoby zadeklarowały, że nie spożywają takich produktów, ta grupa respondentów nie była uwzględniana w dalszej analizie.

We Wrocławiu znajdują się 22 uczelnie, na których studiuje ponad 141 tys. studentów, co stanowi ok. 22 % populacji mieszkańców Wrocławia [8].

Opracowano ankietę, składającą się z dwóch części [18]. Pierwsze pytania ankiety miały dostarczyć informacji o najchętniej spożywanych mlecznych produktach przez młodzież akademicką, a także o częstotliwości oraz sposobie ich konsumowania. Kolejne pytania zawierały elementy analizy marketingowej, wskazujące na cechy produktu oraz inne czynniki, które decydują o wyborze przez ankietowanych tych, a nie innych produktów. Ankieta zawierała pytania zamknięte, jednak w niektórych przypadkach była możliwość udzielenia innej odpowiedzi. Druga część ankiety dotyczyła cha-

rakterystryki badanej populacji respondentów, tj. informacji m.in. o wieku, kierunku studiów, miejscu zamieszkania czy dochodach.

Uzyskane wyniki zostały poddane standardowej analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica. Analizując uzyskane wyniki sformułowano kilka hipotez, które zweryfikowano testem chi-kwadrat, aby określić istotność współzależności między dwoma zmiennymi – pytaniami. Sprawdzone następujące hipotezy:

1. Częstość spożywania mlecznych napojów fermentowanych istotnie zależy od płci konsumenta.
2. Studenci różnych kierunków oceniają jakość mlecznych napojów fermentowanych wg innych kryteriów.
3. Inne czynniki wpływają na decyzje zakupowe dotyczące mlecznych napojów fermentowanych wśród kobiet i mężczyzn.
4. Reklamy producentów istotnie wpływają na decyzje o zakupie ich wyrobów.

Wyniki i dyskusja

Najczęściej spożywanymi przez wrocławskich studentów mlecznymi napojami fermentowanymi były jogurt i kefir. Spożywanie jogurtów deklarowało 40 % studentek wrocławskich i 36 % studentów. Równie dużą popularnością cieszył się kefir, którego spożywanie zadeklarowało 32 % ankietyowanych. Do rzadziej spożywanym mlecznym produktom fermentowanym należały mleko acidofilne – 15 % badanych, maślanka – 9 % badanych, a tylko 1 % młodzieży akademickiej spożywało takie produkty, jak: kumys, mleko bifidusowe czy kwaśne mleko. Płeć nie miała zasadniczego znaczenia w preferencji najchętniej spożywanego mlecznego napoju fermentowanego, wartości procentowe były porównywalne dla obu płci (tab. 1).

Tabela 1

Mleczne napoje fermentowane najczęściej spożywane przez studentów wrocławskich.
Fermented milk drinks the Wrocław students eat most frequently.

Wyszczególnienie Specification		Jogurt Yoghurt	Kefir Kefir	Mleko acidofilne Acidophilic milk	Kumys Koumoss	Kwaśne mleko Sour milk	Mleko bifidusowe Bifidus milk	Maślanka Buttermilk
Ogółem Total	n	122	103	46	3	11	3	30
	[%]	39	32	15	1	3	1	9
Kobiety Females	n	75	59	30	2	3	1	16
	[%]	40	32	16	1	2	1	8
Mężczyźni Males	n	46	44	16	1	8	2	14
	[%]	36	34	12	< 1	6	1	10

Według badań Adamczyk [1], najpopularniejszym produktem mlecznym wśród młodzieży jest jogurt. Jego spożycie deklaruje 70 % dzieci i młodzieży. Głównym powodem spożywania jogurtów są walory odżywcze. Wyniki tych badań wskazują, że mleko i fermentowane przetwory mleczne są bardzo chętnie spożywane przez młodzież. Niemniej, ciągle jeszcze ich spożycie w Polsce jest mniejsze niż w wielu krajach europejskich. Statystyczny Polak spożywał w 2006 r. około 5 kg jogurtów, podczas, gdy przeciętny obywatel Unii około 15 kg [10, 14, 15].

Wyniki przeprowadzonych badań wśród wrocławskich studentów wskazują, że codziennie sięgało po te produkty tylko 36 % młodzieży akademickiej, z czego zdecydowaną większość stanowiły kobiety. Znaczna część studentek (47 %) i tylko 21 % studentów zadeklarowało, że spożywa je codziennie, natomiast kilka razy w tygodniu 32 % badanych i 26 % respondentów kilka razy w miesiącu (tab. 2).

Tabela 2

Częstotliwość spożywania mlecznych napojów fermentowanych przez studentów wrocławskich.

Frequency rate showing how often the Wrocław students consume fermented milk drinks.

Wyszczególnienie Specification		Codziennie Everyday	Kilka razy w tygodniu Several times a week	Kilka razy w miesiącu Several times a month	Rzadziej More rarely consumed
Ogółem Total	n	113	102	81	21
	[%]	36	32	26	6
Kobiety Females	n	85	53	40	8
	[%]	47	28	21	4
Mężczyźni Males	n	28	49	41	13
	[%]	21	37	32	10

Spożywanie jogurtu deklaruje 3/4 Polaków powyżej 15. roku życia. Szczególnie chętnie kupują go osoby do 34. roku życia oraz mieszkańcy dużych miast. Według GUS przeciętne miesięczne spożycie jogurtu i napojów mlecznych fermentowanych w 2006 r. wynosiło 4,94 kg na osobę miesięcznie. Największą ilość spożywają osoby prowadzące własną działalność gospodarczą (8,52 kg) oraz renciści (8,50 kg) [8].

Weryfikacja pierwszej z postawionych hipotez potwierdza, że częstotliwość spożywania mlecznych napojów fermentowanych istotnie zależy od płci badanych ($\chi^2 = 21,208$, przy $p < 0,000$), ze wskazaniem na przewagę kobiet.

Według przeprowadzonych badań mleczne napoje fermentowane były spożywane przez studentów najczęściej jako deser, tak odpowiedziało 53 % respondentów. Dla

30 % badanych te produkty były uzupełnieniem między posiłkami, a dla 17 % posiłkiem głównym.

Kolejne pytanie dotyczyło znaczenia wyglądu opakowania przy podejmowaniu decyzji o zakupie. Opakowanie spełnia ważną rolę, jest narzędziem marketingowym, które wykorzystane w promocji produktu może przyczynić się do jego silnej pozycji na rynku. Z tego też względu wielkość opakowania, jego kształt, barwa i grafika są obecnie poddawane wnikliwej analizie. Ponadto pełni ważną funkcję informującą klienta o walorach odżywczych produktu [5]. Wyniki badań własnych potwierdzają, że dla 42 % badanych studentów wygląd opakowania był dość istotny, a dla 8 % respondentów bardzo istotny. Zupełnie nieistotny był dla 26 % ankietowanych i niezbyt istotny dla 24 % badanej populacji studenckiej.

Reklama, a w szczególności promocja, jest jednym z ważnych działań marketingowych, które może mieć bardzo duży wpływ na wzrost sprzedaży towarów [4, 12]. Z przeprowadzonych badań ankietowych wynika, że studenci pozytywnie odbierali takie działania producentów, jak promocja. Dla 48 % respondentów spożywających mleczne napoje fermentowane promocja miała bardzo duże i duże znaczenie. Małe znaczenie miała promocja dla 22 % ankietowanych, a dla 30 % respondentów promocja nie miała żadnego wpływu na decyzję o zakupie. Na podstawie analizy uzyskanych danych można stwierdzić, że do zakupów pod wpływem reklamy przyznało się 35 % młodzieży akademickiej. Natomiast 34 % badanych deklarowało, że reklama raczej nie miała wpływu na ich decyzje zakupu, pozostali ankietowani nie przyznali się, że reklama w ogóle oddziaływała na ich zachowania zakupowe (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ reklamy na decyzje zakupu mlecznych napojów fermentowanych przez studentów wrocławskich.
Impact of the fermented milk drinks advertising on the Wrocław students' decisions to purchase them.

Wyszczególnienie Specification		Tak Yes	Nie No	Raczej nie Rather no
Ogółem Total	n	112	99	106
	[%]	35	31	34
Kobiety Females	n	54	57	75
	[%]	29	30	41
Mężczyźni Males	n	37	42	52
	[%]	28	32	40

Konsument kupując określony produkt wiąże pewne oczekiwania związane z jego jakością. Stopień zaspokojenia tych oczekiwań decyduje o poziomie satysfakcji nabywcy z zakupionego towaru. Producenci chcą zwiększyć produkcję i osiągnąć więk-

sze zyski muszą dostosować jakość swoich wyrobów do aktualnych wymagań konsumentów [2, 3, 11, 17].

Postawy konsumentów wobec żywności zależą od wielu czynników, które wpływają w różny sposób na preferencje, prowadzą do akceptacji i wyboru jednych produktów, a odrzucenia innych. Konsument zawsze oczekuje produktów wysokiej jakości, a w stosunku do żywności dodatkowo bezpieczeństwa zdrowotnego, odpowiedniej wartości odżywczej oraz atrakcyjności sensorycznej [2, 3].

Badania dowiodły, że w ocenie jakości danego produktu najważniejsze znaczenie ma jego atrakcyjność sensoryczna, tak odpowiedziało 55 % ankietowanych. Cechy sensoryczne okazują się najistotniejszym wskaźnikiem jakości, konsument może bowiem ocenić je bezpośrednio po zakupie produktu i jego spożyciu. Na drugim miejscu jest zdrowotność produktu, takiej odpowiedzi udzieliło 25 % ankietowanych studentów, a 17 % konsumentów najbardziej zwracało uwagę na dyspozycyjność produktu (tab. 4).

Tabela 4

Cechy mlecznych napojów fermentowanych mające największe znaczenie w ocenie ich jakości, zdaniem studentów wrocławskich.

Properties of fermented milk drinks, which, in the opinion of the Wrocław students, are of the greatest importance when assessing the food product quality.

Wyszczególnienie Specification		Zdrowotność produktu Product's health	Atrakcyjność sensoryczna Sensory attrac- tiveness	Dyspozycyjność produktu Availability of product	Cena Price	Marka Brand name
Ogółem Total	n	80	175	55	2	5
	[%]	25	55	17	1	2
Kobiety Females	n	51	100	34	1	0
	[%]	21	54	18	1	0
Mężczyźni Males	n	29	75	21	2	4
	[%]	22	57	17	1	3

Mogłoby się wydawać, że studenci z różnych kierunków mają inne kryteria oceny jakości wynikające z przyzwyczajen żywieniowych oraz różnej wiedzy na temat żywności i zasad żywienia. Weryfikacja hipotezy, że studenci różnych kierunków w ocenie jakości mlecznych napojów fermentowanych biorą pod uwagę różne cechy produktu wykazała, że studiowany kierunek nie miał wpływu na kryteria jakimi kierowali się respondenci w ocenie jakości danego produktu. Analiza statystyczna dowiodła, że studenci różnych uczelni oceniają produkty mleczne według tych samych wyróżników jakościowych ($\chi^2 = 7,317$, przy $p = 0,515$).

Kolejno przeanalizowano pytanie dotyczące cech sensorycznych produktów, które decydują o spożyciu mlecznych napojów fermentowanych. Wyniki przedstawiono w tab. 5.

Tabela 5

Cechy sensoryczne mlecznych napojów fermentowanych decydujące o ich konsumpcji przez studentów wrocławskich.

Sensory properties of fermented milk drinks that decide on their being consumed by the Wrocław students.

Wyszczególnienie Specification	Ogółem Total		Kobiety Females		Mężczyźni Males	
	n	%	n	%	n	%
Smak Taste	87	26	59	32	28	22
Smak i zapach Taste and smell	22	6	13	7	9	7
Smak i wygląd Taste and appearance	39	12	10	5	29	23
Smak i tekstura Taste and texture	25	8	16	9	9	7
Smak i konsystencja Taste and consistency	17	5	9	5	8	6
Zapach Smell	54	17	36	18	18	15
Zapach i wygląd Smell and appearance	2	1	1	1	1	1
Zapach i tekstura Smell and texture	1	1	1	1	-	-
Zapach i konsystencja Smell and consistency	3	1	2	1	1	1
Wygląd Appearance	27	8	15	8	12	8
Wygląd i tekstura Appearance and texture	4	2	1	1	3	2
Wygląd i konsystencja Appearance and consistency	4	2	2	1	2	1
Tekstura Texture	18	6	12	6	6	4
Tekstura i konsystencja Texture and consistency	6	2	3	2	3	2
Konsystencja Consistency	8	3	6	3	2	1

Przeprowadzone badania w grupie studentów dowodzą, że najważniejszą cechą sensoryczną decydującą o spożyciu był smak produktu. Zdaniem 57 % studentów wrocławskich uczelni, smak jest cechą wyróżniającą mleczne napoje fermentowane i decydującą o ich częstym spożywaniu. W dalszej kolejności dla badanych znaczenie miały takie cechy, jak: zapach - 26 % badanych, wygląd – 25 % respondentów, natomiast odpowiednio dla 19 % i 13 % ankietowanych tekstura i konsystencja produktu to cechy, które decydują o spożywaniu mlecznych napojów fermentowanych.

Z badań przeprowadzonych przez Babicz-Zielińską [2] w latach 1994 - 1998 wynika, że najważniejszymi czynnikami przy wyborze mlecznych napojów fermentowanych są: smak i wygląd ocenianych produktów. Wyniki badań Instytutu Rynku Wewnętrznego i Konsumpcji przeprowadzone na ogólnopolskiej reprezentatywnej próbie 700 miejskich gospodarstw domowych potwierdziły, że 90,5 % respondentów kieruje się względami smakowymi w zakupach produktów mlecznych. Ponad 3/4 kupuje te produkty ze względu na ich wysoką dyspozycyjność, a 2/3 respondentów ze względów zdrowotnych [10]. Polacy zaczynają dbać coraz bardziej o zdrowie, a wraz z tym bardziej zwracają uwagę na swoją dietę. Mimo, że najlepiej sprzedają się jogurty łyżeczkowe (jedzone łyżeczką tzw. spoonable), konsumenci zaczęli się też interesować innymi, droższymi produktami, ale zawierającymi np. probiotyczne szczepy bakterii, witaminy, minerały czy inne dodatki. Analitycy rynku przewidują, że ten segment będzie się dalej rozwijał kosztem zwykłych jogurtów. Produkty z tzw. wartością dodaną czy kwalifikowane do żywności funkcjonalnej, według opinii specjalistów, powinny być bardzo wyraźnie zaznaczone na półce i tworzyć osobny blok [15].

W gospodarce wolnorynkowej wymogi konsumenta są podstawowym kryterium kształtującym jakość produktów. Produkt, który nie spełnia oczekiwań konsumentów zostaje z rynku wyeliminowany. Wobec dużej podaży żywności kryteria, jakimi konsument kieruje się przy jej wyborze, nie zawsze są zgodne z potrzebami organizmu. Konieczność zmian, jeżeli nawet zostaje dostrzeżona, nie zawsze jest akceptowana; przykładowo, aż 71 % populacji Unii Europejskiej sądzi, że odżywia się prawidłowo i nie widzi potrzeby wprowadzania korekty w swoim sposobie żywienia. Badania zachowań konsumentek odgrywają ważną rolę, zwłaszcza w ocenie żywienia dużych populacji, jak młodzież szkolna lub akademicka, gdzie łatwo wykształcają się nieprawidłowe nawyki żywieniowe, mogące dawać w przyszłości określone skutki zdrowotne [1, 2, 3, 16]. W świetle przeprowadzonych badań własnych (tab. 6) wśród populacji studentów Wrocławia wynika, że u podstaw kryteriów wyboru mlecznych napojów fermentowanych znajduje się wartość odżywcza (29 % badanych). Równie istotnym czynnikiem decydującym o zakupie danego produktu jest działanie prozdrowotne oraz zaufanie do producenta, takiej odpowiedzi udzieliło 24 % ankietowanych. Tylko, co 7. ankietowany student wskazał na trwałość produktu (15 % badanych), a co 14. na opakowanie (8 % badanych). Postawy konsumentów wobec żywności zależą od wielu

czynników, które wpływają w różny sposób na preferencje, kryteria oceny produktów spożywczych, a tym samym określają hierarchię czynników decydujących o spożyciu tych właśnie mlecznych produktów fermentowanych, a nie innych [15, 19].

Tabela 6

Czynniki decydujące o zakupie mlecznych napojów fermentowanych przez studentów wrocławskich.
Factors deciding on the purchase decisions of fermented milk drinks as taken by the Wrocław students.

Wyszczególnienie Specification		Trwałość produktu Durability of product	Zaufanie do producenta Confidence to manufacturer	Działanie prozdrowotne Pro-health impact	Wartość odżywcza Nutritional value	Opakowanie Packaging
Ogółem Total	n	47	77	77	93	23
	[%]	15	24	24	29	8
Kobiety Females	n	30	49	35	55	17
	[%]	16	26	18	30	10
Mężczyźni Males	n	17	28	42	38	6
	[%]	13	21	32	29	5

Analizując powyższe odpowiedzi postawiono hipotezę, że kobiety i mężczyźni wskazują na inne parametry jakościowe przetworów mlecznych, które decydują o ich wyborze. Przeprowadzona weryfikacja wskazała, że czynniki decydujące o wyborze zakupu mlecznych napojów fermentowanych nie zależą od płci badanych respondentów ($\chi^2 = 9,058$, przy $p = 0,060$).

Z analizy odpowiedzi na pytanie o wpływ ceny produktu na decyzje zakupu okazało się, że dla 65 % ankietowanych konsumentów mlecznych napojów fermentowanych cena miała bardzo duży i duży wpływ na decyzję zakupu, dla 22 % badanych cena miała małe znaczenie, a dla 13 % cena nie miała żadnego wpływu na tę decyzję.

Znakowanie produktów żywnościowych ma spełniać wielorakie funkcje, m.in. ma ułatwiać dokonywanie konsumentom świadomego wyboru w czasie zakupów artykułów spożywczych. Jest to istotny element edukacji konsumentów. Celem następnego pytania była ocena istotności informacji zamieszczanych na opakowaniach mlecznych napojów fermentowanych dla konsumenta (tab. 7). Wykazano, że 79 % studentów zwracało uwagę na termin przydatności do spożycia danego produktu, a 63 % badanych na producenta wyrobu. Informacja o wartości odżywczej danego produktu była istotna tylko dla 40 % badanych. Z kolei na takie informacje, jak wartość kaloryczna czy składniki zawarte w produkcie zwracało uwagę 30 % respondentów. Można wnioskować na podstawie uzyskanych odpowiedzi, że młodzi konsumenci mlecznych napojów fermentowanych przejawiają dość racjonalne podejście do czynności związanych z dokonywaniem zakupów tych produktów.

T a b e l a 7

Deklaracje studentów wrocławskich odnośnie zwracania uwagi na informacje zamieszczone na opakowaniu.

Statements of the Wrocław students on whether or not they take into consideration the information specified on the packaging

Wyszczególnienie Specification	Tak Yes		Nie No	
	n	[%]	n	[%]
Termin przydatności do spożycia Expire date	251	79	66	21
Producent Manufacturer	201	63	116	37
Wartość odżywcza Nutritional value	127	40	190	60
Wartość kaloryczna Caloric value	94	30	223	70
Składniki produktu Product's components	95	30	222	70

Wg badań Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów młodzi konsumenci na rynku zachowują się w sposób wskazujący na lepsze i bardziej racjonalne przystosowanie niż osoby starsze [4, 10].

Następne pytanie brzmiało: czy duże znaczenie ma dla pani/pana informacja, że producent posiada certyfikaty potwierdzające stosowanie systemów zarządzania jakością w produkcji? Okazuje się, że 63 % respondentów nie zwracało uwagi na tego typu informacje w ogóle. Z kolei dla 15 % ankietowanych takie deklaracje producenta miały duże i bardzo duże znaczenie, natomiast, co 7. respondent twierdził, że nie ma to dla niego żadnego znaczenia (tab. 8). Systemy zapewnienia jakości stanowią pewne sformalizowane narzędzia stosowane w przemysłowej produkcji żywności, które dają gwarancję uzyskania możliwie najwyższej jakości zdrowotnej i pełnego jej bezpieczeństwa, a tym samym spełnienia oczekiwanych potrzeb konsumenta.

Przeanalizowano powyższe odpowiedzi w kontekście czy kierunek studiów respondentów ma znaczenie w kształtowaniu świadomości, co do istotności informacji o posiadanych przez producenta certyfikatach potwierdzających wprowadzenie systemów zarządzania jakością i bezpieczeństwem zdrowotnym żywności. Z analizy tej wynika, że największą grupą wskazującą na duże znaczenie takiej deklaracji ze strony producenta stanowili studenci kierunków przyrodniczych – 28 %. Z kolei studenci kierunków humanistycznych tę informację wskazywali najrzadziej. Prawdopodobnie związane jest to z faktem, że na uczelniach o kierunkach przyrodniczych jest więcej wykładanych zagadnień związanych z produkcją żywności, stąd też studenci tych kierunków zwracają więk-

szą uwagę na te aspekty. W pozostałych przypadkach należy sądzić, że tak niskie zainteresowanie stosowaniem przez producentów żywności systemów zapewniających jakość produktu może wynikać z niedostatecznej wiedzy konsumentów na ten temat.

Tabela 8

Znaczenie dla studentów wrocławskich informacji o stosowaniu przez producenta systemów zarządzania jakością i bezpieczeństwem zdrowotnym żywności.

Information whether or not a manufacturer applies Quality and Health Safety Management Systems in the food production processes and what importance this information has for the Wrocław students.

Wyszczególnienie Specification		Bardzo duże Very high importance	Duże High importance	Nie zwracam uwagi Not taken into consideration	Małe Low importance	Żadne Totally unimportant
Ogółem Total	n	20	28	201	19	49
	[%]	6	9	63	6	16
Kobiety Females	n	11	21	112	17	25
	[%]	6	11	60	9	13
Mężczyźni Males	n	9	7	89	2	24
	[%]	7	4	69	1	19

Na podstawie dalszej części ankiety ustalono najpopularniejsze marki przetworów mlecznych spożywanych przez wrocławskich studentów. Najczęściej kupowane były mleczne napoje fermentowane firmy Danone, tego producenta wskazało 38 % ankietowanych. Na drugim miejscu znalazła się Bakoma, którą wybierało 24 % ankietowanych studentów. Podobną popularność miała również Campina, spożywanie produktów tego producenta deklarowało 20 % ankietowanych. Wśród wymienianych rzadziej producentów była marka Zott oraz Fromako, tylko 8 % młodzieży akademickiej wskazało, że kupuje ich produkty (tab. 9).

Reasumując, można stwierdzić, że ulubionymi producentami mlecznych napojów fermentowanych dla studentów wrocławskich są Danone oraz Bakoma. Producenci ci prowadzą najintensywniejszą akcję promocyjną, stosują promocje cenowe, dlatego marki te są znane i lubiane przez konsumentów.

W kontekście powyższych odpowiedzi postawiono hipotezę, że reklamy producentów mają istotny wpływ na decyzje o zakupie ich wyrobów. Weryfikacja hipotezy wskazała na istotność tego czynnika ($\chi^2 = 40,424$, przy $p < 0,000$). Ponadto stwierdzono, że osoby, dla których cena jest ważnym kryterium zakupu, częściej wybierają produkty firmy Campina, a pozostali takich producentów, jak Zott i Fromako.

Tabela 9

Częstotliwość wyboru przez studentów wrocławskich marki mlecznych napojów fermentowanych.
Frequency Rate of Choosing, i.e. how often the Wrocław students decide to choose a specific brand of fermented milk products.

Wyszczególnienie Specification		Danone	Bakoma	Campina	Zott	Fromako	Pozostałe
Ogółem Total	n	119	77	65	26	24	5
	[%]	38	24	20	8	8	2
Kobiety Females	n	67	43	40	18	15	1
	[%]	36	24	21	10	8	1
Mężczyźni Males	n	52	54	25	8	9	4
	[%]	40	26	19	5	7	3

Współczesny rynek mlecznych napojów fermentowanych jest rynkiem o wysokim poziomie innowacyjności, co jest konsekwencją coraz bardziej różnicujących się oczekiwań kierowanych pod adresem produktów żywnościowych. Konsumenci oczekują bowiem od żywności nie tylko zaspokojenia głodu, ale również pragnień hedonistycznych, zachowania zgrabnej sylwetki, uzyskania lub zwiększenia sił witalnych itp.

Tabela 10

Stosunek respondentów do innowacji na rynku.
Respondent attitudes to market innovations.

Wyszczególnienie Specification		Chciałabym go wypróbować... I would like to try...	Wzbudza moje zainteresowanie... It attracts me	Kupuję każdą nowość z nieufnością I buy any novelty mistrustfully	Długo się zastanawiam I give much thought before finally choosing	Nie interesuje się... It does not interest me at all...
Ogółem Total	n	88	92	80	37	20
	[%]	28	29	25	12	6
Kobiety Females	n	45	54	50	22	15
	[%]	24	29	27	12	8
Mężczyźni Males	n	43	38	30	15	5
	[%]	33	29	23	11	4

Jak wynika z przeprowadzonych badań własnych (tab. 10), jedynie co 4. respondent (28 % ankietowanych) kupuje nowy produkt pojawiający się na rynku bez zastanowienia i chce go wypróbować. Z kolei 6 % respondentów nie interesuje się nowościami i nie kupuje rzeczy niesprawdzonych. Innowatorami częściej byli mężczyźni,

którzy w 33 % zadeklarowali, że chcą wypróbować nowy produkt i jeśli to możliwe, to kupują go bez zastanowienia, podczas, gdy wśród kobiet podobnych odpowiedzi udzieliło 24 %. Najczęściej formułowaną odpowiedzią była opinia, że nowy produkt wzbudza zainteresowanie konsumenta, ale zastanawia się nad jego zakupem. Gutkowska i Ozimek [9] zauważają, że konsument przejawiający innowacyjny styl zachowania charakteryzuje się wyższym stopniem globalnej innowacyjności aniżeli obserwowany przeciętnie w społeczeństwie. Warto jednak zauważyć, że ta cecha nie powoduje automatycznie sytuacji, w której tzw. „innowatorzy” pierwsi kupują jakiegokolwiek innowacyjne produkty. Niemniej jednak atrybut innowacyjności odzwierciedla tendencje jednostki do pozyskiwania informacji o nowości oraz jej adaptacji. Podsumowując wyniki badań własnych w tym zakresie, należy stwierdzić, że pozytywny stosunek do innowacji na rynku, tj. nowych produktów, wykazuje ok. 57 % młodzieży akademickiej, a wśród niej znaczny procent stanowią mężczyźni.

Wnioski

1. Spośród mlecznych napojów fermentowanych największą popularnością wśród wrocławskiej młodzieży akademickiej cieszą się jogurty oraz kefir. Produkty te są powszechnie spożywane przez młodych ludzi, wybierane są głównie ze względu na walory smakowe, odżywcze, zdrowotne oraz ich dużą dyspozycyjność.
2. Najważniejszymi cechami jakościowymi determinującymi postawy konsumentów mlecznych napojów fermentowanych to cechy składające się na atrakcyjność sensoryczną. Prace nad nowymi produktami powinny skupiać się na ciągłym udoskonalaniu i uatrakcyjnianiu cech smakowo-zapachowych tych produktów.
3. Ważnymi atrybutami mlecznych napojów fermentowanych dla młodych nabywców tej grupy produktów są: ich wartość odżywcza i działanie prozdrowotne.
4. W decyzjach konsumenckich istotną rolę odgrywa marka produktu; większość studentów ma swoje ulubione marki, które preferuje.

Literatura

- [1] Adamczyk G.: Zachowania żywieniowe młodych konsumentów na rynku przetworów mlecznych. *Przeł. Mlecz.*, 2007, 1, 44-45.
- [2] Babicz-Zielińska E.: Czynniki wpływające na wybór żywności. Wyd. SGGW, Warszawa 2000.
- [3] Babicz-Zielińska E.: Konsument żywności i jego zachowania rynkowe. Wyd. SGGW, Warszawa 2000.
- [4] Bajka Z.: Polacy a reklama. *Aida Media*, 2005, 4, 40-43.
- [5] Cichoń M.: Opakowanie w towaroznawstwie, marketingu i ekologii. Ossolineum, Wrocław 1996.
- [6] Falkowski A., Tyszka T.: Psychologia zachowań konsumenckich. Gdańskie Wyd. Psychologiczne, Gdańsk 2002.
- [7] Górska-Warsewicz H.: Strategie marek mleczarskich. *Przeł. Mlecz.*, 2006, 4, 34-35.
- [8] GUS, Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej, Warszawa 2006.

- [9] Gutkowska K., Ozimek I.: Zwyczaje zakupowe żywności wśród wielkomiejskich konsumentów i kryteria ich różnicowania. *Rocz. Nauk.*, **VII**, z. 3, Wyd. SGGW, Warszawa 2005.
- [10] Jeznach M.: Ocena zmian na rynku produktów mleczarskich w opinii konsumentów, *Rocz. Nauk.*, **VII**, z. 3, Wyd. SGGW, Warszawa 2005.
- [11] Jeżewska-Zychowicz Z.: Wpływ preferencji na konsumpcję mleka i przetworów mlecznych wśród młodzieży. *Acta Technologia Alimentaria*, 2004, **3**, 171-182.
- [12] Kędzior Z.: Badania rynku, metody zastosowania. PWE, Warszawa 2005.
- [13] Libudzisz Z.: Fermentowane napoje mleczne. Wyd. Politechniki Łódzkiej. Łódź 1998.
- [14] Łukasiński W.: Rynek mleka i jego przetworów w Polsce w latach 1989-2005. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **3 (48)**, 118-128.
- [15] Nieżurawski L.: Preferencje klientów na rynku wybranych produktów mleczarskich. *Przegl. Mlecz.*, 2005, **4**, 10-14.
- [16] Nitecka E.: Stanowisko Europejskiego Stowarzyszenia Mleczarstwa w dyskusji dotyczącej promowania zdrowego żywienia i aktywności fizycznej. *Przegl. Mlecz.*, 2006, **5**, 50-54.
- [17] Nowak M., Trziszka T., Szoltyś M.: Preferencje konsumentów mlecznych napojów fermentowanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **1 (50)**, 77-83.
- [18] Płóciennik K.: Konsumentcka ocena jakości mlecznych napojów fermentowanych. Praca magisterska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, 2007.
- [19] Rudnicki L.: Zachowania konsumentów na rynku. Wyd. AE, Kraków 2000, s. 21-32.
- [20] Urban S.: Marketing produktów spożywczych. Wyd. AE, Wrocław 1999, s. 49-52.


FACTORS IMPACTING THE STUDENTS FROM THE CITY OF WROCLAW WHEN THEY CHOOSE FERMENTED MILK DRINKS

S u m m a r y

Consumers do not always choose food or drinks according to what is really necessary for their bodies. However, they always expect high quality of food products, i.e. safe, sensory attractive food with necessary nutritional, sometimes pro-healthy properties, and, also, user-friendly food products.

The objective of the study project was to analyse attitudes and preferences of consumers including some selected factors impacting the behaviour of students while making a decision what fermented milk drinks to buy. The study project was based on a survey of 317 students (males and females) from various higher education institutions in the city of Wrocław. The survey carried out allowed for determining the needs of purchasers referring to the range of fermented milk drinks offered. Furthermore, the brands of fermented milk drinks preferred by the surveyed consumers were determined, as well as the quality parameters impacting the consumer decision on what product they want to consume. The survey also allowed for determining to what degree the consumers were interested in the health safety aspects of food products and in their nutritional values.

Based on the study results, it was found that the consumers highly appreciate the taste, and nutritional & healthy values of fermented milk drinks. Among the drinks assessed, yoghurts and kefir appeared to be the most popular and the highest appreciated drinks. More and more frequently, the food the consumer takes into consideration such food properties as the healthy aspect and the nutritional value of food product. The analysis of data obtained shows that the Wrocław students very willingly eat fermented milk drinks; 98 % of the respondents declare they consume them. The brand name of product is of a great importance for the young people when deciding what product to purchase.

Key words: fermented milk drinks, consumer behaviours, preferences 

MAŁGORZATA NOGALA-KAŁUCKA, JAN PIKUL, ALEKSANDER SIGER

ZASTOSOWANIE CHROMATOGRAFI CIECZOWEJ W BADANIACH AUTENTYCZNOŚCI MASŁA

Streszczenie

Celem pracy była ocena masła, sprzedawanego na polskim rynku, pod względem ewentualnego fałszowania jego składu poprzez zastępowanie tłuszczu mlecznego olejami roślinnymi.

Stosując chromatografię cieczową, w próbkach masła oznaczono jakościowo oraz ilościowo tokoferole (-T) i tokotrienole (-T3), charakterystyczne dla tłuszczów roślinnych. W przebadanych, losowo zakupionych w handlu detalicznym, kostkach masła Ekstra, Śmietankowego i Osełkowego stwierdzono, że 33% przebadanych próbek było produkowanych z dodatkiem tłuszczu roślinnego, o czym świadczy obecność tokoferoli, a w szczególności tokotrienoli, które występują jedynie w tłuszczu palmowym lub kokosowym. Udział procentowy tych homologów w sumarycznej zawartości -T i T-3 kształtował się na poziomie od 40 do 82%. Taka ilość oznaczonych tokochromanoli świadczy o różnym dodatku tłuszczu roślinnego do tłuszczu mlecznego i wskazuje na obecność na polskim rynku nierzetelnych producentów, którzy deklarują tylko zawartość tłuszczu mlecznego (82 lub 73,5%) na opakowaniach masła.

Słowa kluczowe: masło, tokoferole, tokotrienole, HPLC

Wprowadzenie

Spośród szerokiej gamy produktów mlecznych występujących na rynku, do zalecanych w codziennej diecie zdrowego człowieka należy masło, z uwagi na najlepszą stawność i przyswajalność jego bioaktywnych składników. Cena tłuszczu mlecznego jest wielokrotnie wyższa od tłuszczu roślinnego, dlatego może być przyczyną jego zastępowania właśnie tłuszczami roślinnymi. Narusza to nie tylko skład chemiczny masła, ale wpływa znacząco na rachunek ekonomiczny nierzetelnych producentów. Z uwagi na dobro konsumenta masło powinno więc podlegać stałej, precyzyjnej kontroli jego autentyczności.

Dr hab. M. Nogala-Kałucka, prof. UP, dr inż. A. Siger, Katedra Biochemii i Analizy Żywności, ul. Mazowiecka 48, 60-623 Poznań, prof. dr hab. J. Pikul, Katedra Technologii Mleczarstwa, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

Podstawą podjęcia takich prac są pojawiające się informacje na temat jego gorszej jakości, wynikające z oceny sensorycznej dotyczącej smarowności masła, jako jednego z najważniejszych wyróżników świadczących o jego autentyczności.

Produkt zafałszowany to taki, którego skład lub inne właściwości zostały zmienione, a nabywca nie został o tym poinformowany lub wprowadzone zostały zmiany mające na celu ukrycie jego rzeczywistego składu [1]. Czterokrotnie niższa cena olejów roślinnych głównie palmowego (jego frakcji „oleinowej” lub „stearynowej”), a także rzepakowego, słonecznikowego czy sojowego jest podstawowym powodem dodawania tłuszczów roślinnych do przetworów mlecznych [2].

Do tradycyjnych fizykochemicznych metod weryfikacji autentyczności tłuszczu mlecznego należą: oznaczanie liczby jodowej, liczby Reicherta-Meisla (LRM) i Połęńskiego (LP). Z badań LRM i LP, w odniesieniu do innych stałych tłuszczowych, uzyskuje się cenne wskazówki co do rodzaju zafałszowania masła, a mogą być także pomocne w identyfikacji tłuszczu mlecznego. Natomiast odosobnione oznaczenia LRM lub LP nie świadczą o autentyczności tego produktu [3, 4]. Wśród metod analitycznych przewagę ma np. chromatografia gazowa, którą można oznaczyć całe spektrum kwasów tłuszczowych. Główną zaletą tej metody jest pomiar stosunków odpowiednich kwasów tłuszczowych [5, 6]. Dodatek do tłuszczu mlecznego olejów roślinnych, bogatych w kwas linolowy, lub tłuszczu kokosowego jest identyfikowany, gdy występuje na poziomie 2 % i wykorzystuje się do tego celu oznaczony stosunek kwasów $C_{12:0}/C_{10:0}$ i $C_{14:0}/C_{12:0}$ oraz $C_{18:2}/C_{8:0}$. Natomiast 10 % dodatek oleju palmowego i oliwy z oliwek do tłuszczu mlecznego identyfikowano z proporcji $C_{14:0}/C_{18:2}$ i $C_{18:2}/C_{8:0}$ [4]. Za pomocą chromatografii gazowej, analizując skład triacylogliceroli, można stwierdzić w tłuszczu mlecznym dodatek innego tłuszczu [7].

Analiza fitosteroli (β -sitosterolu, stigmasterolu, kampesterolu i in.) bezpośrednio wskazuje na dodatek olejów roślinnych do tłuszczu mlecznego. Należy pamiętać, że w Unii Europejskiej fitosterole dodawane są do masła jako znaczniki subsydiowania masła na cele inne niż komercyjne [16]. Istnieją dwie metody oznaczania steroli w tłuszczu mlecznym: pierwsza bazuje na różnicach temperatury topnienia octanu fitosteroli i octanu cholesterolu (IDF Standard 32:1965) [8], druga to oznaczanie ich przy zastosowaniu chromatografii gazowej (IDF Standard 54:1970) [9]. Ze względu na pracochłonne przygotowywanie próbek, alternatywną metodę, łączącą chromatografię cieczową oraz gazową, zaproponowali Kamm i wsp. [10]. W tej metodzie graniczny poziom detekcji β -sitosterolu wynosi 2 mg/kg tłuszczu.

Wprowadzany na rynek europejski produkt „tłuszcz smarowalniczy” musi stosować się do regulacji Komisji Europejskiej (Council Regulation EC No 2991/94) [4]. Jak dotąd nie opracowano oficjalnej metody pozwalającej na szybkie i jednoznaczne określanie proporcji tłuszczu mlecznego w mieszkankach tłuszczowych. Zwykle kwas masłowy ($C_{4:0}$), który wyłącznie pojawia się w tłuszczu mlecznym zwierząt przeżuwa-

jących, jest używany jako marker do oznaczania ilości tego tłuszczu w mieszankach. Wiele precyzyjnych metod określania C_{4:0} w tłuszczach smarowalniczych wykorzystuje chromatografię gazową [11, 12, 13] i cieczową [14].

Tłuszcz mleczny, z pozostałych bioaktywnych składników, charakteryzuje się obecnością tokochromanoli. Z danych literaturowych wynika, że głównym homologiem jest α -T. Wg Chowa [15] ponad 90 % sumy tokoferoli to α -T, natomiast γ -T występuje w ilości poniżej 5 %. Stołyhwo i Rutkowska [16] podają, że α -T stanowi blisko 95 % składu wszystkich tokoferoli. Natomiast Ball [17] donosi, że oprócz α -T masło zawiera także α -T3. Dodatek tłuszczów roślinnych (np. oleju rzepakowego, sojowego i in.) powoduje wyraźny wzrost zawartości homologicznych tokoferoli. Dodatek oleju palmowego do tłuszczu mlecznego powoduje także pojawienie się na chromatogramie poszczególnych tokotrienoli (-T3).

Celem pracy była ocena masła, sprzedawanego na polskim rynku, pod względem ewentualnego fałszowania jego składu poprzez zastępowanie tłuszczu mlecznego olejami roślinnymi. Ponadto podjęto badania nad opracowaniem metody analitycznej umożliwiającej wykrywanie w maśle dodatku tłuszczów roślinnych, przeprowadzając charakterystykę jakościową i ilościową tokochromanoli – związków charakterystycznych dla tłuszczów pochodzenia roślinnego.

Material i metody badań

Materiałem do badań było masło typu Ekstra, Śmietankowe oraz masło Osełkowe pochodzące od producentów z różnych rejonów Polski. Deklarowano na ich opakowaniach 82 % zawartość tłuszczu mlecznego (z wyjątkiem 6 prób masła Śmietankowego, które zawierało 73,5 %). Analizowano 30 kostek masła, losowo zakupionego na przełomie roku 2006/2007 w sieci detalicznej supermarketów na terenie miasta Poznania.

W badaniach do identyfikacji użyto standardów homologicznych tokoferoli i tokotrienoli o analitycznej czystości ≥ 95 % (Calbiochem).

Przygotowanie prób do oznaczenia zawartości tokochromanoli

Zakodowane wcześniej próby masła upłynniano i poddawano wirowaniu przez 10 min przy 2000 g. Po wydzieleniu wody, z warstwy tłuszczowej pobierano 1 g próby do kolb miarowych i uzupełniano *n*-heksanem do 10 cm³. Tak przygotowane próby filtrowano, a następnie analizowano techniką HPLC.

Oznaczenia tokochromanoli w olejach przy zastosowaniu HPLC

Rozdziału, identyfikacji jakościowej i ilościowej homologicznych tokoferoli (-T) i tokotrienoli (-T3) dokonywano, stosując HPLC (Waters-600) z kolumną LiChrosorb Si 60 (250 x 4,6 mm, 5 μ m). Fazę ruchomą stanowił *n*-heksan z 1,4-dioksanem w sto-

sunku 97:3 (v/v) o szybkości przepływu 1,5 ml/min. W układzie pracował detektor fluorymetryczny (WatersTM 474) przy wzbudzeniu $\lambda = 295$ nm i emisji $\lambda = 330$ nm oraz komputerowy system sterowania Waters Millennium 33. Zawartość tokoferoli i tokotrienoli obliczano na podstawie krzywych kalibracyjnych wykonywanych z poszczególnych standardów α -T i α -T3 [18].

Badania w układach modelowych (tłuszcz mleczny/rafinowany olej palmowy)

W celu wstępnego opracowania metody wykrywania zafałszowań utworzono układ modelowy, składający się z siedmiu prób, tj. masło Ekstra autentyczne (Spółdzielnia Mleczarska Gostyń) oraz sześć prób masła Ekstra z 1; 5; 10; 20; 40 i 50 % udziałem rafinowanego oleju palmowego.

Skład tokochromanoli w oleju palmowym przedstawiał się następująco:

α -T	14,7 mg/100 g	α -T3	16,1 mg/100 g
β -T	0,1 mg/100 g	β -T3	2,4 mg/100 g
γ -T	0,2 mg/100 g	γ -T3	25,4 mg/100 g
δ -T	0,1 mg/100 g	δ -T3	8,0 mg/100 g

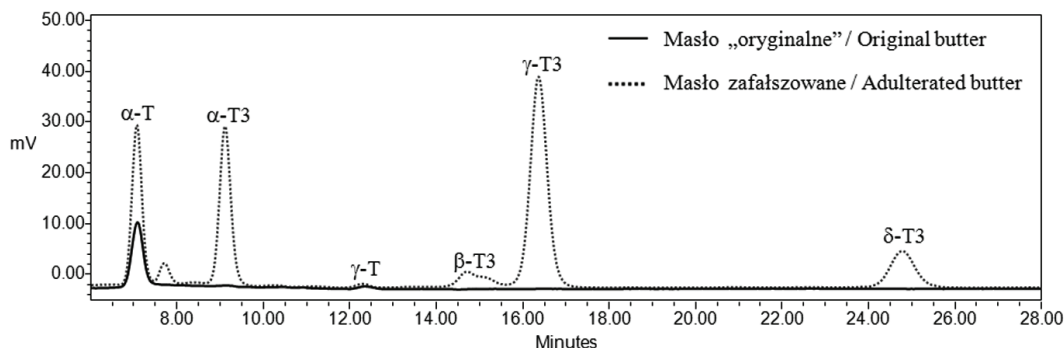
Analiza statystyczna

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej stosując jednoczynnikową analizę wariancji oraz testy post-hoc Tukey'a na poziomie istotności $p < 0,05$. Obliczeń dokonano w programie Statistica 7 (StatSoft).

Wyniki i dyskusja

Badania dotyczące identyfikacji autentyczności masła przeprowadzone w pracy podzielono na dwa etapy. W pierwszym analizowano zakupione na rynku masło, pochodzące z zakładów mleczarskich z terenu całego kraju pod względem zawartości tokochromanoli. Natomiast w drugim etapie podjęto próbę opracowania metody pozwalającej na orientacyjne określenie dodatku do tłuszczu mlecznego, jako zamiennika, oleju palmowego.

Z przeprowadzonych analiz chromatograficznych wynika, że we frakcji tłuszczowej oprócz α -T, dominującego (95 % sumy tokoferoli) homologu charakterystycznego dla tłuszczu mlecznego, występowały pozostałe formy tokoferoli, a także α -, β -, γ - i δ -tokotrienole (rys. 1). Identyfikowane w próbkach masła tokotrienole są związkami występującymi w większych ilościach jedynie w oleju palmowym i kokosowym [18]. W pięciu, spośród 20 wybranych do analiz kostek masła Ekstra, w trzech z 7 kostek masła Śmietankowego oraz jednej z 3 kostek masła Osełkowego stwierdzono obecność tokochromanoli, które nie występowały w maśle produkowanym tylko na bazie tłuszczu mlecznego.



Rys. 1. Chromatogram masła „oryginalnego” i masła zafalszowanego olejem palmowym

Fig. 1. Chromatogram of the 'original' (pure) butter and the butter adulterated using palm oil

W tab. 1., 2. i 3. przedstawiono wyniki zawartości tokochochromanoli w próbkach masła: Ekstra, Śmietankowego i Osełkowego. Po analizie chromatograficznej 30 próbek stwierdzono że średnia zawartość α -T wynosiła 2,65 mg/100 g.

Przeanalizowanie składu tokochochromanoli w kostkach masła zakupionych w sieci poznańskich supermarketów pozwoliło stwierdzić obecność na rynku producentów, którzy pod nazwą „masło” sprzedają produkty typu „mix tłuszczowy”, nie deklarując tego w odpowiednim zapisie na opakowaniu. Na 20 przebadanych próbek masła Ekstra, w 5 przypadkach stwierdzono zawartość nie tylko α -T, ale także pozostałych 7 tokochochromanoli. W przypadku masła Śmietankowego na 7 przebadanych kostek, w 3 przypadkach stwierdzono zafalszowanie. Na 3 próby masła Osełkowego w jednym przypadku stwierdzono niezgodną zawartość tokochochromanoli. Uzyskane rezultaty świadczą o dodatku do tłuszczu mlecznego oleju roślinnego. Porównując przebadane trzy rodzaje masła, z dostępnych na rynku, wykazano, że niektórzy producenci fałszują w procesie produkcji zarówno masło Ekstra i Śmietankowe, jak i Osełkowe. Stwierdzono także, że dodatek prawdopodobnie oleju roślinnego, jako zamiennika tłuszczu mlecznego, do masła przez nieuczciwych producentów jest różny. Jednocześnie wykazano że ten sam producent fałszuje masło Ekstra lub Śmietankowe w podobnym stopniu (dodając podobną ilość oleju roślinnego). Świadczą o tym porównywalne zawartości tokochochromanoli. Obecność tokotrienoli pozwala przypuszczać, że producenci dodają do masła olej palmowy, w którym wysoki udział nasyconych kwasów tłuszczowych nie powoduje zmiany konsystencji masła. Wg Gertiga i Przysławskiego [20] zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w maśle wynosi 49,3 % w stosunku do sumy kwasów tłuszczowych. Natomiast w oleju palmowym ta wartość wynosi około 49,9 % [19]. Jednocześnie dodatek oleju palmowego do tłuszczu mlecznego powoduje także wzrost zawartości, tzw. substancji towarzyszących, obecnych jedynie w olejach roślinnych.

Tabela 1

Zawartość tokochochromanoli w próbkach masła Ekstra.
Content of tocochromanols in the samples of the 'Extra' butter

Kod* producenta Code of the Manufacturer	Zawartość tokochochromanoli / Content of tocochromanols [mg/100g]**								
	α -T	β -T	γ -T	δ -T	α -T3	β -T3	γ -T3	δ -T3	Suma Total
1	4,81 $\pm 0,05^k$	0,04 $\pm 0,00^a$	1,48 $\pm 0,03^d$	0,05 $\pm 0,01^b$	1,97 $\pm 0,06^b$	1,26 $\pm 0,03^c$	7,52 $\pm 0,26^b$	3,31 $\pm 0,08^b$	20,41 $\pm 0,01^g$
2	1,22 $\pm 0,01^a$	-	-	-	-	-	-	-	1,22 $\pm 0,01^a$
3	11,38 $\pm 0,02^m$	0,05 $\pm 0,01^b$	0,20 $\pm 0,01^b$	0,03 $\pm 0,00^a$	11,63 $\pm 0,02^d$	2,18 $\pm 0,02^d$	23,88 $\pm 0,17^d$	7,89 $\pm 0,09^d$	57,23 $\pm 0,29^i$
4	4,21 $\pm 0,02^i$	-	-	-	-	-	-	-	4,21 $\pm 0,02^c$
5	4,79 $\pm 0,02^k$	-	-	-	-	-	-	-	4,79 $\pm 0,02^e$
6	9,14 $\pm 0,09^l$	0,04 $\pm 0,00^a$	0,25 $\pm 0,02^c$	0,07 $\pm 0,01^d$	6,90 $\pm 0,18^c$	1,11 $\pm 0,02^b$	12,55 $\pm 0,04^c$	3,92 $\pm 0,22^c$	33,95 $\pm 0,56^h$
7	4,40 $\pm 0,16^j$	-	0,17 $\pm 0,01^a$	-	0,92 $\pm 0,03^a$	0,13 $\pm 0,00^a$	1,46 $\pm 0,02^a$	0,40 $\pm 0,02^a$	7,47 $\pm 0,23^f$
8	11,45 $\pm 0,03^m$	0,07 $\pm 0,00^c$	0,22 $\pm 0,01^b$	0,05 $\pm 0,00^c$	14,37 $\pm 0,07^e$	3,04 $\pm 0,03^e$	29,20 $\pm 0,45^e$	11,02 $\pm 0,64^e$	69,40 $\pm 1,13^j$
9	1,30 $\pm 0,03^{a,b}$	-	-	-	-	-	-	-	1,30 $\pm 0,03^a$
10	2,28 $\pm 0,04^d$	-	-	-	-	-	-	-	2,28 $\pm 0,04^{b,c,d}$
11	2,42 $\pm 0,07^{d,e}$	-	-	-	-	-	-	-	2,42 $\pm 0,07^{c,d}$
12	1,56 $\pm 0,02^c$	-	-	-	-	-	-	-	1,56 $\pm 0,02^{a,b,c}$
13	2,41 $\pm 0,05^{d,e}$	-	-	-	-	-	-	-	2,41 $\pm 0,05^{c,d}$
14	2,71 $\pm 0,08^g$	-	-	-	-	-	-	-	2,71 $\pm 0,08^d$
15	2,63 $\pm 0,06^{f,g}$	-	-	-	-	-	-	-	2,63 $\pm 0,06^d$
16	3,02 $\pm 0,06^h$	-	-	-	-	-	-	-	3,02 $\pm 0,06^d$
17	2,49 $\pm 0,02^{e,f}$	-	-	-	-	-	-	-	2,49 $\pm 0,02^d$
18	2,52 $\pm 0,02^{e,f}$	-	-	-	-	-	-	-	2,52 $\pm 0,02^d$
19	1,46 $\pm 0,02^{b,c}$	-	-	-	-	-	-	-	1,46 $\pm 0,02^{a,b}$
20	3,14 $\pm 0,03^h$	-	-	-	-	-	-	-	3,14 $\pm 0,03^d$

Objaśnienia: / Explanatory notes:

*kolejny numer próbki odpowiada innemu producentowi; te same numery w przypadku masła Ekstra I Śmietankowego odpowiadają tym samym producentom / a successive number of sample refers to a different manufacturer; in the case of the 'Extra' and 'Śmietankowe' butters, the same numbers refer to the same manufacturers;

** wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0.05$ / values denoted by various letters differ statistically significant at $p \leq 0.05$

Tabela 2

Zawartość tokochochromanoli w próbkach masła Śmietankowego.
Content of tokochochromanols in the samples of the 'Śmietankowe' butter

Kod producenta* Code of the Manufacturer	Zawartość tokochochromanoli / Tokochochromanols contents [mg/100g]**								
	α -T	β -T	γ -T	δ -T	α -T3	β -T3	γ -T3	δ -T3	Suma Total
1*	5,32 $\pm 0,12^d$	0,03 $\pm 0,00^a$	1,33 $\pm 0,01^c$	0,04 $\pm 0,01^a$	2,49 $\pm 0,01^a$	1,23 $\pm 0,01^a$	9,29 $\pm 0,03^a$	3,57 $\pm 0,08^a$	23,26 $\pm 0,17^d$
2	0,99 $\pm 0,01^a$	-	-	-	-	-	-	-	0,99 $\pm 0,01^a$
3	10,34 $\pm 0,16^c$	-	0,29 $\pm 0,01^a$	-	11,65 $\pm 0,08^c$	2,22 $\pm 0,01^c$	25,09 $\pm 0,59^c$	7,67 $\pm 0,05^b$	57,24 $\pm 0,55^f$
7	3,10 $\pm 0,01^b$	-	-	-	-	-	-	-	3,10 $\pm 0,01^b$
21	4,25 $\pm 0,01^c$	-	-	-	-	-	-	-	4,25 $\pm 0,01^c$
22	13,73 $\pm 0,32^f$	0,18 $\pm 0,00^b$	0,47 $\pm 0,02^b$	0,03 $\pm 0,01^a$	7,65 $\pm 0,03^b$	1,38 $\pm 0,00^b$	15,95 $\pm 0,13^b$	5,19 $\pm 0,01^c$	44,55 $\pm 0,44^c$
23	1,08 $\pm 0,02^a$	-	-	-	-	-	-	-	1,08 $\pm 0,02^a$

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes see Tab. 1.

Tabela 3

Zawartość tokochochromanoli w próbkach masła Osełkowego.
Tokochochromanols content in butter Osełkowe.

Kod producenta* Code producer	Zawartość tokochochromanoli / Tokochochromanols contents [mg/100g]**								
	α -T	β -T	γ -T	δ -T	α -T3	β -T3	γ -T3	δ -T3	Suma Total
22	17,22 $\pm 0,10^c$	0,14 $\pm 0,01$	1,17 $\pm 0,02$	0,11 $\pm 0,01$	11,20 $\pm 0,12$	0,70 $\pm 0,03$	22,29 $\pm 0,14$	7,01 $\pm 0,09$	59,85 $\pm 0,53^c$
24	2,20 $\pm 0,01^a$	-	-	-	-	-	-	-	2,20 $\pm 0,01^a$
25	3,72 $\pm 0,02^b$	-	-	-	-	-	-	-	3,72 $\pm 0,02^b$

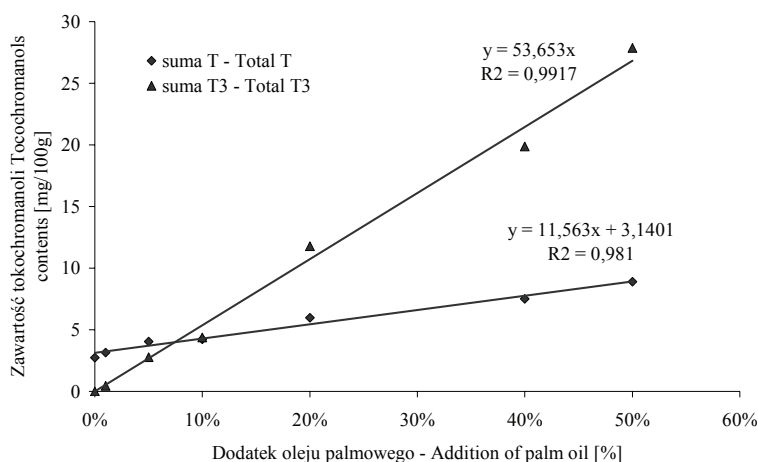
Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes see Tab. 1.

Dodatek oleju palmowego do masła wpływa na wzrost zawartości tokochochromanoli, homologicznych tokoferoli i tokotrienoli. W maśle „autentycznym” zawartość związków z grupy tokochochromanoli ogranicza się do obecności głównie homologu α -T (po-

nad 95 % sumy tokoferoli). Homolog ten ma najwyższą biologiczną aktywność i jako najważniejszy związek witaminy E aktywny występuje w tkankach zwierzęcych, w tym także w mleku i maśle [20, 21]. Dane literaturowe wskazują, że w maśle α -T występuje w ilości od 1 do 5 mg/100 g [16, 21]. Delgado Zamarrero i wsp. [21] przedstawiają zawartość α -T w zakresie od 2,02 do 2,18 mg/100 g. Należy także wziąć pod uwagę fakt, że skład tłuszczu mlecznego jest różny i zależy od szeregu czynników, m.in. sezonu produkcji mleka i sposobu żywienia zwierząt [17, 22].

Spośród badanych próbek masła, w których nie stwierdzono dodatku tłuszczu roślinnego, najwięcej α -T wykazano w maśle Ekstra od producenta nr 5 (4,79 mg/100 g). Natomiast najmniej homologu α -T oznaczono w maśle Ekstra od producenta nr 2. Również masło Śmietankowe nr 2 od tego samego producenta charakteryzowało się najmniejszą zawartością α -tokoferolu.

Uzyskane w pierwszej części rezultaty były podstawą do przeprowadzenia kolejnego modelowego etapu badań. W tym celu przeprowadzono doświadczenia na układach, które umożliwiłyby w przybliżeniu oszacować dodatek oleju palmowego stosowanego jako zamiennik tłuszczu mlecznego w produkcji masła. Na rys. 2. przedstawiono proste regresji zawartości tokoferoli i tokotrienoli w zależności od procentowego dodatku oleju palmowego do masła Ekstra.



Rys. 2. Proste regresji sumarycznej zawartości tokoferoli i tokotrienoli w zależności od procentowego dodatku oleju palmowego do masła.

Fig. 2. Regression lines of the total contents of tocopherols and tocotrienols depending on the percent rate of palm oil added to butter.

Na podstawie wyliczonych równań badanych układów modelowych można określić przypuszczalny, orientacyjny dodatek oleju palmowego do masła. Jednak wykorzystanie sporządzonych krzywych jest bardzo ograniczone. Warunkuje to zmienny

skład tokochromanoli oleju palmowego stosowanego jako zamiennika tłuszczu mlecznego. Jedynie w próbkach oznaczonych nr 1 (masło Ekstra i Śmietankowe) można stwierdzić, że producent ten używał tłuszczu o bardzo podobnym składzie tokochromanoli, jaki użyto w badaniach modelowych i wskazuje na około 30 % zamianę tłuszczu mlecznego olejem palmowym. Badania dotyczące fałszowania masła olejami roślinnymi, przeprowadzone w układzie modelowym, dowodzą, jak duży procent tłuszczu mlecznego może być zastąpiony znacznie tańszym tłuszczem roślinnym i to prawdopodobnie palmowym.

Badania przedstawione w niniejszej pracy dotyczą tylko masła i są wstępem do opracowania metody pozwalającej na oznaczanie autentyczności masła poprzez identyfikację związków, których obecności w masle nie powinno się stwierdzać.

Wnioski

1. Z przeprowadzonych badań wynika, że wielu producentów podaje nieprawdę lub niepełne informacje na opakowaniach masła, deklarując tylko procentową zawartość tłuszczu mlecznego. Taka praktyka jest niezgodna z prawem.
2. Istnieje potrzeba ciągłego monitorowania rynku mleczarskiego w celu wykrywania fałszowanych produktów i ich nierzetelnych producentów, chroniąc tym samym dobro konsumenta.

Literatura

- [1] Gawęcki J., Mossor-Pietruszewska T. (red.): Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu. PWN, Warszawa 2004.
- [2] Stołyhwo A., Rutkowska J.: Tłuszcze obce w wyrobach mlecznych na tle prawa żywnościowego UE (i krajowego). Niezawodność nowych metod wykrywania. *Przeł. Mlecz.*, 2007, (2), 4-8.
- [3] Budślawski J. (red.): Badanie mleka i jego przetworów. PWRiL, Warszawa 1973.
- [4] Ulberth F.: Milk and dairy products. In: Food authenticity and traceability. M. Lees Eds. CRC Press, Boca Raton 2003, pp. 357-377.
- [5] Toppino P.M., Contarini G., Traversi A.L., Amelotti G., Gargano A.: Parametri gascromatografici di valutazione della genuinità del burro. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 1982, 59, 592-610.
- [6] Ulberth F., Rogenhofer M.: Saisonale Variationen der Fettsäurezusammensetzung von österreichischem Butterfett. *Ernährung/Nutrition*, 1989, 13, 3-9.
- [7] Destailats F., Wispelaere M., Joffre F., Golay P-A., Hug B., Giuffrida F., Fauconnot L., Dionisi F.: Authenticity of milk fat by fast analysis of triacylglycerols application to the detection of partially hydrogenated vegetable oils. *J. Chromat. A*, 2006, 1131, 227-234.
- [8] International Standard FIL-IDF 32:1965. Detection of vegetable fat in milk fat by the phytosteryl acetate test.
- [9] International Standard FIL-IDF 54:1970. Detection of vegetable fat in milk fat by the gas-liquid chromatography.
- [10] Kamm W., Dionisi F., Hischenhuber C., Schmarr H-G., Engel K-H.: Rapid detection of vegetable oils in milk fat by on-line LC-GC analysis of β -sitosterol as marker. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2002, 104, 756-761.

- [11] Molkentin, J., Precht, D.: Precision of milk fat quantitation in mixed fats by analysis of butyric acid. *Chromatographia*, 1998, **48**, 758-762.
- [12] Pocklington, W.D., Hautfenne, A.: Determination of butyric acid in fats containing butterfat; results of a collaborative study and the standardised method. *Pure Appl. Chem.*, 1986, **58**, 1419-1428.
- [13] Ulberth F.: Determination of butanoic acid in milk fat and fat mixtures containing milk fat: A comparison of methods. *Int. Dairy J.*, 1997, **7**, 799-803.
- [14] Christie W. W., Connor K., Noble R. C., Shand J. H., Wagstaffe P. J.: High-performance liquid chromatographic method for the determination of esterified butyric acid in fats. *J. Chrom. A*, 1987, **390**, 444-447.
- [15] Chow C.K.: Vitamin E. In: *Handbook of vitamins* – R.B. Rucker, J.W. Suttie, D.B. McCormick, L.J. Machlin Eds. Marcel Dekker, New York 2001, pp. 165-198.
- [16] Stołyhwo A., Rutkowska J.: Tłuszcz mleczny: struktura, skład i właściwości prozdrowotne. W: *Chemia żywności, odżywcze i zdrowotne właściwości składników żywności* – Red. Z.E. Sikorski. WNT, Warszawa 2007, s. 39-89.
- [17] Ball G.F.M. *Vitamins in food. Analysis, bioavailability and stability*. CRC Press, Boca Raton 2006, pp. 119-132.
- [18] Nogala-Kałucka M., Gogolewski M., Lampart-Szczapa E., Jaworek M., Siger A., Szulczewska A.: Determination of vitamin E active compounds as biological antioxidants occurring in oilseeds of the selected rape varieties. *Rośliny Oleiste*, 2003, **24**, 587-596.
- [19] Nogala-Kałucka M., Szulczewska A., Kupczyk B.: Zmiany zawartości tokotrienoli i tokoferoli w czerwonym oleju palmowym i tłuszczach roślinnych produkowanych z jego udziałem. *Brom. Chemia Toksykol.*, 2003, **36** Supl., 375-380.
- [20] Gertig H., Przysławski J. (red.): *Bromatologia. Zarys nauki o żywności i żywieniu*. PZWL, Warszawa 2006.
- [21] Delgado Zamarreno M.M., Sanchez Perez A., Bustamante Rangel M., Hernandez Mendez J.: Automated analysis for vitamin E in butter by coupling sample treatment – continuous membrane extraction – liquid chromatography with electrochemical detection. *Analytica Chimica Acta*, 1999, **386**, 99-106.
- [22] Gunstone F.D., Harwood J.L.: Occurrence and characterization of oils and fats. In: *The lipid handbook*. F.D. Gunstone, J.L. Harwood, A.J. Dijkstra Eds. CRC Press, Boca Raton 2007, pp. 37-142.

APPLYING LIQUID CHROMATOGRAPHY (HPLC) TO STUDY THE GENUINENESS OF BUTTER

S u m m a r y

The objective of the analysis was to assess butter sold at the Polish market from the point of view of its composition that could potentially be adulterated by replacing milk fat with plant oils.

Liquid chromatography (HPLC) was applied to qualitatively and quantitatively determine two organic compounds, appearing characteristic for plant oils: Tocopherol (-T) and tocotrienol (-T3) in the samples of butter. At the retail market, slabs of butter were randomly bought called Extra, Śmietankowe, and Osełkowe; those slabs of butter were analysed. It was found that 33% of all the butter samples analysed were manufactured with plant fat added because they contained tocopherols, and, in particular, tocotrienols, which occurred exclusively in palm or in coconut oils. The percent rate of these homologues in the total content of tocochromanols ranged from 40 to 82%. The quantity of tocochromanols identified proved that various amounts of plant oil have been added to milk fat; it also meant that there were unreliable manufacturers on the Polish market who showed solely the content of milk fat (82 or 73.5%) on the packages of their butter.

Key words: butter, tocopherols, tocotrienols, HPLC ☒

KATARZYNA ŚMIECIŃSKA, STANISŁAW WAJDA

JAKOŚĆ MIĘSA KRÓW ZALICZONYCH W KLASYFIKACJI POUBOJOWEJ EUROP DO RÓŻNYCH KLAS

Streszczenie

Badania przeprowadzono na tuszach krów rasy czarno-białej zaliczonych do klasy uformowania - R (5 szt.), O (13 szt.) i P (3 szt.) oraz do klas otluszczenia – 2. (6 szt.), 3. (5 szt.) i 4. (8 szt.) w systemie EUROP. Na próbkach pobranych z mięśnia najdłuższego grzbietu oceniono podstawowy skład chemiczny oraz właściwości fizykochemiczne i sensoryczne.

Badania wykazały, że masa półtuszy krów w klasie R była o 20 kg większa niż w klasie O i o około 50 kg większa niż w klasie P. Procentowy udział suchej masy i białka ogółem w mięsie był zbliżony, a tłuszczu istotnie więcej było w mięsie z tuszy klasy O i P niż w mięsie z tuszy klasy R. Mięso z tuszy analizowanych klas miało zadawalające wartości pH (od 5,69 do 5,73) i podobną barwę, a stwierdzono jedynie większy wyciek soku z mięsa pochodzącego z tuszy klasy O. Mięso ze wszystkich klas uzyskało zbliżoną ocenę punktową za kruchość i soczystość.

Wraz ze wzrostem klasy otluszczenia tusz wystąpił wzrost masy półtuszy o około 10 kg. W ocenie składu chemicznego stwierdzono jedynie większą procentową zawartość białka ogółem w mięsie z tuszy klasy 3. niż w mięsie z tuszy klasy 2. oraz znaczący wzrost ilości tłuszczu i większą marmurkowość w mięsie z tuszy klasy 4. niż w mięsie z tuszy klasy 2. i 3. Odczyn mięsa był zbliżony w analizowanych klasach otluszczenia (od 5,81 do 5,88), najciemniejszą barwę miało mięso z tuszy klasy 4., a mięso z tuszy klasy 2. uzyskało najwyższe oceny za soczystość.

Słowa kluczowe: krowy, klasyfikacja EUROP, jakość mięsa

Wprowadzenie

Według przepisów Unii Europejskiej mięso wołowe różnicuje się w zależności od wieku zwierząt. Wyróżnia się cielęcinę, młodą wołowinę i wołowinę. Mięso z krów, czyli wołowina (z bydła w wieku powyżej 12. miesiąca życia) wykorzystywane jest w przetwórstwie oraz na cele kulinarne. Szczególnie poszukiwane jest mięso kulinarne z krów ras mięsnych ubijanych po pierwszym ocieleniu, określane jako mięso czerwone. Za mięso takie w niektórych krajach uzyskuje się wyższe ceny niż za mięso różowe

pochodzące z uboju młodego bydła rzeźnego [2]. Badania jakości mięsa wołowego najczęściej prowadzono na mięsie buhajków [5, 8, 15]. Mało jest natomiast informacji o jakości mięsa z krów, które w strukturze spożycia wołowiny w naszym kraju stanowi znaczny udział. Z danych GUS wynika, że w roku 2007, w Polsce, poddano ubojowi 479 517 sztuk krów, co stanowiło 39,7 % poddanego ubojowi bydła rzeźnego. Tak duży udział mięsa pochodzącego z uboju krów zarówno na rynku polskim, jak i na rynkach światowych [6, 7], powinien skłaniać do tego, aby je prawidłowo zagospodarować. W tym celu niezbędna jest jednak informacja o jakości mięsa krów poddawanych ubojowi. Ważna jest również odpowiedź na pytanie czy krowy, których tusze zostały zaliczone do wyższych klas w systemie EUROP i producent otrzymał za nie wyższą cenę, charakteryzują się lepszą jakością mięsa.

Celem przeprowadzonych badań było określenie jakości mięsa pochodzącego z krów rasy cb, których tusze zostały zakwalifikowane do różnych klas uformowania i otłuszczenia w systemie EUROP.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono na próbkach mięsa (*m. longissimus dorsi*) pobranych z losowo wybranych tusz krów rasy czarno-białej, pochodzących z zaplecza surowcowego Zakładów Mięsnych „Morliny” S.A. w Ostródzie, zaliczonych do klasy uformowania - R (5 szt.), O (13 szt.) i P (3 szt.), oraz do klas otłuszczenia – 2. (6 szt.), 3. (5 szt.) i 4. (8 szt.) w systemie EUROP. Ubój i obróbkę poubojową krów prowadzono zgodnie z przepisami obowiązującymi w przemyśle mięsnym. Tusze po obróbce poubojowej ważono z dokładnością do 0,5 kg i klasyfikowano według systemu EUROP. Klasyfikacji tusz dokonywali przeszkoleni klasyfikatorzy. Po 48-godzinnym okresie schładzania (0-4 °C) prawe półtusze (bez ogona) dzielono na elementy zasadnicze [10]. Z rostbefu, między 11. a 13. kręgiem piersiowym, pobierano wycinki mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) do oceny jakości mięsa. Próbkę poddawano analizie jakościowej po około 48 h, licząc od momentu uboju zwierząt. Określano podstawowy skład chemiczny mięsa metodami konwencjonalnymi (zawartość suchej masy, tłuszczu, białka ogółem, związków mineralnych w postaci popiołu) [12]; zdolność wiązania wody własnej [4]; jasność barwy – na podstawie procentowej wartości światła odbitego od powierzchni zmielonego mięsa, zmierzonej spektrokolorymetrem „Spekol” z przystawką remisyjną R 45/0 przy długości fali 560 nm i pH w homogenacie wodnym mięsa przy stosunku mięsa do wody destylowanej 1 : 1. Ponadto oceniano subiektywnie barwę i marmurkowatość mięsa. Na świeżym, poprzecznym przekroju prób oceniano (po 15 min) barwę mięsa według wzorca (1 pkt – barwa jasnoróżowa, 8 pkt - barwa ciemnoczerwona) oraz jego marmurkowatość (1 pkt – niewidoczna, 5 pkt – bardzo silna). Dokonano także 5-punktowej oceny sensorycznej mięsa gotowanego [11].

Analiza statystyczna obejmowała obliczenie wartości średnich (\bar{x}), odchyłeń standardowych (SD) poszczególnych cech oraz wykonanie jednoczynnikowej analizy wariancji w układzie nieortogonalnym. Istotność różnic między wartościami średnimi grup szacowano za pomocą wielokrotnego testu rozstępu Duncana. Obliczenia wykonano w programie komputerowym Statistica (wersja 7.1).

Wyniki i dyskusja

Głównym celem niniejszej pracy była analiza jakości próbek mięsa (*m. longissimus dorsi*) pobranych z tusz krów różnych klas. W systemie EUROP klasa tusz bydła obejmuje uformowanie i otluszczenie, które oceniane są niezależnie. W pracy w pierwszej kolejności omówiono wpływ klasy uformowania tusz na jakość mięsa.

W Polsce, jak wynika z danych podawanych przez Departament Rynków Rolnych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, w roku 2007 krowy skupowane były głównie w klasach O (52,2 %), P (37,4 %) i R (8,4 %). Dlatego w badaniach uwzględniono jedynie próbki mięsa z tusz krów najczęściej występujących w skupie, tj. klasy O, P i R.

Średnia masa półtuszy krów losowo wybranych do badań była największa w klasie R (151,19 kg), następnie w klasie O (131,81 kg), a najmniejsza w klasie P (103,23 kg) (tab. 1). Wynika z tego, że wzrost klasy tusz krów z P do O powodował statystycznie istotny wzrost masy półtuszy o około 30 kg, a dalszy wzrost z klasy O do R o około 20 kg. Wzrost masy tusz wraz ze wzrostem klasy tusz stwierdzono także w badaniach prowadzonych na młodym bydle rzeźnym [3, 9, 16]. Analizując masy półtuszy należy zwrócić uwagę na dużą zmienność tej cechy w klasie P (SD = 20,06 kg) oraz stosunkowo dobre jej wyrównanie w klasie O (SD = 7,07 kg).

O wartości odżywczej decyduje skład chemiczny mięsa. Pomimo pewnego zróżnicowania procentowej zawartości suchej masy w próbkach mięsa z tusz krów porównywanych klas, analiza wariancji nie wykazała statystycznie istotnych różnic. Na zbliżonym poziomie kształtowała się zawartość białka ogółem, porównywalna z wynikami innych badań na próbkach mięśnia najdłuższego grzbietu z tusz młodego bydła rzeźnego [17, 18].

W mięsie wołowym pożądanym jest tłuszcz śródmięśniowy, którego obecność przejawia się w tzw. marmurkowatości. Występuje pogląd, że zawartość w mięsie tłuszczu oraz jego rozmieszczenie w tkance mięśniowej kształtuje cechy sensoryczne mięsa [1, 14]. Mięso wołowe o większej marmurkowatości po obróbce cieplnej określone jest jako bardziej soczyste i w większości krajów sensorycznie wysoko cenione. W próbkach mięsa badanych grup krów stwierdzono stosunkowo dużą procentową zawartość tłuszczu. Analiza wariancji potwierdziła statystycznie istotną różnicę pomiędzy średnimi klasy tusz R (3,09 %) a klasą tusz O (3,78 %) i P (3,79 %). Najwięk-

szym wyrównaniem procentowej zawartości tłuszczu charakteryzowały się próbki mięsa z tusz krów w klasie uformowania R (SD = 0,28), a najmniejszym w klasie P (SD = 3,79). Natomiast nieznacznie wyższą ocenę za marmurkowatość otrzymały próbki mięsa z tusz krów klasy R (2,21 pkt) niż z tusz klasy O (2,19 pkt) i P (2,17 pkt), ale różnice pomiędzy wartościami średnimi były statystycznie nieistotne. Analiza wariancji wykazała statystycznie istotną różnicę procentowej zawartości związków mineralnych w próbkach mięsa pozyskanych z tusz klasy O (1,19 %) i R(0,24 %), oraz wysoko istotną różnicę w próbkach mięsa pozyskanych z tusz klasy P (1,28 %) i O.

Tabela 1

Masa półtuszy, podstawowy skład chemiczny oraz marmurkowatość mięsa krów.
Weight of half carcass, basic chemical composition, and marbling of meat of cows.

Wyszczególnienie Specification	Klasa uformowania / Class of carcass conformation					
	R		O		P	
	$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$	
Masa półtuszy [kg] Weight of half carcass [kg]	151,19 ^A	± 11,47	131,81 ^{AB}	± 7,07	103,23 ^B	± 20,06
Sucha masa [%] Dry matter [%]	26,16	± 2,39	26,73	± 1,51	25,06	± 0,36
Białko ogółem [%] Total protein [%]	21,34	± 0,45	21,54	± 0,53	21,38	± 0,38
Tłuszcz [%] Crude fat [%]	3,09 ^b	± 0,28	3,78 ^a	± 0,64	3,79 ^a	± 3,79
Marmurkowatość [pkt] Marbling [point]	2,21	± 0,51	2,19	± 0,72	2,17	± 2,17
Popiół [%] Ash [%]	1,24 ^a	± 0,04	1,19 ^{Bb}	± 0,04	1,28 ^A	± 1,28

A, B - $P \leq 0,01$; a, b - $P \leq 0,05$

Mięso wołowe używane do produkcji przetworów mięsnych, oprócz odpowiedniego składu tkankowego, powinno charakteryzować się dobrą jakością przetwórczą wyrażaną m.in. wysoką zdolnością wiązania wody (egzo- i endogennej) oraz dobrą kruchością i soczystością. W badaniach własnych próbki mięsa z tusz krów klasy O (5,71 cm²) charakteryzowały się mniejszą zdolnością wiązania wody endogennej niż próbki mięsa z tusz klasy R (4,37 cm²).

W ocenie sensorycznej najwyższą ocenę za kruchość uzyskały próbki mięsa z tusz klasy P (4,33 pkt), niższą zaś z tusz klasy R (4,30 pkt) i O (3,85 pkt). Natomiast lepszą soczystością odznaczały się próbki mięsa z tusz klasy R (4,70 pkt), w porównaniu z próbkami mięsa z tusz klasy P (4,50 pkt) i O (4,46 pkt). Różnice pomiędzy war-

tościami średnimi zarówno ocen kruchości, jak i soczystości były statystycznie istotne.

Tabela 2

Właściwości fizykochemiczne i sensoryczne mięsa krów.
Physicochemical and sensory properties of meat of cows.

Wyszczególnienie Specification	Klasa uformowania / Class of carcass conformation					
	R		O		P	
	$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$	
Barwa [pkt] Colour [point]	6,50	$\pm 1,61$	5,57	$\pm 1,02$	5,17	$\pm 0,47$
Jasność barwy [%] Colour brightness [%]	9,40	$\pm 1,02$	10,08	$\pm 1,14$	11,00	$\pm 0,82$
Wodochłonność [cm ²] Water holding capacity [cm ²]	4,37 ^b	$\pm 0,98$	5,71 ^a	$\pm 0,89$	5,60	$\pm 1,67$
pH	5,73	$\pm 0,21$	5,69	$\pm 0,24$	5,70	$\pm 0,22$
Kruchość [pkt] Tenderness [point]	4,30	$\pm 0,51$	3,85	$\pm 0,57$	4,33	$\pm 0,62$
Soczystość [pkt] Juiciness [point]	4,70	$\pm 0,40$	4,46	$\pm 0,41$	4,50	$\pm 0,41$

a, b - $P \leq 0,05$

W pracy określono także wpływ klasy otłuszczenia tusz krów na jakość próbek mięsa (*m. longissimus dorsi*). W badaniach uwzględniono również najczęściej występujące w skupie klasy tusz krów tj. 2., 3. i 4. Wraz ze wzrostem otłuszczenia tusz (klasy tusz) masa półtuszy wzrastała o około 10 kg (tab. 3). Statystycznie istotna różnica została potwierdzona jedynie między masą półtuszy klasy 2., a masą półtuszy klasy 4.

Procentowa zawartość suchej masy w próbkach mięsa, w poszczególnych klasach otłuszczenia tusz, była zbliżona, a większe zróżnicowanie między klasami stwierdzono w przypadku białka (tab. 3). Największym średnim udziałem białka ogólnego charakteryzowały się próbki mięsa pozyskane z tusz zaliczonych do 3. klasy otłuszczenia (21,87 %), a najmniejszym (20,97 %) do klasy 2. Różnice między wartościami średnimi tych grup były statystycznie istotne.

Wysoka wartość energetyczna tłuszczu sprawia, że zbyt wysoki jego udział w mięsie, ze zdrowotnego punktu widzenia, jest niekorzystny. Dlatego większość konsumentów, kierując się zaleceniami dietetyków poszukuje mięsa i jego przetworów o małym przetłuszczeniu. Tłuszcz śródmięśniowy ze względu na korzystną rolę w kształtowaniu cech sensorycznych mięsa jest jednak bardzo pożądany. W badaniach własnych stwierdzono zwiększenie procentowej zawartości tłuszczu w próbkach mięsa

oraz większą marmurkowatość w przypadku wzrostu klasy otluszczenia tusz w systemie EUROP. Należy jednak zaznaczyć, że zawartość tłuszczu w próbkach mięsa wzrastała niewiele pomiędzy 2. i 3. klasą otluszczenia, natomiast znaczny przyrost procentowego udziału tłuszczu wystąpił w próbkach mięsa z tusz klasy 4. W literaturze [13, 19] występuje pogląd, że w celu zapewnienia dobrej jakości wołowego mięsa kulinarnego niezbędny jest tłuszcz śródmięśniowy na poziomie od 2,5 do 4,5 %. Mając to na uwadze należy uznać, że w przeprowadzonych badaniach próbki mięsa z tusz krów wszystkich badanych klas spełniały te wymagania. Wajda [20] stwierdził, że w chowie bydła nie należy dążyć do produkcji bydła mocno otluszczonego, gdyż jakość mięsa nie poprawia się znacząco wraz ze wzrostem otluszczenia, natomiast produkcja takiego bydła jest bardziej kosztowna. Analiza wariancji w przypadku oceny marmurkowatości wykazała statystycznie wysoko istotne różnice pomiędzy próbkami mięsa z tusz klasy 2. (2,01 pkt) i klasy 4. (3,31 pkt).

Tabela 3

Masa półtuszy, podstawowy skład chemiczny oraz marmurkowatość mięsa krów.
Weight of half carcass, basic chemical composition, and marbling of meat of cows.

Wyszczególnienie Specification	Klasa otluszczenia / Fatness class					
	2		3		4	
	$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$	
Masa półtuszy [kg] Weight of half carcass [kg]	123,91 ^B	± 11,25	133,16	± 8,09	144,73 ^A	± 12,83
Sucha masa [%] Dry matter [%]	26,36	± 1,06	25,82	± 1,32	26,74	± 1,94
Białko ogólne [%] Total protein [%]	20,97 ^b	± 0,46	21,87 ^a	± 0,46	21,53	± 0,53
Tłuszcz [%] Crude fat [%]	2,81 ^b	± 0,65	3,57	± 0,38	4,21 ^a	± 0,91
Marmurkowatość [pkt] Marbling [point]	2,01 ^B	± 0,51	2,71	± 0,61	3,31 ^A	± 0,43
Popiół [%] Ash [%]	1,19	± 0,06	1,25	± 0,06	1,24	± 0,06

A, B - $P \leq 0,01$; a, b - $P \leq 0,05$

Oceniając właściwości fizykochemiczne (tab. 4) należy stwierdzić, że próbki mięsa krów charakteryzowały się odczynem w granicach 5,81 - 5,88, co pozwalało je zaliczyć do mięsa normalnego. W przypadku wołowego mięsa kulinarnego najważniejszym kryterium w momencie zakupu jest wynik oceny wizualnej. Konsumenci, oceniając jakość mięsa i podejmując decyzję o zakupie, najczęściej zwracają uwagę na jego barwę oraz na udział poszczególnych tkanek. W obrocie handlowym preferuje się mięso o jasnej bar-

wie. W badaniach wykazano statystycznie istotne różnice instrumentalnej oceny jasności barwy pomiędzy próbkami mięsa z tusz klasy 2. (12,01 %) i 3. (11,11 %) przy ($P \leq 0,05$), jak również pomiędzy próbkami mięsa z tusz klasy 2. i 4. (10,01 %) przy ($P \leq 0,01$). W ocenie barwy według wzorca próbki mięsa z tusz klasy 4. (5,86 pkt) różniły się statystycznie wysoko istotnie od próbek mięsa z tusz klas 2. (5,33 pkt) i 3. (5,62 pkt). Stwierdzono, że wraz ze wzrostem odtuszczenia tusz malał wyciek soku z mięsa. Jednak nie wystąpiły statystycznie istotne różnice pomiędzy wartościami średnimi grup.

Tabela 4

Właściwości fizykochemiczne i sensoryczne mięsa krów.
Physicochemical and sensory properties of meat of cows.

Wyszczególnienie Specification	Klasa odtuszczenia / Fatness class					
	2		3		4	
	$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$		$\bar{x} \pm SD$	
Barwa [pkt] Colour [point]	5,33 ^B	$\pm 0,23$	5,62 ^B	$\pm 0,19$	5,86 ^A	$\pm 0,48$
Jasność barwy [%] Colour brightness [%]	12,01 ^{Aa}	$\pm 0,58$	11,11 ^b	$\pm 0,37$	10,01 ^B	$\pm 0,61$
Wodochłonność [cm ²] Water holding capacity [cm ²]	5,78	$\pm 1,41$	4,21	$\pm 1,34$	4,83	$\pm 1,38$
pH	5,86	$\pm 0,49$	5,88	$\pm 0,32$	5,81	$\pm 0,42$
Kruchość [pkt] Tenderness [point]	3,33	$\pm 0,68$	3,91	$\pm 0,37$	3,43	$\pm 0,39$
Soczystość [pkt] Juiciness [point]	4,41 ^a	$\pm 0,18$	4,01 ^b	$\pm 0,31$	3,94 ^b	$\pm 0,46$

A, B - $P \leq 0,01$; a, b - $P \leq 0,05$

Najlepszą kruchością charakteryzowały się próbki mięsa uzyskane z tusz klasy 3. (3,91 pkt), następnie klasy 4. (3,43 pkt) i 2. (3,33 pkt). W przypadku kruchości nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi grup. Wykazano natomiast statystycznie istotne różnice pomiędzy soczystością próbek mięsa z tusz krów sklasyfikowanych w klasie 2. (4,41 pkt) a soczystością próbek mięsa z tusz zaliczonych do klasy 3. (4,01 pkt) i 4. (3,94 pkt).

Wnioski

1. Spośród tusz o różnym uformowaniu (R, O i P) masa półtuszy krów w klasie R była o 20 kg większa niż w klasie O i o około 50 kg większa niż w klasie P. Procentowy udział suchej masy i białka ogółem w mięsie był zbliżony. Istotnie więcej tłuszczu zawierało mięso z tusz klasy O i P niż z tusz klasy R. Mięso z tusz analizowanych

- klas miało zadawalające wartości pH (od 5,69 do 5,73) i podobną barwę. Stwierdzono jedynie większy wyciek soku z mięsa pochodzącego z tusz klasy O. W ocenie sensorycznej mięso z tusz wszystkich klas uzyskało zbliżoną ocenę punktową za kruchość i soczystość.
2. Wraz ze wzrostem klasy odtuszczenia tusz (2., 3. i 4.) wystąpił wzrost masy półtuszy o około 10 kg. Pod względem składu chemicznego stwierdzono jedynie większą procentową zawartość białka ogółem w mięsie z tusz klasy 3. niż z tusz klasy 2. oraz znaczący wzrost zawartości tłuszczu i większą marmurkowatość w mięsie z tusz klasy 4. niż z tusz klasy 2. i 3. Odczyn mięsa był zbliżony w analizowanych klasach odtuszczenia (od 5,81 do 5,88), najciemniejszą barwę miały próbki mięsa z tusz klasy 4., a próbki mięsa z tusz klasy 2. uzyskały najwyższe oceny za soczystość.
 3. Niezależnie od zaliczenia tusz krów do różnych klas uformowania i odtuszczenia w systemie EUROP, badane mięso z mięśnia najdłuższego grzbietu wykazywało dobrą jakość. Uzyskane wskaźniki składu chemicznego i jakości fizykochemicznej ocenianych próbek mieściły się w zakresie powszechnie przyjętych norm. Wyniki oceny sensorycznej kruchości i soczystości mięsa były zadawalające, zwłaszcza, że nie było ono poddane procesowi dojrzewania.

Literatura

- [1] Brejta W., Barowicz M.: Czynniki warunkujące jakość mięsa wołowego. Biul. Inf. Instytutu Zootechniki, 1998, **XXXVI** (1), 33-41.
- [2] Chotteau P.: Produkcja wołowiny we Francji. Maszynopis. X Szkoła Zimowa, Zakopane 2002, s. 1-4.
- [3] Florek M.: Porównanie udziału i składu tkankowego elementów cennych w półtuszach buhajków i jałówek w zależności od klasy uformowania lub odtuszczenia EUROP. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Lublin, 2003, **XXI**, N1, 2 sectio EE, 9-15.
- [4] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. Fleischwirt., 1952, **4**, 295-297.
- [5] Gregory K.E., Cundiff L.V., Koch R.M., Dikeman M.E., Koohmaraie M.: Breed effects, retained heterosis for growth, carcass and meat traits in advanced generations of composite populations of beef cattle. J. Anim. Sci., 1994, **72**, 1174-1183.
- [6] Krupa J., Zin M.: Wartość rzeźna krów w południowo-wschodnim regionie Polski Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 1995, **297**, 69-75.
- [7] Litwińczuk A., Barłowska J., Asarabowska A., Wiercińska K.: Wartość rzeźna oraz jakość mięsa krów i jałowic z chowu masowego. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin, 1994, **XII**, 3, 19-23.
- [8] Litwińczuk Z., Litwińczuk A.: Genetic possibilities to modify slaughter value and meat quality of cattle. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2001, **10/51**, 3 (S), 19-24.
- [9] Młynek K., Litwińczuk Z.: Slaughter value and physic-chemical meat quality of Black-and-White cattle and commodity crossbred at different body weight. Pol. J. Food Nutr.Sci., 2001, **10/15**, 3 (S), 149-152.

- [10] PN-A-82001/A2:1996. Mięso w tuszach, półtuszach i ćwierćtuszach.
- [11] PN-ISO 4121:1998. Sensory analysis. Methodology. Evaluation of food products by methods using five point scales.
- [12] Rak L., Morzyk K. A.: Chemiczne badanie mięsa. Wyd. AR we Wrocławiu 2002.
- [13] Sakowski T., Cytowski J., Słowiński M.: Komputerowa analiza obrazu w obiektywnej ocenie wartości rzeźnej i jakości mięsa wołowego. *Przeł. Hod.*, 1996, **8**, 9-11.
- [14] Smith G.M., Crouse J. D., Mandigo R. W., Neer K. L.: Influence of feeding regime and biological type on growth composition and palatability of steers. *J. Anim. Sci.*, 1987, **45**, 236-240.
- [15] Śmiecińska K., Wajda S.: Fattening results and slaughter quality of young bulls fed different diets in the last four months before slaughter. *Ann. Anim. Sci. Suppl.*, 2005, **2**, 197-201.
- [16] Wajda S., Daszkiewicz T., Mikołajczak J.: Udział elementów kulinarnych i zasadniczych w tuszach buhajków zaliczonych do różnych klas w systemie EUROP. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2003, **4 (37)** Supl., 419-425.
- [17] Wajda S., Daszkiewicz T., Okruszek A.: Slaughter value and quality of meat from carcasses of bulls and heifers belonging to class R in the EUROP system. *Pol. J. Food Nutr.Sci.*, 2001, **10/15**, 3 (S), 239-243.
- [18] Wajda S., Daszkiewicz T.: Jakość mięsa z tusz buhajków rasy czarno-białej (cb) i mieszańców limousine x cb zaliczonych do różnych klas uformowania w systemie EUROP z uwzględnieniem różnego czasu dojrzewania. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz.*, 2000, **XXXVII**, 33-41.
- [19] Wajda S.: Produkcja wołowego mięsa kulinarnego. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu*, 1998, **19 (336)**, 69-73.
- [20] Wajda S.: Współzależność pomiędzy składem tkankowym tuszy a jakością mięsa buhajków rasy czarno-białej. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz.*, 1983/1984, **XX/XXI**, 19-25.
- [21] Zin M., Krupa J.: Ocena wartości rzeźnej oraz jakości mięsa młodego bydła opasanego w Bieszczadach. *Probl. Zagosp. Ziem Górskich*. 1994, **37**, 165-172.

MEET QUALITY OF COWS RATED AMONG DIFFERENT GRADES UNDER THE POST SLAUGHTER EUROP CLASSIFICATION SYSTEM

Summary

The investigations were performed on carcasses of Black-and-White cows classified according to the official EUROP system into conformation classes R (5 carcasses), O (13 carcasses), and P (3 carcasses), as well as into fat classes 2 (6 carcasses), 3 (5 carcasses), and 4 (8 carcasses). The basic chemical composition of meat and its physicochemical and sensory properties were determined based on the samples collected from *m. longissimus dorsi*.

The investigations showed that the weight of cow half-carcasses classified into class R was approximately by 20 kg and by 50 kg bigger than the weight of half-carcasses classified into class O and P, respectively. The percentage content of dry matter and total protein in meat was comparable in the meat of all the carcasses, but the meat from carcasses of classes O and P contained significantly more fat than the meat from carcasses of class R. The pH values of the meat from the investigated carcasses showed satisfactory pH values (5.69 to 5.73) and similar colours; only a higher exudation of meat juices was found in the meat of the carcasses of class O. The meat of all the quality classes was scored similarly for its tenderness and juiciness.

Along with the grade rise in the fat class, the weight of carcasses increased by approximately 10 kg. While analysing the chemical composition of meat, it was found that the percentage content of total pro-

tein in the meat from carcasses of class 3 was higher compared to carcasses of class 2. Furthermore, the content of fat and the marbling increased significantly in the meat from carcasses of class 4 compared to carcasses of class 2 and 3. The pH values of meat were similar in all the fat classes analysed (5.81 to 5.88). The colour of the meat from carcasses of class 4 was the darkest, and the meat from carcasses of class 2 received the highest scores for its juiciness.

Key words: cows, EUROP classification system, meat quality ✕

HANNA MISZKIEWICZ, JOANNA OKRAJNI, STANISŁAW BIELECKI

**ZMIANY ZAWARTOŚCI ORAZ AKTYWNOŚCI
PRZECIWUTLENIAJĄCEJ POLIFENOLI I ALBUMIN GROCHU
PODCZAS FERMENTACJI W BIOREAKTORZE SSSR**

Streszczenie

Celem pracy było określenie zmian zawartości i aktywności przeciwrodnikowej polifenoli i albumin grochu zwyczajnego (*Pisum sativum*) podczas fermentacji z udziałem szczepu *Rhizopus oligosporus*, w bioreaktorze SSSR, z wymuszonym napowietrzaniem i mieszaniem.

Zawartość polifenoli w grochu fermentowanym w optymalnych warunkach mieszania i napowietrzania, wzrastała w ciągu całego procesu i po 72 h była ponad 3-krotnie (ekstrakty wodne) i 2-krotnie (ekstrakty acetonowe) wyższa od poziomu wyjściowego. Zastosowany w badaniach szczep *R. oligosporus* syntetyzował z dużą wydajnością: w 24. h procesu – β -glukozydazę (0,0068 J/mg), α -glukozydazę (0,77 J/mg) i β -glukuronidazę (0,021 J/mg), a w 48. h – α -amylazę (8,69 J/mg). W wyniku fermentacji uzyskano wzrost aktywności przeciwrodnikowej: ok. 2-krotny polifenoli rozpuszczalnych w wodzie i ok. 4-krotny polifenoli rozpuszczalnych w acetonie, wobec rodników DPPH[•] i ABTS⁺. Otrzymane preparaty albumin i ich zdegradowanych form, z fermentowanego w bioreaktorze grochu, charakteryzowały się wyższą aktywnością przeciwrodnikową: ok. 2-krotnie w stosunku do surowca, 9-krotnie do owoalbuminy i 3-krotnie do BSA. Równocześnie była to 2-krotnie niższa aktywność przeciwrodnikowa w stosunku do syntetycznego przeciwutleniacza BHT. Produkt fermentacji grochu okazał się źródłem dobrej jakości białka, zawierającego aminokwasy egzogenne w ilości porównywalnej (lub wyższej) z zawartością aminokwasów egzogennych w wieprzowinie.

Słowa kluczowe: polifenole, albuminy, właściwości przeciwrodnikowe, rodniki DPPH[•], ABTS⁺, OH⁻

Wprowadzenie

Aktywne biologicznie składniki pokarmowe, w szczególności naturalne przeciwutleniacze, znacznie zmniejszają ryzyko chorób cywilizacyjnych. Głównym źródłem przeciwutleniaczy są rośliny np. strączkowe, takie jak: soja, groch i fasola.

Przeciwutleniacze zawarte w surowcach roślinnych w czasie obróbki technologicznej ulegają różnym zmianom chemicznym, które mogą mieć skutek pozytywny

i powodować zwiększenie ich aktywności przeciwutleniającej lub prowadzić do ich rozkładu. Do zmian korzystnych zalicza się konwersję formy glikozydowej przeciwutleniaczy w formę aglikonową, zachodzącą przy udziale hydrolaz glikozydowych - głównie β -glukozydazy. Przemiany te towarzyszą procesom fermentacji nasion roślin strączkowych w stałym złożu przy udziale pleśni *Rhizopus oligosporus* [6].

Dobre właściwości przeciwutleniające wykazują również peptydy i białka roślin strączkowych [10]. Zdolność hamowania reakcji wolnorodnikowych związana jest głównie z obecnością w białkach aminokwasów siarkowych i hydrofobowych, takich jak: histydyna, lizyna, cysteina i arginina. Albuminy strączkowych (różnych odmian grochu i fasoli), bogate w aminokwasy siarkowe oraz lizynę, wykazują dobre właściwości przeciwrodnikowe, porównywalne z BHT. Białka, chroniąc przed skutkami utleniania inne składniki żywności, same ulegają modyfikacjom. Proces utleniania wpływa na ich strukturę (fragmentacja, polimeryzacja) i związane z nią właściwości żywieniowe. Zmienione oksydacyjnie białka są zazwyczaj bardziej podatne na działanie enzymów trawiennych. Zaobserwowano również pogorszenie strawności utlenionych białek [11].

Celem pracy było określenie zmian zawartości i aktywności przeciwrodnikowej polifenoli i albumin grochu zwyczajnego (*Pisum sativum*) podczas fermentacji z udziałem szczepu *Rhizopus oligosporus*, w bioreaktorze SSSR, z wymuszonym napowietrzaniem i mieszaniem.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były nasiona grochu (*P. sativum*) odmiany Lens Agra, zakupione w firmie handlowej UNGERT, moczone w 0,85 % roztworze kwasu mlekowego (1:3 m/v, nasiona:roztwór kwasu) przez 12 h w temp. 23 ± 2 °C, obłuszczone ręcznie, autoklawowane i zaszczipiane zawiesiną spor, w ilości 1 % (v/m). Fermentację nasion prowadzono w fermentorze SSSR (Swing Solid State Reactor), niemieckiej firmy Tec-Bio w warunkach zoptymalizowanych we wcześniejszych badaniach (wypełnienie bioreaktora - 70 %, napowietrzanie - 5,0 l/min \times kg), w temp. 37 °C, w ciągu 72 h [7].

W procesie fermentacji stosowano szczep *Rhizopus oligosporus* NRRL 2710, pochodzący z kolekcji Instytutu Biochemii Technicznej Politechniki Łódzkiej, przechowywany na skosach dekstrozowo-agarowych w temp. 4 °C i uaktywniany co miesiąc. Inokulum przygotowano przez zmycie skosów agarowych ze szczepem *R. oligosporus* 4 cm³ 0,1 % roztworu Tween 80. Otrzymaną zawiesiną spor o gęstości 10⁶ jtk/cm³ (1 cm³/100 g) szczepiono złoże.

Aktywność badanych enzymów (J/mg białka zawartego w ekstrakcie) oznaczano w ekstraktach wodnych przygotowanych jak poniżej, poddanych 24-godzinnej (β -glukuronidaza) lub 48-godzinnej (α -amylaza, α - i β -glukozydaza) dializie wobec

wody destylowanej w temp. 4 °C (odcięcie $12 \cdot 10^3$ - $14 \cdot 10^3$ Da), metodami ogólnie przyjętymi w biochemii, w temp. 50 °C, w środowisku o pH 4,8. Jako jednostkę aktywności enzymu przyjęto ilość mikromoli produktu uwolnionego z substratu w ciągu 1 min. Uwalnianymi produktami były: maltoza ze skrobi rozpuszczalnej w wyniku działania amylazy, glukoza z maltozy lub z salicyny przy udziale α -glukozydazy i β -glukozydazy odpowiednio oraz 4-nitrofenol z 4-nitrofenylo- β -D-glukuronidu pod wpływem działania β -glukuronidazy [6].

Albuminy izolowano z alkalicznych ekstraktów (pH 9,2) liofilizowanych próbek fermentowanego grochu po 0, 24, 48 i 72 h procesu, na drodze dializy wobec wody dejonizowanej (72 h, temp. ok. 4 °C). Zastosowano woreczki dializacyjne firmy Sigma o odcięciu $12 \cdot 10^3$ Da. Powstały osad globulin oddzielano przez odwirowanie, a uzyskany supernatant stanowił roztwór albumin stosowany do badań [11].

Białko rozpuszczalne oznaczano metodą Bradforda [1], wyniki odczytywano z krzywej wzorcowej opisującej zależność absorbancji, przy dł. fali 595 nm, od stężenia albuminy wołowej.

Właściwości przeciwutleniające ekstraktów albumin badano wobec stabilnych syntetycznych rodników DPPH[•], kationorodników ABTS^{•+} oraz rodników OH[•], wytworzonych z H₂O₂ pod wpływem jonów Cu²⁺, w obecności katalizatora ditioerytritolu [11]. Miarą aktywności przeciwutleniającej albumin był stopień redukcji rodników [%], obliczony jako [(absorbancja próby kontrolnej - absorbancja próby badanej)/(absorbancja próby kontrolnej)×100].

Zmiany albumin pod wpływem rodników obserwowano na podstawie rozdzielów elektroforetycznych metodą SDS-PAGE w aparacie Mini-Protean 3, firmy BIO-RAD, stosując bufor lizujący, zawierający 5 % (v/v) 2-merkaptoetanolu i 15 % żele poliakrylamidowe barwione roztworem zawierającym metanol, lodowaty kwas octowy i wodę (5:1:4) oraz 0,25 % Coomassie Brilliant Blue R [5].

Polifenole zawarte w grochu po 0, 24, 48 i 72 h fermentacji ekstrahowano wodą destylowaną lub 80 % acetonem (1g liofilizowanych próbek zawieszano w 10 cm³ ekstrahenta, homogenizowano 1 min i odwirowywano w wirówce Beckmana (15000 rpm/min, temp. 4 °C, 20 min). Zawartość polifenoli ogółem w ekstraktach próbek fermentacyjnych oznaczano metodą zmodyfikowaną przez Chandler i wsp. [2]. W tym celu 1 cm³ odpowiednio rozcieńczonego ekstraktu mieszano z 1 cm³ 95 % etanolu, 5 cm³ wody destylowanej i 0,5 cm³ 50 % (v/v) odczynnika Folina-Ciocalteau'a, inkubowano 5 min w temp. 23 ± 2 °C, następnie dodawano 1 cm³ Na₂CO₃ i trzymano 60 min w ciemnym miejscu. Absorbancję mierzono przy długości fali $\lambda = 725$ nm, wobec próby kontrolnej zawierającej zamiast ekstraktu wodę destylowaną lub aceton. Zawartość polifenoli ogółem wyrażano w mg katechiny/g s.m. Krzywą wzorcową opisującą zależność absorbancji, przy dł. fali 725 nm, od stężenia katechiny sporządzono w zakresie stężeń 25-200 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$.

Właściwości przeciwutleniające ekstraktów wodnych i acetonowych badano wobec stabilnych syntetycznych rodników DPPH oraz kationorodników ABTS⁺ [11]. Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach.

Zawartość aminokwasów w surowcu i w produkcie oznaczano za pomocą analizatora aminokwasów AAA-400 zgodnie z metodą zaproponowaną przez Ingos Company (Republika Czeska). Próbki (zawierające ok. 100 mg białka oznaczonego metoda Kjeldahla) poddawano hydrolizie kwasowej (6M HCl, 24 h, 110 °C), następnie doprowadzano ich pH do wartości 7,0-8,0 za pomocą 6M NaOH i odbiałczano, stosując kwas 5-sulfosalicylowy, w ilości zapewniającej jego końcowe stężenie w próbkach na poziomie 3 %. Sporządzoną mieszaninę uzupełniano wodą dejonizowaną do objętości 20 ml i sączono przez bibułę Whatman nr 3. Filtrat w ilości 1 ml rozcieńczano buforem cytrynianowym o pH 2,2, tak aby końcowe stężenie białka w roztworze wynosiło 1 mg/ml. Na szczyt kolumny wprowadzano 100 µl rozcieńczonej próbki. Aminokwasy związane z jonami sulfonowymi wymieniacza kationowego (OSTION typ ANB wysokość 36 cm) wymywano buforami cytrynianowymi o różnym pH i molarności w temp. 50-70 °C, w ciągu 95 min z prędkością wypływu 0,3 ml/min [9]. Oznaczenia wykonywano w dwóch powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

Całkowita zawartość polifenoli w wodnych i acetonowych ekstraktach grochu (*P. sativum*) fermentowanego z udziałem *R. oligosporus* w bioreaktorze SSSR wzrastała w ciągu całego procesu, najbardziej dynamicznie w 2. i 3. dobie (rys. 1). W produkcie (po 72 h procesu) wzrosła ona od 4,6 do 16,5 mg KEW/g s.m.- ekstrakty wodne i od 5,2 do 10,7 mg KEW/g s.m.- acetonowe.

McCue [6] wykazał wzrost zawartości polifenoli rozpuszczalnych: w wodzie od 2,4 do 5,6 mg KEW/g s.m., a w 95 % etanolu od 1,4 do 3,3 mg KEW/g s.m. po 10 dniach hodowli *R. oligosporus* w stałym złożu, składającym się z całych nasion soi.

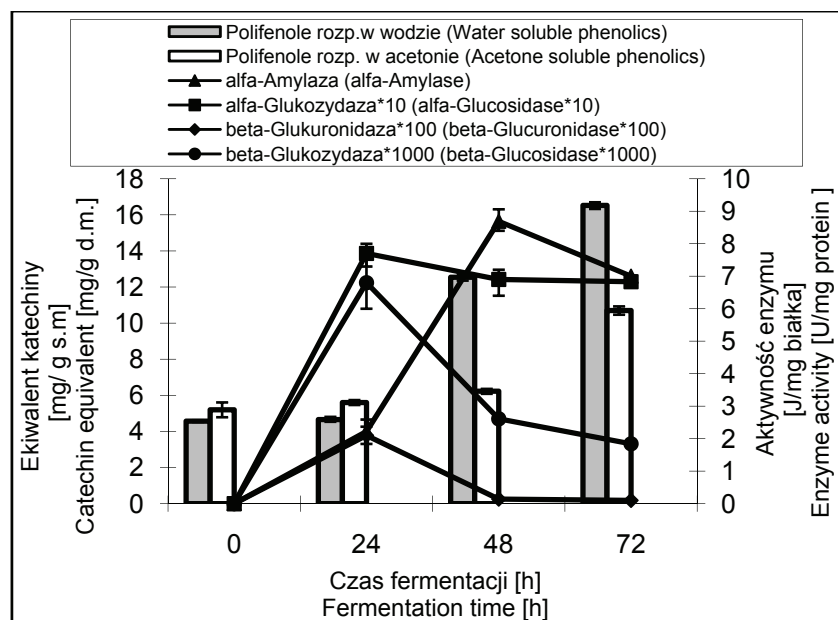
Zastosowany w badaniach szczep syntetyzował z dużą wydajnością:

- w 24. h procesu – β -glukozydazę (0,0068 J/mg), α -glukozydazę (0,77 J/mg) i β -glukuronidazę (0,021 J/mg),
- w 48. h – α -amylazę (8,69 J/mg).

Na końcu procesu (po 72 h) tylko aktywność α -glukozydazy i α -amylazy utrzymywała się na nieznacznie niższym poziomie, odpowiednio 0,68 i 7,00 J/mg. Wzrost aktywności ww. enzymów w 1. dobie fermentacji poprzedzał 2,7-krotny wzrost zawartości fenoli rozpuszczalnych w wodzie, natomiast biosyntezę α -amylazy z najwyższą wydajnością (2. doba) poprzedzał 1,3-krotny wzrost polifenoli rozpuszczalnych w wodzie i 1,7-krotny rozpuszczalnych w acetonie. Dość wysoka aktywność tego enzymu w 3. dobie (7,00 J/mg) umożliwiała podtrzymywanie pleśniowego katabolizmu

skrobi *P. sativum* w celu pozyskania niezbędnej energii do biosyntezy enzymów wywołujących polimeryzację fenoli, czego wyrazem była wysoka aktywność przeciwutleniająca (rys. 2, 3). Wzrost aktywności α - i β -glukozydazy poprzedza wzrost zawartości rozpuszczalnych polifenoli w 2. dobie procesu i wskazuje na ważną rolę tych enzymów w uaktywnianiu polifenoli grochu (związanych z węglowodanami) w czasie fermentacji z udziałem *R. oligosporus*. Biosynteza β -glukuronidazy dowodzi, że enzym ten również może brać udział w pleśniowej utylizacji węglowodanów grochu.

McCue [6] stwierdził, że β -glukuronidaza była związana z biokonwersją nierozpuszczalnych polimerów fenolowych do łatwiej rozpuszczalnych w wodzie i w acetonie metabolitów, a pięciokrotnie wyższa aktywność α -amylazy, w porównaniu z glukozydazami, odgrywała ważną rolę w mobilizacji polimerów fenolowych soi w czasie fermentacji z udziałem *R. oligosporus*.



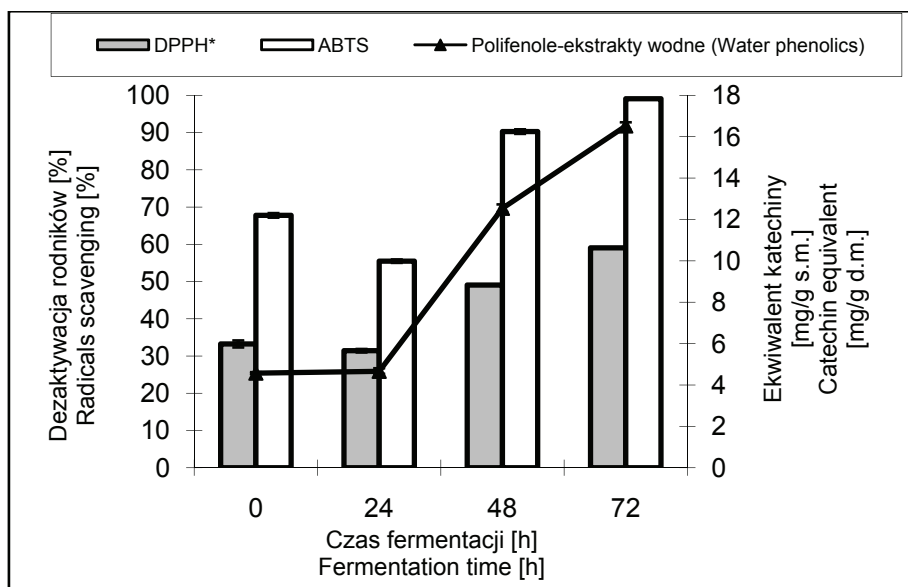
Rys. 1. Zawartość polifenoli w ekstraktach grochu (*P. sativum*) fermentowanego w bioreaktorze SSSR i biosynteza hydrolaz glikozydowych *R. oligosporus*.

Fig. 1. Content of polyphenolics in extracts of pea (*P. sativum*) fermented in an SSSR bioreactor, and biosynthesis of glycoside hydrolases by *R. oligosporus*.

Aktywność przeciwutleniająca wodnych i acetonowych ekstraktów polifenoli grochu (*P. sativum*) przed fermentacją, oznaczona wobec stabilnych syntetycznych rodników DPPH[•], kształtowała się na poziomie, odpowiednio, 33,2 i 22,1 %, a wobec kationorodników ABTS⁺ na poziomie 67,8 i 19,2 % (rys. 2 i 3). Aktywność przeciwutleniająca wodnych ekstraktów polifenoli fermentowanego grochu w pierwszej dobie

procesu obniżyła się o 1,8 % wobec rodników DPPH[•] oraz o 12,3 % wobec kationo-rodników ABTS⁺, natomiast acetonowych wobec DPPH[•] wzrosła o 9,4 a wobec ABTS⁺ zmalała o 1,1 %. W kolejnych dobach procesu obserwowano wyraźny, liniowy wzrost aktywności przeciwutleniającej wszystkich badanych ekstraktów, który po 72 h procesu wynosił od 33 do 59 % (ekstrakty wodne) i od 22 do 84 % (ekstrakty acetonowe) wobec DPPH[•] oraz od 68 do 99 % (ekstrakty wodne) i od 19 do 68 % (ekstrakty acetonowe) wobec ABTS⁺. Powstałe w wyniku pleśniowej biokonwersji aglikony fenolowe wykazywały wyższą aktywność przeciwutleniającą w porównaniu z ich koniugatami z węglowodanami.

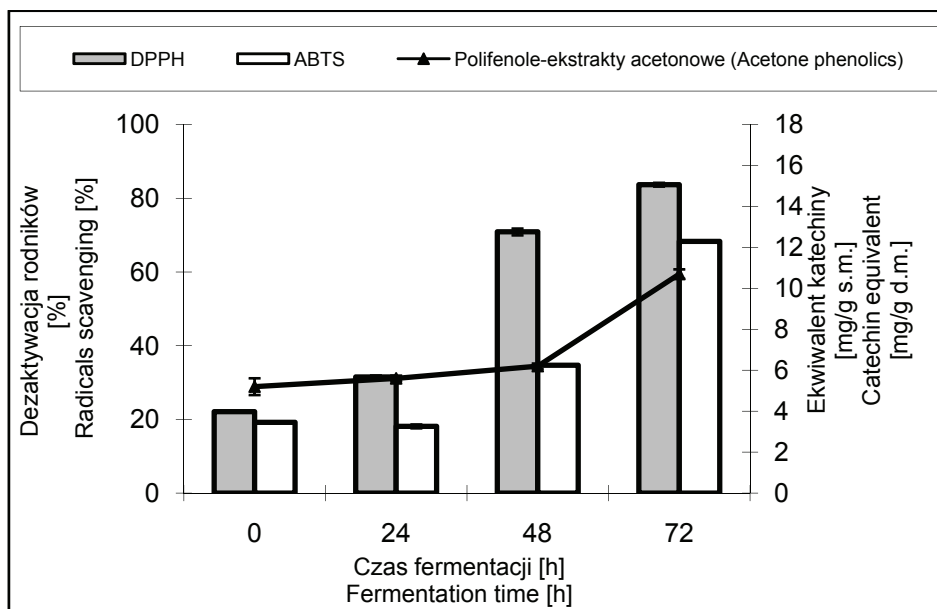
W czasie fermentacji całych nasion soi metodą konwencjonalną stwierdzono wzrost aktywności przeciwrodnikowej wobec DPPH[•] po dwóch dniach, następnie liniowy jej spadek wraz z wydłużaniem się czasu hodowli [6].



Rys. 2. Aktywność przeciwutleniająca polifenoli grochu, rozpuszczalnych w wodzie, fermentowanego z udziałem *R. oligosporus* wobec DPPH[•] i ABTS⁺.

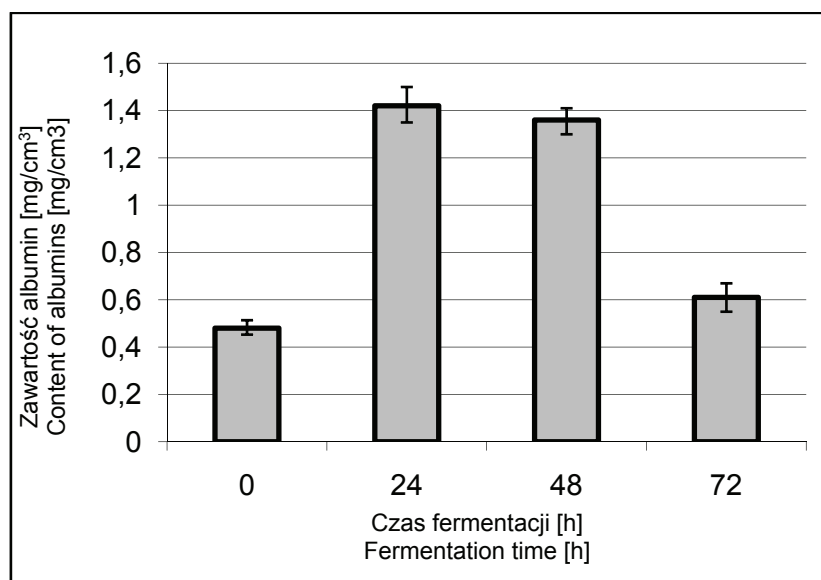
Fig. 2. Antioxidative activity towards DPPH[•] and ABTS⁺ of water soluble polyphenolics from pea fermented by *R. oligosporus*.

Zawartość albumin i ich zdegradowanych form w ekstraktach fermentowanego grochu wahała się w zakresie od 0,48 mg/cm³ w próbce przed fermentacją do 1,42 mg/cm³ w próbce po 24 h procesu (rys. 4). W produkcie (po 72 h fermentacji) zawartość tych związków zmniejszyła się do 0,61 mg/cm³, ale nadal była większa od zawartości albumin w surowcu. Wyniki te dowodzą, że zastosowany w badaniach grzyb *R. oligosporus* modyfikował i wykorzystywał badane białka do swojego wzrostu.



Rys. 3. Aktywność przeciwutleniająca polifenoli grochu, rozpuszczalnych w acetonie, fermentowanego z udziałem *R. oligosporus* wobec DPPH i ABTS⁺.

Fig. 3. Antioxidative activity towards DPPH and ABTS⁺ of acetone-soluble polyphenolics from pea fermented by *R. oligosporus*.



Rys. 4. Zawartość albumin i ich zdegradowanych form w próbkach fermentowanego grochu.

Fig. 4. Contents of albumins and their degraded forms in the fermented pea samples.

Tendencje do zmniejszania zawartości albumin i prolamin, a zwiększania zawartości globulin w nasionach fasoli po moczeniu i 48-godzinnej fermentacji stwierdziła Flaczyk [4]. Obserwowane zmiany zawartości badanych frakcji białkowych po zastosowanych zabiegach technologicznych mogły być wynikiem przemian zachodzących w czasie fermentacji. Białka prolaminowe były szczególnie wykorzystywane przez grzyb *R. oligosporus* do budowy własnych białek.

Gibbs [3] opisał, że białka tempeh sojowego są tylko częściowo hydrolizowane, ponieważ występują one w formie glikoprotein i fosfoprotein, a większość proteaz nie wykazuje zdolności do degradacji takich związków. Ponadto zawierają one wyższą, w stosunku do innych białek, liczbę mostków dwusiarczkowych. W czasie fermentacji tempeh białka soi ulegały hydrolizie do wielkocząsteczkowych peptydów i następnie oligopeptydów przy udziale peptydaz *R. oligosporus*. Glicynina, jedno z głównych białek soi, była prekursorem większości izolowanych z tempeh peptydów. W tempeh sojowym zidentyfikowano dwa peptydy E i I pochodzące z glicyniny, które wykazywały aktywność przeciwutleniającą.

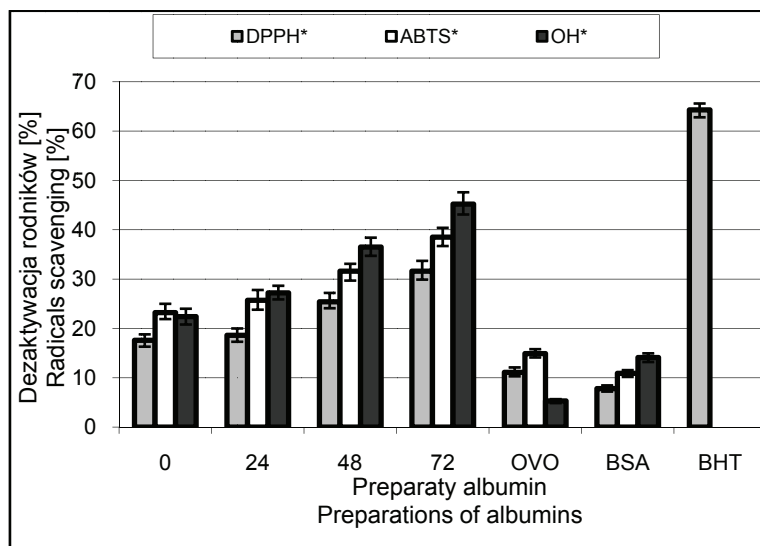
Aktywność przeciwrodnikową otrzymanych preparatów albumin i ich zdegradowanych form badano w stosunku do trzech rodzajów wolnych rodników: DPPH[•], ABTS^{•+}, OH[•] i porównywaną ją z aktywnością albuminy wołowej jaja kurzego oraz BHT (rys. 5). Fermentacja grochu w SSSR korzystnie modyfikowała badane preparaty białkowe surowca, powodując zwiększenie ich zdolności wygaszania kationorodników ABTS^{•+} - 1,7-krotnie, DPPH[•] - 1,8-krotnie, a OH[•] - 2-krotnie. Otrzymany produkt charakteryzował się prawie 9-krotnie wyższą aktywnością przeciwutleniającą w stosunku do ovoalbuminy i 3-krotnie do BSA, a 2-krotnie niższą do syntetycznego przeciwutleniacza BHT (mierzoną wobec DPPH[•]).

Podobne wyniki w badaniach właściwości przeciwutleniających albumin suchych nasion grochu i fasoli w porównaniu z ovoalbuminą i BSA otrzymał Wołosiak [11, 12].

Rozdziały elektroforetyczne w warunkach denaturujących (SDS-PAGE) preparatów albumin i ich zdegradowanych form wyizolowanych z grochu poddanego działaniu wolnych rodników obrazowały zmiany strukturalne utlenionych białek (rys. 6). Pod wpływem oddziaływania rodników DPPH[•] i OH[•] na badane preparaty białkowe zachodziło zjawisko ich fragmentacji, szczególnie wyraźnie w przypadku białek niskocząsteczkowych (o masie $14,2 \cdot 10^3$ Da i $6,5 \cdot 10^3$ Da) i polimeryzacji białek wysokocząsteczkowych (o masie od $20 \cdot 10^3$ Da do $36 \cdot 10^3$ Da).

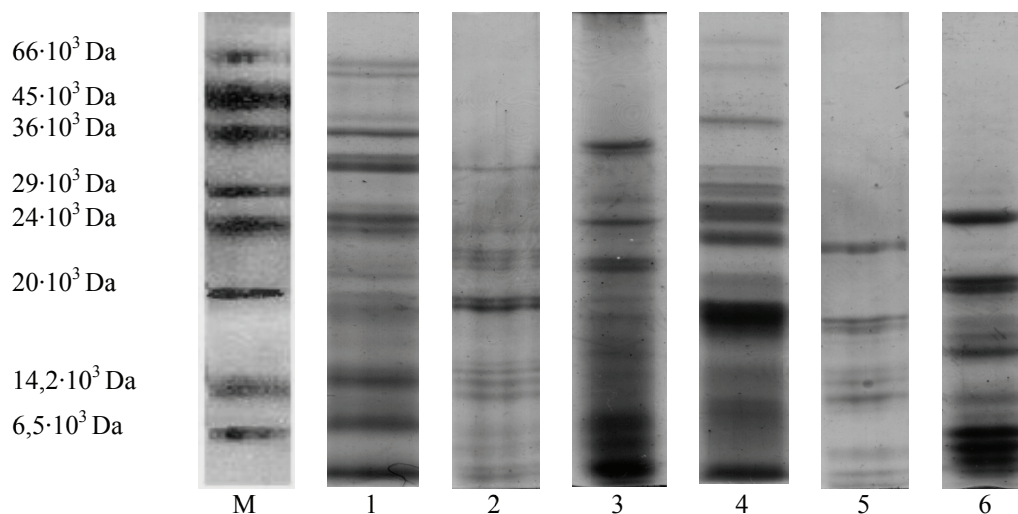
Po 24 h fermentacji obserwowano zanikanie prążków białek o wyższych masach cząsteczkowych i pojawianie się zdegradowanych (pod wpływem proteinaz *R. oligosporus*) form o niższej masie cząsteczkowej.

Badania Worobiej [10], dotyczące wpływu rodników hydroksylowych na izolaty białek fasoli, wykazały nieznaczną ich fragmentację, szczególnie frakcji o m. cz. $45 \cdot 10^3$ Da oraz tworzenie się nowych frakcji o wyższej masie cząsteczkowej ok. $80 \cdot 10^3$ Da.



Rys. 5. Aktywność przeciwrodnikowa preparatów albumin i ich zdegradowanych form fermentowanego grochu wobec rodników DPPH, ABTS⁺ i OH⁻.

Fig. 5. Free radical scavenging activity toward in DPPH, ABTS⁺, and OH⁻ of preparations of albumins and their degraded forms produced from fermented pea.



Objaśnienia: / Explanatory notes: M – próba kontrolna / control sample; próba wyjściowa / initial sample (prior to fermentation); 2) próba wyjściowa + DPPH / initial sample (prior to fermentation + DPPH); 3) próba wyjściowa + OH⁻ / initial sample (prior to fermentation) + OH⁻; 4) po 24 h fermentacji / sample after the 24 h fermentation; 5) po 24 h fermentacji + DPPH / sample after the 24 h fermentation + DPPH; 6) po 24 h fermentacji + OH⁻ / sample after the 24 h fermentation + OH⁻.

Rys. 6. Rozdział elektroforetyczny (SDS-PAGE) preparatów albumin i ich zdegradowanych form wyizolowanych z grochu, w warunkach denaturujących.

Fig. 6. Electrophoresis-based separation (SDS-PAGE) of albumins and their degraded forms isolated from pea, under the denaturing conditions.

Tabela 1

Zawartość aminokwasów w próbkach fermentowanego grochu.
Content of amino acids in samples of the fermented *P.sativum* pea

Aminokwas Amino acid	Zawartość aminokwasów [%] Content of amino acids [%]				
	Fermentowany groch / Fermented pea				Wieprzowina [9] Pork meat
	Czas fermentacji [h] / Fermentation time				
	0	24	48	72	
Kwas asparaginowy Asparagic acid	12,74	12,11	13,98	15,31	13,2
Treonina Threonine	4,16	4,22	5,62	7,31	5,3
Seryna / Serine	5,58	5,31	7,02	8,04	3,1
Kwas glutaminowy Glutamic acid	17,85	16,56	17,83	20,48	17,3
Prolina / Proline	4,88	4,72	5,79	5,56	4,8
Glicyna /Glycine	4,47	4,47	5,37	5,81	5,9
Alanina / Alanine	4,63	4,88	6,50	6,94	6,4
Walina / Valine	5,13	5,11	6,18	6,78	5,2
Metionina Methionine	0,48	0,67	0,88	1,07	0,69
Izoleucyna Isoleucine	4,26	4,31	5,78	6,39	4,4
Leucyna / Leucine	7,98	8,21	13,09	16,68	9,0
Tyrozyna Tyrosine	2,65	2,85	4,42	3,62	3,2
Fenylalanina Phenylalanine	5,10	5,15	6,04	6,55	4,3
Histydyna Histidine	2,64	2,54	3,13	3,31	3,6
Lizyna / Lysine	8,18	8,13	8,99	10,75	12,0
1/2 Cys	0,60	0,59	0,41	0,45	0,27

Objaśnienia: / Explanatory notes:

SD < 0,100, jedynie w przypadku proliny SD < 0.250 / SD < 0.100 only if proline SD < 0.250.

Białka roślin strączkowych są bogate w aminokwasy siarkowe i zawierają wszystkie aminokwasy niezbędne. Proces fermentacji grochu w bioreaktorze SSSR spowodował wzrost zawartości badanych aminokwasów (tab. 1). Uzyskany produkt zawierał najwięcej leucyny i lizyny, odpowiednio 16,68 mg/g i 10,75 mg/g, spośród

wszystkich badanych aminokwasów egzogennych. Zawartość treoniny, waliny, fenyloalaniny i izoleucyny wyniosły, odpowiednio 7,31, 6,78, 6,55 i 6,39 mg/g. Spośród aminokwasów endogennych produktu najwięcej było w nim kwasu glutaminowego i asparaginowego (odpowiednio 20,48 i 15,31 mg/g).

Zastosowane warunki fermentacji grochu spowodowały znaczący przyrost zawartości leucyny (109 %), treoniny (75 %) i izoleucyny (50 %). Otrzymane wyniki dowodzą, że produkt fermentacji grochu okazał się źródłem dobrej jakości białka oraz aminokwasów egzogennych w ilości wyższej lub porównywalnej z zawartością aminokwasów egzogennych w wieprzowinie [9]. Produkt ten może być stosowany jako substytut mięsa, gdyż uzupełni dietę we wszystkie niezbędne aminokwasy.

Wzrost zawartości aminokwasów: metioniny, kwasu asparaginowego i izoleucyny powyżej 13,5 %, w ciągu 25-godzinnej fermentacji czarnej fasoli z ryżem, odnotował Rodriguez-Burger [8]. Z kolei Gibbs [3] stwierdził, że w ciągu 30-godzinnej fermentacji soi zawartość niektórych aminokwasów zmieniała się znacząco, (obserwował on wzrost zawartości treoniny o 129 %, proliny o 55 %, leucyny o 40 %), podczas gdy innych pozostawała niezmienną (alaniny, argininy, waliny, tryptofanu i metioniny) lub ulegała zmniejszeniu (kwasu asparaginowego, glutaminowego, lizyny i tyrozyny).

Wnioski

1. Fermentacja grochu zwyczajnego (*P. sativum*) z udziałem *R. oligosporus*, w bioreaktorze SSSR, jest innowacyjną metodą wzbogacania żywności w naturalne przeciwutleniacze fenolowe, pochodzące z nasion roślin strączkowych.
2. Podczas procesu fermentacji grochu w bioreaktorze SSSR nastąpił ok. 3-krotny wzrost zawartości polifenoli i 2-krotny wzrost aktywności przeciwrodnikowej polifenoli w ekstraktach rozpuszczalnych w wodzie oraz, odpowiednio, ok. 2-krotny i 4-krotny w ekstraktach rozpuszczalnych w acetonie.
3. Otrzymane preparaty albumin i ich zdegradowanych form z fermentowanego grochu (*P. sativum*) charakteryzowały się wyższą aktywnością przeciwrodnikową: ok. 2-krotnie w stosunku do surowca, 9-krotnie do owoalbuminy i 3-krotnie do BSA, a 2-krotnie niższą do syntetycznego przeciwutleniacza BHT.
4. Produkt fermentacji grochu w bioreaktorze SSSR jest źródłem dobrej jakości białka, zawiera aminokwasy egzogenne w ilości porównywalnej lub nieco wyższej w stosunku do zawartości aminokwasów egzogennych w wieprzowinie i może być stosowany jako substytut mięsa lub uzupełniać dietę we wszystkie niezbędne aminokwasy.

Pracę zrealizowano w ramach projektu badawczego zamawianego PBZ-KBN /021/P06/99/25

Literatura

- [1] Bradford M.: A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, 1976, **72**, 248-254.
- [2] Chandler S.F., Dodds J.H.: The effect of phosphate, nitrogen and sucrose on the production of phenolics and soecoe in callus cultures of *solanum tuberosum*. *Plant Cell Rep.*, 1983, **2**, 105-108.
- [3] Gibbs B.F., Zougman A., Masse R., Mulligan C.: Production and characterization of bioactive peptides from soy hydrolysate and soy-fermented food. *Food Res. Int.*, 2004, **37**, 123-131.
- [4] Flaczyk E.: Charakterystyka układu białkowego nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris*) poddanych różnym zabiegom technologicznym. Cz. II. *Rocz. AR Poznań CCLXX, Technol. Żywn.*, 1995, **19**, 67-72.
- [5] Laemmli U.K.: Cleavage of structure proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 1970, **227**, 680-685.
- [6] McCue P., Shetty K.: Role of carbohydrate-enzymes in phenolic antioxidants mobilization from whole soybean fermented with *R. oligosporus*. *Food Biotechnol.*, 2003, **1 (17)**, 27-37.
- [7] Miskiewicz H., Rozwandowicz A., Bielecki S.: Physiological and enzymatic activities of *R. oligosporus* in Swing Solid State Reactor (SSSR). *Chem. Pap.*, 2004, **58 (6)**, 424-428.
- [8] Rodriguez-Burger A.P. et al.: Use of fermented black beans combined with rice to develop a nutritious weaning food. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **61**, 4806-4813.
- [9] Rozwandowicz A.: Tempeh fermentation as the process improving the nutritional quality of legume seeds. *Praca doktorska, Politechnika Łódzka, Łódź 2007.*
- [10] Worobiej E., Klepacka M.: Białka roślin strączkowych jako inhibitory rodników hydroksylowych. *Mat. XXX Sesji Nauk. KTiChŻ PAN.*, Kraków 1999.
- [11] Wołosiak R., Klepacka M.: Dezaktywacja wolnych rodników przez albuminy wybranych roślin strączkowych. *Mat. XXXII Sesji Nauk. KTiChŻ PAN*, Warszawa 2001.
- [12] Wołosiak R., Klepacka M.: Antioxidative properties of albumins in enzymatically catalyzed model systems, *EJPAU*, 2002, **5**, 11.

CHANGES IN THE CONTENT AND ANTI-OXIDATIVE ACTIVITY OF POLYPHENOLS AND ALBUMINS IN PEA DURING ITS FERMENTATION IN AN SSSR BIOREACTOR

Summary

The objective of the work was to determine changes in the contents of polyphenols and albumins contained in *Pisum sativum* pea, and of their free radical scavenging activity while fermenting in the presence of a *Rhizopus oligosporus* strain in an SSSR bioreactor with forced aeration and mixing.

The total content of polyphenolics in pea fermented under the optimal mixing and aeration conditions continued to increase throughout the whole process, and, after a period of 72 hrs, it was three times higher (in water extracts) and two times higher (in acetone extracts) compared with the initial amount. The *Rhizopus oligosporus* strain used in the study effectively synthesized β -glukosidase (0.0068 J/mg), α -glukosidase (0.77 J/mg), and β -glucuronidase (0.021 J/mg) during 24 hrs, and α -amylase (8.69 J/mg) during 48 hrs. As the result of fermentation process, the following rise in the antioxidative activity of polyphenols towards the DPPH[•] and ABTS^{•+} radicals was achieved: as for water-soluble polyphenols, their anti-oxidative activity was 2 times higher, and as for acetone-soluble polyphenols - 4 times higher. The preparations of albumins and their degraded forms, produced from the pea fermented in a bio-reactor, were characterized by a higher free radical scavenging activity; their activity was twice as high as the

activity of the raw material, nine times as high as the activity of ovo-albumin, and three times as high as the activity of BSA. At the same time, the free radical scavenging activity obtained was two times lower if compared with the activity of the BHT synthetic antioxidant. The pea fermentation product appeared to be a source of a good quality albumin containing exogenic amino acids; the quantity of those amino acids was the same or higher if compared with the content of exogenic amino acids contained in pork meat.

Key words: polyphenols, albumins, free radical scavenging properties, DPPH[•], ABTS⁺, OH⁻ radicals ☒

ANNA CIOŁEK, EWA MAKARSKA, BOGUSŁAW MAKARSKI

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH SKŁADNIKÓW ŻYWIENIOWYCH W ZIARNIE OWSA CZARNEGO I ŻÓLTOZIARNISTEGO

Streszczenie

Celem badań było porównanie zawartości wybranych składników żywieniowych w ziarnie trzech nowych rodów owsa o brunatnej barwie łuski (owsa czarnego) z dwiema wiodącymi pod względem wartości użytkowej odmianami (Bohun, Deresz), uprawianymi powszechnie w Polsce. Oznaczono zawartość: skrobi, włókna, rozpuszczalnych pentozanów, β -glukanów oraz fitynianów.

Badane rody owsa czarnego, w porównaniu z uprawianą odmianą Deresz i Bohun, zawierały znacznie mniejsze ilości skrobi oraz większe ilości włókna surowego. Poziom przeciwżywniowych składników tj. pentozanów, β -glukanów i fitynianów w badanych próbach owsa był zróżnicowany i zależał od odmiany. Stwierdzono, że ziarno rodu CHD 28/75/01 wyróżniało się największą zawartością fitynianów (3,57 mg/g s.m.) i β -glukanów (3,91 % s.m.) spośród badanych rodów. Ocena jakościowa nowych rodów pozwala na ukierunkowanie uprawy owsa i wytypowanie rodów z przeznaczeniem do konsumpcji.

Słowa kluczowe: ziarno, owies czarny, skrobia, włókno, związki przeciwżywniowe

Wprowadzenie

Owies, ze względu na optymalny zestaw składników odżywczych, korzystny w żywieniu zwierząt jak i ludzi, budzi coraz większe zainteresowanie na świecie. Ziarno owsa w porównaniu z innymi zbożami jest uboższe w skrobię, natomiast jest zasobne w rozpuszczalne frakcje błonnika, które mają znaczący wpływ na utrzymanie korzystnego składu mikroflory jelitowej w organizmie człowieka, stymulując rozwój probiotycznych bakterii fermentacji mlekowej oraz hamując rozwój patogenów [2, 7, 16]. Produkty spożywcze wytwarzane z ziarna owsa wykazują działanie hipocholesterolemiczne, dzięki zawartości rozpuszczalnych w wodzie składników włókna pokarmowego, zawierającego β -glukany i pentozy. Wielocukry te zaliczane są do grupy węglowodanów nieskrobiowych, które mają zdolność do wiązania cholesterolu i kwasów żółciowych w układzie pokarmowym, a także opóźniają hydrolizę skrobi i wchła-

nianie glukozy [3, 9, 10, 23, 28]. Skład chemiczny ziarniaków owsa wyróżnia się ponadto wysoką zawartością tłuszczu o dużym udziale nienasyconych kwasów tłuszczowych [5].

W porównaniu z innymi zbożami owies jest szczególnie bogaty w Ca, Fe, Zn i Mn. Z tego względu ziarno owsa może być znaczącym źródłem elementów mineralnych w diecie człowieka [5]. Pomimo tych niewątpliwych zalet owsa, jego powierzchnia uprawy na świecie systematycznie maleje. Obecnie ziarno owsa przeznacza się głównie na paszę, a niespełna 5 % na cele konsumpcyjne. W tej sytuacji hodowcy starają się urozmaicić rynek, wprowadzając nowe odmiany owsa czarnego. Owies jest wykorzystywany głównie w dietach wysokobłonnikowych, najczęściej w postaci płatków oraz jako składnik mieszanek dietetycznych i ekstraktów [9, 18].

Celem podjętych badań było porównanie zawartości podstawowych składników żywieniowych ziarna trzech rodzajów owsa czarnego z dwiema wiodącymi pod względem wartości użytkowej odmianami (Bohun, Deresz), powszechnie uprawianymi w Polsce. Oceną jakościową objęto zawartość: skrobi, włókna, rozpuszczalnych pentozanów, β -glukanów oraz fitynianów.

Material i metody badań

Material do badań stanowiło ziarno dwóch odmian owsa: Deresz i Bohun (ZHR Choryń), obie żółtoziarniste o średnim udziale łuski. Odmiany te były odniesieniem do trzech rodzajów owsa czarnego: CHD 28/75, CHD 28/33 i CHD 2909/01, wyhodowanego przez firmę DANKO HR. Rok zbioru - 2004.

Do badań analitycznych zastosowano śrutę owsianą, uzyskaną po zmieleniu ziarna w młynku laboratoryjnym.

W przygotowanym materiale oznaczano zawartość włókna surowego wg metody Armstronga i Thomasa [15], polegającej na ilościowym oznaczeniu substancji organicznych nierozpuszczalnych w trakcie gotowania w rozcieńczonych roztworach H_2SO_4 i KOH.

W badanym materiale oznaczano również ogólną zawartość skrobi metodą wg modyfikacji Montreuil i wsp. [21].

Pentozany rozpuszczalne, po przeprowadzeniu hydrolizy z 4 N HCl, oznaczano dodając do 1 ml hydrolizatu 3 ml 0,1 % $FeCl_3$ oraz 0,3 ml 1 % orcyiny w etanolu, mierząc absorbancję przy $\lambda = 670$ nm [13].

Zawartość (1-3) i (1-4) β -D-glukanów oznaczano metodą enzymatyczną z udziałem lichenazy i β -glukozydazy wg Mc Cleary i Codda [20]. Uwolnioną po hydrolizie glukozę oznaczano za pomocą mieszaniny oksydazy glukozowej, peroksydazy i 4-amonoantypiryny (GOPOD).

Zawartość fitynianów oznaczano metodą Latta i Eskin [17], polegającą na ekstrakcji fitynianów w 3 % kwasie trichlorooctowym (TCA) i wytrąceniu ich z $FeCl_3$

w obecności Na_2SO_4 . Po mineralizacji na sucho osadu i rozтворzeniu go w kwasie solnym (1:1) fosfor fitynowy oznaczano spektrofotometrycznie ($\lambda = 365 \text{ nm}$), tworząc barwny kompleks z molibdenianem amonu w obecności kwasu siarkowego. Zawartość fitynianów obliczano stosując współczynnik przeliczeniowy $P_{\text{fit}} \times 3,54$.

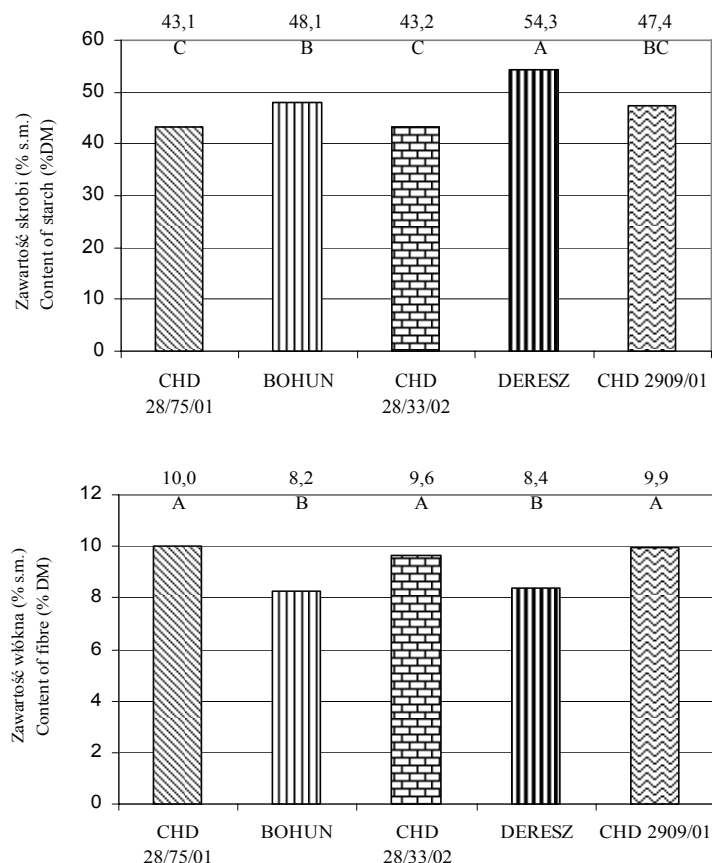
Analizy chemiczne wykonano w trzech powtórzeniach. Uzyskane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji ANOVA, a testowanie prowadzono na poziomie $\alpha = 0,01$. Obliczenia wykonywano w programie Statistica wersja 5.

Wyniki i dyskusja

Skrobia, obok włókna całkowitego, białka, tłuszczu i związków mineralnych, stanowi główny składnik ziarniaka [1]. Owies jest uboższy w skrobię od innych gatunków zbóż, ale jest ona lepiej przyswajalna. Zgodnie z badaniami Särkijärvinä i Saastamoinena [25] dobry jakościowo owies powinien zawierać 46 - 47 % skrobi.

Na rys. 1. przedstawiono zawartość skrobi w badanych rodach i odmianach owsa. Wykazano, że największą zawartość skrobi zawierało ziarno odmiany Deresz (54,3 %) oraz Bohun (48,1 %), które w badaniach stanowiły grupę odniesieniową. Rody owsa o ziarniakach ciemnobrunatnych były nieznacznie uboższe w skrobię, której zawartość mieściła się w granicach od 43,1 do 47,4 %.

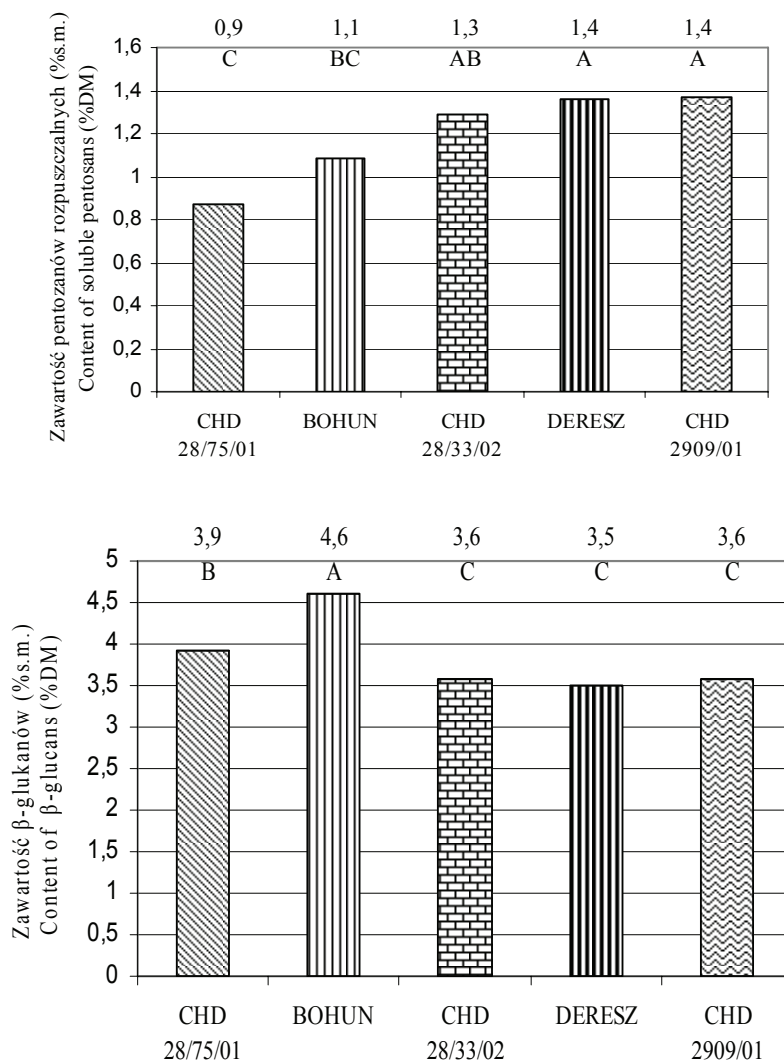
Włókno pokarmowe jest strukturalnie bardzo zróżnicowane, składa się bowiem z wielu składników o niejednorodnych właściwościach, co sprawia, że trudne jest do jednoznacznego określenia. W skład włókna surowego (CF) wchodzi niepełna ilość ligniny, celulozy i hemicelulozy, które stanowią nierozpuszczalną frakcję błonnika pokarmowego, odporną na działanie enzymów trawiennych, jak i mikroflory jelitowej. Włókno pokarmowe jest niezbędne do prawidłowego funkcjonowania układu pokarmowego, przyspiesza perystaltykę jelit i skraca czas pasaży treści pokarmowej. Ponadto włókno pokarmowe ogranicza wchłanianie z przewodu pokarmowego cholesterolu, kwasów żółciowych i tłuszczowych, a także absorbuje i zapobiega przyswajaniu z żywności szkodliwych zanieczyszczeń tj. metali toksycznych oraz pozostałości środków ochrony roślin. Obok tych korzystnych funkcji włókna pokarmowego należy też wspomnieć o jego ujemnym wpływie na ograniczanie przyswajalności z przewodu pokarmowego składników mineralnych tj. Ca, Mg, Zn i Fe. Ziarno badanych rodów owsa czarnego (rys. 1) zawierało więcej włókna ($x_{\text{o,czarny}} = 9,9 \%$) w porównaniu z odmianami żółtoziarnistymi Deresz i Bohun ($x_{\text{o,zwycz.}} = 8,3 \%$), a różnice między wartościami średnimi były statystycznie istotne. Zależność ta jest zgodna z badaniami Gambuś i wsp. [8], którzy stwierdzili wyższą zawartość włókna w mące z owsa o czarnych plewkach w porównaniu z mąką pochodzącą z owsa o plewkach żółtych. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że najwięcej włókna surowego zawierało ziarno owsa rodu CHD 28/75/01 (10,0 %), a najmniej ziarno odmiany Bohun (8,2 %) (rys. 1). Uzyskane wartości były zbliżone do wyników przedstawionych przez innych autorów [1, 25].



Rys. 1. Zawartość skrobi i włókna w ziarnie trzech rodów owsa czarnego i odmian wzorcowych (Bohun i Deresz), A,B,C – różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$.

Fig. 1. Content of starch and fibre in three black oat strains and two model cultivars (Bohun and Deresz); A,B,C statistically significant differences at $p \leq 0,01$.

Drugą grupę węglowodanów, obok skrobi, w ziarnie owsa stanowią polisacharydy nieskrobiowe. Związki te oprócz celulozy i ligniny zawierają pentozany (arabinoksylany) i β -glukany. Właściwości fizykochemiczne obydwu składników są podobne. W środowisku wodnym tworzą one roztwory o dużej lepkości, które ograniczają wchłanianie cholesterolu i kwasów żółciowych z przewodu pokarmowego. W organizmie ludzkim wykazane pozytywne działanie rozpuszczalnych pentozanów wynika z ich wpływu na aktywność mikroflory fekalnej i funkcję jelit. Pentozany ulegając fermentacji, dostarczają krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, które w wątrobie oddziałują na biosyntezę cholesterolu i kwasów tłuszczowych [11].



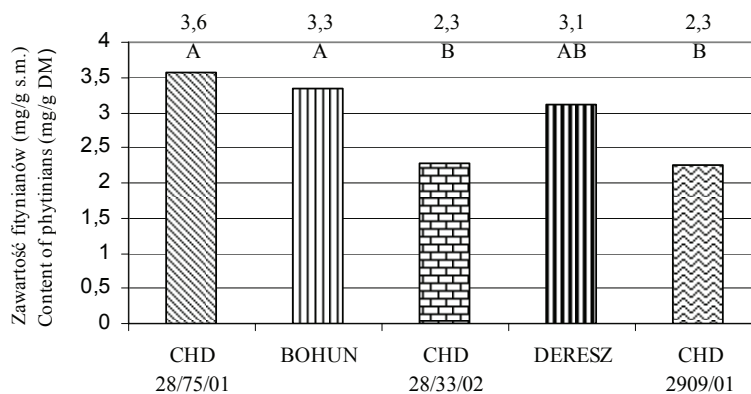
Rys. 2. Zawartość pentozań rozpuszczalnych i β -glukanów w ziarnie trzech rodów owsa czarnego i odmian wzorcowych (Bohun i Deresz), A,B,C – różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$.

Fig. 2. Content of soluble pentosans and β -glucans in three black oat strains and two model cultivars (Bohun and Deresz); A,B,C - statistically significant differences at ($p \leq 0,01$).

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że najwięcej pentozań rozpuszczalnych było w ziarnie owsa odmiany żółtoziarnistej Deresz i rodzie CHD 2909/01, w których zawartość wynosiła 1,4 %, oraz w rodach CHD 28/33/01 (1,3 %) i Bohun (1,1 %) (rys. 2). Rodem najuboższym w pentozań rozpuszczalne był ród CHD 28/75/01 i zawierał ich 0,9 %. Owies, podobnie jak jęczmień, stanowi bogate źródło

β -glukanów, składników zalecanych do konsumpcji przez dietetyków, ze względu na ich dobroczynne oddziaływanie na organizm człowieka [3, 22]. Potwierdzono skuteczność frakcji rozpuszczalnych β -glukanów w redukcji poposiłkowego poziomu glukozy w krwi, nawet po spożyciu posiłku o wysokim indeksie glikemicznym [4]. W ziarnie owsa poziom β -glukanów jest wysoki i wynosi od 3,2 do 5,2 % [6] i uzależniony jest on głównie od czynnika genetycznego [27].

Zawartość β -glukanów w ziarnie badanych rodów i odmian owsa przedstawiono na rys. 2. Najwięcej β -glukanów zawierała odmiana Bohun (4,6 %) i ród CHD 28/75/01 (3,9 %). W rodach CHD 28/33/02 i CHD 2909/01 oraz odmianie Deresz poziom tych polisacharydów był niższy i odpowiednio wynosił: 3,6, 3,6 i 3,5 %, a różnice pomiędzy tymi dwoma rodami i odmianą nie były statystycznie istotne. Średnie zawartości β -glukanów w ziarnie owsa nie odbiegały od poziomu uzyskanego w badaniach przeprowadzonych przez innych autorów [19].



Rys. 3. Zawartość fitynianów w ziarnie trzech rodów owsa czarnego i odmian wzorcowych (Bohun i Deresz), A,B,C – różnice statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$.

Fig. 3. Content of phytinians in three black oat strains and two model cultivars (Bohun and Deresz); A,B,C - statistically significant differences at $p \leq 0,01$.

Obecne w ziarnie zbóż fityniany (sole heksa-diwdorofosforanu mioinozytolu) zaliczane są, obok arabinoksylianów i β -glukanów, do substancji przeciwyżywieniowych. Zawarty w diecie kwas fitynowy powoduje ograniczenie absorpcji żelaza, cynku, wapnia i magnezu z przewodu pokarmowego, co może być przyczyną niedoborów tych elementów mineralnych w organizmie [14]. Z drugiej strony związki te wykazują aktywność przeciwutleniającą [12, 24], a produkty pośrednie hydrolizy fitynianów mogą korzystnie oddziaływać na metabolizm cukrów i lipidów w wątrobie. Poziom fitynianów w ziarnie zbóż jest zależny od wielu czynników tj. odrębności gatunku,

zróżnicowanie odmianowe, warunki klimatyczne lub stosowane nawożenie. Zawartość fitynianów w ziarnie zbóż waha się w granicach od 2,0 do 14 mg·g⁻¹ s.m. [26].

W przedstawionych badaniach największą koncentracją fitynianów cechowało się ziarno owsa rodu CHD 28/75/01 (3,6mg·g⁻¹), a najmniejszą ziarno rodów CHD 2909/01 (2,3mg·g⁻¹) i CHD 28/33/02 (2,3 mg·g⁻¹) (rys. 3). Ziarno odmian wzorcowych Bohun i Deresz, w porównaniu z wymienionymi dwoma rodzajami, zawierało istotnie więcej fitynianów, odpowiednio 3,3 i 3,1 mg·g⁻¹ s.m.

Wnioski

1. Ziarno badanych rodów owsa czarnego w porównaniu z ziarnem odmiany Deresz i Bohun zawierało znacznie mniejsze ilości skrobi oraz większe ilości włókna surowego.
2. Poziom przeciwżywieniowych składników tj. pentozańców, β-glukanów i fitynianów w badanych próbach owsa był zróżnicowany i zależał od odmiany.
3. Wśród badanych rodów owsa czarnego ziarno rodu CHD28/75/01 charakteryzowało się największą zawartością włókna surowego, β- glukanów i fitynianów.

Literatura

- [1] Åman P.: The variation in chemical composition in Swedish oats. *Acta Agric. Scand.*, 1987, **37**, 347-352.
- [2] Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M.: Ziarno owsa – niedoceniane źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Część II. Polisacharydy i włókno pokarmowe, składniki mineralne, witaminy. *Biul. IHAR*, 2000, **215**, 223-237.
- [3] Brennan C.H., Cleary L.: The potential use of cereal (1-3, 1-4)-β-D glucans as functional food ingredients. *J. Cereal Sci.*, 2005, **42**, 1-13.
- [4] Cavallero A., Empillit S., Brighenti F., Stanca A.M.: High (1→3, 1→4) β-glucan barley fractions in bread making and their effects on human glycemc response. *J. Cereal Sci.*, 2002, **36**, 59-66.
- [5] Ciołek A., Makarski B., Makarska E., Zadura A.: Content of some nutrients in new black oat strains. *J. Elementol.*, 2007, **12** (4), 251-259.
- [6] Cyran M.: Skład chemiczny, właściwości fizyko-chemiczne i technologiczne niektórych składników włókna pokarmowego zbóż. *Biul. IHAR*, 1997, **203**, 257-257.
- [7] Gajewska J., Fabijańska M., Garbolińska M.: Microbiological studies of feed and faeces of fatteners fed mixtures containing naked oat and permutite. *Acta Microbiol. Pol.*, 2002, **51** (1), 63-69.
- [8] Gambuś H., Gambuś F., Pisulewska E.: Całoziarnowa mąka owsiana jako źródło składników dietetycznych w chlebach pszennych. *Biul. IHAR*, 2006, **239**, 259-267.
- [9] Gaşiorowski W.: Wartość żywieniowa owsa. *Przeg. Zboż. Młyn*, 2003, **3**, 26-28.
- [10] Givens D.I., Davies T.W., Laverick R.M.: Dietary fibre fractions in hulled and naked winter oat grain: effects of cultivar and various agronomic factors. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 491-496.
- [11] Gråsten S., Liukkoneen K., H.: Effect of pentosan of wheat and inulin on the metabolic activity of fecal microbiota and on bowel function in healthy humans. *Nutrition Research.*, 2003, **23**, 1503-1514.
- [12] Harland B., Morris E.: Phytate: a good or bad food component?. *Nutr. Res.*, 1995, **15**, 733-754.

- [13] Hashimoto S., Shogren M., Pomeranz Y.: Cereal pentosans: their estimation and significance. I. Pentosans in wheat and milled wheat products. *Cereal Chem.*, 1987, **64**, 30-34.
- [14] Hurrell R.F.: Influence of vegetable protein sources on trace element and mineral bioavailability. *J. Nutr.*, 2003, **133**, 2973-2977.S.
- [15] Jarrige R.: Les constituants glucidiques des fourrages: variations, digestibilité et dosage. Prevision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. I.N.R.A. Publ., 1981, pp. 13-40
- [16] Kolanowski W.: Zastosowanie błonnika pokarmowego w produkcji żywności. *Żywność, Żywnienie a Zdrowie*, 1998, **4**, 412-416.
- [17] Latta M., Eskin M.: A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J. Agric. Food Chem.*, 1980, **28**, 1313-1315.
- [18] Makarski B., Achremowicz B.: Changes in basic nutritional components in extrudates produced with addition of oats. *Pol. J. Nutr. Sci.* 2002, **11/52**, **1**, 45-49.
- [19] Makarska E., Rachoń L., Michalak M., Szumiało G.: Zawartość makroskładników i β -glukanów w oplewionych i nagoziarnistych odmianach jęczmienia i owsa w przypadku zróżnicowanej ochrony chemicznej. *J. Elementol.*, 2006, **11** (2), 165-174.
- [20] Mc Cleary B., Codd R.: Measurement of (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -D-Glucan in barley and oats: A streamlined enzymic procedure. *J. Sci. Food Agric.*, 1991, **55**, 303-312.
- [21] Montreuil J., Spik G., Fournet B., Tollier M.T.: Glucides, Techniques d'analyse et du controle dans les industries agroalimentaires. Deymie B., Multon J. L., Simon D. Ed. APRIA, 1981, **4**, 85-143.
- [22] Naumann E., van Rees A.B., Önnih G., Öste R., Wydra M., Mensing R.P.: β -Glucan incorporated into a fruit drink effectively lowers serum LDL-cholesterol concentrations. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2006, **83**, 601-605.
- [23] Newman R. K., Klopfenstein C., Newman C., Guritno N., Hoter P.: Comparison of the cholesterol lowering properties of barley, oat and wheat red in chicken and rats. *Cereal Chem.*, 1992, **69**, 240-244.
- [24] Rimbach G., Pallauf J.: Phytic acid inhibits free radical formation in vitro but does not affect liver oxidant or antioxidant status in growing rats. *J. Nutr.*, 1998, **128**, 1950-1955.
- [25] Särkijärvi S., Saastamoinen M.: Feeding value of various processed oat grains in equine diets. *Livestock Science*, 2006, **100**, 3-9.
- [26] Troszyńska A., Honke J., Zduńczyk Z.: Fityniany w surowcach roślinnych. Część I. Właściwości chemiczne fitynianów oraz sposoby ich usuwania. *Przem. Spoż.*, 1992, **3**, 78-81.
- [27] Welch R., Brown J.C.W, Leggett J.M.: Interspecific and intraspecific variation in grain and groat characteristics of wild oat (*Avena*) species: very high groat (1-3),(1-4)- β -D-glucan in an *Avena atlantica* genotype. *J. Cereal Sci.*, 2000, **31**, 273-279.
- [28] Wursch P., Pi-Sunyer F.X.: The role of viscous soluble fiber in the metabolic control of diabetes. A review with special emphasis on cereal rich in β -glucan. *Diabetes Care*, 1997, **20**, 1774-1996.

THE CONTENT OF SOME SELECTED NUTRIENTS COMPONENTS IN BLACK AND YELLOW HULL OATS

S u m m a r y

The objective of the study was to compare the contents of some selected nutrient components contained in the grains of three new brown hull oat strains (black oat) and in the grains of two leading cultivars (Bohun and Deresz) in term of their use value, which are commonly grown in Poland. The contents of the following components were determined: starch, fibre, pentosans, β -glucans, and phytinians.

Compared with the cultivated varieties of Deresz and Bohun, the black oat strains studied contained significantly less starch and higher amounts of crude fibre. The level of anti-nutrient components, i.e. pentosans, β -glucans, and phytinians varied in the examined oat samples and depended on the oat variety. It was found that in the grain of CHD 28/75/01 strain, the contents of phytinians and β -glucans were the highest (3.6 mg/g d.w. and 3.9 % d.w., respectively) among all the strains examined. The quality evaluation of the new oat strains allows for orienting the oat cultivation, as well as for selecting strains for the consumption.

Key words: grain, black hull oats, starch, fibre, anti-nutrient compounds ☒

DANUTA GÓRECKA, JACEK ANIOŁA, KRZYSZTOF DZIEDZIC,
PATRYCJA ŁAWNICZAK

WPLYW STOPNIA ROZDROBNIENIA MIKRONIZOWANYCH PREPARATÓW WYSOKOBŁONNIKOWYCH NA ICH WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu stopnia rozdrobnienia preparatów wysokobłonnikowych na ich właściwości funkcjonalne, tj. zdolność wiązania wody i zdolność do wymiany kationów. Materiał badawczy stanowiły preparaty z otrąb pszennych (PS), łuski kakaowej (KA), wysłodków z buraka cukrowego (BC), wytlóków jabłkowych (JA), wytlóków aroniowych (AR), wytlóków z czarnej porzeczki (CP) oraz rdzeni kolb kukurydzianych (KU), o stopniu rozdrobnienia 50 μm oraz 10-20 μm .

Badane preparaty charakteryzowały się zróżnicowaną zdolnością wiązania wody. Największą wodochłonnością cechował się preparat BC o stopniu rozdrobnienia 50 μm (9,17 g H₂O/g błonnika), najmniejszą zaś preparat AR i KU, o stopniu rozdrobnienia 10-20 μm , odpowiednio 2,90 g H₂O/g błonnika i 3,18 g H₂O/g błonnika. Im wyższy był stopień rozdrobnienia preparatów, tym mniejsza była ich zdolność wiązania wody. Stopień rozdrobnienia w zróżnicowany sposób wpłynął na zdolność do wymiany kationów. Największą zdolnością wymiany kationów odznaczał się preparat KA o stopniu rozdrobnienia 10 - 20 μm (0,272 mEq/g błonnika), najmniejszą natomiast preparat PS grubo rozdrobniony (50 μm) - 0,004 mEq/g błonnika.

Słowa kluczowe: mikronizowane preparaty wysokobłonnikowe, stopień rozdrobnienia, wodochłonność, zdolność do wymiany kationów

Wprowadzenie

Zwiększony wzrost zainteresowania żywnością funkcjonalną wśród konsumentów, a w szczególności substancjami bioaktywnymi, skłania producentów żywności do poszukiwania nowych źródeł i nośników tych substancji. Jedną z metod zwiększania zawartości włókna pokarmowego w diecie jest bezpośrednie spożywanie specjalnych preparatów o wysokiej jego zawartości lub dodawanie ich do produktów spożywczych

Dr hab. D. Górecka, mgr K. Dziedzic, mgr inż. P. Ławniczak, Katedra Technologii Żywności Człowieka, dr J. Anioła, Katedra Higieny Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

i potraw. Do produkcji preparatów wysokobłonnikowych stosuje się przede wszystkim części zbóż, owoców i warzyw bogatych w nieprzyswajalne węglowodany [3, 9, 12].

Włókno pokarmowe pełni różnorodne funkcje w organizmie człowieka. Wiąże ono wodę, kwasy żółciowe, absorbuje metale, wpływa również na szybkość pasażu treści pokarmowej przez jelita, obniża poziom glukozy i cholesterolu we krwi oraz zwiększa masę kału [7, 10, 11].

Bardzo ważną cechą fizyczną włókna pokarmowego jest zdolność do pęcznienia, a tym samym adsorbowania wody w swojej matrycy, którą tworzą polisacharydy i lignina. Zróżnicowane wyniki oznaczeń zdolności wiązania wody przez włókno pokarmowe, uzyskiwane przez różnych autorów, związane są z rodzajem produktu, zastosowaną metodą pomiaru, jak również sposobem postępowania z produktem przed pomiarem, a przede wszystkim z jego rozdrobieniem oraz ich obróbką cieplną [4, 13, 15, 17].

Wyniki wielu badań wskazują na wpływ stopnia rozdrobnienia na właściwości funkcjonalne włókna pokarmowego, jego oddziaływanie fizjologiczne, a także właściwości sensoryczne i technologiczne [2, 4, 14, 16].

Celem pracy było określenie wpływu stopnia rozdrobnienia preparatów wysokobłonnikowych na ich zdolność wiązania wody oraz zdolność do wymiany kationów w warunkach symulujących przewód pokarmowy człowieka.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły preparaty błonnikowe o dwóch stopniach rozdrobnienia: 10-20 μm (wysoko rozdrobnione) oraz 50 μm (średnio rozdrobnione). Były to następujące preparaty: otręby pszenne (PS), łuska kakaowa (KA), wysłodki buraczane (BC), wytloki jabłkowe (JA), wytloki aroniowe (AR), wytloki z czarnej porzeczki (CP) pochodzące z firmy Microstructure Sp. z o.o. z Warszawy oraz rdzenie kolb kukurydzianych (KU) pochodzące z Rolniczego Gospodarstwa Doświadczalnego w Swadziemiu, należącego do UP. Zawartość błonnika pokarmowego w badanych preparatach wahała się w granicach od 49,7 % (PS) do 88,9 % (KU). Szczegółowe informacje podano we wcześniejszej publikacji Anioły i Paczkowskiej [1].

Zdolność wiązania wody przez włókno pokarmowe badanych preparatów oznaczano metodą McConnella i wsp. [13], z modyfikacją dotyczącą adaptacji do warunków panujących w przewodzie pokarmowym człowieka [8]. Do badań odważano 0,5 g próby, dodawano 25 cm^3 buforu o pH 6,6 oraz 0,1 cm^3 Termamylu. Zawartość ogrzewano w łaźni wodnej (100 °C, 15 min). Po tym czasie próby studzono, pH doprowadzano do wartości 4,5, dodawano 0,1 g pepsyny i wytrząsano w łaźni wodnej (45 °C, 90 min). Następnie doprowadzano do pH = 8,7, dodawano 0,1 g pankreatyny i ponownie wytrząsano w łaźni wodnej (40 °C, 60 min). Zawartość odwirowywano (20 min,

3000 obr./min), zlewano płyn znad osadu i ważono. Zdolność wiązania wody obliczano z różnicy między masą mokrego osadu i masą suchego preparatu.

Do określenia zdolności wymiany kationów sodu zastosowano zmodyfikowaną metodę Robertsona i wsp. [16]. W tym celu przenoszono 0,5 g preparatu, uprzednio przeprowadzonego w formę kwaśną (moczenie proszku w 100 cm³ 0,1 M HCl przez 48 h), do kolb stożkowych o poj. 250 cm³, dodawano 100 cm³ 5 % roztworu NaCl w buforze (pH 6,6) oraz 0,1 cm³ Termamylu i ogrzewano w łaźni wodnej (100 °C, 15 min). Po tym czasie próby studzono, doprowadzano do pH 4,5, dodawano 0,1 g pepsyny i wytrząsano w łaźni wodnej (45 °C, 90 min). Następnie doprowadzano pH do 8,7, dodawano 0,1 g pankreatyny i ponownie wytrząsano w łaźni wodnej (40 °C, 60 min). Próby miareczkowano 0,1 M roztworem HCl wobec fenoloftaleiny do uzyskania lekko różowego zabarwienia. Równolegle wykonywano próbę kontrolną bez dodatku błonnika. Zdolność wymiany kationów obliczano z następującej zależności: 1 cm³ 0,1 M HCl = 0,1 mEq.

Uzyskane wyniki poddano weryfikacji statystycznej przy zastosowaniu oprogramowania komputerowego Statistics. Do wyznaczenia istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi posłużono się jednoczynnikową analizą wariancji przy zastosowaniu testu Scheffego na poziomie istotności $p < 0.05$.

Wyniki i dyskusja

W warunkach przeprowadzonych doświadczeń wodochłonność badanych preparatów zależała od rodzaju preparatu i zmieniała się wraz ze zmianą stopnia rozdrobnienia (tab. 1).

Największą wodochłonnością, niezależnie od stopnia rozdrobnienia, cechował się preparat BC (9,17 g H₂O/g błonnika - 50 μm), najmniejszą zaś preparat AR i KU o stopniu rozdrobnienia 10 - 20 μm, odpowiednio 2,90 g H₂O/g błonnika i 3,18 g H₂O/g błonnika. Biorąc pod uwagę stopień rozdrobnienia preparatów, istotnie większą wodochłonnością cechowały się preparaty średnio rozdrobnione niż wysoko rozdrobnione. Wodochłonność preparatów o stopniu rozdrobnienia 50 μm wahała się od 4,14 g H₂O/g błonnika (preparat AR) do 9,17 g H₂O/g błonnika (preparat BC), natomiast wysoko rozdrobnionych od 2,90 g H₂O/g błonnika (AR) do 7,34 g H₂O/g błonnika (BC). Nie stwierdzono istotnego wpływu stopnia rozdrobnienia na wodochłonność preparatu KA. Największą różnicę wodochłonności stwierdzono w przypadku preparatów JA i KU. Preparaty wysoko rozdrobnione JA i KU wiązały mniej wody, odpowiednio o 37 % i 35,5 %, w porównaniu z preparatami średnio rozdrobnionymi. Według McConnella i wsp. [13] oraz Nelson [14] rozdrabnianie jest procesem, który redukuje wielkość cząstek substancji rozdrabnianej, zmniejszając długość włókna, a tym samym zdolność wiązania wody. Podczas rozdrabniania zachodzą zmiany w substancji błonnikowej. Przede wszystkim zmniejsza się ogólna wielkość cząstek, co powoduje rozwi-

nięcie ogólnej powierzchni surowca, bardziej dostępnej wodzie. Rozdrobnienie może jednak spowodować zmniejszenie wielkości porów wewnątrz substancji błonnikowej, co może prowadzić do mniejszej wodochłonności.

Tabela 1

Zdolność wiązania wody preparatów wysokobłonnikowych o różnym stopniu rozdrobnienia [g H₂O/g błonnika].

Water binding capacity of high fibre preparations with diverse degrees of their particle size reduction [g H₂O/g dietary fibre].

Preparat Preparation	Stopień rozdrobnienia Degree of particle size reduction	
	50 µm	10 - 20 µm
Otręby pszenne / Wheat bran	5,66 ^{2b} ± 0,10	4,94 ^{3a} ± 0,25
Wytłoki z czarnej porzeczki Black currant pomace	5,47 ^{2b} ± 0,16	4,04 ^{2a} ± 0,43
Wytłoki aroniowe Black chokeberry pomace	4,14 ^{1b} ± 0,44	2,90 ^{1a} ± 0,27
Wysłodki buraczane Sugar beet pulp	9,17 ^{5b} ± 0,30	7,34 ^{5a} ± 0,27
Luska kakaowa Cocoa husks	6,28 ^{3a} ± 0,04	6,01 ^{4a} ± 0,22
Rdzenie kolb kukurydzianych Corncobs	4,93 ^{1b} ± 0,22	3,18 ^{1a} ± 0,10
Wytłoki jabłkowe Apple pomace	7,94 ^{4b} ± 0,14	4,99 ^{3a} ± 0,55

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a,b - wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p < 0.05$ / values in lines and denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$;

1-5 - wartości w kolumnach oznaczone różnymi cyframi różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p < 0.05$ / values in columns and denoted by different numerals differ statistically significantly at $p < 0.05$.

Przeprowadzone badania wykazały, że największą zdolnością do wymiany kationów, niezależnie od stopnia rozdrobnienia, charakteryzował się preparat KA (0,246 mEq/g błonnika - 50 µm, najmniejszą zaś preparat PS (0,004 mEq/g błonnika - 50 µm) - tab. 2.

Stopień rozdrobnienia preparatów w zróżnicowany sposób wpłynął na ich pojemność kationowymienną. Wraz ze wzrostem rozdrobnienia preparatów PS i KA zwiększała się ich zdolność do wymiany kationów. Preparat JA cechował się wyższą pojemnością kationowymienną przy rozdrobnieniu 50 µm, zaś w przypadku preparatów CP, AR, BC i KU, nie stwierdzono istotnego wpływu stopnia rozdrobnienia na ich zdol-

ność wymiany kationów. Z wielu badań wynika, że zdolność kationowymienna włókna pokarmowego zależy od odczynu środowiska i zabiegów technologicznych [4, 5, 6]. Badania Eastwooda i wsp. [5] wykazały, że proces suszenia preparatów błonnikowych, jak i mielenia, w znacznym stopniu wpłynął na zmniejszenie ich zdolności do wymiany jonowej. Potwierdzeniem tych obserwacji jest również praca Raspera [15], w której autor wykazał, że suszone preparaty błonnikowe (temp. 110 °C, 2 h), a szczególnie łuska sojowa i orzeszki ziemne, charakteryzowały się znacznie mniejszą zdolnością hydratacyjną oraz zdolnością do wymiany kationów. Ebihara i Takeuchi [6] wykazali, że wielkość cząstek nie ma większego wpływu na pojemność kationowymienną, ale zdecydowanie na tę właściwość wpływa odczyn środowiska. Autorzy ci sugerują, że grupy karboksylowe i hydroksylowe obecne w hemicelulozach w największym stopniu uczestniczą w wymianie jonowej.

Tabela 2

Zdolność do wymiany kationów preparatów wysokobłonnikowych o różnym stopniu rozdrobnienia [mEq/g błonnika].

Cation exchange capacity of high fibre preparations with diverse degrees of their particle size reduction [mEq/g dietary fiber].

Preparat Preparation	Stopień rozdrobnienia Particle size	
	50 µm	10 - 20 µm
Otręby pszenne / Wheat bran	0.004 ^{1a} ± 0.001	0.027 ^{1b} ± 0.001
Wytłoki z czarnej porzeczki Black currant pomace	0,118 ^{4a} ± 0.001	0,115 ^{3a} ± 0.002
Wytłoki aroniowe Black chokeberry pomace	0,114 ^{3b} ± 0.001	0,112 ^{3a} ± 0.002
Wysłodki buraczane Sugar beet pulp	0,187 ^{5a} ± 0.002	0,186 ^{5a} ± 0.002
Łuska kakaowa Cocoa husks	0,246 ^{6a} ± 0.001	0,272 ^{6b} ± 0.001
Rdzenie kolb kukurydzianych Corncobs	0,122 ^{4a} ± 0.001	0,125 ^{4a} ± 0.001
Wytłoki jabłkowe Apple pomace	0.096 ^{2b} ± 0.002	0.076 ^{2a} ± 0.002

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a,b - wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p < 0.05$ / values in lines and denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0.05$

1-6 - wartości w kolumnach oznaczone różnymi cyframi różnią się statystycznie istotnie na poziomie $p < 0.05$ / values in columns and denoted by different numerals differ statistically significantly at $p < 0.05$

Przedstawione wyniki badań wskazują, że wielkość cząstek i struktura włókna są ważnymi fizycznymi parametrami włókna pokarmowego. Zdolność zatrzymywania wody przez włókno pokarmowe różnego pochodzenia może być zmieniona wskutek modyfikacji jego fizycznej struktury. Fakt ten powinien być uwzględniany przy przewidywaniu fizjologicznego oddziaływania włókna na organizm człowieka.

Wnioski

1. Właściwości funkcjonalne mikronizowanych preparatów wysokobłonnikowych zależały od rodzaju preparatu oraz stopnia rozdrobnienia. Największą wodochłonnością charakteryzował się preparat z buraka cukrowego, najmniejszą zaś preparat z aronii i kukurydzy.
2. Wraz ze wzrostem rozdrobnienia preparatów błonnikowych malała ich zdolność wiązania wody.
3. Największą zdolnością do wymiany kationów, niezależnie od stopnia rozdrobnienia, charakteryzował się preparat z łuski kakaowej, najmniejszą zaś preparat z pszenicy. Stopień rozdrobnienia preparatów wywarł zróżnicowany wpływ na ich zdolność do wymiany kationów.

Praca finansowana ze środków KBN, projekt badawczy nr 2 P06T 049 27; była prezentowana podczas obrad VI Konferencji Naukowej nt. „Nowoczesne metody analityczne w zapewnieniu jakości i bezpieczeństwa żywności”, Warszawa, 6 – 7 grudnia 2007 r.

Literatura

- [1] Anioła J., Paczkowska M.: A comparison of two enzymatic methods for the analysis of dietary fiber in high-fiber preparations. *Nauka Przyr. Technol.*, 2007, **1** (2), 1-5.
- [2] Barroto B., Larrauri J.A., Cribeiro A.: Particle size influence on water holding capacity of citrus and pineapple dietary fiber. *Alimentaria*, 1995, **268**, 89-90.
- [3] Borycka B., Górecka D.: Analiza frakcji błonnika pokarmowego w odpadach pomidorowych i marchwiowych. *Towaroznawcze Problemy Jakości*, 2005, **1** (2), 148-150.
- [4] Cadden A.M. : Comparative effects of particle size reduction on physical structure and water binding properties of several plant fibers. *J. Food Sci.*, 1987, **52**, **6**, 1595-1599.
- [5] Eastwood M.A., Msc, F.R.C.P., Robertson J.A.: The place of dietary fiber in our diet. *J. Hum. Nutr.*, 1981, **32**, 53.
- [6] Ebihara K., Takeuchi M.: Effect of particle size on the cation exchange capacity, surface area and zinc binding capacity of refined corn hull. *Agric. Biol. Chem.*, 1991, **55**, 1455-1458.
- [7] Gawęcki J., Górecka D.: Effect of fractions composition on biological activity of dietary fibre. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1992, **1/42**, 73-80.
- [8] Górecka D., Korczak J.: Wpływ zabiegów technologicznych na skład i właściwości funkcjonalne błonnika pokarmowego nasion roślin strączkowych.


- [9] Hibbs A.H., Young L.R., Quaker O.C.: Process for preparing a high soluble fiber barley fraction. European Patent Application No. EP0606080, 1994.
- [10] Kahlon T.S., Woodruff C.L.: *In vitro* binding of bile acids by ready-to-eat breakfast cereals. Cereal Foods World, 2003, **48**, **2**, 73-75.
- [11] Kritchevsky D.: Cereal fiber and lipidemia. Cereal Foods World, 1997, **2** (**42**), 81-85.
- [12] Masooi F.A., Sharma B., Chauhan G.S.: Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes. Plant Foods Hum. Nutr., 2002, **2** (**57**), 121-128.
- [13] McConnell A.A., Eastwood M.A., Mitchel W.D.: Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. J. Sci. Food Agric., 1974, **25** (**31**), 1457-1464.
- [14] Nelson A.L.: Properties of high-fiber ingredients. Cereal Foods World, 2001, **3** (**46**), 92-100.
- [15] Rasper V.F.: Chemical and physical characteristics of dietary cereal fiber. In: Dietary Fibers: Chemistry and Nutrition - red. G.E. Inglett and S.I. Falkehag. Academic Press, New York 1979, pp. 93-115.
- [16] Robertson J.A., Eastwood M.A., Yemon M.M.: An investigation into physical properties of fiber prepared from several carrot varieties at different stages of developed. J. Sci. Agric., 1980, **31**, 633-638.
- [17] Robertson J.A., Eastwood M.A.: An examination of factors which may effect the water holding capacity of dietary fibre. Br. J. Nutr., 1981, **45**, 83-85.

IMPACT OF PARTICLE SIZE REDUCTION DEGREE OF MICRONIZED HIGH-FIBRE PREPARATIONS ON THEIR SELECTED FUNCTIONAL PROPERTIES

S u m m a r y

The objective of the study was to investigate the impact of particle size reduction degree of high-fibre preparations on their functional properties e.g. water binding capacity and cation exchange capacity. Wheat bran (PS), cocoa husks (KA), sugar beet pulp (BC), apple pomace (JA), black chokeberry pomace (AR), black currant pomace (CP), and corncobs (KU) with a particle size of 50 μm and 10-20 μm constituted the material for investigations.

The preparations investigated were characterized by varying water binding capacity. The BC preparation with a particle size of 50 μm showed the highest water binding capacity (9.17 g H₂O/1 g dietary fibre), and the AR and KU preparations with a particle size of 10 - 20 μm – the lowest, i.e. 2.90 g H₂O/g dietary fibre and 3.18 g H₂O/g dietary fibre, respectively. The higher degree of particle size reduction the lower was their water binding capacity. The degree of particle size reduction influenced the cation exchange capacity in a diversified way. The KA preparation with a particle size of 10 - 20 μm (0.272 mEq/g dietary fibre) showed the highest cation exchange capacity, and the PS preparation with a small reduction size (50 μm) – the lowest, i.e. 0.004 mEq/g dietary fibre.

Key words: micronized high-fibre preparations, degree of particle size reduction, water binding capacity, cation exchange capacity 

MAGDALENA MICHALCZYK, RYSZARD MACURA

WPŁYW WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA NA JAKOŚĆ WYBRANYCH, DOSTĘPNYCH W OBROTCIE HANDLOWYM, MAŁO PRZETWORZONYCH PRODUKTÓW WARZYWNYCH

Streszczenie

W pracy określono zawartość składników biologicznie czynnych oraz jakość mikrobiologiczną wybranych, dostępnych w handlu, warzyw mało przetworzonych i skielkowanych nasion, przechowywanych w temperaturze 0 i 6 °C. Nie stwierdzono jednoznacznie korzystniejszego wpływu niższej z temp. składowania na jakość warzyw. Przyczyną braku tego zróżnicowania była prawdopodobnie synteza chlorofili i karotenoidów zachodząca w niektórych warzywach podczas przechowywania w temp. 6°C, z ograniczonym dostępem światła. Jedynie pod względem mikrobiologicznym niższa z temperatur składowania okazała się korzystniejsza. Ze wszystkich badanych produktów szczególnie małą zawartością polifenoli, chlorofili, karotenoidów, suchej masy i witaminy C cechowała się cięta sałata lodowa. W trakcie przechowywania nie stwierdzono wyraźnej zależności pomiędzy aktywnością enzymu polifenolooksydazy a zmianami zawartości składników fenolowych w warzywach. Ogólna liczba bakterii w badanych wyrobach mieściła się w zakresie od 10^5 do 10^9 jtk/g, bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* od 10^4 do 10^7 jtk/g, a drożdży i pleśni od 10^2 do 10^6 jtk/g.

Słowa kluczowe: warzywa mało przetworzone, kielki, przechowywanie, zanieczyszczenie mikrobiologiczne, chlorofile, karotenoidy, polifenole, witamina C

Wprowadzenie

Wyroby, takie jak: skielkowane nasiona, myte i rozdrobnione warzywa do sałatek oraz niektóre warzywa drobno liściowe cieszą się coraz większym zainteresowaniem konsumentów. Ich sprzedaż prowadzą zarówno duże supermarkety, jak i małe sklepy warzywne i spożywcze. Produkty te cechują się zwykle krótkim okresem przydatności do spożycia. Ze względu na bardzo ograniczoną obróbkę jakiej są poddawane, zachodzą w nich w dalszym ciągu procesy biochemiczne, w tym mikrobiologiczne, prowadzące na ogół po kilku dniach składowania do dyskwalifikacji wyrobów ze względu na zmiany sensoryczne. Wiele gatunków świeżych warzyw już w krótkim czasie po zbio-

rze traci dużą część swoich aktywnych biologicznie składników, szczególnie jeżeli przechowywane są w temperaturze pokojowej (20°C). Dotyczy to zwłaszcza witaminy C [6].

Dodatковым czynnikiem sprzyjającym nasileniu niekorzystnych przemian biochemicznych jest rozdrobnienie. Powoduje ono zniszczenie naturalnej bariery, jaką jest skórka i umożliwia szybszy rozwój mikroorganizmów, jak również ułatwia kontakt uwolnionych enzymów z substratami. Dlatego ważnym elementem procesu technologicznego po pokrojeniu i wypłukaniu surowców jest usunięcie resztek wody i uwolnionego soku tkankowego w wirówkach, co w pewnym stopniu zabezpiecza przed gwałtownym rozwojem mikroflory. W przypadku owoców i warzyw cięcie powoduje przyspieszenie oddychania (od 1,2- do 7-krotnie w porównaniu z surowcami nierozdrobnionymi) oraz zwiększenie tolerancji na wysoką koncentrację CO₂, a zmniejszenie jej względem tlenu [23]. Ponadto zwiększona zostaje wrażliwość na działanie etylenu, jak również może nastąpić wzrost jego wytwarzania przez te surowce. Zwiększa się także szybkość oddychania [20]. W przypadku warzyw dochodzi do katalizowanego przez enzymy utleniania nienasyconych kwasów tłuszczowych, co prowadzi do powstawania aldehydów i ketonów mających zasadniczy wpływ na aromat produktu. Następują także reakcje enzymatycznego brunatnienia, rozpad chlorofili i utrata jędrności [20].

Ocena jakości mikrobiologicznej minimalnie przetworzonych warzyw sprzedawanych na naszym rynku była przedmiotem niewielu prac [12, 14, 17]. Nie stwierdzono w nich obecności bakterii chorobotwórczych należących do *Salmonella* sp. czy *Listeria* sp., jednak ogólna liczba bakterii była duża i w półproduktach do sałatek zawierała się w zakresie od 10⁶ do 10⁸, natomiast w kielkach przekraczała 10⁹. Znaczące było w obu przypadkach również zanieczyszczenie bakteriami z grupy coli [12, 14]. Jak zwracają uwagę Leszczyńska-Fik i Fik [12], tak wysokie zanieczyszczenie może nie być obojętne dla zdrowia konsumentów, szczególnie jeżeli mają oni obniżoną odporność.

Celem niniejszej pracy była charakterystyka biochemiczna i mikrobiologiczna wybranych, mało przetworzonych produktów roślinnych dostępnych w handlu oraz ocena zmian ich jakości pomiędzy pierwszym i ostatnim dniem okresu przydatności do spożycia, po przechowywaniu w różnych warunkach.

Material i metody badań

Surowcem do badań były kielki słonecznika, rzodkiewki i lucerny, liście rukoli, mizuny i roszonek oraz surówka wiejska (szatkowana kapusta, marchew i por), a także cięte liście sałaty lodowej. Produkty podzielono na dwie grupy. Pierwszą przechowywano w temp. 6 ± 1 °C, przy ograniczonym dostępie światła (dienne rozproszone), a drugą w temp 0 ÷ 0,5 °C, bez dostępu światła. Próby przechowywano w oryginal-

nych nieuszkodzonych opakowaniach. Analizy wykonywano pierwszego i ostatniego dnia terminu przydatności do spożycia, zgodnie z deklaracją producenta (kielki - 7 dni, liście - 9 dni, warzywa cięte - 5 dni).

W materiale roślinnym oznaczono zawartość: suchej masy, witaminy C, karotenoidów, chlorofili i polifenoli. Określono aktywność polifenolooksydazy oraz przeprowadzono badania mikrobiologiczne.

Zawartość suchej masy oznaczano susząc próbki w suszarce w temp. 70 °C do stanu powietrznie suchego, a następnie w suszarce próżniowej, w obecności środka odwadniającego, w temp. 70 °C do stałej masy.

Zawartość witaminy C oznaczano metodą z wykorzystaniem chromatografu HPLC typu Merck – Hitachi LaChrome, zgodnie z normą [16].

Karotenoidy oraz chlorofile oznaczano metodą spektrofotometryczną, prowadząc ekstrakcję acetonem [4] i mierząc absorbancję przy długości fali 662 nm (chlorofil a), 645 nm (chlorofil b) i 470 nm (karotenoidy) [5].

Polifenole oznaczano przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu'a, mierząc absorbancję przy długości fali 750 nm w spektrofotetrze Cecil UV/VIS CE 9500 (Cecil Instruments, Cambridge England). Do wykreślenia krzywej kalibracyjnej użyto kwasu galusowego jako wzorca. Wynik był wyrażany jako równoważnik kwasu gallusowego (GAE) w mg/100 g produktu. Zastosowano metodykę opisaną przez Singletona i Rossiego [18].

Aktywność polifenolooksydazy określano przy wykorzystaniu katecholu, mierząc absorbancję przy długości fali 420 nm. Wyniki obliczano jako tangens kąta nachylenia liniowej części krzywej wykreślonej w ciągu 3 min ($\Delta A \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$) [2].

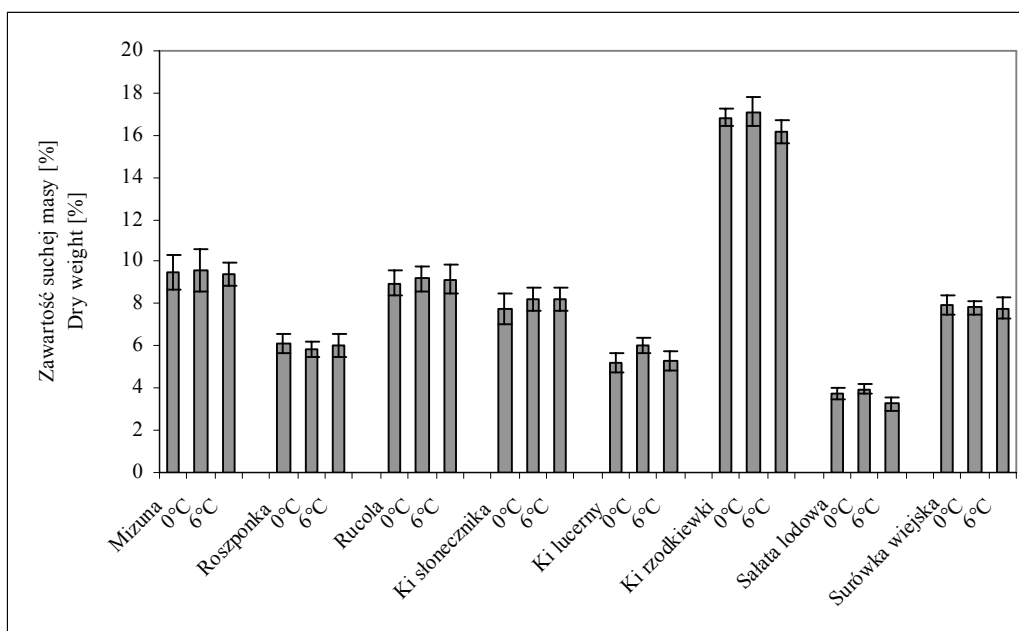
Badania mikrobiologiczne obejmowały oznaczenie ogólnej liczby bakterii (OLB), drożdży i pleśni oraz bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*. Ogólną liczbę bakterii oznaczano na podłożu PCA firmy Merck, inkubując próby w temp. 30 °C przez 48 h [1]. Drożdże i pleśnie izolowano stosując posiewy na agar maltozowy (Oxoid) o pH 3,5 i 4-dniową inkubację w temperaturze 25 ± 1 °C [19]. Bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae* oznaczano metodą płytkową na podłożu VRBG po 24-godzinnej inkubacji w temp. 37 °C [15].

Analizy wykonano w trzech powtórzeniach. Obliczenia statystyczne przeprowadzono przy użyciu pakietu CSS Statistica. Analizowano istotność różnic przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Pod względem zawartości suchej masy nie stwierdzono istotnych zmian jej wartości w żadnym ze składowanych produktów (rys. 1), co związane jest ze sposobem przechowywania warzyw w zamkniętych pojemnikach.

Największą zawartością witaminy C (rys. 2.) odznaczały się liście mizuny, rukoli i kiełki rzodkiewki. W przechowywanych kiełkach, we wszystkich ich rodzajach, stwierdzono wzrost zawartości witaminy C, lecz jedynie w przypadku kiełków rzodkiewki przechowywanych w wyższej temperaturze był on statystycznie istotny. Niewątpliwie duże znaczenie odegrał tu dostęp światła, które wpływa na wzrost zawartości kwasu askorbinowego w kiełkach. Również w trakcie samego procesu kiełkowania stwierdza się przyrost zawartości tego związku [11]. Natomiast we wszystkich pozostałych surowcach wystąpiło statystycznie istotne zmniejszenie zawartości witaminy C w stosunku do stanu początkowego.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

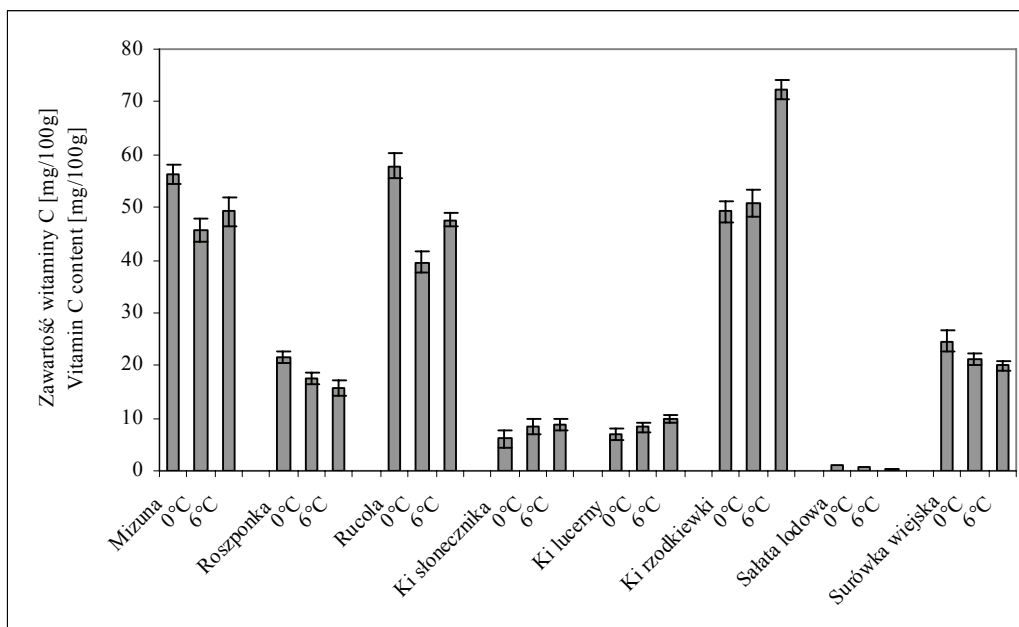
I słupek – oznaczenie wykonane w pierwszym dniu przydatności do spożycia badanego produktu; II i III słupek – oznaczenie wykonane w ostatnim dniu przydatności do spożycia badanego produktu / Bar I – the determination made on the first day of the studied product's usefulness for consumption; Bars II and III: the determinations made on the last day of the studied product's usefulness for consumption
 mizuna / mizuna; roszponka / corn salad (*Valerianella locusta*); rukola / rocket salad (*Eruca vesicaria*);
 kiełki słonecznika / sunflower sprouts; kiełki lucerny / medicago (also: medick or burclover); kiełki rzodkiewki / radish sprouts; sałata lodowa / iceberg lettuce; surówka wiejska / farmhouse salad;

Rys. 1. Zawartość suchej masy w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

Fig. 1. Dry weight of vegetable products stored at 0 and 6 °C.

Stwierdzone, procentowe ubytki zawartości witaminy C po przechowywaniu były zbliżone do tych, jakie w innych warzywach RTU (ready-to-use) stwierdzili Hussein i wsp. [10]. Zawartość witaminy C w mało przetworzonych warzywach ma duże zna-

czenie praktyczne ze względu na stale rosnące spożycie takich produktów w skali światowej [10].



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes see Fig. 1.

Rys. 2. Zawartość witaminy C w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

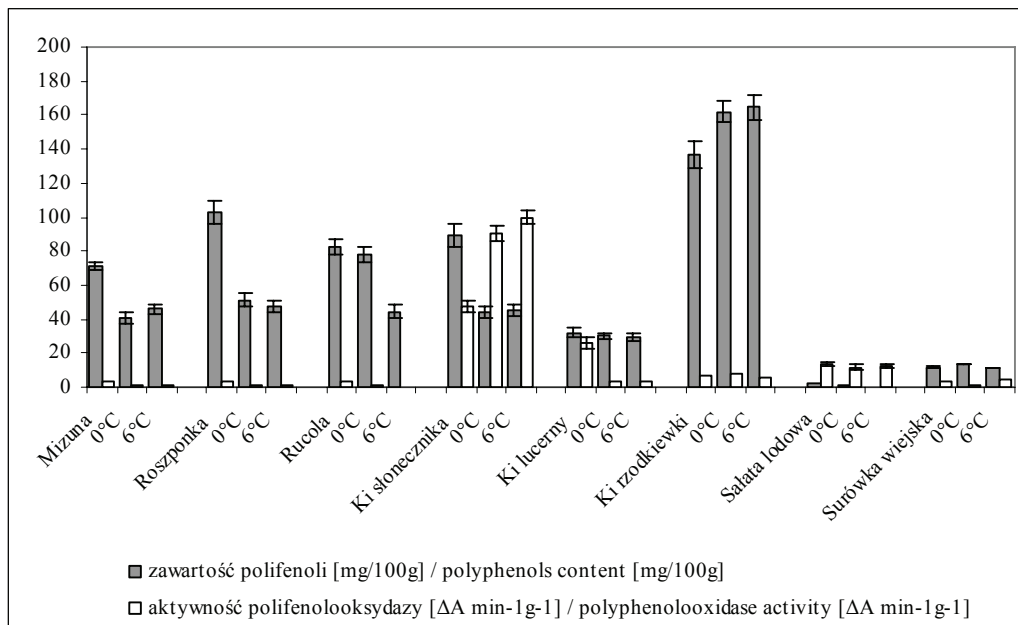
Fig. 2. Vitamin C content in products stored at 0 and 6 °C on the first and the last day of their shelf-life.

Zawartość polifenoli (rys. 3) we wszystkich przypadkach, z wyjątkiem kiełków rzodkiewki, zmniejszała się podczas składowania, przy czym zmiany te były statystycznie istotne tylko w przechowywanej w temp. 0 °C rukoli i kiełkach lucerny przechowywanych w obu temperaturach. W surówce wiejskiej, a zwłaszcza w sałacie lodowej zawartość tych związków była bardzo mała.

Nie stwierdzono silnej zależności pomiędzy aktywnością polifenolooksydazy a zawartością omawianych składników (rys. 3). Najwyższą, wyraźnie odbiegającą od innych i rosnącą statystycznie istotnie w trakcie przechowywania aktywnością tego enzymu cechowały się kiełki słonecznika. W pozostałych produktach jego aktywność była wielokrotnie mniejsza i malała w czasie przechowywania, choć jedynie w przypadku kiełków lucerny zmiany te były statystycznie istotne.

Polifenolooksydaza znana także jako oksydaza katecholowa, difenolooksydaza, fenolaza czy tyrozynaza ma zdolność przekształcania *o*-dihydroksyfenoli

w *o*-benzochinony, czego następstwem jest brązowienie wpływające zarówno na barwę, jak i smakowitość oraz teksturę produktów [13].



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes see Fig. 1

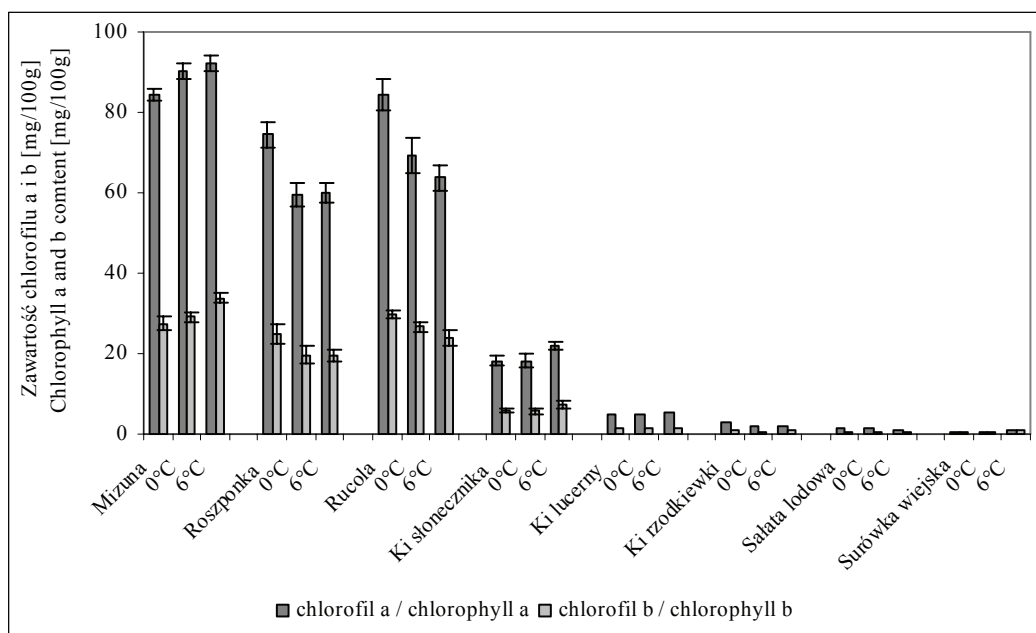
Rys. 3. Zawartość polifenoli oraz aktywność polifenolooksydazy w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

Fig. 3. Content of polyphenols and activity of polyphenoloxidase in the vegetable products stored at 0 and 6 °C.

Stopień degradacji składników chlorofilowych jest uważany za dobry wskaźnik fizjologicznej kondycji tkanek roślin zielonych [22]. Ponadto ich pochodne wykazują aktywność biologiczną, która może być cenna z punktu widzenia zdrowia człowieka [7]. W tkankach roślin chlorofilu *a* jest zwykle nawet do trzech razy więcej niż chlorofilu *b* [7]. Składniki te są rozkładane przez chlorofilazę, oksydazę chlorofilową, kwasną hydrolazę lipidów i system peroksydaza - nadtlenuk wodoru. Etylen może zwiększać aktywność chlorofilazy i w ten sposób przyspieszać rozkład chlorofilu [20]. Największą zawartość omawianych składników oznaczono w liściach mizuny, rukoli i roszponki (rys. 4). Stosunkowo wysoką ich zawartość odnotowano również w kiełkach słonecznika. Po przechowywaniu, w mizunie stwierdzono statystycznie istotny wzrost zawartości obu rodzajów chlorofilu.

Również Zhuang i wsp. [24] wykazali, że w określonych warunkach przechowywania tkanki brokuła mają zdolność do syntetyzowania chlorofilu. Jednak w później-

szym okresie składowania zawartość chlorofilu w omawianym badaniu zaczynała się zmniejszać. Pewien niewielki wzrost zawartość tych związków stwierdzono również w kiełkach słonecznika, statystycznie istotny w przypadku wyższej temperatury przechowywania. W pozostałych produktach zawartość chlorofilu zmniejszała się, przy czym najwyraźniej zmiany te można było zaobserwować w liściach rukoli, a następnie roszponki.



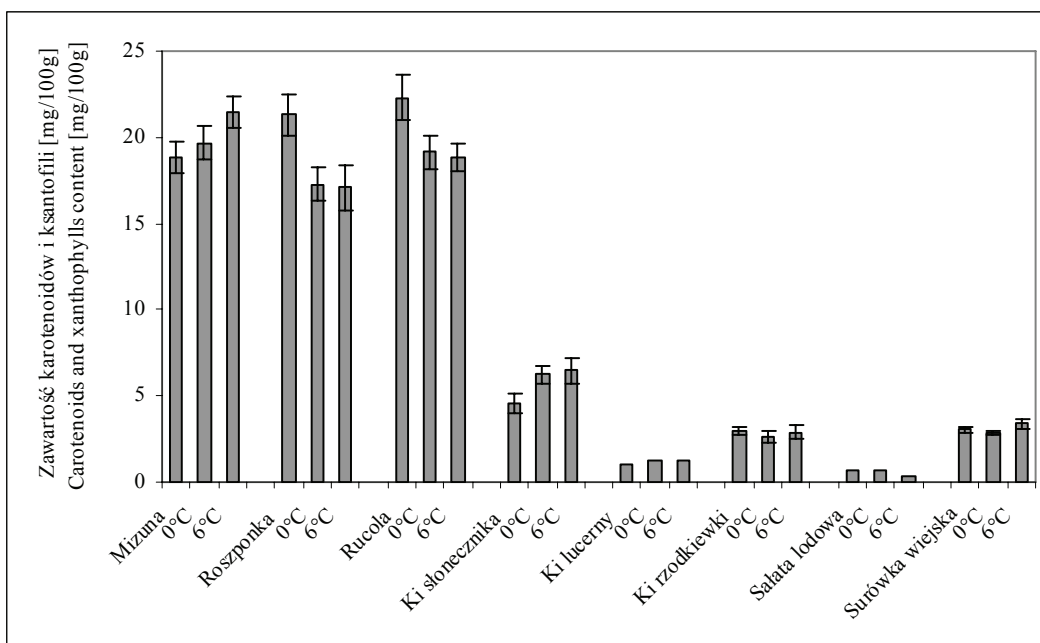
Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes see Fig. 1.

Rys. 4. Zawartość chlorofilu *a* i chlorofilu *b* w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

Fig. 4. Contents of chlorophyll *a* and chlorophyll *b* in the vegetable products stored at 0 and 6 °C.

Zawartość sumy karotenoidów i ksantofili była największa w liściach rukoli, roszponki i mizuny (rys. 5). Związki te cechowała dość dobra stabilność we wszystkich przechowywanych produktach, niezależnie od warunków składowania. Najwyraźniejszy ich ubytek odnotowano w przypadku roszponki i rukoli. Dane literaturowe odnoszące się do przechowywania przy dostępie światła lub bez, pasteryzowanych soków marchwiowych wskazują na jego wpływ na przyspieszoną degradację tych związków [3]. Ci sami autorzy podkreślają też, że podwyższenie temperatury składowania intensyfikuje procesy rozpadu karotenoidów. Jednak w tkankach żywych, szczególnie przechowywanych z dostępem światła, może następować synteza omawianych związków,

co wykazano w przypadku liści mizuny. Należy podkreślić, że w liściach tej sałaty zaobserwowano analogiczny wzrost zawartości obu rodzajów chlorofilu. Podobny, również statystycznie istotny, wzrost zawartości zarówno sumy karotenoidów i ksantofili, jak i obu chlorofili stwierdzono w przypadku kiełków słonecznika. W pozostałych surowcach zmiany były statystycznie nieistotne. Również Hussein i wsp. [10] w przechowywanych RTU brokułach i zielonej papryce nie stwierdzili po 10 dniach przechowywania istotnych zmian zawartości β -karotenu.



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes see Fig. 1.

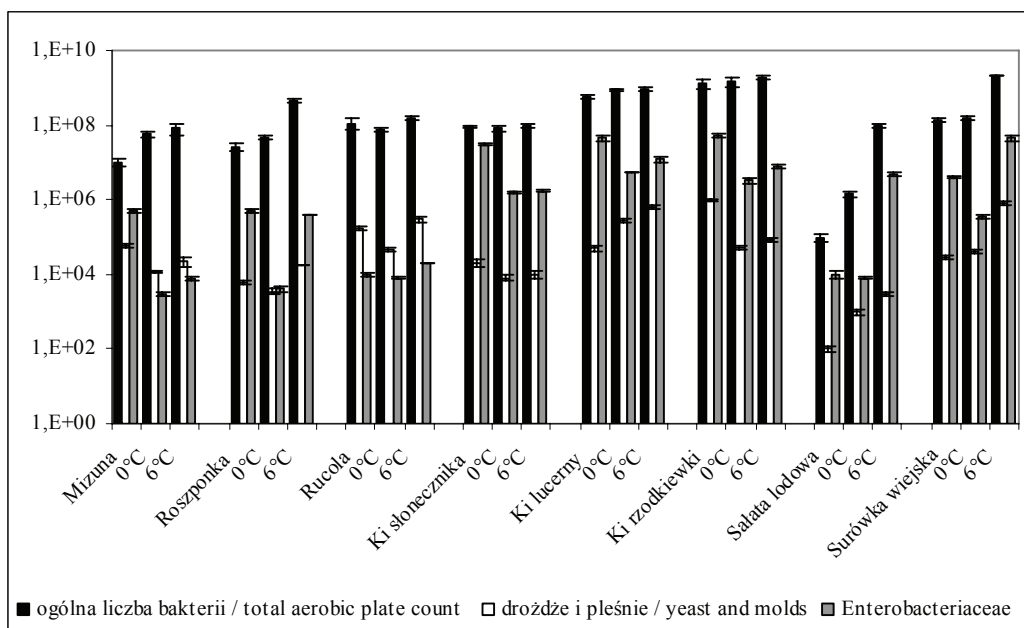
Rys. 5. Zawartość sumy karotenoidów i ksantofili w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

Fig. 5. Contents of total carotenoids and xanthophylls in the vegetable products stored at 0 and 6 °C.

Generalnie sałata lodowa zawierała najmniej wszystkich oznaczanych składników. Niezwykle mała była w niej zawartość witaminy C, chlorofili, karotenoidów oraz polifenoli, przy jednocześnie dość wysokiej aktywności polifenolooksydazy. Warzywo to cechowała też bardzo mała zawartość suchej masy. Nie stanowi więc ona dobrego źródła uzupełniania diety w analizowane związki.

Ogólna liczba bakterii w ocenianych wyrobach była stosunkowo wysoka (rys. 6). W większości przypadków już pierwszego dnia analiz przekraczała 5×10^7 jtk/g, która jest maksymalną rekomendowaną zawartością według kryteriów niemieckich i francuskich odnoszących się do gotowych mieszanek sałatkowych [8]. Jednak ostatniego

dnia składowania liczba stwierdzonej mikroflory nie była znacząco wyższa, w pojedynczych przypadkach różnica wynosiła jeden rząd wielkości, przy czym generalnie wyższe wyniki uzyskiwano w temp. 6 °C. Wyjątek stanowiła sałata lodowa, w przypadku której zaobserwowano wyraźny wzrost mierzonego wskaźnika. Ze względu jednak na stosunkowo niskie początkowe zanieczyszczenie mikrobiologiczne, wartości końcowe były mniejsze od zaleceń francuskich i niemieckich. W niektórych jednak krajach, np. w Indiach, stwierdzano jeszcze wyższe zanieczyszczenie warzyw RTU i kiełków wynoszące od 10^5 do 10^{11} jtk/g [21].



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes see Fig. 1.

Rys. 6. Liczba drobnoustrojów w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

Fig. 6. Microorganisms count in products stored at 0 and 6°C on the first and the last day of their shelf-life.

Liczba drożdży i pleśni w analizowanych świeżych próbkach mieściła się w zakresie od 10^2 jtk/g (sałata lodowa) do 10^5 jtk/g (rukola), a bakterii należących do rodziny *Enterobacteriaceae* od 10^4 jtk/g (sałata lodowa) do 10^7 jtk/g (kiełki lucerny, rzodkiewki i słonecznika). Zbliżoną wielkością zanieczyszczenie kiełków drożdżami i pleśniami stwierdzili Gabriel i wsp. [9], oceniając produkty dostępne w handlu na Filipinach. Również liczebność tych drobnoustrojów w trakcie przechowywania zmieniała się w większości przypadków nieznacznie, przy czym obserwowano zarówno wzrosty, jak i zmniejszanie się liczby oznaczanych mikroorganizmów.

Wnioski

1. Nie stwierdzono jednoznacznie korzystniejszego wpływu przechowywania mało przetworzonych produktów warzywnych w temp 0 °C bez dostępu światła, niż w temp 6°C z ograniczonym jego dostępem, na zawartość analizowanych związków, co wynika m. in. z możliwości syntezy niektórych biologicznie czynnych składników w wyższej z temperatur.
2. Jedynym wskaźnikiem, który ulegał w sposób dość jednoznaczny większym zmianom w wyższej temperaturze niż w niższej było zanieczyszczenie mikrobiologiczne.
3. Ze wszystkich badanych produktów szczególnie małą zawartością polifenoli, chlorofili, karotenoidów, suchej masy i witaminy C cechowała się cięta sałata lodowa.
4. W trakcie przechowywania produktów nie stwierdzono wyraźnej zależności pomiędzy aktywnością enzymu polifenolooksydazy a zmianami zawartości składników polifenolowych.
5. Ogólną jakość wszystkich badanych produktów przechowywanych w obu wartościach temperatury, ostatniego dnia przydatności do spożycia, należy uznać za dobrą.

Literatura

- [1] Burbianka M., Pliszka A., Burzyńska H.: Mikrobiologia żywności. PZWL. Warszawa 1983.
- [2] Cano M.P., de Ancos B., Lobo M.G., Santos M.: Improvement of frozen banana (*Musa cavendishii* cv.Enana) colour by blanching: relationship between browning, phenols and polyphenol oxidase and peroxidase activities. *Z. Lebensm Unters Forsch A*, 1997, **204**, 60-65.
- [3] Chen H.E., Peng H.Y., Chen B.H.: Stability of carotenoids and vitamin A during storage of carrot juice. *Food Chem.* 1996, **57 (4)**, 497-503.
- [4] Current Protocols in Food Analytical Chemistry. F4.2.2-F4.2.6. Extraction of Photosynthetic Tissues: Chlorophylls and Carotenoids. Contributed by Lichtenthaler H.K. and Buschman C. 2001.
- [5] Current Protocols in Food Analytical Chemistry. F4.3.1-F4.3.8. Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy. Contributed by Lichtenthaler H.K. and Buschman C. 2001.
- [6] Favell D.J.: A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. *Food Chem.* 1998, **62 (1)**, 59-64.
- [7] Ferruzi M.G., Blakeslee J.: Digestion, absorption, and cancer preventative activity of dietary chlorophyll derivatives. *Nutr. Res.* 2007, **27**, 1-12.
- [8] Francis G.A., Thomas C., O'Beirne D.: The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1999, **43 (1)**, 1-22.
- [9] Gabriel A.A., Berja M. C., Estrada A.M.P., Lopez M.G.A.A., Nery J.G.B., Villaflor E.J.B.: Microbiology of retail mung bean sprouts vended in public markets of National Capital Region, Philippines. *Food Control* 2007, **18**, 1307-1313.
- [10] Hussein A., Odumeru J.A., Ayanbadejo T., Faulkner H., McNab W.B., Hager H., Szijarto L.: Effects of processing and packaging on vitamin C and β -carotene content of ready-to-use (RTU) vegetables. *Food Res. Int.* 2000, **33**, 131-136.

- [11] Khattak A.B., Zeb A., Khan M., Bibi N., Ihsanullah, Khattak M.S.: Influence of germination techniques on sprout yield, biosynthesis of ascorbic acid and cooking ability, in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Food Chem., 2007, **103**, 115-120.
- [12] Leszczyńska-Fik A., Fik M.: Kielki roślinne. Jakość mikrobiologiczna skielkowanych nasion. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2003, **12**, 29-31.
- [13] Martinez M.V., Whitaker J.R.: The biochemistry and control of enzymatic browning. Trends in Food Sci. Technol. 1995, **6**, 195-200.
- [14] Michalczyk M., Nowaczek K.: Jakość mikrobiologiczna warzyw mało przetworzonych oferowanych w sklepach Małopolski. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **2** (47), Supl., 232-237.
- [15] PN-A-04023:2001. Mikrobiologia żywności. Wykrywanie i identyfikacja drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae*.
- [16] PN-EN 14130:2003. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie witaminy C za pomocą HPLC.
- [17] Radziejowska-Kubzdela E., Czapski J., Czaczyk K.: The effect of packaging conditions on the quality of minimally processed celeriac flakes. Food Control, 2007, **18**, 1191-1197.
- [18] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic, 1965, **16**, 144-158.
- [19] The oxoid manual of culture media, ingredients and other laboratory services. Third Edition, Published by Oxoid Limited, Hampshire 1976.
- [20] Varoquaux P., Wiley R.C.: Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In Minimally processed refrigerated fruits and vegetables, ed.; Wiley R.C. Chapman & Hall Inc., New York 1994, pp. 226-268.
- [21] Viswanathan P., Kaur R.: Prevalence and growth of pathogens on salad vegetables, fruits and sprouts. Int. J. Hyg. Environ. Health 2001, **203**, 205-213.
- [22] Yamauchi N., Watada A.E.: Regulated chlorophyll degradation in spinach leaves during storage. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 1991, **116**, 58-62.
- [23] Yildiz F.: Initial preparation, handling, and distribution of minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In Minimally processed refrigerated fruits and vegetables, ed.; Wiley R.C. Chapman & Hall Inc., New York 1994, pp. 15-65.
- [24] Zhuang H., Barth M. M., Hildebrand D.F.: Packaging influenced total chlorophyll, soluble protein, fatty acid composition and lipoxygenase activity in broccoli florets. J. Food Sci. 1994; **59** (6), 1171-1174.

EFFECT OF STORAGE CONDITIONS ON THE QUALITY OF SOME SELECTED LOW PROCESSED VEGETABLE PRODUCTS AVAILABLE IN THE MARKETS

S u m m a r y

In the study, the content of biologically active substances and the micro-biological quality were determined of some selected low processed vegetables and sprouts available in the market and stored at temperatures of 0 °C and 6 °C. With regard to the lower of the two temperatures of storing, it was found that this temperature had no explicitly more beneficial effect on the quality of vegetables. A reason why there was no differentiation could be probably the synthesis of chlorophyll and carotenoids occurring in some vegetables stored at 6 °C and with limited access to light. The lower temperature of storing appeared to be better solely from the microbiological point of view. From among all the analysed products, the cut iceberg lettuce was characterized by a peculiarly low content of polyphenols, chlorophylls, carotenoids, dry matter, and vitamin C. No clear dependency was observed between the activity of polyphenoloxidase

enzyme and the changes in the content of phenolic compounds in the vegetables during their storage. The total microbial count in the products studied ranged between 10^5 and 10^9 cfu/g, the total count of Enterobacteriaceae bacteria: between 10^4 and 10^7 cfu/g, and the total count of moulds and yeasts was from 10^2 to 10^6 cfu/g.

Key words: low processed vegetables, sprouts, storage, microbiological contamination, chlorophylls, carotenoids, polyphenols, vitamin C ☒

BARBARA SOKOŁOWSKA, ŁUCJA ŁANIEWSKA-TROKENHEIM

**ZASTOSOWANIE ZAUTOMATYZOWANEGO ANALIZATORA
MIKROBIOLOGICZNEGO BACT/ALERT® 3D (BIOMERIEUX) DO
WYKRYWANIA ALICYCLOBACILLUS SP. W ZAGĘSZCZONYCH
SOKACH JABŁKOWYCH**

Streszczenie

Acidotermofilne bakterie przetrwalnikujące *Alicyclobacillus acidoterrestis* wytwarzające produkty o nieprzyjemnym (dezynfekcyjnym) zapachu są przyczyną psucia się soków owocowych. Do ich wykrywania zastosowano zautomatyzowany analizator mikrobiologiczny BacT/ALERT® i pożywkę LYM o pH 3,7.

Celem pracy było określenie wpływu zawartości ekstraktu w zagęszczonym soku jabłkowym i dawki inoculum na czas detekcji (długość lag fazy) *A. acidoterrestis* w systemie BacT/ALERT® oraz dopasowanie modelu matematycznego regresji wielokrotnej.

Do badań wykorzystano przetrwalniki 5 szczepów *Alicyclobacillus acidoterrestis* wyizolowanych z próbek zagęszczonych soków jabłkowych i emulsji do produkcji napojów.

W soku o zawartości ekstraktu 35,6 % stwierdzono częściowe zahamowanie wzrostu dwóch szczepów oraz całkowite zahamowanie wzrostu jednego z badanych szczepów. Również w soku o zawartości ekstraktu 23,7 % zaobserwowano częściowe zahamowanie wzrostu 3 szczepów. Czas detekcji (długość lag fazy) wszystkich analizowanych szczepów *A. acidoterrestis* skracał się wraz ze zmniejszaniem zawartości ekstraktu w zagęszczonym soku jabłkowym i ze zwiększaniem dawki inoculum. W soku o zawartości ekstraktu 11,8 % czas detekcji przy inoculum ok. 10 jtk /próbkę soku o obj. 20 cm³ wynosił w zależności od szczepu od 23,5 h do 43,7 h.

Dopasowano równania wielomianowe drugiego stopnia opisujące zależność czasu detekcji (długości lag fazy) od zawartości ekstraktu w soku jabłkowym i poziomu inoculum badanych szczepów. Obliczone współczynniki determinacji R² wynosiły od 0,83 do 0,95 w zależności od szczepu.

Zautomatyzowany analizator mikrobiologiczny BacT/ALERT® może być stosowany w rutynowych badaniach wykrywania obecności *Alicyclobacillus* sp. w zagęszczonych sokach jabłkowych. Zawartość ekstraktu w badanym soku może wynosić co najwyżej 17,8 %.

Słowa kluczowe: *Alicyclobacillus acidoterrestis*, BacT/ALERT®, sok jabłkowy

Mgr inż. B. Sokółowska, Zakład Technologii Przetworów Ovocowych i Warzywnych, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, 02-532 Warszawa ul. Rakowiecka 36, dr hab. Ł. Łaniewska-Trokenheim prof. UWM, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Pl. Cieszyński 1, 10-726 Olsztyn

Wprowadzenie

Acidotermofilne bakterie przetrwalnikujące *Alicyclobacillus acidoterrestris* wytwarzające produkty o nieprzyjemnym (dezynfekcyjnym) zapachu, takie jak: 2-metoksyfenol-gwajakol, 2,6-dibromofenol oraz 2,6-dichlorofenol są przyczyną psucia się soków owocowych [1, 3, 4]. Pochodzą z gleby, skąd przenoszone na owoce przeżywają obróbkę cieplną w procesie produkcji zagęszczonych soków owocowych, stanowiących podstawowy surowiec do produkcji soków odtworzonych.

Bakterie *A. acidoterrestris* rosną w zakresie pH od 2,2 do 5,8 i w temp. od 23 do 55 °C [2]. Ich przetrwalniki wykazują dużą ciepłooporność zależną od rodzaju soku, jego stężenia oraz pH. Przykładowe cytowane w literaturze wartości D_{95} wynoszą: 2,8 min w soku jabłkowym o pH 3,5 i zawartości ekstraktu 11,4°Bx [12], 2,4 min w soku z winogron o pH 3,3 i zawartości ekstraktu 15,8°Bx [12], 5,3 min w napoju pomarańczowym o pH 4,1 i zawartości ekstraktu 5,3°Bx [1].

Zasada oznaczenia w zautomatyzowanym analizatorze BacT/ALERT® polega na kolorymetrycznym pomiarze poziomu metabolitów wytwarzanych przez rosnące drobnoustroje. Butelki z pożywką wyposażone są w membranę przepuszczalną dla wybranych metabolitów (CO₂ oraz kwasy organiczne, takie jak octowy, propionowy i bursztynowy) oraz czujnik reagujący zmianą barwy przy założonym poziomie zaadsorbowanych metabolitów. Dno butelki, z którym zintegrowany jest czujnik, jest skanowane czerwonym światłem w odstępach 10-minutowych. Obrazem prowadzonych pomiarów jest generowana przez komputer krzywa zależności zmian refleksyjności w czasie, przyjmująca kształt krzywej wzrostu. Do wykrywania bakterii z rodzaju *Alicyclobacillus* w systemie BacT/ALERT® zaprojektowano pożywkę węglowodanową LYM o pH 3,7 [5].

Celem pracy było określenie wpływu zawartości ekstraktu w zagęszczonym soku jabłkowym i dawki inoculum na czas detekcji (długość lag fazy) *A. acidoterrestris* w systemie BacT/ALERT® oraz dopasowanie modelu matematycznego regresji wielokrotnej.

Material i metody badań

Badania z zastosowaniem zautomatyzowanego analizatora BacT/ALERT® firmy bioMérieux i pożywki LYM (pH 3,7 regulowane dodatkiem kwasu winowego w ilości 1,2 cm³) wykonywano zgodnie z instrukcją producenta, stosując próbki zagęszczonego soku jabłkowego o objętości 20 cm³ i różnej zawartości ekstraktu (35,6 %, 23,7 %, 17,8 % i 11,8 %), kontaminowane inoculum przetrwalników szczepów *Alicyclobacillus acidoterrestris* (w zakresie od 10¹ do 10⁴ jtk). Próbkę poddawano szokowi termicznemu w temp. 80 °C przez 10 min, wprowadzano do butelek z pożywką LYM i inkubowano w analizatorze w temp. 45 °C. Oznaczenia wykonywano w dwóch powtórzeniach.

Do badań zastosowano przetrwalniki pięciu szczepów *Alicyclobacillus acidoterrestris* wyizolowanych z próbek zagęszczonego soku jabłkowego (oznakowanych TO-29/4/02, TO-117/02, TO-169/06 i U-44/25/06) i z emulsji do produkcji napojów (szczep oznakowany TO-57/1/04); do ich izolacji zastosowano IFU-Method No 12, January 2004/February 2006 „First Standard IFU-Method on the Detection of *Alicyclobacillus* sp. in Fruit Juices”. Szczepy zakwalifikowano do gatunku *Alicyclobacillus acidoterrestris* na podstawie ich zdolności do wytwarzania kwasu z erytrytolu [1] oraz do wytwarzania gwajakolu w pożywce Va-YSG [6, 7].

W celu uzyskania przetrwalników szczepy *Alicyclobacillus acidoterrestris* inkubowano na pożywce PDA (Oxoid) o pH 4,0 w temp. 45 °C. Obecność przetrwalników oceniano w trakcie inkubacji metodą mikroskopową. Po 10 dniach ponad 90 % komórek wytworzyło przetrwalniki. Zebraną z 2 płytek biomasę bakterii zawieszano w ok. 20 cm³ jałowej wody destylowanej i odwirowywano trzykrotnie przez 10 min przy 14000 obr./min, przemywając jałową wodą destylowaną, 50 % roztworem alkoholu etylowego i ponownie jałową wodą destylowaną [8, 9, 10]. Następnie biomasę zawieszano w 5 cm³ jałowej wody destylowanej i przechowywano w chłodziarce w temp. 4 °C. Końcową zawartość przetrwalników oznaczano metodą płytkową na BAT-agar o pH 4,0 (Merck) po inkubacji 5 dni w 45 °C.

Obliczenia statystyczne przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu Statistica. Do konstrukcji modeli powierzchni odpowiedzi zastosowano funkcje wielomianowe drugiego rzędu.

Wyniki i dyskusja

We wcześniej przeprowadzonych badaniach [11] zaobserwowano brak wzrostu przetrwalników *A. acidoterrestris* DSM 2498 w zagęszczonym soku jabłkowym o zawartości ekstraktu 69,0 %, nawet przy inoculum $5,7 \times 10^5$ jtk/20 cm³ soku. W niniejszym doświadczeniu stwierdzono brak wzrostu jednego z badanych szczepów (TO-117/02) w soku o zawartości ekstraktu 35,6 % oraz częściowe zahamowanie wzrostu dwóch innych badanych szczepów (TO-169/06 i TO-57/1/04). Szczepy te rosły w soku o zawartości ekstraktu 35,6 % tylko przy dużych dawkach inoculum wynoszących odpowiednio $6,8 \times 10^3$ i $1,3 \times 10^3$ jtk/20 cm³ soku, a czas ich detekcji wynosił odpowiednio 44,6 h i 76,6 h (tab. 1). Również w soku o zawartości ekstraktu 23,7 % stwierdzono częściowe zahamowanie wzrostu trzech badanych szczepów przy inoculum rzędu pojedynczych komórek w próbce soku o pojemności 20 cm³. Czas detekcji (długość lag fazy) wszystkich analizowanych szczepów *A. acidoterrestris* skracał się wraz ze zmniejszaniem zawartości ekstraktu w zagęszczonym soku jabłkowym i ze zwiększaniem dawki inoculum. W soku o zawartości ekstraktu 11,8 % czas detekcji przy inoculum ok. 10^4 jtk/20 cm³ próbki soku wynosił w zależności od szczepu od 19,4 do 24,0 h.

T a b e l a 1

Czas detekcji szczepów *Alicyclobacillus acidoterrestris* w próbkach zagęszczonego soku jabłkowego, w systemie BacT/ALERT®, w zależności od dawki inoculum i zawartości ekstraktu.

Detection time of *Alicyclobacillus acidoterrestris* in samples of concentrated apple juice, in the BacT/ALERT® system, depending on the inoculum dose and the content of extract.

Medium	Szczep <i>A. acidoterrestris</i> / <i>A. acidoterrestris</i> strain											
	TO-29/4/02		TO-11/7/02		TO-57/1/04		U-44/25/06		TO-169/06			
	Inoculum [jtk/butelke] [cfu/bottle]	Czas detekcji [h]*	Inoculum [jtk/butelke] [cfu/bottle]	Czas detekcji [h]*	Inoculum [jtk/butelke] [cfu/bottle]	Czas detekcji [h]*	Inoculum [jtk/butelke] [cfu/bottle]	Czas detekcji [h]*	Inoculum [jtk/butelke] [cfu/bottle]	Czas detekcji [h]*	Inoculum [jtk/butelke] [cfu/bottle]	Czas detekcji [h]*
Zagęszczony sok jabłkowy 1:1 ekstrakt: 35,6 %, pH: 3,36 Concentrated apple juice 1:1 Extract: 35,6 % pH: 3,36	3,5 x 10 ³	43,9	1,1 x 10 ⁴	>168	1,2 x 10 ⁴	65,0	1,4 x 10 ³	29,3	6,8 x 10 ³	44,6		
	3,5 x 10 ²	51,6	1,1 x 10 ³	>168	1,2 x 10 ³	76,6	1,4 x 10 ²	33,6	6,8 x 10 ²	>168		
	3,5 x 10 ¹	60,9	1,1 x 10 ²	>168	1,2 x 10 ²	>168	1,4 x 10 ¹	35,8	6,8 x 10 ¹	>168		
	3,5 x 10 ⁰	>168	1,1 x 10 ¹	>168	1,2 x 10 ¹	>168	1,4 x 10 ⁰	>168	6,8 x 10 ⁰	>168		
Zagęszczony sok jabłkowy 1:2 ekstrakt: 23,7 %, pH: 3,44 Concentrated apple juice 1:2 Extract: 23,7 % pH: 3,44	3,5 x 10 ³	28,8	1,1 x 10 ⁴	42,7	1,2 x 10 ⁴	31,0	1,4 x 10 ³	22,6	6,8 x 10 ³	24,5		
	3,5 x 10 ²	32,6	1,1 x 10 ³	47,5	1,2 x 10 ³	36,2	1,4 x 10 ²	25,2	6,8 x 10 ²	27,6		
	3,5 x 10 ¹	36,2	1,1 x 10 ²	56,2	1,2 x 10 ²	36,5	1,4 x 10 ¹	29,0	6,8 x 10 ¹	30,5		
	3,5 x 10 ⁰	>168	1,1 x 10 ¹	61,0	1,2 x 10 ¹	41,0	1,4 x 10 ⁰	>168	6,8 x 10 ⁰	>168		
Zagęszczony sok jabłkowy 1:3 ekstrakt: 17,8 %, pH: 3,44 Concentrated apple juice 1:3 Extract: 17,8 % pH: 3,44	3,5 x 10 ³	24,9	1,1 x 10 ⁴	30,0	1,2 x 10 ⁴	25,0	1,4 x 10 ³	20,9	6,8 x 10 ³	20,4		
	3,5 x 10 ²	28,3	1,1 x 10 ³	35,0	1,2 x 10 ³	26,6	1,4 x 10 ²	22,6	6,8 x 10 ²	22,8		
	3,5 x 10 ¹	31,7	1,1 x 10 ²	42,7	1,2 x 10 ²	27,6	1,4 x 10 ¹	24,7	6,8 x 10 ¹	25,7		
	3,5 x 10 ⁰	35,0	1,1 x 10 ¹	43,7	1,2 x 10 ¹	31,0	1,4 x 10 ⁰	30,0	6,8 x 10 ⁰	30,5		
Zagęszczony sok jabłkowy 1:5 ekstrakt: 11,8 %, pH: 3,44 Concentrated apple juice 1:5 Extract: 11,8 % pH: 3,44	3,5 x 10 ³	23,5	1,1 x 10 ⁴	24,0	1,2 x 10 ⁴	19,4	1,4 x 10 ³	19,9	6,8 x 10 ³	19,4		
	3,5 x 10 ²	25,9	1,1 x 10 ³	30,0	1,2 x 10 ³	24,7	1,4 x 10 ²	22,3	6,8 x 10 ²	19,7		
	3,5 x 10 ¹	28,8	1,1 x 10 ²	32,9	1,2 x 10 ²	25,4	1,4 x 10 ¹	23,5	6,8 x 10 ¹	22,8		
	3,5 x 10 ⁰	43,7	1,1 x 10 ¹	36,7	1,2 x 10 ¹	27,6	1,4 x 10 ⁰	28,8	6,8 x 10 ⁰	23,5		

*Wartość średnia z dwóch oznaczeń / *Mean value of two replicates

Obniżenie wielkości inoculum do poziomu ok. 10 jtk/20 cm³ próbki soku o zawartości 11,8 % ekstraktu spowodowało wydłużenie czasu detekcji do 23,5 - 43,7 h, w zależności od szczepu (tab. 1). Najmniejsza, obserwowana w tym doświadczeniu, wykrywana liczba *A. acidoterrestris* wynosiła 1,4×10⁰ jtk/20 cm³ soku o zawartości 11,8 %, a czas jej wykrycia to 28,8 h. W soku o zawartości 17,8 % ekstraktu tę samą liczbę drobnoustrojów wykrywano w dłuższym okresie – 30 h.

W materiałach informacyjnych firmy bioMerieux [5] podano podobne dane, czas detekcji 48 jtk *A. acidoterrestris* ATCC 49025 w 20 cm³ próbki soku jabłkowego wynosił 54,9 h. Handlowy sok jabłkowy zawiera min. 11,2 % ekstraktu.

W badaniach [13] stwierdzono wzrost *A. acidoterrestris* w temp. 35 °C w soku jabłkowym o zawartości ekstraktu 10⁰Bx w zakresie pH od 2,9 do 3,9 oraz dawce inoculum 10¹/ml i 10³/ml. Podobnie w sokach o zawartości ekstraktu 20⁰Bx obserwowano wzrost przy pH 2,9 do 3,9 i inoculum 10³/ml. W przypadku mniejszej dawki inoculum nie stwierdzono wzrostu w tym soku jedynie przy pH 2,9. Natomiast w sokach o zawartości ekstraktu 30⁰, 40⁰ i 50⁰Bx stwierdzono całkowite zahamowanie wzrostu *A. acidoterrestris*.

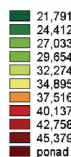
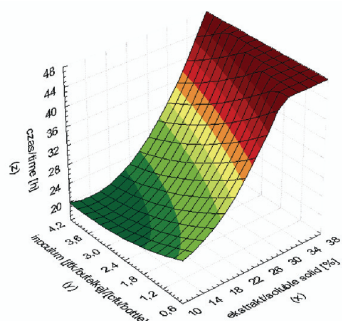
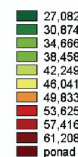
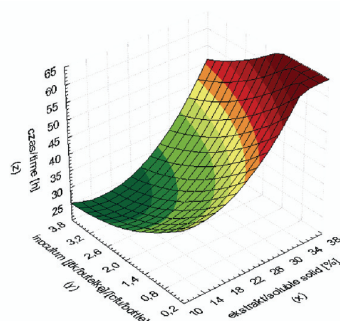
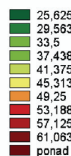
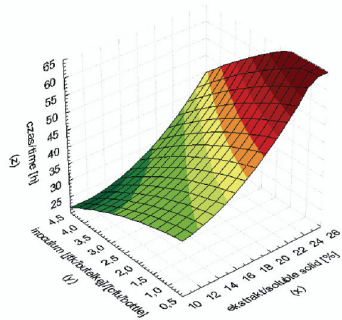
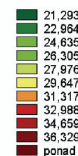
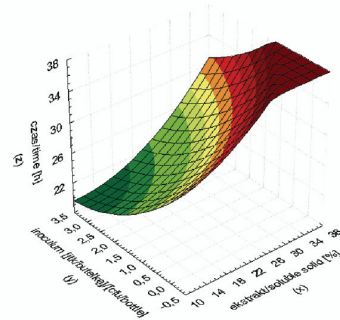
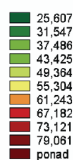
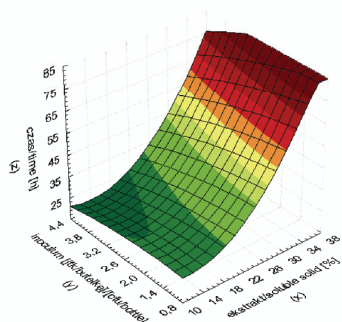
Obliczenia statystyczne przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu Statistica. Dla każdego badanego szczepu dopasowano równanie wielomianowe drugiego stopnia opisujące zależność czasu detekcji (długości lag fazy) od zawartości ekstraktu w soku jabłkowym i poziomu inoculum (rys. 1). Obliczone współczynniki determinacji R² wynosiły od 0,83 do 0,95 w zależności od szczepu, co oznacza że zmienność czasu detekcji jest w 83 do 95 % wyjaśniana przez dopasowany model (tab. 2).

Tabela 2

Równania wielomianowe opisujące zależność czasu detekcji szczepów *A. acidoterrestris* od zawartości ekstraktu w soku jabłkowym i dawki inoculum.

Polynomial equations describing the dependency between the detection time of *A. acidoterrestris* strains, the content of extract in apple juice, and inoculum dose.

Szczep / Strain <i>A. acidoterrestris</i>	Równania Equations	F	R ²
TO-29/4/02	$z = 6,917 + 6,568x - 48,342y - 0,02x^2 - 1,589xy + 14,988y^2$	26,618	0,8287
TO-117/02	$z = 115,84 - 9,707x - 5,815y + 0,315x^2 + 0,178xy - 0,388y^2$	92,870	0,9538
TO-57/1/04	$z = 10,777 - 3,042x + 28,811y + 0,236x^2 - 1,633xy - 0,85y^2$	34,750	0,8634
TO-169/04	$z = 28,113 - 0,588x - 2,13y + 0,049x^2 - 0,185xy + 0,534y^2$	28,911	0,8653
U-44/25/06	$z = -35,599 + 7,85x - 36,906y - 0,056x^2 - 1,882xy + 16,925y^2$	76,250	0,9331

a) Szczep/Strain *A. acidoterrestris* TO-169/06b) Szczep/Strain *A. acidoterrestris* TO-29/A/02c) Szczep/Strain *A. acidoterrestris* TO-117/02d) Szczep/Strain *A. acidoterrestris* U-44/25/06e) Szczep/Strain *A. acidoterrestris* TO-57/1/04

Rys. 1. Płaszczyzny reakcji czasu detekcji *A. acidoterrestris* w zależności od zawartości ekstraktu i wielkości inoculum.

Fig. 1. *A. acidoterrestris* detection time response surface depending on the content of extract (of soluble solids) and inoculum dose.

Wnioski

1. Zautomatyzowany analizator mikrobiologiczny BacT/ALERT[®] firmy bioMerieux i pożywka LYM umożliwiają wykrycie *Alicyclobacillus acidoterrestris* przy zanieczyszczeniu na poziomie pojedynczych komórek w próbce soku jabłkowego o objętości 20 cm³.
2. System BacT/ALERT[®] może być stosowany w rutynowych badaniach wykrywania obecności *Alicyclobacillus* sp. w zagęszczonych sokach jabłkowych. Zawartość ekstraktu w badanym soku może wynosić co najwyżej 17,8 %.
3. Zdolność do wzrostu w sokach jabłkowych o podwyższonej zawartości ekstraktu jest cechą szczepową *A. acidoterrestris*.
4. Zawartość ekstraktu w soku jabłkowym i poziom inoculum są podstawowymi czynnikami determinującymi czas detekcji (długość lag fazy) *A. acidoterrestris*.

Praca była prezentowana podczas obrad VI Konferencji Naukowej nt. „Nowoczesne metody analityczne w zapewnieniu jakości i bezpieczeństwa żywności”, Warszawa, 6 – 7 grudnia 2007 r.

Literatura

- [1] Baumgart J., Husemann M., Schmidt C.: *Alicyclobacillus acidoterrestris*: Vorkommen, Bedeutung und Nachweis in Getränken und Getränkegrundstoffen. Fluss. Obst, 1997, **64(4)**, 178-180.
- [2] Baumgart J., Menje S.: The impact of *Alicyclobacillus acidoterrestris* on the quality of juices and soft drinks, 2000, Fruit Process. **10(7)**, 251-254.
- [3] Borlinghaus A., Engel R.: *Alicyclobacillus* incidence in commercial apple juice concentrate (AJC) supplies and validation. Fruit Process., 1997, **7(7)**, 262-266.
- [4] Jensen N. and F.B. Whitfield F.B.: Role of *Alicyclobacillus acidoterrestris* in the development of a disinfectant taint in shelf-stable fruit juice, 2003, Lett. Appl. Microbiol., **36**, 9-14.
- [5] Materiały informacyjne bioMerieux dotyczące butelek z pożywką BacT/ALERT i LYM
- [6] Niwa M.: Control of hazardous bacteria in acidic beverages by using a guaiacol detection kit (peroxidase method). Fruit Process., 2005, **15(6)**, 388-392.
- [7] Niwa M., Kuriyama A.: *A. acidoterrestris* Rapid detection kit. Fruit Process., 2003, **13(5)**, 328-331.
- [8] Pacheco C. P.: Sensibility and specificity of methods for *Alicyclobacillus* detection and quantification: A collaborative study. Fruit Process., 2002, **11**, 478-482.
- [9] Silva F.V.M., Gibbs P., Silva C.L.M.: Establishing a new pasteurisation criterion based on *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores for shelf-stable high – acidic fruit products, Fruit Process., 2000, **4**, 138-141.
- [10] Silva F.V.M., Gibbs P.: *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores in fruit products and design of pasteurization processes. Trends Food Sci. Technol., 2001, **12**, 68-74.
- [11] Sokółowska B., Molenda A., Czajkowska D.: Application of BacT/ALERT for the detection of *Alicyclobacillus* sp. in apple concentrated juices. Proc. Int. Conf. Biological and Chemical Factors of Environmental Contamination, CEMERA Center of Excellence established at the Warsaw University, Faculty of Biology, 2005, p. 44.

- [12] Splittstoesser D.F., Churey J.J., Lee C.Y.: Growth characteristic of aciduric sporeforming bacilli isolated from fruit juices, 1994, J. Food Prot., **57(12)**, 1080-1083.
- [13] Walls I. and Chuyate R.: Spoilage of fruit juices by *Alicyclobacillus acidoterrestris*. Food Austr., 2000, **52(7)**, 286-288.

APPLYING 'BACT/ALERT®3D (BIOMERIEUX)' AUTOMATED MICROBIAL DETECTION SYSTEM TO DETECT ALICYCLOBACILLUS SP. IN CONCENTRATED APPLE JUICES

Summary

Alicyclobacillus acidoterrestris, acido-thermophilic spore forming bacteria, which produce an unpleasant (disinfectant) odour, cause fruit juices to become spoiled. An automated microbial detection system, BacT/ALERT®, and a LYM medium (pH 3,7) were used to detect those bacteria.

The objective of the study was to determine the impact the content of extract (the content of soluble solids) in concentrated apple juice and the inoculum dose had on the detection time (length of lag phase) of *A. acidoterrestris* in the BacT/ALERT® system, and to adjust the mathematical multiple regression model.

Five *Alicyclobacillus acidoterrestris* strains isolated from the samples of concentrated apple juices and beverage production emulsions were investigated.

As for the juice containing 35.6 % of extract (of the soluble solids), it was found that the growth of two strains was partially inhibited, and the growth of one of the examined strains was totally inhibited. Additionally, as for the juice containing 23.7 % of extract (of the soluble solids), it was found that the growth of three strains was partially inhibited. The detection time (length of lag phase) of all the examined *A. acidoterrestris* strains became shorter along with the decrease in the extract content in the concentrated apple juice and along with increase in the dose of inoculum. As for juice with 11.8 % of extract, the detection time, when the dose of inoculum was about 10 cfu per 20 cm³ juice sample, ranged between 23.5 h up to 43.7 h depending on the strain.

Polynomial equations of second degree, which describe the dependence between the detection time (length of lag phase), the content of extract (of soluble solids), and the inoculum level, was adjusted. The R² determination coefficients calculated ranged from 0.83 to 0.95 depending on the strain.

It is possible to apply the BacT/ALERT® automated microbial detection system to detect *Alicyclobacillus sp.* in concentrated apple juices when performing routine investigations. The content of extract (of soluble solids) in the juice investigated should be 17.8 % at the most.

Key words: *Alicyclobacillus acidoterrestris*, BacT/ALERT®, and apple juice. ☒

PRZEMYSŁAW DMOWSKI, MARIA ŚMIECHOWSKA

WYKORZYSTANIE WŁÓKNA SUROWEGO DO WYKRYWANIA ZAFALSZOWAŃ W HERBACIE

Streszczenie

Herbata należy do często fałszowanych produktów spożywczych. Jednym z najczęściej występujących zafałszowań jest deklarowanie najwyższej jakości herbaty otrzymanej wyłącznie z młodych listków i pączków liściowych lub kwiatowych, podczas kiedy w rzeczywistości herbata zawiera starsze liście, a nawet bardzo często łodygi. W taki sposób zafałszowana herbata traci smak i aromat.

Autorzy zaproponowali do określenia pochodzenia surowca metodę oznaczania włókna surowego. Zawartość włókna surowego jest ściśle związana z „wiekiem” liści. Wysoka zawartość włókna surowego może świadczyć o tym, że użyto surowca otrzymanego ze starszych liści (5-6 liść i starsze) oraz łodyg.

Celem pracy było stwierdzenie ewentualnego zafałszowania herbat czarnych, importowanych do Polski (wyładowywanych w Porcie Gdynia S.A.), pochodzących z różnych rejonów upraw oraz w wybranych herbatach zakupionych w sklepach Trójmiasta (Gdańska, Gdyni i Sopotu), poprzez dodatek starszych liści lub łodyg. Do oznaczenia autentyczności tego produktu wykorzystano pomiar zawartości włókna surowego.

W wyniku badań stwierdzono, że większość herbat importowanych do Polski, jak również niektóre herbaty dostępne na rynku Trójmiasta, to herbaty uzyskane ze starszych (gorszych jakościowo) liści.

Słowa kluczowe: herbata, włókno surowe, zafałszowanie

Wprowadzenie

Określenie autentyczności produktów żywnościowych oraz wykrywanie ich ewentualnego zafałszowania stanowi współcześnie jeden z głównych problemów tej gałęzi przemysłu [1, 7, 8].

Do często fałszowanych produktów należy herbata. Do ewentualnych zafałszowań tego produktu należą m.in.: dodatek herbaty wyekstrahowanej, dekstryn, skrobi, zepsutych liści, obcych barwników oraz liści innych roślin. Herbata jest jednak najczęściej fałszowana przez dodatek liści pochodzących z niższych partii krzewu herbacia-

nego, a nawet łądyg, które charakteryzują się mniejszą ekstraktywnością i aromatem niż liście pochodzące z górnych partii krzewu.

Falszowanie może również dotyczyć pochodzenia herbaty, bowiem od dawna wiadomo, że niektóre gatunki herbaty pochodzące z określonych rejonów, prowincji, a nawet ogrodów Chin, Indii czy Sri Lanki są wyżej cenione od innych.

Producenci bardzo często deklarują, że herbata otrzymywana jest z młodych listków i kwiatów lub pąków herbaty, co kłóci się z wynikami oceny sensorycznej, w wyniku której stwierdza się w produkcie obecność łądyg i starszych liści. Ważnym czynnikiem w określaniu „wieku” herbaty, a tym samym instrumentem w wykrywaniu zafalszowania produktu rynkowego gorszymi jakościowo liśćmi herbaty, może być szacowanie zawartości włókna surowego. Młodsze liście charakteryzują się mniejszą zawartością włókna surowego, podczas gdy starsze (tzw. piąty lub szósty liść z krzewu) znacząco większą. Duża zawartość włókna surowego w herbacie może być również spowodowana niestarannym zbiorem herbaty lub wykorzystywaniem do zbioru liści urządzeń mechanicznych, w wyniku czego mogą przedostawać się łądygi. Parametr ten jest bardzo pomocny, przede wszystkim przy szacowaniu jakości herbaty produkowanej metodą CTC. W trakcie zgniatania, rozrywania i zwijania liści, jak i ewentualnych łądyg, zniszczona zostaje ich struktura, przez co w tak przetworzonym surowcu niemożliwa jest wzrokowa ocena ewentualnego zafalszowania herbaty łądygami lub innymi elementami zawierającymi zdrewniałe części roślin.

Özdemir i wsp. [2] stwierdzili, że liście herbaty zbierane w końcowej fazie zbiorów zawierają znacznie więcej włókna surowego (16,81 % s.m.) niż herbaty wytworzone z liści pochodzących z początkowego okresu zbioru (12,69 % s.m.). Natomiast Ravichandran [5] wykazał, że w regularnie przycinanych krzewach (młodsze listki) zawartość włókna surowego jest znacząco mniejsza niż w krzewach nieprzycinanych, odpowiednio 13,7 % s.m. i 15,5 % s.m.

Celem pracy było stwierdzenie ewentualnego zafalszowania herbat czarnych, importowanych do Polski (wyładowywanych w Porcie Gdynia S.A.), pochodzących z różnych rejonów upraw oraz w wybranych herbatach zakupionych w sklepach na terenie Trójmiasta, poprzez dodatek starszych liści lub łądyg. Do wykazania autentyczności tego produktu zastosowano metodę oznaczania zawartości włókna surowego.

Material i metody badań

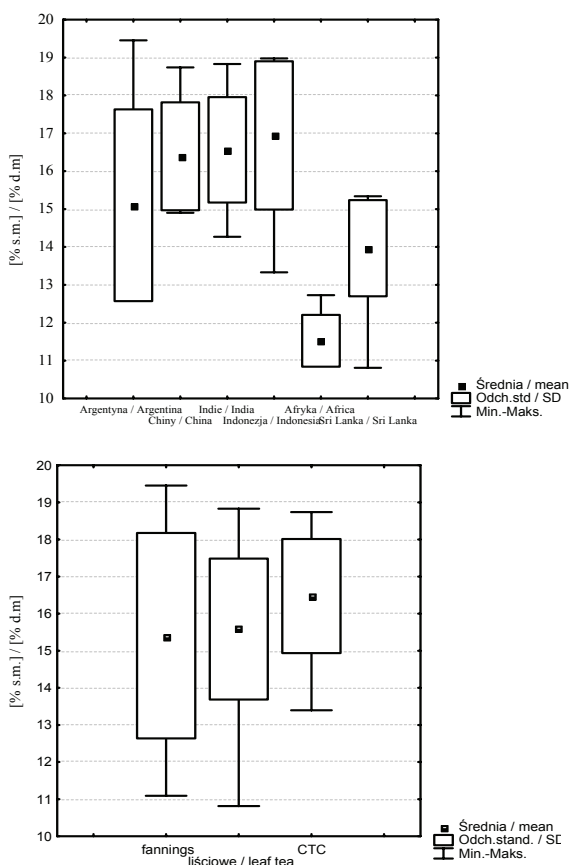
Material do badań stanowiło łącznie 75 próbek herbaty fermentowanej, o różnym stopniu rozdrobnienia, importowanych do Polski drogą morską z Chin (liściowe i „granulowane”), Indii (liściowe i „granulowane”), Indonezji (*fannings*), Sri Lanki (liściowe) oraz herbaty afrykańskie (*fannings*). Ponadto analizie na zawartość włókna surowego poddano 30 próbek herbaty „granulowanej” zakupionych w sklepach Trójmiasta. Badano następujące zakodowane marki: BB, GAG, GIT, GHI, L, OBG, S, T, Yg oraz

Yu. Zgodnie z deklaracją producentów, były to herbaty afrykańskie, chińskie, indyjskie, indonezyjskie oraz pochodzące ze Sri Lanki.

Oznaczenie zawartości włókna surowego wykonano zgodnie z normą PN-ISO 9768/AC1 [5]. Wszystkie wielkości podano w przeliczeniu na suchą masę oznaczoną według metody opisanej w PN-ISO 1573 [3]. Uzyskane wyniki poddano obróbce statystycznej przy zastosowaniu programów Statistica 6.0 oraz arkusza kalkulacyjnego MS Office. Wykorzystano nieparametryczny test Kruskala-Wallisa ($\alpha = 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Analizując uzyskane dane (rys. 1) stwierdzono, że najmniej włókna surowego było w herbatach afrykańskich (średnio $11,52 \pm 0,68$ % s.m.) oraz w herbatach pochodzących ze Sri Lanki (średnio $13,97 \pm 1,27$ % s.m.). W herbatach z tych rejonów uprawy nie stwierdzono przekroczenia poziomu 16,5 % s.m., przewidzianego normą PN-ISO 3720/AC2 [4]. W pozostałych przypadkach średnia zawartość włókna surowego oscylowała wokół tej wartości.



Rys. 1. Zawartość włókna surowego w herbatach importowanych do Polski w zależności od kraju pochodzenia oraz stopnia rozdrobnienia [% s.m.].

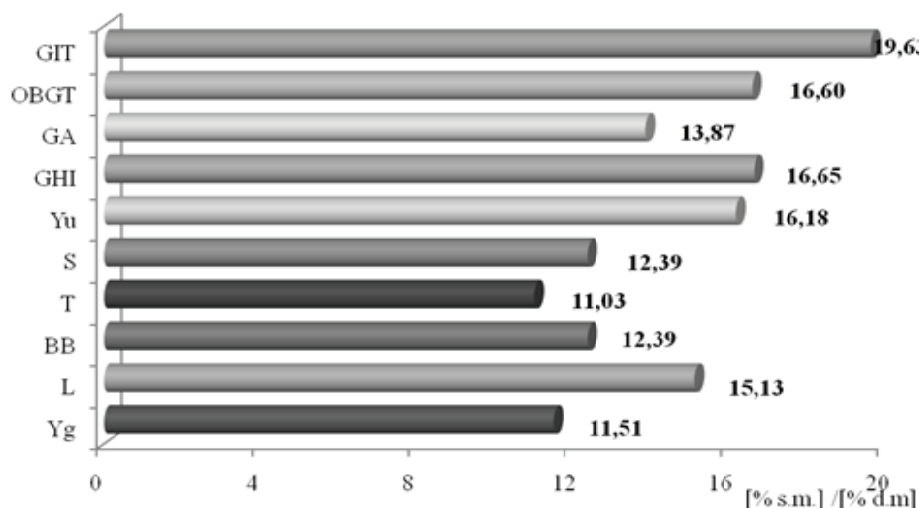
Fig. 1. Content of crude fibre in the samples of tea imported into Poland depending on the country of origin and on the fragmentation degree [% d.m.].

W herbatach „granulowanych” z Chin stwierdzono wyższą zawartość włókna surowego (17,69 - 18,74 % s.m.) niż w herbatach liściowych (14,9 - 17,76 % s.m.). Zależność ta nie potwierdziła się w przypadku herbat indyjskich. Analiza statystyczna nie wykazała wpływu stopnia rozdrobnienia na zawartość włókna surowego w herbatach z tego rejonu ($K - W : H (2, N = 75) = 2,442, p = 0,29$). W herbatach indyjskich stwierdzono osiem przypadków przekroczenia wartości 16,5 % s.m. Może to świadczyć o wykorzystywaniu do produkcji tych herbat surowca pochodzącego ze starszych, grubszych liści z krzewu lub zafałszowania tych herbat przez dodatek łądyg. Przekroczenie normatywnej zawartości włókna surowego stwierdzono również w herbatach indonezyjskich. Średnia wartość analizowanego parametru herbat z tego regionu uprawy była najwyższa, spośród badanych, i wynosiła 16,95 % s.m.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała wpływ geograficznego rejonu uprawy herbaty na wartość parametru jakim jest włókno surowe ($K - W : H (5, N = 75) = 33,034, p = 0,00$).

Podobne wartości analizowanego parametru uzyskali Śmiechowska i Dmowski [7], średnio 11,45 % s.m. w herbatach chińskich oraz 14,87 % s.m. w indyjskich. Na uwagę zasługuje jednak mniejsza zawartość włókna surowego w herbatach afrykańskich w porównaniu z wynikami uzyskanymi z wcześniejszych badań ($\bar{x} = 21,08$ % s.m.).

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że większą zawartością włókna surowego charakteryzowały się herbaty „granulowane” i *fannings*, do produkcji których najczęściej wykorzystywane są metody CTC lub *rotorvane*.



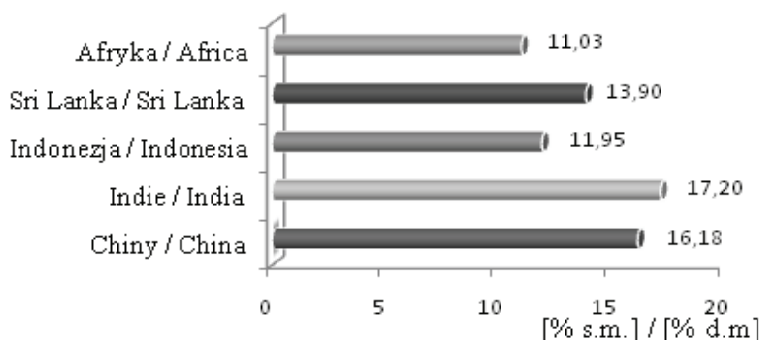
Rys. 2. Zawartość włókna surowego w „granulowanych” herbatach rynkowych [% s.m.].

Fig. 2. Content of crude fibre in the “granulated” teas available on the market [% d.m.].

Metody te najogólniej polegają na zgniataniu, rozrywaniu i zwijaniu liści herbaty. W trakcie tego procesu możliwe jest użycie surowca gorszej jakości m.in. starszych liści, a nawet łodyg przez nieuczciwych producentów.

Przeprowadzone w tej pracy badania rynkowych herbat „granulowanych” wykazały, że 60 % z nich odpowiada wymaganiom normatywnym [4] pod względem zawartości włókna surowego. Aż 40 % badanych herbat zawierało włókno surowe na poziomie wyższym niż 16,5%. Zawartość włókna surowego w „granulowanych” herbatach rynkowych była bardzo zróżnicowana - średnio wynosiła 14,54 % s.m. (rys. 2). Najmniejszą zawartość wykazały herbaty T oraz Yg. Największą natomiast zawartość włókna surowego stwierdzono w herbatach GHI oraz GIT. Oznacza to, że do produkcji poszczególnych herbat wykorzystano bardzo zróżnicowany jakościowo surowiec, który wpływa na ich ostateczną jakość.

Biorąc pod uwagę kryterium deklarowanego pochodzenia, najmniejszą średnią zawartość włókna surowego oznaczono w herbatach pochodzenia afrykańskiego (10,96 %), natomiast największą w herbatach indyjskich (17,79 %) (rys. 3).

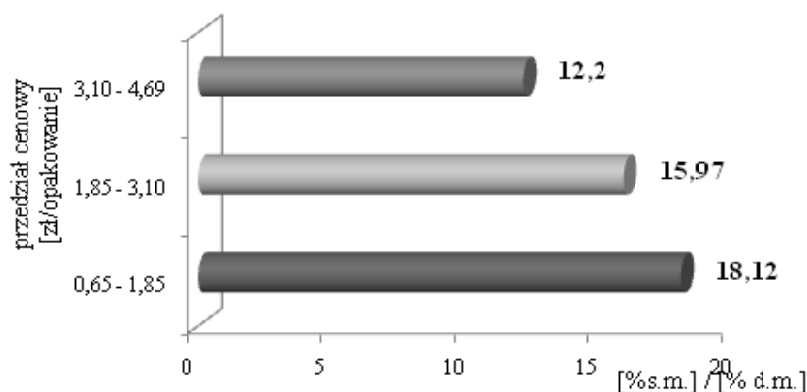


Rys. 3. Zawartość włókna surowego w „granulowanych” herbatach rynkowych w zależności od deklarowanego rejonu pochodzenia [% s.m.].

Fig. 3. Content of crude fibre in the “granulated” teas available on the market depending on the region of origin [% d.m.] as declared.

Dodatkowo analizując kryterium wartości rynkowej herbat stwierdzono, że herbaty mieszczące się w zakresie cenowym od 1,85 do 3,10 zł/opakowanie zawierały włókno surowe na poziomie ok. 16 % (rys. 4). Średnia zawartość włókna surowego w herbatach droższych, kosztujących powyżej 3,10 zł/opakowanie, wyniosła 12,20 %. W herbatach najtańszych, oferowanych w cenie od 0,65 do 1,85 zł/opakowanie, średnia zawartość włókna surowego wynosiła 18,12 %, a więc nie spełniała oczekiwanych wymagań jakościowych. Wysoka zawartość omawianego wskaźnika może oznaczać, że do produkcji tych herbat użyto w dużej mierze starych liści herbacianych, a nawet łodyg.

Wykazano statystycznie istotną zależność zawartości włókna surowego od marki herbaty (K - W : H (9, N = 30) = 28,209 p = 0,0009), od deklarowanego pochodzenia herbaty (K - W : H (4, N = 30) = 22,937 p = 0,0001) oraz od ceny herbaty (K - W : H (2, N = 30) = 24,316 p = 0,00).



Rys. 4. Zawartość włókna surowego w „granulowanych” herbatach rynkowych w zależności od ceny nabycia [% s.m.].

Fig. 4. Content of crude fibre in the “granulated” teas available on the market depending on the purchase price [% d.m.].

Zawartość włókna surowego wskazywała, że większość herbat importowanych do Polski oraz tych dostępnych na rynku Trójmiasta, to herbaty produkowane ze starszych liści lub herbaty, które zawierają stosunkowo duże ilości zdrewniałych części roślin krzewu herbacianego. Dotyczyło to przede wszystkim herbat „granulowanych” oraz herbat typu *fannings*, produkowanych głównie metodą CTC, w których dość łatwo można ukryć ewentualne łodygi. Herbaty te charakteryzowały się większą zawartością włókna surowego niż herbaty liściowe.

Wnioski

1. Udowodniono przydatność i skuteczność pomiaru włókna surowego jako czynnika diagnostycznego, służącego do określenia stopnia zanieczyszczenia herbaty starszymi liśćmi i łodygami.
2. Większość herbat importowanych do Polski, co potwierdzono w herbatach dostępnych na rynku Trójmiasta, to herbaty uzyskane ze starszych (gorszych jakościowo) liści.

Praca była prezentowana podczas obrad VI Konferencji Naukowej nt. „Nowoczesne metody analityczne w zapewnieniu jakości i bezpieczeństwa żywności”, Warszawa, 6 – 7 grudnia 2007 r.

Literatura

- [1] Cordella Ch., Moussa I., Martel A. C., Sbirrazzuoli N., Lizzani-Cuvelier L.: Recent developments in food characterization and adulteration detection: Technique-oriented perspectives. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50**, 1751–1764.
- [2] Özdemir F., Gökalp H.Y., Nas S.: Effects of shooting period, times within shooting periods and processing system on the extract, caffeine and crude fiber contents of black tea. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 1993, **197**, 358-362.
- [3] PN-ISO 1573:1996. Herbata. Oznaczanie ubytku masy w temperaturze 103 °C .
- [4] PN-ISO 3720:1997/AC2:2004 Herbata czarna. Definicja i podstawowe wymagania.
- [5] PN-ISO 9768/AC1:1996. Herbata. Oznaczanie zawartości włókna surowego.
- [6] Ravichandran R.: The impact of pruning and time from pruning on quality and aroma constituents of black tea. *Food Chem.*, 2004, **84**, 7-11.
- [7] Śmiechowska M., Dmowski P.: Crude fiber as a parameter in the quality evaluation of tea. *Food Chem.*, 2006, **94**, 366-368.
- [8] Śmiechowska M., Dmowski P.: Zastosowanie oznaczenia zawartości kofeiny w kawie jako wskaźnika autentyczności produktu. *Towaroznawcze Problemy Jakości*, 2006, **4**, 31-46.
- [9] Targoński Z., Stój A.: Zafalszowania żywności i metody ich wykrywania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4 (45) Supl.**, 30-39.

APPLYING CRUDE FIBRE TO DETECT ADULTERATION OF TEA

S u m m a r y

Tea belongs to those food products that are often adulterated. One of the most commonly occurring adulteration methods is when a tea manufacturer declares the highest tea quality owing to its composition of exclusively young tea leaves & leaf or floral buds, but, in fact, such tea contains older leaves, and, often, stems. Owing to the adulteration of tea, its taste and aroma are wasted.

The authors suggested a method of determining crude fibre to verify the origin of raw material. The content of crude fibre is closely connected with the 'age' of leaves. A high content of crude fibre in the product can show that the raw material used is made of older tealeaves (the 5th-6th leaf or older) and of stems.

The objective of this paper was to prove whether or not some black teas were adulterated with the addition of older tealeaves and/or with stems. The black teas investigated comprised: teas imported into Poland (and unloaded in the Gdynia Harbour by the Company 'Port of Gdynia S.A.') and originating from different tea cultivation regions; teas purchased in the shops located within the Tricity (in Polish: Trójmiasto consisting of the cities of Gdańsk, Gdynia, and Sopot). The authenticity of each tea product was determined by measuring the content of crude fibre therein.

Based on the investigation results obtained, it was found that the majority of teas imported into Poland, as well as some other teas available on the Tricity market, were teas made of older (qualitatively worse) tealeaves.

Key words: tea, crude fibre, adulteration ☒

MAGDALENA MIKA, BARBARA E. BORCZAK, AGNIESZKA WIKIERA

**WPLYW TEMPERATURY PRZYGOTOWANIA EKSTRAKTÓW
HERBATY BIAŁEJ NA SKŁAD FLAWAN-3-OLI I ICH
ODDZIAŁYWANIE NA DOSTĘPNOŚĆ SKŁADNIKÓW
ODŻYWCZYCH Z PASZTETU MIĘSNEGO**

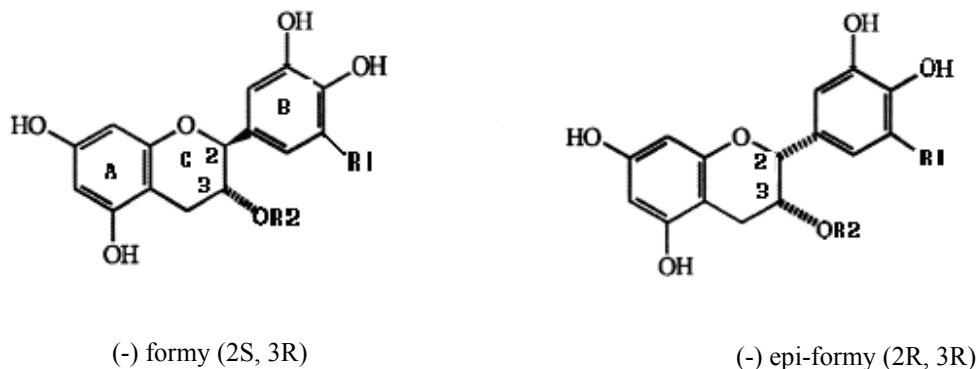
Streszczenie

Badano wpływ temperatury ekstrakcji herbaty białej na skład flawan-3-oli. W ekstraktach wodnych herbaty białej przygotowanych w temperaturze: 40°C, 60°C, 70°C, 80°C, 100°C oznaczono zawartość flawan-3-oli (EGCG, ECG, EC, GCG, CG, C). Wysoka temperatura ekstrakcji (80 i 100°C) generowała reakcję epimeryzacji, czyli przejścia (-) epi-form (2R, 3R) w (-) formy (2S, 3R). Następnie sprawdzano wpływ ekstraktów herbaty białej na strawność białek, węglowodanów i lipidów pasztetu wieprzowego. Strawność związków odżywczych badano metodą *in vitro* symulującą układ trawienny człowieka. Stwierdzono, że dodatek ekstraktów przygotowanych w różnej temperaturze powodował zmniejszenie ilości uwalnianych do dializatu produktów hydrolizy badanych związków odżywczych. Proces epimeryzacji dodatkowo intensyfikował zmniejszenie strawności lipidów.

Słowa kluczowe: herbata biała, temperatura ekstrakcji, polifenole, strawność, trawienie metodą *in vitro*

Wstęp

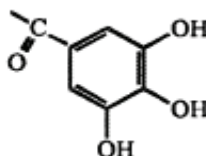
Podstawowymi komponentami herbaty są związki polifenolowe, które stanowią 36 % suchej masy liści. Wśród polifenoli herbat niefermentowanych najliczniejszą grupę stanowią flawan-3-ole (katechiny). W cząsteczce flawan-3-oli w pierścieniu C przy atomach węgla C-2 i C-3 występują dwa centra asymetrii. Katechiny herbaty mają przy atomie węgla C-3 zawsze konfigurację R. Ze względu na różną stereoizomerię przy węglu C-2 katechiny można podzielić na dwie grupy: (-) epi-formy (2R, 3R) i (-) formy (2S, 3R), (rys. 1).



R1 - H lub - OH

R2 - H lub - X

X



Rys. 1. Stereochemiczna struktura katechin herbaty.

Fig. 1. Stereo-chemical structure of tea catechins.

(-) Epi-formy (2R, 3R) to związki, w których podstawniki w pierścieniu C przy węglu 2 i 3 są skierowane za płaszczyznę (forma cis) [16]. Do tej grupy należą: (-) EGCG (galusan epigalokatechiny), (-) ECG (galusan epikatechiny), (-) EC (epikatechyna). (-) Epi-formy (2R, 3R) stanowią ponad 90 % wszystkich polifenoli naturalnie występujących w liściach herbaty. Drugą grupą katechin są (-) formy (2S, 3R), w których w pierścieniu C podstawnik przy węglu drugim jest skierowany przed płaszczyznę, a przy węglu trzecim za płaszczyznę (forma trans). Przykładowe katechiny należące do (-) form (2S, 3R) to: (-) GCG (galusan galokatechiny), (-) CG (galusan katechiny), (-) C (katechyna). W wysokiej temperaturze, w warunkach beztlenowych zachodzi reakcja epimeryzacji, w wyniku której liczniejsze (-) epi-formy (2R, 3R) przechodzą w (-) formy (2S, 3R) [19]. Sugeruje to, że ekstrakty przygotowane w różnych warunkach mogą odznaczać się innym udziałem poszczególnych frakcji stereoizomerów. Stereoizomeria katechin może mieć wpływ na interakcje z enzymami trawiennymi i składnikami pokarmów.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu temperatury przygotowania ekstraktów herbaty białej na skład flawan-3-oli i ich oddziaływanie na strawność składników odżywczych z modelowego pasztetu mięsnego.

Materiały i metody badań

Do badań użyto białej herbaty liściastej, zakupionej w lokalnym sklepie z herbami. Herbatę wybrano spośród pięciu herbat niefermentowanych. Jako kryterium wyboru przyjęto skuteczność w ograniczaniu dostępności lipidów w procesie trawienia *in vitro* [10]. Ekstrakty wodne herbaty sporządzano poprzez odważenie $0,3 \text{ g} \pm 0,0001 \text{ g}$ suchych, rozdrobnionych liści i dodanie 15 ml wody redestylowanej o temperaturze: 40, 60, 70, 80 i 100 °C i prowadzono trzydziestominutową ekstrakcję przy stałym wstrząsaniu. Po tym czasie uzyskane próbki sączono przez twardą bibułę filtracyjną. Otrzymane ekstrakty płukano gazowym azotem i przechowywano w temp. -20 °C.

Zastosowany do badań modelowy produkt mięsny - pasztet „LUPPO” pochodził z firmy Igloomeat. Został wykonany na bazie mięsa wieprzowego, tłuszczu wieprzowego, wątroby wieprzowej, skór wieprzowych, białka i skrobi. W 100 g produktu znajdowało się średnio: 7,6 g białka, 30,7 g tłuszczu, 3,7 g węglowodanów. Wartość energetyczna produktu wynosiła 1347,7 kJ.

Strawność białek, węglowodanów i lipidów badano stosując metodę *in vitro*, symulującą układ trawienny człowieka, opracowaną na podstawie metody Millera [12], Woltersa [17] i Żyły [20]. W dializacie oznaczano: glicerol według metody opisanej przez Fossati i wsp. [2], białko metodą Lowry'ego [9] i cukry metodą Millera [11].

W metodzie *in vitro* stosowano dwa roztwory enzymów. Pierwszy przygotowano przez rozpuszczenie 45,3 mg pepsyny (firmy Sigma o aktywności 4750 U/mg) w 20 ml 0,1 M HCl. Drugi roztwór przygotowano przez rozpuszczenie 66,7 mg pankreatyny (firmy Sigma o aktywności równej 8 x U.S.P.) i 833,3 mg żółci (bile extract porcie firmy Sigma) w 10 ml 0,1 M NaHCO₃. Do strzykawek (5 ml) z odciętymi końcówkami naważano $0,5 \text{ g} \pm 0,0001 \text{ g}$ pasztetu i dodawano po 0,5 ml naparu herbaty (próbki właściwe) lub 0,5 ml wody redestylowanej (próbki kontrolne). Przygotowano też próby zerowe zawierające tylko ekstrakt herbaty bez pasztetu. Próbki właściwe, kontrolne i zerowe wykonano w sześciu powtórzeniach. Próbki zakwaszono do pH = 2,0. Następnie dodawano 0,75 ml roztworu pepsyny oraz wodę redestylowaną w ilości zapewniającej jednakową objętość wprowadzanych roztworów równą 2 ml. Po dokładnym wymieszaniu wszystkich składników strzykawki zaklemano parafilmem i inkubowano w łaźni wodnej w temp. 37 °C przez 2 h. Następnie do próbek dodawano NaHCO₃, w ilości zapewniającej pH = 7,0, wodę redestylowaną oraz 0,375 ml roztworu pankreatyny i żółci. Ilość dodawanej wody redestylowanej zapewniała jednakową sumaryczną objętość wprowadzanych roztworów równą 1,15 ml. Zawartość strzykawek dokładnie mieszano i przenoszono ilościowo do worków dializacyjnych. Worki zapinano

klipsami i umieszczano w kolbach stożkowych zawierających po 50 ml buforu imidazolowego o pH 7,0. Próbki inkubowano przy stałym wytrząsaniu przez 4 h w temp. 37 °C. W uzyskanych dializatach oznaczano zawartość wolnego glicerolu, białka i cukrów uwolnionych z trawionego pasztetu.

Oznaczenie zawartości katechin w naparach herbaty, przygotowanych w różnej temperaturze, wykonano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej, opisaną przez Lin i wsp. [8]. Oznaczenia wykonano za pomocą chromatografu cieczowego (Biorad Lab., Herkules, CA. USA) z detektorem spektrofotometrycznym $\lambda = 280$ nm; w kolumnie LUNA C18(2) (250 x 4,6 mm. Wzorce: galusan (-)-epikatechiny, galusan (-)-epigalokatechiny, galusan (-)-galokatechiny i galusan (-)-katechiny oraz napary herbat przed analizą przesączało przez filtry o średnicy porów 0,45 μm . Stosowano przepływ fazy ruchomej równy 1 ml/min i elucję gradientową (0 - 10 min - 100 % fazy A - elucja izokratyczna; 10 - 25 min - 100 % \rightarrow 90 % fazy A, 0 % \rightarrow 10 % fazy B - gradient liniowy; 25 - 60 min - 90 % \rightarrow 70 % fazy A, 10 % \rightarrow 30 % fazy B - gradient liniowy). Jako fazę A zastosowano metanol/kwas mrówkowy/wodę redestylowaną (20:0,3:79,7 v/v/v), a jako fazę B zastosowano metanol/kwas mrówkowy (99,7:0,3 v/v).

Do porównania ilości oznaczonych związków zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi zbadano testem LSD Fishera na poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono zawartość poszczególnych flawan-3-oli w ekstraktach herbaty białej, przygotowanych w różnej temperaturze. Analizowane katechiny należały do dwóch grup (-) epi-form (2R, 3R) i (-) form (2S, 3R). Ilość uwalnianych z liści katechin rosła wraz ze wzrostem temp. ekstrakcji, aż do 80 °C. Podniesienie temp. ekstrakcji do 100 °C powodowało dalszy wzrost stężeń katechin należących do (-) form (2S, 3R), przy równoczesnym zmniejszeniu stężeń katechin należących do (-) epi-form (2R, 3R). W ekstraktach uzyskanych w temperaturze 80 i 100 °C nie obserwowano istotnych różnic między sumarycznymi zawartościami wszystkich oznaczonych katechin.

W tab. 2. przedstawiono procentowy udział (-) epi-form (2R, 3R) i (-) form (2S, 3R) w poszczególnych ekstraktach. Wzrost procentowego udziału (-) form (2S, 3R) stwierdzono w temp. 80 i 100 °C. Zmiana procentowego udziału stereoisomerów najprawdopodobniej wynikała z przebiegu reakcji epimeryzacji (-) epi-form (2R, 3R) do (-) form (2S, 3R), która była generowana przez działanie wysokiej temperatury [1, 19].

Przeprowadzone badania trawienia *in vitro* wykazały inhibicyjny wpływ związków herbaty na strawność białka zwierzęcego (tab. 3). Dodatek ekstraktów herbaty do trawionego *in vitro* pasztetu zmniejszał ilość białka niskocząsteczkowego uwalnianego do dializatu od 15 do 28 % względem próby kontrolnej. Stwierdzono, że między ilością białka uwalnianego do dializatu a sumaryczną ilością wprowadzonych flawan-3-

oli występuje silna korelacja wyrażona współczynnikiem determinacji $R^2 = 89\%$. Wynika ona z dużego powinowactwa polifenoli herbaty do białek. Grupy fenolowe katechin wiążą się z białkami na skutek oddziaływań hydrofobowych, jak również poprzez wiązania wodorowe [14]. Powstałe kompleksy polifenole-białko ograniczają dostępność substratu enzymom proteolitycznym. W ostatnich latach w literaturze pojawiły się doniesienia potwierdzające inhibujący wpływ polifenoli zielonej herbaty na aktywność pepsyny i trypsyny [3]. Otrzymane wyniki dowodzą braku różnic w sile inhibującego działania między próbkami z dodatkiem ekstraktów przygotowanych w temperaturze 80 i 100 °C, co sugeruje, że stereoizomeria katechin nie wpływa istotnie na proces trawienia białka.

Tabela 1

Zawartość katechin w ekstraktach herbaty białej, przygotowanych w różnych warunkach temperaturowych, w przeliczeniu na 100 ml ekstraktu; EGCG - galusan epigalokatechiny; GCG - galusan galokatechiny; ECG - galusan epikatechiny.

The content of catechins in white tea extracts, prepared at different temperatures, per 100 ml of extract; EGCG - epigallocatechin gallate; GCG - galocatechin gallate; ECG - galloepicatechin.

Temperatura ekstrakcji Extraction temperature [°C]	(-) Epi-formy (2R, 3R) (-) Epi-forms (2R, 3R) [mg %]			(-) Formy (2S, 3R) (-) Forms (2S, 3R) [mg %]			Suma katechin Total catechins [mg %]
	EGCG	ECG	EC	GCG	CG	C	
40	7,75 ^a	3,22 ^a	1,04 ^a	0,75 ^a	0,13 ^a	0,27 ^a	13,16 ^a
60	11,85 ^b	4,32 ^b	1,26 ^b	0,86 ^b	0,18 ^b	0,48 ^b	18,95 ^b
70	13,6 ^d	5,88 ^c	1,76 ^c	1,12 ^c	0,21 ^b	0,59 ^c	23,16 ^c
80	14,84 ^e	6,71 ^d	1,93 ^d	1,41 ^d	0,46 ^c	1,25 ^d	26,63 ^d
100	13,05 ^c	6,11 ^c	1,78 ^c	3,18 ^e	0,61 ^d	1,74 ^e	26,47 ^d

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Różne litery superskryptu oznaczają różnice statystycznie istotne.

Different letters in superscript represent statistically significant differences.

Dodatek ekstraktów herbaty o największej sumarycznej zawartości katechin spowodował maksymalne ograniczenie uwalniania węglowodanów do dializatu (tab. 3). Podobnie, jak w przypadku trawienia białka, nie stwierdzono jednak wpływu stereoizomerii flawan-3-oli na zawartość cukrów w dializacie. W literaturze występują doniesienia potwierdzające inhibujące działanie polifenoli na aktywność α -amylazy [3,

7, 18]. He i wsp. [3] wykazali, że obecność polifenoli zielonej herbaty w stężeniu 0,05 mg/ml powodowała obniżenie aktywności α -amylazy nawet o 61 %.

Tabela 2

Procentowy udział (-) epi-form (2R, 3R) i (-) form (2S, 3R) w ekstraktach herbaty białej, przygotowanych w różnych warunkach temperaturowych.

Percentage rate of (-) epi-forms (2R, 3R) and (-) forms (2S, 3R) in white tea extracts prepared at different temperatures.

Temperatura ekstrakcji Extraction temperature [°C]	Epi-forma (2S, 3S) Epi-forms (2S, 3S) [%]	Forma (2R, 3S) Forms (2R, 3S) [%]
40	91,3 ^a	8,7 ^a
60	92,0 ^a	8,0 ^a
70	91,7 ^a	8,3 ^a
80	88,3 ^b	11,7 ^b
100	79,1 ^c	20,9 ^c

Objaśnienie jak pod tab. 1. / Explanatory notes see Tab. 1

W przeprowadzonych badaniach *in vitro* wykazano także inhibitoryjny wpływ flawan-3-oli uwolnionych w różnej temperaturze z liści herbacianych na proces trawienia tłuszczów (tab. 3). Największe zmniejszenie ilości uwalnianego do dializatu glicerolu (jednego z produktów hydrolizy lipidów), wynoszące 32 % względem próby kontrolnej, stwierdzono po dodaniu do pasztetu ekstraktu przygotowanego w temperaturze 100 °C. Między zawartością glicerolu w dializacie przy dodatku ekstraktu otrzymanego temperaturze 80 i 100 °C wykazano istotną różnicę. Wskazuje to, że stereoisomeria flawan-3-oli może mieć wpływ na intensywność hydrolizy lipidów. Skuteczniej ograniczał hydrolizę tłuszczów ekstrakt zawierający większą ilość (-) form (2S, 3R). Wyniki te są zgodne z rezultatami badań Ikedy i wsp. [4]. Wykazali oni, że galusany katechin GCG i CG charakteryzują się znacznie większą efektywnością w zmniejszaniu aktywności lipazy niż ich epimery EGCE i ECG [4]. Ponadto udowodnili, że lipazę inhibują tylko katechiny związane w formie estrów z kwasem galusowym, a wolne katechiny nie wpływają na aktywność enzymów katalizujących reakcję hydrolizy lipidów. Inhibujący wpływ katechin zielonej herbaty na aktywność lipazy żołądkowej i trzustkowej przy zastosowaniu różnych substratów opisali Juhel i wsp. [5]. Wykazali oni, że siła inhibująca katechin zależy od rodzaju lipazy, jak również od rodzaju trawionego tłuszczu. Ponadto udowodnili, że w obecności katechin następuje istotne zmniejszenie emulgacji lipidów, co może w znaczący sposób ograniczać dostępność lipaz do substratu i hamować proces wchłaniania produktów hydrolizy lipidów. Inhibi-

cyjny wpływ katechin na trawienie tłuszczów potwierdzono również w badaniach *in vivo* [6, 13, 15].

Tabela 3

Ilość białka niskocząsteczkowego, glicerolu i cukrów redukujących uwolnionych do dializatu z 1 g pasztetu, w zależności od temperatury przygotowania dodawanych ekstraktów herbaty białej.
Amount of low molecular proteins, glycerol, and reducing saccharides released to dialyzate from 1 g of páté depending on the extraction temperature of white tea extracts added.

Temperatura ekstrakcji Extraction temperature [°C]	Ilość uwalnianych do dializatu związków odżywczych [mg/g pasztetu] Amounts of nutrients released to dialyzate [mg/g páté]		
	Białka niskocząsteczkowe Low molecular proteins	Cukry redukujące Reducing saccharides	Glicerol Glycerol
Próba kontrolna Control sample	43,0 ^a	41,9 ^a	18,2 ^a
40	36,4 ^b	40,4 ^{ab}	13,7 ^b
60	36,0 ^b	39,5 ^b	9,9 ^c
70	35,2 ^c	40,5 ^{ab}	9,4 ^{cd}
80	31,1 ^d	32,7 ^c	9,0 ^d
100	31,7 ^d	32,8 ^c	8,2 ^e

Objaśnienie jak pod tab. 1. / Explanatory notes see Tab. 1.

Wnioski

1. Ilość uwalnianych z liści herbaty białej katechin rosła wraz ze wzrostem temperatury ekstrakcji, aż do osiągnięcia temperatury 80 °C. Wysoka temperatura ekstrakcji (80 i 100 °C) generowała reakcję epimeryzacji, czyli przejścia (-) epi-formy (2R, 3R) w (-) formy (2S, 3R).
2. Dodatek ekstraktów herbaty białej do pasztetu spowodował zmniejszenie ilości uwalnianych do dializatu produktów hydrolizy węglowodanów (max. o 10 %), białka (max o 28 %) i lipidów (max. o 32 %).
3. Zmniejszenie ilości uwalnianych do dializatu produktów hydrolizy białka, węglowodanów i lipidów był zależny od ilości wprowadzonych flawan-3-oli.
4. Procentowy udział stereoizomerów flawan-3-oli wpłynął istotnie tylko na ilość uwalnianego do dializatu produktu hydrolizy lipidów (glicerolu). (-) Formy (2S, 3R) silniej ograniczają strawność lipidów pasztetu niż (-) epi-formy (2R, 3R).

Literatura

- [1] Chen Z.-Y., Zhu Q.Y., Tsang D., Huang Y.: Degradation of green tea catechins in tea drinks. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, **49**, 577-482.
- [2] Fossati P., Prencipe L.: Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clin. Chem.*, 1982, **28**, 2077-2080.
- [3] He Q, Lv Y, Yao K.: Effects of tea polyphenols on the activities of α -amylase, pepsin, trypsin and lipase. *Food Chem.* 2007, **101**, 1178-1182.
- [4] Ikeda I., Tsuda K., Suzuki Y., Kobayashi M., Unno T., Tomoyori H., Goto H., Kawata Y., Imaizumi K., Nozawa A., Kakuda T.: Tea catechins with gallolyl moiety suppress postprandial hypertriglycerolemia by delaying lymphatic transport of dietary fat in rats. *J. Nutr.*, 2005, **135**, 155-159.
- [5] Juhel Ch., Armand M., Pafumi Y., Rosier Ch., Vandermader J., Lairon D.: Green tea extract (AR25) inhibit lipolysis of triglycerides in gastric and duodenal medium *in vitro*. *J. Nutr. Biochem.*, 2000, **11**, 45-51.
- [6] Kajimoto O., Yabune M., Nakamura T., Kotani K., Suzuki Y., Nozawa A., Nagata K., Unno T.: Tea catechins with gallolyl moiety reduce body weight and fat. *J. Health Sci.*, 2005, **51** (2), 161-171.
- [7] Kandra L.: Inhibitory effects of tannin on human salivary α -amylase. *Biochem. Bioph. Res. Co.*, 2004, **319**, 1265-1271.
- [8] Lin J.-K., Lin Ch., Liang Y., Shiau S., Juan I.: Survey of catechins, gallic acid and methylxanthines in green, oolong, pu-erh and black teas. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46** (9), 3635-3642.
- [9] Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randal R.J.: Protein measurement with the Folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 1951, **193**, 256-275.
- [10] Mika M., Wikiera A., Żyła K.: Effects of non-fermented tea extracts on *in vitro* digestive hydrolysis of lipids and on cholesterol precipitation. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, **226** (4), 731-736.
- [11] Miller G.L.: Use of DNS reagent for the measurement of reducing sugar. *Anal. Chem.*, 1959, **31**, 426-428.
- [12] Miller D.D., Schrickler B.R., Rasmussen R.R., Van Campen D.: An *in vitro* method for estimation of iron availability from meals. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1981, **34**, 2248-2256.
- [13] Miura Y., Chiba T., Tomita I., Umegaki K., Ikeda M., Tomita T.: Green tea polyphenols (flavan-3-ols) prevent oxidative modification of low density lipoproteins : an *ex vivo* study in humans. *J. Nutr. Biochem.*, 2000, **11**, 216-222.
- [14] Siebert K., Troukanova N., Lynn P.: Nature of polyphenol-protein interactions. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, **44**, 80-85.
- [15] Unno T., Tago M., Suzuki Y., Nozawa A., Sagesaka Y., Kakuda T., Egawa K., Kondo K.: Effect of tea catechins on postprandial plasma lipid responses in human subjects. *Br. J. Nutr.*, 2005, **93**, 543-547.
- [16] Wang H., Helliwell K.: Epimerisation of catechins in green tea infusions. *Food Chem.*, 2000, **70**, 337-344.
- [17] Wolters M.G., Schreuder H.A., van den Heuvel G., van Lonkhuijsen H.J., Hermes R.J., Voragen A.G.: A continuous *in vitro* method for estimation of the bioavailability of minerals and trace elements in foods: application to breads varying in phytic acid content. *Br. J. Nutr.*, 1993, **69**, 849-861.
- [18] Zhang J., Kashket S.: Inhibition of salivary amylase by black and green teas and their effects on the intraoral hydrolysis of starch. *Caries Res.*, 1998, **32** (3), 233-238.
- [19] Zhu Q., Zhang A., Tsang D., Huang Y., Chen Z.: Stability of green tea catechins. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, **45**, 4624-4628.
- [20] Żyła K., Leydoux D.R., Garcia A., Veum T.L.: An *in vitro* procedure for studying enzyme dephosphorylation of phytate in maize-soybean feeds for turkey poultry. *Br. J. Nutr.*, 1995, **74**, 3-17.

**THE IMPACT OF PREPARATION TEMPERATURE OF WHITE TEA EXTRACTS ON
THE COMPOSITION OF FLAVAN-3-OLS AND THEIR INTERACTION WITH
THE DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS CONTAINED IN MEAT PÂTÉ**

S u m m a r y

The impact of white tea extraction temperature on the composition of flavan-3-ols was investigated. In the water extracts of white tea, prepared at 60°C, 70°C, 80°C, and 100°C, the contents of flavan-3-ols (EGCG, ECG, EC, GCG, CG, C) were determined. The high temperature of extraction (80°C, 100°C) generated an epimerization reaction, i.e. the conversion of (-) epi-forms (2R, 3R) into (-) forms (2S, 3R). Next, the impact of white tea extracts on the digestibility of proteins, saccharides, and lipids in pork pâté was studied. The digestibility of nutrients was investigated using an *in vitro* method simulating human digestive system. It was found that the addition of extracts prepared at different temperatures to the pork pâté caused the amount of nutritive compounds being released to the dialyzate of the hydrolysis products of the nutrients studied to decrease. The epimerization process intensified additionally the decrease in the digestibility of lipids.

Key words: white tea, extraction temperature, polyphenols, digestibility, digestion by an *in vitro* method ☒

MAREK NOWAK, TADEUSZ TRZISZKA, JULIA OTTO

POZYCJA JAKOŚCI POSIŁKÓW WŚRÓD CZYNNIKÓW KSZTAŁTUJĄCYCH PREFERENCJE NABYWCÓW USŁUG GASTRONOMICZNYCH

Streszczenie

Celem pracy była identyfikacja czynników wpływających na decyzje nabywców usług gastronomicznych, zhierarchizowanie tych czynników oraz ustalenie pozycji jakości posiłku w układzie preferencji konsumenckich. Badania zrealizowano w 2007 roku na terenie województw dolnośląskiego i wielkopolskiego. Przeprowadzono 234 wywiady kwestionariuszowe z osobami kupującymi usługi gastronomiczne przynajmniej raz w miesiącu. Ustalono, że na decyzje nabywców usług gastronomicznych wpływają kolejno następujące czynniki: jakość serwowanych posiłków, cechy lokalu gastronomicznego, jakość obsługi, cena. Pojęcie jakości posiłku było głównie utożsamiane z jego cechami sensorycznymi, a w mniejszym stopniu z jakością zużytych surowców żywnościowych oraz różnorodnością oferowanych dań. Kategoria bezpieczeństwa zdrowotnego żywności w ogóle nie pojawiła się w wypowiedziach respondentów, co świadczy o niedostatecznym poziomie ich wiedzy w tym zakresie.

Słowa kluczowe: usługi gastronomiczne, preferencje konsumentów, jakość posiłków

Wprowadzenie

Sektor usług jest jednym z najszybciej rozwijających się działów polskiej gospodarki i odgrywa coraz większą rolę w tworzeniu produktu krajowego, stąd też jednym z najważniejszych zadań w kreowaniu innowacyjnej gospodarki w aspekcie jakości wyrobu jest zarządzanie relacjami z klientami [6, 7, 10, 15].

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania wdrażaniem w sektorze usługowym systemów zarządzania jakością ISO 9000 i przewiduje się utrzymanie tego trendu przez wiele lat [15]. Wydaje się, że szczególnej uwagi w Polsce wymagają usługi gastronomiczne, przede wszystkim ze względu na obowiązujące prawo żywno-

Dr M. Nowak, Katedra Ekonomiki i Organizacji Rolnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław, prof. dr hab. T. Trziszka, Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C. K. Norwida 25, 50-375 Wrocław; mgr inż. Julia Otto, Powiatowa Stacja Sanitarno- Epidemiologiczna, ul. Wały J. Dąbrowskiego 2, 63-900 Rawicz

ściowe w Unii Europejskiej (rozporządzenie 178/2002 Parlamentu i Rady), a zwłaszcza zapis dotyczący identyfikowalności (traceability), tj. możliwości jednoznacznego zidentyfikowania użytych materiałów wyjściowych i opakowań oraz szczegółowego odtworzenia procesu wytwarzania danej serii wyrobu gotowego. Zapis ten w zasadniczy sposób wymusza zachowanie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności i jednocześnie nakazuje przestrzeganie zasad szeroko pojętej jakości [9].

Usługi gastronomiczne mają charakter hybrydowy, obejmują posiłki oraz serwowanie ich w otoczeniu odpowiadającym konsumentowi [5]. Skierowane są do różnych grup nabywców: turystów, podróżnych oraz mieszkańców miejscowości, w której funkcjonuje placówka gastronomiczna. Zakup usługi gastronomicznej może wynikać z niemożności samodzielnego przygotowania posiłku (przyjezdni) lub alternatywnego wykorzystania czasu przeznaczonego na czynności kulinarne wykonywane we własnym domu [13]. W badaniach ogólnopolskich przeprowadzonych w 2001 roku 17,7 % respondentów deklaruowało chęć szybkiego spożywania posiłków w możliwie krótkim czasie. Jednocześnie 24,0 % mężczyzn i 12,4 % kobiet było gotowych do codziennej konsumpcji poza domem [8].

Preferencje tworzą system ocen charakteryzujących stosunek konsumenta do określonych typów żywności lub cech poszczególnych produktów żywnościowych. Na kształtowanie preferencji wpływ mają m.in. następujące czynniki: wiek, płeć, status społeczny, wykształcenie, wzorce wyniesione z dzieciństwa, trendy żywieniowe, reklama. Preferencje są ściśle związane ze stopniem usatysfakcjonowania konsumenta [20]. Spełnienie oczekiwań nabywcy wpływa na akceptację oferowanych usług gastronomicznych. Natomiast znaczne różnice między ich oczekiwaną a postrzeganą wartością wywołują dezaprobatę potencjalnego nabywcy.

Potrzeba wyżywienia ma swe źródła w uwarunkowaniach fizjologicznych, psychologicznych i socjologicznych. Zakup podstawowych produktów żywnościowych wynika głównie z chęci zaspokojenia głodu. Nabywcy usług gastronomicznych zwracają uwagę również na inne czynniki, jak na przykład: kontakty interpersonalne, przebywanie w odpowiednim otoczeniu (tzw. klimat lokalu), uznanie środowiska rówieśniczego (odwiedzanie modnych lokali). Należy przy tym zauważyć, że zdeterminowany społecznie wybór usług gastronomicznych ma jednocześnie charakter zindywidualizowany, wynikający z subiektywnych preferencji konsumentów [18].

Wiedza o postawach i preferencjach nabywców usług gastronomicznych jest niezbędna zarówno dla prowadzących placówki usług żywieniowych, jak i menedżerów zaopatrujących przedsiębiorstwa gastronomiczne w surowce zużywane w procesie przygotowywania posiłków. Na wysoko konkurencyjnym rynku należy także szczególną wagę przywiązywać do roli klienta/konsumenta w odniesieniu do zdolności egzystencjalnej jednostek usługowych, uwzględniając „CRM” (continuous relationship marketing) [10, 14].

W tym kontekście celem pracy była identyfikacja czynników wpływających na decyzje nabywców usług gastronomicznych, zhierarchizowanie tych czynników oraz ustalenie pozycji jakości posiłku w układzie preferencji konsumenckich.

Material i metody badań

Badania miały na celu ustalenie czynników wpływających na decyzje nabywców usług gastronomicznych. Przeprowadzono je w 2007 roku w wybranych miastach województwa dolnośląskiego i wielkopolskiego: Wrocławiu, Legnicy, Trzebnicy, Głogowie, Kaliszu, Lesznie, Rawiczu i Niechlowie. W badaniach posłużono się bezpośrednimi wywiadami kwestionariuszowymi z celowym doбором próby. Pytania miały charakter otwarty. Zastosowano w nich porównawczą skalę ocen, dzięki czemu uwzględniono relatywne znaczenie ocenianych atrybutów [2]. Respondenci rozdzielali sumę 100 punktów między wskazane przez siebie trzydzieści trzy powody korzystania z usług gastronomicznych. Odrębnie obliczono strukturę ocen segmentu jakości posiłków, do którego zakwalifikowano trzynaście spośród użytych przez respondentów określeń. Zgodnie z wymogami testu χ^2 dotyczącymi minimalnej liczebności pozycji tablic wielozdzielczych ustalono trzy poziomy ocen atrybutów usług gastronomicznych: 0 punktów – cecha nieważna, 1-20 punktów – cecha ważna, ponad 20 punktów – cecha bardzo ważna [2, 4, 12, 16]. W doborze próby respondentów kierowano się głównie kryterium ich kompetencji w zakresie oceny atrybutów usług gastronomicznych. Dlatego też spośród 302 przeprowadzonych wywiadów do dalszej analizy zakwalifikowano 234, pomijając wypowiedzi osób odwiedzających lokale gastronomiczne rzadziej niż jeden raz w miesiącu. Spośród zakwalifikowanych respondentów odpowiedzi udzieliło odpowiednio:

- 62,4 % kobiet i 37,6 % mężczyzn;
- 12,4 % osób w wieku poniżej 20 lat, 56,4 % w wieku 20-29 lat, 16,2 % w wieku 30-39 lat i 15,0 % w wieku 40-65 lat;
- 11,6 % respondentów z wykształceniem podstawowym lub zawodowym, 50,4 % z wykształceniem średnim i 38,0 % z wykształceniem wyższym;
- 28,2 % mieszkańców wsi, 21,4 % mieszkańców miast o populacji poniżej 20000 osób, 25,2 % mieszkańców miast o populacji 20000 - 50000 osób i 25,2 % mieszkańców miast o populacji ponad 50000 osób;
- 22,2 % osób bez stałego dochodu (uczniowie i studenci), 22,5 % osób z dochodem miesięcznym do 1000 zł, 38,0 % osób z dochodem 1001-2000 zł miesięcznie i 16,3 % osób z miesięcznym dochodem ponad 2000 zł.

Do ustalenia związku między cechami respondentów i oceną czynników wpływających na decyzje nabywców usług gastronomicznych zastosowano test χ^2 z wykorzystaniem programu komputerowego Statistica 7.1. Jako miernik siły związku przyjęto współczynnik Cramera [4, 11].

Wyniki i dyskusja

Wśród respondentów nie wyodrębniono segmentu osób w wieku powyżej 65 lat. Jest to zbieżne z wynikami badań dotyczących zwyczajów żywieniowych Polaków, w których ponad 80 % Polaków w wieku powyżej 64 lat nie korzysta z żadnych usług gastronomicznych [17].

Codzienne zakupy usług gastronomicznych deklarowało 7,28 % respondentów, dwa razy w tygodniu – 16,23 %, dwa do pięciu razy w miesiącu – 32,12 %, jeden raz w miesiącu – 21,65 %, dwa lub trzy razy w roku – 12,58 % i jeden raz w roku – 9,93 %. Jako miejsce zakupu usług gastronomicznych największa część respondentów wskazała obiekty typu fast food (40,4 %) i restauracje (37,7 %). Dużo mniej osób deklarowało wizyty w barach mlecznych (13,0 %), stołówkach zakładowych (4,8 %) oraz innych miejscach gastronomicznych (4,1 %). W badaniach ogólnopolskich również wybrano restauracje i bary fast food oraz tradycyjne restauracje jako najczęściej odwiedzane placówki gastronomiczne [17]. Wśród lokali serwujących posiłki fast food najczęściej odwiedzane były restauracje sieci McDonalds, Pizza Hut oraz KFC. Podobną kolejność wskazań uzyskała Adamczyk w badaniach mieszkańców Poznania [1].

Po obliczeniu łącznej sumy punktów przyznanych przez respondentów kilkudziesięciu atrybutom, dokonano segmentacji ocen. Umożliwiło to wyodrębnienie następujących grup czynników wpływających na decyzję zakupu usługi gastronomicznej: jakość serwowanych posiłków – 30,26 % liczby przyznanych punktów, cechy lokalu gastronomicznego – 28,53 %, jakość obsługi – 20,26 %, cena usługi gastronomicznej – 16,47 %, inne czynniki – 4,48 %. W tab. 1 przedstawiono strukturę ocen wyżej przedstawionych atrybutów przyznanych przez respondentów, podzielonych wg kryterium płci, wieku, wykształcenia, miejsca zamieszkania i dochodu.

Analiza wartości statystyki χ^2 (tab. 2) pozwala na stwierdzenie istnienia zależności stochastycznej następujących zmiennych: płeć nabywców usług gastronomicznych i cechy lokalu, płeć i jakość obsługi, płeć i poziom ceny, wykształcenie i jakość posiłków, wykształcenie i poziom ceny, dochód i cechy lokalu. Współczynnik zbieżności Cramera przyjął najwyższe wartości w przypadku relacji: jakość obsługi a płeć (0,72) i jakość posiłku a wykształcenie (0,67). Również w przypadku relacji cena usługi gastronomicznej a wykształcenie respondentów ($V = 0,67$) i cechy lokalu a dochód nabywców ($V = 0,62$) stwierdzono istotną zależność między analizowanymi zmiennymi. Niższy poziom współczynnika Cramera wykazywały zależności: cechy lokalu a płeć (0,50) i cena a płeć (0,44). Spośród sześciu stochastycznie istotnych wartości testu χ^2 , trzy dotyczyły wpływu płci na zmienne określające kryteria zakupu analizowanych usług. Za nieważną cechę usługi gastronomicznej oceniono: jakość obsługi – 29,5 % mężczyzn i 14,4 % kobiet, cechy lokalu – 28,4 % mężczyzn i 13,7 % kobiet, cenę – 42 % mężczyzn i 30,2 % kobiet. Natomiast za bardzo ważny atrybut produktu gastronomicznego uznano: jakość obsługi – 37,3 % kobiet i 39,8 % mężczyzn, cechy lokalu

Tabela 1

Czynniki wpływające na decyzję zakupu usług gastronomicznych [%].
Factors influencing the decision of purchasing catering services [%].

Specyfikacja Specification		Jakość posiłku Quality of meal			Lokal Gastronomic outlet			Obsługa Service			Cena Price		
		0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
Płeć Sex	kobieta female	11,1	30,1	58,9	13,7	24,0	62,3	14,4	49,3	37,3	30,2	43,8	26,0
	mężczyzna male	18,2	19,3	62,5	28,4	19,3	52,3	29,5	30,7	39,8	42,0	27,3	30,7
Wiek (lata) Age (years)	do 20	24,1	27,6	48,3	20,7	13,8	65,5	31,0	41,4	27,6	28,6	28,6	42,8
	20-29	9,8	25,8	64,4	16,7	24,2	59,1	15,9	45,5	38,6	31,6	41,3	27,1
	30-39	18,4	13,2	68,4	31,6	23,7	44,7	26,3	29,0	44,7	50,0	26,3	23,7
	40-65	14,3	40,0	45,7	14,3	20,0	65,7	20,0	45,7	34,3	34,3	42,9	22,8
Wykształcenie Education	podst. i zaw. primary and vocational	33,4	14,8	51,8	29,6	22,2	41,2	33,3	33,3	33,4	29,6	22,2	48,2
	średnie secondary	15,3	25,4	59,3	20,3	17,0	62,7	18,7	43,2	38,1	42,4	37,3	20,3
	wyższe higher	5,6	30,3	64,1	14,6	29,2	56,2	18,0	43,8	38,2	25,8	42,7	31,5
Miejsce zamieszkania Place of residence	wieś rural area	15,1	27,3	57,6	13,6	25,8	60,6	16,7	43,9	39,4	30,3	42,4	27,3
	miasto A town A	8,0	30,0	62,0	22,0	22,0	56,0	22,0	44,0	34,0	36,0	44,0	20,0
	miasto B town B	17,0	25,4	57,6	17,0	20,3	62,7	18,6	37,3	44,1	33,9	35,6	30,5
	miasto C town C	13,6	22,0	64,4	25,4	20,3	54,3	23,7	44,1	32,2	39,0	28,8	32,2
Dochód (zł) Income (PLN)	brak no income	13,5	26,9	59,6	15,4	21,1	63,5	21,1	48,1	30,8	34,0	37,7	28,3
	do 1000 below 1000	10,9	24,5	63,6	9,1	29,1	61,8	10,9	49,1	40,0	32,1	45,3	22,6
	1001-2000 1001-2000	9,0	29,2	61,8	20,2	19,1	60,7	22,5	37,1	40,4	29,2	39,3	31,5
	pow. 2000 beyond 2000	28,9	18,5	52,6	36,8	21,1	42,1	26,3	36,8	36,9	51,3	23,1	25,6

Objaśnienia / Explanatory notes:

0 - czynnik nieważny / unimportant factor; 1 - czynnik ważny / important factor; 2 - czynnik bardzo ważny / very important factor;

miasto A - do 20 000 mieszkańców / town A - up to 20 000 inhabitants; miasto B - od 20 000 do 50 000 mieszkańców / town B - 20 000 - 50 000 inhabitants; miasto C - powyżej 50 000 mieszkańców / town C - more than 50 000 inhabitants

Źródło: badania własne / Source: the authors' own study

– 62,3 % kobiet i 52,3 % mężczyzn, cenę – 30,7 % kobiet i 26,0 % mężczyzn. Dwie wartości statystyki χ^2 wskazywały na związek wykształcenia respondentów z dwoma atrybutami usługi gastronomicznej. Jakość posiłku uznano za cechę nieważną: 33,4 % osób z wykształceniem podstawowym i zawodowym, 15,3 % z wykształceniem średnim i 5,6 % z wykształceniem wyższym. Natomiast cena (niska) została uznana za bardzo ważny atrybut przez: 48,2 % osób z wykształceniem podstawowym i zawodowym, 20,3 % z wykształceniem średnim i 31,5 % z wykształceniem wyższym. Ostatnia ze statystycznie istotnych wartości testu χ^2 dotyczyła relacji dochód nabywcy usługi gastronomicznej a cechy lokalu. Czynniki te okazały się bardzo ważne dla 42,1 % osób o dochodzie miesięcznym przekraczającym 2000 złotych, 60,7 % z dochodem 1001-2000 zł, 61,8 % o dochodzie do 1000 zł i 63,5 % respondentów bez stałego źródła dochodów.

Tabela 2

Wpływ czynników socjoekonomicznych na preferencje nabywców usług gastronomicznych (wartości χ^2).
The influence of socio-economic factors on the preferences of customers purchasing catering services (χ^2 values).

Specyfikacja Specification	Jakość Quality	Lokal Gastronomic outlet	Obsługa Service	Cena Price
Płeć Sex	4,682	7,669*	10,958*	6,690*
Wiek Age	12,152	7,014	7,152	9,611
Wykształcenie Education	14,579*	6,953	3,418	13,363*
Miejsce zamieszkania Place of residence	2,799	3,629	7,741	4,617
Dochód Income	9,930	13,262*	6,105	9,430

Objaśnienia / Explanatory notes:

* - wartość istotna na poziomie $\alpha < 0,05$ / significant value at $\alpha < 0.05$

Źródło: badania własne / Source: the authors' own study

Z analizy struktury wypowiedzi respondentów dotyczących pojęcia jakości posiłku, definiowanej – zgodnie z założeniami metodycznymi pracy - przez nich samych, wynika, że ponad połowa przyznanych punktów (51,6 %) przypadła na określenie „smaczne, dobre jedzenie”. Niemal taka samą ilość wskazań uzyskały opinie wiążące jakość posiłku z jakością produktów żywnościowych użytych do jego wytworzenia – 21,5 % oraz różnorodnością oferowanych dań (menu) – 21,4 %. Na inne opinie (m.in.

wielkość porcji, świeżość dań) przypadło 5,5 % przyznanych punktów. Z badań Czarneckiej-Skubiny [3] wynika, że również pracownicy lokali gastronomicznych, w których gestii była jakość żywności, za najważniejsze uznali cechy sensoryczne przygotowywanych posiłków.

Jakość posiłku była postrzegana jako cecha bardzo ważna przede wszystkim przez osoby w wieku 30-39 lat – 68,4 % sumy ocen przyznanych temu atrybutowi i 20-29 lat – 64,4 %, zaś jako nieważna głównie przez najmłodszą grupę respondentów – 24,1 % sumy ocen. Więcej mężczyzn (18,25 %) niż kobiet (11,1 % sumy przyznanych punktów) uznało ten atrybut za nieważny, natomiast za ważny więcej kobiet (30,1 %) niż mężczyzn (19,3 %). Duża część osób o najniższym poziomie wykształcenia (33,4 %) uznała jakość posiłku za cechę nieważną usługi gastronomicznej. Natomiast dla większości respondentów z wykształceniem wyższym i średnim był to czynnik bardzo ważny – odpowiednio 64,1 % i 59,3 % sumy przyznanych punktów. Atrybut jakości posiłku uznała za nieważny część osób o dochodach ponad 2000 zł na miesiąc (28,9 %), natomiast bardzo ważny był on dla osób o dochodach do 1000 zł miesięcznie (63,6 %). Warto zauważyć, że wśród osób o najwyższych dochodach było wielu zawodowych kierowców samochodów ciężarowych, dla których ani jakość posiłku, ani cechy lokalu nie były najistotniejsze przy zakupie usługi gastronomicznej. Przedstawione liczby w sposób jednoznaczny wskazują na drastycznie niski poziom wiedzy o jakości posiłków, cechujący polskich nabywców usług gastronomicznych. Związane jest to w pewnym zakresie z poziomem zamożności, ale nade wszystko z brakiem programów edukacyjnych w zakresie żywności i żywienia. Poziom wiedzy w zakresie jakości żywności jest bowiem pochodną poziomu wykształcenia. Na uwagę zasługują konsumenci w wieku 20-40 lat, zwracający uwagę na jakość posiłków, w odróżnieniu od osób starszego pokolenia. Prawdopodobnie jest to efekt zachodzących od 18 lat przemian, w tym również mentalnych. Jesteśmy w grupie społeczeństw bogacących się i coraz częściej będziemy zwracać uwagę na jakość produktów żywnościowych i usług gastronomicznych, a także na ich bezpieczeństwo zdrowotne, co jest obligatoryjne w prawie europejskim [19]. Dlatego należy problem ten bardziej wyeksponować i nadać mu charakter ogólnospołeczny.

Wnioski

1. Na przykładzie wybranych miast Dolnego Śląska i Wielkopolski wykazano, że zainteresowanie usługami gastronomicznymi jest jeszcze niskie.
2. Badani nabywcy usług gastronomicznych kupują je przede wszystkim w barach i restauracjach typu fast food oraz restauracjach tradycyjnych.
3. Zasadniczymi czynnikami wpływającymi na decyzje zakupu usług gastronomicznych są: jakość serwowanych posiłków, cechy lokalu gastronomicznego oraz jakość obsługi.

4. Stwierdzono stochastycznie istotną zależność między następującymi cechami respondentów i atrybutami usługi gastronomicznej: płeć – cechy lokalu, płeć – jakość obsługi, płeć – poziom ceny, wykształcenie – jakość posiłków, wykształcenie – poziom ceny, dochód – cechy lokalu.
5. W opinii respondentów jakość posiłków utożsamiana jest głównie z ich smakiem, różnorodnością serwowanych potraw oraz jakością produktów użytych do ich wytworzenia.
6. Społeczny poziom wiedzy w zakresie jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego żywności jest ciągle nieadekwatny do postępu technologicznego w przemyśle żywnościowym i wzrastającej roli gastronomii. Należałoby zatem podjąć starania w kierunku zwiększenia intensywności działań państwa, sektora agrobiznesu i nauki na rzecz szeroko pojętej edukacji żywieniowej.

Literatura


- [1] Adamczyk G.: Popularność restauracji typu fast food wśród mieszkańców Poznania. Roczn. Nauk. SERiA, 2005, t. VII, z. 3, 9.
- [2] Churchill G. A.: Badania marketingowe. Podstawy metodologiczne. PWN, Warszawa 2002, s. 430, 774.
- [3] Czarniecka-Skubina E.: Jakość usług gastronomicznych w aspekcie żywieniowym, technologicznym i higienicznym. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, 1 (46), 27.
- [4] Dobosz M.: Wspomagana komputerowo statystyczna analiza wyników badań. Akademicka Oficyna Wyd. EXIT, Warszawa 2004, s. 62, 360.
- [5] Earle M., Earle R., Anderson A.: Opracowanie produktów spożywczych - podejście marketingowe. WNT, Warszawa 2007, s. 143.
- [6] Gawlik J.: Innowacje – jakość - klienci w działalności przedsiębiorstwa. W: Sikora T. (pod red.): Klient w organizacji zarządzanej przez jakość. Wyd. AE w Krakowie, 2006, s. 13 - 23.
- [7] Grad W., Kargiel T.: Zadowolenie klienta a jakość świadczonych usług. W: Sikora T. (pod red.): Klient w organizacji zarządzanej przez jakość. Wyd. AE w Krakowie 2006, s. 191 - 202.
- [8] Jeżewska-Zychowicz M.: Charakterystyka zachowań konsumentów na rynku żywności gotowej do spożycia oraz usług gastronomicznych. Roczn. Nauk. SERiA, 2004, t. VI, z. 2, 121.
- [9] Kijowski J., Sikora T.: Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem żywności. WNT, Warszawa 2003.
- [10] Krodkiewicz-Skoczylas E., Żarlicka G.: Zarządzanie relacjami z klientem. W: Sikora T. (pod red.): Klient w organizacji zarządzanej przez jakość. Wyd. AE w Krakowie, 2006, s. 36 - 45.
- [11] Luszniwicz A., Słaby T.: Statystyka z pakietem komputerowym STATISTICA PL. Teoria i zastosowanie. Wydawnictwo C. H. Beck, Warszawa 2003, s. 283.
- [12] Mynarski S.: Analiza danych rynkowych i marketingowych z wykorzystaniem programu STATISTICA, Wyd. AE w Krakowie, 2003, s. 40 - 41.
- [13] Nowak M., Trziszka T. : Preferencje konsumentów żywności wygodnej z mięsa drobiowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, 2 (47), 134.
- [14] Sakłak M.: Zarządzanie relacjami z klientem. W: T. Sikora (pod red.): Narzędzia jakości w doskonaleniu i zarządzaniu jakością. Wyd. AE w Krakowie, 2006, s. 345 - 349.
- [15] Sikora T., Bałaga A.: Ocena funkcjonalna systemu zarządzania jakością według norm ISO 9000 na przykładzie przedsiębiorstw usługowych. Zesz. Nauk. AE w Krakowie, 2006, 717, 111 - 131.
- [16] Sobczyk S.: Statystyka. PWN, Warszawa 2002, s. 228.

- [17] Sznajder M., Przywecka B.: Miejsca spożywania posiłków. Roczn. Nauk. SERiA, 2003, t. V, z. 3, 152 - 154.
- [18] Szwacka-Salmonowicz J.: Uwarunkowania zachowań konsumenckich na rynku żywności w stadium globalizacji. Roczn. Nauk. SERiA, 2006, t. VIII, z. 3, 141.
- [19] Schroder M.J.A.: Food quality and consumer value. Springer-Verlag Berlin 2003.
- [20] Trziszka T., Nowak M., Kaźmierska M.: Preferencje konsumentów jaj na rynku wrocławskim. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, 3 (48), 10.

QUALITY OF MEALS AND ITS POSITION AMONG THE FACTORS SHAPING THE PREFERENCES OF CATERING SERVICES CUSTOMERS

S u m m a r y

The objective of the study was to identify factors influencing decisions made by catering services consumers, to hierarchize them, and to determine the position of meals quality within the system of consumer preferences. The study was conducted in the year 2007, in the Dolnośląskie and Wielkopolskie voivodships. 234 questionnaires were filled out by persons who used to buy catering services at least once a month. It was determined that the following factors influenced, one after the other, the decisions taken by the catering services customers: quality of meals served, attributes of gastronomic outlet, quality of service, and price. The idea of meals quality was, mainly, equated with the sensory properties of meals, and, to a smaller extent, with the quality of raw materials used to prepare food and with the variety of the offered meals. The category of health safety of food did not appear at all in the respondents' answers; this fact proves the insufficient level of the respondents' knowledge in this field.

Key words: catering services, consumer preferences, quality of meals 

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOSCIOWA 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 14 lipca 2008 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 28 kwietnia 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków pobierania próbek artykułów rolno-spożywczych (Dz. U. 2008 r. Nr 82, poz. 499).
Próbki artykułów rolno-spożywczych powinny być pobierane w sposób:
 - zapewniający uzyskanie próbek charakteryzujących właściwości organoleptyczne, fizykochemiczne i mikrobiologiczne danej partii produkcyjnej,
 - uniemożliwiający zanieczyszczenie partii produkcyjnej, z której próbki są pobierane,
 - dostosowany do postaci i rodzaju artykułu rolno-spożywczego oraz wielkości partii produkcyjnej, z której próbki są pobierane.Załącznik do rozporządzenia zawiera szczegółowe warunki pobierania próbek artykułu rolno-spożywczego głęboko mrożonego (zasady pobierania próbek, sprzęt do pomiaru temperatury, pomiaru temperatury próbek).
2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 28 maja 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie znakowania środków spożywczych (Dz. U. 2008 r. Nr 93, poz. 595).
Wprowadzone zmiany dotyczą m.in. znakowania takich artykułów spożywczych jak: kakao i czekolada do picia o obniżonej zawartości tłuszczu oraz jaj.

Rozporządzenie zawiera również nowe brzmienie załącznika dotyczącego składników alergennych.

3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 czerwca 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub na ich powierzchni (Dz. U. 2008 r. Nr 102, poz. 665).

Wprowadzone zmiany dotyczą najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów:

- załącznik nr 1 – acetamipryd, cyprokonazol, deltametryna, imazalil, indoksykarb, pendimetalina, pimetozyna, pyraklostrobina, tebufenpyrad, tiachlopyryd, trifloksystrobina,
- załącznik nr 2 - cyflufenamid.

4. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 28 maja 2008 r. w sprawie wymagań, po spełnieniu których ziemniaki pochodzące z Arabskiej Republiki Egiptu mogą być wprowadzane na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej w 2008 r. (Dz. U. 2008 r. Nr 103, poz. 661).

Rozporządzenie określa:

- odstępstwa od zakazu wprowadzania na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej bulw roślin gatunku *Solanum tuberosum* L. pochodzących z Arabskiej Republiki Egiptu, innych niż bulwy roślin gatunku *Solanum tuberosum* L. przeznaczone do sadzenia, o których mowa w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21 lutego 2008 r. w sprawie zapobiegania wprowadzaniu i rozprzestrzenianiu się organizmów kwarantannowych (Dz. U. Nr 46, poz. 272),
- szczegółowy sposób przeprowadzania granicznej kontroli fitosanitarnej bulw roślin gatunku *Solanum tuberosum* L.,
- nakazy stosowane na całym terytorium Rzeczypospolitej Polskiej w związku ze szczególnym zagrożeniem roślin przez bakterię *Ralstonia solanacearum*.

5. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 25 czerwca 2008 r. w sprawie środków dopuszczonych do skażania alkoholu etylowego (Dz. U. 2008 r. Nr 120, poz. 776).

Rozporządzenie zawiera wykaz 25 środków dopuszczonych do skażania alkoholu etylowego wraz z minimalną ilością ich zastosowania.

6. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 13 czerwca 2008 r. w sprawie krajowych laboratoriów referencyjnych właściwych dla poszczególnych rodzajów i kierunków badań (Dz. U. 2008 r., Nr 118, poz. 757).

Rozporządzenie zawiera wykaz:

- krajowych laboratoriów referencyjnych właściwych do badań prowadzonych w kierunku rozpoznawania chorób zakaźnych zwierząt oraz chorób odzwierzęcych (załączniku nr 1),
 - krajowych laboratoriów referencyjnych właściwych do badań produktów pochodzenia zwierzęcego (załączniku nr 2).
7. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 13 czerwca 2008 r. w sprawie krajowych laboratoriów referencyjnych właściwych do prowadzenia badań pasz (Dz. U. 2008 r. Nr 118, poz. 758).
Krajowe laboratoria referencyjne, właściwe dla poszczególnych rodzajów i kierunków badań pasz to:
- Instytut Zootechniki – PIB, Krajowe Laboratorium Pasz w Lublinie,
 - Instytut Ochrony Roślin, Laboratorium Zakładu Badań Pozostałości Środków Ochrony Roślin w Poznaniu.
8. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 25 czerwca 2008 r. w sprawie szczegółowych wymagań weterynaryjnych dla prowadzenia działalności w zakresie obrotu zwierzętami, pośrednictwa w tym obrocie lub skupu zwierząt (Dz. U. 2008 r. Nr 122, poz. 790).
Przedmiotem działalności w zakresie obrotu zwierzętami, pośrednictwa w tym obrocie lub skupu zwierząt mogą być wyłącznie zwierzęta:
- oznakowane w sposób określony w przepisach o systemie identyfikacji i rejestracji zwierząt,
 - spełniające wymagania w odniesieniu do stanu zdrowia oraz miejsca pochodzenia określone dla danego gatunku oraz przeznaczenia zwierząt,
 - niepodlegające zakazowi wyprawiania z gospodarstwa wydanemu w związku ze zwalczaniem chorób zakaźnych zwierząt,
 - zaopatrzone w świadectwo zdrowia lub inny dokument potwierdzający stan zdrowia oraz miejsce pochodzenia, jeżeli takie świadectwo lub dokument są wymagane.
9. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 20 maja 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie terytorialnego zakresu działania oraz siedzib powiatowych i granicznych lekarzy weterynarii (Dz. U. 2008 r. Nr 96, poz. 613).
Zmiany w załączniku do rozporządzenia dotyczą wykazu Powiatowych Lekarzy Weterynarii w województwie podkarpackim i pomorskim.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 543/2008 z dn. 16 czerwca 2008 r. wprowadzające szczegółowe przepisy wykonawcze do rozporządzenia Rady (WE) nr 1234/2007 w sprawie niektórych norm handlowych w odniesieniu do mięsa drobiowego (Dz. Urz. UE L 2008. Nr 157, s. 46).

Rozporządzenie zawiera m.in.:

- definicje produktów drobiowych,
- zasady zaliczania wyrobów drobiowych do klasy A i B,
- zasady oznaczania wyrobów,
- metody schładzania drobiu,
- zasady oznaczania ubytków wody w czasie mrożenia,
- oznaczania zawartości wody w drobiu i jego częściach,
- zasady kontroli wchłaniania wody w zakładach produkcyjnych (rzeźniach),
- wykaz krajowych laboratoriów referencyjnych.

2. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 589/2008 z dn. 23 czerwca 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonywania rozporządzenia Rady (WE) nr 1234/2007 w sprawie norm handlowych w odniesieniu do jaj (Dz. Urz. UE L 2008 r. Nr 163, s. 6).

W rozporządzeniu zawarte są ustalenia dotyczące m.in.:

- cech jakościowych jaj,
- zasady mycia jaj,
- klasyfikacja jaj,
- zasady pakowania i oznaczania jaj,
- zasady prowadzenia ewidencji przez producentów, zakłady paczkujące, punkty odbioru,
- dopuszczalne wady jaja. ☒

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA

WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOSCI

Prezentujemy 31. część haseł *Współczesnego leksykonu wiedzy o żywności*. Druk leksykonu rozpoczęliśmy w *Żywności* nr 3 (28), 2001.

BIAŁA BIOTECHNOLOGIA / WHITE BIOTECHNOLOGY – biotechnologia przemysłowa wykorzystująca systemy biologiczne w produkcji przemysłowej i ochronie środowiska. Polega głównie na biokatalizie i bioprocessach. Dzięki tej biotechnologii surowce odnawialne, głównie produkty rolne, są przekształcane w cenne chemikalia, leki, materiały polimerowe, czynniki energetyczne, dodatki konsumpcyjne itp. z wykorzystaniem komórek pleśni, drożdży, bakterii czy enzymów z nich pochodzących

BIAŁKA FUZYJNE / FUSION PROTEINS - są produktami inżynierii genetycznej i składają się z dwóch (potencjalnie więcej) naturalnych białek/fragmentów białek połączonych ze sobą bezpośrednio lub za pomocą krótkiego łącznika (linkera). Łączenie białek terapeutycznych z fragmentami lub całymi przeciwciałami ma na celu uzyskanie białek fuzyjnych ulepszonych właściwościami terapeutycznymi

BIAŁKA WIELOFUNKCYJNE / POLYFUNCTION PROTEINS - białka połączone z materiałem nieorganicznym, często w warunkach nanoskali, otwierają możliwości opracowania nowych produktów, jak np. materiały „samoczyszczające się”, czy też produkty wrażliwe na różne specyficzne czynniki lub warunki mikrootoczenia

KOMETABOLIZM / CO-METABOLISM - niezależne współdziałanie dwóch organizmów polegające na tym, że jeden z nich przypadkowo modyfikuje daną cząsteczkę, nie odnosząc przy tym żadnych korzyści

Prof. dr hab. H. Kostyra, dr D. Mierzejewska, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Oddział Nauki o Żywności, ul. Tuwima 10, 10-747 Olsztyn, prof. dr hab. E. Kostyra, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 7, 10-957 Olsztyn

CZERWONA BIOTECHNOLOGIA / RED BIOTECHNOLOGY – biotechnologia wykorzystywana w ochronie zdrowia. Do jej produktów należy wiele cennych preparatów, takich jak: hormony, przeciwciała monoklonalne czy testy diagnostyczne

TECHNOLOGIA TERMINATOROWA / TERMINATOR TECHNOLOGY - jest to określenie potoczne, pochodzące od terminu „genetic use restriction technology”, dotyczącego ograniczonego użycia genetycznie zmodyfikowanych produktów. Mówiąc inaczej, jest to taka genetyczna zmiana, która przez „nałożenie” na pierwszą modyfikację czyni ziarno rośliny GMO sterylne, niezdolne do kiełkowania po pierwszym cyklu życiowym

ZIELONA BIOTECHNOLOGIA / GREEN BIOTECHNOLOGY - biotechnologia związana przede wszystkim z rolnictwem. Główny jej kierunek rozwoju jest nakierowany na badania nad regulacją procesów istotnych do rozwijania produkcji roślinnej „przyjaznej” dla środowiska, szczególnie w zakresie odporności na patogeny i szkodniki oraz abiotyczne czynniki stresowe. Ponadto stymulowanie prac nad wykorzystaniem mikroorganizmów do zwiększenia plonowania i zapewnienia wysokiej jakości produkcji przemysłu rolno-spożywczego. Ważnym kierunkiem badawczym jest także wprowadzanie transgenicznych roślin do produkcji szczepionek doustnych i rekombinowanych białek, a także wykorzystanie tych roślin jako surowców odnawialnych w biorafineriach

ZWIĄZKI REFRAKCYJNE / REFRACTION COMPONENTS - potoczne określenie zanieczyszczeń, które nie są podatne na biologiczny rozkład ☒

NOWE KSIĄŻKI

Principles of Total Quality

[Podstawy jakości ogólnej]

Omachonu V.K., University of Miami, Coral Gables, Florida, USA

Ross J.E., Florida Atlantic University, Boca Raton, USA

Wydawnictwo: Taylor & Francis Group, 2008, ISBN 9781574443264, stron 512, cena 69,95 USD

Zamówienia: www.crcpress.com

W książce zamieszczono problematykę kompleksowego zarządzania jakością poszerzoną o zagadnienia organizowania pracy, wykresy kontrolne zmiennych, rozwinięcie funkcji jakości wraz z aspektami przywództwa, zasobów ludzkich, analizę informacji, planowania strategicznego, benchmarkingu oraz satysfakcji klienta. Podkreślono w niej istotę strategii jakości zarówno w sektorze wytwórczym przemysłu spożywczego, jak i usług. W końcowej części publikacji opisano ideę Six Sigma oraz innych programów jakości.

Dołączony CD-ROM zawiera programy wspomagające w formacie „plug-and-play” oraz formularze z szczegółowymi przykładami i rozwiązaniami, które pozwolą przedsiębiorstwom dostosować formularze do swoich potrzeb.

Functional Proteins, Peptides and Amino Acids

[Funkcjonalne białka, peptydy i aminokwasy]

Losso J. N., Louisiana State University, Baton Rouge, USA

Sato K., Kyoto Prefectural University, Japan

Mazza G., Agriculture & Agri-Food Canada, Summerland, British Columbia

Wydawnictwo: Taylor & Francis Group, 2008, ISBN 9780849339578, stron 400, cena 179,95 USD

Zamówienia: www.crcpress.com

W podręczniku opisano mechanizmy, dzięki którym białka pełnią rolę inhibitorów proteazy. Ponadto zawarto w nim wiedzę na temat aminokwasów, peptydów i różnych typów białek pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Książka stanowi bardzo cenne

źródło informacji z zakresu chemii i biochemii białek oraz technologii żywności i żywienia. Zamieszczono w niej również zagadnienia z nutrigenomiki i bioinformatyki, jako dziedzin, które posługują się metodami w funkcjonalnych badaniach żywieniowych.

Wybrane zagadnienia z zakresu alergenów nasion zbóż i roślin strączkowych

Praca zbiorowa pod red. Ł. Fornal

Wydawnictwo: Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków 2007, ISBN 978-83-924646-3-1, stron 110

Zamówienia: wnpttz@wp.pl

Profilaktyka alergii lub nietolerancji pokarmowej białek i peptydów ma coraz szersze znaczenie ze względu na częstość występowania m.in. celiakii atypowej. Duże znaczenie ma zatem wiedza o charakterystyce biochemicznej alergenów białkowych i czynnikach wpływających na ich biosyntezę w plonie roślin. Kolejnym zadaniem w naukach o żywności i żywieniu jest wskazanie możliwości redukcji immunoreaktywności białek przy zastosowaniu procesów biotechnologicznych i/lub obróbki hydrotermicznej. Nie mniej ważnym aspektem tej problematyki jest doskonalenie metod badawczych, w tym metod ekstrakcji białek i optymalizacji testów do oznaczeń immunoreaktywności. Tym problemom poświęcona została ww. monografia.

Książka składa się z ośmiu rozdziałów. W jej opracowaniu uczestniczyło 18 autorów pod redakcją Profesor Łucji Fornal. Autorzy uznali za ważne kontynuowanie badań i poszukiwanie rozwiązań w projektowaniu żywności o obniżonej immunoreaktywności.

Opracował: *Stanisław Popek*

Z ŻAŁOBNEJ KARTY

PROF. DR DR H.C. WINCENTY PEZACKI 1914 - 2008



Stosunkowo niedawno dotarła do nas przykra wiadomość o śmierci prof. dr dr hc. Wincentego Pezackiego, który zmarł 21 kwietnia br. w Poznaniu.

Profesor był osobą niezwykłą, w wielu przypadkach wzorem postępowania, niestrudzonym w swych działaniach, o niewyczerpanych zasobach sił do ostatnich swoich dni. Położył olbrzymie zasługi w powojennym przeobrażeniu branży mięsnej z charakteru rzemieślniczego w wielkoprzemysłowy. Był człowiekiem łączącym przez cały okres swojej pracy i służby dla Polski pracę dydaktyczno-wychowawczą z badaniami, utrzymującym ciągły kontakt z przemysłem, który stanowił dla Niego źródło pomysłów, weryfikacji nowych idei, a także podstawę działania dydaktycznego i organizacyjnego.

Profesor Wincenty Pezacki urodził się 16 stycznia 1914 r. w Kcyni w woj. bydgoskim. Od siódmego roku życia był już sierotą. Po szkole podstawowej, w której wyróżniał się zdolnościami i pracowitością, trafił do tworzącego się w Rydzynie elitarnego gimnazjum im. Sułkowskich. Właśnie tam dokonał się Jego rozwój intelektualny, ukształtował się stosunek do życia, a szkoła nauczyła również dyscypliny pracy.

Po uzyskaniu matury w 1933 r. Profesor rozpoczął studia na Wydziale Weterynarii Uniwersytetu Warszawskiego. Interesował Go nadzór sanitarno-weterynaryjny nad zwierzętami rzeźnymi i surowcem zwierzęcym, a także problematyka ich przetwarzania. Studia ukończył w 1939 r., jednak wojna uniemożliwiła mu pracę w Katedrze Higieny Środków Spożywczych w tejże uczelni. Po zakończeniu działań wojennych, w 1946 r. broni pracę doktorską pt.: "Konserwacja warunkowo zdatnego mięsa świń dobytých z powodu różycy przez zatopienie we własnym tłuszczu" na Wydziale Lekarsko-Weterynaryjnym Uniwersytetu im. Marii Skłodowskiej-Curie w Lublinie, uzyskując stopień doktora nauk weterynaryjnych. Promotorem był wybitny mięsoznawca prof. A. Trawiński. Następnie przeniósł się do Łodzi, gdzie został zatrudniony w Wyż-

szej Szkole Gospodarstwa Wiejskiego na Wydziale Przemysłu Rolnego jako wykładowca technologii przetwórstwa mięsnego. Zorganizował tutaj Zakład Technologii Mięsa, którego został kierownikiem. W Zakładzie tym pracował do sierpnia 1950 roku. Od 1947 roku do końca zatrudnienia pełnił również funkcję Dziekana tego Wydziału. W 1950 r. Zakład prowadzony przez Profesora został podniesiony do rangi Katedry i przeniesiony na Wydział Chemii Spożywczej Politechniki Łódzkiej, a w 1953 r. do Poznania na Wydział Rolny Wyższej Szkoły Rolniczej. Tutaj już osiada i do 1981 r. kieruje utworzoną przez siebie Katedrą Technologii Mięsa, która w 1969 r. przekształcona zostaje w Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego.

W 1946 r. W. Pezacki uzyskał nominację na zastępcę profesora, w 1954 – tytuł docenta, w 1960 r – profesora nadzwyczajnego, a profesora zwyczajnego w 1968 roku. W latach 1957 – 1961 był prodziekanem Wydziału Rolnego Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu, a w okresie 1961 – 1967 jej prorektorem ds. studiów. W roku 1984 Profesor Pezacki przeszedł na emeryturę.

Dwa ostatnie tytuły przyznane zostały w zakresie nauk weterynaryjnych, mimo że podstawą Jego zainteresowań była nauka o mięsie i technologia jego przerobu. W uznaniu zasług dla rozwoju technologii i chemii żywności, szczególnie biofizykochemii i technologii mięsa, jak również za stworzenie podstaw naukowych procesów przetwórczych surowców rzeźnych oraz poznańskiej szkoły technologów mięsa, otrzymał w 1987 r tytuł doktora honoris causa Akademii Rolniczej w Poznaniu. Również Akademia Rolnicza we Wrocławiu w 1994 uznała, że zakres współpracy w rozwoju kadr i współpracy na polu naukowym Profesora z Uczelnią zasługuje na wyróżnienie tytułem doktora honoris causa Wrocławskiej Uczelni.

Niezwykła działalność organizacyjna i naukowo-badawcza sprawiła, że Profesor Pezacki przygotowywał studentów wszechstronnie do ich przyszłej pracy zawodowej. Był pierwszym, który wprowadził zajęcia terenowe do harmonogramu zajęć studentów, mimo braku tego zapisu w programie nauczania. Były one całkowicie finansowane przez przemysł, który w ten sposób, przy wykorzystaniu kadry uczelnianej, przygotowywał w najlepszy sposób swoich przyszłych pracowników. Idea ta została podchwyciona przez przemysł i podobne zajęcia terenowe były organizowane dla kadry przemysłowej. Niektóre z tych wyjazdów, zarówno studenckich, jak i pracowników branży, odbywały się za granicą uzyskując rozgłos i uznanie w kraju i poza nim. Swoje koncepcje propagował również biorąc udział w pracach komisji na szczeblu Ministerstwa Szkół Wyższych. Jego program nauczania gwarantował, że studenci obok teorii znali praktykę i wiedzieli, jak kierować procesami przetwórczymi i zakładami. Pomocną w tym zakresie była własna przetwórnia doświadczalna Katedry, a potem Instytutu.

Co pięć lat odbywały się organizowane przez Profesora Pezackiego zjazdy, które nie tylko podtrzymywały więzi przyjaźni między absolwentami, ale miały również charakter spotkań naukowych, będących platformą wymiany wiedzy między nauką

i praktyką. Dziś, idea tych spotkań jest w pewnym sensie dalej kontynuowana przez Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w Warszawie, a ich motorem jest prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, pierwszy z wypromowanych przez Profesora doktorów. „Pod okiem” Profesora Pezackiego opuściło ośrodek poznański około 1120 technologów mięsa, w tym magistrów inżynierów – 935 i 185 inżynierów. Był On również promotorem 20 przewodów doktorskich, a w 10 habilitacjach służył głosem doradczym. Doktorzy i habilitanci wywodzili się z całej Polski. Wiele tych rozpraw zostało wyróżnionych nagrodą Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki.

Zakres badań prowadzonych pod okiem Profesora był niezmiernie rozległy. Zainicjował On bardzo intensywne badania nad produkcją wędlin surowych, wykorzystując najbardziej skomplikowane metody do oceny dyfuzji różnych związków stosowanych w ich produkcji, w tym badania z wykorzystaniem izotopów. Badania te były potem publikowane przede wszystkim w czasopiśmie *Die Fleischwirtschaft* i przynosiły sławę Profesorowi i ośrodkowi poznańskiemu. Prowadził również mniej popularne, przynajmniej na początku, doświadczenia nad zastosowaniem zamienników białka mięsnego w przetwórstwie mięsnym. Współuczestniczył w pracach nad obiektywizacją oceny procesów ogrzewania przetworów mięsnych, programowania i sterowania jakością wyrobów. Do dziś nie bez echa pozostają prace nad zastosowaniem elektrokontaktowego ogrzewania rozdrobnionych wyrobów mięsnych, przy których narodzinach był również Profesor. Propagował On metodę kompleksowego zagospodarowania niejadalnych surowców zwierzęcych, czego dowodem jest jedna z ostatnich książek.

Na szczególne podkreślenie zasługuje publikacyjna działalność Profesora. Napisał 12 podręczników, z których trzy zostały przetłumaczone na języki: niemiecki, rosyjski i serbski. Był autorem 2 skryptów i wielu innych opracowań zwartych. Razem, w okresie działalności naukowo-badawczej i dydaktycznej Profesora ukazało się ponad 400 prac. Zasięg tych prac był niezwykle szeroki. Niektóre z nich zostały przetłumaczone „*in extenso*” na język obcy, w tym nawet na japoński. Niekiedy służył jako konsultant i wydawca, oddając na ten cel środki swej fundacji „Chrońmy przed zapomnieniem”.

Profesor był znanym z działalności nie tylko naukowej, ale również społeczno-organizacyjnej. Uczestniczył lub był organizatorem licznych kongresów i sympozjów. Przez 20 lat prowadził na Uniwersytecie Humboldta w Berlinie wykłady z wybranych działów chemii i technologii mięsa. W kraju zainicjował szkolenie kadr inżynierskich w przemyśle mięsnym. Uczestniczył w tych szkoleniach wygłaszając liczne referaty. Temu miały służyć między innymi wspomniane wyżej sympozja naukowe organizowane z okazji narad absolwentów technologii mięsa, czy „objazdy terenowe” – spotkania z praktyką o charakterze podobnym do zajęć terenowych dla studentów. Ten kontakt z praktyką czynił działalność Profesora żywą, odpowiadającą na faktyczne zapotrzebowanie praktyki.

Profesor Pezacki piastował liczne funkcje. Od 1959 r. był członkiem Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN, a w okresie trzech kadencji jego vice- i przewodniczącym. Przewodniczył Sekcji Technologii i Chemii Białka, był stałym członkiem prezydium ww. Komitetu, a ostatnio jego członkiem honorowym.

Profesor był przez 25 lat przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, członkiem rad programowych przy Ministrze Szkolnictwa Wyższego i Techniki oraz rad programowych takich czasopism specjalistycznych, jak: *Medycyna Weterynaryjna*, *Przemysł Spożywczy*, *Acta Alimentaria Polonica* czy *Gospodarka Mięsna*.

Za swą niezwykłą działalność Profesor Wincenty Pezacki otrzymał wiele dowodów uznania, które obejmują m.in. siedem nagród Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, liczne ordery, w tym Sztandar Pracy I klasy, Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski, Krzyż Oficerski Orderu Odrodzenia Polski, Medal Zasłużony Nauczyciel PRL i Medal Komisji Edukacji Narodowej, 16 medali lub tytułów honorowych, w tym medal im. M. Oczapowskiego przyznawany przez Wydział V Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych Polskiej Akademii Nauk, Medal Zasłużony dla Akademii Rolniczej w Szczecinie, Członek Honorowy Komitetu Technologii i Chemii Żywności Polskiej Akademii Nauk, Członek Honorowy Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Spożywczego NOT, Honorowy Prezes Towarzystwa Miłośników Rydzyny, Honorowy Obywatel m. Rydzyny, Kcyni i Leszna, medal „*Ad Perpetuum Rei Memoriam*”, Złotą Odznakę Za Zasługi w Rozwoju Rzemiosła Wielkopolskiego, Zasłużony Pracownik Przemysłu Spożywczego i Skupu, Wojewódzkiego Związku Spółdzielni Mleczarskich, Zasłużony dla Rozwoju Woj. Poznańskiego, Indywidualną Nagrodę Naukową m. Poznania, Odznakę Honorową m. Poznania, Odznakę Zasłużonego Pracownika Przemysłu Spożywczego i Skupu, Medal 50-lecia Kroniki m. Poznania i inne.

Życie i działalność Profesora Wincentego Pezackiego wywarły wpływ na wiele osób i instytucji. W pamięci tych, z którymi miał bezpośredni kontakt pozostał jako niezwykła osobowość. Tym, którzy nie mieli szczęścia się z nim spotkać, pozostanie spuścizna w postaci Jego prac i osiągnięć. Jednym z tych dzieł, które wejdzie do przyszłości, jako coś niezwykłego jest Muzeum Gospodarki Mięsnej, będące częścią Muzeum Narodowego Rolnictwa i Przemysłu Rolno-Spożywczego w Szreniawie, które zrodziło się jako hobby, a dzięki szerokiej pomocy niezliczonej braci rzeźnickiej będzie służyć Polsce, której Profesor służył przez długie lata swojego pracowitego życia.

Edward Pospiech

TECHNOLOG ŻYWNOSCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Rok 18 Nr 3

sierpień 2008

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Zarząd Główny

W dniach 25 – 26 września 2008 r. odbędzie się w Lublinie III Międzynarodowa Konferencja z cyklu „Mięso w przetwórstwie i żywieniu człowieka” nt. „Tradycyjne i regionalne technologie i produkty w żywieniu człowieka”. Celem Konferencji jest pogłębienie wiedzy i wymiana informacji na temat produkcji, właściwości i jakości zdrowotnej tradycyjnych i regionalnych produktów żywnościowych. Organizatorzy mają nadzieję, że prezentacja wyników badań umożliwi nawiązanie współpracy między jednostkami badawczymi i producentami żywności w celu popularyzowania i promocji tych produktów, jako ważnego elementu rozwoju regionów, a także wiedzy o jakości i bezpieczeństwie zdrowotnym produktów tradycyjnych i regionalnych.

WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE KONFERENCJE I KONGRESY NAUKOWE 2008 r.

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 nt.: „Olej rzepakowy - oliwką północnej Europy”

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

Listopad

4 – 9 LUBLJANA, Slovenia = First European Food Congress – “Food Production, Nutrition, Healthy Consumers” www.foodcongress.eu

Contact: Richard Hart; Tel: +44 (0) 1460 259776; fax: +44 (0) 1460 258783, e-mail: info@event-logistics.co.uk

5 – 7 **ROGÓW = III Międzynarodowa Konferencja Naukowa nt. „Fizjologiczne uwarunkowania postępowania dietetycznego”**

www.wnzcck.sggw.pl

Kontakt: e-mail: fizj_diet@sggw.pl

WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE
KONFERENCJE NAUKOWE W 2009 r.

Kwiecień

1 – 3 ROMA, Italy = The 3rd International IUPAC Symposium on Trace Elements in Food (TEF-3)

www.tef3-2009.it

Contact: e-mail: lupac2009@fasiweb.com

Sierpień

16 – 21 COPENHAGEN, Denmark = 55th International Congress of Meat Science and Technology “Meat – Muscle, Manufacturing and Meals”

www.ICoMST2009.dk

Contact: e-mail: congress@IMc.dk

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

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

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

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

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

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

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

Przy Oddziale Wrocławskim: **REGIS Wieliczka.**

Material zawarty w Nr 3 (58)/2008 Biuletynu podano według stanu informacji do 10 lipca 2008 r.

Materiały do Nr 4/2008 prosimy nadsyłać do 1 września 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. Waław 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