



ŻYWNOSĆ

Nauka
Technologia
Jakość

Nr 2 (57)

Kraków 2008

Rok 15

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

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

e-mail: ewaslawska@wp.pl

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

Stali współpracownicy: prof. dr hab. Teresa Fortuna (Kraków), prof. dr hab. Jacek Kijowski
(Poznań), dr Grażyna Morkis (Warszawa), prof. AE dr hab. inż. Stanisław Popek (Kraków),
prof. dr hab. Maria Soral-Śmietana (Olsztyn)

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

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

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

WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2008

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ISSN 1425-6959

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 700 egz.

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

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

e-mail: wn@akapit.krakow.pl

ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności

Nr 2 (57)

Kraków 2008

Rok 15

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	3
EWA CIEŚLIK, AGNIESZKA NIEDOŚPIAŁ, BARBARA MICKOWSKA: Wykorzystanie elektroforezy kapilarnej w analizie żywności	5
MAREK GIBIŃSKI: β -glukany owsa jako składnik żywności funkcjonalnej.....	15
AGNIESZKA KOŚCIELNY, MAREK GIBIŃSKI: Charakterystyka skrobi owsianych pochodzących z różnych form owsa	30
ANNA DÍOWKSZ, DANUTA SUCHARZEWSKA, WOJCIECH AMBROZIAK: Wpływ składu mieszanek skrobiowych na właściwości chleba bezglutenowego.....	40
ANNA KORUS, WALDEMAR KMIECIK, ZOFIA LISIEWSKA: Wpływ czasu i temperatury przechowywania na jakość apertyzowanej masy makowej	51
DOROTA ZARĘBA, MAŁGORZATA ZIARNO, MIECZYŚLAW OBIEDZIŃSKI, ANNA BZDUCHA: Profil lotnych związków modeli mleka niefermentowanego i fermentowanego przez bakterie jogurtowe	60
EWA STASIUŁ, PIOTR PRZYBYŁOWSKI: Wpływ zmodyfikowanego sposobu stosowania KNO_3 na przemiany azotanów (V) i (III) podczas dojrzewania sera tykocińskiego	74
ROMAN NIEDZIÓŁKA, KRYSZYNA PIENIAK-LENDZION, ELŻBIETA HOROSZEWICZ, GRAŻYNA REMISZEWSKA: Wpływ nasion lnu na wartość rzeźną i jakość mięsa koziołków rasy białej uszlachetnionej.....	86
GRAŻYNA KRASNOWSKA, ANNA SALEJDA: Wybrane cechy jakościowe tłuszczu pochodzącego z tusz tuczników różnych grup genetycznych.....	95
EWA MAJEWSKA: Walidacja wybranych metod oznaczania aspartamu w słodzikach	106
EUGENIA CZERNYSZEWICZ: Zastosowanie analizy głównych składowych do opisu konsumenckiej struktury jakości jabłek	119
ANNA BOGACKA, BEATA NAWROT, MILENA GRYZA, EDYTA BALEJKO, ELŻBIETA KUCHARSKA: Ocena znajomości i przestrzegania zasad diety śródziemnomorskiej u pacjentów przychodni kardiologicznych.....	128
TERESA LESZCZYŃSKA, ELŻBIETA SIKORA, RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, KATARZYNA PYSZ, ESTERA NOWACKA: Ocena prawidłowości bilansowania składu racji pokarmowych osób starszych zamieszkujących w wybranych domach pomocy społecznej oraz w zakładzie opiekuńczo-leczniczym	140
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym.....	155
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA: Współczesny leksykon wiedzy o żywności.....	158
STANISŁAW POPEK: Nowe książki.....	160
Technolog Żywności.....	163

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 2 (57)

Kraków 2008

Vol. 15

CONTENTS

From the Editor.....	3
EWA CIEŚLIK, AGNIESZKA NIEDOŚPIAŁ, BARBARA MICKOWSKA: Application of capillary electrophoresis in the analysis of food products.....	5
MAREK GIBIŃSKI: Oat's β -glucans as a functional food compound.....	15
AGNIESZKA KOŚCIELNY, MAREK GIBIŃSKI: The profile of oat starches isolated from various forms of oats.....	30
ANNA DİOWKSZ, DANUTA SUCHARZEWSKA, WOJCIECH AMBROZIAK: Impact of starch mixture composition on properties of gluten-free bread.....	40
ANNA KORUS, WALDEMAR KMIECIK, ZOFIA LISIEWSKA: Effect of time and temperature conditions of storage on the quality of canned poppy seed paste.....	51
DOROTA ZARĘBA, MAŁGORZATA ZIARNO, MIECZYŚLAW OBIEDZIŃSKI, ANNA BZDUCHA: Profile of volatile compounds produced in models of non-fermented and fermented milk with the use of yoghurt bacteria.....	60
EWA STASIUŁ, PIOTR PRZYBYŁOWSKI: Impact of a modified application method of KNO_3 on transformations of nitrate (V) and (III) occurring while the Tykocinski cheese ripens.....	74
ROMAN NIEDZIÓŁKA, KRYSZYNA PIENIAK-LENDZION, ELŻBIETA HOROSZEWICZ, GRAŻYNA REMISZEWSKA: Impact of linseeds on the slaughter value and meat quality of the improved white race buck kids.....	86
GRAŻYNA KRASNOWSKA, ANNA SALEJDA: The selected quality properties of carcass fat of fatteners from various pig genetic lines.....	95
EWA MAJEWSKA: Validation of the selected methods of determining aspartame content in sweeteners.....	106
EUGENIA CZERNYSZEWICZ: The application of principal component analysis to characterize a consumer structure of apple quality.....	119
ANNA BOGACKA, BEATA NAWROT, MILENA GRYZA, EDYTA BALEJKO, ELŻBIETA KUCHARSKA: Estimating the knowledge of mediterranean diet principles among the patients from cardiologic clinics and their following those principles.....	128
TERESA LESZCZYŃSKA, ELŻBIETA SIKORA, RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, KATARZYNA PYSZ, ESTERA NOWACKA: Evaluating the correctness of balancing the daily diets of the elderly living in the selected residential care homes and in a nursing house.....	140
GRAŻYNA MORKIS: Food Problems in Polish and EU Legislation.....	155
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA: Food Science Lexicon – Contemporary Terms.....	158
STANISŁAW POPEK: Book Reviews.....	160
The Food Technologist.....	163

Only reviewed papers are published

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

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

otrzymujecie nr 2 (57) naszego czasopism, a w tym roku planujemy wydać łącznie 6 numerów. W tym numerze, obok stałych działów, zamieszczamy kilkanaście interesujących i wartościowych artykułów Autorów z różnych ośrodków naukowych w kraju.

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

Kraków, czerwiec 2008 r.

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora

EWA CIEŚLIK, AGNIESZKA NIEDOŚPIAŁ, BARBARA MICKOWSKA

WYKORZYSTANIE ELEKTROFOREZY KAPILARNEJ W ANALIZIE ŻYWNOSCI

Streszczenie

Wysokosprawną elektroforezą kapilarną (CE) jest metodą stosowaną do rozdzielania, identyfikacji i ilościowego oznaczania wielu związków w produktach spożywczych. Dzięki swej różnorodności techniki elektroforezy kapilarnej mogą być wykorzystywane do oznaczania zawartości zarówno związków wielocząsteczkowych, np. białek czy fragmentów DNA, jak i drobnocząsteczkowych: aminokwasów, węglowodanów, witamin, flawonoidów, jonów nieorganicznych oraz kwasów organicznych.

Zastosowanie tej metody w laboratoriach kontroli żywności może znacznie ułatwić weryfikowanie deklarowanego i rzeczywistego składu produktów żywnościowych.

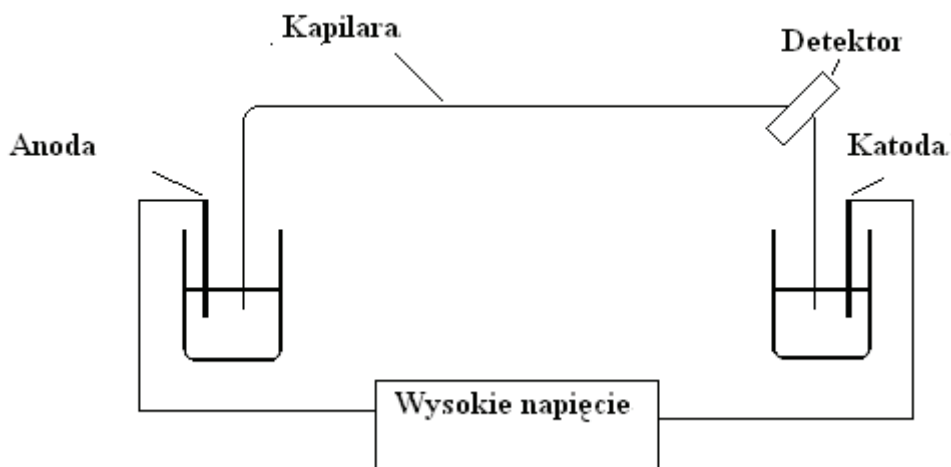
Słowa kluczowe: elektroforeza kapilarna, żywność

Wprowadzenie

Elektroforeza kapilarna (ang. Capillary Electrophoresis, CE) jest stosunkowo nową metodą analityczną. Została wprowadzona do praktyki laboratoryjnej na przełomie lat 80. i 90. ubiegłego stulecia i od tego czasu rozwija się, znajdując coraz szersze zastosowanie, m.in. w analizie żywności oraz zanieczyszczeń środowiska, a także w badaniach biochemicznych, farmaceutycznych i klinicznych. Najszerszy zakres zastosowań CE dotyczy substancji polarnych jonowych i niejonowych oraz niepolarnych niejonowych. Wykorzystywana jest ona do oznaczania zawartości węglowodanów, kwasów nukleinowych, oligonukleotydów, aminokwasów, peptydów, białek, leków, witamin i jonów nieorganicznych.

Proces rozdzielania składników próbki przebiega w kwarcowej kapilarze wypełnionej roztworem elektrolitu podstawowego (buforem) o określonym pH. Najczęściej stosowane są kapilary o średnicy wewnętrznej w zakresie od 25 do 100 μm i długości 20 do 100 cm. Kapilary wraz z elektrodami umieszcza się w naczynkach wypełnionych

tym samym buforem, który znajduje się w kapilarze. W momencie przyłożenia wysokiego napięcia cząstki obdarzone ładunkiem przemieszczają się w kierunku elektrod z różną prędkością. Zastosowanie odpowiedniego systemu detekcji badanych substancji pozwala na rejestrację wyników analiz w formie elektroforegramu (rys. 1) [2].



Rys.1. Schemat układu pomiarowego.

Fig. 1. Schematic diagram of the measuring system.

Źródło/Source: opracowanie własne / the author's own study

Techniki elektroforetyczne

Szerokie zastosowanie elektroforezy kapilarnej wynika z występowania jej licznych odmian różniących się pod względem procesu rozdziału oznaczanych substancji. Poniżej przedstawiono podstawowe techniki.

Kapilarna elektroforeza strefowa

Proces rozdziału analizowanych związków metodą kapilarnej elektroforezy strefowej (ang. Capillary Zone Electrophoresis, CZE) uzależniony jest od różnicy stosunku ładunku do masy badanych cząsteczek. Rozdział następuje wewnątrz kwarcowej kapilary, wypełnionej odpowiednim elektrolitem pod wpływem przyłożonego napięcia. Powoduje to, że składniki próbki rozdzielają się poruszając z różną prędkością w kierunku okna detektora. Metoda ta pozwala na rozdzielanie zarówno substancji drobno-, jak i wielkocząsteczkowych, np. węglowodanów, witamin, peptydów, białek, kwasów organicznych czy jonów.

Micelarna chromatografia elektrokinetyczna

Micelarna chromatografia elektrokinetyczna (ang. Micellar Electrokinetic Chromatography, MEKC) stosowana jest głównie do rozdziału składników mieszanin, których cząsteczki są obdarzone ładunkiem, jak również elektrycznie obojętnych. W metodzie tej do buforu dodaje się środek powierzchniowo czynny (surfaktant) tworzący micelle w polarnej cieczy. Micelle tworzą się po osiągnięciu krytycznego stężenia micelarnego (CMC), które jest charakterystyczne dla danego surfaktanta. Rozdział zachodzi w wyniku podziału analizowanych składników między micelle (środowisko hydrofobowe) i bufor (środowisko hydrofilowe) - cząsteczki niepolarne wnikają w micelle, natomiast polarne pozostają w buforze. Wykorzystując tę technikę można rozdzielić np.: węglowodany, witaminy, farmaceutyki, aminokwasy, peptydy, oligonukleotydy.

Żelowa elektroforeza kapilarna

W żelowej elektroforezie kapilarnej (ang. Capillary Gel Electrophoresis, CGE) rozdział substancji wielkocząsteczkowych następuje w wyniku różnicy ich wielkości. Proces ten przebiega w kapilarze wypełnionej żelem o odpowiedniej średnicy porów. Dzięki CGE możliwy jest rozdział kwasów nukleinowych, oligonukleotydów, peptydów oraz białek.

Kapilarne ogniskowanie izoelektryczne

W kapilarnym ogniskowaniu izoelektrycznym (ang. Capillary Isoelectric Focusing, CIEF) składniki mieszaniny rozdzielane są na podstawie różnicy wartości punktów izoelektrycznych (pI). W kapilarze generowany jest gradient pH, od najniższego przy wlocie do najwyższego przy wylocie kapilary. Po przyłożeniu napięcia składniki próbki poruszają się do momentu osiągnięcia strefy pH odpowiadającej pI danej substancji. Za pomocą CIEF rozdziela się głównie substancje o właściwościach amfoterycznych (aminokwasy, peptydy, białka).

Technika izotachoforezy kapilarnej

Rozdział techniką izotachoforezy kapilarnej (ang. Capillary Isotachopheresis CITP) prowadzony jest z zastosowaniem niejednorodnego elektrolitu. Badana próbka wprowadzana jest do kapilary między dwa bufony: „wiodący” o ruchliwości jonów większej niż oznaczane jony próbki i „kończący” o ruchliwości jonu mniejszej niż jony próbki. Po przyłożeniu napięcia rozdzielane jony ustawiają się za buforem „wiodącym” według malejącej ruchliwości. Wykorzystując tę technikę głównie oznacza się jony, peptydy i białka.

Elektrochromatografia kapilarna

W elektrochromatografii kapilarnej (ang. Capillary Electrochromatography, CEC) składniki jednorodnych mieszanin rozdzielane są w wyniku ich podziału pomiędzy fazę stacjonarną i ruchomą. W przypadku analitów obdarzonych ładunkiem wykorzystywana jest również ich ruchliwość w polu elektrycznym – stąd technika ta umożliwia rozdział jonów [55].

Praktyczne zastosowanie aparatury do elektroforezy kapilarnej w oznaczaniu różnych związków w produktach spożywczych

Wykorzystując aparaturę do elektroforezy kapilarnej możliwe jest oznaczanie zawartości różnych związków chemicznych o znaczeniu żywieniowym. Wśród nich są: białka i aminokwasy, węglowodany, witaminy, flawonoidy, kwasy organiczne i inne.

Białka i aminokwasy znajdujące się w produktach spożywczych należą do najważniejszych składników odżywczych żywności. Za pomocą elektroforezy kapilarnej powszechnie oznacza się frakcje białkowe mleka krowiego, koziego i owczego (β -laktoglobulinę A, β -laktoglobulinę B, α -laktoalbuminę, albuminy i immunoglobuliny G) [13, 43]. Stosując tę technikę można stwierdzić, czy świeże mleko zawierało dodatek mleka w proszku [31]. Natomiast określając ilość kazeiny i białek serwatkowych w mleku krowim można na tej podstawie stwierdzić obecność mleka innego gatunku, np. koziego [49].

Przy użyciu metody elektroforezy kapilarnej możliwe jest również oznaczanie białek w jajach kurzych, np. albuminy i lizozymu [11]. Bietz i Schmalzried [6], stosując kapilarną elektroforezę strefową, oznaczyli gliadyny w trzech różnych gatunkach pszenicy hodowlanej. Najlepszy rozdział uzyskali z wykorzystaniem kapilary o średnicy 50 μm i długości 57 cm, natomiast jako bufor rozdzielający użyli 60 mM bufor boranowy o pH 9, który dodatkowo zawierał 20 % acetonitrylu i 1 % SDS. Detekcję analizowanych składników prowadzono przy użyciu detektora spektrofotometrycznego, stosując długość fali 200 nm.

Na podstawie oznaczenia zawartości białek w orzeszkach ziemnych można stwierdzić czy są one już dojrzałe i nadają się do spożycia [12]. Lookhart i Bean [39] wykorzystali metodę CZE do oznaczania zawartości białek w pszenicy, życie, owsie, jęczmieniu i ryżu. Najlepsze wyniki uzyskano, stosując kwarcową kapilarę o średnicy 50 μm , jako buforu rozdzielającego użyto 50 mM kwasu iminodioctowego z dodatkiem 20 % acetonitrylu i 0,05 % HPMC. Rozdział prowadzono w temp. 45 °C, a detekcję spektrofotometryczną przy długości fali 200 nm.

Stosując metodę elektroforezy kapilarnej, możliwe jest ponadto oznaczanie zawartości aminokwasów w napojach, takich jak: soki [33], piwo [15] czy wino [42]. Przykładowo, w soku pomarańczowym oznaczono zawartość aminokwasów (argininę,

alaninę, serynę, asparaginę, tryptofan, kwas glutaminowy, fenyloalaninę, tyrozyne i prolinę). Rozdział przeprowadzono w buforze fosforanowym o pH 2,3, a detekcję spektrofotometryczną wykonano przy długości fali 185 nm [45].

Węglowodany (monosacharydy, oligosacharydy i polisacharydy) jako składniki żywności odgrywają ważną rolę fizjologiczną, przede wszystkim energetyczną, w prawidłowym funkcjonowaniu organizmów żywych. Elektroforezę kapilarną wykorzystano między innymi do oznaczania zawartości oligocukrów w ekstrakcie z zielonego groszku (sacharoza, rafinoza, stachioza, werbaskoza i ajugoza) [3], napojach (glukoza i fruktoza) [14], sokach owocowych (sacharoza, glukoza i fruktoza) [52].

Techniki elektroforezy kapilarnej są także bardzo często wykorzystywane do oznaczania zawartości witamin rozpuszczalnych w wodzie z grupy B oraz witaminy C, jak również nierozpuszczalnych w wodzie (A, D, E, K) w różnych produktach spożywczych, np. w sokach owocowych [46], drożdżach [54], owocach i warzywach [50, 20], płatkach zbożowych oraz w mięsie [53]. Metodami elektroforezy kapilarnej z dobrym rezultatem określa się zawartość witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (α -, γ -, δ - tokoferol, retinol i witamina D₃) oraz witamin rozpuszczalnych w wodzie (witaminy B₁, B₂, B₃, B₆, C, B₁₂, P, B₄ i kwas nikotynowy) w tabletkach multiwitaminowych [37, 8, 18, 26, 4]. W przypadku witamin rozpuszczalnych w wodzie najlepsze rezultaty uzyskano, używając kwarcowej kapilary o średnicy 50 μ m i długości 48,5 cm oraz buforu boranowego o pH 8,5, a detekcję spektrofotometryczną wykonując przy długości fali 225 nm [18].

Kolejną możliwością jest zastosowanie CE do rozdziału i ilościowego oznaczania flawonoidów. Związki te są najliczniejszą podgrupą polifenoli występujących w żywności i charakteryzują się wysokim potencjałem przeciwutleniającym. W dostępnej literaturze podano wiele przykładów z zakresu identyfikacji flawonoidów, m.in. w rzepaku, gorzycy, brokułach [7], trzcinie cukrowej [16], owocach *Crataegus pinnatifida* [38].

Cao i wsp. [9] wykorzystali elektroforezę kapilarną z elektrochemiczną detekcją (CE-ED) do oznaczenia takich flawonoidów, jak: epikatecholina, katecholina, rutyna, apigenina, luteolina i kwercetyna, m.in. w ekstrakcie z miłorzębu dwukłapowego (*Ginkgo biloba* L.). Rozdział przeprowadzono w kwarcowej kapilarze o średnicy 25 μ m, buforem rozdzielającym był bufor boranowy o pH 9,0. Natomiast Delgado i wsp. [16] oznaczyli zawartość szeregu flawonoidów w miodzie metodą micelarnej chromatografii elektrokinetycznej (takich jak: eryodectyol, naringina, hesperytyna, pinobankina, pinocembryna, mircetyna, kwercetyna, kamferol, luteolina, apigenina, chryzyna, galangina, genkwanina, tectochryzyna). Do rozdziału wykorzystano kapilary o średnicy 50 μ m, bufor boranowy o pH 8,5, a detekcję spektrofotometryczną wykonywano przy długości fali 340 nm. Stosując metodę kapilarnej elektroforezy strefowej istnieje również możliwość analizy flawonoidów (pinocembryny, chryzyny, galanginy) i kwa-

sów fenolowych w propolisie (kwasu 3,4-dimetokscynamonowego, kwasu *p*-kumarowego, kwasu cynamonowego, kwasu benzoowego, *p*-hydroksybenzoesu metylu, *p*-hydroksybenzoesu propylu) [10, 24]. Peng i wsp. [47], wykorzystując elektroforezę kapilarną z elektrochemiczną detekcją, oznaczyli izoflawonoidy (daidzeinę, genisteinę) w produktach sojowych. Najlepszy rozdział uzyskano używając kapilary o średnicy 25 μm i długości 70 cm oraz 100 mM bufor boranowy o pH 11,0.

Za pomocą techniki elektroforezy kapilarnej prowadzona jest analiza zawartości jonów, np. w sokach owocowych [48] oraz azotanów (III i V) w warzywach [27, 40]. Fukushi i wsp. [19], stosując technikę strefowej elektroforezy kapilarnej, oznaczyli zawartość kationów wapnia w warzywach. Jony wapnia wyekstrahowano z rozdrobnionych kawałków warzyw gotowanych przez 20 min w wodzie, którą następnie prze-filtrowano przez 0,45 μm sączek, a detekcję jonów Ca^{2+} wykonano spektrofotometrycznie przy długości fali 200 nm. Istnieje także możliwość równoczesnego oznaczenia anionów organicznych i nieorganicznych w winie i piwie [28, 44]. Kuban i Karlberg [34] opracowali metodę, która umożliwia jednoczesne oznaczanie zawartości kationów i anionów w mleku. Ponadto analizy wykonywane metodą elektroforezy kapilarnej umożliwiają kontrolę ilościową i jakościową anionów oraz kationów w wodzie. Metoda ta pozwala m.in. na ustalenie autentycznego składu jonów (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} i Mg^{2+}), których zawartość została podana na etykietach butelek wody mineralnej [36, 41]. W celu sprawdzenia przydatności do spożycia wody wodociągowej, często wykonywane jest oznaczenie zawartości następujących jonów: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , F^- , PO_4^{3-} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- [43, 45]. Jony wapnia i magnezu były oznaczane metodą kapilarnej elektroforezy strefowej w mące pszennej. Ekstrakt jonów otrzymano przez rozpuszczenie mąki w buforze zawierającym EDTA lub EGTA i pięciominutowe odwirowanie. Całkowity czas analizy wynosił 25 min, a ilość użytej próbki wynosiła zaledwie 1 μl [29].

Dzięki zastosowaniu technik elektroforezy kapilarnej oznaczano zawartość kwasów organicznych w produktach spożywczych. Kenney [32] opisał rozdział licznych kwasów organicznych w różnych sokach, np. w sokach jabłkowych (kwas jabłkowy, octowy i mlekowy), sokach pomidorowych (kwas cytrynowy, jabłkowy, octowy i mlekowy). Najlepszy rozdział kwasów uzyskano stosując bufor o pH 7,0, natomiast pomiar był wykonany przy długości fali 254 nm.

Trevaski i wsp. [51] określili zawartość kwasu szczawiowego w warzywach. Do rozdziału jako elektrolitu użyto buforu o pH 8,7–9,2 (10 mM chromian, 10 % metanol). Natomiast Kandl i Kupina [30] opracowali metodę oznaczania zawartości kwasów: kwasu cytrynowego, winowego, jabłkowego, bursztynowego, octowego i mlekowego w winie i soku z winogron. De Vries i wsp. [17], analizując próbki piwa, określili zawartość kwasów: jabłkowego, cytrynowego, bursztynowego, pirogronowego, octowego i mlekowego. Najlepszy rozdział uzyskano z zastosowaniem buforu pod-

stawowego o pH 5,5. Wykorzystując technikę strefowej elektroforezy kapilarnej, Horie i wsp. [25] oznaczyli zawartość kwasów organicznych (kwasu glukonowego, askorbinowego, cytrynowego, jabłkowego, asparaginowego) w naparach herbaty. W trakcie produkcji soku z korzenia cykorii i buraka określano zawartość kwasu: mrówkowego, bursztynowego, winowego, jabłkowego, octowego, mlekowego i cytrynowego [30], natomiast w sosie sojowym oznaczono kwas cytrynowy, winowy, octowy, mlekowy i masłowy [35]. Ackermans i wsp. [1] oznaczyli w różnych rodzajach chleba zawartość kwasu propionowego, jako elektrolitu, stosując 5 i 10 mM Tris w zakresie pH 4,2–8,0.

Warto dodać, że elektroforeza kapilarna jest dobrym narzędziem analitycznym wykorzystywanym w badaniu biologicznych makromolekuł, takich jak kwasy nukleinowe, dzięki czemu istnieje możliwość sprawdzenia, czy sprzedawane produkty spożywcze zostały wytworzone z materiału roślinnego zmodyfikowanego genetycznie (GMO). Garcia-Canas i wsp. [22, 21] opublikowali metodę, w której uzyskali dobry rozdział fragmentów DNA (80-1000 par zasad). Użyli kwarcowej kapilary oraz buforu Tris–fosforan-EDTA o pH 7,3, który zawierał 2-hydroksyetylen celulozy. Dzięki tej technice możliwe jest wykrycie składników genetycznie zmodyfikowanej kukurydzy w mące. Pomiar wykonano przy użyciu detektora UV i LIF. Giovannoli i wsp. [23] opracowali metodę umożliwiającą określenie, czy mąka sojowa i kukurydziana pochodziły z ziaren roślin zmodyfikowanych genetycznie. Do rozdziału fragmentów DNA użyli kapilary pokrytej hydroksypropylem celulozy. Bufor separacyjny w tym rozdziale zawierał Tris, kwas fosforowy(V), EDTA oraz 2-hydroksyetylen celulozy. Do analiz porównawczych użyto produktów PCR niezmodyfikowanej genetycznie soi i kukurydzy (materiał wzorcowy) i mąki, która zawierała 1 % sekwencji transgenicznego DNA. Stosując tę metodę rozdziału możliwe jest wykrycie endogennych i transgenicznych produktów PCR sekwencji DNA.

Podsumowanie

Wysokosprawna technika elektroforezy kapilarnej jest metodą ciągle rozwijającą się. Często uważana jest za alternatywną i komplementarną w stosunku do powszechnie stosowanych metod analitycznych, takich jak wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC) czy chromatografia gazowa (GC). Stosowanie technik elektroforezy kapilarnej umożliwia wykonanie oznaczeń zawartości substancji o podobnych strukturach. Coraz częściej wykorzystuje się tę metodę do kontroli procesu technologicznego oraz do identyfikacji wielu związków znajdujących się w produktach żywnościowych.

Techniki elektroforetyczne charakteryzują się wieloma zaletami. Jako podstawowe można wymienić: niewielkie zużycie próbki oraz małe ilości elektrolitów, wysoki potencjał rozdzielczy, a także krótki czas analizy.

Literatura

- [1] Ackermans M.T., Ackermans- Loonen J.C.J.M., Beckers J.L.: Determination of propionian in bread using capillary zone electrophoresis. *J. Chrom.*, 1992, **627**, 273-279.
- [2] Altria K., D.(red.): *Capillary Electrophoresis Guidebook Principles, Operation, and Applications*. Ed. Humana Press, New York 1996.
- [3] Arentoft A.M., Michaelsen S., Sørensen H.: Determination of oligosaccharides by capillary zone electrophoresis. *J. Chrom. A*, 1993, **652**, 517-524.
- [4] Aurora-Prado M.S., Silva C. A., Tavares M.F.M., Altria K. D.: Determination of folic acid in tablets by microemulsion electrokinetic chromatography. *J. Chrom. A*, 2004, **1051**, 291-296.
- [5] Avdalic N., Poh, C.A., Rocklin R.D., Stillian J.R.: Determination of cations and anions by capillary electrophoresis combined with suppressed conductivity detection. *Anal. Chem.*, 1993, **65**, 1470-1475.
- [6] Bietz J.A., Schmatzried E.: Capillary electrophoresis of wheat gliadin: initial studies and application to varietal identification. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 1995, **28**, 174-184.
- [7] Bjerregaard C., Michaelsen S., Mortensen K., Sørensen H.: Determination of flavonoids by micellar electrokinetic chromatography. *J. Chrom. A*, 1993, **652**, 77-85.
- [8] Bustamante-Rangel M., Delgado-Zamarreño M.M., Sánchez-Pérez A., Carabias-Martínez R.: Microemulsion electrokinetic chromatography for the separation of retinol, cholecalciferol, δ -tocopherol and α -tocopherol. *J. Chrom. A*, 2006, **1125**, 270-273.
- [9] Cao Y., Chu Q., Fang Y., Ye J.: Analysis of flavonoids in *Ginkgo biloba* L. and its phytopharmaceuticals by capillary electrophoresis with electrochemical detection. *Anal. Bioanal. Chem.*, 2002, **374**, 294-299.
- [10] Cao Y.H., Wang Y., Yuan Q.: Analysis of flavonoids and phenolic acid in propolis by capillary electrophoresis. *Chrom.*, 2004, **59**, 135-140.
- [11] Chen F. T. A. & Tusak A.: Charakterization of food proteins by capillary electrophoresis. *J. Chrom. A*, 1994, **685**, 331-337.
- [12] Chung S.-Y., Ullah A.H.J., Sanders T.H.: Peptide mapping of peanut proteins: identification of peptides as potential indicators of peanut maturity. *J. Agric. Food Chem.*, 1994, **42**, 623-628.
- [13] Cifuentes A., de Frutos M., Díez- Masa J. C.: Polymeric networks vs cross-linked polyacrylamide bonded gels for CE separations of whey proteins. *Am. Lab.*, 1994, **26**, 46-51.
- [14] Colón L.A., Dadoo R., Zar R.N.: Determination of carbohydrates by capillary zone electrophoresis with amperometric detection at a copper microelectrode. *Anal. Chem.*, 1993, **65**, 476-481.
- [15] Cortacero-Ramirez S., Segura-Carretero A., Cruces-Blanco C., Romero-Romero M.L., Fernandez-Gutierrez A.: Simultaneous determination of multiple constituents in real beer samples of different origins by capillary zone electrophoresis. *Anal. Bioanal. Chem.*, 2004, **380**, 831-837.
- [16] Delago C., Tomás-Barberán F.A., Talou T., Gaset A.: Capillary electrophoresis as an alternative to HPLC for the determination of honey flavonoids. *Chrom.*, 1994, **38**, 71-78.
- [17] DeViries K. J.: Determination of organic acid in beer by capillary electrophoresis. *J. Am. Soc. Brew. Chem.*, 1993, **51**, 155-157.
- [18] Fotsing L., Fillet M., Bechet I., Hubert Ph., Crommen J.: Determination of six water-soluble vitamins in a pharmaceutical formulation by capillary electrophoresis. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 1997, **15**, 1113-1123.
- [19] Fukushi K., Takeda S., Wakida S., Higashi K., Hihiro K.: Determination of free calcium in vegetables by capillary zone electrophoresis. *J. Chrom. A*, 1997, **759**, 211-216.
- [20] Fukushi K., Takeda S., Wakida S.-I., Yamane M., Higashi K., Hihiro K.: Determination of ascorbic acid in vegetables by capillary zone electrophoresis. *J. Chrom. A*, 1997, **772**, 313-320.

- [21] García-Cañas V., González R., Cifuentes A.: Detection of genetically modified maize by the Polymerase Chain Reaction and Capillary Gel Electrophoresis with UV detection and Laser-Induced Fluorescence. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50**, 1016-1021.
- [22] García-Cañas V., González R., Cifuentes A.: Highly reproducible Capillary Gel Electrophoresis (CGE) of DNA fragments using uncoated columns. Detection of genetically modified maize by PCR-CGE. *J. Sep. Sci.*, 2002, **25**, 577-583.
- [23] Giovannoli C., Anfossi L., Tozzi C., Giraudi G., Vanni A.: DNA separation by capillary electrophoresis with hydrophilic substituted celluloses as coating and sieving polymers. Application to the analysis of genetically modified meals. *J. Sep. Sci.*, 2004, **27**, 1551-1556.
- [24] Hilhorst M.J., Somsen G.W., de Jong G.J.: Potential of capillary electrophoresis for the profiling of propolis. *J. High Resol. Chrom.*, 1998, **21**, 608-612.
- [25] Horie H., Yamauchi Y., Kohata K.: Analysis of organic anions in tea infusions using capillary electrophoresis. *J. Chrom. A*, 1998, **817**, 139-144.
- [26] Hu Q., Zhou T., Zhang L., Li H., Fang Y.: Separation and determination of three water-soluble vitamins in pharmaceutical preparations and food by micellar electrokinetic chromatography with amperometric electrochemical detection. *Anal. Chem. Acta.*, 2001, **437**, 123-129.
- [27] Jimidar M., Hartmann C., Cousemment N., Massart D.L.: Determination of nitrate and nitrite in vegetables by capillary electrophoresis with indirect injection. *J. Chrom. A.*, 1995, **706**, 479-492.
- [28] Jones W.R., Jandik P.: New methods for chromatographic separations of anions. *Am Lab*, 1990, **22**, 54-64.
- [29] Kajiwaru H., Sato A., Kaneko S.: Analysis of calcium and magnesium ions in wheat flour by capillary zone electrophoresis. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 1993, **57**, 1010-1011.
- [30] Kandl T., Kupina S.: An improved capillary electrophoresis procedure for the determination of organic acids in grape juice and wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1999, **50**, 155-161.
- [31] Kanning M., Casella M. & Olieman C.: Milk and soy proteins analysis using capillary zone electrophoresis. *LC-GC Int.*, 1993, **6**, 701-706.
- [32] Kenny B. F.: Determination of organic acid in food samples by capillary electrophoresis. *J. Chrom.*, 1991, **546**, 423-430.
- [33] Klampfl Ch. W., Buchberger W., Turner M., Fritz J.S.: Determination of underivatized amino acids in beverage samples by capillary electrophoresis. *J. Chrom. A*, 1998, **804**, 349-355.
- [34] Kuban P., Karlberg B.: Simultaneous Determination of small cations and anions by Capillary Electrophoresis. *Anal. Chem.*, 1998, **70**, 360-365.
- [35] Lalljie S.P.D., Vindevoge J., Sandra P.: Quantitation of organic acid in sugar refinery juices with capillary zone electrophoresis and indirect UV detection. *J. Chrom. A*, 1993, **652**, 563-569.
- [36] Li K. & Li S.F.Y.: Determination of anions in water samples by capillary zone electrophoresis with indirect UV detection. *J. Liq. Chrom.*, 1994, **17**, 3889-3910.
- [37] Lin-Chau C., Huan-Tsung Ch., Shao-Wen, S.: Cyclodextrin-modified microemulsion electrokinetic chromatography for separation of α -, γ -, δ -tocopherol and α -tocopherol acetate. *J. Chrom. A*, 2006, **1110**, 227-234.
- [38] Liu W., Chen G., Cui T.: Determination of flavones in *Crataegus pinnatifida* by Capillary Zone Electrophoresis. *J. Chrom.*, 2003, **41**, 87-91.
- [39] Lookhart G.L., Bean S.R.: Ultrafast CE analysis of cereal storage proteins and its applications to protein characterization and cultivar differentiation. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 344-353.
- [40] Marshall P.A., Trenerry V.C.: The determination of nitrite and nitrate in foods by capillary ion electrophoresis. *Food Chem.*, 1996, **57**, 339-345.
- [41] Morin P., Francois, C., Dreux M.: Capillary electrophoresis of alkali and alkaline-earth cations with imidazole or benzylamine buffers. *J. Liq. Chrom.*, 1994, **17**, 3869-3888.


- [42] Nouadje G., Couderc F., Puig Ph., Hernandez L.: Combination of micellar electrokinetic chromatography and laser-induced fluorescence detection for the determination of presser amines and some principal amine acids in wine. *J. Cap Electrophoresis*, 1995, **2**, 117.
- [43] Otte J.A.H.J., Kristiansen K.R., Zakora M., Qvist K.B.: Separation of individual whey proteins and measurement of α -lactalbumin, β -lactoglobulin by capillary zone electrophoresis. *Neth Milk Dairy J.*, 1994, **48**, 81-97.
- [44] Öztekin N., Bedia Erim F.: Simultaneous determination of inorganic anions and organic acids by Capillary Electrophoresis. *Turk. J. Chem.*, 2001, **25**, 145-150.
- [45] Righetti P.G., Oliveri E., Viotti A.: Identification of maize lines via capillary electrophoresis of zeins in isoelectric, acidic buffers. *Electrophoresis*, 1998, **19**, 1738-1741.
- [47] Shihabi Z.K., Kute T.L., Hinsdale M.: Analysis of isoflavones by capillary electrophoresis. *J. Chrom. A*, 1994, **680**, 181-185.
- [46] Schiewe J., Mrestani Y., Neubert R.: Application and optimization of capillary zone electrophoresis in vitamin analysis. *J. Chrom. A*, 1995, **717**, 255-259.
- [48] Swallow K.W.: Capillary zone electrophoretic analysis of the minor anions present in orange juice and orange pulpwash. *J. Agric. Food Chem.*, 1994, **42**, 2808-2811.
- [49] Tienstra P., van Riel J.A.M., Olieman C.: Determination of goat milk in cow milk with P/ACE capillary electrophoresis. Technical Information DS-832, Beckman Instruments, Inc., 1992b, Fullerton, CA, USA.
- [50] Thompson Catherine O., Trenerry V.C.: A rapid method for the determination of total L-ascorbic acid in fruits and vegetables by micellar electrokinetic capillary chromatography. *Food Chem.*, 1995, **53**, 43-50.
- [51] Trevaskis M., Trenerry V.C.: An investigation into the determination of oxalic acid in vegetables by capillary electrophoresis. *Food Chem.*, 1996, **57**, 323-330.
- [52] Vorndran A.E., Oefner P.J., Scherz H., Bonn G.K.: Indirect UV detection of carbohydrates in capillary zone electrophoresis. *Chrom.*, 1992, **33**, 163-168.
- [53] Ward C.M., Trenerry V.C.: The determination of niacin in cereals, meat and selected foods by capillary electrophoresis and high performance liquid chromatography. *Food Chem.*, 1997, **60**, 667-674.
- [54] Ward C.M., Trenerry V.C., Pant I.: The application of capillary electrophoresis to the determination of total niacin in concentrated yeast spreads. *Food Chem.*, 1997, **58**, 185-192.
- [55] Witkiewicz Z.: *Podstawy chromatografii*. WNT, Warszawa 2005.

APPLICATION OF CAPILLARY ELECTROPHORESIS IN THE ANALYSIS OF FOOD PRODUCTS

S u m m a r y

The highly efficient Capillary Electrophoresis (CE) is a method used for the separation, identification, and quantitative analysis of many compounds contained in food products. Owing to the diversity of techniques offered by CE, this method can be used to determine contents of both the high-molecular compounds, such as proteins or DNA fragments, and the low-molecular compounds: amino acids, carbohydrates, vitamins, flavonoids, inorganic ions, and organic acids.

The use of this method and its techniques in food control laboratories can essentially facilitate the verification of the declared and real composition of food products.

Key words: capillary electrophoresis, food 

MAREK GIBIŃSKI

β-GLUKANY OWSA JAKO SKŁADNIK ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ

Streszczenie

Rola i znaczenie rozpuszczalnej frakcji błonnika pokarmowego, szczególnie β-glukanów zawartych w ziarnie owsa, zdecydowanie wzrosła po poznaniu ich właściwości. Udokumentowane licznymi publikacjami badania poświęcone budowie, właściwościom fizycznym, chemicznym i żywieniowym tych związków sprawiły, że owies ponownie został doceniony jako składnik diety. Do najważniejszych zdrowotnych właściwości owsa (głównie dzięki obecności β-glukanów) należy zaliczyć: zdolność obniżania poziomu cholesterolu, współdziałanie w leczeniu otyłości, udział w leczeniu stanów zapalnych jelita i śluzówki żołądka, łagodzenie skutków choroby wrzodowej, wzrost odporności immunologicznej, poprawę stanu samopoczucia i nastroju, szczególnie u osób w podeszłym wieku. Obecne są również doniesienia nad możliwością wykorzystania β-glukanów w leczeniu chorób nowotworowych, cukrzycy, czy szybszym gojeniu się ran i łagodzeniu stanów zapalnych skóry. Te istotne właściwości spowodowały, że do niektórych produktów żywnościowych zaczęto wprowadzać dodatek błonnika owsianego, podnosząc ich rangę do miana żywności funkcjonalnej. Najczęściej, dodatek błonnika owsianego stosuje się do przetworów zbożowych. Obecny jest także w produktach mleczarskich i mięsnych. Tam, gdzie obecność błonnika wpływa na obniżenie walorów sensorycznych gotowego produktu istnieje możliwość wprowadzenia β-glukanów w formie niskocukrzonego hydrolizatu owsianego, wykorzystując dodatkowo jego cechy (doskonały zamiennik tłuszczu). Zastosowanie β-glukanów w środkach spożywczych musi być poprzedzone poznaniem wpływu czynników technologicznych na właściwości zdrowotne i reologiczne tego składnika.

Słowa kluczowe: owies, β-glukany, błonnik, żywność funkcjonalna

Wprowadzenie

Wyniki badań konsumenckich wskazują na pogłębiającą się dążność konsumentów do preferowania produktów łączących wysoką wartość odżywczą z funkcjami prozdrowotnymi. W przetwórstwie zbóż surowcem cenionym od dawna, ze względu na unikalne walory dietetyczne, jest owies [40].

Odpowiednio stosowana dieta owsiana wywiera specyficzny wpływ na organizm człowieka [76]. Zwiększając witalność, oddziałuje również na nastrój i pobudza aktywność życiową. Wywiera korzystny wpływ na układ pokarmowy, jak również (m.in. poprzez wzrost apetytu) na rozwój fizyczny dzieci i młodzieży, podnosząc ich sprawność umysłową, a także łagodząc zaburzenia emocjonalne. Dieta owsiana wpływa na zmniejszenie: nadwagi, poziomu cholesterolu we krwi i ryzyka zapadalności na niedokrwienną chorobę serca. Zawarty w ziarnie owsa błonnik, a szczególnie jego frakcje rozpuszczalne, których głównym przedstawicielem są β -glukany [18, 52], odgrywają ważną rolę w leczeniu chorób układu pokarmowego, takich jak: nieżyty śluzówki żołądka, biegunki [5], łagodzą skutki choroby wrzodowej [69]. Składnikom tym przypisuje się niezwykle ważną rolę w stymulacji układu immunologicznego, zapewniającego utrzymanie zdrowia szczególnie u osób w podeszłym wieku [6, 38, 59, 92]. Spożywanie błonnika ogranicza zachorowanie na raka okrężnicy, żołądka, płuc, krtani, gardła, przełyku, sutka, jajników i gruczołu krokowego [65, 84]. Dieta owsiana jest także korzystna w żywieniu ludzi chorych na cukrzycę i nadciśnienie tętnicze. Wpływa na stan uzębienia, niwelując zaburzenia w rozwoju zębów oraz hamując rozwój próchnicy. Błonnik absorbuje z pożywienia metale ciężkie, takie jak: Hg, Pb, Cd oraz substancje obce, zmniejszając ich przyswajalność i toksyczność [37].

Obok dobroczynnej roli błonnika w organizmie należy wspomnieć, że może on mieć niekorzystny wpływ na trawienie i wchłanianie białek, a właściwości sorpcyjne powodują wiązanie wapnia, cynku, żelaza czy magnezu, wywierając istotny wpływ na gospodarkę ustroju [37]. Zmniejszone wykorzystanie składników mineralnych i skrócenie czasu przejścia masy pokarmowej przez jelita może być przyczyną niepełnego wchłaniania leków [74].

Oplewiony ziarniak owsa zawiera do 30 % błonnika pokarmowego z czego 12 % stanowi łuska. Błonnik składa się z celulozy, hemiceluloz i pektyn. Hemicelulozy mają złożoną budowę strukturalną i relatywnie niski ciężar molekularny; złożone są z pentozanów (łańcuchy ksylozy i arabinozy) oraz heksozanów (polimery glukozy, galaktozy i mannozy), których główną frakcją rozpuszczalną w wodzie są β -glukany. Stanowią one około 50 % rozpuszczalnych związków błonnika.

Zawartość β -glukanów w owsie oplewionym wynosi od 4 do 7 % i od 6 do 9 % w otrębach [10, 12].

Występują we wszystkich ziarniakach roślin zbożowych, będąc podstawowym składnikiem ścian komórkowych. Obecne są także w bambusie, grzybach – głównie w bocznaku, drożdżach i niektórych trawach [32, 51, 75, 80].

β -glukany występujące głównie w zewnętrznych warstwach ziarniaka owsa, zwłaszcza w warstwie aleuronowej są mieszaniną nierozgałęzionych łańcuchów β -D-glukozy połączonych wiązaniami zarówno $\beta(1\rightarrow3)$, $\beta(1\rightarrow4)$ glikozydowymi [54].

Wiązania β(1-3)-glikozydowe występują w polisacharydzie pojedynczo natomiast β(1-4)-glikozydowe, których jest większość, grupowo po dwa lub trzy.

Masy cząsteczkowe β-glukanów są zróżnicowane w zależności od ich pochodzenia. Największą masą cząsteczkową charakteryzują się β-glukany owsa (ok. $30 \cdot 10^5$ Da) i jęczmienia (ok. $21 \cdot 10^5$ Da) [11, 23]. Podczas rozpuszczania β-glukany wchłaniają duże ilości wody, tworząc gumy o znacznej lepkości, które w trakcie przechowywania na skutek zmian zachodzących w strukturze cząsteczkowej tracą swą lepkość [3, 23, 86, 96, 97, 98]. Według Doehlert i wsp. [27], obróbka cieplna ziarna owsa ma znaczący wpływ na lepkość tych gum, a tym samym wpływa na strukturę zawiesin owsianych, co jest szczególnie ważne z żywieniowego punktu widzenia. W żołądku i jelicie cienkim nieulegające rozkładowi enzymatycznemu glukany, tworzą śluzową warstwę ochronną opóźniającą hydrolizę skrobi oraz wchłanianie glukozy. Są również przyczyną utrzymywania przez dłuższy czas uczucia sytości, spełniając działanie ochronne przy zaburzeniach żołądkowo-jelitowych. Powstały śluz chroni błonę śluzową jelita przed podrażnieniami i infekcjami bakteryjnymi. Ziarno owsa poddane działaniu pary wodnej wytwarza bardzo lepkie roztwory zawiesin mąki, których lepkość wzrasta z czasem.

Zdrowotne funkcje β-glukanów

Największa liczba publikacji opisujących wpływ β-glukanów na zdrowie dotyczy możliwości ich wykorzystania w zapobieganiu i leczeniu glikemii i hipocholesterolemii

Glikemia

Stosowanie kuracji owsianej jest zalecane w przypadku zaawansowanej cukrzycy. To korzystne oddziaływanie można wyjaśnić wyraźnie mniejszą, od pozostałych zbóż, zawartością skrobi w ziarnie oraz większą obecnością śluzu - β-glukanu, a także wysokim poziomem fruktozanów.

Dobrze udokumentowaną w badaniach, korzystną cechą diety zasobnej w β-glukany jest spłaszczenie krzywych zawartości glukozy i insuliny po posiłku [53, 99]. Charakteryzują się tym zarówno β-glukany owsa, jak i jęczmienia, identycznie redukując także poziom cholesterolu w osoczu krwi [9]. Właściwości fizjologiczne β-glukanów są częściowo związane z ich charakterystyką reologiczną. Przeprowadzone badania wykazały istnienie odwrotnej zależności pomiędzy lepkością produktu a wielkością odpowiedzi glukozowej lub poziomem insuliny we krwi. Zmiany lepkości decydowały w ok. 85 % o zmianach w odpowiedzi glikemicznej i insulinowej, a zatem reakcje te są uzależnione od stężenia roztworów oraz masy cząsteczkowej β-glukanów. Obecność β-glukanów owsa znajdujących się w płatkach śniadaniowych może obniżyć odpowiedź glikemiczną o 50 %, zależną od dawki β-glukanów, przy czym poziomy

wyższe od 5 % nie dały znacznego obniżenia odpowiedzi glikemicznej, co wskazuje na istnienie punktu nasycenia i może mieć znaczenie przy ustalaniu poziomu dodatków β -glukanów do żywności [82].

Obecność błonnika zmniejsza nasilenie występowania glikemii poposiłkowej, co pociąga za sobą obniżenie wydzielania insuliny. Fakt ten może być wykorzystany w żywieniu osób chorych na cukrzycę, gdyż pozwala uniknąć pobudzającego apetyt gwałtownego spadku glikemii.

W celu poznania działania włókna pokarmowego przeprowadzono badania porównawcze frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej oraz postaci oczyszczonej i naturalnych pokarmów zasobnych w ten składnik. Produkty o wysokiej zawartości błonnika są związane z regulacją odpowiedzi glikemicznej. Wykazano [100], że rozpuszczalny błonnik wpływa na zmniejszenie hiperglikemii i hiperinsulinemii, a także zmniejsza ryzyko chorób cywilizacyjnych, jak otyłość, hiperlipidemia [62], choroby wieńcowe, nadciśnienie [32, 78, 99] oraz nowotwory [46]. Obniżenie odpowiedzi glikemicznej po spożyciu włókna pokarmowego bogatego w β -glukany jest tłumaczone zwiększoną lepkością graniczną żywności w środowisku płynnym, co w przewodzie pokarmowym zapewnia integralność produktów spożywczych oraz tylko częściowe skleikowanie skrobi.

Badania Vervuert i wsp. [88], przeprowadzone na koniach, wskazują, że działanie ziaren owsa poddanego wcześniejszemu traktowaniu parą wodną przyczynia się do większego obniżenia poziomu glukozy i insuliny aniżeli ma to miejsce w przypadku ziaren owsa niepreparowanego. Działanie pary spowodowało większą zdolność do ekstrakcji i większą dostępność β -glukanów w organizmie zwierząt.

W badaniach przeprowadzonych u chorych na cukrzycę wykazano, że dieta bogata we włókno pokarmowe i skrobię, pochodzące z otrąb owsianych, poprawia metabolizm węglowodanów w stopniu umożliwiającym ograniczenie terapii farmakologicznej. Dodatek preparatu β -glukanowego do diety normalnej spowodował, że poposiłkowa glikemia oraz podwyższone stężenie insuliny w osoczu krwi zostały zredukowane [2, 100].

Hipocholesterolemia

Obniżanie poziomu cholesterolu przez błonnik jest wynikiem zmian zachodzących w górnej części przewodu pokarmowego, które związane są ze zdolnością włókna do tworzenia sieci żelopodobnych, a także zmiany lepkości masy kałowej, jednocześnie spowalniają absorpcję składników odżywczych, przedłużają odczucie sytości.

Dieta bogata w β -glukany zapewnia działanie hipocholesterolemiczne. W badaniach przeprowadzonych z udziałem zwierząt i ludzi stwierdzono, że błonnik owsa, (jego frakcje) ma właściwości obniżające poziom cholesterolu, będącego główną przyczyną miażdżycy [1, 2, 8, 15, 19, 24, 36, 50, 57, 58, 66, 67, 72, 77, 85, 93, 99]. W ba-

daniach tych wykazano, że efekt działania otrąb owsianych zależy od wielkości stosowanej dawki i stanu gospodarki lipidowej organizmu, przy czym istnieje pewna granica w zastosowanej ilości otrąb, zwiększanie której nie powoduje już zauważalnego obniżenia poziomu cholesterolu całkowitego. Zjawisko obniżania poziomu cholesterolu jest tłumaczone na drodze: wiązania i wydalania kwasów żółciowych, upośledzenia wchłaniania lipidów, obecności krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych czy też zmiany stężenia insuliny [44]. Najbardziej popularną jest teoria, wg której rozpuszczalny błonnik owsa wzmacnia wydalanie z kałem kwasów żółciowych tworzonych w organizmie z cholesterolu na drodze procesu syntezy. Wiązanie i wydalanie kwasów żółciowych wywołane obecnością błonnika powoduje, że coraz większa ilość cholesterolu zgromadzonego w organizmie kierowana jest do ich syntezy, obniżając w ten sposób jego stężenie w surowicy [29]. Niepodważalny wydaje się fakt dotyczący roli jaką spełnia zmiana lepkości treści jelitowej (spowodowana tworzeniem lepkich żeli β-glukanowych), której wzrost może powodować zmniejszenie absorpcji cholesterolu oraz wiązanie kwasów żółciowych. Wzrost lepkości treści jelita wywołany obecnością β-glukanów wpływa na ograniczanie powrotu kwasów żółciowych do wątroby, a nawet ich całkowite zatrzymanie. Powstały deficyt kwasów żółciowych powoduje, że wątroba wzmacnia przekształcanie cholesterolu w kierunku ich syntezy [87].

Dodatkowym korzystnym zjawiskiem leczenia hipocholesterolemii, szczególnie u osób otyłych, jest jednocześnie zauważalna redukcja masy ciała [36]. Spożywany w diecie błonnik bogaty we frakcje rozpuszczalne (β-glukany), zwiększając objętość pożywienia nie podwyższa jego wartości energetycznej, spełniając jednocześnie rolę wypełniacza przewodu pokarmowego, wpływając tym samym na zaspokojenie uczucia łaknienia. Dodatkowo, żelowane β-glukany wyścielają powierzchnię żołądka i jelita, opóźniają wchłanianie składników pokarmowych, wspomagając w ten sposób maskowanie uczucia głodu, efektem czego jest postępujący łagodny spadek masy ciała.

Inne właściwości zdrowotne β-glukanów

β-glukany znalazły się również w sferze zainteresowania przedstawicieli innych dziedzin medycyny. Przebadano ich możliwości w podnoszeniu odporności organizmu na infekcje, jako czynnik wspomagający leczenie chorób nowotworowych, we współdziałaniu z antybiotykami, chorobie popromiennej, a także ich wpływowi przy leczeniu ran.

We wszystkich tych pracach wykazano dodatni wpływ β-glukanów w prowadzonych terapiach leczniczych. Wykazano [21, 28, 47, 61, 63, 79, 90, 101], że β-glukany są stymulatorami immunologicznymi, aktywującymi m.in. makrofagi, cytokiny, odpowiedzialne za obronę organizmu przed infekcjami i utrzymanie w dobrym stanie jego tkanek, zwiększając poziom odporności u ludzi i zwierząt, zmniejszając w ten sposób ryzyko infekcji wywołanych również na skutek przebytego stresu [22].

Makrofag, jest jednym z elementów systemu immunologicznego, zdolnym do zabijania komórek rakowych i fagocytozy. W przeprowadzonych badaniach autorzy odnotowali aktywny wpływ β -glukanów na wzrost aktywności przeciwnowotworowej. W pracach dotyczących wpływu glukanów w terapii nowotworów piersi [13, 25, 26, 68, 81] oraz miejsc po amputacji poddanych naświetlaniu wskazano na szybsze wyleczenie stanów zapalnych i miejsc poddanych działaniu promieniowania, w których to miejscach bardzo szybko pojawiła się normalna zdrowa tkanka skórna [81].

Przebadano również wpływ β -glukanów na leczenie ran u zwierząt [20]. Analiza histologiczna wykazała, na powierzchni ran leczonych β -glukanem, zwiększoną obecność makrofagów wzmacniających odporność organizmu.

Badania wskazują, że β -glukany mogą brać udział w przeciwdziałaniu raka jelita grubego. Działanie to tłumaczone jest wpływem β -glukanów na wzrost masy treści jelita grubego, w której w większym stopniu następuje rozproszenie toksycznych metabolitów (amoniak, aminy) i związków kancerogennych (nitrozoaminy, fenole, krezo-le, skatole, indole, estrogeny, wtórne kwasy żółciowe), poprawienie jej właściwości reologicznych w wyniku czego wypróżnienia stają się bardziej systematyczne i nie są poprzedzone zaparciami [84]. Wydalana masa kałowa nie powoduje zastoin niebezpiecznych ze względu na tworzenie się ognisk zapalnych prowadzących często do owrzodzeń, a następnie ognisk nowotworowych. Poddane w przewodzie pokarmowym procesom fermentacji oligosacharydy rozkładają się na krótkocząsteczkowe kwasy: masłowy i propionowy, wpływając na pH środowiska jelita i uniemożliwiając tworzenie się odczynu alkalicznego sprzyjającemu procesom gnilnym prekursorom zmian nowotworowych.

β -glukany wywołują także efekt synergiczny (współdziałający), gdy są stosowane w połączeniu z innymi tradycyjnymi lekami [4, 43, 61, 94]. W badaniach wykazano zdolność β -glukanów do redukcji infekcji i zapobiegania śmierci operowanych pacjentów szpitalnych na skutek bakteryjnego zapalenia płuc, raka mięsaka, pourazowej infekcji pooperacyjnej, pooperacyjnych stanach zapalnych przewodu pokarmowego.

Korzystne działanie β -glukanu łącznie z antybiotykami stwierdziła Cohen podczas zabiegów dentystycznych, podczas których β -glukan połączony z antybiotykami miał zapobiegać zakażeniu gronkowcem lub paciorkowcem, często występującymi w tych zabiegach [102].

β -glukany poprawiają i wzmacniają działanie preparatów przeciwgrzybiczych. Wprowadzenie do ustroju zwierząt zarażonych patogenami pochodzenia bakteryjnego (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*) lub wirusowego (*Herpes*) preparatu β -glukanu wykazało, że do wyleczenia zwierząt wystarczała mniejsza ilość antybiotyków i środków antywirusowych [95].

Pobudzając odradzanie się uszkodzonych napromieniowaniem gamma komórek szpiku i regenerując komórki krwi β -glukany wykazały efekt radioprotektywny [16,

45]. W tych badaniach β-glukanom przypisano również zdolność do usuwania wolnych rodników. Zagadnienie to powtarzane wielokrotnie potwierdziło przeciwutleniające właściwości β-glukanów.

Wykorzystanie β-glukanów owsa w leczeniu celiakii jest nadal problematyczne i wymaga dalszych dokładnych badań [83].

Zalecenia żywieniowe i możliwości aplikacyjne β-glukanów

Korzyści płynące z właściwości żywieniowo-fizjologicznych błonnika pokarmowego ziaren owsa i obecnej w nim rozpuszczalnej frakcji β-glukanów, uwidocznione szczególnie w stanach hipocholesterolemii i odpowiedzi glikemicznej, wpłynęły na wprowadzenie odpowiednich zaleceń żywieniowych popartych przez szereg organizacji zdrowia, w tym także Amerykańskiego Stowarzyszenia Dietetyków [30]. Wg Behalla i wsp. [7] terapia polegająca na podawaniu dziennie dawki ok. 2 g β-glukanów powoduje obniżenie poziomu cholesterolu o 9,5 % . Z kolei Jenkins i wsp [53] sugerują, iż 1 g β-glukanów w 50 g substancji węglowodanowej może obniżyć indeks glikemiczny żywności o 4 jednostki. Mając powyższe na uwadze FDA przyjęło zalecenie spożywania 3 g β-glukanów w ciągu dnia, w połączeniu z 30 – 35 g włókna pokarmowego, jako mających przynieść efekty żywieniowe i zapewnić, że wzrost aktywności systemu immunologicznego organizmu wywołana obecnością β-glukanów poprawi jego bezpieczeństwo przed groźącymi infekcjami. Szczególnie skierowane jest to do osób starszych o osłabionym, z racji wieku, systemie odpornościowym, osób w trakcie lub po przebytych ciężkich schorzeniach (operacjach, chorobach nowotworowych), słabo odżywionych a także pracujących w warunkach ekstremalnych (sportowcy, zawodnicy wyczynowi, ciężka praca fizyczna), czy narażonych na oddziaływanie promieniowania radiacyjnego, pola elektromagnetycznego czy promieniowania UV.

Zauważono równocześnie, że wzmożony stan aktywności makrofagów, wywołany wprowadzeniem do organizmu β-glukanów, trwa przez około 72 h, po czym wraca do stanu wyjściowego.

Ujemną cechą wyekstrahowanych czystych, kapsułkowanych β-glukanów jest wysoki koszt opakowania i zdaniem Wurscha i wsp. [100] w tej formie są marginalną częścią rynku tego typu preparatów. Bardziej przystępnym sposobem aplikacji β-glukanów jest wykorzystanie samego błonnika owsianego i zawartych w nim β-glukanów lub też użycie hydrolizatu owsianego o podwyższonej zawartości tych związków. Sposób pierwszy jest szeroko stosowany tam, gdzie błonnik z natury jest wszechobecny, szczególnie w produktach zbożowych. Dodatek błonnika owsianego do pszennych czy żytnich przetworów zbożowych zwiększa obecność β-glukanów. Przeprowadzone porównawcze badania produktów zbożowych (chleb pszenny) z i bez obecności β-glukanów wskazały na zdecydowanie zmniejszony wskaźnik glikemiczny u tych konsumentów, którzy korzystali z chleba z dodatkiem β-glukanów [17]. Wyka-

zono również [71], że ich obecność w pieczywie kukurydzianym wpłynęła na wydłużenie okresu jego świeżości w trakcie przechowywania. Wg cytowanego już Jenkinsa [53] płatki owsiane z 6,5 % dodatkiem β -glukanów powodowały, że wskaźnik glikemiczny tego produktu był niższy niż tych samych płatków owsianych bez ich dodatku (odpowiednio GI = 42 i GI = 80).

Innym sposobem wprowadzania β -glukanów do żywności jest zastosowanie hydrolizatów owsianych, szczególnie w tych produktach, w których obecność błonnika pogorszyłaby walory sensoryczne produktu (barwa). Dotyczy to głównie przemysłu mleczarskiego. Coraz szersze wykorzystanie β -glukanów w przemyśle mleczarskim wynika z ich wpływu na właściwości strukturalne, reologiczne i sensoryczne gotowych produktów. W badaniach skupiono się nad zastosowaniem rozpuszczalnego włókna pokarmowego, w produkcji lodów i jogurtów o obniżonej zawartości tłuszczu [14, 42]. Zastosowanie tej frakcji błonnika poprawiło ich właściwości sensoryczne, a zwłaszcza „odczucie w jamie ustnej”, upodabiając je do tradycyjnych produktów o pełnej zawartości tłuszczu.

Dodatek β -glukanów do serów solankowych o niskiej zawartości tłuszczu powodował wzrost (w stosunku do produktu bez udziału β -glukanów) ilości wydzielanych w trakcie dojrzewania kwasów mlekowego, masłowego i octowego [89]. Zauważono również wpływ β -glukanów na zmianę aromatu tych serów w porównaniu z serami kontrolnymi. Zastosowane w badaniach dawki preparatu 0,7 i 1,4 % spowodowały odczuwalne zmniejszenie twardości serów, co pod tym względem upodobiło je do serów pełnotłustych. W produkcji niskotłuszczowych serów typu Cheddar zastosowano hydrolizaty Nutrim I i Nutrim II, w skład których jako komponent wchodziły β -glukany. Badane właściwości serów (twardość, spoistość, przelom, elastyczność i plastyczność), w których zastosowano dodatek β -glukanów, zmniejszając zawartość tłuszczu do poziomu 6,8 % i 3,4 %, były porównywalne do właściwości sera kontrolnego o zawartości 11,2 % tłuszczu [60].

Stwierdzono również pozytywny wpływ dodatku hydrolizatu owsianego o podwyższonej zawartości β -glukanów, jako zamiennika tłuszczu, w produkcji herbatników [35], majonezu niskotłuszczowego [41] i kielbas drobno rozdrobnionych typu parówka [91].

Hydrolizaty te są nie tylko bardzo dobrymi zamiennikami tłuszczu, ale także doskonałymi zagęstnikami [34, 39, 49, 56, 70, 73]. Otrzymana przez Ingleta seria preparatów OATRIM charakteryzuje się zróżnicowaną zawartością β -glukanów (OATRIM 3, OATRIM 5, OATRIM 10) [48, 49]. Hydrolizat ten znajduje zastosowanie w produkcji żywności niskokalorycznej w wielu gałęziach przemysłu spożywczego, szczególnie w przemyśle: mleczarskim, koncentratów spożywczych, mięsny, cukierniczym, w produkcji lodów, a nawet sosów koloryzujących do żywności przygotowywanej w kuchenkach mikrofalowych.

Wykorzystanie β -glukanów jako zagęstnika zup [64] dowiodło, że dzięki tym związkom o niższej masie cząsteczkowej i niższej lepkości uzyskuje się zupy o wyższej jakości. Proces zamrażania i rozmrażania nie wpłynął na zmianę jakości tych produktów, przy czym zupy z dodatkiem β -glukanów jęczmienia charakteryzowały się wyższą intensywnością aromatu w porównaniu z zupami z dodatkiem β -glukanów owsa.

Podsumowanie

Próby zastosowania do produkcji żywności, β -glukanów – związków o sprawdzonych i znanych walorach zdrowotnych i żywieniowych – napotykać na szereg problemów. Składniki te o wielkocząsteczkowej, skomplikowanej strukturze łańcuchowej, interesujących cechach reologicznych poddane procesom technologicznym, w zróżnicowanych warunkach temperatury, ciśnienia, pH, działania sił ścinających czy też wzajemnym oddziaływaniom międzycząsteczkowym i strukturalnym ulegają w różnym stopniu zmianom wpływającym na ich końcową zawartość i właściwości [33]. Proces technologiczny może także wpływać na właściwości molekularne (budowę chemiczną, stopień polimeryzacji), strukturalne (interakcje międzycząsteczkowe) i funkcjonalne (lepkość, rozpuszczalność, wodochłonność) β -glukanów, co z kolei może mieć wpływ na właściwości sensoryczne, fizjologiczne, a także prozdrowotne wynikające z ich stosowania. Zmiany właściwości β -glukanów mogą wynikać z uszkodzeń mechanicznych powstających w czasie procesu ścinania lub nadmiernej obróbki termicznej. Niekorzystne zmiany strukturalne, np. depolimeryzacja, mogą zachodzić również w czasie przemysłowego otrzymywania β -glukanów [55, 100], prowadząc do zmniejszenia masy cząsteczkowej oraz wartości lepkości granicznej. Łagodne warunki ekstrakcji (50 – 60 °C), pozwalają zachować aktywną β -glukanazę, która może przyczynić się do depolimeryzacji β -glukanów. Poznanie tych zagadnień, wymaga dalszych żmudnych badań.

Literatura

- [1] Aman P., Graham H.: Analysis of total and insoluble mixed – linked (1→3) (1→4)- β -D glucan in barley and oats. *J. Agric. Food Chem.*, 1987, **35**, 704-709.
- [2] Andersson H., Lia A., Hallmans G., Sandberg A.S., Sundberg B., Aman P.: Oat β -glucan increases bile acid excretion and a fiber-rich barley fraction increases cholesterol excretion in ileostomy subjects. University of Goteborg, Sweden, 1995, **6 (62)**, 1245-1251.
- [3] Autio K., Myllmaki O., Suortti T., Saastamoinen M., and Poutanen K.: Physical properties of β -glucans isolated from finnish oat varieties, *Food Hydrocoll.*, 1992, **5**, 513.
- [4] Babineau T.J., Hackford A., Kenler A., Bistran B., Forse R.A., Fairchild P.G., Heard S., Keroack M., Caushaj P., Benotti P.: A phase II multicenter, double-blind, randomized, placebo-controlled study of three dosages of an immunomodulator (PGG-glucan) in high-risk surgical patients. Harvard Medical School, Boston. *Arch. Surg.* 1994, **129**, **11**, 1204-1210.

- [5] Banares F.F.: Nutritional care of the patient with constipation. *Best Practice Research Clinical Gastroenterol.*, 2006, **3 (20)**, 575-587.
- [6] Bartnikowska E., Lange E.: Znaczenie dietetyczne przetworów owsianych i ich wpływ na stężenie cholesterolu w osoczu oraz popoślukową glikemję. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2000, **1 (22)**, 18-33.
- [7] Behall K.M., Schofield D.J., Hallfrisch J.: Effect of beta gluc level in oat fibre extracts on blood lipids in men and women. *J. Amer. Coll. Nutr.*, 1997, **16**, 46-51.
- [8] Bell S., Goldman V.M., Bistran B.R., Arnold A.H., Ostroff G., Forse R.A.: Effect of beta-glucan from oats and yeast on serum lipids. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1999, **2 (39)**, 189-202.
- [9] Beer M., Arrigioni E., Amado R.: Cereal chemistry, extraction of oat gum from oat bran: effects of process on yield, molecular weight distribution, viscosity and (1-3)(1-4) – β -D-glucan content of the gum. *Cereal Chem.*, 1996, **1 (73)**, 58-62.
- [10] Beer M., Wood P., Weisz J., Fillion N.: Effect of cooking and storage on the amount and molecular weight of (1 \rightarrow 3)(1 \rightarrow 4)- β -Glucan extracted from oat products by an in vitro digestion system. *Cereal Chem.* 1997, **6 (74)**, 705-709.
- [11] Beer M., Wood P., Weisz J.: Molecular weight distribution and (1 \rightarrow 3)(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan content of consecutive extracts of various oat and barley cultivars. *Cereal Chem.*, 1997, **6 (74)**, 476-480.
- [12] Berski W., Gibiński M.: Charakterystyka tłuszczów z polskich odmian i rodów owsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **2 (27) Supl.**, 22-30.
- [13] Bogwald J., Johnson E., Seljelid R.: The cytotoxic effect of mouse macrophages stimulated *in vitro* by a beta-1,3-D-glucan from yeast cell walls. *Scand J. Immunol.* 1982, **3 (15)**, 297-304.
- [14] Brennan C.S., Tudorica C.M., Kuri V.: Soluble and insoluble dietary fibres (non-starch polysaccharides) and their effects on food structure and nutrition. *Food Industry J.*, 2002, **5**, 261-272.
- [15] Bridges S.R., Anderson J.A., Wood C.L.: Oat bran increases serum acetate of hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin.* 1992, **56**, 455-462.
- [16] Brown G., Siamon G.: Immune recognition: A new receptor for β -glucans. *Nature*, 2001, **413**, 36-37.
- [17] Cavallero A., Empilli S., Brighenti F., Stanca A.M.: High (1,3)(1,4)-beta-D-glucan fractions in bread making and their effect on human glycaemic response. *J. Cereal Sci.*, 2002, **36**, 59-66.
- [18] Charalampopoulos D., Wang R., Pandiella S., Webb C.: Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *Int. J. Food Microbiol.*, 2002, **1-2 (79)**, 131-141.
- [19] Chen W.L., Anderson J.W.: Effects of plant fiber in decreasing plasma total cholesterol and increasing high-density lipoprotein cholesterol. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 1979, **162**, 310-314.
- [20] Chihara G.: Recent progress in immunopharmacology and therapeutic effects of polysaccharides. *Dev. Biol. Stand.*, 1992, **77**, 191-197.
- [21] Czop J.K., Valiante N.M., Janusz M.J.: Phagocytosis of particulate activators of the human alternative complement pathway through monocyte beta-glucan receptors. *Prog. Clin. Biol. Res.*, 1989, **297**, 287 – 96.
- [22] Davis J.M., Murphy E.A., Brown A.S., Carmichael M.D., Ghaffar A.: Effects of oat β -glucan on innate immunity and infection after exercise stress. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2004, **8 (36)**, 1321-1327.
- [23] Dawkins N.L., Nnanna I.A.: Studies on oat gum (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -D-glucan: composition, molecular weight estimation and rheological properties. *Food Hydrocoll.*, 1995, **9**, 1-7.
- [24] De Groot A.P. Luyken R., Pikaar N.A.: Cholesterol – lowering effects of rolled oats. *The Lancet*, 1963, **2**, 303.

- [25] Di Luzio N.R., McNamee R.B., Williams D.L., Gilbert K.M.: Induced inhibition of tumor growth and enhancement of survival in a variety of transplantable and spontaneous murine tumor models. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 1979, **121**, (A), 269-290.
- [26] Di Luzio N.R., Williams D.L., McNamee R.B.: Malshet VG comparative evaluation of the tumor inhibitory and antibacterial activity of solubilized and particulate glucan. *Recent Results Cancer Res.*, 1980, **75**, 165-172.
- [27] Doehlert D.C., Zhang D., Moore W.R.: Influence of heat pretreatments of oat grain on the viscosity of flour slurries. *J. Sci. Food Agric.* 1997, **74**, 125-131.
- [28] Engstad C.S., Engstad R.E., Olsen J.O., Osterud B.: The effect of soluble beta-1,3-glucan and lipopolysaccharide on cytokine production and coagulation activation in whole blood. *Immunopharmacology*, 2002, **2** (11), 1585-1597.
- [29] Florkowska A., Krygier K.: Zastosowanie nietrawionych oligosacharydów w produktach spożywczych. *Przem. Spoż.*, 2004, **5**, 44-46.
- [30] Food and Drug Administration: Final rule for food labelling: Health claims; Oats and coronary heart disease. *Federal Regulations*. 1997, **62**, 3584-3681.
- [31] Food and Drug Administration, HHS: Food labeling: health claims; solubly dietary fiber from certain foods and coronary heart disease. Interim final rule. *Fed Regist*, 2002, **67** (191), 61773-61783.
- [32] Finkelman M.A., Lempitski S.J., Slater J.E.: Beta glucans in standardized allergen extracts. *J. Endotoxin Res.*, 2006, **4** (12), 241-245.
- [33] Flander L., Salmenkallio-Martilla M., Suortti T., Autio K.: Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality. *Food Sci. Technol.*, 2007, **5** (40), 860-870.
- [34] Fortuna T., Sobolewska J.: Maltodekstryny i ich wykorzystanie w przemyśle spożywczym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **23**, 100-109.
- [35] Gambuś H., Gibiński M., Gambuś F.: Możliwość zastąpienia tłuszczu w herbatnikach maltodekstryną owsianą. *Biul. IHAR*, 2006, **239**, 319-328.
- [36] Gawlak E.: Sprawozdanie: „Ocena skuteczności klinicznej otrąb owsianych”, *Uzdrowisko Inowrocław*, 1994.
- [37] Gąsiorowski H.: *Owies – chemia i technologia*. PWRiL, Poznań 1995.
- [38] Gąsiorowski H.: Współczesny pogląd na walory fizjologiczno-żywnościowe owsa. *Przeegl. Zboż. Młyn.*, 1999, **1** (18) Supl., 193-195.
- [39] Giese J.: Fats, oils and fat replacers. *Food Technol.*, 1996, **50**, 77-83.
- [40] Gibiński M., Gumul D., Korus J.: Prozdrowotne właściwości owsa i produktów owsianych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4** (45), Supl., 49-60.
- [41] Gibiński M., Kowalski S., Sady M., Sikora M.: Application of hydrocolloids and oat hydrolysate in mayonnaise production, Chapter 16 in *Nova Publisher*, Thursday 12 October 2006.
- [42] Grega T., Gibiński M., Sady M., Walczycka M.: Quality of yoghurts with oat maltodextrine as the fat substitute *Pol. J. Natural Sci., Supl.* 2004, **2**, 45-54.
- [43] Gomaa K., Kraus J., Roskopf F., Ruper H., Franz G.: Antitumour and immunological activity of a beta 1-3/1-6 glucan from *Glomerella cingulata*, *J. Cancer Res. Clin. Oncol.* 1992, **2** (118), 136-140.
- [44] M.R., Anderson J.W., O'Mahony S.: Biofunctional properties of oats. In: *Cereals for Food and Beverages*, Academic Press, New York 1980.
- [45] Herre J., Gordon S., Brown G.D.: Dectin-1 and its role in the recognition of β -glucans by macrophages. *Mol Immunol.*, 2004, **40**, 869-876.
- [46] Hong F., Yan J., Baran J.T., Allendorf D.J., Hansen R.D., Ostroff G.R., Ross G.D.: Mechanism by which orally administered beta-1,3-glucans enhance the tumoricidal activity of antitumor monoclonally antibodies in murine tumor models. *J. Immunol.* 2004, **2**(173), 797-806.

- [47] Hunter K.W. Jr., DuPre'S, Redelman D.: Microparticulate beta-upregulates the expression of B7.1, B7.2, B7-DC on cultured murine peritoneal macrophages. *Immunol Lett.*, 2004, **1** (93), 71-78.
- [48] Inglett G., Girasmore S.: Maltodextrin fat substitute lowers cholesterol. *Food Technol.*, 1991, **45**, 104.
- [49] Inglett G.E., Newman R.K. Oat β -glucan-amyloextrins: Preliminary preparations and biological properties. *Plant Foods Hum Nutr.*, 1994, **45**, 53-61.
- [50] Inglett G., Warner K., Newman R.: Soluble-fiber ingredient from oats: Uses in foods and some health benefits. *Żywność. Technologia. Jakość*, 1996, **2** (7), 175-182.
- [51] Ishur O., Sun C., Xiao P., Ashour A., Pan Y.: A neutral beta-glucan from dates of the date palm, *Phoenix dactylifera L.* *Carbohydrate Res.*, 2002, **14** (337), 1325-1328.
- [52] Izydorczyk M.S., Mac Gregor A.W.: Evidence of intermolecular interactions of β -glucans and arabinoxylans. *Carbohydrate Polymers*, 2000, **41**, 417-420.
- [53] Jenkins A.L., Zdravkovic U., Wursch U., Vuksan V.: Depression of the glycaemic index by high levels of beta-glucan fibre in two functional foods tested in type 2 diabetes. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2002, **56**, 622-628.
- [54] Johansson L., Virkki L., Maunu S., Lehto M., Ekholm P., Varo P.: Structural characterization of water soluble β -glucan of oat bran. *Carbohydrate Polymers*, 2000, **42**, 143-148.
- [55] Johansson L., Tuomainen P., Antila H., Rita H., Virkki L.: Effect of processing on the extractability of oat β -glucan. *Food Chem.*, 2007, **4** (105), 1439-1445.
- [56] Jones S.: Fat replacers – the broad perspective I. *World of Ingredients*, 1999, **05/06**, 8-13.
- [57] Kahlon T.S., Chow F.I.: Hypocholesterolemic effects of oat, rice, and barley dietary fibers and fractions. *Cereal, Foods, World*, 1997, **2** (42), 86-92.
- [58] Kelley M.J., Hoover-Plon J., Nichols J.F.: Oat bran lowers total and low – density lipoprotein cholesterol but not lipoprotein in exercising. *J. Am. Diet. Assoc.* 1994, **94**, 1419.
- [59] Kiryluk J., Gašiorowski H., Kowalewski W.: Otręby owsiane - produkt, który zdobywa świat. *Przeegl. Zboż. Młyn.*, 1994, **6**, 2-4.
- [60] Konuklar G., Inglett G.E., Warner K., Carriere C.J.: Use of a β -glucan hydrocolloidal suspension in the manufacture of low-fat Cheddar cheeses: textural properties by instrumental methods and sensory panels. *Food Hydrocoll.*, 2004, **4** (18), 535-545.
- [61] Liang J., Melican D., Cafro L., Palace G., Fiset L., Armstrong R., Patchen M.: Enhanced clearance of a multiple antibiotic resistant *Staphylococcus aureus* in rats with PGG-glucan in associated with increased leukocyte counts and increased neutrophil oxidative burst activity. *Int. J. Immunopharmacology*, 1998, **11** (20), 595-614.
- [62] Lehtinen P., Killiainen K., Lehtomakki I., Laakso S. : Effect of heat treatment on lipid stability in processed oats. *J. Cereal Sci.* 2003, **2** (37), 215-221.
- [63] Lhum J., Langenkamp U, Hensel J., Frohn Ch., Brand J.B., Hennig H., Rink L., Koritke P., Wittkopf N., Williams D.L., Mueller A.: β -(1 \rightarrow 3)-D-glucan modulates DNA binding of nuclear factors κ B, AT and IL-6 leading to an anti-inflammatory shift of the IL-1 β /IL-1 receptor antagonist ratio. *BMC Immunology*, 2006, **5** (7), 1471.
- [64] Lyly M., Salmenkallio-Martilla M., Suortti T., Autio K., Poutanen K., Lahteenmaki L.: The sensory characteristics and rheological properties of soups containing oat and barley β -glucan before and after freezing. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 2004, **7** (37), 749-761.
- [65] Maki K.C., Dawidson M.H., Ingram K.A., Veith P.E., Bell M., Gugger E.: Lipid responsens to consumption of a beta-glucan ready-to-eat ceral in children and adolescents with mild-to-moderate primary hypercholesterolemia. *Nutr. Res.* 2003, **11**, 1527-1535.
- [66] Maki K.C., Shinnick F., Seeley M.A., Veith P.E., Quinn L.C., Hallissey P.J., Temer A., Davidson M.H.: Food products containing free tall oil-based phytosterols and oat beta-glucan lower serum total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic adults. *J. Nutr.* 2003, **3**, 808-813.

- [67] Malkki Y., Virtanen E.: Gastrointestinal effects of oat bran and oat gum: a review. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 2001, **6 (34)**, 337-347.
- [68] Mansell P., Ichinose H., Reed R.J., Kremetz E.T., McNamee R., di Luzio N.R.: Macrophage-mediated destruction of human malignant cells *in vivo*. *J Natl. Cancer Inst.* 1975, **(54)**, 571–580.
- [69] Michniewicz J., Kołodziejczyk P., Nadolińska J., Anioła J., Ulichnowska A.: Ocena zawartości różnych form nieskrobiowych polisacharydów. *Przeegl. Zboż. Młyn.*, 1998, **5**, 14-17.
- [70] Miller J.: FAT substitutes: nutritional promise or potential diaster? *Chemistry & Industry*, 1996, **13**, 494-498.
- [71] Niba L.L.: Effect of storage period and temperature on resistant starch and beta-glucan content in cornbread. *Food Chem.*, 2003, **4 (83)**, 493-498.
- [72] Ney D.M., Lasekan J.B., Shinnick F.L.: Soluble oat fiber tends to normalise lipoprotein composition in cholesterol – fed rats. *J. Nutr.*, 1998, **12 (118)**, 1455-1462.
- [73] Nonaka H.: plant carbohydrate-derived products as FAT replacers and calorie reducers. *Cereal Food World*. 1997, **42**, 376-378.
- [74] Obidowska G.: Substancje pochodzenia roślinnego w profilaktyce nowotworów. *Przeegl. Piek. Cuk.*, 1998, **7**, 2-4.
- [75] Odabasi Z., Paetznick V.L., Chen E., Rodriguez J.R., McGinnis M.R., Ostrosky-Zeichner L.: Differences in beta-glucan levels in culture supernatants of a variety of fungi. *Med. Mycol.*, 2006, **3 (44)**, 267-272.
- [76] Onning G., Akesson B., Oste R., Lundquist I.: Effects of consumption of oat milk, soya milk, or cow's milk on plasma lipids and antioxidative capacity in healthy subjects. *Ann. Nutr. Metabolism.*, 1998, **4 (42)**, 211-220.
- [77] Petterson D.M.: Genotype and environment effects on oat β -glucan concentration. *Crop Sci.* 1991, **31**, 1517-1520
- [78] Pins JJ., Geleva D., Keenan JM., Frazel C., O'Connor P.J., Cherney L.: Do whole-grain oat cereals reduce the need for antihyperter medications and improve blood pressure control. *J. Fam. Pract.*, 2002, **4**, 353-359
- [79] Reid D.M., Montoya M., Taylor P.R., Borrow P. Gordon S., Brown G.D.: Expression of the beta-glucan receptor, Dectin-1, on murine leukocytes *in situ* correlates with its function in pathogen recognition and reveals potential roles in leukocyte interaction. *J. Leukoc. Biol.*, 2004, **1 (76)**, 86-94.
- [80] Rout D., Mondal S., Chakraborty I., Pramanik M., Syed S.: Chemical analysis of a new (1-3), (1-6) branched glucan from an edible mushroom, *Pleurotus florida*. *Carbohydrate Research*, 2005, **16 (340)**, 2533-2539.
- [81] Seljelid R.: A water-soluble aminated β -1-3D-glucan derivative causes regression of solid tumors in mice. *Biosci. Rep.* 1986, **6 (9)**, 845 - 851.
- [82] Tappy L., Gugolz E., Wursch P.: Effects of breakfast cereals containing various amounts of beta-glucans fibres on plasma glucose and insulin responses in NIDDM subjects. *Diabetes Care*, 1996, **8 (19)**, 831-834.
- [83] Thompson T.: Do oats belong in a gluten-free diet?. *J Am. Diet. Assoc.*, 1997, **12 (97)**, 1413-1416.
- [84] Tomomatsu H.: Health effects of oligosaccharide. *Food Technol.*, 1994, **9**, 61-65.
- [85] Truswell AS.: Cereal grains and coronary heart disease. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2002, **1 (56)**, 1-14.
- [86] Varum K.M., Smidsrod O.: Partial chemical and characterization of (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -D-glucans from oat. *Carbohydrate Polymers*, 1988, **2 (9)**, 103-117.
- [87] Van Horn L.V., Liu K., Parker D., Emidy L.: Serum lipid response to oat product intake with a fat – modified diet. *J. Am. Diet. Assoc.* 1986, **86**, 759.
- [88] Vervuert I., Coenen M., Bothe C.: Effects of oat processing on the glycaemic and insulin response horses. *J. Animal Physiol. Anim. Nutr.* 2003, **3-4 (87)**, 96-104.


- [89] Volikakis P., Biliaderis C., Vamvakas C., Zerfiridis G: Effect of a commercial oat beta-glucan concentrate on the chemical, physicochemical and sensory attributes of a low-fat white-brined cheese product. *Food Res. Int.*, 2004, **1** (37), 83-94.
- [90] Wakshull E., Brunke-Reese D., Lindermuth J., Fiset L., Nathans R., Crowley J., Adams D.: PGG-glucan a soluble β -1,3-glucan enhances the oxidative burst response, microbiological activity, and activates an NF- κ B-like factor in human PMN: Evidence for a glycosphingolipid β -1,3-glucan receptor. *Immunopharmacology*, 1999, **2** (41), 89-107.
- [91] Walczycka M., Gibiński M., Międał W., Achremowicz B., Tłuścik K.: The quality of model sausages with addition of mash oat during 14 days of cold storage. *Animal Science*, 2006, October, **1** Supl., 212-213.
- [92] Warner K., Inglett G.E.: Flavor and texture characteristics of foods containing Z-Trim corn and oat fibers and flour replacers. *Cereal Foods, World*, 1997, **12** (42), 821-825.
- [93] Welch R.W., Lloyd J.D.: Kernel of (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4)- β -D-glucans content of oat genotypes., *J. Cereal Sci.*, 1989, **9**, 35.
- [94] Williams D.L., di Luzio N.R.: Glucan-induced modification of murine viral hepatitis. *Science*, 1980, **4** (208), 67-69.
- [95] Wolk M., Danon D.: Promotion of wound healing by yeast glucan evaluated on single animals. *Med. Biol.* 1985, **2** (63), 73-80.
- [96] Wood P.J., Siddiqui I.R., Paton D.: Extraction of high viscosity gum from oats. *Cereal Chem.* 1978, **55**, 1038.
- [97] Wood P.J.: Oat β -glucan: Structure, Location and Properties. In *Cereal Polysaccharide in Technology and Nutrition*, V.F Rasper ed. Am. Assoc. Cereal Chem., 1984, p. 35.
- [98] Wood P.J.: Oat β -glucan: Structure, Location and Properties. In *Oats: Chemistry and Technology*, F.H Webster (ed.) Am. Assoc. Cereal Chem., 1986, 121-153.
- [99] Wood P.J.: Cereal β -glucans in diet and health. *J. Cereal Sci.*, 2007, **3** (46), 230-238.
- [100] Wursch P., Pi-Sunyer F.X.: The role of viscous soluble fiber in the metabolic control of diabetes. A review with special emphasis on cereals rich in beta-glucan. *Diabetes Care*. 1997, **20**, 1774-1780.
- [101] Yun CH., Estrada A., Van Kessel A., Gajadhar AA., Redmond MJ., Laarveld B.: beta-(1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4) oat glucan enhances resistance to *Eimeria vermiformis* infection in immunosuppressed mice. *Int. J. Parasitol.* 1997, **3** (27), 329-337.

OAT'S β -GLUCANS AS A FUNCTIONAL FOOD COMPOUND

Summary

The role and importance of a soluble fraction of dietary fibre, especially of β -glucans contained in oat grains, decidedly increased after their properties have become known. The thoroughly and well documented research focused on the structure, physical, chemical & nutritional properties of those compounds caused oats to have regained recognition and to have become a valuable dietary component. The most important health promoting properties of oats (mostly owing to the presence of β -glucans) are the following: capacity to decrease cholesterol level and to support obesity treatment, participation in treating inflammatory state of intestines and stomach mucosa, capacity to alleviate chronic peptic ulcer disease effects, power to increase immunity and well-being, especially of people of advanced age. There are also some reports on possibilities of applying β -glucans to treat tumour and diabetes, or to accelerate wound healing and to alleviate inflammatory states of skin. Those important properties of oats caused manufac-

turers to begin to add oat fibre preparations to some food products; in this way, those food products gained the name and status of functional food. Most frequently, oat fibres are added to cereal products. Milk and meat products also contain oat fibres. In some cases oat fibres can lower sensory values of the final product, and in those cases it is possible to add β -glucans in the form of oat maltodextrin with a low conversion factor, and to utilize other properties of maltodextrin (for example, it is an excellent fat replacer). Before β -glucans are applied to food products, the impact of technological factors on the pro-health and rheological properties of β -glucans must be well studied and analysed.

Key words: oat, β -glucans, dietary fibre, functional food 

AGNIESZKA KOŚCIELNY, MAREK GIBIŃSKI

CHARAKTERYSTYKA SKROBI OWSIANYCH POCHODZĄCYCH Z RÓŻNYCH FORM OWSA

Streszczenie

Skrobię owsianą cechują specyficzne właściwości fizyczne, chemiczne i strukturalne, dzięki czemu różni się ona znacznie od skrobi innego pochodzenia, szczególnie rozmiarem ziarenek oraz zawartością lipidów.

Celem pracy było porównanie niektórych właściwości fizykochemicznych skrobi pochodzących z wybranych polskich odmian i rodów owsa. Materiał badawczy stanowiły odmiany owsa oplewionego Bohun i Cwał, owsa nagoziarnistego Akt i Polar oraz rody owsa czarnoziarnistego CHD 3047/03 i CHD 3076/03. W wyizolowanych skrobiach oznaczono zawartość tłuszczu, białka i amylozy oraz scharakteryzowano ich rozpuszczalność i zdolność wiązania wody w temperaturze: 75, 85 i 95 °C. Zbadano także przebieg charakterystyki kleikowania wodnych zawiesin skrobiowych w wiskografie Brabendera.

Przebadane skrobie owsiane wykazywały zróżnicowane zawartości tłuszczu i amylozy. Zawartość lipidów wahała się w granicach od 1,13 do 1,34 %, przy czym skrobie z odmian nagoziarnistych i rodów czarnoplewkowych charakteryzowały się większą zawartością tłuszczu w porównaniu ze skrobią z odmian oplewionych. Najwięcej amylozy zawierały skrobie wyosobnione z odmian owsa nagiego. Pod względem zawartości substancji białkowych stwierdzono brak istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi skrobiami. Średnia zawartość tego składnika wynosiła 0,31 %. Rozpuszczalność i zdolność wiązania wody, które znacznie wzrosły wraz z podwyższeniem temperatury z 85 do 95 °C, okazały się ujemnie skorelowane z zawartością substancji tłuszczowych.

Słowa kluczowe: skrobia owsiana, właściwości fizykochemiczne, amyloza, charakterystyka kleikowania, zdolność wiązania wody

Wprowadzenie

Utrzymujące się wysokie zainteresowanie owsem związane jest z rosnącymi wymaganiami konsumentów poszukujących wyrobów zasobnych w składniki odżywcze [24]. Spośród wszystkich zbóż ziarno owsa cechuje największa zawartość: tłuszczu, białka, popiołu i błonnika, a frakcji rozpuszczalnej błonnika, β -glukanom, przypisuje się niezwykle ważną rolę w obniżaniu hipocholesterolemii, spłaszczaniu krzywej insu-

linowej, a także stymulacji układu immunologicznego [1, 9]. Zainteresowaniu owsem towarzyszą badania nad skrobią owsianą stanowiącą około 50 % masy ziarna, a będącą interesującym materiałem badawczym [6, 20].

Skrobia owsiana, w porównaniu ze skrobią innych zbóż, charakteryzuje się najmniejszym rozmiarem ziaren, największą zawartością substancji tłuszczowych, odmiennym charakterem reologicznym, niską skłonnością do retrogradacji oraz występowaniem tzw. frakcji pośredniej, czyli materiału o właściwościach łączących cechy zarówno amylozy, jak i amylopektyny [3, 6, 8, 21, 22, 23].

Tłuszcze w skrobi owsianej, w zależności od odmiany owsa, występują na poziomie od 1,1 do 2,5 %, ze średnią zawartością około 1,3 % [2]. Związki te są akumulowane podczas syntezy gałeczki skrobiowej i tworzą z amylozą kompleksy wnikać do hydrofobowego wnętrza jej helis [19, 23]. Obecność lipidów w znaczący sposób wpływa na obniżenie zdolności pęcznienia ziaren i rozpuszczalności skrobi w wodzie, opóźnienie i utrudnienie kleikowania. Determinują one także lepkość kleików oraz ograniczają tworzenie żelu [24].

Od niedawna na polskim rynku zbóż obecne są trzy formy owsa: oplewiona, naga i czarnoziałista. Zróżnicowanie ich jakości przejawia się w cechach handlowych, składzie chemicznym i walorach żywieniowych.

Celem pracy było porównanie wybranych właściwości fizykochemicznych skrobi owsianych pochodzących z wybranych form uprawianego w Polsce owsa.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły skrobie wyosobnione z owsa oplewionego odmian Bohun i Cwał (traktowane jako wzorce w badaniach prowadzonych przez COBOR), owsa czarnoplewkowego rodów CHD 3047/03 i CHD 3076/03 pochodzących z Zakładu Hodowli Roślin „Danko” w Choryni (zgłoszone w COBOR do klasyfikacji odmianowej) oraz owsa nagoziarnistego odmian Akt i Polar (dwie z trzech odmian nagoziarnistych uprawianych w Polsce) pochodzących ze Stacji Hodowli Roślin w Strzelcach ze zbiorów w 2005 roku.

Ziarna owsa rozdrabniano w młynku laboratoryjnym Cyclotec 1093 firmy Foss Tecator, otrzymując w ten sposób śruty, z których laboratoryjnie, zgodnie z metodą Patona [14], ekstrahowano skrobie. Wyizolowane do analiz skrobie suszono, mielono, a następnie przesiewano przez sito o średnicy oczek 0,125 mm w urządzeniu Analysette 2 firmy Fritsch.

W badanym materiale oznaczano:

- zawartość tłuszczu metodą Soxhleta zgodnie z PN-EN ISO [16];
- zawartość białka metodą Kjeldahla zgodnie z PN-EN ISO [15], stosując przelicznik 6,25. Mineralizację i destylację prowadzono w aparatach Digestion Unit B-426 oraz Distillation Unit B-324 firmy Büchi;

- zawartość amylozy pozorną metodą spektrofotometryczną z jodem [10]. Pomiar absorpcji wykonywano przy długości fali $\lambda = 635$ nm, używając spektrofotometru Specord M42 firmy Carl Zeiss;
- zdolność wiązania wody i rozpuszczalność w wodzie zmodyfikowaną metodą Leacha [17] w temp. 75, 85 i 95 °C;
- charakterystykę kleikowania 7,5 % wodnych dyspersji skrobiowych w wiskografie Brabendera, według programu podstawowego [17]. Zastosowano puszkę pomiarową 250 cm³ oraz szybkość mieszania 75 obr./min. Wyznaczano następujące punkty charakterystyki kleikowania: temperaturę kleikowania (T_k) [°C], lepkość maksymalną (η_{max}) [jB], temperaturę przy maksymalnej lepkości (T_{max}) [°C], lepkość po 20 min ogrzewania w temp. 96 °C ($\eta_{96^{\circ}C/20}$) [jB], lepkość minimalną (η_{min}) [jB], temperaturę przy minimalnej lepkości (T_{min}) [°C] oraz lepkość po ochłodzeniu do temp. 25 °C ($\eta_{25^{\circ}C}$) [jB].

Otrzymane w wyniku przeprowadzonych analiz dane, stanowiące wartości średnie z co najmniej dwóch równoległych, nie różniących się od siebie w sposób istotny powtórzeń podano w przeliczeniu na suchą masę. Metodą jednoczynnikowej analizy wariancji obliczono współczynnik NIR (Najmniejszej Istotnej Różnicy) przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wyniki oznaczenia zawartości tłuszczu w badanych skrobiach owsianych przedstawiono w tab. 1. Substancje lipidowe występowały w analizowanym materiale na poziomie od 1,13 % w skrobi z owsa odmiany Bohun do 1,34 % w skrobi z odmiany Akt. Uzyskane wyniki są zbliżone do danych podawanych w dostępnych źródłach literaturowych [5, 8, 18], a różnice w ich wartościach zależą od odmiany owsa, czynników środowiskowych, sposobu izolacji skrobi oraz użytej metody oznaczania [18, 20]. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic zawartości substancji tłuszczowych pomiędzy skrobiami wyodrębnionymi z odmian nagoziarnistych i rodów czarnoplewkowych. Natomiast skrobie te, w porównaniu ze skrobiami z odmian oplewionych, cechowała istotnie większa zawartość lipidów.

Wszystkie skrobie charakteryzowały się podobną zawartością białka (tab. 1), zbliżoną do danych uzyskanych przez Gibińskiego i wsp. [5] oraz Fortunę i wsp. [3]. Analizując otrzymane wyniki nie stwierdzono znaczących różnic odmianowych. Brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi omawianego składnika między badanymi próbkami wskazuje, że zawartość białka w skrobi owsianej nie stanowi cechy odmianowej. Ponadto Hartunian-Sowa i wsp. [6] podają, że udział białka w ilości do 5 % w wyizolowanych skrobiach nie ma znaczącego wpływu na ich termiczne właściwości.

Tabela 1

Wybrane wskaźniki składu chemicznego badanych skrobi owsianych.
Selected chemical composition indicators of the oat starches studied.

Odmiana owsa Oats variety	Zawartość tłuszczu [%] Content of fat [%]	Zawartość białka [%] Content of protein [%]	Zawartość amylozy [%] Content of amylose [%]
Bohun	1,13 ^a	0,30 ^a	15,44 ^a
Cwał	1,18 ^{ab}	0,30 ^a	15,02 ^b
Akt	1,34 ^c	0,33 ^a	15,95 ^c
Polar	1,28 ^{bc}	0,33 ^a	17,11 ^d
CHD 3047/03	1,32 ^c	0,31 ^a	15,22 ^e
CHD 3076/03	1,33 ^c	0,31 ^a	14,05 ^f
NIR/LSD*	0,11	0,08	0,10

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* - Najmniejsza Istotna Różnica / The Least Significant Difference; Wartości średnie w kolumnach oznaczone tym samym indeksem literowym nie różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$. / Mean values in columns denoted by the same letter in superscript are not statistically significantly different at a level of $\alpha = 0.05$.

Zawartość amylozy pozornej jest ważnym wyróżnikiem, ponieważ wpływa na właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne skrobi oraz na możliwość jej wykorzystania [22]. Najwięcej amylozy zawierały skrobie wyizolowane z odmian owsa nagiego, tj. Polar – 17,11 % i Akt – 15,95 % (tab. 1). Zawartość amylozy we wszystkich skrobiach różniła się statystycznie istotnie. Zróżnicowanie to może być spowodowane czynnikami genetycznymi, a zatem poziom omawianego składnika w skrobi owsianej może stanowić cechę odmianową. Znacznie wyższe niż w niniejszej pracy wyniki uzyskali Hartunian-Sowa i wsp. [6], Shamekh i wsp. [18] oraz Tester i wsp. [20]. Według Singha i wsp. [19], na zmienność zawartości amylozy pomiędzy skrobiami tego samego pochodzenia botanicznego ma wpływ sposób izolacji skrobi, choć wydaje się, że są one spowodowane odmiennymi właściwościami materiału roślinnego, jakim jest skrobia.

Rozpuszczalność skrobi w wodzie (tab. 2) w temp. 75 °C kształtowała się na poziomie od 1,61 % ('Bohun') do 1,81 % ('Akt'). Średnia wartość wyników, pomiędzy którymi nie było statystycznie istotnej różnicy, wyniosła 1,72 %. Temp. 85 °C powodowała nieznaczny wzrost rozpuszczalności skrobi, zawierającej się w zakresie od 2,10 % (skrobie z odmian oplewionych) do 2,72 % (skrobie z rodów czarnych). Gwałtowny wzrost rozpuszczalności wszystkich badanych polisacharydów nastąpił po przekroczeniu temp. 85 °C.

Tabela 2

Rozpuszczalność i zdolność wiązania wody przez badane skrobie owsiane.
Solubility and water binding capacity of the starches studied.

Odmiana owsa Oats variety	Rozpuszczalność w wodzie [%] Solubility in water [%]			Zdolność wiązania wody [g H ₂ O/g s.m.] Water binding capacity [g H ₂ O/g d.m.]		
	75°C	85°C	95°C	75°C	85°C	95°C
Bohun	1,61 ^a	2,10 ^a	27,69 ^a	4,57 ^a	5,57 ^{bc}	16,64 ^a
Cwał	1,74 ^a	2,10 ^a	26,17 ^{ab}	4,61 ^{ab}	5,89 ^d	16,38 ^{ab}
Akt	1,81 ^a	2,55 ^b	25,01 ^b	4,77 ^{bc}	5,31 ^{ab}	15,51 ^{ab}
Polar	1,71 ^a	2,50 ^b	24,21 ^b	4,64 ^{ab}	5,06 ^a	15,21 ^{ab}
CHD 3047/03	1,70 ^a	2,72 ^b	11,45 ^c	4,63 ^{ab}	5,48 ^{bc}	13,50 ^b
CHD 3076/03	1,73 ^a	2,72 ^b	12,51 ^c	4,82 ^c	5,70 ^{cd}	14,27 ^b
NIR/LSD*	0,2	0,3	1,9	0,2	0,3	2,2

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

Skrobie z odmian owsa oplewionego, charakteryzujące się najmniejszą zawartością tłuszczu, wykazały największą rozpuszczalność w temp. 95 °C, która w stosunku do temperatury wyjściowej wzrosła ponad 17 razy w przypadku skrobi z owsa odmiany Bohun i ponad 15 razy w przypadku skrobi z owsa odmiany Cwał. Natomiast skrobie wyosobnione z rodów czarnoplewkowych osiągnęły najmniejsze wartości rozpuszczalności. Rozpuszczalność tych skrobi w temp. 95 °C była około 7 razy większa niż w 75 °C. Wyniki te mogą potwierdzać związek pomiędzy rozpuszczalnością a zawartością substancji lipidowych w ziarenkach skrobi owsianej [4]. Zdolność skrobi do formowania kompleksów amylozowo-lipidowych, które są nierozpuszczalne w wodzie i wymagają wyższej temperatury do dysocjacji ma wpływ na zmniejszenie jej rozpuszczalności [19, 24]. Zależności tej nie wykazały skrobie z odmian nagich, w których zawartość tłuszczu nie różniła się statystycznie istotnie w porównaniu ze skrobiami z rodów czarnych, natomiast ich rozpuszczalność w temp. 95 °C kształtowała się na znacznie wyższym poziomie.

Wyniki oznaczenia badanych skrobi, pochodzących z ziaren owsa odmian Bohun, Cwał, Akt i Polar, odpowiadają danym opublikowanym przez Patona [13], według którego rozpuszczalność skrobi owsianej w temp. 95 °C zawiera się w zakresie od 17 do 26 %. Otrzymane wartości są zbliżone także do wyników badań przeprowadzonych na trzech polskich odmianach owsa przez Gibińskiego i wsp. [5], którzy określili rozpuszczalność na poziomie 2,1–2,6 % w temp. 85°C oraz 23,4–32,4 % w temp. 95 °C. Wang i wsp. [23] podają znacznie wyższe wartości rozpuszczalności w temp. 85 i 95 °C. Różnice uzyskanych wyników mogą być spowodowane mniejszą zawartością

lipidów w badanych przez wyżej cytowanych autorów skrobiach owsianych w porównaniu ze skrobiami analizowanymi w niniejszej pracy.

Zdolność wiązania wody (tab. 2), wzrastająca wraz ze wzrostem temperatury, uzależniona jest od masy cząsteczkowej skrobi, która ulega zmniejszeniu w wyniku depolimeryzacji łańcuchów w trakcie procesu ogrzewania [18]. Podobnie jak dane odnoszące się do rozpuszczalności, również wyniki zdolności wiązania wody w temp. 75 i 85 °C przedstawiają stosunkowo niewielkie, lecz w niektórych przypadkach statystycznie istotne różnice pomiędzy poszczególnymi skrobiami. Skrobie badanych form owsa absorbowały wodę w ograniczonym zakresie, tzn. od 4,57 do 4,82 g H₂O/g s.m. w temp. 75 °C oraz od 5,06 do 5,89 g H₂O/g s.m. w temp. 85 °C. Po przekroczeniu tej temperatury nastąpił silny wzrost zdolności wiązania wody przez wszystkie skrobie. W temp. 95 °C największą zdolność wiązania wody stwierdzono w skrobiach oplewionych: 'Bohun' (16,64 g H₂O/g s.m.) i 'Cwał' (16,38 g H₂O/g s.m. natomiast najmniej wody zaadsorbowały skrobie z rodów czarnoplewkowych CHD 3047/03 (13,50 g H₂O/g s.m.) i CHD 3076/03 (14,27 g H₂O/g s.m.).

Tabela 3

Charakterystyka kleikowania badanych skrobi owsianych.
Pasting profile of the oat starches studied.

Odmiana owsa Oats variety	T _k [°C]	η _{max} [jB] / [BU]	T _{max} [°C]	η _{96°C/20} [jB] / [BU]	η _{min} [jB] / [BU]	T _{min} [°C]	η _{25°C} [jB] / [BU]
Bohun	83,5 ^a	1365 ^{ab}	96,0 ^a	875 ^{ab}	840 ^{ab}	90,0 ^a	4020 ^{ab}
Cwał	84,0 ^a	1365 ^{ab}	96,0 ^a	935 ^{ab}	900 ^{ab}	90,5 ^a	4565 ^c
Akt	84,0 ^a	1310 ^{ab}	96,0 ^a	870 ^{ab}	850 ^{ab}	91,5 ^a	5665 ^d
Polar	85,0 ^a	1060 ^c	96,0 ^a	765 ^a	740 ^a	90,5 ^a	5860 ^d
CHD 3047/03	82,0 ^a	1230 ^a	96,0 ^a	825 ^{ab}	785 ^{ab}	90,0 ^a	4360 ^{bc}
CHD 3076/03	84,0 ^a	1435 ^b	96,0 ^a	1000 ^b	950 ^b	90,0 ^a	3785 ^a
NIR/LSD*	5,5	157,2	0	173,5	188,5	8,5	475,4

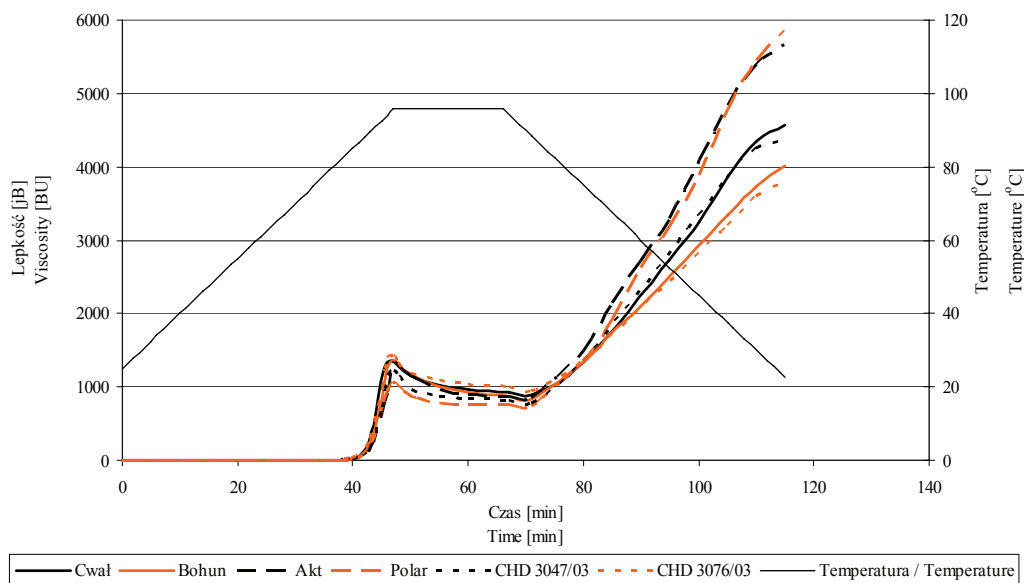
Objaśnienia: / Explanatory notes:

T_k -temperatura kleikowania / temperature of pasting; η_{max} - lepkość maksymalna / maximum viscosity; T_{max} - temperatura przy maksymalnej lepkości / temperature at a maximum viscosity; η_{96°C/20} - lepkość po 20 min ogrzewania w temp. 96 °C / viscosity after 20 min of heating at 96 °C; η_{min} - lepkość minimalna / minimum viscosity; T_{min} - temperatura przy minimalnej lepkości / temperature at a minimum viscosity; η_{25°C} - lepkość po ochłodzeniu do temp. 25 °C / viscosity after cooling to 25 °C.

Pozostałe objaśnienia jak w tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

W tab. 3. przedstawiono wyniki charakterystyki kleikowania 7,5% kleików badanych skrobi, oznaczonych za pomocą wiskografu Brabendera, a jej przebieg przedstawiono na rys. 1. Skrobie owsiane nie różniły się między sobą statystycznie istotnie, biorąc pod uwagę ich temperaturę kleikowania (T_k), która była mało zróżnicowana i wahała się w granicach od 82 do 85 °C. Średnia temperatura kleikowania badanych

skrobi była niższa w porównaniu z wartościami podanymi w innych pracach. Pałasiński [12] odnotował początek kleikowania skrobi owsianej w temp. 87 °C, Gibiński i wsp. [4] określili ten parametr na poziomie 89 °C, Hoover i wsp. [7] na poziomie 95 °C, co zdaniem Fortuny i wsp. [3] jest związane z większą zawartością substancji tłuszczowych. Fakt ten potwierdzają wyniki oznaczenia zawartości lipidów przez wyżej wymienionych badaczy, kształtujące się na wyższym poziomie w porównaniu z wynikami zamieszczonymi w niniejszej pracy.



Rys. 1. Charakterystyka kleikowania badanych skrobi.

Fig. 1. Pasting Profile of the starches studied.

W miarę wzrostu temperatury ziarenka skrobiowe pęczniały i zwiększały lepkość kleiku skrobiowego aż do osiągnięcia maksimum lepkości. Temp. 96 °C, w której wszystkie próbki osiągnęły lepkość maksymalną odpowiada danym literaturowym [3, 4], a otrzymane wartości maksimum zawierały się w zakresie od 1060 jB ('Polar') do 1435 jB (CHD 3076/03). W ciągu dalszego przetrzymywania kleików w temp. 96°C przez 20 min obserwowano spadek lepkości, co świadczy o ich małej stabilności w podwyższonej temperaturze. Lepkość po 20 min. w temp. 96 °C kształtowała się w granicach od 765 jB w przypadku skrobi z odmiany Polar do 1000 jB w przypadku skrobi z owsa czarnoplewkowego CHD 3076/03. Badane próbki osiągnęły lepkość minimalną w średniej temp. 90,5 °C, wynoszącą od 740 jB ('Polar') do 950 jB (CHD 3076/03). Wyniki oznaczenia temperatury przy minimum lepkości nie różniły się pomiędzy sobą w sposób statystycznie istotny i były zbliżone do wyników polskich odmian owsa [4]. Najbardziej znaczące zmiany lepkości stwierdzono podczas chłodzenia

gorących kleików z temp. 96 do 25 °C, co znajduje potwierdzenie w źródłach literaturowych [24]. Kleiki skrobiowe najwyższą lepkość z całego przebiegu charakterystyki kleikowania wykazały po ochłodzeniu do temp. 25 °C. Podobną prawidłowość dotyczącą kleików ze skrobi owsianej zaobserwował Gibiński i wsp. [4].

Kształt krzywej charakterystyki kleikowania zależy między innymi od stosunku amylozy do amylopektyny. Na wzrost lepkości kleików wpływa amylopektyna, co jest konsekwencją właściwości, że frakcja ta odpowiada za pęcznienie ziarenek skrobiowych [11]. Z kolei amyloza wzmacniając wewnętrzną strukturę ziarenek, wpływa na obniżenie zdolności pęcznienia skrobi. Tłumaczy to największe wartości lepkości maksymalnej, lepkości po okresie przetrzymywania w temp. 96 °C oraz lepkości minimalnej uzyskane przez kleik skrobi z ziaren rodu CHD 3076/03, w której zawartość amylozy jest najmniejsza spośród wszystkich próbek (w związku z tym zawartość amylopektyny kształtuje się na poziomie najwyższym). Skrobia z owsa odmiany Polar, cechująca się największą zawartością amylozy, wykazała najmniejsze wartości lepkości w tych samych punktach charakterystyki kleikowania.

Wnioski

1. Wśród badanych skrobi najwięcej substancji tłuszczowych zawierały skrobie wyizolowane z odmian owsa nagiego i rodów owsa czarnego. Znacznie mniejszą zawartością lipidów charakteryzowały się skrobie pochodzące z odmian owsa oplewionego.
2. Wszystkie skrobie cechowały się podobną zawartością substancji białkowych, co świadczy o tym, że jego zawartość w skrobi owsianej nie stanowi cechy odmianowej, a prawdopodobnie jest wynikiem doboru metody wyosobniania skrobi, wpływającej na czystość chemiczną końcowego preparatu. Sugeruje się, że obecność białka w skrobi w przeważającej mierze jest wynikiem zanieczyszczenia skrobi białkiem (niedostatecznym strąceniem go, bądź wymyciem).
3. Stwierdzono statystycznie istotne różnice zawartości amylozy pomiędzy poszczególnymi skrobiami, które mogą sugerować, że zawartość amylozy jest cechą dziedziczną, charakterystyczną dla danej formy owsa, jednak może się zmieniać w zależności od czynników środowiskowych, a w szczególności od warunków meteorologicznych, nawożenia i rejonu uprawy.
4. Najwyższą rozpuszczalność i zdolność wiązania wody, szczególnie w temperaturze 95 °C, uzyskały skrobie o małej zawartości lipidów ('Bohun' i 'Cwał').
5. Badane skrobie wykazały podobny przebieg charakterystyki kleikowania aż do osiągnięcia minimum lepkości, po którym nastąpił jej gwałtowny wzrost. Najwyższymi wartościami lepkości po ochłodzeniu do temp. 25 °C charakteryzowała się skrobia wyodrębniona z odmiany owsa nagiego Polar. Najniższą wartość lepkości

w tym punkcie charakterystyki kleikowania uzyskano w przypadku kleiku skrobi pochodzącej z rodu czarnoplewkowego CHD 3076/03.

Literatura

- [1] Behall K. M., Schofield J. D., Hakkfish J.: Effect of β -glucan level in oat fiber extracts on blood lipids in men and women. *J. Am. College Nutr.*, 1997, **16**, 46-51.
- [2] Berski W., Ptaszek A., Ptaszek P., Achremowicz B.: Porównanie wybranych właściwości natywnej i częściowo odtłuszczonej skrobi owsa odmiany Akt. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Roślin*, 2006, **239**, 225-235.
- [3] Fortuna T., Juszcak L.: Wybrane właściwości skrobi różnego pochodzenia. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 2000, **367**, 39-50.
- [4] Gibiński M., Berski W.: Właściwości skrobi z wybranych polskich odmian owsa. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Roślin*, 2006, **239**, 213-223.
- [5] Gibiński M., Pałasiński M., Tomasik P.: Physicochemical properties of defatted oat starch. *Starch/Stärke*, 1993, **45 (10)**, 354-357.
- [6] Hartunian-Sowa S. M., White P. J.: Characterization of starch isolated from oat groats with different amounts of lipid. *Cereal Chem.*, 1992, **69 (5)**, 521-527.
- [7] Hoover R., Senanayake S. P.: Composition and physicochemical properties of oat starches. *Food Res. Int.*, 1996, **29 (1)**, 15-26.
- [8] Hoover R., Smith C., Zhou Y., Ratnayake R. M. W. S.: Physicochemical properties of Canadian oat starches. *Carboh. Polym.*, 2003, **52**, 253-261.
- [9] Mälkki Y., Autio K., Hänninen O.: Oat bran concentrates: physical properties of β -glucan and hypocholesterolemic effect in rats. *Cereal Chem.*, 1992, **69 (5)**, 647-653.
- [10] Morrison W. R., Laignelet B.: An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches. *J. Cereal Sci.*, 1983, **1**, 9-20.
- [11] Nowotna A.: Wpływ sposobu przygotowania skrobi pszenżytniej na właściwości oraz charakterystykę frakcji rozpuszczalnej kleików skrobiowych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 1996, **214**, 5-77.
- [12] Pałasiński M.: Właściwości skrobi różnego pochodzenia. *Postępy Nauk Rolniczych*, 1994, **3**, 47-60.
- [13] Paton D.: Oat starch: some recent developments. *Starch/Stärke*, 1979, **31 (6)**, 184-187.
- [14] Paton D.: Oat starch. Extraction, purification and pasting properties. *Starch/Stärke*, 1977, **29 (5)**, 149-153.
- [15] PN-EN ISO 3188:2000. Skrobia i produkty pochodne. Oznaczanie zawartości azotu metodą Kjeldahla. Metoda miareczkowa.
- [16] PN-EN ISO 3947:2001. Skrobie naturalne i zmodyfikowane. Oznaczanie całkowitej zawartości tłuszczu.
- [17] Richter M., Augustat S., Schierbaum F.: *Ausgewählte Methoden der Stärkechemie*. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1968.
- [18] Shamekh S., Forssell P., Poutanen K.: Solubility pattern and recrystallization behavior of oat starch. *Starch/Stärke*, 1994, **46 (4)**, 129-133.
- [19] Singh N., Singh J., Kaur L.: Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chem.*, 2003, **81**, 219-231.
- [20] Tester R. F., Karkalas J.: Swelling and gelatinization of oat starches. *Cereal Chem.*, 1996, **73 (2)**, 271-277.

- [21] Tester R. F., Karkalas J., Qi X.: Starch – composition, fine structure and architecture. *J. Cereal Sci.*, 2004, **39**, 151-165.
- [22] Wang L. Z., White P. J.: Structure and properties of amylose, amylopectin and intermediate materials of oat starches. *Cereal Chem.*, 1994, **71 (3)**, 263-268.
- [23] Wang L. Z., White P. J.: Structure and physicochemical properties of starches from oats with different lipid contents. *Cereal Chem.*, 1994, **71 (5)**, 443-450.
- [24] Zhou M., Robards K., Glennie-Holmes M., Helliwell S.: Structure and pasting properties of oat starch. *Cereal Chem.*, 1998, **75 (3)**, 273-281.


THE PROFILE OF OAT STARCHES ISOLATED FROM VARIOUS FORMS OF OATS

S u m m a r y

Oat starch has unique physical, chemical, and structural properties causing this starch to significantly differ from starches isolated from other sources, in particular, in the size of granules and in the content of lipids.

The objective of this paper was to analyze and compare some selected physicochemical properties of starches derived from the selected Polish cultivars and strains of oats. The material analyzed consisted of the covered (glumiferous) oats of the Bohun and Cwał cultivars, naked oats of the Akt and Polar cultivars, and the black-grain strains of CHD 3047/03 and CHD 3076/03 oats. In the isolated starches, the contents of lipids, proteins, and amylose were determined, and the solubility and water binding capacity of those starches were characterised at a temperature of 75, 85, and 95 °C. Moreover, the pasting profile of water-starch suspensions was analyzed using a Brabender viscoamylograph.

The starches studied showed considerable differences in their contents of fat and amylose. The content of lipids varied from 1.13 to 1.34 %, and the starches from naked grains of oats and black glumelle strains were characterized by a higher content of fat compared to the starch from the covered (glumiferous) varieties. The highest content of amylose was found in the starches isolated from naked oats cultivars. With regard to the content of proteins, no significant differences among individual starches were found. The average content of this component was 0.31 %. The solubility and water binding capacity, which essentially increased with the temperature rising from 85 °C to 95 °C, were negatively correlated with the content of fatty substances.

Key words: oat starch, physicochemical properties, amylose, pasting profile, water binding capacity 

ANNA DIOWKSZ, DANUTA SUCHARZEWSKA, WOJCIECH AMBROZIAK

WPLYW SKŁADU MIESZANEK SKROBIOWYCH NA WŁAŚCIWOŚCI CHLEBA BEZGLUTENOWEGO

Streszczenie

Celem podjętych badań było opracowanie składu mieszanek skrobiowych, przeznaczonych do wypieku chleba bezglutenowego, umożliwiających: uzyskanie poprawy właściwości fizycznych ciasta, podwyższenie jakości chleba i osiągnięcie korzystnego bilansu białka i błonnika pokarmowego.

Podstawę mieszanek bezglutenowych stanowiły: skrobia pszenna, kukurydziana, ziemniaczana oraz mąka kukurydziana. Na podstawie charakterystyki amylograficznej badanych surowców opracowano skład mieszanki o lepkości 470 j.B., cechującej się dużą stabilnością. Mieszanke wzbogacano w błonnik pokarmowy różnego pochodzenia oraz białko sojowe. W chlebach doświadczalnych uzyskano zarówno bardziej miękką skórkę, jak i miękisz niż w pieczywie kontrolnym. W chlebach tych stwierdzono mniejsze ubytki wilgoci i wolniejszą utratę elastyczności miękiszu podczas prób przechowalniczych. Spowolnienie procesu starzenia się pieczywa, wyprodukowanego z opracowanych mieszanek, było wyraźnie związane z użyciem błonnika w recepturze ciasta. Udało się jednocześnie uzyskać zwiększenie wartości żywieniowej chleba bezglutenowego, gdyż zawarta w nim ilość błonnika pokarmowego odpowiada wartościom charakterystycznym dla tradycyjnego chleba razowego. Modyfikacje recepturowe spowodowały jednocześnie zmniejszenie wartości energetycznej uzyskiwanych chlebów, proporcjonalne do zastosowanej dawki błonnika. Chleby bezglutenowe otrzymane według proponowanych receptur charakteryzowały się równocześnie wydatnie zwiększoną zawartością białka, odpowiadającą poziomowi typowemu dla wyrobów pszennych. Ocena punktowa wykazała, że są to produkty w pełni akceptowane przez konsumentów. Używały one znacznie wyższy stopień pożądalności konsumenckiej (89–93 %) niż chleb wyprodukowany z gotowej mieszanki handlowej (71 %).

Słowa kluczowe: chleb bezglutenowy, skrobia, lepkość, błonnik pokarmowy, wartość żywieniowa

Wprowadzenie

Choroba trzewna, zwana celiakią, określana jako zespół złego wchłaniania, polega głównie na powstawaniu zaburzeń procesów trawienia i upośledzenia wchłaniania po spożyciu produktów zbożowych przez osoby nadwrażliwe. Nietolerancja żywności

Dr inż. A. Diowks, prof. dr hab. inż. W. Ambroziak, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, ul. Wólczajska 171/173, dr inż. D. Sucharzeska, Instytut Chemicznej Technologii Żywności, Wydz. Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 Łódź

sporządzonej z podstawowych zbóż chlebowych związana jest głównie z toksycznym działaniem zawartych w nich białek glutenowych. U osób predysponowanych genetycznie spożycie produktów zawierających gluten powoduje uszkodzenie komórek błony śluzowej jelita cienkiego i zanik kosmków jelitowych, co w rezultacie prowadzi do niedoboru wielu składników pokarmowych, wyniszczającego organizm [3].

W Polsce, podobnie jak na całym świecie, z celiakią żyje duża populacja zarówno dzieci, młodzieży, jak i dorosłych [1, 5]. Jak do tej pory jedynym skutecznym sposobem leczenia jest eliminacja z diety produktów spożywczych zawierających nietolerowane białka glutenowe [20].

Opracowanie receptur chleba bezglutenowego o wyglądzie zbliżonym do chleba tradycyjnego i o odpowiednich walorach sensorycznych jest bardzo trudne ze względu na nieodpowiednie właściwości wypiekowe stosowanych surowców [7]. Brak w nich glutenu, odpowiadającego m.in. za elastyczność ciasta, powoduje, że chleb bezglutenowy często ma mniejszą objętość, gorszą strukturę miękiszu oraz niekorzystny smak i zapach. Specyfika surowców bezglutenowych nie pozwala także na wprowadzenie do ciasta odpowiedniej ilości wody zapewniającej uzyskanie chleba o prawidłowej wilgotności. Stąd chleby bezglutenowe, zwłaszcza te wyprodukowane z dużym udziałem surowców skrobiowych, wykazują tendencje do bardzo szybkiej utraty świeżości konsumpcyjnej.

Istotnym problemem jest także niższa wartość żywnościowa wyrobów bezglutenowych w porównaniu z tradycyjnymi produktami zbożowymi. Dostarczają one mniej białka, soli mineralnych, witamin z grupy B oraz włókna pokarmowego [7, 8, 13].

Celem podjętych badań było opracowanie składu mieszanek skrobiowych, przeznaczonych do wypieku chleba bezglutenowego, umożliwiających: uzyskanie poprawy właściwości fizycznych ciasta, podwyższenie jakości chleba i osiągnięcie korzystnego bilansu białka i błonnika pokarmowego.

Material i metody badań

Podstawę przygotowania mieszanek bezglutenowych (80–90 %) stanowiły: skrobia pszenna, kukurydziana, ziemniaczana oraz mąka kukurydziana, zakupione w handlu detalicznym. Jako preparaty błonnika pokarmowego stosowano w różnych wariantach: błonnik sojowy (otrzymany jako produkt odpadowy z produkcji mleka sojowego firmy Polgrunt, wysuszony i zmielony), inulinę (preparat „Frutafit”, Sensus), pektynę jabłkową (WEJ-4, Pektowin), gumę guar (Brenntag Polska) i hydroksypropylometylocelulozę (HPMC) (preparat „Magimix”, Lesaffre). Receptury mieszanek wypiekowych chleba bezglutenowego sporządzano w takich proporcjach, aby uzyskana zawartość błonnika pokarmowego była porównywalna z wartościami typowymi dla wyrobów pszennych i pszenno-żytnich. Uwzględniały one także suplementację produktów bezglutenowych w deficytowe białko w postaci izolatu białka sojowego (PRO FAM 974).

Preparaty błonnika i izolat białka sojowego dodawano do ciasta po wstępnym uwodnieniu ich do konsystencji pasty. Wykonano próbne wypieki ciast modelowych poddanych fermentacji drożdżowej. Wypiek prowadzono w temp. 200 °C przez 40 min. Próbę kontrolną stanowił wypiek ciasta przygotowanego z użyciem handlowej mieszanki bezglutenowej „Glutenex”, produkowanej na bazie skrobi pszennej i kukurydzianej oraz mąki kukurydzianej, z dodatkiem błonnika pszennego, gumy guar i pektyny. Wypieczono 3 partie chleba. Schłodzone chleby pakowano w opakowania foliowe i przechowywano przez 4 dni w temperaturze pokojowej.

Surowce skrobiowe analizowano z użyciem amylografu Brabendera. Ocena punktową chleba prowadzono zgodnie z normą PN-A-74108:1996 przez 10-osobowy zespół o stałym składzie [18], określano także zmiany wilgotności jego miękiszu podczas przechowywania. Na podstawie składu recepturowego przygotowanych ciast szacowano zawartość błonnika pokarmowego ogółem w uzyskanych chlebach. Obliczano także wartość energetyczną chleba na podstawie oznaczonej zawartości białka (metodą Kjeldahla), węglowodanów (metodą Lane-Eynona) i tłuszczu (metodą Weibulla-Stoldta) [14, 15]. Wszystkie oznaczenia wykonywano w 2 powtórzeniach.

Z otrzymanych wyników obliczano średnie arytmetyczne i odchylenia standardowe. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem t-Studenta na poziomie istotności $p < 0,05$.

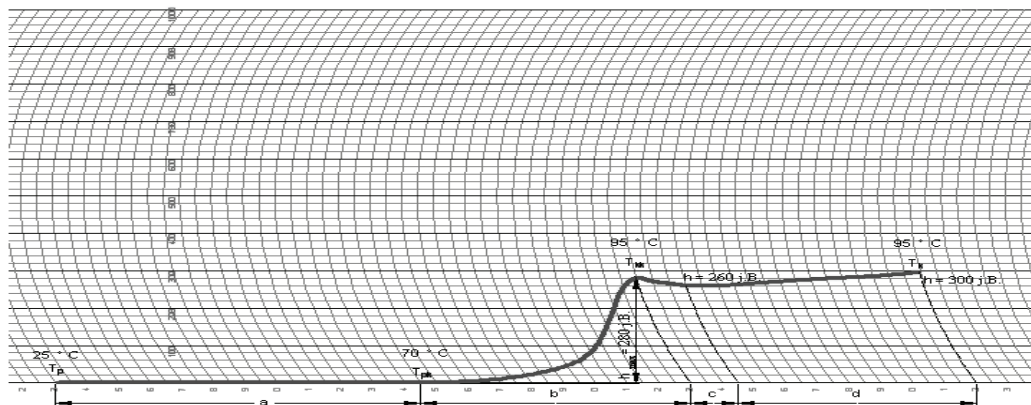
Wyniki i dyskusja

Użyte w badaniach surowce skrobiowe poddano badaniom reologicznym, wyznaczając ich charakterystyki kleikowania (rys. 1 - 4). Na podstawie przebiegu krzywych, a dokładniej punktów przegięcia krzywej oraz kontrolowanej w czasie procesu kleikowania temperatury, wyznaczono początkową i końcową temperaturę kleikowania tych skrobi. Stwierdzono duże różnice w zachowaniu się skrobi różnego pochodzenia w procesie ogrzewania. Uwagę zwraca też odmienny kształt przebiegu krzywych kleikowania poszczególnych surowców.

Zależnie od pochodzenia botanicznego, skrobie różnią się między sobą cechami fizycznymi, takimi jak wielkość ziaren, ich kształt i struktura powierzchni. Niejednorodność taką obserwuje się nawet w obrębie tego samego gatunku [16]. Takie zróżnicowanie powoduje różnice w składzie chemicznym, strukturze cząsteczkowej, a tym samym we właściwościach fizykochemicznych skrobi natywnych, jak i modyfikowanych [6, 9, 17].

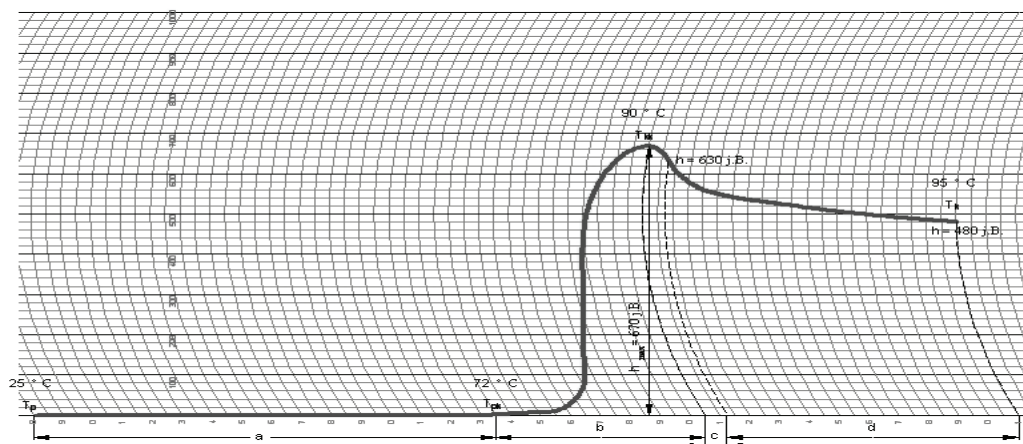
Na podstawie charakterystyki amylograficznej badanych surowców bezglutenowych oraz przeprowadzonych wypieków próbnych opracowano skład mieszanki chlebowej. Zaproponowana mieszanka (rys. 5) charakteryzowała się lepkością o wartości 470 j.B., przy końcowej temp. kleikowania 91 °C. W celu zbadania stabilności lepkości mieszanki podczas przetrzymywania jej kleików w wysokiej temperaturze, co ma

miejsce w procesie wypieku, wydłużono cykl badań kinetyki lepkości. Po osiągnięciu lepkości maksymalnej badany kleik dalej ogrzewano do temp. 95 °C, po czym przetrzymywano go w tej temperaturze przez 20 min. Uzyskany przebieg krzywej amylograficznej dowodzi dużej stabilności lepkości mieszanki.



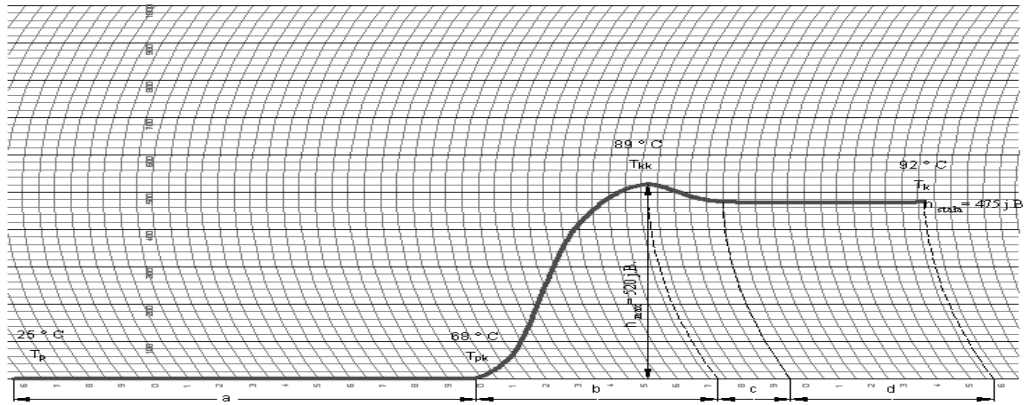
Rys. 1. Amylogram skrobi pszennej (8 % s.m.).

Fig. 1. Wheat starch amylograph (8 % d.m.).



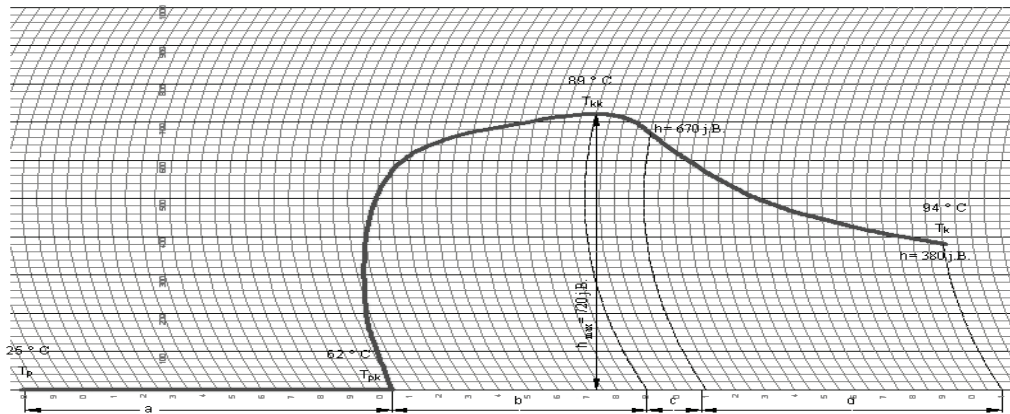
Rys. 2. Amylogram skrobi kukurydzianej (8 % s.m.).

Fig. 2. Maize starch amylograph (8 % d.m.).



Rys. 3. Amylogram mąki kukurydzianej (10 % s.m.).

Fig. 3. Maize flour amylograph (10 % d.m.).

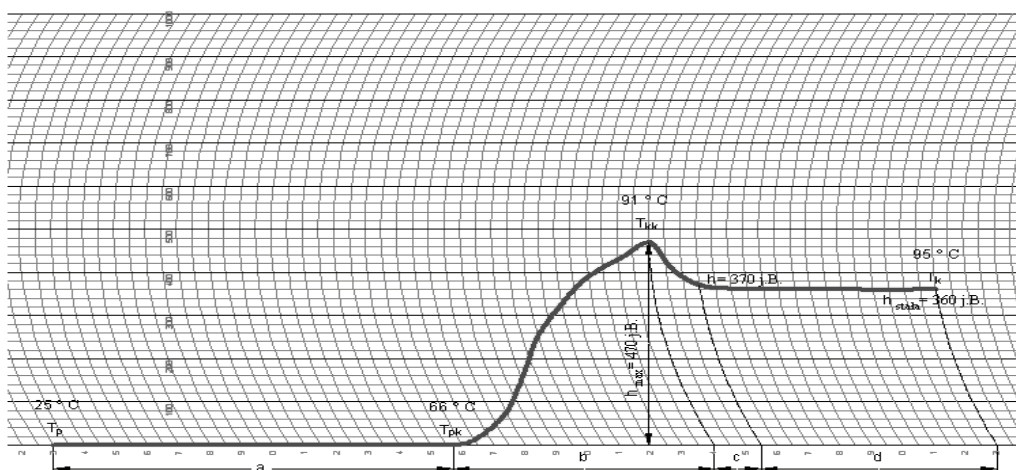


Rys. 4. Amylogram skrobi ziemniaczanej (5 % s.m.).

Fig. 4. Potato starch amylograph (5 % d.m.).

W literaturze opisano wiele przypadków, w których właściwości mieszanin niektórych biopolimerów mogą całkowicie różnić się od czystych składników [4, 12]. Przykładowo, wyniki badań właściwości reologicznych mieszaniny skrobi kukurydzianych (woskowa i wysokoamylozowa) różniących się proporcją amylozy do amylopektyny wskazują na obniżenie lepkości past w stosunku do lepkości obliczonych na zasadzie addytywności [2]. O tym, że nie jest to zjawisko typowe dla wszystkich rodzajów skrobi wskazuje wzrost lepkości układów past skrobi różnego pochodzenia. Zjawisko to można zaobserwować podczas tworzenia trójskładnikowych układów białka-polisacharydy-woda [19]. W zależności od proporcji mieszanych składników, struktury, masy cząsteczkowej, charakteru poszczególnych polisacharydów i białek stwierdza się odmienne właściwości mieszanin, niejednokrotnie korzystne, dotyczy to np. roz-

puszczalności, lepkości, podatności na działanie enzymów, żelowania, temperatury denaturacji. Zjawisko to tłumaczy się powstawaniem kompleksów, w wiązaniu których uczestniczą grupy polisacharydu o charakterze kwasowym oraz aldehydowym i zjonizowanymi grupami aminowymi białka. Istotne w tym względzie jest dopasowanie termodynamiczne białek i polisacharydów.



Rys. 5. Amylogram mieszanki skrobiowej (8 % s.m.).

Fig. 5. Starch mixture amylograph (8 % d.m.).

Przeprowadzone z udziałem opracowanej mieszanki próby wypiekowe zostały wysoko ocenione w testach sensorycznych i oznaczeniach fizykochemicznych. Wykorzystując recepturę podstawową, kolejne receptury komponowano z zastosowaniem deficytowych składników funkcjonalnych (tab. 1).

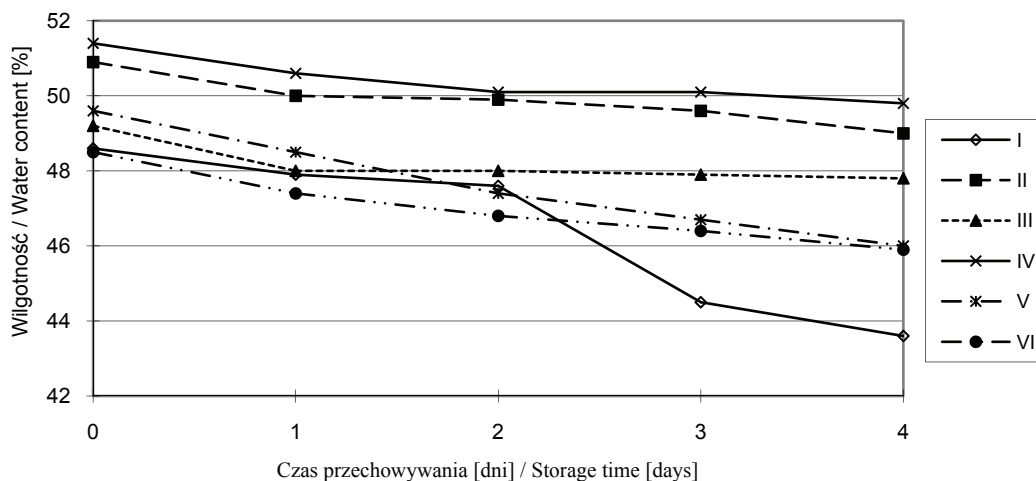
Tabela 1

Dodatki uwzględnione w recepturze chleba bezglutenowego [%].

Supplements included in the recipe of gluten-free bread [%].

Wypiek Bread type	Białko sojowe Soy protein	Błonnik sojowy Soy fibre	Pektyna Pectin	Inulina Inulin	Guma guar Guar gum	HPMC
I (próba kontrolna / control sample)	-	-	-	-	-	-
II	3	10	5	-	-	-
III	7	7	3	3	-	-
IV	7	7	3	3	2	1
V	8	-	2	5	2	-
VI	2	4,4	1,8	1,8	-	-

Otrzymane suplementowane chleby zostały wysoko ocenione. Wszystkie chleby uzyskane według własnych receptur charakteryzowały się bardziej miękką skórką i miększym niż pieczywo kontrolne. Zaobserwowano także spowolnienie procesu starzenia się pieczywa. Próby przechowalnicze wykazały w ich przypadku mniejsze ubytki wilgotności (rys. 6) i wolniejszą utratę elastyczności miększu.



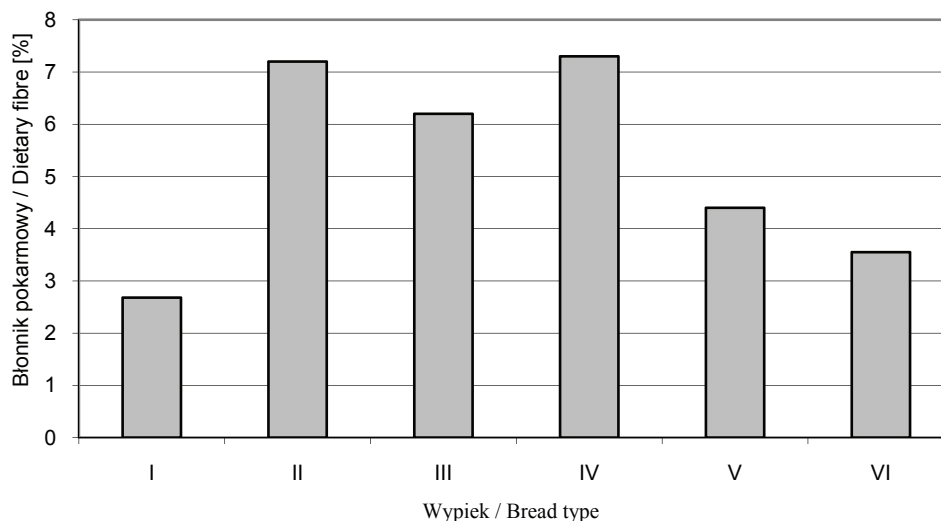
Rys. 6. Zmiany wilgotności chleba bezglutenowego w czasie przechowywania.

Fig. 6. Changes in water content in gluten-free bread during storage.

Podobne obserwacje poczynili w swoich badaniach Korus i Achremowicz [13]. Oznaczając profil tekstury miększu chleba bezglutenowego z dodatkiem preparatów błonnikowych różnego pochodzenia wykazali oni, że podstawowa cecha świadcząca o świeżości pieczywa – twardość miększu – była we wszystkich chlebach z dodatkami mniejsza w porównaniu z chlebem kontrolnym, zarówno w dniu wypieku, jak i podczas 4-dniowego przechowywania.

Chociaż udowodniono istotną rolę retrogradacji obu polimerów skrobiowych: amylozy i amylopektyny, w kontrolowaniu twardnienia miększu podczas przechowywania [9], to obserwowany w suplementowanym chlebie bezglutenowym pożądaný efekt wydłużenia świeżości konsumpcyjnej wyraźnie jest związany z zastosowaniem dodatku białka sojowego oraz różnych frakcji błonnika pokarmowego (nierozpuszczalnego i rozpuszczalnego) w recepturze ciasta. Niektóre składniki błonnika pokarmowego w układzie z białkiem roślinnym i skrobią mogą powodować wzrost lepkości mieszaniny i przez to pełnić bardzo przydatną funkcję technologiczną zagęszczającą i strukturotwórczą ciasta. Stwierdzono [9], że jeśli woda zawarta w cieście zostanie w większości zatrzymana przez składniki mąki, a podczas przechowywania chleba nie następuje jej redystrybucja, wówczas mimo innych symptomów postępującego starze-

nia się, miękisz dłużej utrzymuje wilgoć. Wykazano także [7, 10], że dodatek do ciasta bezglutenowego protein sojowych lub z mleka wpływa dodatnio na wygląd bochenka, szczególnie na wzrost objętości właściwej oraz przedłużenie jego świeżości.



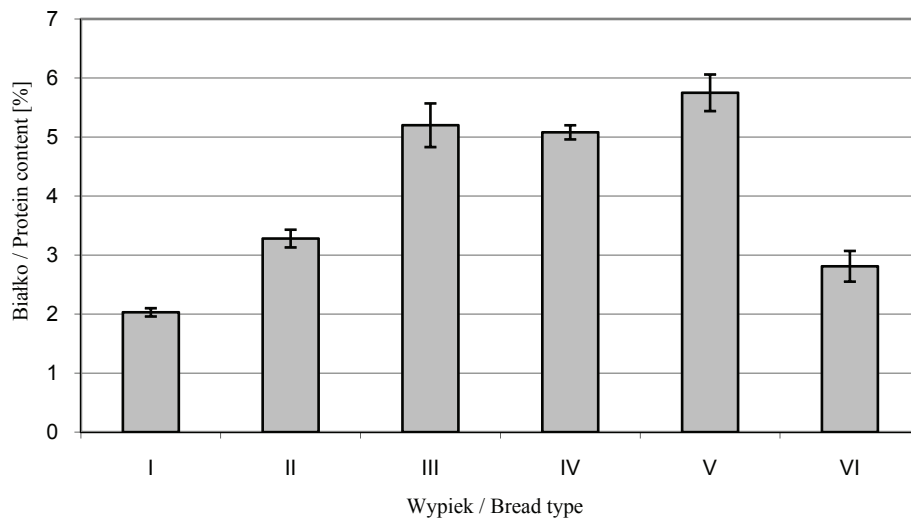
Rys. 7. Zawartość błonnika pokarmowego w suplementowanym chlebie bezglutenowym (oszacowana na podstawie składu recepturowego ciasta).

Fig. 7. Dietary fibre content in supplemented gluten-free bread (assessed based on the dough composition according to the recipe).

Oprócz przedłużonej świeżości chleba bezglutenowego uzyskano jednocześnie zwiększenie jego wartości żywieniowej. Zwiększenie zawartości błonnika pokarmowego do 6 - 7 % odpowiada bowiem zawartości tego cennego fizjologicznie składnika w tradycyjnym chlebie razowym (rys. 7).

Niedostateczny udział błonnika w diecie prowadzi do różnorodnych zaburzeń funkcjonowania przewodu pokarmowego. Nabiera to szczególnego znaczenia w przypadku osób z nietolerancją glutenu, u których na skutek niedoboru błonnika pokarmowego w diecie stwierdza się wtórne zaburzenia w funkcjonowaniu tego narządu. Dodatkowo suplement ten pełni w diecie rolę prebiotyku [11].

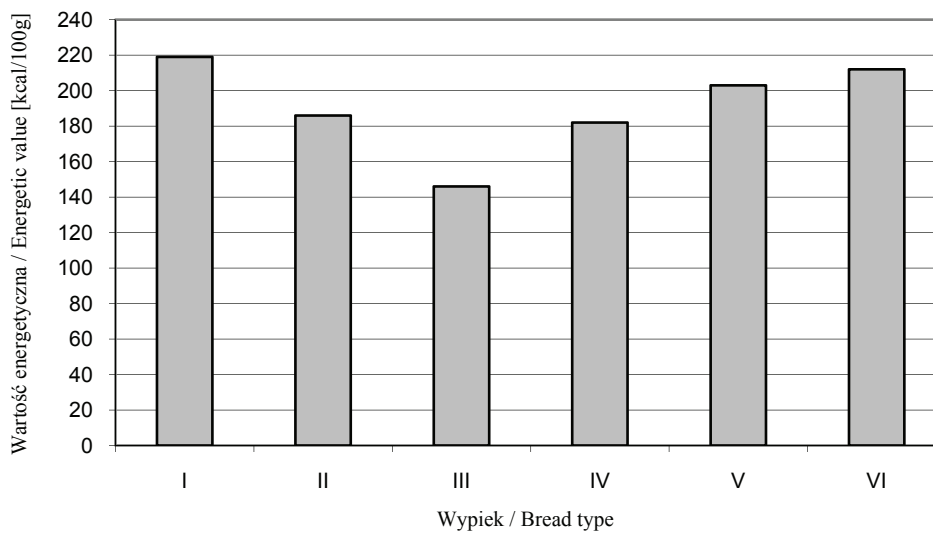
Chleby bezglutenowe otrzymywane według proponowanych receptur charakteryzowały się równocześnie wydatnie zwiększoną zawartością białka (5,06–5,75 %) w porównaniu z pieczywem uzyskanym z preparatu handlowego (2,03 %), co zrównuje je pod względem tego składnika z wyrobami pszennymi (rys. 8).



Rys. 8. Zawartość białka w chlebach bezglutenowych.

Fig. 8. Protein content in gluten-free breads.

Modyfikacje recepturowe spowodowały jednocześnie obniżenie wartości energetycznej uzyskiwanych chlebów, proporcjonalne do zastosowanej dawki błonnika (rys. 9).



Rys. 9. Wartość energetyczna chleba bezglutenowego.

Fig. 9. Energetic value of gluten-free bread.

Co ważne, ocena punktowa otrzymanego pieczywa wykazała, że są to produkty w pełni akceptowane przez konsumentów. Uzyskały one znacznie wyższy stopień pożądalności konsumenckiej (89–93 %) w porównaniu z chlebem uzyskanym z gotowej mieszanki (71 %).

Wnioski

1. Zaproponowane modyfikacje recepturowe pozwoliły na uzyskanie chleba bezglutenowego o wysokiej jakości.
2. Zastosowane w recepturze mieszanek bezglutenowych preparaty błonnika wpłynęły na poprawę jakości i efektywnie spowolniły proces starzenia się pieczywa. Jednocześnie uzyskano zwiększenie wartości żywieniowej pieczywa bezglutenowego, gdyż zawarta w nich ilość błonnika pokarmowego jest zbliżona do ilości w tradycyjnym chlebie razowym.
3. Chleby bezglutenowe otrzymywane według proponowanych receptur charakteryzowały się równocześnie ponad 2-krotnie większą zawartością białka, co jest porównywalne z wyrobami pszennymi.
4. Ocena punktowa wykazała, że są to produkty w pełni akceptowane przez konsumentów. Uzyskały one znacznie wyższy stopień pożądalności konsumenckiej (89–93 %) niż chleb wyprodukowany z dostępnej na rynku handlowej gotowej mieszanki (71 %).

Badania wykonano w ramach grantu KBN 2 P06T 036 27.

Literatura

- [1] Bartnikowska E.: Celiakia – choroba spowodowana spożywaniem przetworów zawierających gluten. *Przegl. Piek. i Cuk.*, 2001, **9**, 16-20.
- [2] Cheng-yi Lii, Tomasiak P., Wei-ling Hung, Vivian M.-F. Lai.: Polysaccharide-polysaccharide interactions in pastes. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2002, **11 (52)**, 29-33.
- [3] Ciclitira P.J., Moodie S.J.: Transition of care between paediatric and adult gastroenterology. Coeliac disease. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.*, 2003, **17**, 181-195.
- [4] Dunstan D.E., Chai E., Lee M.: The rheology of engineered polysaccharides. *Food Hydrocol.*, 1995, **9**, 225-228.
- [5] Fasano A., Catassi C.: Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*, 2001, **120**, 636–651.
- [6] Fortuna T., Juszczak L.: Retrogradacja skrobi rozsegregowanej pod względem wielkości ziaren. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 1998, **10**, 31-39.
- [7] Gallagher E., Gormley T.R., Arendt E.K.: Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *J. Food Engin.*, 2003, **56**, 153-161.
- [8] Gallagher E., Gormley T.R., Arendt E.K.: Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends Food Sci. Technol.*, 2004, **15**, 143-152.
- [9] Gambuś H.: Funkcja skrobi w produktach piekarskich. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **3**, 20-32.


- [10] Gerrard J.A., Abbot R.C., Newberry M.P., Gilpin M.J., Ross M., Fayle S.E.: The effect of non-gluten proteins on the staling of bread. *Starch/Stärke*, 2001, **53**, 278-280.
- [11] Gibson G.: Prebiotics. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.*, 2004, **18 (2)**, 287-298.
- [12] Gustaw W., Mleko S., Glibowski P.: Synergistyczne interakcje występujące pomiędzy polisacharydami w ich mieszaninach. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **3**, 5-12.
- [13] Korus J., Achremowicz B.: Zastosowanie preparatów błonnikowych różnego pochodzenia jako dodatków do wypieku chlebów bezglutenowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **1**, 65-73.
- [14] Krełowska-Kułas M.: Badanie jakości produktów spożywczych. PWE, Warszawa 1993.
- [15] Łoś-Kuczera M., Piekarska J.: Skład i wartość odżywcza produktów spożywczych. PZWL, Warszawa 1983.
- [16] Nowakowska K., Sucharzewska D.: Wpływ wielkości ziaren skrobi ziemniaczanej na kinetykę kleikowania i retrogradację. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **4**, 92-101.
- [17] Pietrzyk S., Fortuna T.: Wpływ rodzaju skrobi i warunków jej utleniania na retrogradację. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2**, 23-32.
- [18] PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- [19] Tomasiak P.: Funkcjonalne właściwości mieszanin białek z polisacharydami. *Przegl. Piek. i Cuk.*, 1990, **4**, 16-20.
- [20] Wieser H., Koehler P.: The biochemical basis of celiac disease. *Cer. Chem.*, 2008, **85 (1)**, 1-13.

IMPACT OF STARCH MIXTURE COMPOSITION ON PROPERTIES OF GLUTEN-FREE BREAD

S u m m a r y

The objective of the study was to develop a composition of starch mixtures intended for baking gluten-free bread, which could contribute to the improvement of both the physical properties of the dough and the quality of the final bread, and to obtaining a favourable balance of protein and dietary fibre.

Gluten-free mixtures were based on wheat, maize, and potato starches, and on maize flour. On the basis of amylographic profile of the raw materials studied, a composition of the mixture was developed that showed a viscosity of 470 B.U. and a high stability. The mixture was supplemented with dietary fibre of different origin and with soy protein. The experimental breads were characterized by both the softer crust and crumb compared to the control bread. They also showed the lower water depletion and the slower rate of decrease in the crumb elasticity during their storage. The inhibition of staling process of the bread made with the addition of the mixtures developed was clearly connected with adding dietary fibre to the dough recipe. Simultaneously, it was possible to win an increase in the nutritional value of gluten-free bread since the content of dietary fibre in the dough corresponded to the values characteristic for the conventional wholemeal bread. Modifications in the dough recipe also resulted in lowering the energetic value of the bread baked and were proportional to the quantity of fibre added. Furthermore, the gluten-free breads obtained according to the recipes suggested were characterised by the considerably raised protein content matching the level typical for wheat bakery products. The assessment method by points proved that the proposed breads were fully accepted by consumers. They received a much higher degree of the consumer acceptability (89–93 %) than the bread prepared using a ready-to-use mixture available on the market (71 %).

Key words: gluten-free bread, starch, viscosity, dietary fibre, nutritional value 

ANNA KORUS, WALDEMAR KMIECIK, ZOFIA LISIEWSKA

WPLYW CZASU I TEMPERATURY PRZECHOWYWANIA NA JAKOŚĆ APERTYZOWANEJ MASY MAKOWEJ

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu czasu (12 miesięcy, w odstępach 3-miesięcznych) i temperatury przechowywania (2–4 °C i 18–20 °C) na jakość apertyzowanej masy makowej z dodatkiem kwasu sorbowego. Oceniono również jakość sensoryczną konserw. W 100 g masy makowej badanej bezpośrednio po wytworzeniu było: 58,7 g suchej masy, 30,83 g cukrów ogółem, 0,31 g kwasów ogółem, 0,07 g kwasu sorbowego, a pH konserwy wynosiło 5,23. Roczny okres składowania produktów wpłynął w największym stopniu na zmniejszenie zawartości kwasów ogółem (o 29–32 %) oraz kwasu sorbowego (o 64–74 %). Większe ubytki stwierdzono w produktach magazynowanych w temperaturze chłodniczej. Czas i temperatura składowania nie obniżyły jakości mikrobiologicznej ocenianego produktu. Ocena sensoryczna masy makowej bezpośrednio po wytworzeniu kształtowała się na poziomie 4,9 pkt i nie zmieniła się po rocznym przechowywaniu w temperaturze chłodniczej, a przechowywanej w temperaturze pokojowej była tylko nieznacznie niższa.

Słowa kluczowe: masa makowa, warunki przechowywania, jakość

Wprowadzenie

Nasiona spożywane przez człowieka zawierają wiele cennych substancji odżywczych, zwłaszcza witamin i składników mineralnych. Na szczególną uwagę zasługują nasiona roślin oleistych jako źródło tłuszczu oraz cenne źródło białka. Niektóre nasiona oleiste, takie jak mak, wykorzystywane są do produkcji cukierniczej, piekarskiej i w gospodarstwie domowym.

Mak (*Papaver* L. *Papaveraceae* Juss.) należy do najstarszych roślin uprawnych Azji Południowo-Zachodniej i Europy Południowej [9]. Nasiona tego gatunku w 100 g świeżej masy zawierają przeciętnie 6 g wody oraz 42,2 g tłuszczu, 23,8 g białka ogółem i 4,2 g cukrów ogółem [27]. Mak nie należy do bogatych źródeł witamin. Jest za to

Dr inż. A. Korus, prof. dr hab. W. Kmiecik, prof. dr hab. Z. Lisiewska, Katedra Surowców i Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

zasobny w składniki mineralne, takie jak: wapń (1266 mg/100 g), fosfor (1022 mg/100 g), potas (963 mg/100 g) i magnez (458 mg/100 g) [18].

Interesującym produktem na rynku krajowym, otrzymywanym na bazie maku, jest masa makowa. Jest to produkt uzyskany przez gotowanie zmielonego maku z dodatkiem cukru, bakalii, miodu sztucznego oraz z ewentualnym dodatkiem kwasów spożywczych, środków kształtujących strukturę, środków konserwujących i składników aromatyzujących [34]. Masa makowa pakowana jest do metalowych puszek i utrwalana na drodze pasteryzacji. Dodatkowym czynnikiem utrwalającym jest kwas sorbowy.

Celem pracy była ocena wpływu czasu i temperatury przechowywania apertyzowanej masy makowej (pasteryzacja z dodatkiem kwasu sorbowego) na zawartość wybranych wyróżników składu chemicznego, jakość mikrobiologiczną i sensoryczną.

Materiał i metody badań

Materiałem doświadczalnym były gotowe konserwy z masy makowej wyprodukowane w Przetwórni Owoców i Warzyw „Prospina” Sp. z o.o. w Nowym Sączu. Podczas procesu technologicznego produkcji masy makowej przeprowadzono następujące czynności: przygotowanie maku i bakalii, mieszanie w wyparce składników produktu, napełnianie puszek (400 g) gorącą masą, zamknięcie i pasteryzacja, etykietowanie oraz magazynowanie.

Do produkcji masy makowej użyto maku niebieskiego, a surowcami dodatkowymi były: cukier przemysłowy, miód sztuczny, skórka pomarańczowa kandyzowana, rodzynki, kwas cytrynowy, kwas sorbowy, aromat migdałowy i skrobia modyfikowana. Mak został poddany moczeniu, parzeniu, odcedzaniu i mieleniu, a rodzynki płukaniu i parzeniu. Następnym etapem był ilościowy dobór wszystkich komponentów masy makowej według zakładowej receptury i ich dokładne wymieszanie w wyparce próżniowej z mieszałem. Po wymieszaniu gorącą masę rozlewano do puszek i pasteryzowano. Po naklejeniu etykiet opakowania ułożono na palety i przeznaczono do magazynowania. Termin przydatności do spożycia deklarowany przez producenta wynosił 9 miesięcy od daty produkcji przy przechowywaniu w temperaturze 0–18°C i wilgotności względnej 75 %. W przedstawionej pracy okres przechowywania wydłużono do 12 miesięcy.

Materiał doświadczalny był przechowywany w temperaturze:

- pokojowej 18–22 °C,
- chłodniczej 2–4 °C.

Ocenie jakościowej poddano produkty bezpośrednio po wyprodukowaniu oraz po 3, 6, 9 i 12 miesiącach składowania. W celu wykazania wpływu czasu i temperatury składowania konserw na ich jakość w badanych próbach określano:

- zawartość wybranych wyróżników fizykochemicznych: suchej masy, cukrów ogółem, kwasów ogółem, kwasu sorbowego oraz poziom pH,
- parametry mikrobiologiczne: liczbę bakterii mezofilnych, bakterii beztlenowych przetrwalnikujących, drożdży i pleśni,
- jakość sensoryczną.

Zawartość suchej masy oznaczano metodą wagową zgodnie z AOAC (32.064) [1]. Ogólną zawartość cukrów oznaczano według AOAC (32.041) [1]. Ogólną zawartość kwasów, w przeliczeniu na kwas cytrynowy, oznaczano metodą miareczkową opisaną w AOAC (32.043) [1]. Kwasowość czynną oznaczano metodą potencjometryczną opisaną w AOAC (32.010) [1]. Zawartość kwasu sorbowego oznaczano metodą spektrofotometryczną [14]. Wszystkie wyróżniki analizowano w 4 powtórzeniach. Próbkę do badań pobierano z czterech opakowań wybranych losowo z całej partii konserw.

Badania mikrobiologiczne obejmowały oznaczenie liczby bakterii tlenowych mezofilnych w 1 g [13], drożdży i pleśni w 0,1 g [15] oraz bakterii beztlenowych przetrwalnikujących w 0,1 g [24].

Analizę sensoryczną wykonał 5-osobowy zespół metodą oceny bezpośredniej przy zastosowaniu pięciopunktowej skali ocen [22, 23]. Wytypowano następujące wyróżniki jakości, uznane za najistotniejsze z punktu widzenia konsumenta, takie jak: wygląd zewnętrzny produktu (wygląd ogólny i barwa) oraz konsystencję, zapach i smak.

Uzyskane wyniki oznaczeń składu chemicznego posłużyły do oceny statystycznej przy wykorzystaniu dwuczynnikowej analizy wariancji (czynnik I – czas przechowywania, czynnik II - temperatura przechowywania), a wyniki oceny sensorycznej opracowano jednoczynnikową analizą wariancji, wykorzystując test F Snedecora i test t-Studenta. Najmniejszą istotną różnicę (NRI) wyróżników składu chemicznego obliczano na poziomie prawdopodobieństwa błędu $p < 0,01$, a oceny sensorycznej przy $p < 0,05$. Wyniki analizowanych wyróżników chemicznych podano w przeliczeniu na 100 g produktu.

Wyniki i dyskusja

Badania przeprowadzone bezpośrednio po produkcji konserw wykazały, że 100 g masy makowej zawierało średnio 58,70 g suchej masy, 30,83 g cukrów ogółem, 0,31 g kwasów ogółem i 0,07 g kwasu sorbowego, a poziom pH wynosił 5,23 (tab.1 i 2). Zgodnie z zakładowym dokumentem normalizacyjnym dot. masy makowej [34], zawartość w badanych konserwach suchej masy powinna być nie mniejsza niż 38 g/100 g produktu, a kwasu sorbowego nie większa niż 0,1 g/100 g produktu.

Tabela 3

Wyniki analiz mikrobiologicznych masy makowej.
Results of the microbiological analyses of poppy seed paste.

Okres i warunki przechowywania Period and conditions of storage	Parametr mikrobiologiczny Microbiological parameter		
	Liczba bakterii tlenowych mezofilnych w 1 g Number of aerobic mesophilic bacteria in 1 g	Obecność drożdży i pleśni w 0,1g Yeasts and moulds in 0.1 g	Bakterie beztlenowe przetrwalnikujące w 0,1 g Anaerobic spore-forming bacteria in 0.1 g
0 miesięcy / 0 month	<10	nb*	nb
3 miesiące w temp.: 3 months in temp.: 18-20 °C 2-4 °C	<10 <10	nb nb	nb nb
6 miesięcy w temp.: 6 months in temp.: 18-20 °C 2-4 °C	<10 <10	nb nb	nb nb
9 miesięcy w temp.: 9 months in temp.: 18-20 °C 2-4 °C	<10 <10	nb nb	nb nb
12 miesięcy w temp.: 12 months in temp.: 18-20 °C 2-4 °C	<10 <10	nb nb	nb nb

*nb – nieobecne / absent.

W trakcie przechowywania masy makowej nastąpiły istotne zmiany zawartości analizowanych wyróżników fizykochemicznych w stosunku do konserw ocenianych bezpośrednio po wytworzeniu. Niewielkie ubytki zawartości cukrów ogółem obserwowano po 9 miesiącach przechowywania produktów. Natomiast istotne zmniejszenie ogólnej zawartości kwasów i kwasu sorbowego notowano już po 3 miesiącach przechowywania i wynosiło ono odpowiednio 10 % i 14 %. Ubytki te pogłębiały się na każdym następnym etapie badań i po rocznym składowaniu nastąpiło zmniejszenie zawartości kwasowości ogólnej o 29 %, a kwasu sorbowego o 69 % (tab. 2). Temperatura przechowywania miała znaczący wpływ jedynie na ogólną zawartość kwasów oraz poziom kwasu sorbowego. Po rocznym przechowywaniu masy makowej w temperaturze pokojowej, w porównaniu do konserw bezpośrednio po wytworzeniu, zawartość

kwasów ogółem zmniejszyła się o 29 %, a kwasu sorbowego o 74 %. Z kolei roczny okres składowania masy makowej w temperaturze 2–4 °C wpłynął na zmniejszenie zawartości kwasów ogółem o 32 % i kwasu sorbowego o 64 %. Jaworska i Kmieciak [16] w trakcie rocznego przechowywania przetworów owocowych w dwóch zakresach temperatury wykazali istotne zmniejszenie zawartości kwasów ogółem średnio o 17 %, przy mniejszych ich ubytkach w temperaturze chłodniczej.

Badane w pracy konserwy zostały dodatkowo utrwalone chemicznym środkiem konserwującym (kwas sorbowy), co pozwoliło na zastosowanie łagodniejszej obróbki cieplnej, czyli pasteryzacji, pomimo, że pH produktu wynosiło powyżej 4,5. Przetwory, których trwałość przedłużano przez stosowanie środków konserwujących pojawiły się w pierwszej połowie ubiegłego wieku, a w latach 50. XX w. wprowadzono do utrwalania kwas sorbowy i jego sole [5, 25]. Środki te są wykorzystywane do hamowania wzrostu pleśni, drożdży i w szerokim zakresie bakterii [7, 12, 28]. Kwas sorbowy został uznany za bezpieczny dodatek do żywności i jest szeroko wykorzystywany jako środek przeciwbakteryjny [11]. Uważany jest także za związek o niskiej toksyczności [33]. W organizmie człowieka jest metabolizowany tak, jak naturalne kwasy tłuszczowe [8, 20, 26].

Badania potwierdzają, że nawet tak niskie dawki wymienionego konserwantu, jak 0,035 % [10] czy 0,050 % [17] mają pozytywny wpływ na trwałość, a nie zmieniają przy tym cech sensorycznych produktów owocowo-warzywnych. Bezpośrednio po produkcji w masie makowej notowano 0,070 g kwasu sorbowego w 100 g, a po 12 miesiącach magazynowania, w odniesieniu do produktów badanych bezpośrednio po produkcji, zawartość substancji konserwującej zmniejszyła się o 74 % do poziomu 0,018 g/100 g w próbach składowanych w temperaturze otoczenia i o 64 % (0,025 g/100 g) w próbach składowanych w chłodni.

Znaczne ubytki kwasu sorbowego podczas przechowywania różnego rodzaju produktów owocowych wykazali również Bolin i wsp. [4] oraz Thakur i Arya [29]. Thakur i Arya [29] badali zmiany zawartości konserwantu w soku pomarańczowym i w pulpie z owoców mango. Autorzy ci stwierdzili, że już po 90 dniach przechowywania w temperaturze pokojowej nastąpiło znaczące zmniejszenie poziomu kwasu sorbowego, o 14 % w soku pomarańczowym i o 34 % w pulpie mangowej. Ulloa i wsp. [31] wykazali, że dawka sorbinianu potasu w syropie dodanym do pokrojonych owoców mango miała wpływ na ich barwę. W trakcie 6 miesięcy przechowywania produktów autorzy zaobserwowali, że większe ciemnienie owoców następowało, gdy w syropie była większa zawartość środka konserwującego.

Tabela 2

Poziom kwasowości ogólnej, kwasowości czynnej i zawartości kwasu sorbowego w masie mاکowej (w świeżej masie).
Levels of total acidity, active acidity, and sorbic acid content in poppy seed paste (in fresh matter).

Analizowany wyróżnik Analysed component	Temperatura przechowy- wania Temperature of storage [°C]	Okres przechowywania [miesiące] Period of storage [months]												Wartość średnia Mean value	NRI* p<0,01 LSD p<0.01
		0		3		6		9		12		poziom level	A		
		poziom level	A	poziom level	A	poziom level	A	poziom level	A	poziom level	A				
Kwasowość ogólna Total acidity [g/100 g]	18-20	0,31± 0,02	-16	0,26± 0,01	-26	0,23± 0,01	-26	0,20± 0,01	-35	0,22± 0,01	-29	0,24	I - 0,015 II - 0,009 III - 0,021		
	2-4	0,31± 0,02	-3	0,30± 0,01	-16	0,26± 0,01	-16	0,21± 0,01	-32	0,21± 0,01	-32	0,26			
	średnia mean	0,31	-10	0,28	-19	0,25	-19	0,21	-32	0,22	-29				
Kwasowość czynna (pH) Active acidity (pH)	18-20	5,23± 0,03	-1	5,20± 0,02	+1	5,30± 0,02	+1	5,28± 0,02	+1	5,29± 0,01	+1	5,26	I - n.s II - n.s III - n.s		
	2-4	5,23± 0,03	+2	5,32± 0,02	+3	5,39± 0,02	+3	5,39± 0,02	+3	5,39± 0,01	+3	5,34			
	średnia mean	5,23	+1	5,26	+2	5,35	+2	5,34	+2	5,34	+2				
Kwas sor- bowy Sorbic acid [g/100 g]	18-20	0,070± 0,001	-17	0,058± 0,001	-37	0,044± 0,002	-37	0,033± 0,002	-53	0,018± 0,002	-74	0,045	I - 0,0025 II - 0,0015 III - 0,0035		
	2-4	0,070± 0,001	-13	0,061± 0,001	-29	0,050± 0,001	-29	0,040± 0,002	-43	0,025± 0,002	-64	0,049			
	średnia mean	0,070	-14	0,060	-33	0,047	-33	0,037	-47	0,022	-69				

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

Bolin i wsp. [5] dodatkowo udowodnili, że wyższa temperatura przechowywania powodowała większe straty substancji konserwującej. Ubytek kwasu sorbowego w suszonych śliwkach przechowywanych przez 10 miesięcy w temp. 21 °C wyniósł 30 %, a 50 % w temp. 32 °C. Również Campos i wsp. [7] notowali mniejsze ubytki kwasu sorbowego w niższej temperaturze (37 °C), w porównaniu z temp. wyższą (70 °C). Na obniżenie zawartości konserwanta w magazynowanej żywności wpływa nie tylko okres i temperatura przechowywania, ale również pH wyrobu, obecność soli, jonów metali, glicerolu czy na przykład zawartość wilgoci w suszonych owocach [2, 11, 30, 32]. Degradacja kwasu sorbowego może być powiązana ze wzrostem poziomu związków karbonylowych, które w wyniku polimeryzacji tworzą brązowe pigmenty [31]. Efektywność działania konserwującego kwasu sorbowego zależy w dużym stopniu od pH środowiska. Kwas sorbowy wykazuje aktywność przeciw drobnoustrojom głównie w postaci niezdisocjowanej, czyli przy niższym pH [21]. Campos i Gerschen-son [6] wykazali większą stabilność kwasu sorbowego w środowisku kwaśnym.

Skład chemiczny żywności stwarza ogólnie dobre warunki do wzrostu i rozwoju drobnoustrojów. Przemysłowe przetwarzanie żywności wiąże się z występowaniem i rozwojem drobnoustrojów. Jakość końcowego wyrobu, a zwłaszcza jego cechy sensoryczne, wartość odżywcza i trwałość zależą od stanu bakteriologicznego surowca i od sposobu zabezpieczenia go przed dalszym skażeniem. W przypadku ocenianej masy makowej, na żadnym etapie badań nie stwierdzono zmian mikrobiologicznych, które mogłyby być podstawą skrócenia okresu przydatności do spożycia tego produktu czy też świadczyć o jego zepsuciu (tab. 3).

W badaniach produktów spożywczych, obok metod chemicznych i mikrobiologicznych, które określają ich jakość, stosuje się także ocenę sensoryczną. Konsument kupując produkt ocenia go przede wszystkim pod względem jakości sensorycznej [3]. Dlatego też cechy sensoryczne odgrywają istotną rolę w akceptacji konsumenckiej i w sukcesie produktu na rynku [19]. Masę makową bezpośrednio po wytworzeniu i po rocznym przechowywaniu w temperaturze chłodniczej oceniono w skali 5-punktowej na 4,9 pkt, a przechowywana w temperaturze pokojowej otrzymała 4,7 pkt (tab. 4).

Wnioski

1. W ciągu 12-miesięcznego składowania masy makowej, niezależnie od temperatury składowania, stwierdzono systematyczne ubytki badanych parametrów: najmniejsze dotyczyły zawartości cukrów ogółem (9–10 %), umiarkowane kwasów ogółem (29–32 %), znaczące zawartości kwasu sorbowego (od 64 % w temperaturze chłodniczej do 74 % w temperaturze pokojowej) oraz nieznaczne zwiększenie pH (1–3 %).
2. Czas i stosowane warunki temperaturowe składowania konserw nie miały wpływu na jakość mikrobiologiczną ocenianego produktu.

3. Jakość sensoryczną produktu badanego bezpośrednio po wytworzeniu oceniono na 4,9 pkt w skali 5-punktowej. Po rocznym przechowywaniu w temperaturze 2–4 °C konserwy otrzymały także notę 4,9 pkt, a przechowywane w temperaturze 18–20 °C 4,7 pkt. Warunki składowania miały największy wpływ na ocenę barwy, zapachu i smaku konserwy.

Literatura

- [1] AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC. Ed. by S. Williams, Arlington, 1984.
- [2] Arya S. S.: Stability of sorbic acid in aqueous solutions. J. Agric. Food Chem., 1980, **6**, 1246-1249.
- [3] Baryłko-Pikielna N.: Konsument a jakość żywności. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1995, **4**, 3-10.
- [4] Bolin H. R., King A. D., Stanfford A. E.: Sorbic acid loss from high moisture prunes. J. Food Sci., 1980, **5**, 1434-1435.
- [5] Bolin H. R., Stanfford A. E., Flath R. A.: Increased specificity in sorbic acid determination in stored dried prunes. J. Agric. Food Chem., 1984, **3**, 685-687.
- [6] Campos C.A., Gerschenson L.N.: Effect of certain additives on sorbate stability. Food Res. Inter., 1996, **29**, 147-154.
- [7] Campos C.A.; Alzamora S.M, Gerschenson L.N.: Inhibitory action of potassium sorbate degradation products against *Staphylococcus aureus* growth in laboratory media. Int. J. Food Microbiol., 2000, **54**, 117-122.
- [8] Czapski J., Wieland A.: Dodatki do żywności. PWRiL, Poznań 1992.
- [9] Czikow P., Łapatiew J.: Rośliny lecznicze i bogate w witaminy. PWRiL, Warszawa 1987.
- [10] Gates K., Costilow R. N.: Factors influencing softening of salt-sock pickles in air-purged fermentation. J. Food Sci., 1981, **1**, 274-278.
- [11] Gliemmo M. F., Campos C. A., Gerschenson L. N.: Interaction between potassium sorbate and aspartame in aqueous model sugar systems. J. Food Sci., 2001, **3**, 428-431.
- [12] Hsiao C., Siever K.J.: Modeling the inhibitory effects of organic acid on bacteria. Int. J. Food Microbiol., 1999, **47**, 189-201.
- [13] ISO-4833-78:1978. Fruits, vegetables and vegetable-meat products. Methods of microbiological analyses. Detection and enumeration of aerobic, mesophilic and psychrophilic microorganisms.
- [14] ISO-5519:1978. Fruit, vegetables and derived products. Determination of sorbic acid content.
- [15] ISO-7954-87. Fruits, vegetables and vegetable-meat products. Methods of microbiological analyses. Enumeration of yeasts and moulds.
- [16] Jaworska G., Kmieciak W.: Wykorzystanie aronii do produkcji konfitur. Zesz. Nauk. AR Kraków, Technol. Żywn., 1995, **301**, 55-64.
- [17] Kmieciak W., Lisiewska Z.: Wpływ dodatku sorbinianu potasu na jakość kiszonych owoców cukini. Roczniki PZH, 1994, **4**, 301-309.
- [18] Kunachowicz H., Nadolna I., Iwonow K., Przygoda B.: Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2002.
- [19] Matuszewska I., Szczecińska A., Baryłko-Pikielna N.: Przydatność sensorycznej metody profilowej w interpretacji preferencji konsumenckich wybranych produktów. Żywność. Technologia. Jakość, 1998, **1**, 5-21.
- [20] Nilsen P. V.: Preservative and temperature effect on growth of three variants of the heat-resistant mold, *Neosartaria fischeri*, as measured by an impedimetric method. J. Food Sci., 1991, **6**, 1735-1740.

- [21] Papadimitriou M.N.B., Resende C., Kuchler K., Brul S.: High Pdr12 levels in spoilage yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) correlate directly with sorbic acid levels in the culture medium but are not sufficient to provide cells with acquired resistance to the food preservative. *Int. J. Food Microbiol.*, 2007, **113**, 173-179.
- [22] PN-ISO 6658:1998: Analiza sensoryczna. Metodologia. Wytyczne ogólne.
- [23] PN-A-88032:1998. Wyroby cukiernicze. Badania organoleptyczne.
- [24] PN-90/A-75052/10. Przetwory owocowe, warzywne i warzywno-mięsne. Metody badań mikrobiologicznych. Oznaczanie obecności i miana bakterii beztlenowych przetrwalnikujących mezofilnych i termofilnych.
- [25] Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K.: Dodatki funkcjonalne do żywności. *Agro&Food Technology*, Katowice 1993.
- [26] Rutkowski A.: Dodatki w przetwórstwie owoców i warzyw. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1999, **6**, 12-17.
- [27] Souci S. W., Fachmann W., Kraut H.: *Food Composition and Nutrition Tables*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart 2000.
- [28] Tfouni S.A.V., Toledo M.C.F.: Determination of benzoic and sorbic acid in Brazilian food. *Food Contr.*, 2002, **13**, 117-123.
- [29] Thakur B. R., Arya S. S.: Effect of sorbic acid on irradiation-induced sensory and chemical changes in sweetened orange juice and mango pulp. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1993, **28**, 371-376.
- [30] Thakur B. R., Trehan I. R., Arya S. S.: Radiolytic degradation of sorbic acid in insolated systems. *J. Food Sci.*, 1990, **6**, 1699-1703.
- [31] Ulloa J.A., Escalona H., Diaz L.: Colour behaviour on mango (*Mangifera indica*) slices self stabilized in glass jars by hurdle technology during storage. *Afr. J. Biot.*, 2008, **7**, 487-494.
- [32] Vidyasagar K., Arya S. S.: Stability of sorbic acid in orange squash. *J. Agric. Food Chem.*, 1983, **6**, 1262-1264.
- [33] Walker R.: Toxicology of sorbic acid and sorbates. *Food Addit. Contam.*, 1990, **7**, 671-676.
- [34] ZDN-PROSP-5. Zakładowy dokument normalizacyjny, wyroby ciastkarskie, masa makowa. Przetwórnia owoców i warzyw „Prospina”.

EFFECT OF TIME AND TEMPERATURE CONDITIONS OF STORAGE ON THE QUALITY OF CANNED POPPY SEED PASTE

Summary

The objective of the study was to determine the effect of time (12 months at three-month intervals) and the temperature of storage (2–4 °C and 18–20 °C) on the content of canned poppy seed paste processed using sorbic acid. The sensory quality of processed material was also assessed. In the 100 g of poppy seed paste analyzed directly after processing, the content of dry matter was 58.7 g; total sugars 30.83 g; total acids 0.31 g; and of sorbic acid 0.07 g; the pH level in the processed paste was 5.23. The strongest effect of the one-year storage period was found in the decreased level of total acids (29–32 %) and of sorbic acid (64–74 %). The higher decreases were noted in the products stored at a cold-store temperature. The time and temperature of storage did not decrease the microbiological quality of the product assessed. The sensory analysis of poppy seed paste directly after processing was at a level of 4.9 points and did not change after the one-year storage at cold-store temperature. After the storage at a room temperature, the quality was insignificantly lower.

Key words: poppy seed paste, conditions of storage, quality ☒

DOROTA ZARĘBA, MAŁGORZATA ZIARNO, MIECZYŚLAW OBIEDZIŃSKI,
ANNA BZDUCHA

PROFIL LOTNYCH ZWIĄZKÓW MODELI MLEKA NIEFERMENTOWANEGO I FERMENTOWANEGO PRZEZ BAKTERIE JOGURTOWE

Streszczenie

Przedmiotem badań było określenie zmian wynikających z aktywności bakterii (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*) w modelowych próbkach jogurtu, w czasie chłodniczego przechowywania. Dokonano porównania profili lotnych związków wytwarzanych w mleku fermentowanym z udziałem kultury jogurtowej i w mleku niefermentowanym, ale zawierającym te bakterie. Wykazano intensywny wzrost zawartości wszystkich związków lotnych w czwartym tygodniu przechowywania mleka fermentowanego i niefermentowanego. Stwierdzono, że proces fermentacji ma istotne znaczenie do wytworzenia takich związków, jak: kwas masłowy, izowalerianowy, kapronowy i acetoina. Z kolei 2-heptanon, 2-pentanon, 2-butanon to związki, których obecność wynika w dużym stopniu z przemian autooksydacyjnych składników mleka zachodzących w trakcie przechowywania. Obecność alkoholi dowodzi aktywności enzymatycznej bakterii zależnej od pH środowiska. Można wnioskować, że pomiar poziomu takich związków, jak acetoina, kwas masłowy lub kwas propionowy może służyć do planowania i kontroli trwania procesu fermentacji i czasu przechowywania mlecznych produktów fermentowanych, zapewniając im stałą i pożądaną jakość smakowo-zapachową.

Słowa kluczowe: profil lotnych związków, SPME, bakterie jogurtowe, *Streptococcus*, *Lactobacillus*

Wprowadzenie

W procesie fermentacji, prowadzonej przez bakterie mlekowe, powstaje wiele związków wpływających na smak i zapach mlecznych napojów. Bakterie te rozkładają składniki mleka w wyniku prowadzonych procesów biochemicznych, wywołanych aktywnością enzymatyczną, która jest charakterystyczna dla poszczególnych gatunków mikroorganizmów. Wytwarzają one między innymi: kwas octowy, kwas masłowy, ketony, aldehydy, acetoinę, diacetyl i etanol. Substratami wymienionych i innych

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

związków tworzących aromat produktów fermentowanych mogą być białka, tłuszcze, a przede wszystkim cukry [25].

Badania profilu związków tworzących aromat jogurtów są przedmiotem bardzo nielicznych publikacji naukowych. Większość badań dotyczy produktów długo dojrzewających, np. serów podpuszczkowych. W produktach długo dojrzewających, ze względu na długotrwałość procesu i wyższe stężenia lotnych związków, łatwiej jest je badać niż w napojach fermentowanych [23].

Celem pracy było porównanie profili zapachowych mleka z udziałem typowych bakterii jogurtowych po procesie fermentacji i bez procesu fermentacji. Wykazane różnice profilu związków lotnych w próbkach mogą być pomocne w monitoringu procesu fermentacji oraz w planowaniu okresu przydatności do spożycia, gwarantującego produkt pożądaný przez konsumenta, stały pod względem smakowo-zapachowym.

Material i metody badań

W badaniach użyto liofilizowanej kultury (Chr. Hansen), zawierającej typowo jogurtowe szczepy bakterii *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Str. thermophilus*. Naważkę 2 g liofilizatu rozpuszczano w 50 cm³ jałowego mleka, następnie tak przygotowaną kulturą zaszczipiano, w ilości 1 cm³, 150 cm³ mleka UHT. Pierwszą próbką było mleko UHT o zawartości 3,2 % tłuszczu. Drugą próbkę mleka zaszczipiano kulturą jogurtową i poddawano fermentacji w temp. 37 °C/18 h (model fermentowany), trzecią próbkę po zaszczipieniu kulturą jogurtową wstawiano do chłodziarki (6 °C) (wersja niefermentowana mleka). Próbkę poddaną 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 oraz mikrobiologicznej, a także kontrolowano zmianę pH w dniu zerowym, następnie po 2 i 4 tygodniach.

W celu przygotowania próbki do analizy chromatograficznej (SPME) naważkę 5 g próbki w szczelnie zamkniętym naczyniu umieszczano w temp. 30 °C przez 20 min, następnie przez 25 min prowadzono mikroekstrakcję do fazy stałej. Desorpcję związków z włókna typu DVB/CAR/PDMS – (diwinylobenzen/carboksen/polidimetylosiloksan), o grubości faz 30/50 µm, prowadzono przez 2 min. Do analizy użyto chromatografu gazowego sprzężonego ze spektrometrem masowym GCMS-QP20105 (Shimadzu); temp. komory nastrzykowej 220 °C z kolumną kapilarną - spieczony kwarc z fazą stacjonarną ZB WAX o wymiarach: 30 m/0,25 µm/0,25 mm o początkowej temp. 40 °C, przez 2 min, szybkość wzrostu temp. 4 °C/min, temp. końcowa 220 °C, czas izotermi końcowej 5 min, z wykorzystaniem helu jako gazu nośnego z przepływem liniowym o prędkości 0,69 cm³/min, ustawienia detektora (temp. źródła jonów 190 °C, temp. linii łączącej GCMS 200 °C, jonizacja elektronowa o energii

70 eV, napięcie detektora 0,9 kV, zakres przemieszczania filtru kwadropulowego 40–300 m/z). Analizę chromatograficzną prowadzono przez 45 min.

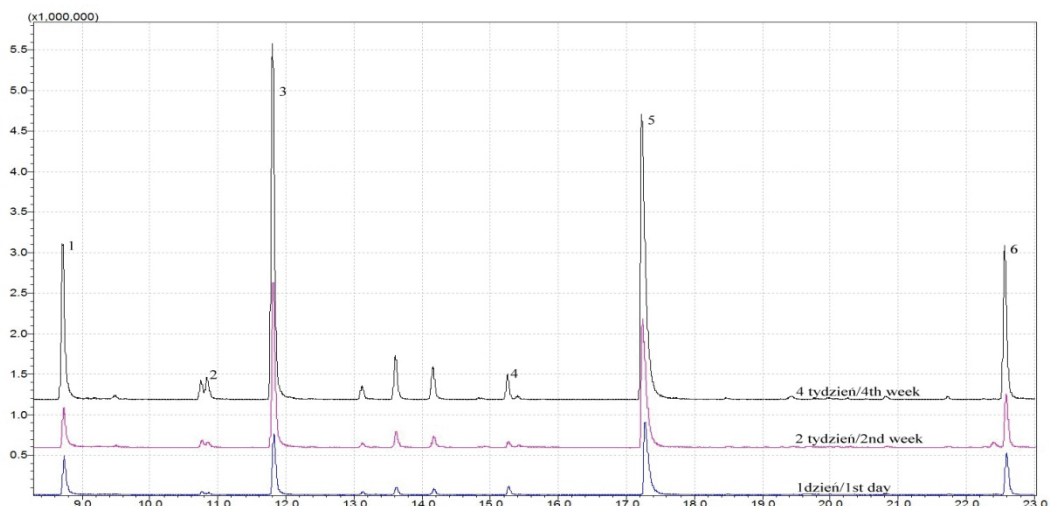
Oznaczanie liczby żywych komórek zastosowanych kultur bakteryjnych wykonywano metodą płytkową kropelkową, z wykorzystaniem podłoża agarowych M17 i MRS (Merck) [14]. Płytki z posiewami *Str. thermophilus* inkubowano tlenowo w temp. 37 °C przez 48 h. Płytki z posiewami bakterii beztlenowych (*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) inkubowano w anaerostatach zapewniających warunki beztlenowe, w temp. 37 °C przez 48 h [18, 19]. Pomiaru pH dokonywano przy użyciu pehametru typu LPH330T (TOCUSSEL, Francja).

Wyniki i dyskusja

Według większości badaczy, prowadzących badania nad aromatem typowego jogurtu, głównym składnikiem tworzącym zapach jogurtu jest aldehyd octowy i diacetyl, w mniejszym stopniu również inne lotne związki takie, jak: kwas mrówkowy, octowy, propionowy, masłowy oraz związki karbonylowe (aceton, acetoina). Na pożądaną smakowo-zapachową jogurtu ma wpływ wzajemny stosunek tych związków, ich zawartość oraz proces produkcji i przede wszystkim rodzaj użytych bakterii fermentacji mlekowej [9, 12, 23, 24].

Na potrzeby badań, proces fermentacji w temp. 37 °C wydłużono do 18 h. Miało to na celu zintensyfikować proces fermentacji i wykazać jego wpływ na przechowywanie i trwałość mleka fermentowanego. Wydłużony czas fermentacji spowodował intensyfikację zmian biochemicznych (rys. 1, 2 i 3).

Chromatograficznie zidentyfikowano 14 lotnych związków: 2-butanon, etanol, 2-pentanon, 2-heptanon, amylol, acetoinę, 2-nonanon, kwas propionowy, kwas masłowy, kwas izowalerianowy, kwas kapronowy, alkohol laurylowy, kwas kaprylowy i kwas octowy. Wymienione wyżej kwasy były zidentyfikowane również w badaniach przeprowadzonych przez Beshkova i wsp. [5], i analogicznie, jak w niniejszej pracy, wykazano najwyższą zawartość kwasu octowego, następnie masłowego i kapronowego. Spośród wymienionych związków, w mleku bez dodatku LAB występują: 2-butanon, 2-pentanon, 2-heptanon, 2-nonanon, kwas masłowy, kwas kapronowy, alkohol laurylowy i kwas kaprylowy. Obecność tych związków w mleku może wynikać z przemian biochemicznych wywołanych rodzimymi enzymami mleka, procesami autooksydacyjnymi, jak również aktywnością mikrobiologiczną [4, 6, 7, 11]. Pozostałe związki (kwas izowalerionowy, kwas propionowy) są produktami fermentacji mikrobiologicznej, natomiast kwas izowalerianowy to produkt proteolizy [20]. Inne składniki mleka, jak np. kwas masłowy, kapronowy, kaprylowy oraz ketony mogą powstać w wyniku rozkładu kwasów tłuszczowych, jak również aminokwasów, uwalnianych z białek w efekcie aktywności enzymatycznej, a także termicznej obróbki mleka [5, 2].

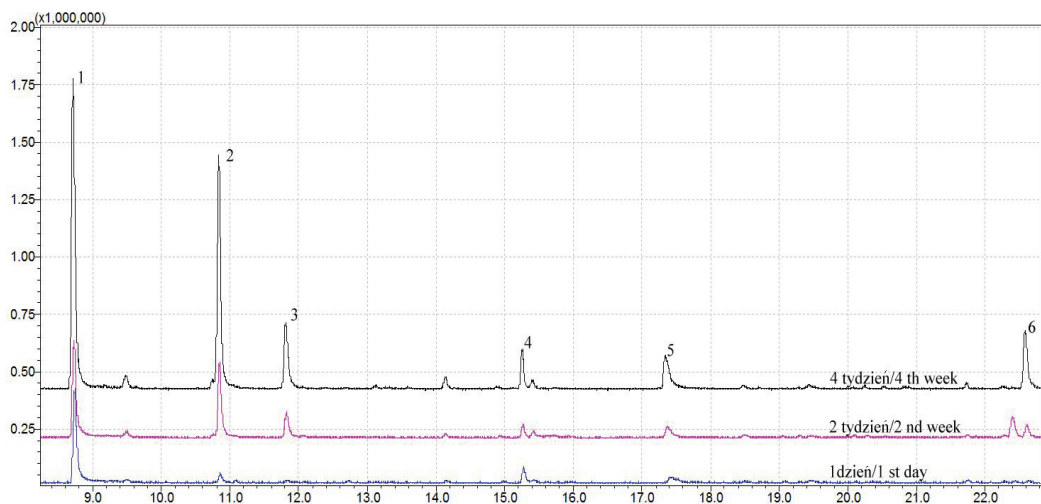


Objaśnienia: / Explanatory notes:

1) 2-heptanon, 2) amylol, 3) acetoina / acetoin, 4) 2-nonanon, 5) kwas octowy / acetic acid, 6) kwas masłowy / butyric acid.

Rys. 1. Fragment chromatogramu obrazujący różnice zawartości lotnych związków w modelu mleka fermentowanego, w ciągu czterech tygodni przechowywania.

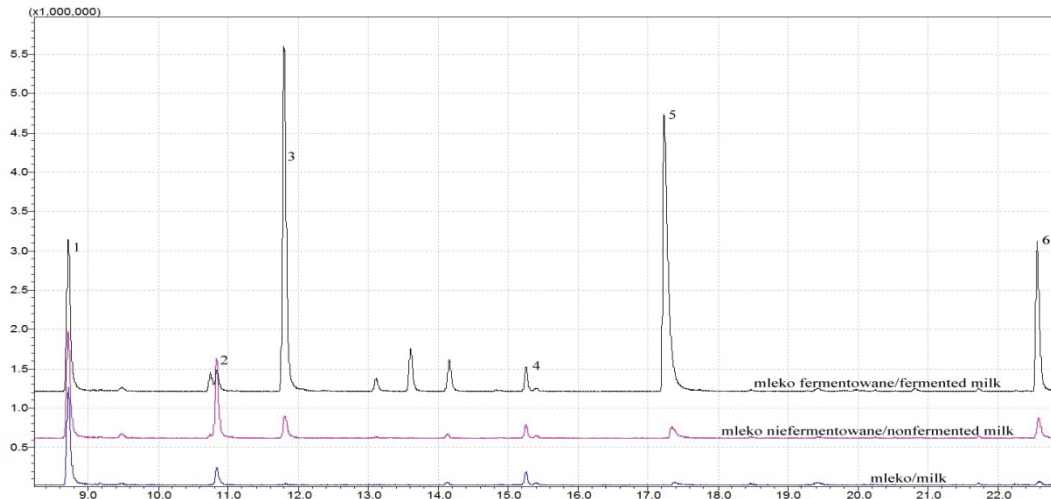
Fig. 1. A fragment of the chromatogram showing differences in the content of volatile substances in the model of fermented milk during the four week storage.



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

Rys. 2. Fragment chromatogramu obrazujący różnice zawartości lotnych związków w modelu mleka niefermentowanego, w ciągu czterech tygodni przechowywania.

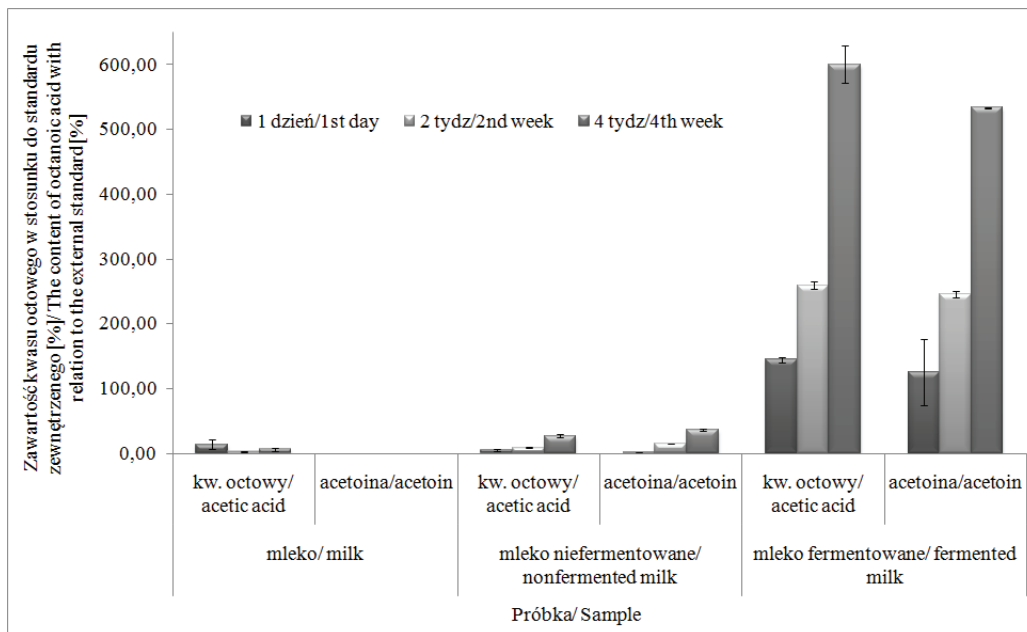
Fig. 2. A fragment of the chromatogram showing differences in the content of volatile substances in the model of fermented milk during the four week storage.



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

Rys. 3. Fragment chromatogramu obrazujący różnice zawartości lotnych związków w modelach mleka, w czwartym tygodniu przechowywania.

Fig. 3. A fragment of the chromatogram showing differences of the content of volatile substances in models of of milk in the fourth week of storage.



Rys. 4. Zawartość kwasu octowego i acetoiny w ciągu czterotygodniowego przechowywania mleka modelowego.

Fig. 4. Contents of acetic acid and acetoin during the four week storage of model milk.

Porównując próbki stwierdzono istotny wpływ procesu fermentacji na zawartość kwasu octowego (rys. 3 i 4). Obecność kwasu octowego w próbce fermentowanej może wynikać z przekształcenia cukrów do kwasu octowego, który konkuruje w szlaku metabolicznym z produkcją aldehydu octowego. Acetylo-CoA jest substratem kwasu octowego w warunkach tlenowych, a w warunkach beztlenowych aldehydu octowego [8, 13, 21]. Podczas pobierania próbek do analiz mieszano je, co mogło przyczynić się do ich natlenienia, a to z kolei wpłynąć na powyżej opisane zmiany. W próbce niefermentowanej z udziałem kultury jogurtowej praktycznie nie wykazano obecności omanianego kwasu, co potwierdza istotny wpływ procesu fermentacji na powstawanie kwasu octowego. Akalin i wsp. [1] wykazali, że na poziom kwasu octowego, produkowanego przez bakterie fermentacji mlekowej, wpływa dodatek suchej masy mlecznej (m.in. zwiększenie zawartości laktozy) oraz liczba komórek bakteryjnych. W niniejszych badaniach największy przyrost kwasu octowego stwierdzono w czwartym tygodniu przechowywania, ok. dwukrotny w stosunku do drugiego tygodnia. Ten intensywny przyrost zawartości kwasu może być związany ze zmniejszeniem przeżywalności bakterii w tym okresie (tab. 1). Zmniejszenie liczby żywych komórek bakterii w drugim i czwartym tygodniu przechowywania mogło przyczynić się do uwolnienia β -galaktozydazy z komórek ulegających lizie i tym samym wpłynąć na wzrost poziomu kwasu octowego w tym okresie (tab. 1).

Tabela 1

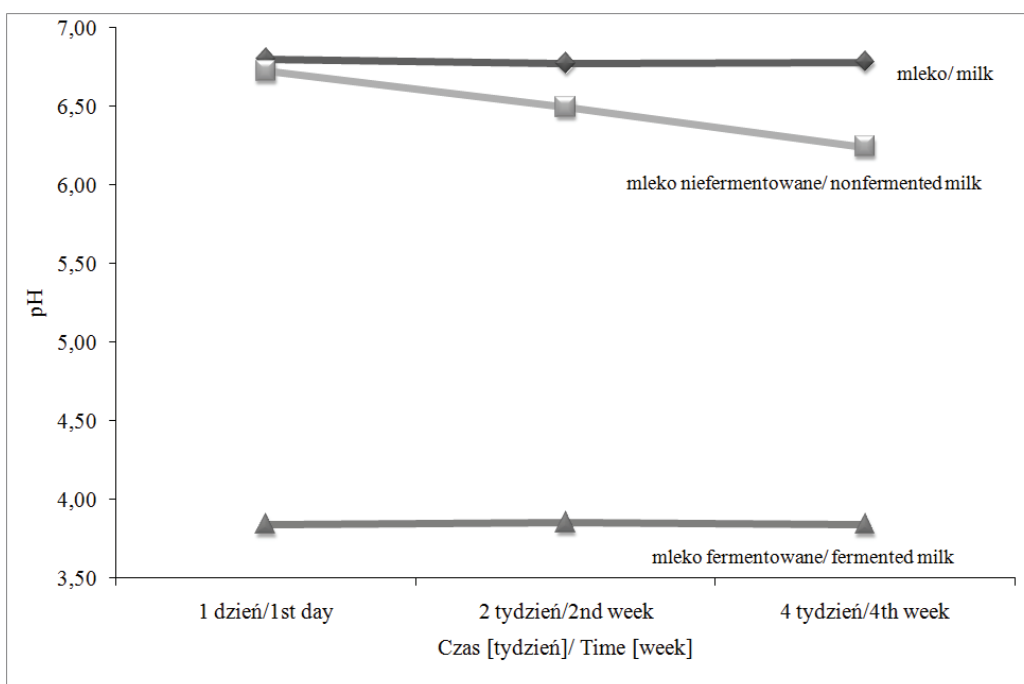
Przeżywalność bakterii w modelowych próbkach mleka [$\log \text{ jtk/cm}^3$].
Survival of bacteria in the model samples of milk [$\log \text{ CFU/cm}^3$].

Gatunek bakterii Species of Bacteria	Próbka Sample	1 dzień 1 st day	2 tydzień 2 nd week	4 tydzień 4 th week
<i>Lb. delbrueckii</i> <i>subsp. bulgaricus</i>	mleko niefermentowane nonfermented milk	7,18	7,35	8,10
	mleko fermentowane fermented milk	9,06	8,74	8,60
<i>Str. thermophilus</i>	mleko niefermentowane nonfermented milk	7,44	7,72	8,35
	mleko fermentowane fermented milk	9,05	8,75	8,76

Fernandez-Murga i wsp. [8] wykazali wzrost aktywności β -galaktozydazy z uszkodzonych komórek bakterii, która prawdopodobnie wpłynęła na przyspieszenie rozkładu laktozy, a aktywność pozostałych żywych komórek przyczyniła się do wzrostu zawartości kwasu octowego.

Zawartość kwasu octowego nie wpłynęła bezpośrednio na pH próbki (rys. 5), gdyż kwas octowy ma wyższą stałą dysocjacji (pK_a równe 4,75) niż kwas mlekowy (pK_a równe 3,1). W związku z tym, kwas mlekowy wykazuje większy wpływ na obniżenie pH w porównaniu z kwasem octowym, a kwas octowy z tego samego powodu wykazuje większe właściwości bakteriostatyczne niż kwas mlekowy [22, 26].

Intensyfikacja przemian biochemicznych wywołana wydłużonym procesem fermentacji spowodowała ponadto wzrost zawartości acetoiny w mleku fermentowanym. Substratem do tworzenia acetoiny jest diacetyl, jeden z podstawowych i pożądanych składników w mlecznych napojach fermentowanych [3, 15, 17].



Rys. 5. Zmiany wartości pH w ciągu czterotygodniowego przechowywania mleka.

Fig. 5. Changes in the pH value during the four week storage of milk.

Proces fermentacji w temp. 37 °C, wydłużony do 18 h, przyspieszył redukcję diacetylu przy udziale reduktazy acetoiny. Warto zaznaczyć, że jest to reakcja nieodwracalna w przypadku bakterii fermentacji mlekowej [13, 17]. W niniejszych badaniach wykazano wyższy, i stopniowo rosnący w czasie przechowywania, poziom acetoiny w mleku fermentowanym w porównaniu z mlekiem niefermentowanym. Największy wzrost obserwowano po 2. tygodniu przechowywania (rys. 4). Bakterie jogurtowe, w których skład wchodzi *Str. thermophilus* i *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, tworzą określone ilości charakterystycznych dla jogurtu związków, gdyż są do tego specjalnie

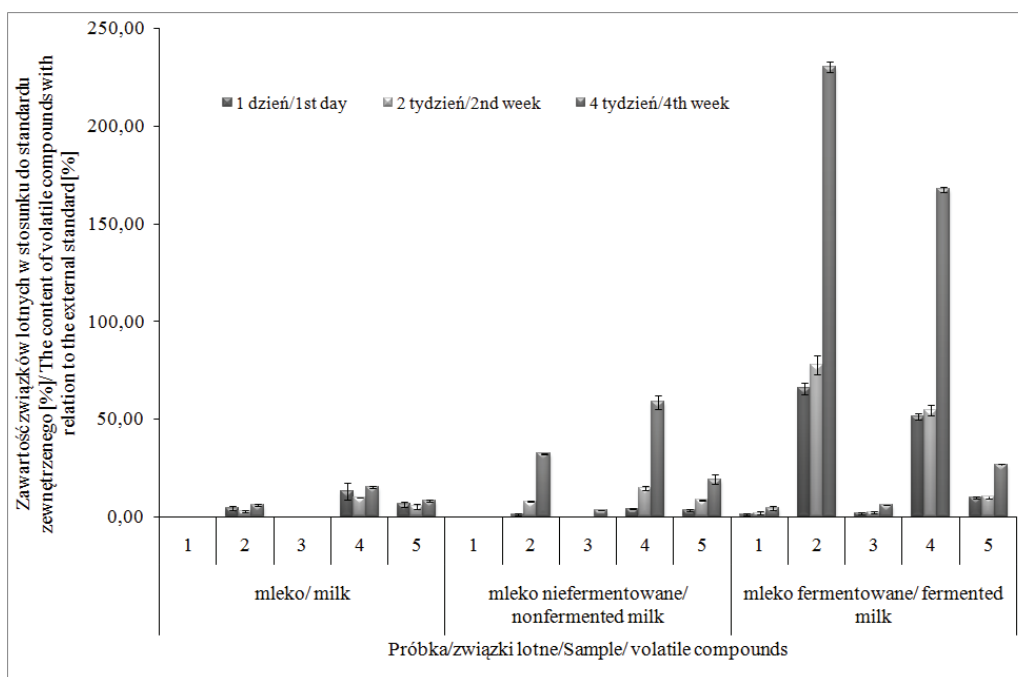
wyselekcjonowane, a ponadto wykazują współzależność symbiotyczną. Ilość wytwarzanych związków aromatycznych zależy od użytych szczepów w mieszance starterowej. W badaniach użyto kultury starterowej charakteryzującej się niskim wytwarzaniem aromatu. Istotne jest, że bakterie, które produkują acetoinę, jednocześnie mają enzym rozkładający ją do 2,3-butanodiolu, tzn. reduktazę acetoiny. Enzym ten jest także odpowiedzialny za przemianę diacetylu do acetoiny. Stworzenie warunków optymalnych dla tego enzymu, tzn. długa inkubacja w temp. wyższej niż 30 °C, przyczynia się do intensywnego rozkładu diacetylu [13, 21, 27]. To tłumaczy, dlaczego w uzyskanych wynikach stwierdzono wysoki poziom acetoiny oraz wskazuje, że kontrola poziomu acetoiny może być ważnym wskaźnikiem monitoringu prawidłowego procesu fermentacji mlekowej. W przypadku mleka niefermentowanego wzrost zawartości acetoiny jest zdecydowanie mniejszy, co wywołane jest prawdopodobnie brakiem procesu fermentacji odpowiedzialnego za produkcję substratu powstawania acetoiny, jakim jest diacetyl (rys. 3, 4).

Istotnymi składnikami wpływającymi na ogólną smakowość mlecznych napojów fermentowanych są lotne kwasy organiczne, takie jak: wcześniej opisany, kwas octowy oraz kwas masłowy, kapronowy, kaprylowy, isowalerianowy i propionowy. Na skutek fermentacji w mleku fermentowanym zaobserwowano ok. 15-krotny wzrost zawartości kwasu masłowego w stosunku do jego zawartości w mleku niefermentowanym (ale zawierającym kulturę jogurtową) i w mleku (rys. 1, 2, 6). Dopiero w 4. tygodniu przechowywania, we wszystkich mlekach stwierdzono podwojenie zawartości kwasu masłowego. Podobny wpływ czasu i procesu fermentacji wykazano w przypadku kwasu kapronowego (rys. 6). Znaczny wzrost zawartości kwasów masłowego i kapronowego w ostatnich dwóch tygodniach przechowywania może wpływać na niepożądane zmiany zapachu i smaku w kierunku wyczuwalnych cech produktu zjełczałego [15, 16]. Z kolei poziom kwasu kaprylowego w pierwszych dwóch tygodniach utrzymywał się na stałym poziomie. Dopiero wyniki uzyskane w czwartym tygodniu przechowywania wykazały nieznaczny wzrost zawartości omawianego kwasu w próbkach fermentowanych i niefermentowanych.

Beshkova i wsp. [5] dowiedli, że najintensywniejsza synteza lotnych kwasów tłuszczowych, takich jak: kwas octowy, masłowy i kapronowy, zachodzi w czasie fermentacji i w czasie przechowywania, co zostało potwierdzone w niniejszych badaniach. Zastosowany w doświadczeniu wydłużony okres przechowywania pozwolił wykazać istotny wpływ tego czynnika na poziom lotnych kwasów tłuszczowych, który ściśle wiąże się z utrzymaniem na pożądanym poziomie cech smakowo-zapachowych gotowego produktu.

Kolejnym stwierdzonym w badaniach kwasem jest kwas izowalerianowy, który jest przykładem produktu rozkładu białka. Bakterie fermentacji mlekowej wykazują niewielkie zdolności proteolityczne, spośród nich większą aktywność wykazują pa-

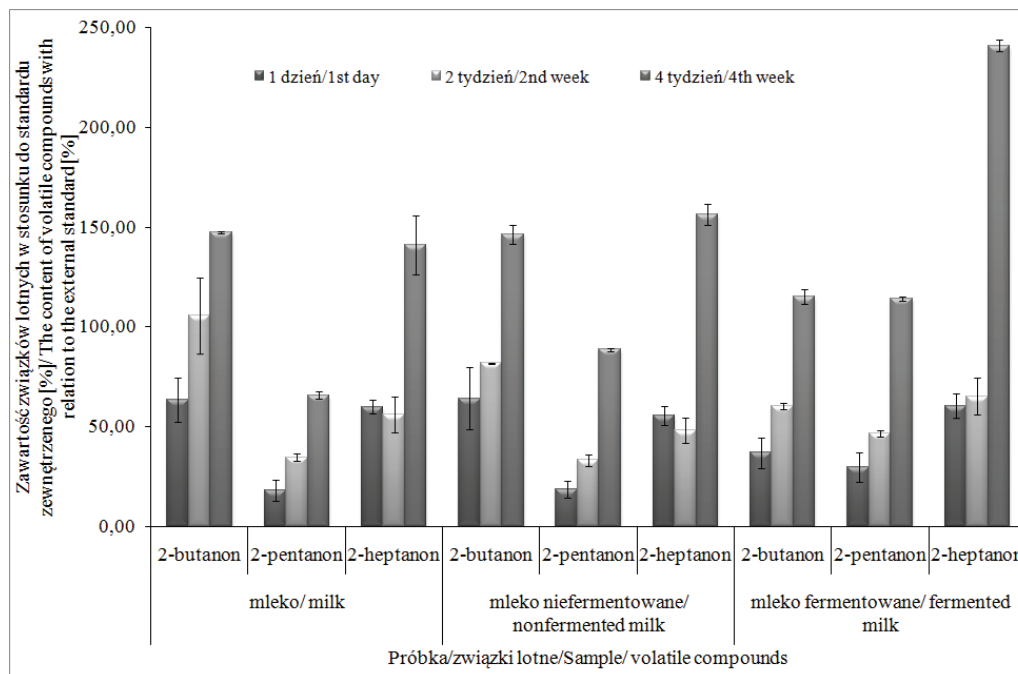
łeczki. W mleku fermentowanym obecność kwasu izowalerianowego wykryto już po procesie fermentacji, a ciągły wzrost jego poziomu w czasie chłodniczego przechowywania dowodzi o rozkładzie białek mleka. W drugim tygodniu kwas izowalerianowy obecny był także w mleku niefermentowanym, a jego zawartość stopniowo zwiększała się przez cały okres przechowywania. Najprawdopodobniej do intensyfikacji rozkładu białek przyczyniły się wewnątrzkomórkowe enzymy proteolityczne uwolnione podczas autolizy martwych komórek bakteryjnych, na co wskazuje zmniejszająca się populacja użytych bakterii (tab. 1). Mała zawartość tego kwasu może być wynikiem jego przemian do kwasu octowego (rys. 6) [4, 7]. Beshkova i wsp. [5] także stwierdzili niewielki udział kwasów izowalerianowego i propionowego w profilu kwasów lotnych wytwarzanych przez szczepy bakterii jogurtowych (*Str. thermophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*). W niniejszych badaniach obecność kwasu propionowego stwierdzono w mleku fermentowanym, już po procesie fermentacji, jego poziom nieznacznie wzrastał przez cały okres chłodniczego przechowywania, jednocześnie nie wykazano jego obecności w mleku niefermentowanym (rys. 6).



Objaśnienia: / Explanatory notes: 1) kwas propionowy / propanoic acid, 2) kwas masłowy / butanoic acid, 3) kw. izowalerianowy / isovaleric acid, 4) kwas kapronowy / caproic acid, 5 - kwas kaprylowy / caprylic acid.

Rys. 6. Profil lotnych kwasów organicznych w modelach mleka.

Fig. 6. The profile of volatile organic acids in the models of milk.



Rys. 7. Profil lotnych ketonów w modelach mleka.

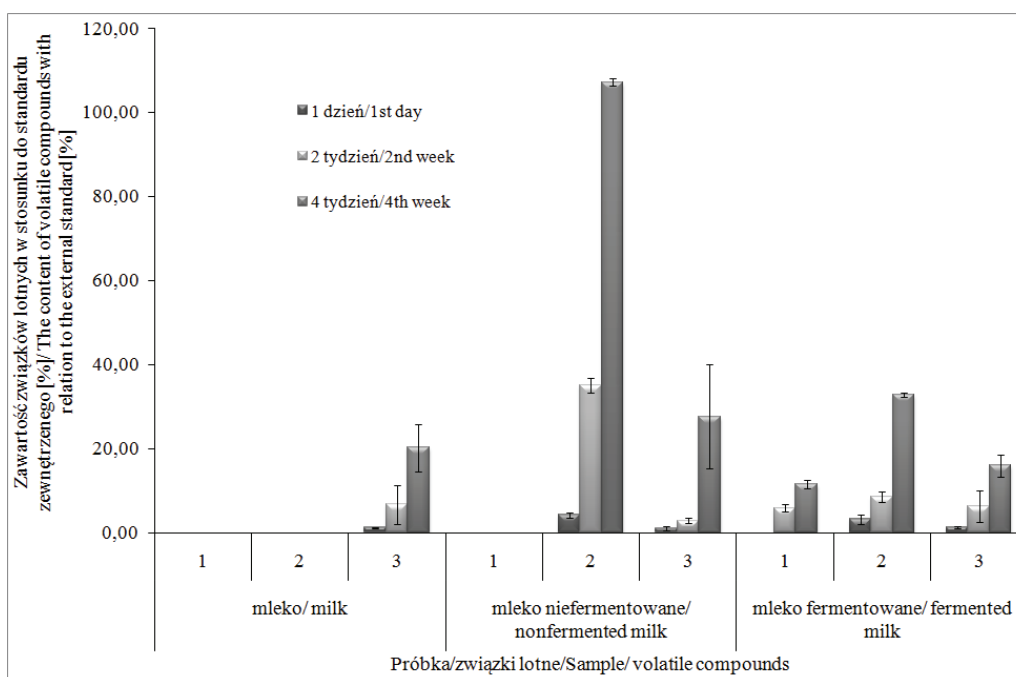
Fig. 7. The profile of volatile ketones in the models of milk.

Obok lotnych kwasów tłuszczowych, produktem rozkładu składników mleka są ketony. W badaniach wykazano obecność 2-butanonu, 2-pentanonu, 2-heptanonu i 2-nonanonu we wszystkich modelach mleka (rys. 7). Wyniki wskazują na stopniowy wzrost ich zawartości w czasie przechowywania próbek. Gardini i wsp. [9] wymieniają 2-butanon jako związek występujący w największej ilości w jogurtach, obok takich substancji, jak diacetyl i etanol (rys. 7). Podczas przechowywania wszystkich modeli mleka, średnio dwukrotnie zwiększyła się zawartość 2-butanonu, przy czym jego poziom był wyższy w próbce mleka i mleku niefermentowanym w porównaniu z mlekiem fermentowanym w ciągu czterech tygodni. Odwrotną zależność zaobserwowano w przypadku pozostałych ketonów: 2-propanonu i 2-heptanonu, których poziom w dwóch pierwszych oznaczeniach (1. dzień i 2. tydzień), pomimo nieznacznego wzrostu, utrzymywał się na podobnym poziomie w mleku, mleku fermentowanym i niefermentowanym. Natomiast w czwartym tygodniu ketony dominowały w mleku fermentowanym, z czego w przypadku 2-heptanonu różnica ta wynosiła ok. 30 %.

Analogicznie, jak w przypadku wcześniej omawianych związków, najintensywniejszy przyrost zawartości ketonów zaobserwowano od 2. tygodnia przechowywania (rys. 1, 2 i 3). Można wnioskować, że na obecność ketonów istotny wpływ mają procesy autooksydacyjne, a tylko w nielicznych przypadkach, i w niewielkim stopniu, pro-

ces fermentacji. Jest niewiele opublikowanych badań dotyczących poziomu ketonów w tego rodzaju produktach. W badaniach przeprowadzonych przez Beshkova i wsp. [5] wykazano, że niektóre szczepy *Str. thermophilus* nie przyczyniały się do wzrostu obecności 2-butanonu, zaś inne szczepy *Str. thermophilus* jak i *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* wykazywały taką zdolność.

Wśród zidentyfikowanych związków istotne znaczenie mają alkohole (etanol, amylol), które nie występują w świeżym mleku i najprawdopodobniej były produktami mikrobiologicznego rozkładu cukrów, kwasów tłuszczowych lub aminokwasów. Obecność etanolu stwierdzono tylko w mleku fermentowanym i to dopiero w drugim tygodniu przechowywania. Jego poziom wzrósł dwukrotnie w 4. tygodniu. Natomiast w całym okresie przechowywania nie stwierdzono obecności etanolu w mleku niefermentowanym (rys. 8). W przeciwieństwie do amylolu, którego obecność w obu próbkach z udziałem bakterii stwierdzono już w pierwszym dniu, za to już w drugim tygodniu wykazano różnice jego poziomu między mlekiem fermentowanym i niefermentowanym.



Objaśnienia: / Explanatory notes: 1) etanol / ethanol, 2) amylol, 3) alkohol laurylowy / dodecanol.

Rys. 8. Profil lotnych alkoholi w modelach mleka.

Fig. 8. The profile of volatile alcohols in the models of milk.

Poziom amylołu w mleku niefermentowanym był ok. 4-krotnie wyższy niż w mleku fermentowanym w drugim tygodniu i stale rósł, utrzymując prawie 4-krotną różnicę w stosunku do próbki mleka fermentowanego w całym okresie przechowywania (rys. 8). Badania przeprowadzone przez Helinck i wsp. [10] potwierdziły aktywność dehydrogenazy alkoholowej, dehydrogenazy glutaminowej i dehydrogenazy α -ketokwasowej bakterii *Str. thermophilus* i *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*. W wyniku aktywności tych enzymów następuje rozkład aminokwasów do takich związków, jak kwasy, aldehydy i alkohole. Może to tłumaczyć zwiększoną zawartość amylołu w próbce mleka niefermentowanego, zawierającego *Str. thermophilus* i *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Podobne ilości nie są obserwowane w próbce fermentowanej, a przyczyną może być obniżone pH środowiska zmniejszające aktywność enzymów odpowiedzialnych za te przemiany. W mleku tym po czterech tygodniach przechowywania wartość pH wynosiła 3,84, natomiast w mleku niefermentowanym osiągnęła poziom 6,24 (rys. 5).

Obecność etanolu w opisywanych badaniach jest wynikiem wydłużonego procesu fermentacji i długiego okresu przechowywania, który sprzyjał częściowemu przekształceniu acetaldehydu do alkoholu etylowego lub sprzyjał przekształcaniu cukrów do kwasu octowego, który konkuruje w szlaku metabolicznym z acetaldehydem, co już opisano wcześniej [8, 13, 21]. Wykorzystanie słabo aromatyzującej kultury jogurtowej oraz wydłużenie czasu fermentacji i związanej z tym aktywności biochemicznej przyczyniło się prawdopodobnie do słabej produkcji i szybkiej przemiany acetaldehydu w badanym mleku fermentowanym. W wyniku tych niekorzystnych przemian powstają wady zapachowo-smakowe mlecznych produktów fermentowanych, na co najistotniejszy wpływ ma proces fermentacji, jak i zbyt długi czas chłodniczego przechowywania gotowego produktu.

Kolejnym alkoholem, obecnym także w mleku niezaszczepionym bakteriami był alkohol laurylowy. Jest on alkoholem tłuszczowym i naturalnym składnikiem mleka. Powstaje w wyniku przemian autooksydacyjnych kwasów tłuszczowych, ale w nadmiernych ilościach może wpływać na powstanie obcego kwiatowego zapachu i smaku [15]. Jak wykazano, w początkowym okresie przechowywania jego zawartość była bardzo mała we wszystkich próbkach, dopiero w czwartym tygodniu nieznacznie wzrosła w mleku, mleku fermentowanym i niefermentowanym. Poziom tego alkoholu we wszystkich modelach mleka, z dodatkiem, jak i bez dodatku bakterii, był porównywalny i prawdopodobnie był efektem autooksydacyjnych przemian składników mleka podczas przechowywania produktu (rys. 5).

Wnioski

1. Intensyfikacja mikrobiologicznych przemian składników mleka wystąpiła w modelu fermentowanym, w czwartym tygodniu jego przechowywania.

2. Proces fermentacji mleka wywarł istotny wpływ na zawartość w mleku fermentowanym takich związków, jak: kwas masłowy, izowalerianowy, kapronowy i acetoina.
3. Obecność w mleku fermentowanym, jak i niefermentowanym, znacznych ilości ketonów (2-heptanon, 2-pentanon, 2-butanon) może świadczyć o przemianach wynikających z przechowywania, związanych najprawdopodobniej z przemianami autooksydacyjnymi składników mleka.
4. Niewielkie zmiany zawartości związków lotnych w ciągu pierwszych dwóch tygodni przechowywania w stosunku do zmian między drugim a czwartym tygodniem przechowywania ogranicza okres przydatności do spożycia mlecznych produktów fermentowanych z udziałem żywych kultur bakterii do 14–21 dni.

Literatura


- [1] Akalin S.A., Fenderya S., Acbulut N.: Viability and activity of bifidobacteria in yoghurt containing fructooligosaccharide during refrigerated storage. *J. Food Sci. Technol.*, 2004, **39**, 613-621.
- [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 yoghurt starter cultures. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 1998, **20**, 180-186.
- [6] Cichosz G.: Czynniki determinujące cechy sensoryczne serów dojrzewających. *Proteoliza. Przegl. Mlecz.*, 1997, **9**, 270-276.
- [7] Cichosz G.: Czynniki determinujące cechy sensoryczne serów dojrzewających. *Lipoliza. Przegl. Mlecz.*, 1997, **10**, 325-329.
- [8] Fernandez Murga M., Ruiz Holgado A.P., Valdez G.F.: Survival rate and enzyme activities of *Lactobacillus acidophilus* following frozen storage. *Cryobiology*, 1998, **36**, 315-319.
- [9] Gardini F., Lanciotti R., Guerzoni M. E., Torriani S.: Evolution of aroma production and survival of *Str. salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Lb. acidophilus* in fermented milks. *Int. Dairy J.*, 1999, **9**, 125-134.
- [10] Helinck S., Le Bars D., Moreau D., Yvom M.: Ability of thermophilic lactic acid bacteria to produce aroma compounds from amino acids. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2004, **70** (7), 3855-3861.
- [11] 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*. Politechnika Łódzka, Łódź 1998, s. 98-109.
- [12] Leroy F., De Vuyst L.: Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Tr. Food Sci. Technol.*, 2004, **15**, 67-78.
- [13] Libudzisz Z.: Tworzenie związków aromatu przez bakterie fermentacji mlekowej. W: Libudzisz Z., Walczak P., Bardowski J., *Bakterie fermentacji mlekowej. Klasyfikacja, metabolizm, genetyka, wykorzystanie*. Politechnika Łódzka, Łódź 1998, s. 110-121.
- [14] Libudzisz Z., Kowal K.: *Mikrobiologia techniczna*. Politechnika Łódzka, Łódź 2000, t. I, s. 421 - 422.

- [15] Marsili R.: Flavours and off-flavours in dairy foods. In: Encyclopedia of dairy science, Roginski H. (red.) Academic Press, London 2003, pp. 1069-1073.
- [16] Mitek M., Słowiński M.: Wybrane zagadnienia z technologii żywności. Wyd. SGGW, Warszawa 2006, s. 362-371.
- [17] Molska I.: Zarys mikrobiologii mleczarskiej. PWRiL, Warszawa 1988, s. 14 -36.
- [18] PN-A-93/86034/02. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Ogólne zasady badań.
- [19] PN-A-86034/15:1998. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Ogólne zasady badań. Jogurt; oznaczenie liczby charakterystycznych drobnoustrojów.
- [20] Przybojewska B., Rafalski H.: Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka. Krótkołańcuchowe nasycone kwasy tłuszczowe SCFA (cz.1). Przegl. Mlecz., 2003, **52**, (4), 148-152.
- [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] Saarela M., Gunnar M.: Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. J. Biotechnol., 2000, **84**, 197-215.
- [23] Smit G., Smit B. A., Engels W. J. M.: Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavours profiling of cheese products. FEMS Microbiol. Rev. 2005, **29**, 591-610.
- [24] Tamime A. Y., Robinson R. K.: Yoghurt - science and technology. Woodhead Publishing Limited, Cambridge 1999.
- [25] Varnam H. A.: Milk and milk products. Aspen Publication, 2001, pp. 372-374.
- [26] Ziarno M.: Kultury ochronne w technologii mleczarskiej (cz. II). Przegl. Mlecz., 2006, **55**, (6), 8-10.
- [27] Żbikowski Z.: Nowoczesne trendy w technologii produkcji jogurtu. Przegl. Mlecz., 1997, **46**, (2) 66-69.

PROFILE OF VOLATILE COMPOUNDS PRODUCED IN MODELS OF NON-FERMENTED AND FERMENTED MILK WITH THE USE OF YOGHURT BACTERIA

S u m m a r y

The objective of the research was to determine changes resulting from the activity of bacteria (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*) in model samples of yoghurt during their cooling storage. The profiles were compared of volatile compounds produced in the milk that was fermented by a yoghurt culture and in the milk that was not fermented, but contained those bacteria. The results obtained showed an intensive increase in the concentration of all the volatile compounds in the fermented and non-fermented milk samples in the fourth week of storage. The fermentation process was found to be highly vital for the production of such compounds as: butyric acid, isovaleric acid, capronic acid, and acetoin, whereas the compounds: 2-heptanon, 2-pentanon, and 2-butanon occurred mainly owing to the auto-oxidative transformations of milk components during the storage. The occurrence of alcohols proved the enzymatic activity of bacteria subject to the pH level of the environment. It can be concluded that measuring the levels of the compounds contained, such as acetoin, butyric acid, or propionic acid, can support the planning and control of the fermentation process duration period and of the storage time of fermented milk products, as can guarantee their constant and required sensory quality.

Key words: profile of volatile compounds, SPME, yoghurt bacteria, *Streptococcus*, *Lactobacillus* 

EWA STASIUK, PIOTR PRZYBYŁOWSKI

WPLYW ZMODYFIKOWANEGO SPOSOBU STOSOWANIA KNO_3 NA PRZEMIANY AZOTANÓW (V) I (III) PODCZAS DOJRZEWANIA SERA TYKOCIŃSKIEGO

Streszczenie

W krajowej produkcji serów podpuszczkowych dojrzewających używana jest saletra potasowa jako dodatek do mleka serowarskiego w celu zahamowania rozwoju bakterii fermentacji masłowej oraz bakterii z grupy coli. W niniejszej pracy wyprodukowano w skali przemysłowej ser typu szwajcarskiego - tykociński przy użyciu zmodyfikowanej metody stosowania KNO_3 (dodatek do solanki, a nie do mleka serowarskiego). Najkorzystniejszym wariantem doświadczenia było solenie serów w solance o stężeniu KNO_3 w ilości 0,05–0,10 %. Sery wyprodukowane tą metodą charakteryzowały się niską zawartością azotanów (V) i (III) oraz korzystnymi cechami sensorycznymi. Dodatek KNO_3 do solanki pozwala otrzymać bezazotanową serwatkę, którą można dalej wykorzystać w przemyśle spożywczym.

Słowa kluczowe: ser typu szwajcarskiego - tykociński, azotany (V) i (III), serwatka, solanka

Wprowadzenie

Azotany (V) i (III) należą do grupy związków stanowiących chemiczne zanieczyszczenie żywności. Toksyczność azotanów(V) jest stosunkowo niewielka, natomiast 6-10-krotnie większe działanie toksyczne wykazują azotany(III). Azotany(V) łatwo redukują się do azotanów(III), stąd wynika ich szkodliwe oddziaływanie w żywności [11].

Redukcja azotanów(V) jest procesem metabolicznym i może mieć dwojaki przebieg. Z jednej strony drobnoustroje asymilują azot azotanowy i wykorzystują go do odbudowy białek ustrojowych i składników azotowych komórki. Z drugiej natomiast mogą wykorzystywać azotan(V) jako akceptor elektronów, głównie w warunkach beztlenowych, co nazywane jest procesem oddychania azotanowego. Ten typ metabolizmu prowadzi do nagromadzenia azotanów(III) w przechowywanej żywności [15, 19].

Konieczność limitowania dopuszczalnych dawek azotanów (V) i (III) do żywności dostrzegła Komisja Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO ds. Dodatków do Żywności. Już w 1979 roku Komisja ustaliła dopuszczalne ilości azotanów (III) i (V) (ADI), które człowiek może spożyć w ciągu doby. Dawka $NaNO_3$ nie może przekraczać 5 mg $NaNO_3$ (5,95 mg KNO_3 3,6 mg NO_3^-) zaś $NaNO_2$ – 0,2 mg (0,13 mg NO_2^-) na kg masy ciała. Człowiek o masie np. 70 kg może więc dziennie przyjąć 252 mg NO_3^- i 9,1 mg NO_2^- .

W serach przeznaczonych do konsumpcji Komisja Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO ustaliła dopuszczalne poziomy azotanów (III) i (V) w ilości 50 mg $NaNO_3/kg$ (59,4 mg KNO_3/kg ; 36,5 mg NO_3^-/kg) i 5 mg $NaNO_2/kg$ (3,3 mg NO_2^-/kg).

W Polsce problem ten został uregulowany prawnie rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 23 kwietnia 2004 roku. W serach przeznaczonych do konsumpcji poziom azotanów nie może przekraczać 50 mg $NaNO_3/kg$ (36,5 mg NO_3^-/kg), zaś azotynów – 2 mg $NaNO_2/kg$ (1,33 NO_2^-/kg) [20].

Technologiczny dodatek KNO_3 do mleka serowarskiego (w ilości 0,01–0,02 %) jest stosowany w celu zahamowania rozwoju bakterii z grupy coli (pochodzących najczęściej z reinfekcji mleka) i bakterii fermentacji masłowej podczas dojrzewania serów [7, 8, 9, 17, 18].

W niektórych państwach, takich jak: Francja, Nowa Zelandia czy USA stosowanie saletry potasowej w produkcji serów podpuszczkowych jest prawnie zabronione. Stosuje się tu inne metody, takie jak: baktofugację, mikrofiltrację, dodatek lizozymu czy antybiotyku nizyny. Metody te bardzo korzystnie wpływają na jakość mikrobiologiczną i sensoryczną serów, lecz są znacznie kosztowniejsze niż stosowanie saletry [9, 10, 16, 22].

Dodatek saletry do mleka powoduje, że w serwatce pozostałej po wyrobieniu sera znajdują się też azotany (V) i (III), co może ograniczać jej dalsze stosowanie. Serwatka może być wykorzystana do produkcji niektórych napojów fermentowanych, odżywek dla dzieci, pasz dla zwierząt, do produkcji koncentratów białek serwatkowych (KBS) z tym, że nie może zawierać pozostałości azotanów (V) i (III). Serwatka poddawana fermentacji propionowej może spełniać też rolę naturalnego, biologicznego konserwantu w niektórych artykułach żywnościowych [3].

Ustawodawstwo polskie dopuszcza stosowanie KNO_3 w produkcji serów. Dodatek azotanów do mleka serowarskiego zapobiega niekorzystnym zmianom smakowo-zapachowym w okresie wczesnego, jak i późniejszego dojrzewania serów. Z mleka o wysokiej jakości mikrobiologicznej można otrzymać sery dobrej jakości. W praktyce jednak, pomimo pasteryzacji w temp. 72–75 °C, mleko przeznaczone do produkcji serów często wykazuje obecność bakterii z grupy coli pochodzących z reinfekcji. Dlatego też polskie zakłady mleczarskie stosują, w procesie produkcji serów dojrzewają-

cych podpuszczkowych, dodatek saletry potasowej do mleka w ilości 0,01–0,02 % [4, 5, 11, 16, 19, 23].

Celem niniejszej pracy było zbadanie, czy dodatek saletry potasowej do solanki pozwala równie skutecznie hamować w serach typu szwajcarskiego rozwój bakterii z grupy coli i bakterii fermentacji masłowej, jak w przypadku jej dodania do mleka serowarskiego.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono w skali przemysłowej w Zakładzie Mleczarskim „Paślęk ICC SERVY”, w którym wyprodukowano ser podpuszczkowy dojrzewający typu szwajcarskiego - tykociński.

Mleko do produkcji serów pasteryzowano w temp. 72 - 75°C przez 15 - 20 s i następnie magazynowano (12 do 24 h), po czym przed procesem produkcji sera ponownie mleko pasteryzowano w tych samych warunkach.

Zgodnie z założeniem badań ser tykociński wyprodukowano w następujących wariantach doświadczalnych:

- A – sery wyprodukowane z mleka bez dodatku KNO_3 po prasowaniu umieszczano w solance o stężeniu KNO_3 – 0,05 %,
- B – sery wyprodukowane z mleka bez dodatku KNO_3 po prasowaniu umieszczano w solance o stężeniu KNO_3 – 0,10 %,
- C – sery wyprodukowane z mleka bez dodatku KNO_3 po prasowaniu umieszczano w solance o stężeniu KNO_3 – 0,15 %,
- D – sery wyprodukowane z mleka bez dodatku KNO_3 po prasowaniu umieszczano w solance bez dodatku KNO_3 ,
- K – sery kontrolne wyprodukowane z mleka, do którego dodano KNO_3 w ilości 0,01 % i po prasowaniu umieszczano w solance bez dodatku KNO_3 .

Każdy z powyższych wariantów powtarzano 3-krotnie. Ogółem wyprodukowano 15 partii doświadczalnych sera. Próbkę sera tykocińskiego pobierano z warstwy zewnętrznej (4 cm) i rdzenia bloku, po prasowaniu, soleniu, 4 i 6 tygodniach dojrzewania. Z każdego wariantu doświadczalnego do badań pobierano próbki z 2 bloków sera.

Oznaczenia azotanów (V) i (III) wykonywano zgodnie z metodą podaną w PN-EN ISO 14673-1:2004 [13].

Oznaczenie azotanów (III) polegało na wywołaniu reakcji barwnej pomiędzy azotanami(III) a sulfanilamidem i dwuchlorowodorkiem N-1-naftyloetyleno-dwuaminy. Absorbancję barwnego związku mierzono w spektrofotometrze UNICAM UV/VIS Spektrometer UV2 przy długości fali $\lambda = 538$ nm. Azotany(V) redukowano w kolumnie kadmowej do azotanów(III) i dalej postępowano, jak w przypadku oznaczania azotanów(III).

Ocenę sensoryczną serów przeprowadził zespół złożony z 5 lub 6 osób. W ocenie sensorycznej uwzględniono następujące wyróżniki jakościowe: kształt, wygląd, konsystencję, oczkowanie, zapach, barwę i smak. Sery kwalifikowano zgodnie z wymogami zawartymi w PN-A-86230:1968 [14].

Do określania zależności między zawartością azotanów (V) i (III) w serze tykocińskim a wariantem doświadczenia, miejscem pobrania próbki, blokiem sera i serią doświadczenia zastosowano trójczynnika analizę wariancji z uwzględnieniem interakcji wymienionych czynników. Analizę statystyczną wyników przeprowadzono stosując program STATISTICA.PL firmy Statsoft Polska.

Wyniki badań i dyskusja

Zawartość azotanów (V) i (III) w serze tykocińskim podczas 6-tygodniowego dojrzewania przedstawiono w tab. 1. i 2.

W serach, wyprodukowanych z mleka bez dodatku KNO_3 , po prasowaniu zawartość NO_3^- wahała się od 9,9 do 11,2 mg NO_3^- /kg, średnio 10,4 mg NO_3^- /kg, natomiast zawartość azotanów(III) wynosiła średnio 0,21 mg NO_2^- /kg, wahając się od 0,1 do 0,3 mg NO_2^- /kg masy sera.

W serach kontrolnych wyprodukowanych z mleka z 0,01 % dodatkiem KNO_3 zawartość azotanów(V) była większa niż w wariantach doświadczalnych A, B, C i D i wynosiła średnio 17,93 mg NO_3^- /kg, wahając się od 17,1 do 18,3 mg NO_3^- /kg. Także zawartość azotanów(III) w serach kontrolnych po prasowaniu była większa niż w wariantach doświadczalnych i wynosiła średnio 0,34 mg NO_2^- /kg, wahając się od 0,2 do 0,5 mg NO_2^- /kg.

Po soleniu serów w solankach z dodatkiem KNO_3 zawartość azotanów wzrosła w serach wszystkich wariantów doświadczalnych (A, B, C i D). W serach wariantu A (0,05 % KNO_3) wyniosła średnio 68,33 mg NO_3^- /kg w warstwie zewnętrznej i 21,36 mg NO_3^- /kg w rdzeniu bloku sera. W serach wariantów B (0,10 % KNO_3) i C (0,15 % KNO_3) po soleniu zawartość azotanów(V) była większa niż w wariantach A i wynosiła odpowiednio 124,23 mg NO_3^- /kg (B) i 129,80 mg NO_3^- /kg (C) w warstwie zewnętrznej bloku sera oraz 82,80 mg NO_3^- /kg (B) i 54,48 mg NO_3^- /kg (C) w rdzeniu bloku sera.

Mniejszą zawartość azotanów(V) wykazywały sery wariantu D i K po soleniu w solance zakładowej (bez dodatku KNO_3). W serach wariantu D zawartość azotanów(V) była najmniejsza i wynosiła średnio 9,03 mg NO_3^- /kg w warstwie zewnętrznej i 2,98 mg NO_3^- /kg w rdzeniu bloku sera. Sery kontrolne, wyprodukowane z mleka z 0,01 % dodatkiem KNO_3 , miały zbliżoną zawartość azotanów(V) w warstwie zewnętrznej i rdzeniu bloku, które wynosiły odpowiednio 18,38 mg NO_3^- /kg i 19,68 mg NO_3^- /kg.

Tabela 1

Zawartość azotanów(V) w serze tykocińskim podczas 6-tygodniowego dojrzewania.
Contents of nitrates(V) in Tykocinski cheese during the 6 week period of ripening

W	D	NO ₃ ⁻ [mg/kg]																	
		B	M	po prasowaniu after pressing				po soleniu after salting				po 4 tygodniach after 4 weeks				po 6 tygodniach after 6 weeks			
				I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}
A	1	Z	10,0	10,3	11,2	10,4	72,4	71,8	63,4	Z	9,3	11,1	12,0	Z	2,1	1,7	1,6	Z	
		R					23,7	22,6	19,9	68,33	1,6	1,8	0,9	10,0	1,0	1,3	1,3	1,82	
	2	Z	9,9	10,1	10,9		69,1	74,4	58,9	R	7,2	8,5	11,9	R	2,5	1,7	1,3	R	
		R					20,0	23,0	18,9	21,36	1,0	1,4	0,8	1,25	1,9	1,4	0,6	1,25	
B	1	Z	10,0	10,3	11,2	10,4	150,6	101,7	125,9	Z	13,0	14,3	14,8	Z	5,5	3,6	3,7	Z	
		R					92,8	87,6	65,3	124,2	8,3	11,5	11,4	13,15	1,0	1,3	1,7	4,15	
	2	Z	9,9	10,1	10,9		141,7	105,4	120,1	R	10,9	11,5	14,4	R	4,9	4,0	3,2	R	
		R					98,2	92,6	60,3	82,80	7,2	8,1	9,7	9,37	0,9	1,5	1,0	1,23	
C	1	Z	10,0	10,3	11,2	10,4	139,0	137,4	122,5	Z	25,0	21,1	29,2	Z	9,5	5,5	5,8	Z	
		R					64,0	61,8	55,5	129,8	4,8	4,4	4,7	23,20	3,0	2,2	2,1	6,73	
	2	Z	9,9	10,1	10,9		130,2	132,2	117,5	R	21,3	18,0	24,6	R	8,7	5,4	5,5	R	
		R					59,4	59,9	50,3	58,48	3,9	3,7	3,8	4,22	2,5	1,9	1,8	2,25	
D	1	Z	10,0	10,3	11,2	10,4	9,8	9,7	8,5	Z	1,6	1,7	1,7	Z	0,5	0,5	0,5	Z	
		R					3,1	3,3	3,0	9,03	1,2	1,3	1,0	1,48	0,3	0,3	0,4	0,45	
	2	Z	9,9	10,1	10,9		8,9	9,5	7,8	R 2,98	1,2	1,5	1,2	R	0,4	0,5	0,3	R	
		R					2,6	3,2	2,7		0,9	1,1	0,8	1,05	0,2	0,2	0,2	0,27	
K	1	Z	18,2	18,3	17,8	17,9	18,3	18,1	17,2	Z	1,7	1,6	1,7	Z	0,3	0,7	0,7	Z	
		R					19,1	19,4	18,5	18,38	1,2	1,3	1,4	1,55	0,5	0,6	0,6	0,52	
	2	Z	18,1	18,1	17,1		20,2	17,2	19,3	R	1,5	1,3	1,5	R	0,3	0,7	0,4	R	
		R					22,0	18,7	20,4	19,68	1,3	1,1	1,0	1,22	0,5	0,5	0,2	0,48	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Z - warstwa zewnętrzna bloku sera / external layer of the cheese block; B - blok sera / cheese block;

R - rdzeń bloku sera / core of the cheese block; WD - wariant doświadczenia / variant of the experiment;

MP - miejsce pobrania / place of sampling.

Jak wynika z przeprowadzonego doświadczenia, istnieje ilościowa granica wnikania jonów azotanowych(V) z solanki do miąższu sera bez względu na wzrastające stężenie azotanów(V) w solance. Była to solanka wariantu B o stężeniu KNO₃ - 0,1 %.

Dalsze zwiększanie stężenia KNO_3 w solance nie powodowało już znaczącego wzrostu zawartości azotanów(V) w serach (sery wariantu C – 0,15 % KNO_3).

Zauważono zróżnicowanie zawartości azotanów(V) w zależności od miejsca pobrania próbki z bloku sera. Najwyższe poziomy azotanów(V) występowały w warstwach zewnętrznych sera wariantów A, B, C i D, zaś rdzeń bloku sera zawierał ich dużo mniej (tab. 1).

Kinetyka dyfuzji azotanów(V) do mięszu sera tykocińskiego jest podobna do kinetyki wnikania $NaCl$ do mięszu sera, którą badał Jakubowski [6]. W przypadku sera tykocińskiego uwidoczniła się również podatność sera na stopień i szybkość dyfuzji, nazwana przez Jakubowskiego „stałą materiałową” danego bloku sera. Stwierdzono wyraźne różnice zawartości azotanów(V) pomiędzy poszczególnymi blokami serów danego wariantu doświadczalnego (np. sery wariantu A I serii: 72,4 i 69,1 mg NO_3^-/kg , natomiast sery wariantu C I serii: 139,0 i 130,2 mg NO_3^-/kg) [6, 12].

Zawartość azotanów (III) w serach po soleniu we wszystkich wariantach doświadczalnych była większa niż w serach po prasowaniu. Także i w przypadku azotanów(III) można zauważyć różnicę ich zawartości w poszczególnych warstwach bloku sera. Może świadczyć to o redukcji azotanów(V) (dyfundujących z solanki) do azotanów(III), dlatego też zawartość azotanów(III) w rdzeniu bloków sera była mniejsza (np. w bloku 1 sera wariantu doświadczalnego A serii I, zawartość azotanów(III) w warstwie zewnętrznej wynosiła 1,3 mg/kg, a w rdzeniu bloku 0,4 mg/kg). Średnia zawartość azotanów(III) w serach po soleniu w warstwie zewnętrznej wynosiła odpowiednio: w wariantach A – 0,73 mg NO_2^-/kg , B – 0,75 mg NO_2^-/kg , C – 0,64 mg NO_2^-/kg i D – 0,6 mg NO_2^-/kg . W rdzeniu bloków sera średnia zawartość azotanów(III) była mniejsza i w poszczególnych wariantach wynosiła: wariant A – 0,33 mg NO_2^-/kg , B – 0,47 mg NO_2^-/kg , C – 0,48 mg NO_2^-/kg i D – 0,25 mg NO_2^-/kg . Także w serach kontrolnych wyprodukowanych z mleka z dodatkiem 0,01 % KNO_3 po soleniu stwierdzono różnicę pomiędzy warstwą zewnętrzną a rdzeniem sera. Zawartość azotanów(III) w warstwie zewnętrznej serów wariantu K wynosiła średnio 0,57 mg NO_2^-/kg , a w rdzeniu bloku – 0,42 mg NO_2^-/kg .

W serze tykocińskim największy ubytek zawartości azotanów(V) następował do 4. tygodnia dojrzewania. W stosunku do poziomu tego związku po soleniu zmniejszenie zawartości wynosiło 80–90 %. Tak intensywna redukcja azotanów(V) nie powodowała jednak znacznego nagromadzenia się jonów azotanowych(III) w mięszu sera.

Po 4 tygodniach dojrzewania zawartość azotanów(V) w warstwie zewnętrznej bloków sera kształtowała się średnio na poziomie: 10,00 mg NO_3^-/kg w serach wariantu A, 13,15 mg NO_3^-/kg w serach wariantu B i 23,20 mg NO_3^-/kg w serach wariantu C. W serach wariantu D i K zawartość azotanów(V) w warstwie zewnętrznej serów była wyraźnie mniejsza i wynosiła 1,48 mg NO_3^-/kg w wariantach D i 1,55 mg NO_3^-/kg w wariantach K.

Tabela 2

Zawartość azotanów(III) w serze tykocińskim podczas 6-tygodniowego dojrzewania.
Contents of nitrates(III) in Tykocinski cheese during the 6 week period of ripening.

W D	NO ₂ ⁻ [mg/kg]																	
	B	MP	po prasowaniu after pressing				po soleniu after salting				po 4 tygodniach after 4 weeks				po 6 tygodniach after 6 weeks			
			Serie badawcze / Research Series															
			I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}	I	II	III	\bar{X}
A	1	Z	0,25	0,30	0,20	0,21	1,3	0,4	0,6	Z	1,1	1,2	1,1	Z	0,9	0,4	0,5	Z
		R					0,4	0,3	0,3	0,73	0,1	0,1	0,4	1,0	0,1	0,3	0,3	0,58
	2	Z	0,21	0,20	0,10		1,2	0,4	0,5	R	1,0	0,9	0,7	R	0,8	0,5	0,4	R
		R					0,5	0,2	0,3	0,33	0,2	0,1	0,3	0,20	0,2	0,4	0,2	0,25
B	1	Z	0,25	0,30	0,20	0,21	0,8	0,9	0,6	Z	1,6	2,2	1,8	Z	0,9	0,7	0,7	Z
		R					0,4	0,7	0,4	0,75	0,1	0,4	0,3	1,68	0,7	0,5	0,4	0,75
	2	Z	0,21	0,20	0,10		0,9	0,8	0,5	R	1,4	1,6	1,5	R	0,8	0,8	0,6	R
		R					0,4	0,6	0,3	0,47	0,2	0,3	0,2	0,25	0,6	0,6	0,3	0,52
C	1	Z	0,25	0,30	0,20	0,21	0,75	0,8	0,5	Z	2,7	1,8	2,1	Z	0,6	0,9	0,9	Z
		R					0,55	0,7	0,3	0,64	0,1	0,2	0,7	1,98	0,5	0,1	0,4	0,75
	2	Z	0,21	0,20	0,10		0,7	0,7	0,4	R	1,9	1,6	1,8	R	0,5	0,9	0,7	R
		R					0,5	0,6	0,2	0,48	0,1	0,2	0,5	0,30	0,3	0,1	0,4	0,30
D	1	Z	0,25	0,30	0,20	0,21	0,8	0,6	0,5	Z	0,1	0,2	0,3	Z	0,1	0,4	0,3	Z
		R					0,4	0,2	0,3	0,60	0,0	0,1	0,3	0,18	0,0	0,3	0,2	0,23
	2	Z	0,21	0,20	0,10		0,7	0,6	0,4	R	0,1	0,2	0,2	R	0,1	0,3	0,2	R
		R					0,3	0,1	0,2	0,25	0,0	0,1	0,2	0,12	0,0	0,2	0,1	0,13
K	1	Z	0,50	0,30	0,35	0,34	0,7	0,9	0,3	Z	0,3	0,1	0,3	Z	0,1	0,4	0,2	Z
		R					0,5	0,7	0,2	0,57	0,0	0,0	0,3	0,23	0,0	0,3	0,1	0,22
	2	Z	0,40	0,20	0,30		0,6	0,7	0,2	R	0,3	0,1	0,3	R	0,1	0,3	0,2	R
		R					0,4	0,6	0,1	0,42	0,0	0,0	0,3	0,10	0,0	0,3	0,1	0,13

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Z - warstwa zewnętrzna bloku sera / external layer of the cheese block; B – blok sera / cheese block;

R - rdzeń bloku sera / core of the cheese block; WD – wariant doświadczenia / variant of experiment;

MP – miejsce pobrania / place of sampling.

W rdzeniu bloku sera zawartość azotanów(V) była wyraźnie mniejsza niż w warstwach zewnętrznych i wynosiła: wariant A – 1,25 mg NO₃⁻/kg, wariant B – 9,37 mg NO₃⁻/kg i wariant C - 4,22 mg NO₃⁻/kg. W serach wariantu D i K zawartość azota-

nów(V) w rdzeniu bloku była podobna do zawartości w warstwie zewnętrznej i wynosiła: w wariacie D – 1,05 mg NO_3^- /kg i 1,22 mg NO_3^- /kg w wariacie K.

W czasie dojrzewania serów śledzono również dynamikę przemian azotanów(V) do azotanów(III). Zawartość azotanów(III) w serach po 4 tygodniach dojrzewania była większa w wariantach doświadczalnych A, B i C, a mniejsza w D i K. W wariantach doświadczalnych A, B i C średnia zawartość azotanów(III) w warstwie zewnętrznej bloku wynosiła odpowiednio: 1,0 mg NO_2^- /kg, 1,68 mg NO_2^- /kg i 1,98 mg NO_2^- /kg. W rdzeniu bloku sera zawartość azotanów(III) była zdecydowanie mniejsza i w wariantach A, B i C wynosiła odpowiednio: 0,20 mg NO_2^- /kg, 0,25 mg NO_2^- /kg i 0,30 mg NO_2^- /kg. Zawartość azotanów(III) w serach kontrolnym i wariantu D wynosiła odpowiednio: 0,23 mg NO_2^- /kg w warstwie zewnętrznej i 0,1 mg NO_2^- /kg w rdzeniu sera oraz 0,18 mg NO_2^- /kg i 0,12 mg NO_2^- /kg.

Zawartość azotanów (III) w serze kontrolnym K była mniejsza od zawartości azotanów(III) w serach wariantów A, B i C, ale nie na tyle, jak by to mogło wynikać z różnicy zawartości azotanów(V) w tych serach. Można to tłumaczyć tym, że zawartość azotanów(III) w serze w dużo większym stopniu zależy od aktywności oksydazy ksantynowej i aktywności bakterii redukujących azotany(V) niż od ilości azotanów występujących w mięszu sera. Tempo redukcji azotanów(V) zależy również od warunków panujących w dojrzewalni serów, szczególnie od temperatury dojrzewania.

Po 6 tygodniach dojrzewania serów następowało dalsze wyrównywanie się stężeń jonów NO_3^- (analogicznie do wyrównywania się stężeń NaCl) w mięszu serów wszystkich wariantów doświadczalnych.

Po 6 tygodniach dojrzewania pozostałości azotanów(V) w serach wyprodukowanych wg wariantów A, B i C wynosiły w warstwie zewnętrznej odpowiednio: od 1,3 do 2,1 mg NO_3^- /kg (średnio – 1,82 mg NO_3^- /kg), od 3,2 do 5,5 mg NO_3^- /kg (średnio – 4,15 mg NO_3^- /kg) i od 5,4 do 9,5 mg NO_3^- /kg (średnio – 6,73 mg NO_3^- /kg). W rdzeniu bloków serów pozostałości te były mniejsze i wynosiły średnio w serach wariantów A, B i C: 1,25 mg NO_3^- /kg, 1,23 mg NO_3^- /kg i 2,25 mg NO_3^- /kg. Wartości te nie przekraczają krajowych norm, które dopuszczają obecność 50 mg $NaNO_3$ /kg oraz 2 mg $NaNO_2$ /kg sera przeznaczonego do konsumpcji.

W serach wariantów kontrolnego K i wariantu D pozostałości azotanów po 6 tygodniach dojrzewania były małe. W wariacie K azotany(V) były na poziomie: 0,52 mg NO_3^- /kg w warstwie zewnętrznej i 0,48 mg NO_3^- /kg w rdzeniu bloku, a w wariacie D: odpowiednio 0,45 mg NO_3^- /kg i 0,27 mg NO_3^- /kg.

Pozostałości azotanów(III) w serach tych wariantów również były małe i wynosiły średnio w obu wariantach 0,22–0,23 mg NO_2^- /kg w warstwie zewnętrznej i 0,13 mg NO_2^- /kg w rdzeniu bloku. Niewielką zawartość jonów NO_2^- w serach wariantów D i K można tłumaczyć zachodzącymi przemianami fizykochemicznymi i biochemicznymi w mięszu sera.

Zawartości azotanów (V) i (III) w krajowych serach dojrzewających wyprodukowanych tradycyjną metodą dodatku KNO_3 (do mleka serowarskiego) były niejednokrotnie badane, a wyniki tych badań nie wykazują znaczących różnic, w stosunku do serów wyprodukowanych niniejszą metodą [2, 7, 11, 15, 16, 17, 18, 19].

Przeprowadzono trójczynnиковą analizę wariancji, której celem było określenie wpływu takich czynników, jak:

- 1) wariant doświadczenia, blok sera i miejsce pobrania próbki oraz
- 2) serię doświadczenia, wariant doświadczenia i miejsce pobrania próbki na zawartość azotanów (V) i (III) w dojrziałych serach (tab. 3).

Tabela 3

Wyniki trójczynnиковej analizy wariancji.
Results of a three-factor analysis of variance.

Ser Cheese	Źródło zmienności Source of variation	Wartość testu F / Value of test F	
		azotany(V)	azotany(III)
Tykociński	Wariant doświadczenia	71,23674*	19,41765*
	Blok sera	0,74003	0,93003
	Miejsce pobrania próbki	80,76346*	33,4815*
	Interakcja: wariant x blok	0,16131	0,13886
	Interakcja: wariant x miejsce	23,47166*	2,81916*
	Interakcja: blok x miejsce	0,00034	0,10334
	Interakcja: wariant x blok x miejsce	0,00452	0,02260
Tykociński	Seria doświadczenia	41,1436*	9,6211*
	Wariant doświadczenia	559,5374*	137,0888*
	Miejsce pobrania próbki	634,3661*	236,3774*
	Interakcja: seria x wariant	17,9582*	14,3518*
	Interakcja: seria x miejsce	25,2714*	0,4104
	Interakcja: wariant x miejsce	184,3609*	19,9033*
	Interakcja: seria x wariant x miejsce	9,8813*	14,6026*

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* - zależność statystycznie istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ / statistically significant dependence at a significance level of $\alpha = 0.05$

Stwierdzono, że największym źródłem zmienności w obydwu przypadkach były: miejsce pobrania próbki i wariant doświadczenia (odpowiednio $F = 80,76346^*$ i $F = 71,23674^*$ oraz $F = 634,3661^*$ i $F = 559,5374^*$). Statystycznie nieistotny okazał się wpływ bloku sera ($F = 0,74003$ i $F = 0,93003$), natomiast zauważono wpływ serii

doświadczalnej, chociaż w mniejszym stopniu niż pozostałych czynników, przy założonym poziomie istotności $\alpha=0,05$ ($F = 41,1436^*$).

Podobne relacje wykazano w analizie wariancji uwzględniającej wpływ wyżej wymienionych czynników na zawartość azotanów(III) w dojrzałych serach. Największym źródłem zmienności było miejsce pobrania próbki i wariant doświadczenia ($F = 33,48116^*$ i $F = 19,41765^*$ oraz $F = 236,3774^*$ i $F = 137,0888^*$). Blok sera nie miał statystycznie istotnego wpływu na pozostałości azotanów(III) w mięszu sera ($F = 0,93003$), natomiast istotne były różnice zawartości azotanów(III) pomiędzy poszczególnymi seriami badawczymi ($F = 9,6211^*$).

Stwierdzono także istotne współdziałanie tych czynników na pozostałości azotanów (V) i (III) w dojrzałych serach. Największy wpływ na zawartość azotanów (V) i (III) miało współdziałanie wariantu doświadczalnego i miejsca pobrania próbki (odpowiednio $F = 23,47166^*$ i $F = 2,81916^*$).

Przeprowadzono też ocenę sensoryczną serów (tab. 4), która wykazała, że sery wyprodukowane zmodyfikowaną metodą stosowania saletry potasowej klasyfikowane były głównie jako wyroby klasy I i II. Sery II serii wariantu C zostały zdyskwalifikowane ze względu na nietypowy, bardzo słodki smak oraz nieprawidłowe oczkowanie (liczna orzeszyna). Natomiast sery wyprodukowane tradycyjnie, czyli sery wariantu K były klasyfikowane jako klasa II w przypadku serii I oraz poza klasą w serii II i III, ze względu na obcy, nieprzyjemny zapach i pikantny, gorzki smak [21].

Tabela 4

Wyniki oceny sensorycznej dojrzałego sera tykocińskiego.
Sensory evaluation results of the ripe Tykocinski cheese.

Wariant doświadczalny Variant of the experiment	Klasa serów / Class of cheeses		
	Seria I / Series I	Seria II / Series II	Seria III / Series III
A	I	I	II
B	II	II	I
C	II	Poza klasą	I
D	II	II	I
K	II	Poza klasą	Poza klasą

Uzyskane wyniki wskazują na możliwość wykorzystania powyżej przedstawionej metody stosowania KNO_3 w warunkach przemysłowej produkcji serów. Bardzo ważnym aspektem tej technologii jest również to, że brak dodatku azotanów(V) do mleka umożliwił bardziej optymalny rozwój bakterii propionowych w serze typu szwajcar-

skiego, co z pewnością wpłynęło na lepsze ukształtowanie się cech smakowo-zapachowych i struktury tych serów [1, 12, 23].

Wnioski

1. Dodatek KNO_3 do solanki pozwala wyprodukować sery twarde typu szwajcarskiego o dobrych cechach jakościowych.
2. Dynamika przemian azotanów (V) i (III) podczas dojrzewania serów o zmodyfikowanym sposobie dodawania KNO_3 prowadziła do ich akumulacji.
3. W dojrzałym serze tykocińskim poziom azotanów był mały i nie przekraczał wartości dopuszczonych przez krajowe i europejskie akty prawne.
4. Statystyczna analiza wyników wykazała, że istotnym źródłem zmienności poziomu azotanów (V) i (III) w serach podczas dojrzewania były: stężenie KNO_3 w solance i czas dojrzewania. Najkorzystniejszym stężeniem KNO_3 w solance jest zakres 0,05 % - 0,10 %.
5. Stosowanie KNO_3 do solanki, a nie do mleka serowarskiego, pozwala na uzyskanie serwatki bezazotanowej, co umożliwia jej dalsze wykorzystanie w przemyśle spożywczym.

Literatura


- [1] Cichosz G., Łaniewska-Trokenheim Ł., Danowska-Oziewicz M., Łukaszuk W.: Wpływ *Lactobacillus paracasei* LPC-37 na jakość sensoryczną sera typu szwajcarskiego. *Przegl. Mlecz.*, 2007, **9**, 4-8.
- [2] Gapper L.W., Fong B.Y., Otter D.E., Indyk H.E., Woollard D.C.: Determination of nitrate and nitrite in dairy products by Ion Exchange LC with spectrophotometric detection. *Int. Dairy J.*, 2004, **14**, 881-887.
- [3] Glibowski P.: Zastosowanie białek serwatkowych w przemyśle spożywczym. *Przegl. Mlecz.*, 2004, **9**, 10-13.
- [4] Jakubczyk E.: Jakość serów dojrzewających a przetrwalnikujące bakterie beztlenowe. Cz. I. *Przegl. Mlecz.*, 1996, **5**, 137-139.
- [5] Jakubczyk E.: Jakość serów dojrzewających a przetrwalnikujące bakterie beztlenowe. Cz. II. *Przegl. Mlecz.*, 1996, **6**, 173-176.
- [6] Jakubowski J.: Studia nad kinetyką dyfuzji soli do sera. Praca habilitacyjna, WSR, Olsztyn 1967.
- [7] Karłowski K., Bojewski J.: Badanie krajowych serów dojrzewających na obecność azotanów, azotynów i lotnych N-nitrozoamin. *Rocz. PZH*, 1987, **3**, 199-205.
- [8] Kazemzadeh A., Ensafi A.A.: Sequential flow injection spectrophotometric determination of nitrite and nitrate in various samples. *Anal. Chim. Acta*, 2001, **442**, 319-326.
- [9] Luukkonen J., Kempainen A., Karki M., Laitinen H., Maki M., Sivala S., Taisisto A-M., Ryhanen E-L.: The effect of a protective culture and exclusion of nitrate on the survival of enterohemorrhagic *E. coli* and *Listeria* in Edam cheese made from Finnish organic milk. *Int. Dairy J.*, 2005, **15**, 449-457.
- [10] Matijasic B.B., Rajsp M.K., Perko B., Rogelj I.: Inhibition of *Clostridium tyrobutyricum* in cheese by *Lactobacillus gasseri*. *Int. Dairy J.*, 2007, **17**, 157-166.

- [11] Maszkiewicz J. Hiller A.: Zmiany zawartości azotanów i azotynów w procesach produkcji serów dojrzewających. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1988, **2**, 119-123.
- [12] Pajonk A.S., Saurel R., Andrieu J.: Experimental study and modeling of effective NaCl diffusion coefficients values during Emmental cheese brining. *J. Food Eng.*, 2003, **60**, 307-313.
- [13] PN-EN ISO 14673-1:2004. Mleko i przetwory mleczarskie. Oznaczanie zawartości azotanów V i azotanów III. Część 1: Metoda z wykorzystaniem redukcji kadmem i spektrometrii.
- [14] PN-A-86230:1968. Mleko i przetwory mleczarskie. Sery podpuszczkowe dojrzewające.
- [15] Przybyłowski P.: Występowanie i przemiany azotanów w produktach spożywczych. *Przegl. Mlecz.*, 1984, **8**, 10-12.
- [16] Przybyłowski P., Kiswa J., Karłowski K., Sajko W., Urbańska J., Janicka B.: Badania występowania azotanów i produktów ich przemian w mleku i wyrobach mleczarskich. Cz. II. Charakterystyka przemian azotanów i azotynów podczas produkcji i dojrzewania serów typu edamskiego i żuławskiego. *Rocz. PZH, rok*, **3**, 214-228.
- [17] Pluta A., Garganisz P., Zmarlicki S., Gaweł J.: Wpływ sposobu dodatku saletry w czasie produkcji sera na tempo przemian azotanów i azotynów oraz jakość sera podlaskiego. *Przem. Spoż.*, 1985, **8-9**, 303-305.
- [18] Pluta A., Gaweł J., Zmarlicki S.: Wpływ dodatku saletry do mleka serowarskiego na bakterie z grupy *coli* i przetrwalnikujące oraz jakość serów typu holenderskiego. *Przegl. Mlecz.*, 1985, **7**, 25-27.
- [19] Pluta A., Zmarlicki S., Gaweł J., Ostrowski S.: Zawartość azotanów i azotynów w dojrzewających serach krajowych. *Przem. Spoż.*, 1986, **7-8-9**, 166-167.
- [20] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 kwietnia 2004 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych i substancji pomagających w przetwarzaniu. *Dz. U.* 2004 r. Nr 94, poz. 933.
- [21] Stasiuk E., Przybyłowski P.: Wpływ zmodyfikowanego sposobu stosowania KNO_3 na cechy sensoryczne i mikrobiologiczne serów dojrzewających podpuszczkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **3 (44)**, 46-58.
- [22] Su Y., Ingham S.C.: Influence of milk centrifugation, brining and ripening conditions in preventing gas formation by *Clostridium* spp. in Gouda cheese. *Int. J. Food Microbiol.*, 2000, **54**, 147-154.
- [23] Śmietana Z., Bohdziewicz K., Derengiewicz W.: Czynniki technologiczne determinujące i różniące cechy serów dojrzewających. *Przegl. Mlecz.*, 2006, **4**, 4-6.

IMPACT OF A MODIFIED APPLICATION METHOD OF KNO_3 ON TRANSFORMATIONS OF NITRATE (V) AND (III) OCCURRING WHILE THE TYKOCINSKI CHEESE RIPENS

Summary

In Poland, saltpetre (KNO_3) is used to produce ripening rennet cheeses and is added to the cheese-making milk with the purpose of inhibiting the growth of bacteria causing butyric fermentation and bacteria from the coli group. During the research as described in this paper, a Swiss cheese called Tykocinski was produced on an industrial scale with the use a modified application method of KNO_3 (that was added to the brine and not to the cheese-making milk). The most advantageous variant of the experiment included salting the cheeses in the brine with a KNO_3 concentration rate ranging from 0,05 % to 0,10 %. The cheeses produced by this modified application method were characterized by a low level of nitrates (V) and (III) and by advantageous sensory features. The addition of KNO_3 to the brine makes it possible to obtain nitrate-free whey, which, subsequently, can be used in food industry.

Key words: Swiss type of cheese, Tykociński cheese, nitrate V and III, whey, brine 

ROMAN NIEDZIÓŁKA, KRYSZYNA PIENIAK-LENDZION, ELŻBIETA
HOROSZEWICZ, GRAŻYNA REMISZEWSKA

WPLYW NASION LNU NA WARTOŚĆ RZEŻNĄ I JAKOŚĆ MIĘSA KOZIOŁKÓW RASY BIAŁEJ USZLACHETNIONEJ

Streszczenie

Celem badań była analiza wartości rzeźnej i właściwości fizykochemicznych koźląt ubijanych w wieku 150 dni. Po odsadzeniu w wieku 60 dni, w tuczu zastosowano mieszankę pełnoporcjową z 10 % udziałem nasion lnu.

Stwierdzono statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) zwiększenie wydajności rzeźnej (45,80 %) oraz wyrębów cennych (udziec, comber) uzyskanych w grupie doświadczalnej. W tej grupie stwierdzono statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) mniej tłuszczu w tuszy (o 1 %). Natomiast procentowa zawartość mięsa w udźcu (70,60 %) i w tuszy (60,71 %), choć nieco wyższa w grupie doświadczalnej, okazała się statystycznie nieistotna.

Mięso koziołków żywionych nasionami lnu było ciemniejsze ($L^* 42,60$) – $p \leq 0,0$. Ponadto zawierało więcej ($p \leq 0,01$) suchej masy (24,32 %) i białka (20,97 %) oraz mniej ($p \leq 0,05$) tłuszczu (1,92 %). Pod względem sensorycznym wykazano zbliżoną przydatność kulinarną mięsa koziołków karmionych paszą z dodatkiem nasion lnu i mięsa koziołków grupy kontrolnej, co zostało potwierdzone brakiem statystycznie istotnych różnic.

Słowa kluczowe: koziołki, len, wartość rzeźna, wyręby, jakość mięsa

Wprowadzenie

Mięso uzyskane z młodych koźląt charakteryzuje się bardzo dobrą wartością odżywczą. Zawiera bowiem mało tłuszczu śródmięśniowego, a dużo białka i składników mineralnych [5, 11, 12].

Badania nad wartością rzeźną koźląt ubijanych przy różnej masie ciała wykazywały zróżnicowane wyniki. Wskazują na większy udział wyrębów wartościowych oraz tkanki mięsnej w tuszy zwierząt ubijanych w wyższych standardach wagowych oraz korzystniejsze parametry fizykochemiczne mięsa. [4, 7, 8]. Udział w dawce nasion

Dr inż. R. Niedziółka, prof. nadzw. dr hab. K. Pieniak-Lendzion, dr inż. E. Horoszewicz, Katedra Metod Hodowlanych, Hodowli Drobiu i Małych Przeżuwaczy, Instytut Bioinżynierii i Hodowli Zwierząt, Akademia Podlaska w Siedlcach, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce

roślin oleistych korzystnie wpływa na wartość rzeźną uzyskiwanego surowca oraz podstawowe parametry jakościowe mięsa ubijanych jagniąt i kozłat [1, 11, 17].

Celem podjętych badań było określenie wpływu stosowania w tuczu kozłat mieszanki pełnoporcjowej z udziałem 10 % nasion lnu na podstawowe parametry jakości mięsa.

Material i metody badań

Doświadczenie przeprowadzono na kozłętach (po 8 sztuk w grupie) rasy białej uszlachetnionej, które były tuczone alkierzowo do wieku 150 dni. Po okresie odsadzenia w wieku 60 dni w żywieniu zastosowano mieszankę pełnoporcjową oraz dodatek strukturalny siana łąkowego. W okresie tuczu koziołki żywione były *ad libitum*. Pasza grupy zwierząt doświadczalnych zawierała: 37 % jęczmienia, 17 % owsa, 25 % otrąb pszennych, 10 % śruty sojowej, 10 % nasion lnu, 1 % mieszanki mineralnej. Grupa kontrolna otrzymywała mieszankę o składzie: 37 % jęczmienia, 22 % owsa, 25 % otrąb pszennych, 15 % śruty sojowej, 1 % mieszanki mineralnej. Zwierzęta były kastrowane, a przez cały okres tuczu utrzymywane alkierzowo na głębokiej ściółce. Ubój i analizę rzeźną wykonywano zgodnie z metodyką dla małych przeżuwaczy opracowaną przez Instytut Zootechniki [9]. Po schłodzeniu w temp. 4 °C przez 24 h dokonywano podziału na wyreby, które następnie poddawano szczegółowej dyssekcji na tkankę mięsną, tłuszczową i kostną.

Próbki mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) analizowano pod względem zawartości: suchej masy (metodą suszarkową, 105 °C), białka ogółem (metodą Kjeldahla), tłuszczu (metodą Soxhleta) i związków mineralnych w postaci popiołu (metodą spopielenia). Na mięśniu przywodzicielu uda (*m. adduktor femoris*) oznaczano wodochłonność metodą Grau-Hamma, pH 45 min i 24 h (pehametr CP-315 z elektrodą zespoloną) oraz jasność tkanki mięśniowej (*m. semimembranosus*) przy użyciu kolorymetru odbiciowego Minolta CR-300.

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu procedury ANOVA, wykorzystując pakiet Stat. 6.0PL [15].

Wyniki i dyskusja

Kozłeta żywione mieszanką z 10 % udziałem nasion lnu uzyskały większą o 1,34 kg masę ciała przed ubojem w porównaniu z grupą kontrolną (31,66 kg) (tab. 1). Również masa tuszy schłodzonej w grupie doświadczalnej była większa średnio o około 1 kg i wyniosła 15,01 kg. Wyższym wskaźnikiem wydajności rzeźnej (45,80 %) charakteryzowała się grupa kozłat żywionych mieszanką z udziałem nasion lnu. Różnice okazały się statystycznie istotne. Kasprzak i Krupa [4] uzyskali wyższy wskaźnik wydajności rzeźnej zimnej, który wyniósł 47,39 %. Natomiast Szymanowska i wsp. [17] oraz Korniewicz i wsp. [6] w badaniach na koziołkach i jagniętach określili wy-

dajność rzeźną na poziomie 45 %. Ubytki masy tuszy w czasie chłodzenia były zbliżone w obydwu grupach i zawierały się w granicach 3,66–3,85 %.

Tabela 1

Masa ciała i wskaźniki wartości rzeźnej koźląt.
Body weight and slaughter value.

Cecha Trait	Grupa doświadczalna Experimental Group		Grupa kontrolna Control Group	
	\bar{x}	V	\bar{x}	V
Masa ciała przed ubojem Body weight prior to slaughter [kg]	33,00	6,63	31,66	10,52
Masa tuszy schłodzonej Chilled carcass weight [kg]	15,01	6,20	14,00	10,36
Ubytki masy tuszy przy chłodzeniu Losses of carcass weight during cooling [%]	3,66	4,76	3,85	6,03
Wydajność rzeźna tuszy zimnej Slaughter efficiency of cold carcass [%]	45,80 ^a	2,16	44,25 ^b	2,44

a,b - istotne przy $P \leq 0,05$; a,b – significant at $P \leq 0,05$

W grupie doświadczalnej stwierdzono większą masę półtuszy prawej, w tym przodu, środka i zadu w porównaniu z grupą kontrolną. Większe wartości masy półtuszy prawej (7,74 kg), oraz partii przodu (3,10 kg) i zadu (2,34 kg) półtuszy uzyskano we wcześniejszych badaniach [10]. Natomiast mniejszą masę przodu, środka i zadu w tuszy jagniąt ubijanych przy masie ciała 30–35 kg uzyskała Grześkowiak i wsp. [2]. Stwierdzono statystycznie istotne różnice ($p \leq 0,05$) między średnimi wartościami masy takich wyrębów podstawowych, jak: karkówka, łopatka, udziec i comber na korzyść koźląt żywionych mieszanką zawierającą nasiona lnu (tab. 2). Ta sama grupa koźląt charakteryzowała się większą masą: wyrębów cennych o 0,30 kg, udźca o 0,14 kg, combra o 0,10 kg i antrykotu o 0,06 kg. W sumie masa wyrębów cennych była mniejsza o 1,46 % w grupie kontrolnej i wyniosła 2,51 kg w porównaniu z grupą doświadczalną (2,81 kg). Udział udźca w półtuszy kształtował się nieznacznie powyżej 24 % bez względu na grupę i był mniejszy o około 4 % od tego, jaki uzyskał Sen i wsp. [12].

Natomiast Stanisław i Gut [14], w badaniach dotyczących 5-miesięcznych koźląt mieszańców z rasą burską, uzyskali udział wyrębów cennych na poziomie 38,65 %, a udźca 23,14 %. Ilość tłuszczu okołonerkowego może wskazywać na stopień otluszczenia tuszy. Rodzaj podawanej paszy i udział lnu w dawce mógł pośrednio wpłynąć

na stopień otluszczenia, czego efektem była wyższa jego masa (0,192 kg) w grupie koźląt doświadczalnych. Różnice okazały się statystycznie istotne ($p \leq 0,01$). Udział tłuszczu okołonerkowego w półtuszy wyniósł 2,56 % i był zbliżony (2,49 %) do tego, jaki otrzymała w badaniach Kuźnicka i wsp. [7].

Tabela 2

Masa podstawowych elementów półtuszy koźlątków [kg].
Weight of main elements of the half-carass of buck kids [kg].

Cecha Trait	Grupa doświadczalna Experimental Group		Grupa kontrolna Control Group	
	\bar{x}	V	\bar{x}	V
Półtusza prawa Right half-carass	7,50	6,00	6,90	9,42
Przód / Front	3,00	7,00	2,80	11,07
Środek / Middle	2,07 ^a	5,80	1,92 ^b	5,21
Zad / Rump	2,18	6,88	2,01	9,95
Masa nerki Weight of kidney	0,058	4,22	0,056	6,42
Tłuszcz okołonerkowy Kidney fat	0,192 ^A	6,28	0,114 ^B	7,60
Masa wyrębów w półtuszy - Weight of cuts in half-carass				
Szyja / Neck	0,40	11,69	0,48	15,70
Karkówka / Middle neck	0,83 ^a	6,80	0,67 ^b	35,63
Łopatka / Shoulder	1,02 ^a	6,72	0,86 ^b	9,25
Łata z żebrami / Flank with ribs	0,94	12,31	0,95	9,50
Antrykot / Cutlet	0,53	10,51	0,47	10,16
Udziec / Leg	1,76 ^a	7,27	1,62 ^b	10,91
Comber / Loin	0,52 ^a	6,67	0,42 ^b	11,34
Mostek / Sternum	0,38	8,06	0,39	15,53
Goleń przednia / Fore shank	0,37	14,88	0,40	17,44
Goleń tylna / Hind shank	0,42	14,42	0,39	15,91
Poładwiczka / Filet	0,08	4,99	0,08	14,09
Udział wyrębów cennych cuts in half-carass [%]	38,76	8,21	37,30	9,53

a,b – istotne przy $P \leq 0,05$; a,b – significant at $P \leq 0,05$

A,B – istotne przy $P \leq 0,01$; A,B – significant at $P \leq 0,01$

W tuszy koźląt tuczonych mieszką z udziałem nasion lnu stwierdzono statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) mniejszą zawartość tkanki tłuszczowej – średnio o 1 %. Pod względem zawartości tkanki mięsnej i tłuszczowej grupa doświadczalna charakteryzo-

wała się nieznacznie wyższymi wartościami w porównaniu z grupą kontrolną. Podobne wartości udziału tkanki mięsnej (60,22 %) uzyskano w półtuszy jagniąt [16].

Tabela 3

Skład tkankowy udźca i półtuszy [%].

Composition of the leg and half-carcass tissues [%].

Cecha Trait	Grupa doświadczalna Experimental Group		Grupa kontrolna Control Group	
	\bar{x}	V	\bar{x}	V
Struktura tkankowa udźca / Tissue structure of leg				
Tkanka mięśniowa Muscle tissue	70,60	6,53	70,26	11,03
Tkanka tłuszczowa Fat tissue	9,29	15,51	9,48	18,38
Tkanka kostna Bone tissue	20,11	13,33	20,26	12,25
Oszacowana zawartość w tuszy / Estimated contents in carcass				
Tkanka mięśniowa Muscle tissue	60,71	11,69	59,84	12,17
Tkanka tłuszczowa Fat tissue	12,33 ^a	4,98	13,33 ^b	8,91
Tkanka kostna Bone tissue	26,96	4,98	26,83	8,81

a,b - istotne przy $P \leq 0,05$; a,b - significant at $P \leq 0,05$

Analiza składu tkankowego udźca dowiodła, że udział mięsa kulinarnego kształtował się powyżej 70 % (tab. 3) i był podobny do wyników innych autorów [5] oraz do wcześniejszych badań własnych [10]. Również w badaniach Szymanowskiej i wsp. [17], przeprowadzonych na kozłkach żywionych paszą z dodatkiem lnu, wykazano zawartość tkanki mięsnej w udźcu na podobnym poziomie tj. 70,4 %. Natomiast wyniki Borysa i Pająka [1] wskazują na większy udział mięsa (73,08 %) i tłuszczu (9,60 %), a mniejszy kości (17,33 %) w tuszy jagniąt żywionych paszą z dodatkiem lnu. Jeszcze większą zawartość tkanki mięsnej w udźcu, która wyniosła 76,77 %, stwierdził Sen i wsp. [12].

Pod względem składu chemicznego (tab. 4) wystąpiły statystycznie istotne różnice między grupami zwierząt. Istotnie większą ($p \leq 0,01$) zawartość suchej masy, o 0,57 %, i białka, o 0,85 %, oraz mniejszą ($p \leq 0,05$) zawartość tłuszczu, o 0,20 % stwierdzono w grupie kozłat doświadczalnych. Stanisław i wsp. [13] oznaczyli większą zawartość suchej masy, o 0,99 %, i mniejszą zawartość białka, o 2,42 %, w stosunku do niniejszych badań. Uzyskane wyniki w zakresie suchej masy i białka były zbliżone

do badań dotyczących rasy polskiej białej uszlachetnionej (23,53 i 20,21 %), alpejskiej (23,74 i 19,64 %) i saaneńskiej (21,96 i 20,65 %) [8, 10]. W przypadku analizowanych cech fizycznych mięsa statystycznie istotne ($p \leq 0,01$) różnice dotyczyły jasności barwy mięsa. Wartość odczytu L^* wskazuje na ciemniejszą barwę mięsa pochodzącego od koziołków żywionych mieszanką z udziałem lnu. Ciemniejsza barwa mięsa mogła być spowodowana mniejszą zawartością tłuszczu śródmięśniowego, na co wskazują również inne badania [3]. Natomiast Stanisiz i wsp. [13] uzyskali ciemniejszą barwę mięsa koziołków mieszańców z różnym udziałem rasy burskiej, w którym stwierdzono jednocześnie większą zawartość tłuszczu śródmięśniowego. Wartości te były zbliżone do wyników badań własnych i kształtowały się na poziomie 45,7–46,3. Wyniki pomiaru pH_1 i pH_2 były nieznacznie wyższe w mięsie zwierząt grupy kontrolnej i wyniosły odpowiednio 6,39 i 5,67. Podobne wartości pH_1 i pH_{24} mięsa koźląt ubijanych w różnym wieku uzyskano w przypadku innych badań [3, 12, 13].

Tabela 4

Skład fizykochemiczny mięsa.
Physical and chemical composition of meat.

Cecha Trait	Grupa doświadczalna Experimental Group		Grupa kontrolna Control Group	
	\bar{x}	V	\bar{x}	V
pH_1 pH_1	6,32	11,67	6,39	1,88
pH_2 pH_2	5,55	2,16	5,67	2,65
Jasność barwy L^* Colour brightness L^*	42,60 ^A	3,31	45,65 ^B	3,61
Wodochłonność [%] Water holding capacity [%]	26,28	3,96	25,18	3,18
Sucha masa [%] Dry matter [%]	24,32 ^A	2,90	23,75 ^B	7,20
Białko [%] Crude protein [%]	20,97 ^A	5,71	20,12 ^B	2,44
Tłuszcz [%] Fat [%]	1,92 ^a	5,73	2,12 ^b	5,19
Popiół [%] Ash [%]	1,11	8,10	1,09	7,30

a,b - istotne przy $P \leq 0,05$; a,b - significant at $P \leq 0.05$;
A,B - istotne przy $P \leq 0,01$; A,B - significant at $P \leq 0.01$.

Tabela 5

Ocena sensoryczna mięsa kozłąt (1-5 pkt).
Sensory evaluation of meat of buck kids.

Cecha Trait	Grupa doświadczalna Experimental group		Grupa kontrolna Control group	
	\bar{x}	V	\bar{x}	V
Zapach Flavour	4,25	4,7	4,27	4,68
Soczystość Juiciness	4,20	2,38	4,19	2,39
Kruchość Tenderness	4,25	2,35	4,20	4,76
Smakowitość Palatability	4,28	2,34	4,22	2,37

Wyniki oceny sensorycznej wskazują na dobrą przydatność kulinarną mięsa obydwu badanych grup kozłąt, o czym świadczą oceny powyżej 4 pkt każdej z cech (tab. 5). Udział tłuszczu śródmięśniowego ma wpływ szczególnie na kruchość i soczystość mięsa [1, 3, 13]. W przypadku badanego mięsa stwierdzono brak istotnego wpływu karmienia kozłąt paszą z dodatkiem nasion lnu na soczystość i kruchość. Natomiast w zakresie zapachu mięso kozłąt żywionych mieszanką z udziałem nasion lnu zostało ocenione nieznacznie niżej (4,25 pkt). W innych badaniach wykazano, że zawartość kwasów nienasyconych, których z reguły jest więcej w mięsie zwierząt żywionych nasionami roślin oleistych, może wpływać ujemnie na zapach mięsa [1, 11].

Wnioski

1. Zastosowanie w mieszance paszowej dodatku nasion lnu pozwoliło uzyskać wyższe parametry większości analizowanych cech wartości rzeźnej. Stwierdzono istotne zwiększenie wydajności rzeźnej oraz masy wyrębów cennych szczególnie udźca i combra.
2. Żywienie nie wpłynęło istotnie na zawartość tkanki mięsnej i kostnej w udźcu i tuszy. Natomiast tusze kozłąt doświadczalnych zawierały istotnie ($p \leq 0,05$) mniej tkanki tłuszczowej (12,33 % wobec 13,33 %).
3. Uzyskany właściwy skład fizykochemiczny mięsa koziołków podkreśla jego wartość dietetyczną i kulinarną. Stwierdzono istotny wpływ żywienia koziołków na zawartość suchej masy, białka i tłuszczu oraz na barwę mięsa.

Literatura

- [1] Borys B., Pająk J.: Możliwości modyfikacji jakości mięsa jagniąt ssących poprzez stosowanie w żywieniu matek nasion rzepaku i lnu. *Przeł. Hod.*, 2005, **10**, 11-15.
- [2] Grześkowiak E., Strzelecki J., Borys B., Borys A., Borzuta K., Lisiak D.: Wpływ stosowania nasion rzepaku i lnu w tuczu jagniąt na uzysk wyrębów i mięsa kulinarnego oraz wybrane parametry jakości mięsa. *Zesz. Nauk., Przeł. Hod.*, 2004, **72 (3)**, 69-76.
- [3] Kalinowska B., Cecugiewicz S., Kędzior W., Kosiak A.: Wpływ krzyżowania z rasą burską i nubijską na jakość mięsa kozłat tuczonych do masy 30 kg. *Zesz. Nauk. SGGW*, 1997, **1**, 175-183.
- [4] Kasprzyk A., Krupa J.: Wpływ płci na wartość rzeźną kozłat. *Rocz. Nauk. IZ*, 2000, **5 Supl.**, 156-160.
- [5] Kędzior W., Kalinowska B., Cecugiewicz S.: Jakość mięsa kozłat z krzyżowania kóz polskich białych uszlachetnionych rasą burską. *Rocz. Inst. Przem. Mięs.*, 1997, **34**, 39-46.
- [6] Korniewicz A., Poleczek B., Czarnik-Matusiewicz H., Sieradzka A.: Pasze tradycyjne i mieszanki pełnoporcjowe wzbogacone w tłuszcz roślinny w tuczu jagniąt. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 1999, **26 (3)**, 215-230.
- [7] Kuźnicka E., Rant W., Niżnikowski R.: Przydatność rasy białej uszlachetnionej do krzyżowania z kozami burskimi w celu poprawy użytkowości mięsnej potomstwa. *Zesz. Nauk. Przeł. Hod.*, 2004, **72 (3)**, 165-169.
- [8] Mioč B., Pavič V., Ivankovič A.: Some carcass traits and chemical composition of different muscle groups in Alpine and Saanen breed kids. *Czech J. Anim. Sci.*, 2001, **46 (2)**, 83-87.
- [9] Nawara W., Osikowski M., Kluz J., Modelska M.: Wycena tryków na podstawie badania wartości potomstwa w Stacjach Oceny Tryków Instytutu Zootechniki za rok 1962. *Wyd. Wł. Inst. Zoot. Kraków*, 1963, s. 45-58.
- [10] Pieniak-Lendzion K., Horoszewicz E., Niedziółka R.: Wpływ wieku uboju na jakość tuszy koziołków rasy białej uszlachetnionej. *Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol., BTN*, 2005, **55**, B, 115-121.
- [11] Pieniak-Lendzion K., Niedziółka R., Borkowska T., Horoszewicz E.: Effect of lin supplement in mixtures on chemical composition and fatty acids profile in male kids. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 2006, **49**, Special Issue, 244-248.
- [12] Sen A.R., Santra A., Karim S.A.: Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. *Meat Sci.*, 2004, **66**, 757-763.
- [13] Stanisław M., Pietrzak M., Gut A.: Jakość mięsa koziołków mieszańców z udziałem 50 % i 75 % genów rasy burskiej. *Zesz. Nauk. Przeł. Hod.*, 2004, **72 (3)**, 173-178.
- [14] Stanisław M., Gut A.: A comparison of slaughter value of intensively fattened ram lambs and meat-type male kids. *Animal Sci. Pap. Rep.*, 2005, **23 (2)**, 142-153.
- [15] Statistica – Przewodnik, 2002 – StatSoft z.o.o. Kraków.
- [16] Strzelecki J., Borzuta K., Grześkowiak E., Borys B., Borys A., Lisiak D.: Wpływ genotypu owiec na wielkość uzysku podstawowych wyrębów oraz ilość mięsa kulinarnego z jagniąt. *Rocz. Nauk. IZ, Supl.*, 2001, **11**, 209-214.
- [17] Szymanowska A., Gruszczycki T., Lipiec A., Patkowski K.: Wartość rzeźna kozłat żywionych paszą z dodatkiem lnu. *Mat. Konf. LXXI Zjazdu PTZ*, 2006, **4**, p.35.

IMPACT OF LINSEEDS ON THE SLAUGHTER VALUE AND MEAT QUALITY OF THE IMPROVED WHITE RACE BUCK KIDS

S u m m a r y

The objective of the research was to analyze the slaughter value and physicochemical parameters of buck kids slaughtered at the age of 150 days. At the age of 60 days, the buck kids studied were weaned on a balanced mixture containing 10 % linseeds as their fattening feed.

It was found the their slaughter efficiency increased (by 45.80 %) statistically significantly ($p \leq 0.05$) as did the quantity of valuable cuts (leg, loin) from the experimental group. Moreover, an the latter group a statistically significantly ($p \leq 0.05$) lower amount of fat was found in the carcass (by approximately 1 %). However, the meat content in the leg (70.60 %) and in the carcass (60.71 %), although somewhat higher in the experimental group, appeared to be statistically insignificant.

The meat of buck kids fed with linseeds was darker ($L^* 42.60$) – $p \leq 0.01$. What is more, it contained more ($p \leq 0.01$) dry matter (24.32 %) and proteins (20.97 %), but less ($p \leq 0.05$) fat (1.92 %). From the sensory point of view, both the meat of buck kids fed with linseeds added and the meat of buck kids in the control group showed a similar culinary usefulness confirmed by the fact that no statistically significant differences were found.

Key words: buck kids, linum (flax), slaughter value, cuts, quality of meat ☒

GRAŻYNA KRASNOWSKA, ANNA SALEJDA

WYBRANE CECHY JAKOŚCIOWE TŁUSZCZU POCHODZĄCEGO Z TUSZ TUCZNIKÓW RÓŻNYCH GRUP GENETYCZNYCH

Streszczenie

Poprawa mięsności trzody chlewnej doprowadziła do korzystnego, znaczącego wzrostu wartości rzeźnej tuczników, przy jednoczesnym zmniejszeniu zawartości tłuszczu w tuszy. Zmniejszenie otłuszczenia przyczyniło się do zmian ilościowych i jakościowych tłuszczu podskórnego, a także między- i śródmięśniowego. Jakość technologiczna tkanki tłuszczowej, w tym takie cechy, jak: konsystencja, spoistość, jędrność oraz wrażliwość na oksydację decydują o jej przydatności do przetwarzania. W pracy dokonano oceny podstawowych parametrów jakościowych tkanki tłuszczowej trzody chlewnej pochodzącej z tusz tuczników uzyskanych w wyniku dwóch odmiennych wariantów krzyżowania: mieszańców pbz x (pi x du) (I grupa) oraz mieszańców hybrydowych linii Hypor x PIC 337 (II grupa). Ocenę surowców tłuszczowych przeprowadzono na podstawie oznaczeń podstawowego składu chemicznego, wybranych parametrów chemicznych, udziału poszczególnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu oraz oznaczenia temperatury topnienia i aparaturowego pomiaru barwy. Porównanie tłuszczu podskórnego i wewnętrznego wskazuje na mniejszy udział wody i białka, a większą zawartość tłuszczu w sadle (ok. 90 %) w stosunku do słoniny (ok. 88 %). W surowcach tłuszczowych pochodzących od mieszańców linii hybrydowych (Hypor x PIC337) oznaczono mniejszą zawartość białka (2,66 % w słoninie i 1,79 % w sadle), co może sprzyjać stabilności przechowalniczej tych surowców. Parametry barwy wskazują na decydujący wpływ barwy żółtej w kształtowaniu tego wyróżnika, przy czym stwierdzono, że większą jasnością cechowała się słonina grupy I niż II oraz sadło w stosunku do słoniny. Temperatura topnienia i liczba jodowa tłuszczu podskórnego i wewnętrznego jest charakterystyczna dla tych surowców, tzn. wyższą temperaturę topnienia i niższą wartość liczby jodowej oznaczono w tłuszczu wewnętrznym.

Słowa kluczowe: jakość, tłuszcze wieprzowe, genotyp

Wprowadzenie

Tłuszcze zwierzęce stanowią drugą, podstawową grupę surowców wytwarzanych i wykorzystywanych w przemyśle mięsny. W produkcji przetworów mięsnych odgrywają one kluczową rolę w kształtowaniu tekstury otrzymywanych produktów,

Dr hab. G. Krasnowska prof. UP, mgr inż. A. Salejda, Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C.K. Norwida 25/27, 50-375 Wrocław

wpływają na ich wartość odżywczą i profil sensoryczny. Ilość i jakość surowca tłuszczowego jest determinowana przez warunki chowu i żywienia zwierząt w interakcji z ich typem genetycznym, wiekiem i płcią zwierzęcia, lokalizacją tkanki tłuszczowej w tuszy i zawartością kwasów tłuszczowych. Udział poszczególnych składników chemicznych, jak: białka, wody, tłuszczu, kwasów tłuszczowych, witamin i cholesterolu decyduje w głównej mierze o wartości odżywczej, dietetycznej i przydatności technologicznej tłuszczu [4, 5, 10, 11, 22]. Osiągnięcie wyraźnej poprawy mięsności tuczników pogłównia masowego, doprowadziło do korzystnego wzrostu wartości rzeźnej, przy jednoczesnym zmniejszeniu zawartości tłuszczu. Zmniejszenie otłuszczenia przyczyniło się do zmian ilościowych, a także jakościowych nie tylko tłuszczu podskórnego, ale także między- i śródmięśniowego [1, 23].

Jakość technologiczna tkanki tłuszczowej, w tym takie cechy, jak: konsystencja, spoistość, jędrność oraz wrażliwość na oksydację decydują o jej przydatności do przetwarzania. Jędrność zależy od składu chemicznego: zawartości lipidów i wody, białka oraz rodzaju kwasów tłuszczowych wchodzących w skład triacylogliceroli. Wysoka zawartość wody powoduje brak trwałości tkanki tłuszczowej, natomiast właściwości podstawowych kwasów tłuszczowych tkanki tłuszczowej odgrywają główną rolę w kształtowaniu jej konsystencji. Kwasy tłuszczowe C:16 i C:18, które stanowią ponad 90 % kwasów tłuszczowych tkanki tłuszczowej świń, mają największy wpływ na punkt topnienia tłuszczów, a więc na konsystencję tej tkanki. Aktualnie stosowane metody oceny jędrności tkanki tłuszczowej potwierdzają dominującą rolę proporcji kwasów tłuszczowych nasyconych w stosunku do nienasyconych. Wartość żywieniowa wieprzowej tkanki tłuszczowej jest związana z zawartością kwasów tłuszczowych wielonienasyconych, podczas, gdy jakość sensoryczna i technologiczna jest zadowolająca przy wyższej zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych i relatywnie niskiej zawartości wody. Trudne jest uzyskanie dobrej jakości jednocześnie w zakresie wartości żywieniowej, technologicznej i sensorycznej. Tkanka tłuszczowa powinna mieć białą barwę, jędrną konsystencję i odznaczać się stabilnością w stosunku do czynników utleniających [5, 6].

Celem niniejszej pracy była ocena podstawowych parametrów jakościowych tkanki tłuszczowej trzody chlewnej pochodzącej z tusz tuczników uzyskanych w wyniku dwóch odmiennych wariantów krzyżowania.

Material i metody badań

Materiałem doświadczalnym był tłuszcz podskórny (słonina) i tłuszcz wewnętrzny (sądło) pobrany z tusz tuczników pochodzących z kojarzenia loch rasy polskiej białej zwisłouchej (pbz) z knurem będącym mieszańcem ras pietrain i duroc (pi x du) (I grupa doświadczalna) oraz od tuczników będących mieszańcami hybrydowymi loch

linii Hypor z knurem PIC 337 (II grupa doświadczalna). Średnia mięsność tuczników objętych badaniami wynosiła 57 %.

Przed przystąpieniem do badań słoninę pozbawiano skóry oraz oczyszczano z ewentualnych fragmentów tkanki mięśniowej lub zanieczyszczeń.

Ocenę surowców tłuszczowych prowadzono na podstawie wyników oznaczeń podstawowego składu chemicznego, wybranych parametrów chemicznych, udziału poszczególnych kwasów tłuszczowych oraz oznaczenia temperatury topnienia i aparaturowego pomiaru barwy.

Suchą masę oznaczano metodą suszarkową zgodnie z PN-EN ISO [13], po uprzednim rozdrobieniu surowca tłuszczowego, a pozostały wytopiony tłuszcz używano do oznaczenia zawartości tłuszczu zgodnie z PN-ISO [14]. Zawartość białka oznaczano metodą Kjeldahla zgodnie z PN [15] za pomocą aparatu Kjeltac™ 2300.

Rozdrobiony surowiec, a następnie wytopiony w temp. 30 °C tłuszcz, wykorzystywano do wyznaczenia punktu topnienia zgodnie z PN-EN ISO [16] oraz oznaczenia stałych chemicznych: liczby zmydlenia zgodnie z PN-EN ISO [18] i liczby jodowej zgodnie z PN-EN ISO [17].

Do pomiaru barwy tkanki tłuszczowej używano kolorymetru odbiciowego Chroma-Meter Minolta CR-200, wyznaczając parametry L^* , a^* , b^* .

Analizę estrów kwasów tłuszczowych prowadzono metodą chromatografii gazowej zgodnie z PN-EN ISO [19] po uprzednim ich przygotowaniu wg PN-EN ISO [20].

Badaniom poddano materiał pochodzący z czterech serii hodowlanych, w okresie od stycznia do marca 2007 roku, w każdej serii oceniano tłuszcz trzech tusz tuczników z obu półtuszy ($n = 24$). Statystyczną analizę wyników opracowano w programie Statistica 8.0, przeprowadzając jedno- oraz dwuczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana ($\alpha \leq 0,05$).

Wyniki i analiza

O przydatności technologicznej zwierzęcych surowców tłuszczowych decydują przede wszystkim ich właściwości fizykochemiczne.

Wyniki oznaczeń suchej masy ocenianych surowców tłuszczowych (tab. 1 i 2) były zbliżone w słoninie mieszańców I grupy (pbz x (pi x du), jak i mieszańców grupy II (Hypor x PIC 337), i kształtowały się na poziomie około 91%. Otrzymane rezultaty oznaczeń suchej masy w sadle również były podobne w przypadku obu grup doświadczalnych, ale kształtowały się na nieznacznie wyższym poziomie.

Większą zawartość białka oznaczono w słoninie i sadle mieszańców I grupy doświadczalnej, odpowiednio na poziomie 2,9 % i 2,1 %, w stosunku do tłuszczu mieszańców II grupy doświadczalnej, w której analogiczne wartości wynosiły ok. 2,7 % i 1,8 %. Ponadto, analiza statystyczna wyników dowiodła, że mieszańce loch pbz i knurów (pi x du) odznaczały się większą zmiennością tego składnika w tłuszczu za-

równy podskórnym, jak i wewnętrznym. Zawartość białka w tłuszczach tuczników rasy PIC nie była zróżnicowana statystycznie w przypadku oceny partii hodowlanej (tab. 2).

Średnia zawartość tłuszczu zarówno w słoninie grupy I, jak i grupy II, wynosiła 88 %. W sadle obu grup doświadczalnych stwierdzono wyższy udział tego składnika (odpowiednio 90,3 % w przypadku mieszańców grupy I i 90,8 % w przypadku mieszańców grupy II). Dowiedziono statystycznie, że w obrębie obu grup genetycznych zwierząt, sadło pod względem zawartości tłuszczu jakościowo było jednorodne, natomiast w przypadku słoniny wystąpiło większe zróżnicowanie wyników oznaczeń (tab. 2).

Tabela 1

Skład chemiczny surowców tłuszczowych.
Chemical composition of fats.

Grupa Group	Zawartość suchej masy Content of dry matter	Zawartość białka Protein content	Zawartość tłuszczu Fat content	Zawartość wody ¹⁾ Water content
	[%]	[%]	[%]	[%]
Słonina / Back-fat				
I	90,96 A	2,90 A	88,07 A	9,04
II	91,11 A	2,66 A	88,45 A	8,89
Sadło / Leaf-fat				
I	92,41 A	2,12 B	90,29 A	7,59
II	92,54 A	1,79 A	90,75 A	8,24

Objaśnienia: / Explanatory notes:

¹⁾ Zawartość wody obliczono jako $100 - \text{zawartość suchej masy} [\%] / \text{Water content was calculated as a } 100 - \text{content of dry mass} [\%]$;

A, B – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha \leq 0,05$;

A, B – Mean values in the columns, denoted by different letters, differ statistically significant at a level of $\alpha \leq 0.05$.

Słonina w obu grupach mieszańców zawierała ok. 9 % wody, natomiast w sadle zawartość ta była mniejsza i kształtowała się w przedziale od 7,6 % do 8,2 %, co znajduje również potwierdzenie w badaniach Greli i Winiarskiej [5]. Poprawa mięsności tuczników, będąca następstwem prac hodowlanych, może prowadzić równocześnie do obniżenia jakości surowców rzeźnych. Problem ten może dotyczyć także podstawowego składu chemicznego surowców tłuszczowych. Większa zawartość wody w tłuszczu tkankowym przyczynia się do większej jego podatności na rozwój mikroflory patogennej i zwiększoną skłonność do jęlczenia. Tłuszcz taki charakteryzuje się mniejszą topliwością, w związku z czym jego przydatność technologiczna jest ograniczona. Za-

wartość tłuszczu w ocenianym materiale mieściła się w zakresie wartości podanych przez wyżej cytowanych autorów [5], ale udział białka w przypadku sadła był wyższy, a większa jego zawartość może mieć wpływ na obniżenie stabilności przechowalniczej surowca i w konsekwencji również na wartość użytkową [5, 7].

Tabela 2

Skład chemiczny surowców tłuszczowych. Dwuczynnikowa analiza wariancji.
Chemical composition of fat. Two-factor analysis of variance.

Seria / Series	Słonina / Back-fat		Sadło / Leaf fat	
	Grupa I Group I	Grupa II Group II	Grupa I Group I	Grupa II Group II
Sucha masa / Dry matter [%]				
1	89,52 Aa	87,02 Aa	92,03 ABa	89,44 Aa
2	91,26 Ba	90,34 Ba	91,81 Aa	92,25 Aa
3	91,73 Ba	91,03 Ba	93,83 Ba	92,32 Aa
4	91,39 Ba	90,81 Ba	91,96 ABa	93,05 Aa
Białko / Protein [%]				
1	3,42 Ba	2,66 Aa	2,63 Ba	1,43 Aa
2	2,59 ABa	2,91 Ab	1,72 Aa	1,97 Ab
3	3,08 ABb	2,69 Aa	2,20 ABb	1,67 Aa
4	2,49 Ab	2,38 Aa	1,92 Aa	2,07 Aa
Tłuszcz / Fat [%]				
1	86,06 Aa	87,02 Aa	89,40 Aa	89,44 Aa
2	88,64 Ba	87,44 Aa	90,09 Aa	90,27 Aa
3	88,65 Ba	91,03 Bb	91,63 Aa	92,32 Aa
4	88,90 Ba	88,43 ABa	90,04 Aa	90,99 Aa

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b - wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha \leq 0,05$;

a,b – Mean values in the columns, denoted by different letters, differ statistically significant at a level of $\alpha \leq 0.05$;

A, B – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha \leq 0,05$;

A, B – Mean values in the columns, denoted by different letters, differ statistically significant at a level of $\alpha \leq 0.05$.

Fizyczne wskaźniki jakości tłuszczu określono poprzez oznaczenie parametrów barwy wg systemu CIE w skali L*, a*, b* oraz wyznaczenie temperatury topnienia (tab. 3 i 4).

Surowce tłuszczowe pochodzące od mieszańców obu grup cechowały się wyrównanymi wartościami jasności barwy (parametr L*), jednak w słoninie występowało większe zróżnicowanie tego wyróżnika w partiach hodowlanych. Z kolei porównując

oba rodzaje surowców tłuszczowych zaobserwowano, że w obu grupach mieszańców sadło charakteryzowało się jaśniejszą barwą. W przypadku pozostałych parametrów barwy odnotowano decydujący wpływ barwy żółtej w jej odbiorze chromatycznym, przy niewielkim udziale barwy zielonej, gdyż nie stwierdzono znaczenia barwników czerwonych w kształtowaniu tych parametrów (ujemne wartości a^*). Przy czym analiza statystyczna wyników wskazuje na mniejsze zróżnicowanie barwy w tłuszczu wewnętrznym niż podskórnym oraz w grupie mieszańców trójrasowych. Tłuszcz jest tkanką podatną na zmiany sposobu żywienia zwierząt rzeźnych, stąd może wynikać brak potwierdzenia uzyskanych parametrów w pracach innych autorów [5, 9]. Temperatura topnienia tłuszczu podskórnego obu grup doświadczalnych była niższa niż tłuszczu wewnętrznego, co znajduje potwierdzenie w innych źródłach literatury [12, 22]. Wielbo i wsp. [22], w badaniach przeprowadzonych na mieszańcach świń syjamskich z rasami krajowymi, także potwierdzili zależność temperatury topnienia od lokalizacji anatomicznej tkanki tłuszczowej. W przypadku oceny słoniny otrzymali podobne wartości (30,30 - 33,60 °C), natomiast sadło wykazywało temperaturę topnienia rzędu 41,30 - 44,30 °C. Według Raka i Morzyka [21] wyższe zakresy temperatury topnienia są korzystne, gdyż wskazują na większą trwałość surowca tłuszczowego, ale wiąże się to jednocześnie z obniżeniem przyswajalności tłuszczu przez organizm człowieka. Uzyskane wyniki temperatury topnienia w poszczególnych seriach dowiodły zmienności surowców, co wskazuje na pewne zróżnicowanie w żywieniu zwierząt podczas chowu.

Tabela 3

Fizyczne parametry tłuszczu i liczby tłuszczowe.
Physical parameters and fatty numbers.

Grupa Group	Parametry barwy Colour parameters			Temperatura topnienia Melting temperature	LJ Iodine value	LZ Saponification value
	L*	a*	b*	[°C]	[mg/g]	[mg/g]
Słonina / Back-fat						
I	72,55 B	-2,08 A	9,49 A	34,13 B	56,58 A	183,71 A
II	71,64 A	-1,64 A	8,89 A	32,26 A	62,82 B	186,32 A
Sadło / Leaf fat						
I	74,32 A	-1,51 A	9,70 A	37,71 A	46,66 A	184,80 B
II	74,04 A	-0,72 A	9,78 A	39,60 B	54,13 B	180,26 A

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha \leq 0,05$;

A, B – Mean values in the columns, denoted by different letters, differ statistically significant at a level of $\alpha \leq 0.05$.

Tabela 4

Fizyczne parametry tłuszczu i liczby tłuszczowe. Dwuczynnikowa analiza wariancji.
Physical parameters and fatty numbers. Two-factor analysis of variance.

Seria Series	Słonina / Back-fat		Sadło / Leaf fat	
	Grupa I Group I	Grupa II Group II	Grupa I Group II	Grupa II Group II
Parametr barwy L* / Colour parameter L*				
1	72,03 Aa	72,40 Ba	74,58 Aa	75,11 Aa
2	72,84 ABa	71,77 Ba	74,21 Aa	74,64 Aa
3	73,44 Bb	70,33 Aa	74,85 Aa	73,27 Aa
4	71,90 Aa	72,06 Ba	73,64 Aa	72,13 Aa
Parametr barwy a* / Colour parameter a*				
1	-1,57 Aa	-1,69 Aa	-0,86 Aa	-0,02 Aa
2	-2,20 Aa	-1,72 Aa	-2,02 Aa	-1,32 Aa
3	-2,16 Aa	-1,47 Aa	-0,52 Aa	-0,13 Aa
4	-2,38 Aa	-1,69 Aa	-2,63 Aa	-1,39 Ab
Parametr barwy b* / Colour parameter b*				
1	10,06 Aa	9,99 Ca	9,64 Aa	9,63 Aa
2	9,46 Aa	9,06 Ba	9,30 Aa	10,45 Aa
3	9,26 Ab	7,84 Aa	10,59 Aa	9,61 Aa
4	9,19 Aa	8,67 Ba	9,25 Aa	9,42 Aa
Temp. topnienia / Melting temperature				
1	34,18 Ab	31,29 ABa	38,90 Ca	38,96 Aa
2	36,43 Ba	34,21 Ca	40,61 Db	38,89 Aa
3	33,61 Aa	33,26 BCa	34,60 Aa	42,54 Bb
4	32,29 Ab	30,30 Aa	36,73 Ba	38,03 Aa
Liczba jodowa / Iodine value				
1	52,78 Aa	56,73 Ab	43,31 Aa	45,00 Aa
2	62,03 Bb	56,84 Aa	57,71 Ba	51,96 Ba
3	58,27 Bb	56,24 Aa	44,26 Aa	52,19 Bb
4	53,25 Aa	61,46 Bb	41,35 Aa	67,36 Cb
Liczba zmydlenia / Saponification value				
1	182,99 Ab	178,99 Aa	185,84 ABb	175,70 Aa
2	187,69 Bb	178,82 Aa	186,47 ABa	177,66 Aa
3	181,74 Aa	191,07 Bb	187,27 Ba	179,37 Aa
4	182,38 Aa	196,39 Cb	179,61 Aa	188,30 Bb

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes – see Tab. 2

Wartość liczby jodowej LJ (tab. 3 i 4) wyniosła średnio 56,6 i 62,8 w przypadku słoniny oraz 46,7 i 54,1 w przypadku sadła, odpowiednio w I i II grupie doświadczalnej. Otrzymane wyniki mieszczą się w granicach 31–75, podawanych w literaturze przedmiotu, jako charakterystyczne dla tych surowców [12]. Niska wartość liczby jo-

dowej sadła świadczyć może o jego twardszej konsystencji oraz większej trwałości. Według Raka i Morzyka [21] miękki surowiec tłuszczowy charakteryzuje się liczbą jodową powyżej 70. Słonina i sadło mieszańców hybrydowych cechowały się wyższymi wartościami LJ w porównaniu z mieszańcami trójrasowymi.

Tabela 5

Udział kwasów tłuszczowych w tłuszczu [%].
Content of fatty acids in fat [%].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Słonina / Back-fat		Sadło / Leaf fat	
	Grupa I / Group I	Grupa II / Group II	Grupa I / Group I	Grupa II / Group II
C 10:0	0,032 b	0,019 a	0,041 b	0,030 a
C 12:0	0,051 b	0,032 a	0,062 b	0,043 a
C 14:0	1,107 b	0,692 a	1,286 b	0,958 a
C 16:0	25,845 a	25,092 a	25,090 a	26,781 b
C 17:0	0,270 a	0,350 b	0,290 a	0,335 b
C 18:0	12,811 a	18,720 b	19,946 b	12,213 a
C 20:0	0,194 b	0,153 a	0,245 b	0,174 a
ΣSFA	40,329 a	45,058 b	46,96 b	40,539 a
C 16:1	2,265 b	1,298 a	2,009 b	1,625 a
C 18:1	48,207 b	40,968 a	36,454 a	45,595 b
C 18:2	7,915 a	10,523 b	8,251 a	10,831 b
C 18:3	0,427 b	0,382 a	0,501 b	0,439 a
C 20:1	0,704 b	0,577 a	0,686 b	0,495 a
C 20:2	0,140 a	0,352 b	0,205 a	0,354 b
C 20:4	0,105 a	0,118 a	0,118 a	0,321 b
ΣUFA	59,763 b	54,220 a	48,427 a	59,451 b

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b - wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha \leq 0,05$;

a,b – Mean values in the columns, denoted by different letters, differ statistically significant at a level of $\alpha \leq 0.05$.

Wartości liczby zmydlenia LZ przedstawiono w tab. 3. i 4. – kształtowały się one na poziomie 183,7 w słoninie grupy I i 186,3 w słoninie grupy II oraz odpowiednio 184,8 i 180,3 w sadle, a więc były niższe niż opisane przez Pezackiego [12]. Świad-

czyć to może o mniejszym udziale estrów i kwasów organicznych, jednak nieznacznie niższa wartość analizowanego parametru nie wpłynie znacząco na wartość technologiczną tego surowca. Tłuszcz tuczników z I grupy doświadczalnej charakteryzował się wyższą LZ w przypadku sadła w odniesieniu do wyników uzyskanych w grupie II. W analizowanych danych potwierdzono brak jednorodności, zarówno w obrębie poszczególnych ras, jak i serii badawczych. Największym zróżnicowaniem charakteryzowały się wyniki uzyskane w przypadku słoniny krzyżówki Hypor x PIC 337.

W doświadczeniu przeprowadzono chromatograficzny rozdział kwasów tłuszczowych i na podstawie analizy ich udziału w badanych surowcach (tab. 5) wykazano, że słonina pochodząca od mieszańców trójrasowych cechowała się większą zawartością nienasyconych kwasów tłuszczowych (59,8 %) przy znaczącym udziale kwasu oleinowego, tj. na poziomie 48,2 % w stosunku do drugiej grupy mieszańców, w której odnotowano większy udział kwasów nasyconych (w szczególności kwasu stearynowego). Tłuszcz wewnętrzny I grupy zwierząt doświadczalnych charakteryzował się natomiast większą zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych (ok. 47 %) w stosunku do grupy II (40,5 %), przy wysokim udziale kwasu palmitynowego i stearynowego. Kompozycję kwasów tłuszczowych surowca tłuszczowego determinują takie czynniki, jak: żywienie, wiek, masa zwierzęcia, płeć, hormony, pochodzenie zwierzęcia, a także, co potwierdziły przeprowadzone badania, rasa i lokalizacja anatomiczna tłuszczu [2, 8, 11]. Większa zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych wpływa korzystnie na jędrność tkanki tłuszczowej, zwiększając jej przydatność technologiczną. Obecność nienasyconych kwasów tłuszczowych wiąże się ze zmianą konsystencji i podwyższeniem podatności tłuszczu na zmiany przechowalnicze, jednak udział takich kwasów jak C18:2 i C18:3, niesyntezyowanych przez organizm człowieka i będących prekursorami nienasyconych kwasów tłuszczowych długołańcuchowych, podnoszą wartość żywieniową i odgrywają znaczącą rolę w profilaktyce chorób metabolicznych [3, 11].

Wnioski

1. Porównanie tłuszczu podskórnego i wewnętrznego wskazuje na mniejszy udział wody i białka, a większą zawartość tłuszczu w sadle w stosunku do słoniny.
2. W surowcach tłuszczowych pochodzących od mieszańców linii hybrydowych (Hypor x PIC337) oznaczono mniejszą zawartość białka.
3. Parametry barwy wskazują na decydujący wpływ barwy żółtej w kształtowaniu tego wyróżnika, przy czym stwierdzono, że większą jasnością cechuje się słonina grupy I niż II oraz sadło w stosunku do słoniny.
4. Temperatura topnienia tłuszczu podskórnego i wewnętrznego oraz określona liczba jodowa jest charakterystyczna dla tych surowców, tzn. wyższą temperaturę topnienia i niższą wartość liczby jodowej oznaczono w tłuszczu wewnętrznym.

5. Analiza chromatograficzna wykazała znaczne zróżnicowanie ogólnego profilu kwasów tłuszczowych pomiędzy surowcami obu grup genetycznych.

Literatura


- [1] Blicharski T., Hammermeister A.: Znaczenie produkcji trzody chlewnej w rolnictwie i gospodarce. Mat. Konf. Problemy gospodarki surowcowej w przemyśle mięsnym. Skorzęcin 2006.
- [2] Ellis M., McKeith F.: Nutritional influence on pork quality. National Pork Producers Council, 1999.
- [3] Enser M., Richardson R.I., Wood J.D., Gill B. P., Sheard P.R.: Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. *Meat Sci.*, 2000, **55**, 201-212.
- [4] Gandemer G.: Lipids and meat quality: lipolysis, oxidation, maillard reaction and flavour. *Sci. Aliments*, 1999, **19**, 439-458.
- [5] Grela E., Winiarska A.: Czynniki warunkujące wartość odżywczą tłuszczu świń. *Trzoda Chlewna*, 1999, **11**, 66-69.
- [6] Janik A., Barowicz T.: Stabilizowanie tłuszczu w tkankach tusz wieprzowych. *Trzoda Chlewna*, 1998, **7**, 39-41.
- [7] Litwińczuk A., Litwińczuk Z. (pod red.), Barłowska J., Florek M.: Surowce zwierzęce – ocena i wykorzystanie. PWRiL, Warszawa 2004.
- [8] Lo Fiego D. P., Santoro P., Macchioni P., De Leonibus E.: Influence of genetic type, live weight at slaughter and carcass fatness on acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in the heavy pig. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 107-114.
- [9] Maw S.J., Fowler V.R., Hamilton M., Petchey A.M.: Physical characteristic of pig fat and their relation to fatty acid composition. *Meat Sci.*, 2002, **63**, 185-190.
- [10] Migdał W., Paściak P., Gardzińska A., Borowicz T., Pieszka M., Wojtysiak D.: Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na jakość wieprzowiny. *Prace i Materiały Zootechniczne*, 2004, Zesz. Specjalny 15, 103-117.
- [11] Nürnberg K., Wegner J., Ender K.: Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Liv. Prod. Sci.*, 1998, **56**, 145-153.
- [12] Pezacki W.: *Technologia mięsa*. WNT, Warszawa 1981.
- [13] PN-EN ISO 662:2000. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce - Oznaczanie zawartości wody i substancji lotnych.
- [14] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [15] PN-75/A-04018. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości białka.
- [16] PN-EN ISO 6321:2004. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie punktu topnienia w kapilarze otwartej (punkt płynięcia).
- [17] PN- EN ISO 3961:2006. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby jodowej.
- [18] PN-EN ISO 3657:2004. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby zmydlenia
- [19] PN EN ISO 5508:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metyloowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
- [20] PN-EN ISO 5509:2000. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Przygotowanie estrów metyloowych kwasów tłuszczowych.
- [21] Rak L., Morzyk K.: *Chemiczne badanie mięsa*. Wyd. AR, Wrocław 2002.
- [22] Wielbo E., Walkiewicz A., Matyka S., Babicz M., Sałyga M., Mazur A.: Analiza fizyczno-chemiczna tłuszczu okrywowego i wewnętrznego mieszańców syjamskich z rasami krajowymi. *Zesz. Przegł. Hod.*, 2004, **72**, 2, 193-201.

- [23] Zybert A., Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio M., Sieczkowska H., Antosik K.: Uzysk i procentowy udział masy mięsa i tłuszczu ogółem w półtuszy pozyskanych z rozbioru i wykrawania tusz wieprzowych zróżnicowanych masą oraz klasa mięsności według systemu klasyfikacji EUROP. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, 3 (44), 254-263.

THE SELECTED QUALITY PROPERTIES OF CARCASS FAT OF FATTENERS FROM VARIOUS PIG GENETIC LINES

S u m m a r y

The improved meatiness of pigs caused the slaughter value of fatteners to significantly and beneficially increase, and, at the same time, the content of fat in carcasses of fatteners to decrease. The decreased adiposity contributed to the quantitative and qualitative changes in the subcutaneous fat, intermuscular fat (IMF), and in intramuscle fat. The technological quality of adipose tissue, including such parameters as: consistency, cohesiveness, firmness, and oxidation sensibility, decides on its usefulness for processing. In the paper, basic quality parameters of pig adipose tissue of carcasses of fatteners were analysed and assessed. The fatteners were born using two different variants of cross-breeding: cross-breeds pbz x (pi x du) (group I) and hybrid cross-breeds from the Hypor x PIC 337 line (group II). The quality assessment based on the essential chemical composition determined, on the selected chemical parameters, on the content of individual fatty acids in fat, on the determined melting temperature, and, on colour values measured using a special apparatus. The comparison of subcutaneous and leaf fats shows that leaf fat contains less water and protein and more fat compared to back fat. In fat materials from cross-breeds from the hybrid line (Hypor x PIC 337), a lower protein level was determined and this fact can favour storage stability of those materials. The colour values measured show the yellowness to have the decisive impact on how this characteristic develops; it was found that the back-fat from group I was lighter than from group II, and the leaf fat was lighter than the back-fat. The melting temperature and the iodine value are characteristic for subcutaneous and intern fat, i.e. a higher melting temperature and a lower iodine value were determined in intern fat.

Key words: quality, pig fats, genotype 

EWA MAJEWSKA

WALIDACJA WYBRANYCH METOD OZNACZANIA ASPARTAMU W SŁODZIKACH

Streszczenie

Celem pracy była walidacja wybranych metod oznaczania aspartamu, którą przeprowadzono na podstawie parametrów stanowiących elementy walidacji procedur analitycznych. Spośród podstawowych kryteriów walidacji metody analitycznej wykorzystano następujące: selektywność, liniowość, precyzja (powtarzalność), niepewność pomiaru oraz dokładność. Oprócz tych elementów oceny metody zastosowano także wartość HORRAT, która coraz częściej występuje w normach. Uwzględniono sześć metod: HPLC, trzy metody spektrofotometryczne i dwie miareczkowe. Zawartość aspartamu oznaczano spektrofotometrycznie po reakcji z odczynnikami takimi, jak: N-bromoimid kwasu bursztynowego, metol-sulfanilamid, kwas chloranilowy i p-chloranil. Poziom badanej substancji słodzącej w słodzikach w tabletkach był oznaczany metodami miareczkowymi, w których jako titranta używano kwasu nadchlorowego, metanolanu sodu i N-bromoimidu kwasu bursztynowego. Za najbardziej precyzyjne uznano metody HPLC oraz miareczkową z kwasem nadchlorowym. Charakteryzowały się one akceptowalnymi wartościami współczynnika zmienności i wielkości HORRAT.

Słowa kluczowe: aspartam, walidacja, metody analityczne

Wprowadzenie

Stosowanie sztucznych środków słodzących okazało się bardzo efektywne w produkcji żywności o zredukowanej wartości energetycznej. Substancje te zaliczane są do dodatków do żywności. Niezbędne jest opracowanie metod analitycznych pozwalających na szybką i precyzyjną identyfikację syntetycznych środków słodzących oraz określenie ich zawartości w produkcie. Jest to ważne z punktu widzenia kontroli jakości żywności, polegającej na sprawdzaniu zgodności z recepturą, jak również dla technologa projektującego proces produkcyjny, przy określaniu takich parametrów obróbki, które nie spowodują szkodliwego zwykle rozkładu substancji dodatkowej. Szerokie zastosowanie aspartamu do produkcji żywności niskokalorycznej zrodziło potrzebę

opracowania metod analitycznych, umożliwiających jego identyfikację i oznaczanie ilościowe. Metody takie powinny charakteryzować się dużą selektywnością, dokładnością i powtarzalnością, a jednocześnie prostotą wykonania i niskim nakładem kosztów.

Celem niniejszej pracy była walidacja wybranych metod oznaczania aspartamu, którą prowadzono na podstawie parametrów stanowiących elementy walidacji procedur analitycznych. Spośród podstawowych kryteriów walidacji metody analitycznej wykorzystano następujące: selektywność, liniowość, precyzja (powtarzalność), niepewność pomiaru oraz dokładność. Oprócz tych elementów oceny metody zastosowano także wartość HORRAT, która coraz częściej występuje w normach. Analizowano również statystyczną istotność wyników uzyskanych różnymi metodami.

Material i metody badań

Do badań użyto preparatów do bezpośredniego spożycia, dostępnych w sieci detalicznej, w których jako substancję słodzącą zastosowano aspartam. Preparaty do oznaczeń przygotowywano przez rozpuszczenie stosownej naważki w odpowiednim rozpuszczalniku.

W niniejszej pracy walidacji poddano następujące metody oznaczania aspartamu:

1. Wysokosprawna chromatografia cieczowa HPLC [11, 12, 14, 15, 16]

Do oznaczeń zastosowano wysokosprawny chromatograf cieczowy firmy Shimadzu typ LC-6A, stosując detektor UV SPD-6A współpracujący z integratorem C-R6A. Rozdział prowadzono w kolumnie typu RP-C8 (125 x 4 mm, średnica ziaren 5 μm) wraz z przedkolumną (4 x 4 mm, 5 μm) z wypełnieniem LiChrospher produkcji firmy Merck. Detekcji aspartamu dokonywano przy długości fali 220 nm. Fazę ruchomą stanowiła mieszanina buforu fosforanowego (0,0125 mol/dm³, pH 3,5) i acetonitrylu w stosunku 90:10. Stosowano przepływ fazy ruchomej 1 ml/min. Na szczyt kolumny nanoszono 20 μl próbki rozpuszczonej w wodzie dejonizowanej przesączonej przez sącdek membranowy (typu SFCA) o wielkości porów 0,2 μm .

2. Spektrofotometryczna metoda z N-bromoimidem kwasu bursztynowego – S-NBS [13]

Naważki preparatów słodzących (1 g/100 cm³) rozpuszczano w wodzie destylowanej. Do odpowiednich objętości badanych roztworów dodawano kwas octowy (1 %) oraz roztwór NBS (0,005 mol/dm³). Tak przygotowaną mieszaninę przetrzymywano w temperaturze pokojowej przez dwie godziny, a następnie dodawano metol (0,3 %) i sulfanilamid (0,2 %). W metodzie tej nadmiar NBS reaguje z metolem tworząc moniminę *p*-N-metylobenzochinonu, która w środowisku o pH 2,6 tworzy następnie kompleks z przeniesieniem ładunku z sulfanilamidem. Absorbancję czerwono-purpurowego kompleksu mierzono przy długości fali 520 nm.

3. Spektrofotometryczna metoda z kwasem chloranilowym – S-KCH [13]

Badane roztwory uzyskiwano przez rozpuszczenie 170 mg preparatów słodzących w 50 cm³ mieszaniny metanolu z chloroformem (1:1). Do odpowiednich objętości roztworów badanych preparatów dodawano kwas chloranilowy (0,1 %) oraz dimetyloformamid, po czym uzupełniano całość 1,4-dioksanem do objętości 10 cm³. Absorbancję roztworów mierzono przy długości fali 520 nm.

4. Spektrofotometryczna metoda z *p*-chloranilem – S-CH [13]

170 mg preparatów słodzących do bezpośredniego spożycia rozpuszczano w 50 cm³ mieszaniny metanol:chloroform (1:1), a następnie do odpowiednich objętości dodawano *p*-chloranil (0,1 %) oraz dimetyloformamid, po czym uzupełniano całość 1,4-dioksanem do objętości 10 cm³. Absorbancję roztworów mierzono przy długości fali 520 nm.

5. Metoda miareczkowa z N-bromoimidem kwasu bursztynowego – M-NBS [13]

Metoda miareczkowa polegała na miareczkowaniu mieszaniny badanych roztworów (170 mg/50 cm³), NBS (0,02 mol/dm³) i jodku potasu (15 %) mianowanym roztworem tiosiarczynu sodu (0,04 mol/dm³) w obecności skrobi jako wskaźnika. Mieszaninę doprowadzano do pH 2,6 za pomocą kwasu solnego (0,2 mol/dm³).

6. Metoda miareczkowa z kwasem nadchlorowym – M-KN [13]

Odpowiednie naważki preparatów słodzących (1,4 g) rozpuszczano w 100 cm³ lodowego kwasu octowego. Do kolb stożkowych przenoszono po 5 cm³ badanych roztworów, następnie dodawano lodowy kwas octowy i resazurynę (0,1 %). Tak przygotowaną mieszaninę miareczkowano kwasem nadchlorowym (0,05 mol/dm³) do momentu zmiany barwy z różowej na pomarańczowoczerwoną.

Walidację metod prowadzono na podstawie następujących parametrów: liniowość, selektywność, precyzja (powtarzalność), niepewność pomiaru i dokładność oraz coraz częściej spotykaną w normach wartość HORRAT. Liniowość metod ustalano na podstawie przebiegu krzywych kalibracyjnych. Selektywność metod określano w układach modelowych, zawierających aspartam oraz substancję występującą w badanych produktach, jaką jest laktoza, a następnie prowadzono oznaczenie aspartamu. Precyzję metod szacowano na podstawie współczynnika zmienności (RSD) wyrażonego w procentach. Oprócz RSD za ważny parametr w charakterystyce precyzji metod uznawana jest wartość HORRAT, która jest stosunkiem RSD obliczonego z wartości parametru badanych próbek do RSD obliczonego ze wzoru Horwitza.

$$RSD = 2^{(1-0,5\log C)} \cdot 0,67$$

gdzie: RSD – względne odchylenie standardowe,
C – stężenie analitu.

Oceny dokładności metod dokonywano przez określenie odzysku. Badania prowadzono stosując dwa poziomy wzbogacenia. Dodawano taką masę aspartamu, aby stanowił on 50 lub 100 % ilości aspartamu oznaczonego wcześniej w produktach. Za wartość odnośną (100 %) przyjmowano zawartość aspartamu w próbce bez wzbogacenia.

Wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu komputerowego Statgraphics, wersja Plus 2.1. Na skutek dużych rozbieżności w rozrzucie wyników poszczególnych próbek nie można było do oceny różnic pomiędzy nimi zastosować testów parametrycznych, dlatego też analizowano je za pomocą nieparametrycznego testu mediany oraz testu Kruskala-Wallisa, dokonując przeliczeń w programie komputerowym Microsoft Excel 2000.

Wyniki i ich analiza

W dostępnej literaturze brak jest doniesień, w których przeprowadzona byłaby kompleksowa i porównawcza analiza różnych metod oznaczania aspartamu. W związku z tym w niniejszej pracy oceniono kilka metod, które wykorzystano do oznaczania aspartamu w produktach spożywczych, a następnie dokonano ich porównania.

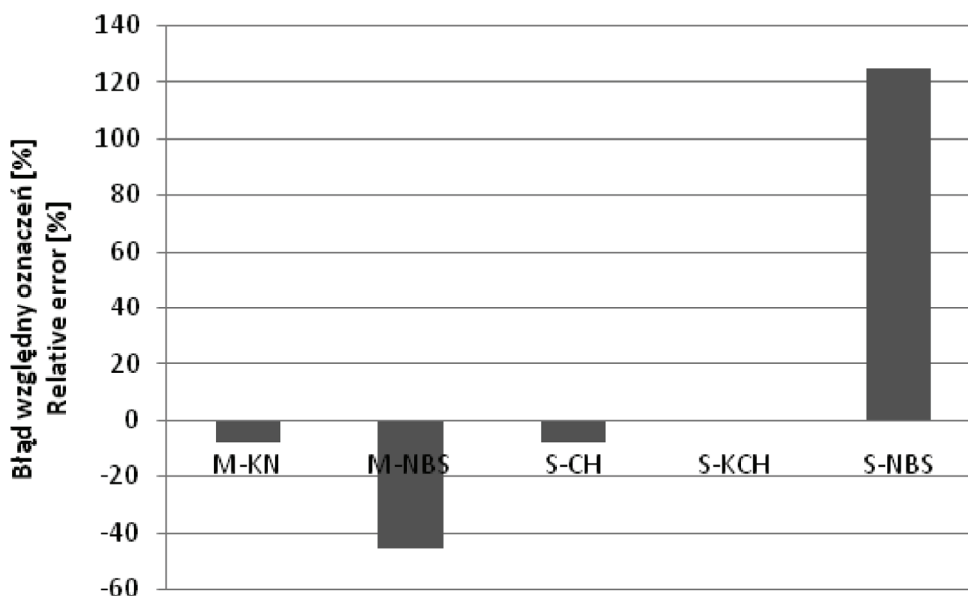
Liniowość krzywych kalibracyjnych

Liniowość krzywych kalibracyjnych badano w zakresach stężeń aspartamu przewidywanych w procedurze poszczególnych metod. W metodzie HPLC analizowano zależność powierzchni piku od stężenia aspartamu, w metodach spektrofotometrycznych zależność absorbancji, mierzonej przy długości fali 520 nm, od stężenia aspartamu, natomiast w metodach miareczkowych zależność objętości roztworu zużytego na zmiareczkowanie badanych próbek od stężenia aspartamu. Nie wszystkie wykorzystywane w pracy metody charakteryzowała zależność liniowa. Prostoliniowy przebieg krzywych stwierdzono w przypadku metod: HPLC, spektrofotometrycznej z kwasem chloranilowym (S-KCH) oraz miareczkowej z kwasem nadchlorowym (M-KN). W pozostałych metodach krzywe kalibracyjne charakteryzowała zależność logarytmiczna.

Selektywność zastosowanych metod

Na rys. 1. przedstawiono błąd względny uzyskany w badaniach modelowych w poszczególnych metodach. Spośród ocenianych metody S-KCH, S-CH i M-KN można uznać za selektywne, gdyż we wszystkich przypadkach błąd względny przy oznaczaniu aspartamu nie przekraczał wartości $\pm 8\%$. Należy więc przypuszczać, że badana substancja, obecna w gotowych wyrobach, nie powinna mieć wpływu na prawidłowe oznaczanie zawartości aspartamu tymi metodami. Pozostałe metody

wykazywały niską zdolność do odróżniania oznaczanego analitu od laktozy obecnej w matrycy.



Rys 1. Wpływ dodatku laktozy na selektywność zastosowanych metod analitycznych.

Fig. 1 The influence of additives lactose on the selectivity of the method.

Zastosowanie walidowanych metod do oznaczania aspartamu

Wyniki analizy preparatów do bezpośredniego spożycia podano w tab. 1.

Tabela 1

Średnia zawartość aspartamu w preparatach słodzących, do bezpośredniego spożycia, uzyskana różnymi metodami.

Mean content of aspartame in sweetening preparations used in direct consumption obtained using various methods.

Metody / Methods	Zawartość aspartamu / Content of aspartame [mg/100 mg]	
	Słodzik A / Sweetener A	Słodzik B / Sweetener B
HPLC	17,2 ± 0,6*	37,4 ± 0,6
S-NBS	56,1 ± 7,6	80,0 ± 15,5
S-KCH	33,6 ± 0,9	43,8 ± 1,3
S-CH	32,2 ± 1,4	57,1 ± 6,9
M-NBS	26,8 ± 1,1	54,6 ± 4,4
M-KN	45,8 ± 0,4	22,7 ± 0,5

*) odchylenie standardowe / standard deviation

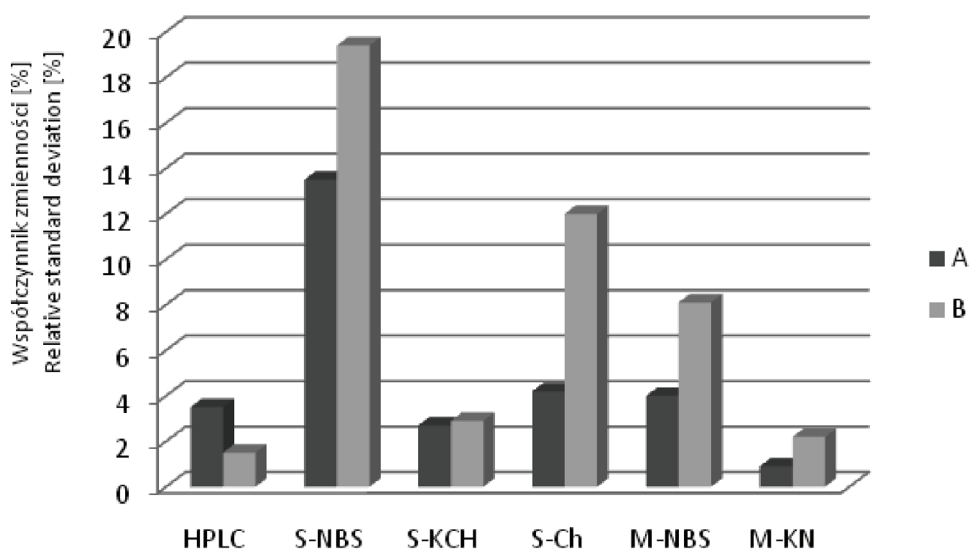
Zawartość aspartamu w dwóch preparatach słodzących w tabletkach, uzyskana metodą HPLC, była zróżnicowana i wynosiła od 17,2 mg/100 mg (preparat A) do 37,4 mg/100 mg (preparat B). W załączniku zamieszczonym w normie [11], dotyczącej oznaczania aspartamu metodą HPLC w preparatach do bezpośredniego spożycia, podano zawartość środka słodzącego na poziomie 19 mg/100 mg. Z wielkością tą porównywalne są wyniki uzyskane metodą referencyjną w słodziku A. Wartości otrzymane pozostałymi metodami przewyższają wyniki otrzymane metodą HPLC (tab. 1). W preparacie B zawartość aspartamu oznaczona metodami spektrofotometrycznymi i metodą miareczkową z NBS przewyższała zawartość otrzymaną metodą HPLC (tab. 1). Wyniki niższe o około 40 % od zawartości uzyskanej metodą referencyjną otrzymano jedynie metodą miareczkową z kwasem nadchlorowym (M-KN). Według danych producenta aspartamu [10] zawartość środka słodzącego w jednej tabletkce, ważącej 60–90 mg, wynosi około 18–20 mg, co odpowiada 20–34 mg/100 mg produktu. Askar i Saddik [1] stwierdzili zawartość aspartamu na poziomie 20–25 mg w jednej tabletkce, jako odpowiadającą słodkością sacharozie, co w przeliczeniu na 100 mg preparatu wynosi 33–42 mg środka słodzącego. Inni badacze otrzymali wartości rzędu: 19 mg/100 mg [4] i 21 mg/100 mg [15]. Verzella i wsp. [22], Prodoliet i Bruehlhart [14] oraz Webb i Beckman [23] otrzymali wyniki odpowiednio: 29 mg/100 mg, 26 mg/100 mg i 35–35,5 mg/100 mg. W przypadku badanego w pracy preparatu A uzyskane wyniki były zgodne z danymi literaturowymi. Wyższą wartość (56,1 mg/100 mg) otrzymano jedynie metodą spektrofotometryczną z NBS (S-NBS). Zawartość aspartamu oznaczona metodami HPLC, S-KCH i M-KN w badanym preparacie B również potwierdziła wyniki podawane w literaturze. Jedynie wyniki uzyskane metodami spektrofotometrycznymi z NBS (S-NBS) i *p*-chloranilem (S-CH) (odpowiednio 80,0 mg/100 mg i 57,1 mg/100 mg) oraz metodą miareczkową z NBS (M-NBS) (54,6 mg/100 mg preparatu) różniły się od danych zamieszczonych w literaturze.

Precyzja metod

W celu porównania wyników uzyskanych zastosowanymi metodami i określenia precyzji oznaczeń posłużono się współczynnikami zmienności (RSD, %), zwanymi również względnymi odchyleniami standardowymi. Wartości tego parametru, wyrażone w procentach średniej arytmetycznej, przedstawiono na rys. 2. Zwyczajowo, szczególnie w badaniach międzylaboratoryjnych, za satysfakcjonującą przyjmuje się wartość RSD na poziomie 10 % [21].

Powtarzalność metody HPLC, wyrażona współczynnikiem zmienności, w przypadku obydwu badanych produktów nie przekraczała 4 % i wynosiła odpowiednio w preparacie A 3,5 %, a w preparacie B 1,5 %. Wśród metod spektrofotometrycznych największą powtarzalnością odznaczała się metoda z kwasem chloranilowym (S-KCH), w której współczynnik zmienności nie przekraczał 3 %. Metoda spektrofotome-

tryczna z *p*-chloranilem (S-CH) charakteryzowała się współczynnikiem zmienności w granicach od 4,2 do 12,0 %. Metoda spektrofotometryczna z NBS (S-NBS) charakteryzowała się najmniejszą powtarzalnością, gdyż względne odchylenie standardowe w obydwu przypadkach przekraczało 10 %, a jego wartość wahała się od 13,5 do 19,4 %. Trzeba zaznaczyć, że wysoka wartość RSD wskazuje, że wykorzystanie danej metody do oznaczania zawartości aspartamu może prowadzić do powstawania błędów, szczególnie przy wykonaniu małej liczby pomiarów. Metody miareczkowe, w przeciwieństwie do metod spektrofotometrycznych, charakteryzowały się większą precyzją. Wartości RSD wahały się w granicach od 0,4 do 8,1 %, podczas gdy w metodach spektrofotometrycznych RSD przyjmował wartości od 1,2 do 19,4 %. Największą powtarzalnością cechowała się metoda z kwasem nadchlorowym (M-KN), w której współczynnik zmienności nie przekraczał 3 %. Natomiast metoda miareczkowa z NBS (M-NBS) charakteryzowała się mniejszą powtarzalnością, gdyż względne odchylenie standardowe wahało się w granicach od 4,0 do 8,1 %. W literaturze również podawane są zróżnicowane wartości RSD. W badaniach nad słodzikami w tabletkach Chen i wsp. [2] uzyskali współczynnik zmienności na poziomie 1,72 %, a Skrzypek i Okolska [15] – 1,56 %. Dane te znajdują potwierdzenie jedynie w przypadku analizy preparatu A metodą miareczkową z kwasem nadchlorowym (0,9 %) oraz preparatu B metodą HPLC (1,5 %). Parametr ten obliczony na podstawie pozostałych metod osiągał zdecydowanie wyższe wartości (2,2–19,4 %).



Rys. 2. Porównanie współczynników zmienności.

Fig. 2. Comparison of the relative standard deviations.

Tabela 2

Współczynniki zmienności (RSD) uzyskane przy oznaczaniu aspartamu zastosowanymi metodami.
Relative standard deviations (RSDs) obtained while determining the content of aspartame using various methods.

Produkty Products	Metody / Methods											
	HPLC		S-NBS		S-KCH		S-CH		M-NBS		M-KN	
	RSD _O [*] [%]	RSD _T ^{**} [%]	RSD _O [%]	RSD _T [%]	RSD _O [%]	RSD _T [%]	RSD _O [%]	RSD _T [%]	RSD _O [%]	RSD _T [%]	RSD _O [%]	RSD _T [%]
Słodzik A	3,5	2	13,5	2	2,7	2	4,2	2	4,0	2	0,9	2
Słodzik B	1,5	2	19,4	2	2,9	2	12,0	2	8,1	2	2,2	2

*) RSD_O – współczynnik zmienności obliczony / relative standard deviation calculated;

***) RSD_T – maksymalna wartość współczynnika zmienności wg Nordic Committee on Food Analysis / maximum value of relative standard deviation according to the Nordic Committee on Food Analysis.

Nordic Committee on Food Analysis [9] podaje zalecane akceptowalne wartości względnego odchylenia standardowego w przypadku powtarzalności. Zależnie od stężenia analitu RSD może przyjmować wartości od 2 do 43 %. Aby ocenić powtarzalność, a więc precyzję stosowanych metod, w tab. 2. zestawiono wartości RSD obliczone na podstawie wyników badań przeprowadzonych w niniejszej pracy oraz zalecane przez Nordic Committee on Food Analysis [9]. Z danych tych wynika, że metoda HPLC charakteryzowała się satysfakcjonującymi współczynnikami zmienności w przypadku preparatu B (1,5 %). Spośród metod spektrofotometrycznych wszystkie z wykorzystanych metod odznaczały się niską powtarzalnością, gdyż w żadnym z badanych preparatów nie osiągnięto zadowalających wartości RSD. Należy więc stwierdzić, że metody te nie powinny być stosowane do oznaczeń ilościowych aspartamu obecnego w słodzikach. Metoda miareczkowa z NBS (M-NBS) także charakteryzowała się niską powtarzalnością otrzymywanych wyników, gdyż w żadnym przypadku nie osiągnięto zadowalających wartości RSD. Satysfakcjonujące współczynniki zmienności w metodzie wykorzystującej kwas nadchlorowy (M-KN) uzyskano w przypadku preparatu A (0,9 %), natomiast w przypadku preparatu B wartość RSD wynosiła 2,2 %.

W charakterystyce precyzji metody, oprócz współczynnika zmienności, ważnym parametrem jest wartość HORRAT. Jeśli wartość HORRAT jest niższa bądź równa 2, wówczas powtarzalność metody uważa się za satysfakcjonującą [24]. Obliczone wartości tego parametru w zastosowanych w pracy metodach przedstawiono w tab. 3. Z zestawienia wynika, że metoda HPLC osiągnęła satysfakcjonujący poziom wartości HORRAT w oznaczeniach aspartamu w preparacie B (1,2). W przypadku metod spektrofotometrycznych w żadnym przypadku nie uzyskano wartości HORRAT niższej od 2, co potwierdza nieprzydatność tych metod do analizy zawartości aspartamu. W metodzie miareczkowej z NBS (M-NBS) także w żadnym przypadku wartość HORRAT

nie osiągnęła satysfakcjonującego poziomu, a to potwierdza brak możliwości wykorzystania jej do oznaczeń zawartości aspartamu. Najbardziej precyzyjną metodą z zastosowanych w pracy okazała się metoda miareczkowa z kwasem nadchlorowym (M-KN). Wartości HORRAT uzyskane w tej metodzie wahają się w granicach od 0,7 do 1,9.

Tabela 3

Wartości parametru HORRAT.
Values of the HORRAT parameter.

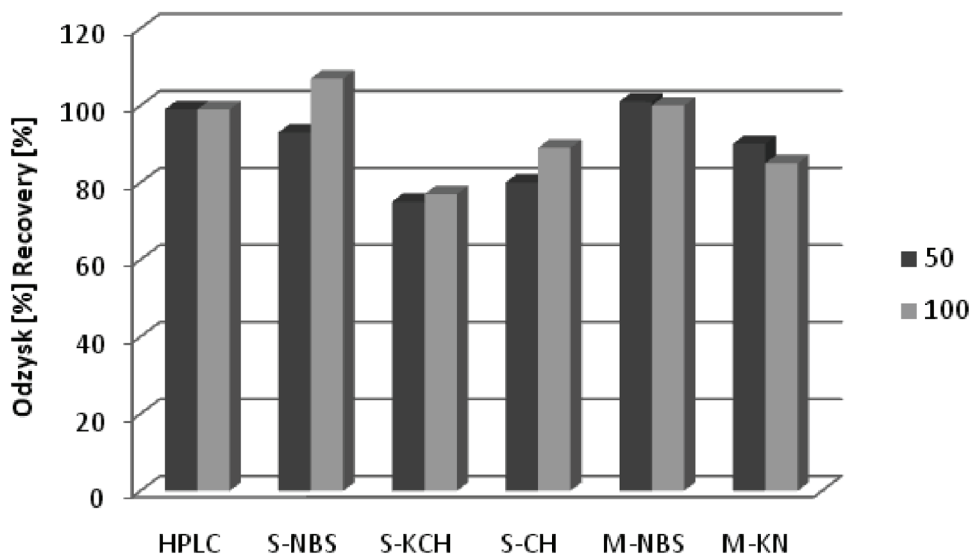
Produkt / Products	Metoda / Method					
	HPLC	S-NBS	S-KCH	S-CH	M-NBS	M-KN
Słodzik A / Sweetener A	3,2	15,2	2,4	4,0	3,7	0,7
Słodzik B / Sweetener B	1,2	22,8	2,6	13,2	8,4	1,9

Biorąc pod uwagę wartość HORRAT za najbardziej precyzyjne, spośród zastosowanych w pracy metod, można uznać metody HPLC i M-KN. Charakteryzowały się one akceptowalnymi wartościami współczynnika zmienności (RSD) i wielkości HORRAT. Najmniej odpowiednie wartości tych dwóch parametrów uzyskano w metodach wykorzystujących N-bromoimid kwasu bursztynowego (S-NBS, M-NBS) oraz kwas chloranilowy (S-KCH) i *p*-chloranil (S-CH), co świadczy o małej precyzji i wynikającej z tego nieprzydatności tych metod do oznaczeń.

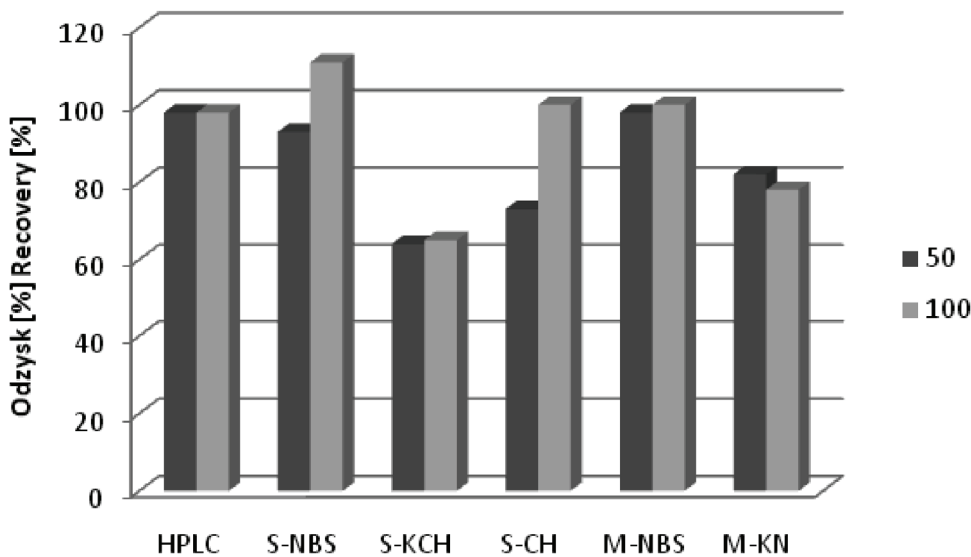
Dokładność metod

Odzysk aspartamu uzyskany w badaniach dokładności był zróżnicowany, wahał się w szerokich granicach (64–111 %) i zależał zarówno od zastosowanej metody, jak i poziomu wzbogacenia. Wartości najbliższe rzeczywistej ilości aspartamu we wszystkich badanych produktach uzyskano metodami HPLC, S-NBS i M-NBS. Na rys. 3. przedstawiono wielkości błędów względnych poszczególnych metod uzyskanych w preparacie A, natomiast na rys. 4. wielkości błędów względnych poszczególnych metod uzyskanych w preparacie B.

W metodzie HPLC uzyskane wartości odzysku w badanych produktach były bliskie 100 % i kształtowały się w granicach od 98 do 99 %. Uzyskane wartości znajdują potwierdzenie w literaturze. Liczni autorzy, stosujący metodę HPLC, podawali wielkość tego parametru w zakresie od 92 do 111 % [2, 4, 5, 7, 8, 14, 20, 23, 25], chociaż Gibbs i wsp. [6] oraz Thompson i wsp. [19] otrzymywali niższy odzysk - na poziomie 87–88 %. Polscy autorzy uzyskali wartości w zakresie od 96 do 103 % [3, 15, 16, 17, 18].



Rys. 3. Średni odzysk aspartamu w preparacie A, otrzymany zastosowanymi metodami.
Fig. 3. Average recovery of the sweetener A.



Rys. 4. Średni odzysk aspartamu w preparacie B otrzymany zastosowanymi metodami.
Fig. 4. Average recovery of aspartame in the B preparations obtained using the methods applied.

Wartości uzyskane w metodzie spektrofotometrycznej z NBS – S-NBS wahają się w szerszym zakresie: od 93 do 111 %. Prasad i wsp. [13], stosując tę metodę (S-NBS), otrzymali odzysk w granicach 98–99 %.

Metodą spektrofotometryczną z kwasem chloranilowym – S-KCH otrzymywano wartości odzysku w zakresie od 64 do 77 %. Prasad i wsp. [13] przy wykorzystaniu tej metody do oznaczania aspartamu w piwie otrzymali odzysk równy 99 %.

W metodzie spektrofotometrycznej z *p*-chloranilem – S-CH wartości odzysku kształtowały się w szerokim przedziale od 73 do 100 %. Najniższe wartości odzysku (73–80 %) uzyskano w preparacie A. Wartości średniego odzysku badanych produktów metodą miareczkową z NBS – M-NBS kształtowały się w granicach od 98 do 101 %. Najbardziej zróżnicowane wartości odzysku uzyskano metodą miareczkową z wykorzystaniem kwasu nadchlorowego – M-KN, co może świadczyć o mniejszej dokładności tej metody. Wartości odzysku uzyskano na poziomie 78–90 %.

Wyniki przedstawione na rys. 3. i 4. potwierdzają zróżnicowanie wartości odzysku w zależności od poziomu wzbogacenia, chociaż nie ma prostej zależności między poziomem wzbogacenia a oznaczoną całkowitą zawartością aspartamu.

Spośród ocenianych w pracy metod najlepszą dokładnością charakteryzowały się metody HPLC, S-NBS i M-NBS, w których uzyskano wielkości odzysku bliskie 100 %. Należy jednak zwrócić uwagę, że przy walidacji metody analitycznej trzeba uwzględnić kilka parametrów. Potwierdzeniem tego stwierdzenia mogą być wyniki uzyskane np. w metodach wykorzystujących NBS (S-NBS i M-NBS). Metody te, mimo że nie są precyzyjne, okazały się metodami dokładnymi.

Przeprowadzone w pracy badania oraz analiza otrzymanych wyników pozwala na stwierdzenie, że tylko metoda HPLC może być stosowana w szerokim zakresie, natomiast użycie pozostałych metod, ze względu na wpływ różnych czynników, musi być ograniczone.

Wnioski

1. Do oznaczania aspartamu w preparatach słodzących do bezpośredniego stosowania winna być stosowana metoda HPLC ze względu na jej selektywność, wysoką precyzję (powtarzalność) i dokładność.
2. Metody, w których wykorzystuje się N-bromoimid kwasu bursztynowego (S-NBS i M-NBS) należą do metod dokładnych, lecz mało precyzyjnych i nieselektywnych, co przemawia przeciwko ich stosowaniu w analizie żywności.
3. Do najmniej dokładnych i najmniej precyzyjnych metod należą spektrofotometryczne metody wykorzystujące kwas chloranilowy (S-KCH) oraz *p*-chloranil (S-CH), co wyklucza możliwość ich zastosowania w analizie produktów słodzonych aspartamem.

4. Dużą powtarzalnością i małą dokładnością charakteryzuje się metoda miareczkowa z kwasem nadchlorowym (M-KN).
5. Najlepszą selektywnością charakteryzują się metody HPLC, spektrofotometryczna z kwasem chloranilowym (S-KCH) oraz miareczkowa z kwasem nadchlorowym (M-KN).
6. Metoda miareczkowa z kwasem nadchlorowym (M-KN) może być zastosowana do oznaczeń aspartamu w preparatach słodzących do bezpośredniego stosowania w zastępstwie referencyjnej metody HPLC.

Literatura

- [1] Askar A., Saddik F.: Application with Sweeteners. *Fruit Processing*, 1996, **10**, 394-398.
- [2] Chen Q., Mou S., Liu K., Yang Z., Ni Z.: Separation and determination of four artificial sweeteners and citric acid by high-performance anion-exchange chromatography. *J. Chromatography A*, 1997, **771**, 135-143.
- [3] Czerwiecki L., Delong A.: Metoda oznaczania aspartamu i sacharyny w wybranych przetworach owocowych. *Prace Inst. i Lab. Bad. Przem. Spoż.*, 1991, **43**, 7-19.
- [4] Daniels D.H., Joe Jr. F.J., Warner C.R., Fazio T.: Liquid chromatographic determination of aspartame in dry beverage bases and sweetener tablets with confirmation by thin layer chromatography. *J. AOAC*, 1984, **67** (3), 513-515.
- [5] Fox L., Anthony G.D., Lau E.P.K.: High-performance liquid chromatographic determination of L-aspartyl-L-phenylalanine methyl ester in various food products and formulations. *J. AOAC*, 1976, **59** (5), 1048-1050.
- [6] Gibbs B.F., Alli I., Mulligan C.N.: Simple and rapid high-performance liquid chromatographic method for the determination of aspartame and its metabolites in foods. *J. Chromatography A*, 1996, **725**, 372-377.
- [7] Hayakawa K., Schilpp T., Imai K., Higuchi T., Wong O.S.: Determination of aspartic acid, phenylalanine and aspartylphenylalanine in aspartame-containing samples using a precolumn derivatization HPLC method. *J. Agric. Food Chem.*, 1990, **38** (5), 1256-1260.
- [8] Lehr M., Schmid W.: Anwendung der festphasenextraktion bei der bestimmung von süßstoffen in lebensmitteln mittels HPLC. *Deutsch. Lebensmittel-Rundsch.*, 1993, **89** (2), 43-45.
- [9] NMKL Procedure: Validation of chemical analytical methods. *Nordic Committee on Food Analysis*, 1996, **4**.
- [10] NutraSweet: Informacje techniczne. Materiały firmy NutraSweet AG., Warszawa 1999.
- [11] PN-EN 1378:1999. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie zawartości aspartamu w preparatach słodzących. Metoda wysokosprawnej chromatografii cieczowej.
- [12] PN-EN 1379:1999. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie cyklamianów i sacharyny w słodzikach tabletkowych. Metoda wysokosprawnej chromatografii cieczowej.
- [13] Prasad U.V., Divakar T.E., Sastry S.P., Rao V.M., Kapur O.P.: New methods for the determination of aspartame. *Food Chemistry (India)*, 1988, **28**, 269-278.
- [14] Prodoliet J., Bruelhart M.: Determination of aspartame and its major decomposition products in foods. *J. AOAC Int.*, 1993, **76** (2), 275-282.
- [15] Skrzypek B., Okolska G.: Oznaczanie aspartamu, acesulfamu K, sacharyny w wybranych produktach spożywczych za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej. *Żyw. Człow. Metab.*, 1997, **24** (1), 45-62.

- [16] Skrzypek B., Okolska G.: Oznaczanie zawartości aspartamu, acesulfamu K, sacharyny. W: Wybrane metody analitycznej oceny wartości odżywczej żywności - pod red. H. Kunachowicz. Prace IŻŻ, Warszawa 1997, s. 63-73.
- [17] Szymczyk K.: Opracowanie metodyki oznaczania aspartamu w wybranych produktach cukierniczych. Materiały Sesji Analityki Żywności, PTTŻ, Warszawa 1997, s. 27.
- [18] Szymczyk K., Czerwiecki L.: Zastosowanie techniki HPLC do oznaczania aspartamu i acesulfamu-K w przetworach owocowych. Roczniki PZH, 1995, **46 (4)**, 373-381.
- [19] Thompson C.O., Trenerry V.C., Kemmery B.: Micellar electrokinetic capillary chromatographic determination of artificial sweeteners in low-joule soft drinks and other foods. J. Chromatography A, 1995, **694**, 507-514.
- [20] Tyler T.A.: Liquid chromatographic determination of sodium saccharin, caffeine, aspartame and sodium benzoate in cola beverages. J. AOAC, 1984, **67 (4)**, 745-747.
- [21] Tyszkiewicz S.: Zasady prowadzenia międzylaboratoryjnych badań precyzji metod analitycznych – organizacja, statystyczna interpretacja danych oraz praktyka na przykładzie oznaczania metali toksycznych. W: Postęp w analizie żywności. Tom III. Wybrane zagadnienia analizy chemicznej i fizykochemicznej – pod red. S. Tyszkiewicza. Wyd. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz., Warszawa 1993, s. 130-168.
- [22] Verzella G., Bagnasco G., Mangia A.: Ion-pair high-performance liquid chromatographic analysis of aspartame and related products. J. Chromatography A, 1985, **349**, 83-89.
- [23] Webb N.G., Beckman D.D.: Reverse phase liquid chromatographic of aspartame in beverages and beverage mixes. J AOAC, 1984, **67 (3)**, 510-513.
- [24] Wood R.: How to validate analytical methods. Trends in Analytical Chemistry, 1999, **18**, 624-632.
- [25] Wróbel K.: Determination of aspartame and phenylalanine in diet soft drinks by high-performance liquid chromatography with direct spectrofluorimetric detection. J. Chromatography A, 1997, **773**, 163-168.

VALIDATION OF THE SELECTED METHODS OF DETERMINING ASPARTAME CONTENT IN SWEETENERS

Summary

The objective of this study was the validation of selected methods of determining aspartame content, which was performed based on the parameters constituting elements of the analytical validation procedures. From among the basic criteria of validating the analytical method, the following were applied: selectivity, linearity, precision (repeatability), uncertainty of measurement, and accuracy. In addition to those elements of assessing the method, a HORRAT value was also utilized since it appears more and more frequently in the relevant standards. Six methods were taken into consideration: HPLC, three spectrophotometric methods, and two titration methods. Aspartame was determined spectrophotometrically after the reaction with the colouring agents such as N-bromosuccinimide-metol-sulphanilamide, chloranil acid, and p-chloranil. The level of aspartame in tabletop sweeteners was assessed by titrimetry using acetic perchloric acid, sodium metoxide, and N-bromosuccinimide as titrants. HPLC and titration method with perchloric acid were found to be the most precise methods. They were characterized by acceptable values of a relative standard deviation and a HORRAT value.

Key words: aspartame, validation, analytical methods 

EUGENIA CZERNYSZEWICZ

ZASTOSOWANIE ANALIZY GŁÓWNYCH SKŁADOWYCH DO OPISU KONSUMENCKIEJ STRUKTURY JAKOŚCI JABŁEK

Streszczenie

W pracy przedstawiono preferencje konsumentów lubelskich w zakresie cech wpływających na jakość jabłek. Do opisu preferencji zastosowano metodę analizy głównych składowych. Stwierdzono, że preferencje dotyczą głównie dwóch grup cech obejmujących charakterystyki związane z wyglądem zewnętrznym oraz przechowywaniem owoców, a ponadto z cechami odmianowymi, takim jak: smak oraz jędrność i soczystość miąższu. Analiza pozwoliła również zidentyfikować różnice w preferencjach kobiet i mężczyzn. Stwierdzono, że wielkość jabłek i odmiana różnicują preferencje kobiet i mężczyzn w niewielkim stopniu.

Słowa kluczowe: jabłka, kryteria jakościowe, analiza głównych składowych

Wprowadzenie

Jabłka są ważnym elementem diety Polaków. W ostatnich latach ich spożycie w Polsce i Europie ma jednak tendencję spadkową [1, 4]. Znaczenie jabłek w naszym kraju wiąże się z faktem, że dominują one również w produkcji. Cechą charakterystyczną jest silne rozdrobnienie produkcji jabłek, które wpływa istotnie na jakość owoców dostępnych na rynku. Na zachowania nabywcze konsumentów wpływają w dużym stopniu cechy sensoryczne owoców, jak: wielkość, kształt, barwa skórki, smak, twardość miąższu i inne [2, 6, 8, 9]. W ostatnich latach rosnąca świadomość ekologiczna konsumentów wniosła dodatkowe wymagania jakościowe związane z bezpieczeństwem zdrowotnym. Z uwagi na fakt, że jabłka wysokiej jakości powinny spełniać przede wszystkim wymagania i zaspokajać potrzeby konsumentów, ważna staje się znajomość tych oczekiwań. Wiedza ta pomoże ukierunkować wysiłki, aby lepiej dostosować podaż do wymagań konsumentów.

Celem pracy była charakterystyka konsumenckiej struktury w zakresie kryteriów jakościowych jabłek. Opisu struktury jakości jabłek dokonano przy zastosowaniu me-

tody analizy głównych składowych, która pozwala przedstawić strukturę określoną wieloma zmiennymi za pomocą niewielkiej liczby czynników. Poddano weryfikacji także możliwość wykorzystania tej metody do charakterystyki struktury jakości jabłek w grupach konsumentów zróżnicowanych ze względu na płeć.

Material i metody badań

Analizę wykonano na podstawie wyników badań ankietowych przeprowadzonych w roku 2004 wśród mieszkańców Lublina. Próba konsumentów liczyła 269 osób i była próbą kwotową odzwierciedlającą strukturę wiekową mieszkańców Lublina w czterech grupach: do 20 lat, 21-40 lat, 41-60 lat, powyżej 60 lat. W analizie uwzględniono dodatkowo jako zmienną demograficzną płeć konsumentów. W pracy wykorzystano wyniki oceny respondentów dotyczące kryteriów decydujących o wysokiej jakości jabłek. Poszczególne kryteria jakości jabłek oceniano za pomocą 5-stopniowej skali porządkowej. Cechy jakości jabłek obejmowały: świeży wygląd, smak, soczystość miąższu, jędrność miąższu, odmianę, wielkość owoców, brak obcych smaków i zapachów, brak objawów widocznych chorób czy szkodników, brak uszkodzeń mechanicznych oraz brak szkodliwych dla zdrowia pozostałości środków ochrony roślin.

Do opisu konsumenckiej struktury jakości jabłek zastosowano metodę analizy głównych składowych. Metodę tę zastosowano m.in. w pracy Péneau i wsp. [9], w której analizowano znaczenia świeżości jabłek dla konsumentów oraz związku pomiędzy różnymi cechami jabłek, a także w pracach: Konopackiej i wsp. [8], Karlsen i wsp. [7], Jaeger i wsp. [5] oraz Daillant-Spinnler i wsp. [3]. Analiza ta pozwala na przekształcenie danego zbioru cech (zmiennych), które są wzajemnie skorelowane w nowy układ cech (tzw. głównych składowych) wzajemnie nieskorelowanych, który jest porównywalny z układem wyjściowym. Analiza głównych składowych prowadzi więc do uproszczenia struktury danych. Charakteryzuje się tym, że obejmuje wariancję całkowitą zmiennych, wyjaśnia maksimum zmienności w zbiorze danych, główna składowa jest funkcją zmiennych pierwotnych oraz główne składowe są zawsze niezależne. Pierwszym etapem w tworzeniu modelu było zbudowanie macierzy korelacji między zmiennymi (cechami) pierwotnymi i wstępna analiza uzyskanych danych. Z uwagi na to, że uwzględnione w analizie zmienne były jednomianowe nie przeprowadzono wcześniej zalecanej standaryzacji zmiennych. W literaturze tematu uznaje się, że jeśli współczynniki korelacji są niskie (niższe od 0,3) to należy zaniechać dalszej procedury postępowania według analizy głównych składowych [11]. Jeśli zaś w macierzy korelacji każda zmienna koreluje wysoko (powyżej 0,3) z którąkolwiek z pozostałych to można przejść do określenia sposobu wyodrębniania głównych składowych. W analizie, wariancja nowej zmiennej (wyjaśniającej pewną ilość zmienności zmiennych pierwotnych) nazywana jest jej wartością własną. Do określenia liczby głównych składowych zastosowano metodę wartości własnej większej od jedności. Technikę ustala-

nia liczby składowych na podstawie wartości własnych większych niż 1 nazwano „kryterium Kaisera” od nazwiska osoby, która zaproponowała ten sposób postępowania [12]. W metodzie tej zakłada się, że każdy czynnik powinien wyjaśniać zmienność co najmniej jednej zmiennej pierwotnej. Na nazwanie nowych zmiennych pozwalają tzw. ładunki czynnikowe, które wyrażają stopień nasycenia głównej składowej danym czynnikiem. Im większy jest współczynnik korelacji zmiennej ze składową, tym bardziej istotna jest ta zmienna dla danej głównej składowej. W dalszej części analizy ładunki czynnikowe poddano technice rotacji ortogonalnej *varimax*. Technika ta dzięki minimalizacji liczby zmiennych potrzebnych do wyjaśnienia danej zmiennej upraszcza interpretację wyników. W celu nazwania nowych zmiennych (głównych składowych) wyodrębniono te o najwyższych ładunkach czynnikowych względem danych składowych. W prezentowanej analizie wiersze macierzy danych X ($n \times m$) odpowiadały próbie badanych konsumentów, a kolumny zmiennym objaśniającym konsumencką strukturę jakości jabłek. Obliczenia statystyczne wykonano w systemie SAS wersja 9.1.

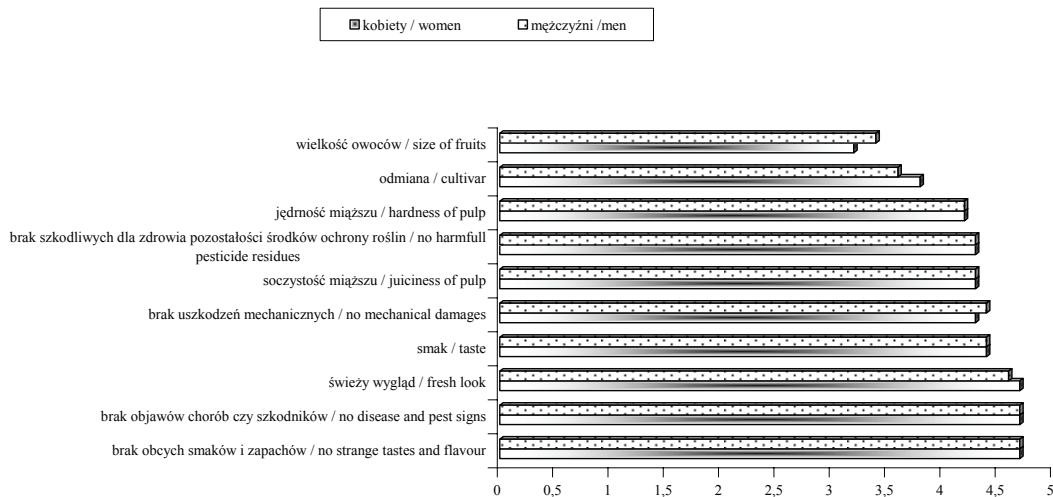
Wyniki i dyskusja

Na wykresie (rys. 1) przedstawiono ważność cech jakościowych jabłek dla kobiet i mężczyzn. Cechy, takie jak wielkość owoców, brak uszkodzeń mechanicznych były wyżej oceniane przez mężczyzn niż przez kobiety, dla których ważniejszy był świeży wygląd i odmiana. Z danych Czernyszewicz [2] wynika, że współczynniki korelacji (Pearsona i Spearmana) pomiędzy płcią respondentów a wymienionymi cechami są niskie i statystycznie nieistotne. Analizując te dane trudno jest ustalić cechy, które jednoznacznie określają i odróżniają preferencje kobiet i mężczyzn. W tej sytuacji, aby lepiej scharakteryzować strukturę jakości jabłek określoną wieloma zmiennymi zastosowano metodę analizy głównych składowych.

W tab. 1. przedstawiono macierz współczynników korelacji między zmiennymi, którymi są parametry jakości jabłek. Pomiedzy wieloma parametrami korelacja jest większa od 0,3, co uzasadnia przeprowadzenie procedury polegającej na określeniu sposobu wyodrębniania głównych składowych i ich dalszej analizy.

W tab. 2. zestawiono wartości własne macierzy korelacji, będące wariancją głównych składowych oraz ich procentowy udział w zmienności zbioru danych.

Z przedstawionych danych wynika, że stosując kryterium wartości własnych większych od 1 do opisu preferencji całej próby wystarczą dwie pierwsze główne składowe, a dla grupy respondentów wyodrębnionych ze względu na płeć – trzy pierwsze główne składowe. Ze względu jednak na to, że składowe te wyjaśniają odpowiednio tylko około 52, 64 i 61% zmienności zawartej w danych uzasadnione byłoby zwiększenie liczby składowych do 4, aby co najmniej 70% zmienności było wyjaśnione przez główne składowe. Uwzględniając jednak aspekt interpretacji dalszą analizę przeprowadzono stosując opcję, która dopuszcza tylko ładunki większe od 1.



Rys. 1. Średnia ważność parametrów jakości jabłek dla kobiet i mężczyzn (w skali 1-5).

Fig. 1. Average importance of some quality parameters of apples for women and men (on a scale from 1 to 5).

W tab. 3. przedstawiono wartości tzw. ładunków czynnikowych, na podstawie których można określić, które zmienne (cechy) są najbardziej istotne dla danej głównej składowej. W interpretacji głównych składowych uwzględniono zmienne o najwyższych ładunkach czynnikowych. Zastosowanie rotacji ortogonalnej istotnie ułatwiło określenie zmiennych wyjaśniających główną składową. Dodatkowo na wykresie (rys. 2) przedstawiono położenie analizowanych zmiennych względem dwóch głównych składowych. Z obrazu wykresu wynika, że zmienna F oznaczająca cechę brak szkodliwych dla zdrowia pozostałości środków ochrony roślin w pierwszej składowej i zmienna A (wielkość owoców) w drugiej różnią się od pozostałych.

Zgodnie z przedstawionymi danymi konsumentką strukturę jakości jabłek w Lublinie można opisać za pomocą 2 grup cech, obejmujących większość badanych zmiennych. Pierwsza grupa, która wyjaśnia zmienność zestawu danych w ponad 33%, obejmuje charakterystyki związane z wyglądem zewnętrznym jabłek (świeży wygląd, brak uszkodzeń mechanicznych oraz objawów chorób czy szkodników) oraz przechowywaniem owoców, które wiążą się z brakiem obcych zapachów i smaków. Druga grupa cech określających jakość jabłek, wyjaśniająca ponad 18% zmienności danych, związana jest z cechami odmianowymi, takim jak smak oraz jędrność i soczystość miąższu. Pozostałe cechy, takie jak wielkość owoców i brak szkodliwych dla zdrowia pozostałości środków ochrony roślin objaśniają konsumentką strukturę jakości w znacznie mniejszym stopniu.

Tabela 1

Macierz korelacji parametrów jakości jabłek.

Matrix of correlation among the parameters of apple quality.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Ogółem / Total										
A	1									
B	0,299	1								
C	0,233	0,389	1							
D	0,226	0,416	0,492	1						
E	0,218	0,313	0,503	0,504	1					
F	-0,001	0,015	0,083	0,142	0,172	1				
G	0,148	0,107	0,136	0,142	0,070	0,372	1			
H	0,172	0,121	0,197	0,345	0,193	0,317	0,493	1		
I	0,131	0,088	0,238	0,170	0,269	0,332	0,365	0,580	1	
J	0,206	0,012	0,140	0,164	0,710	0,239	0,371	0,488	0,524	1
Kobiety / Women										
A	1									
B	0,299	1								
C	0,233	0,389	1							
D	0,226	0,461	0,493	1						
E	0,218	0,313	0,503	0,504	1					
F	-0,001	0,015	0,084	0,142	0,172	1				
G	0,148	0,107	0,136	0,142	0,070	0,372	1			
H	0,172	0,121	0,197	0,345	0,193	0,317	0,493	1		
I	0,131	0,088	0,238	0,170	0,269	0,332	0,365	0,579	1	
J	0,206	0,012	0,140	0,164	0,170	0,239	0,371	0,488	0,524	1
Mężczyźni / Men										
A	1									
B	0,324	1								
C	0,241	0,508	1							
D	0,191	0,494	0,522	1						
E	0,265	0,446	0,559	0,586	1					
F	-0,013	0,039	0,038	0,069	0,101	1				
G	0,091	-0,024	0,028	0,134	0,046	0,387	1			
H	0,164	0,138	0,174	0,319	0,152	0,261	0,504	1		
I	0,035	0,164	0,305	0,203	0,231	0,332	0,371	0,531	1	
J	0,222	0,004	0,120	0,167	0,113	0,159	0,379	0,519	0,464	1

A – wielkość owoców / size of fruit; B – odmiana / cultivar; C – jędrność miąższu / firmness of parenchyma; D – smak / taste; E – soczystość miąższu / juiciness of parenchyma; F – brak szkodliwych dla zdrowia pozostałości środków ochrony roślin / no pesticide residues appearing harmful to health; G – brak uszkodzeń mechanicznych / no mechanical damages; H – świeży wygląd / fresh appearance; I – brak obcych smaków i zapachów / no strange tastes and flavours; J – brak objawów chorób czy szkodników / no symptoms of any disease and no signs of pests.

Tabela 2

Wariancje głównych składowych i ich procentowy udział w zmienności zestawu danych.
Variances of principal components and their participation, expressed as a percent rate, in the variability of a data set.

PC	Ogółem / Total		Kobiety / Women		Mężczyźni / Men	
	Wartości własne macierzy korelacji Eigenvalues of correlation matrices	Udział % Participation expressed as a percent rate	Wartości własne macierzy korelacji Eigenvalues of correlation matrices	Udział % Participation expressed as a percent rate	Wartości własne macierzy korelacji Eigenvalues of correlation matrices	Udział % Participation expressed as a percent rate
1	3,341	33,4	3,305	33,1	3,404	34,0
2	1,846	51,9	2,056	53,6	1,680	50,8
3	0,963	61,5	1,007	63,7	1,043	61,3
4	0,826	69,8	0,831	72,0	0,928	70,6
5	0,695	76,7	0,653	78,5	0,677	77,3
6	0,565	82,4	0,578	84,3	0,654	83,9
7	0,546	87,8	0,484	89,1	0,593	89,8
8	0,480	92,6	0,406	93,2	0,485	94,6
9	0,444	97,1	0,381	97,0	0,323	97,9
10	0,293	100,0	0,294	100,0	0,214	100,0

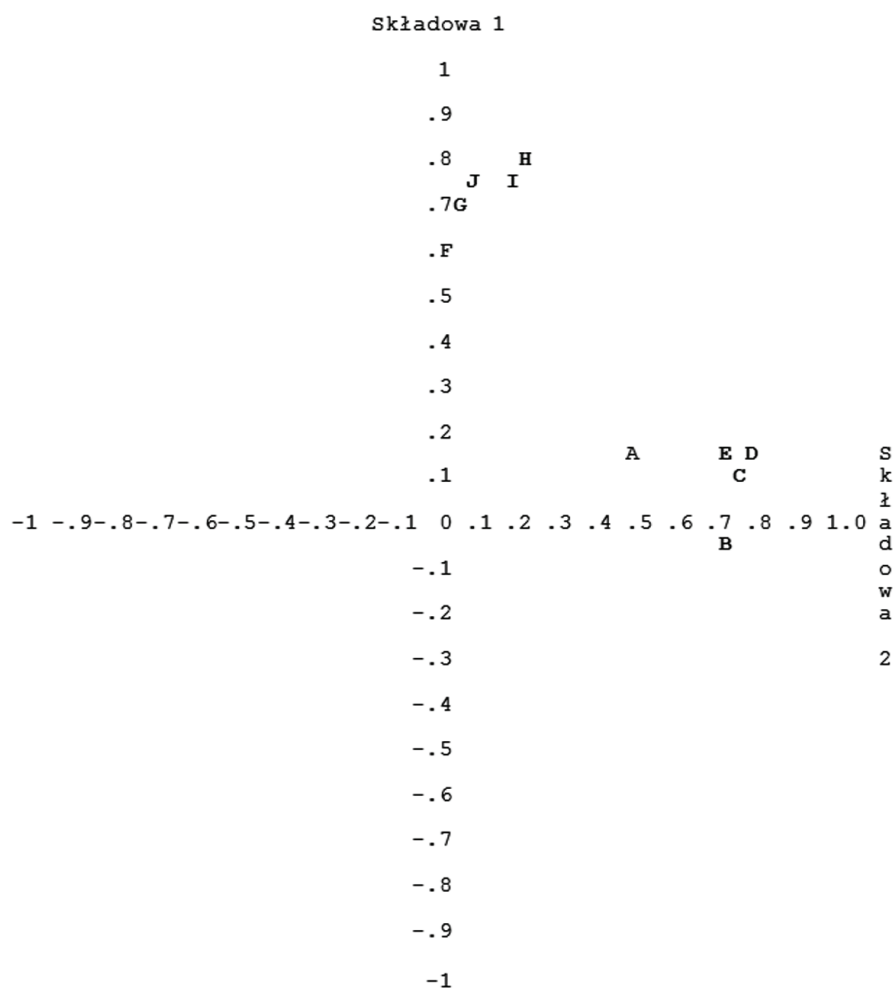
Tabela 3

Wartości ładunków czynnikowych (głównych składowych) modelu po rotacji.
Values of factor loads (of principal components) of the model after rotation.

Zmienne Variables	Ogółem / Total		Kobiety / Women			Mężczyźni / Men		
	Składowa 1	Składowa 2	Składowa 1	Składowa 2	Składowa 3	Składowa 1	Składowa 2	Składowa 3
	Component	Component	Component	Component	Component	Component	Component	Component
A	0,131	0,477	0,273	0,160	0,766	0,153	0,174	0,547
B	-0,052	0,724	0,762	-0,020	0,753	-0,171	0,300	0,749
C	0,107	0,759	0,806	0,089	0,053	0,089	0,698	0,289
D	0,154	0,778	0,780	0,176	0,036	0,061	0,727	0,385
E	0,144	0,722	0,808	0,082	0,024	0,288	0,805	-0,082
F	0,590	0,023	0,099	0,515	-0,543	0,618	0,228	-0,093
G	0,707	0,060	-0,039	0,758	-0,094	0,513	-0,110	0,646
H	0,783	0,210	0,155	0,800	0,114	0,740	0,131	0,296
I	0,765	0,170	0,257	0,713	-0,159	0,834	0,073	0,085
J	0,731	0,090	-0,005	0,743	0,360	0,769	0,090	0,061

A – wielkość owoców / size of fruit; B – odmiana / cultivar; C – jędrność miąższu / firmness of parenchyma; D – smak / taste; E – soczystość miąższu / juiciness of parenchyma; F – brak szkodliwych dla zdrowia pozostałości / no pesticide residues appearing harmful to health; G – brak uszkodzeń mechanicznych / no mechanical damages; H – świeży wygląd / fresh appearance; I – brak obcych smaków i zapachów / no strange tastes and flavours; J – brak objawów chorób czy szkodników / no symptoms of any disease and no signs of pests.

Z danych w tab. 3. wynika, że występują znaczne różnice w strukturze jakości jabłek kobiet i mężczyzn. Różnice te odzwierciedlają wartości ładunków czynnikowych przede wszystkim w pierwszej i drugiej składowej. O ile zmienność kryteriów jakości jabłek kobiet w największym stopniu wyjaśniają cechy zależne od odmiany jabłek, to mężczyzn cechy związane z wyglądem zewnętrznym owoców (świeży wygląd, brak uszkodzeń mechanicznych oraz objawów chorób czy szkodników) oraz cechami wewnętrznymi, determinowanymi przez właściwe przechowywanie i technologię, w tym odpowiednie stosowanie środków ochrony roślin. Wielkość jabłek i odmiana różnicują strukturę jakości jabłek kobiet i mężczyzn w podobnym, niewielkim stopniu.



Rys. 2. Wykres modelu struktury jakości jabłek składowych 1 i 2.

Fig. 2. Plot of pattern of apples quality structure for component 1 and 2.

Uregulowania w zakresie m.in. wielkości owoców, braku obcych smaków i zapachów, widocznych objawów chorób czy szkodników oraz uszkodzeń mechanicznych owoców są zawarte w standardach jakości handlowej. Standardy jakości handlowej mające zastosowanie do jabłek zawiera rozporządzenie Komisji (WE) nr 85/2004 z 15 stycznia 2004 r. [10]. Jak wynika z badań cechy te, nie licząc wielkości owoców, mają także duże znaczenie w konsumenckiej ocenie jakości jabłek.

Wnioski

1. Strukturę jakości jabłek konsumentów lubelskich można opisać za pomocą dwóch grup cech. Pierwsza grupa obejmuje charakterystyki związane z wyglądem zewnętrznym jabłek (świeży wygląd, brak uszkodzeń mechanicznych oraz objawów chorób czy szkodników) oraz właściwym przechowywaniem owoców, które oznacza m.in. brak obcych zapachów i smaków. Druga grupa związana jest z cechami odmianowymi, takim jak smak oraz jędrność i soczystość miąższu. Pozostałe badane cechy, jak wielkość owoców i brak szkodliwych dla zdrowia pozostałości środków ochrony roślin wyjaśniają konsumencką strukturę jakości jabłek w znacznie mniejszym stopniu.
2. Stwierdzono, że struktura jakości jabłek jest różna dla kobiet i mężczyzn. O ile zmienność struktury jakości dla kobiet w największym stopniu wyjaśniają cechy zależne od odmiany, to dla mężczyzn cechy związane z wyglądem zewnętrznym jabłek (świeży wygląd, brak uszkodzeń mechanicznych oraz objawów chorób czy szkodników) oraz cechami wewnętrznymi, determinowanymi przez właściwe przechowywanie i technologię, w tym właściwe stosowanie środków ochrony roślin. Wielkość jabłek i odmiana różnicowały strukturę jakości jabłek dla kobiet i mężczyzn w niewielkim stopniu.
3. Na podstawie wyników przedstawionej analizy można wnioskować o przydatności metody analizy głównych składowych do określenia ważności cech jakości jabłek dla konsumentów oraz charakterystyki struktury jakości jabłek dla różnych grup demograficznych i społeczno-ekonomicznych konsumentów.
4. Ze względu na mały udział poszczególnych charakterystyk jakości w wyjaśnieniu zmienności struktury lepszym kryterium doboru liczby głównych składowych, w porównaniu z metodą „wartości własnej większej od jedności”, jest metoda „procentu wariancji tłumaczonej przez główne składowe”. Jednak w tym przypadku, z powodu zbyt dużej liczby głównych składowych, mogą występować problemy z interpretacją wyników.


Literatura

- [1] Czernyszewicz E.: Changes in fruit and fruit products consumption in the social-economic group of households during 1990-2005. *EJPAU*, 2008, 10, 4, <http://www.ejpau.media.pl/volume10/issue4/art-37.html>.
- [2] Czernyszewicz E.: Konsumentenckie spojrzenie na jakość jabłek. *Annales UMCS*, 2007, **sectio EEE, XVII (2)**, 70-82.
- [3] Dailliant-Spinnler B., MacFie H.J.H., Beyts P.K. & Hedderley D.: Relationships between perceived sensory properties and major preference directions of 12 varieties of apples from the southern hemisphere. *Food Quality and Preference*, 1996, **2 (7)**, 113-126.
- [4] Ellinger W.: Konsumtrends bei Äpfeln und Apfelsorten. *Mat. Interpoma*, Bolzano 2006, s. 17-31.
- [5] Jaeger S.R., Andani Z., Wakeling I.N. & MacFie H.J.H.: Consumer preferences for fresh and aged apples: a cross-cultural comparison. *Food Quality and Preference*, 1998, **5 (9)**, 355-366.
- [6] Jesionkowska K., Konopacka D., Plocharski W.: The quality of apples – Preferences among Consumers from Skierniewice, Poland. *J. Fruit Orn. Plant Res.* 2006, **14**, 173-182.
- [7] Karlsen A.M., Aaby K., Sivertsen H., Baardseth P., Ellekjaer M.R.: Instrumental and sensory analysis of fresh Norwegian and imported apples. *Food Quality and Preference*, 1999, **10**, 305-314.
- [8] Konopacka D., Jesionkowska K., Rutkowski K., Plocharski W., Tomala K.: A comparison of the quality of well known and scab resistant apples in export and consumer evaluation. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 2006, **65**, 185-194.
- [9] Péneau S., Hoehn E., Roth H.-R., Escher F., Nuessli J.: Importance and consumer perception of freshness of apples. *Food Quality and Preference*, 2006, **17**, 9-19.
- [10] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 85/2004 z 15 stycznia 2004 r. ustanawiające normy handlowe mające zastosowanie do jabłek. *Dz. U. WE L Nr 13 z dnia 20.01.2004*, 3-18.
- [11] Sokołowski A., Sagan A.: Przykłady stosowania analizy danych w marketingu i badaniu opinii publicznej. <http://www.statsoft.pl/czytelnia/marketing/adwmarketingu.html>
- [12] Składowe główne i analiza czynnikowa. <http://www.statsoft.pl/textbook/stfacan.html>

THE APPLICATION OF PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS TO CHARACTERIZE A CONSUMER STRUCTURE OF APPLE QUALITY

S u m m a r y

In the paper, the preferences were presented of consumers in a city of Lublin regarding properties impacting the quality of apples. A 'PCA' method (Principal Component Analysis) was used to describe the preferences studied. It was found that those preferences mainly referred to two groups of properties connected with the external appearance of the fruit and the method of storing them; moreover, they also covered the characteristics of cultivars, such as: taste, firmness, and juiciness of parenchyma. With this Analysis applied, it was also possible to identify differences in the preferences of women and men. It was found that the size of apples and their cultivar only insignificantly differentiated the preferences of women and men.

Key words: apples, quality criteria, Principal Component Analysis 

ANNA BOGACKA, BEATA NAWROT, MILENA GRYZA, EDYTA BALEJKO,
ELŻBIETA KUCHARSKA

OCENA ZNAJOMOŚCI I PRZESTRZEGANIA ZASAD DIETY ŚRÓDZIEMNOMORSKIEJ U PACJENTÓW PRZYCHODNI KARDIOLOGICZNYCH

Streszczenie

Celem pracy była ocena sposobu żywienia oraz znajomości i zastosowania zasad diety śródziemnomorskiej wśród pacjentów leczących się w przychodniach kardiologicznych na terenie Szczecina. Badania przeprowadzono wykorzystując metodę wywiadu 24-godzinnego. Grupę ankietowaną stanowili mężczyźni (67 osób) i kobiety (88 osób) powyżej 26 roku życia. Wyliczono zawartość i odsetek realizacji normy na składniki odżywcze i energię dostarczoną z posiłkami. Otrzymane wartości porównano z normami żywienia na poziomie bezpiecznym. Ponadto określono częstość spożycia produktów według piramidy zdrowego żywienia. Uwzględniono współczynniki strat związane z procesami technologicznymi i kulinarnymi. Posługiwano się programem „Dietetyk 2” i Excel. Ponadto oceniono wpływ żywienia na parametry biochemiczne krwi (stężenie cholesterolu całkowitego, frakcji HDL i LDL oraz triacylogliceroli).

Badania wykazały, że znajomość i zastosowanie zasad diety śródziemnomorskiej wśród ankietowanych były niewielkie. Średnie stężenie cholesterolu całkowitego i frakcji LDL były podwyższone w stosunku do przyjętych norm. U znacznej liczby osób stwierdzono występowanie chorób dietozależnych i zaburzeń lipidowych. Wynikało to prawdopodobnie ze złych nawyków żywieniowych, a więc spożywania posiłków obfitujących w cukry proste i nasycone kwasy tłuszczowe, a ubogich w owoce i warzywa. W całodziennych racjach pokarmowych stwierdzono zbyt małą zawartość pieczywa ciemnego, mleka i jego przetworów, kaszy, ryżu co wiązało się z niedoborami witamin z grupy B, C, D oraz wapnia. Spożycie ryb również było małe. Ponadto w badanej grupie osób zaobserwowano niską aktywność fizyczną.

Słowa kluczowe: dieta śródziemnomorska, choroba niedokrwienności serca, profil lipidowy, kwasy tłuszczowe, czynniki ryzyka

Wprowadzenie

Choroby układu krążenia stanowią najczęstszą przyczynę zgonów w krajach rozwiniętych, jak i rozwijających się. Współczynniki umieralności z powodu chorób krą-

Mgr inż. A. Bogacka, mgr inż. B. Nawrot, mgr inż. M. Gryza, mgr inż. E. Balejko, dr hab. n. med. E. Kucharska, prof. AR, Zakład Podstaw Żywienia Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Akademia Rolnicza w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin

żenia są w Polsce ciągle wyższe niż w wielu krajach europejskich, co wymaga dalszych działań, między innymi w zakresie edukacji zdrowotnej społeczeństwa. Badania epidemiologiczne wykazały, że wysoka zachorowalność jest konsekwencją między innymi nieprawidłowego stylu życia i sposobu odżywiania się [11, 16, 17, 18]. Polska dieta charakteryzuje się wysoką wartością energetyczną w stosunku do zapotrzebowania, nadmiernym udziałem energii z tłuszczów, niewłaściwą proporcją kwasów tłuszczowych nasyconych do jednonienasyconych i wielonienasyconych, wysoką zawartością cholesterolu, białka zwierzęcego, soli kuchennej i niską błonnika. Niedostateczne też jest spożycie niektórych biopierwiastków i witamin, szczególnie o charakterze antyoksydacyjnym.

Alternatywą rodzimego sposobu odżywiania jest zmodyfikowana dieta śródziemnomorska polecana przez Polskie Towarzystwo Badań nad Miażdżycą [5]. Dietę cechuje spożywanie żywności nisko przetworzonej. U podstawy piramidy zdrowego żywienia jest ruch. Dalsze piętra stanowią:

- 1) produkty zbożowe: makarony z mąki nisko przemiałowej, brązowy ryż. Jest to źródło błonnika, witamin z grupy B, składników mineralnych (Fe, Mg, Zn),
- 2) duża ilość owoców i warzyw, ponadto nasion roślin strączkowych, orzechów, migdałów będących źródłem składników mineralnych, w tym potasu, witamin A, E, C i z grupy B, flawonoidów i błonnika,
- 3) oliwa z oliwek – dostarczająca jednonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz witaminy E, ponadto bioflawonoidów: tyrozolu i oleuropeiny,
- 4) mięso drobiowe i ryby będące źródłem pełnowartościowego białka i kwasów tłuszczowych n-3, zastępujące mięso czerwone i jego przetwory,
- 5) duża ilość przypraw zawierających antyoksydacyjne polifenole.

Dieta śródziemnomorska obejmuje nie tylko sposób żywienia, jest także związana z określonym trybem życia – wysoką aktywnością fizyczną, unikaniem palenia tytoniu i picia alkoholu [15].

W licznych programach badawczych prowadzonych od lat 50. ubiegłego wieku udowodniono, że dieta śródziemnomorska wykazuje działanie: przeciwmiażdżycowe, przeciwrakowe i zmniejszające zachorowalność na choroby degeneracyjne [5]. Przykładem jest badanie SENECA (2000) obejmujące 2339 zdrowych ludzi pomiędzy 70-90 rokiem życia z 11 krajów. Wykazano, że w grupie stosującej dietę śródziemnomorską i prowadzącej zdrowy tryb życia odnotowano ponad 64 % i 60 % spadek śmiertelności z powodu choroby niedokrwiennej serca (ChNS) i nowotworów.

Światowe Towarzystwa Kardiologiczne podkreślają, że stosowanie diety śródziemnomorskiej stanowi niezbędną część postępowania zmierzającego do zmniejszenia ryzyka rozwoju chorób sercowo-naczyniowych. Wiadomo, że profilaktyka jest najtańszą i najbardziej skuteczną formą zapobiegania chorobom cywilizacyjnym. Stosowanie diety śródziemnomorskiej u chorych spowalnia rozwój schorzeń.

Kierując się powyższym podjęto badania, których celem była ocena znajomości i stosowania zasad diety śródziemnomorskiej wśród pacjentów ze schorzeniami kardiologicznymi oraz analiza sposobu żywienia.

Material i metody badań

Wywiad zebrano od leczących się w przychodniach kardiologicznych Samodzielnego Publicznego Szpitala Klinicznego nr 2 i Samodzielnego Publicznego Wojewódzkiego Szpitala Zespołowego w Szczecinie. Badaniami objęto 155 osób (88 kobiet i 67 mężczyzn) w wieku od 26 do 87 lat. Oceny sposobu żywienia dokonywano metodą wywiadu 24-godzinnego, posługując się „Albumem fotografii produktów i potraw”. Na podstawie danych obliczano średnie spożycie energii i składników pokarmowych z uwzględnieniem strat. Wartość energetyczną i odżywczą całodziennych racji pokarmowych (CRP) porównywano z normą na poziomie bezpiecznym dla kobiet i mężczyzn o umiarkowanej aktywności fizycznej. Posługiwano się programem „Dietetyk 2” i Excel. Przyjęto na podstawie rekomendacji WHO (2003) spożycie kwasów tłuszczowych, uwzględniono następujący udział procentowy ogólnej wartości energetycznej: z nasyconych kwasów tłuszczowych (KTN) - 10 %, z jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (KTJ) - 12 %, z wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WKT) - 8 %. Wskaźnik aterosogenności diet obliczano z równania Keysa: $[1,35 \times (2 \times \% \text{ energii z KTN} - \% \text{ energii z WKT}) + 1,5 \times \sqrt{\text{cholesterol mg/1000 kcal}}]$ [2].

Za pomocą ankiety oceniano wybrane czynniki ryzyka chorób krążenia oraz nawyki żywieniowe. Ponadto uwzględniano: palenie tytoniu, picie alkoholu, choroby współistniejące, dbanie o kondycję fizyczną, preferowane formy wypoczynku. Określano również częstość spożycia produktów według piramidy zdrowego żywienia. Oceniano parametry biochemiczne krwi: stężenie cholesterolu całkowitego, frakcji HDL i LDL oraz triacylogliceroli.

Analizy statystycznej uzyskanych wyników dokonano posługując się testem T w programie Statistica v.7.1.

Wyniki i dyskusja

Średnia wieku badanych kobiet wynosiła $58,9 \pm 13,4$, natomiast mężczyzn $60,8 \pm 11,3$. U 58 % kobiet i 64,2 % mężczyzn stwierdzono nadwagę, a otyłość I stopnia u 20,5 % kobiet i 17,9 % mężczyzn. Problemem badanych osób było przejadanie się. Odnotowano zbyt duże spożycie tłuszczów, mięsa i przetworów mięsnych oraz węglowodanów prostych. Taki typ odżywiania prowadził do rozwoju chorób cywilizacyjnych. U części pacjentów wystąpiła cukrzyca typu II (35 % badanych). Najczęstszą chorobą u badanych było nadciśnienie, które wystąpiło u 75,4 % kobiet, u 67,2 % mężczyzn. Choroba niedokrwienna serca (ChNS) pojawiła się u 60,8 % kobiet i 44 %

mężczyzn. Zawał mięśnia sercowego dotyczył częściej mężczyzn (44,7 %) niż kobiet (22,2 %).

Analiza profilu lipidowego wykazała, że średnie stężenie cholesterolu całkowitego w grupie kobiet i mężczyzn przekraczało 200 mg/dl i wynosiło odpowiednio 225,6 mg/dl oraz 277 mg/dl. Nieprawidłowe było również stężenie cholesterolu frakcji LDL i HDL oraz triacylogliceroli w obydwu badanych grupach (tab. 1).

Tabela 1

Średnie wartości parametrów biochemicznych badanych grup.

Mean values of the biochemical parameters as determined in the polled groups.

Badany parametr Parameter investigated	Kobiety Women	Mężczyźni Men	Wartości zalecane Recommended Values
Cholesterol całkowity [mg/dl] Total cholesterol	225,6	277	< 200
Cholesterol HDL [mg/dl] HDL-cholesterol	43,2	37,8	> 46 in women > 40 in men
Cholesterol LDL [mg/dl] LDL-cholesterol	173,4	207,1	< 130
Triacyloglicerole [mg/dl] Triacyloglycerols	225,6	234,7	< 150

W badaniach Capuano i wsp. [4] udowodniono związek pomiędzy: wzrostem ryzyka ChNS, wysokim BMI, ciśnieniem krwi, profilem lipidowym i stężeniem glukozy we krwi [4].

Do czynników przyczynowych oraz współistniejących z nadciśnieniem tętniczym należą między innymi: niska aktywność fizyczna, spożywanie nadmiernej ilości alkoholu oraz palenie tytoniu [8]. Analiza częstotliwości palenia papierosów i spożywania napojów alkoholowych, wykazała że 50 % badanych kobiet i 60 % mężczyzn paliło papierosy, natomiast spożywanie alkoholu deklarowało 47 % kobiet i 62 % mężczyzn w zdecydowanej większości okazjonalnie. Wyniki wielu badań epidemiologicznych potwierdzają fakt, że nałogowe palenie tytoniu i picie alkoholu prowadzi do wzrostu ciśnienia tętniczego krwi [2, 8]. W przedstawionej pracy nie określono związku pomiędzy ilością i częstością wypalanych papierosów oraz ilością wypijanego alkoholu a wartościami ciśnienia tętniczego krwi. Wiadomo, że czynniki te są jedną z przyczyn wysokiej zachorowalności i śmiertelności Polaków, zarówno na choroby nowotworowe, jak i choroby układu krążenia [2, 14]. Preferowane formy wypoczynku (jazda na rowerze, gimnastyka, spacer, pływanie, praca na działce) były podstawą do oceny aktywności fizycznej badanych osób. Ponad połowa deklarowała średnią aktywność;

blisko 30 % respondentów - niską. Najpopularniejszą formą wysiłku fizycznego, był spacer i praca na działce.

Oceniając znajomość zasad diety śródziemnomorskiej wśród pacjentów, stwierdzono, że 30,3 % ankietowanych znało zasady diety, spośród których 9,7 % stosowało omawiany sposób żywienia, a 69,7 % nie znało go wcale. Konsekwencją nieznamomości zaleceń było zbyt małe spożycie owoców i warzyw. Wśród badanych tylko 34,6 % spożywało owoce co najmniej 3 razy dziennie i warzywa 4 porcje dziennie (czyli zgodnie z zaleceniami). Warzywa i owoce mają olbrzymie znaczenie przeciwniażdżycowe. Pozytywny wpływ na zdrowie wykazują zawarte w nich antyoksydanty (witaminy A, C, E, β -karoten, selen, likopen, bioflawonoidy, antocyjany), które chronią przed utlenianiem frakcji LDL cholesterolu. Należy podkreślić, że jedzenie warzyw i owoców, ze względu na dużą zawartość potasu sprzyja obniżeniu ciśnienia krwi.

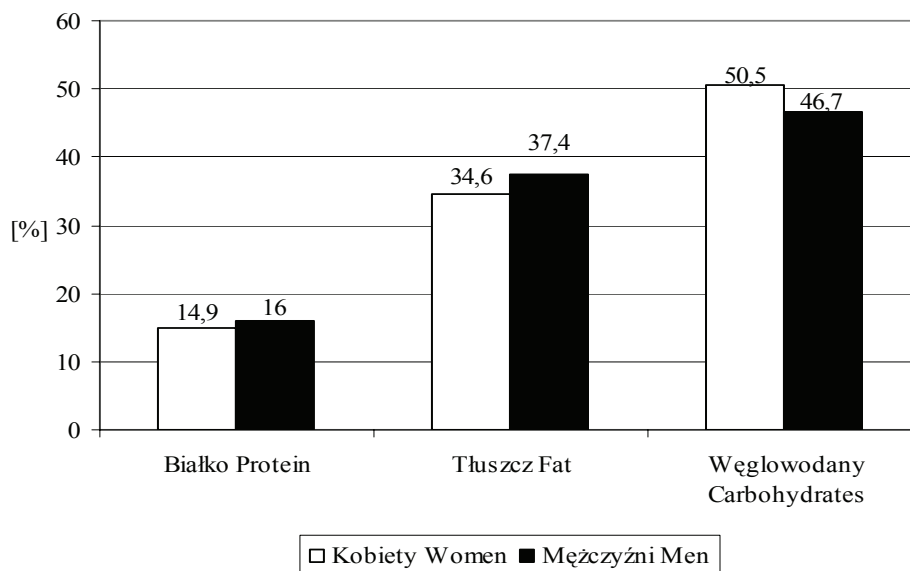
Niższe od zaleceń było także średnie spożycie produktów mlecznych, szczególnie zawierających bakterie probiotyczne z rodzaju *Lactobacillus*. Bakterie uwalniając krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe poprawiają funkcje śródbłonna i wyrównują parametry lipidowe krwi, obniżają stężenie fibrynogenu i zmniejszają stres oksydacyjny, jak wykazał Naruszewicz i wsp. [12].

Spożycie mięsa było wysokie. W większości ankietowani deklarowali konsumpcję ryb (56 %) i suchych nasion roślin strączkowych (52,5 %) raz w tygodniu. Zawarte w rybach kwasy tłuszczowe omega-3 wykazują działanie profilaktyczne i lecznicze w chorobie niedokrwiennej serca. Zmieniają skład lipidów, obniżają ciśnienie tętnicze i zmniejszają stan zapalny i agregację płytek krwi [11]. Codzienne jedzenie ciemnego pełnoziarnistego pieczywa deklarowała ponad połowa pytanych, blisko 30 % nie jadło go wcale. Przeważająca grupa badanych osób (52 % kobiet i 59 % mężczyzn) wybierała masło, jako tłuszcz do smarowania pieczywa. Jest on produktem łatwostrawnym, stanowi naturalne źródło witaminy A oraz sprzężonych dienów kwasu linolowego wykazujących działanie przeciwnowotworowe [1]. Jednakże w chorobie niedokrwiennej serca spożywanie masła jest przeciwwskazane ze względu na dużą zawartość cholesterolu oraz nasyconych kwasów tłuszczowych. Polecane są w codziennym żywieniu miękkie margaryny, tłuszcze o obniżonej kaloryczności oraz oleje z oliwą z oliwek na czele. W przeprowadzonych badaniach dużą popularnością cieszyła się margaryna (40 % respondentów). Niewielki odsetek badanych preferował tłuszcze zawierające stanole i sterole. Większość ankietowanych kobiet (80 %) i mężczyzn (60 %) jako tłuszcz do smażenia wybierała: olej rzepakowy i słonecznikowy; jako dodatek do sałatek: oliwę z oliwek (ponad 30 %). Pomimo faktu bycia pacjentami ze schorzeniami kardiologicznymi wybory badanych nie różniły się znacząco od preferencji innych grup społecznych [1, 10, 17].

W pracy oceniono rodzaj technik kulinarnych stosowanych do przygotowywania posiłków. Do najczęściej stosowanych należało gotowanie – 84 %, duszenie – 74 %,

smażenie – 40 %, sporadycznie pieczenie i grillowanie – 10 %. Wybór technik kulinarnych nie różnił się znacząco u obydwu płci. Określając formę oraz miejsce spożywania posiłków przez pacjentów stwierdzono, że: 95 % przygotowywało posiłki w domu, 4 % kupowało produkty gotowe do spożycia (typu instant). Tylko 66 % ankietowanych spożywało posiłki codziennie o tej samej porze, pozostali odżywiali się nieregularnie.

Nieprawidłowa struktura spożycia produktów znalazła odzwierciedlenie w niskiej wartości odżywczej racji pokarmowych (tab. 2). Średnie pobranie energii zarówno przez kobiety, jak i przez mężczyzn było niższe od ilości zalecanych, a procent realizacji normy wynosił odpowiednio 74,6 % i 80,9 %. W innych polskich badaniach z ostatnich lat, średnia wartość energetyczna diety kształtowała się na podobnym poziomie [2, 3, 13] lub była wyższa [16]. Struktura pobrania energii również była niewłaściwa w przypadku obu płci. Zbyt dużo energii pochodziło z tłuszczów i białek, a zbyt mało z węglowodanów (rys. 1).



Rys. 1. Struktura pobrania energii w badanej grupie kobiet i mężczyzn.

Fig. 1. Energy consumption structure in the polled group of women and men.

Niekorzystne ze względu profilaktyki żywieniowej było wysokie spożycie białka ogółem oraz cholesterolu przez mężczyzn (tab. 2). W całodziennych racjach pokarmowych kobiet była duża zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (125,1 % normy), zbyt mała wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (57 % normy). Podaż jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w uśrednionej diecie badanej grupy mężczyzn wynosiła 28 g i była wyższa o 8,1 % od przyjętych zaleceń (tab. 2).

Tabela 2

Wartość energetyczna i zawartość składników odżywczych w racjach pokarmowych kobiet i mężczyzn (n=155).

Energy value and content of nutrients in food rations eaten by women and men (n=155).

Energia i składniki odżywcze Energy and nutrients	Kobiety Women		Mężczyźni Men	
	Średnia ± SD Mean ± SD	[%] realizacji norm i zaleceń [%] of the realized norms and recommendations	Średnia ± SD Mean ± SD	[%] realizacji norm i zaleceń [%] of the realized norms and recommendations
Energia [kcal] Energy	1443,1 ± 520,9	74,6	1774,3 ± 523,1*	80,9
Białko ogółem [g] Protein	52,5 ± 21,5	93,8	69,1 ± 24,0**	122,5
Tłuszcz ogółem [g] Total fat	56,4 ± 27,0	87,3	72,7 ± 27,4**	107,8
Cholesterol [mg] ¹ Cholesterol	176,6 ± 137,0	88,3	246,6 ± 169,2*	123,3
Kwasy tłuszczowe nasycone [g] UFA	20,05 ± 13,7	125,1	21,8 ± 10,7	110,4
Kwasy tłuszczowe jednonie- nasycone [g] SUFA	19,0 ± 13,4	98,7	28 ± 15**	118,1
Kwasy tłuszczowe wielonie- nasycone [g] PUFA	7,3 ± 5,4	57,0	12,4 ± 6,7**	78,2
Węglowodany ogółem [g] Total Carbohydrates	170 ± 80,7		199,2 ± 90,7	
Błonnik [g] ¹ Fibre	15,9 ± 10,1	58,9	16,5 ± 7,5	60,9
Wskaźnik Keysa Keys's Index	44,1 ± 42,2	126,0	39,0 ± 35,9	111,4

¹ przyjęto jako prawidłową ilość cholesterolu w diecie 200 mg, błonnika 27 g / it was assumed that the normal amount of cholesterol contained in the diet should be 200 mg, and of fibre – 27 g;

* istotność statystyczna na poziomie $p \leq 0,05$ / the statistical significance at a level $p \leq 0.05$;

** istotność statystyczna na poziomie $p < 0,001$ / the statistical significance at a level of $p < 0.001$.

Analizując udział energii pochodzącej z kwasów tłuszczowych (tab. 3) stwierdzić można, że w obydwu grupach wystąpiły nieprawidłowości. Podaż kwasów tłuszczowych nasyconych była wyższa od zaleceń u obu płci. W uśrednionej racji pokarmowej

kobiet zawartość KTN wynosiła 20,5 g, stanowiąc 12,5 % energii, natomiast mężczyzn 21,8 g, co stanowiło 11,0 %. Spożycie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych było różne w zależności od płci, w przypadku mężczyzn przekraczało przyjęte zalecenia (14,2 % energii), u kobiet było w normie. Zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w dietach badanych była niższa od zaleceń w obydwu grupach.

Aterogenność diety ocenia się również przez obliczenie wskaźnika Keysa, w którym uwzględnia się spożycie nasyconych, wielonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz cholesterolu pokarmowego [3]. Wskaźnik w przypadku badanej grupy kobiet i mężczyzn wynosił odpowiednio 44,1 i 39,0. Współczynnik ten był zbyt wysoki w porównaniu z uznanym za prawidłowy – 35.

Tabela 3

Udział energii pochodzącej z kwasów tłuszczowych w diecie kobiet i mężczyzn [%].

Percent level of energy content produced by fatty acids contained in the diet of women and men [%].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Kobiety Women	Mężczyźni Men	Zalecenia Recommendations
KTN [%] Saturated fatty acids	12,5	11,0	10
KTJ [%] Monounsaturated fatty acids	11,8	14,2	12
WKT [%] Polyunsaturated fatty acids	4,6	6,3	8

Zawartość błonnika wahała się od około 16 g w przypadku CRP kobiet do 16,5 g w racjach pokarmowych mężczyzn, a zatem była w obydwu grupach na poziomie zbyt niskim w stosunku do zalecanych 27–40 g. Bronkowska [3] stwierdziła podobnie niską podaż błonnika. Wiadomo, że frakcje rozpuszczalne błonnika pokarmowego (pektyny) obniżają stężenie cholesterolu LDL we krwi, natomiast frakcje nierozpuszczalne zmniejszają tempo wchłaniania składników po posiłku i wydzielanie insuliny oraz spowalniają przyrost masy ciała [3]. Zatem mała ilość błonnika w diecie była niekorzystna dla pacjentów.

Jednym z wielu czynników ryzyka rozwoju chorób sercowo-naczyniowych jest wysoka podaż sodu i mała potasu. W przypadku obydwu płci spożycie sodu przekraczało wielokrotnie ilość 5–6 g określoną jako bezpieczną dla zdrowia w polskich normach żywienia. Natomiast podaż potasu była dużo niższa od zaleceń. Ilość sodu w racjach pokarmowych kobiet wynosiła średnio 1235,1 mg, mężczyzn 2041,4 mg (tab. 4). Udowodniono, że nadmiar sodu jest jednym z podstawowych czynników rozwoju samoistnego nadciśnienia tętniczego. Należałoby więc ograniczyć spożywanie

wędlin, wędzonych ryb, serów, zup w proszku oraz zminimalizować ilość soli używanej podczas obróbki kulinarnej [6].

Konsekwencją niskiego spożycia warzyw i owoców była niedostateczna podaż potasu w dietach. Racje pokarmowe kobiet i mężczyzn dostarczały odpowiednio 2156,0 mg i 2684,2 mg potasu, co realizowało 61,6 % i 76,7 % normy (tab. 4).

Tabela 4

Zawartość sodu i potasu w diecie badanych kobiet i mężczyzn.

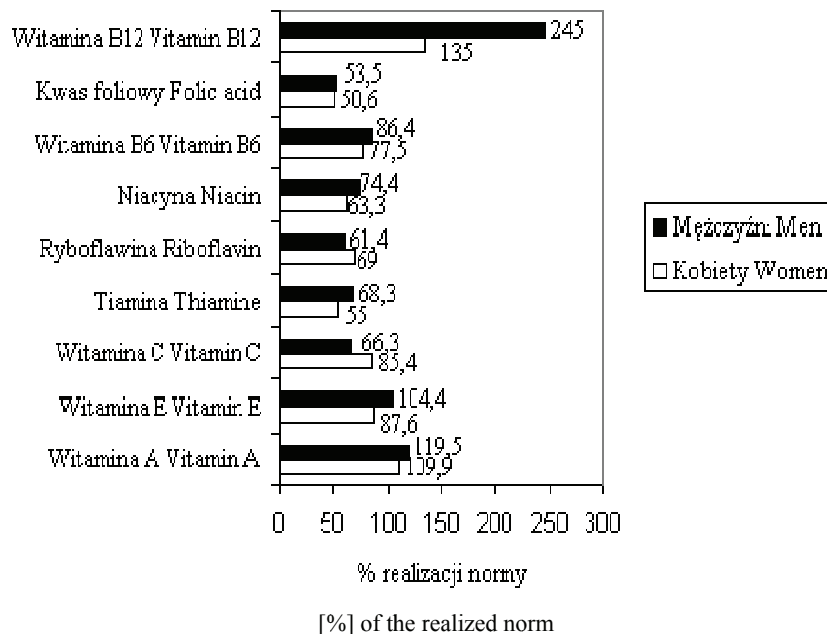
Content of sodium and potassium as contained in the diet in the polled group of women and men.

Składnik Component	Kobiety Women		Mężczyźni Men	
	Średnia ± SD Mean ± SD	[%] realizacji normy [%] of the realized norm	Średnia ±SD Mean ± SD	[%] realizacji normy [%] of the realized norm
Na [mg] Sodium	1235,1 ± 774	214,8	2041,4 ± 2631,6*	355
K [mg] Potassium	2156,1 ± 1101,5	61,6	2684,2 ± 919,9*	76,7

W niniejszych badaniach stwierdzono też małą zawartość w diecie kobiet i mężczyzn witaminy: B₁, B₂, PP, B₆, folianów oraz C, natomiast spożycie witamin A, B₁₂ było wyższe od zalecanych wartości, szczególnie w grupie mężczyzn (rys. 2). Witamina C należy do naturalnych antyoksydantów pełniących ważną rolę w prewencji chorób cywilizacyjnych. Odpowiada między innymi za neutralizację wolnych rodników, blokowanie tworzenia kancerogennych amin, stymulację układu odpornościowego [19]. Niskie spożycie wynikało ze zbyt małego udziału owoców i warzyw oraz ich przetworów bogatych w tę witaminę. Duda i wsp. [7], badając spożycie witamin przez kobiety z ChNS, uzyskali podobne wyniki. Natomiast Trzeciak i wsp. [16] wykazali prawidłową lub wyższą od zalecanej podaż witaminy C w racjach pokarmowych mężczyzn.

Zawartość witaminy E zarówno w diecie kobiet, jak i mężczyzn była prawidłowa. W wielu badaniach europejskich wykazano, że wysokie spożycie antyoksydantów z żywnością zmniejsza ryzyko wystąpienia chorób układu krążenia [7, 16, 19].

Wzrost zawartości witamin z grupy B można osiągnąć zwiększając udział mleka i jego przetworów, warzyw i ich przetworów oraz pieczywa i produktów zbożowych w diecie. Dybkowska i wsp. [9] uzyskali podobne wyniki, oceniając spożycie witamin przez mieszkańców Warszawy. Wiadomo, że dieta śródziemnomorska wyrównuje niedobory witaminy B₁₂, B₆ i kwasu foliowego - kofaktorów enzymów uczestniczących w przemianie homocysteiny do metioniny.



Rys. 2. Zawartość wybranych witamin w diecie kobiet i mężczyzn w stosunku do wartości normatywnych.

Fig. 2. Contents of some selected vitamins in the diet of women and men compared to norm values.

W przedstawionych badaniach uzyskano wysokie zawartości witaminy B₁₂ w diecie, szczególnie mężczyzn. Najprawdopodobniej było to wynikiem dużego spożycia mięsa i jego przetworów, które są głównym źródłem tej witaminy. Niedobór witamin B₂, B₆ i folianów przy nadmiernej ilości mięsa był szczególnie złym czynnikiem u pacjentów z poradni kardiologicznych.

Pełne pokrycie zapotrzebowania organizmu na witaminy jest niezbędne w celu zmniejszenia ryzyka chorób serca, zarówno osób zdrowych, jak i pacjentów z zaawansowaną chorobą niedokrwienną serca i cukrzycą.

Wnioski

1. Znajomość i stosowanie zasad diety śródziemnomorskiej wśród ankietowanych było niewielkie.
2. U dużego odsetka osób wystąpiły: nadmierna masa ciała, podwyższony poziom lipidów, nadciśnienie tętnicze, ChNS, cukrzyca typu II.
3. Badani prezentowali niską aktywność fizyczną. Najczęstszą formą wypoczynku był spacer.

4. Pomimo zaawansowanej ChNS stwierdzono u dużego odsetka chorych nałóg palenia tytoniu.
5. W dietach wykazano zbyt małe spożycie pieczywa ciemnego, mleka i jego przetworów, kaszy oraz ryb.
6. Stwierdzono duże spożycie mięsa, wędlin wieprzowych, smalcu i masła.
7. Wykazano też nieprawidłowe spożycie większości analizowanych makroskładników.
8. Racje pokarmowe charakteryzowały się niską podażą witamin z grupy B, D, C, folianów oraz wysoką witamin A, B₁₂ oraz sodu, szczególnie u mężczyzn.

Literatura

- [1] Bolesławska I., Maruszewska M., Przysławski J.: Preferencje i czynniki wyboru tłuszczów wśród osób dorosłych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30** (1/2), 154-159.
- [2] Bolesławska I., Przysławski J.: Żywieniowe aspekty rozwoju niedokrwiennej choroby serca wśród kobiet z regionu Wielkopolski. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005, **suplement**, 497-501.
- [3] Bronkowska M.: Ocena sposobu żywienia z elementami stylu życia kobiet o małej aktywności fizycznej. Spożycie wybranych składników pokarmowych. *Roczn. PZH*, 2007, **58** (1), 177-183.
- [4] Capuano V., Bambacaro A., D'Arminio T., Vecchio G., Cappuccio L.: Correlation between body mass index and others risk factors for cardiovascular disease in women compared with men. *Monaldi Arch. Chest. Dis.*, 2003, **60** (4), 295-300.
- [5] Cichocka A.: Dieta śródziemnomorska w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2004, **3**, 8-10.
- [6] Czerwińska D., Czerniawska A.: Ocena spożycia sodu, z uwzględnieniem soli kuchennej jako jego źródła, w wybranej populacji warszawskiej. *Roczn. PZH*, 2007, **58** (1), 205-210.
- [7] Duda G., Maruszewska M., Józwiak A.: Spożycie witamin antyoksydacyjnych i ich surowiczy poziom u kobiet w wieku podeszłym z chorobą niedokrwinną mięśnia sercowego. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005, (1), 13-18.
- [8] Duda G., Suliborska J.: Wybrane elementy stylu życia a występowanie nadciśnienia tętniczego u osób dorosłych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005, **38** (1), 1-6.
- [9] Dybkowska E., Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B.: Zawartość witamin w diecie dorosłych mieszkańców Warszawy, *Roczn. PZH*, 2007, **58** (1), 211-215.
- [10] Harton A., Narojek L., Solik-Tomassi A.: Jakościowa charakterystyka sposobu żywienia mężczyzn z niedokrwinną chorobą serca (ChNS) z uwzględnieniem wieku i pory roku. *Żyw. Człow. Metab.*, 2004, **31**, **suplement 2 cz. I**, 253-257.
- [11] Kozłowska-Wojciechowska M.: Rola kwasów omega-3 w redukcji ryzyka choroby niedokrwiennej serca. *Czyn. Ryz.*, 2004, **1-2**, 61-65.
- [12] Naruszewicz M., Johansson M. L., Zapolska-Downar D., Bukowska H.: Effect of *Lactobacillus plantarum* 299v on cardiovascular disease risk factors in smokers. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002, **76** (6), 1249-1255.
- [13] Przybyłowicz K., Rams L., Cichon R., Wądołowska L.: Ocena sposobu żywienia kobiet a lipidowe czynniki ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2004, **Suplement 2 cz. I**, 111-122.


- [14] Rapacka E., Dyrła P., Dyrła W., Błaszczyk J.: Spożywanie alkoholu, kawy, palenie tytoniu jako czynniki ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30** (3/4), 790-794.
- [15] Stachowska E., Chlubek D.: Dieta typu śródziemnomorskiego jako czynnik wspomagający terapię pacjentów po przeszczepach. *Czyn. Ryz.*, 2002, **1/02**, 54-57.
- [16] Trzeciak K., Narojek L.: Zmiany w sposobie żywienia i profilu lipidowym osób z hiperlipidemią pod wpływem diety hipolipemicznej (ATP III). *Czyn. Ryz.*, 2005, **1-2**, 48-60.
- [17] Wądołowska L., Waluś A., Cichoń R., Słowińska M. A.: Piramida zdrowego żywienia w profilaktyce żywieniowej chorób układu krążenia – realizacja zaleceń w racjach pokarmowych osób w wieku podeszłym. *Czyn. Ryz.*, 2003, **4/02-1/03**, 49-56.
- [18] Wyka J., Żechałko-Czajkowska A.: Sposób żywienia z elementami stylu życia 40-letnich mężczyzn z Wrocławia w aspekcie zagrożenia chorobami układu krążenia. Cz. I. Spożycie wybranych składników odżywczych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2004, **31** (2), 113-125.
- [19] Wyka J., Żechałko-Czajkowska A.: Sposób żywienia z elementami stylu życia 40-letnich mężczyzn z Wrocławia w aspekcie zagrożenia chorobami układu krążenia. Cz. II. Witaminy. Składniki mineralne. *Żyw. Człow. Metab.*, 2004, **31** (3), 219-230.

ESTIMATING THE KNOWLEDGE OF MEDITERRANEAN DIET PRINCIPLES AMONG THE PATIENTS FROM CARDIOLOGIC CLINICS AND THEIR FOLLOWING THOSE PRINCIPLES

Summary

The objective of this research was to evaluate dietary behaviours of the patients from cardiologic clinics in Szczecin and to estimate their knowledge of the Mediterranean diet principles. The research was conducted using a method of 24-hour anamnesis. The polled group consisted of men (67 persons) and women (88 persons) aged above 26 years. Referring to the regular meals eaten by the polled, three factors were computed: content of nutrients contained in their meals, percentage rate of realizing the relevant nourishment norm, and energy provided with their meals. The received values were compared with the safe levels of nutrients as indicated by the relevant norms on proper nourishment. Additionally, the frequency of consuming certain products by the polled, according to the pyramid of healthy diet, was determined. Coefficients of losses occurring owing to technological and culinary processing procedures were also included. A "Dietetyk 2" software and 'Exel' package were applied. Furthermore, the impact of the diet applied on the biochemical parameters of the patients' blood (total cholesterol concentration, HDL and LDL fractions, as well as triacylglycerols) was estimated.

The research proved that the knowledge and use of Mediterranean diet principles among the polled was little. Average concentration levels of total cholesterol and LDL fractions in their blood were increased compared to the generally approved norms. A considerable number of patients suffered from diet-dependent diseases and lipid disorders. Quite probably, it resulted from their improper dietary behaviours, i.e. from the fact that they usually ate meals rich in monosaccharides and in saturated fatty acids, but poor in fruit and vegetables. According to the research results, it was also found that their meals contained too little amounts of dark bread, milk and milk products, cereals, and rice; thus, their daily meals provided too little amounts of vitamins from the B, C, and D groups, and of calcium per day. The level of fish consumption was low, too. Moreover, it was found that all the polled showed a low physical activity level.

Key words: Mediterranean diet, coronary heart disease, lipid profile, fatty acids, risk factors 

TERESA LESZCZYŃSKA, ELŻBIETA SIKORA, RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, KATARZYNA PYSZ, ESTERA NOWACKA

OCENA PRAWIDŁOWOŚCI BILANSOWANIA SKŁADU RACJI POKARMOWYCH OSÓB STARSZYCH ZAMIESZKUJĄCYCH W WYBRANYCH DOMACH POMOCY SPOŁECZNEJ ORAZ W ZAKŁADZIE OPIEKUŃCZO-LECZNICZYM

Streszczenie

Regularne monitorowanie sposobu żywienia osób w wieku starszym, populacji szczególnie narażonej na niedobory składników pokarmowych, może stanowić podstawę do korygowania bieżących błędów żywieniowych, a w konsekwencji przyczynić się do spowolnienia tempa starzenia biologicznego, zmian fizjologicznych i patologicznych.

Obliczona wartość energetyczna racji pokarmowych pensjonariuszy dwóch Domów Pomocy Społecznej (DPS 1, DPS 2) oraz jednego Zakładu Opiekuńczo-Leczniczego (ZOL) stanowiła odpowiednio 157, 137, 143 % normy, zawartość białka - 144, 133, 119 %, tłuszczu - 211, 175, 206 %, węglowodanów ogółem - 137, 121, 116 %. Stwierdzono równocześnie właściwe pokrycie zapotrzebowania na większość witamin z grupy B oraz na witaminy antyoksydacyjne (β -karoten, wit. C i E). Dwukrotnie większą od zalecanej podaż witaminy A oraz niską witaminy C i PP, pozwalającą na realizację obowiązujących norm w 62 i 73 %, odnotowano jedynie w racjach z ZOL. Podaż potasu, magnezu, żelaza, manganu była na ogół zadowalająca. Zaobserwowano jednak ok. 30 % niedobory miedzi oraz ok. 20 % niedobory cynku i wapnia. Wartość normy podaży fosforu przekroczone dwukrotnie, a minimalnej normy spożycia sodu 5-7-krotnie, w przypadku wszystkich badanych grup. Różnice statystycznie istotne między wynikami zawartości poszczególnych składników odżywczych w racjach, w zależności od sezonu, dotyczyły jedynie niektórych z nich.

Słowa kluczowe: raporty magazynowe, racje pokarmowe, składniki odżywcze, osoby starsze

Wprowadzenie

Stan zdrowia człowieka oraz ryzyko występowania chorób zależy m.in. od jego cech dziedzicznych i od sposobu żywienia. Dotychczasowe badania wskazują na ścisłą

Dr hab. inż. T. Leszczyńska, dr hab. inż. E. Sikora, dr inż. R. Bieżanowska-Kopeć, mgr inż. K. Pysz, mgr inż. E. Nowacka, Katedra Żywienia Człowieka, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

zależność pomiędzy jakością żywienia a odpornością organizmu, ryzykiem rozwoju chorób oraz długością życia człowieka [1, 20]. Grupą, która w szczególny sposób jest narażona na niedobory składników pokarmowych są osoby w wieku starszym. Samotność, depresja, izolacja społeczna i ograniczone często dochody, to czynniki nie sprzyjające prawidłowemu odżywianiu [13]. Sposób żywienia w wieku starszym ma duży wpływ na starzenie biologiczne, zmiany fizjologiczne i patologiczne.

Istotne zmiany towarzyszące procesowi starzenia to: pogorszenie fizjologicznych czynności wszystkich narządów, co objawia się stopniową utratą wody, wapnia i fosforu przy jednoczesnym postępującym procesie demineralizacji kości oraz odkładaniem cholesterolu i złogów lipidowych na ścianach naczyń krwionośnych [33]. Osoby w tym wieku częściej zapadają na choroby nowotworowe, a zmiany w układzie pokarmowym wpływają na procesy przyjmowania pokarmu, jego trawienia i wchłaniania składników pokarmowych [5, 17, 25, 38]. Przyjmowanie pokarmu ponadto uzależnione jest od ogólnego stanu zdrowia, stanu uzębienia, nawyków żywieniowych, przebytych chorób, urazów psychicznych i fizycznych, okresu przekarmień lub niedożywienia [25, 33].

Badania wykazują, że stosowanie diety zbliżonej do śródziemnomorskiego modelu żywienia może wpłynąć korzystnie na długość życia. Zwiększenie spożycia oliwy z oliwek (nawet jeżeli ilość energii z tłuszczów osiąga wartość 40 %), skutkuje wysokim udziałem jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w stosunku do kwasów nasyconych oraz wzrostem poziomu kwasów omega-3, które odgrywają rolę m.in. w poprawie parametrów profilu lipidowego krwi oraz obniżają ryzyko depresji. Z kolei odpowiednia podaż w diecie produktów dostarczających wit. B₆, kwas foliowy, wit. B₁₂ może wpływać korzystnie na pracę układu krążenia oraz na sprawność umysłową. W ochronie przed demineralizacją kości, konieczna również wydaje się suplementacja diety osób starszych witaminą D [5].

Celem niniejszej pracy była ocena potencjalnego pokrycia zapotrzebowania osób starszych na energię i składniki odżywcze, dokonana na podstawie raportów magazynowych i jadłospisów z wybranych stołówek dwóch Domów Opieki Społecznej oraz jednego Zakładu Opiekuńczo-Leczniczego w Kielcach, a następnie na podstawie uzyskanych danych przeprowadzenie korekty planowania żywienia wymienionej populacji.

Material i metody badań

Badaniami objęto pensjonariuszy zamieszkujących w dwóch Domach Pomocy Społecznej (DPS 1 i DPS 2) i w jednym Zakładzie Opiekuńczo-Lecznicznym (ZOL) w Kielcach.

Ocenę sposobu żywienia prowadzono na podstawie raportów magazynowych oraz jadłospisów dekadowych z czterech pór roku. W badanych okresach z wyżywie-

nia w stołówce ZOL korzystało 65 pensjonariuszek, w DPS 1 – 102 pensjonariuszki i w DPS 2 – 360 pensjonariuszy (150 kobiet i 210 mężczyzn), w wieku 65-90 lat.

Zawartość składników w codziennych racjach pokarmowych obliczano przy zastosowaniu programu komputerowego FOOD-2, opracowanego m.in. na podstawie „Tabel wartości odżywczej produktów spożywczych” z 1998 roku [22]. Przyjęto współczynniki strat zamieszczone na liście nr 10 programu komputerowego, a mianowicie: wit. C – 55 %, wit. B₁ – 20 %, wit. B₂ – 15 %, wit. PP – 15 %, wit. A – 25 %, a w przypadku pozostałych składników odżywczych przyjmowano straty na poziomie 10 %. Podaż w racjach większości składników odżywczych porównano z normami zalecanego spożycia. Poziom miedzi porównano z dolną granicą zalecanego poziomu spożycia, sodu i potasu z minimalną normą spożycia. Zawartość błonnika i cholesterolu porównano odpowiednio do zalecanej ilości spożycia – 30 g/dobę i dopuszczalnej ilości spożycia – 300 mg/dobę [38].

Normy spożycia składników odczytywano dla każdej z płci oddzielnie, biorąc pod uwagę (w przypadku niektórych składników) wiek i masę ciała oraz zakładając, że badanych pensjonariuszy charakteryzowała umiarkowana aktywność fizyczna.

Na podstawie uzyskanych danych obliczano średnioważoną wartość spożycia składników w każdej z czterech pór roku oraz średnioważony procent realizacji normy oddzielnie dla każdej z trzech grup pensjonariuszy.

Wyniki analizowano statystycznie, obliczając odchylenie standardowe (SD), współczynnik zmienności (CV) oraz przeprowadzając jednoczynnikową analizę wariancji wpływu pór roku na istotność różnic zawartości składników w racjach. Istotność różnic, przy poziomie istotności $p < 0,05$, pomiędzy czterema średnimi wartościami pobrania sprawdzano za pomocą testu Duncana. Obliczenia przeprowadzono za pomocą programu komputerowego Statistica 6.1, firmy Stat Soft.

Wyniki i dyskusja

Analiza statystyczna wykazała, że badane racje pokarmowe nie różniły się statystycznie istotnie w poszczególnych porach roku pod względem badanych składników, poza pojedynczymi wyjątkami, stąd w tab. 1. przedstawiono wartości średnie z czterech pór roku.

Energia i podstawowe składniki odżywcze

Wartość odżywcza badanych racji pokarmowych wykazywała zróżnicowanie większe pod względem zawartości składników odżywczych niż wartości energetycznej, o czym informują współczynniki zmienności zamieszczone w tab. 1 - 3.

Wartość energetyczna racji pensjonariuszy z ZOL, DPS 1 i DPS 2 była w każdym przypadku wyższa w stosunku do zalecanych norm w całym zakresie otrzymanych danych. Średnio wynosiła odpowiednio 2381 ± 189 ; 2673 ± 294 ; 2608 ± 218 kcal, co

stanowiło 143, 157, 137 % pokrycia normy. Dla osób w wieku starszym, powyżej 60 roku, ze względu na zmniejszoną podstawową przemianę materii oraz mniejszą aktywność fizyczną, dostarczanie energii powinno być ograniczone – w przypadku mężczyzn do około 2300 kcal, a dla kobiet do około 1700 kcal. Jej nadmiar może niekorzystnie wpływać na ich samopoczucie i stan zdrowia, gdyż sprzyja powstawaniu otyłości i schorzeniom jej towarzyszącym oraz może pogłębiać objawy chorób już istniejących [24, 29, 31].

Istotny jest również proporcjonalny udział substratów energetycznych w ogólnej wartości energetycznej pożywienia, który powinien wynosić w przypadku węglowodanów 55–60 %, tłuszczów 25–30 % i białek 12–15 % [38]. W tym względzie wykazano, że badane racje pokarmowe charakteryzowały się zbyt wysokim (>30 %) procentowym udziałem energii pochodzącej z tłuszczów, najwyższym, wynoszącym 35 %, w dietach z ZOL. Udział energii pochodzącej z białka (ok. 14 %) był najbardziej zbliżony do zalecanych wartości. Konsekwencją podwyższonego udziału energii z tłuszczu i zbliżonego do zaleceń udziału z białka był obniżony procent energii pochodzącej z węglowodanów. Średnie wartości udziału energii pochodzącej z tego składnika, najniższe w przypadku racji z ZOL, stanowiły 51 %, a w przypadku racji jednego z DPS osiągnęły najwyższą zalecaną wartość progową 55 % (tab. 4).

Zawartość białka ogółem w dietach pensjonariuszy w poszczególnych sezonach przekroczyła w całym zakresie wartość normy zalecanej. Stwierdzona w dietach ZOL zawartość tego składnika wynosząca średnio 81,1 g stanowiła 119 % zalecanej normy, a wyższa w dietach DPS – 97,6 i 90,6 g, odpowiadała 144 i 133 % wartości normy. Udział białka zwierzęcego w racjach wszystkich badanych grup wyniósł 61–66 % ogólnej jego ilości, był zatem wyższy od zalecanej o 1/3. Zmniejszony udział białka roślinnego w ogólnej puli białek był wynikiem zbyt małego spożycia produktów zbożowych, warzyw i nasion roślin strączkowych, co jest częściowo podyktowane zaleceniami dietetycznymi dla tej grupy wiekowej.

Średnia zawartość węglowodanów w racjach pokarmowych pensjonariuszy z ZOL, DPS 1 i DPS 2 wynosiła odpowiednio $314,1 \pm 40,1$; $370,0 \pm 57,6$ i $349,9 \pm 34,1$ g. Wykazane średnioroczne wartości spożycia tego składnika stanowiły odpowiednio 116, 137 i 121 % normy, a minimalne progowe zawartości również pozwoliły na realizację normy w stopniu zadowalającym (tab. 1).

Spożycie błonnika pokarmowego było natomiast za niskie w stosunku do zalecanej wartości, czyli 30 g/osobę/dobę [38]. Średnia zawartość tego składnika w racjach pensjonariuszy z ZOL stanowiła 68 % zalecanej ilości, a w racjach dwóch pozostałych ośrodków ok. 80 %. Niewystarczająca zawartość błonnika w diecie była spowodowana małą ilością spożywanych warzyw i owoców oraz gruboziarnistych produktów zbożowych. Składnik ten wykazuje korzystny wpływ nie tylko na motorykę jelit, lecz także

działa hipolipemicznie oraz jest czynnikiem zmniejszającym ryzyko nowotworów szczególnie układu pokarmowego.

W badanych racjach pokarmowych stwierdzono właściwą zawartość sacharozy. Ilość energii dostarczonej przez sacharozę z racjami pokarmowymi badanych grup z ZOL, DPS 1 i DPS 2 wynosiła odpowiednio: 10,2; 9,1 i 8,0 % (tab. 1). Udział sacharozy w ogólnej ilości dostarczanej energii zgodnie z zaleceniami nie powinien przekraczać 10 % [38].

Średnia zawartość tłuszczu ogółem w badanych racjach pensjonariuszy z ZOL, DPS 1 i DPS 2 wynosiła odpowiednio $96,7 \pm 16,2$; $99,2 \pm 15,2$; $92,8 \pm 17,0$ g, co stanowiło aż 206, 211 i 175 % normy. Wartość ta może być jednak zawyżona, gdyż w raportach magazynowych podaje się także tłuszcz użyty do smażenia, a w zastosowanej metodzie badawczej nie uwzględniono 10 % nieuniknionych strat, co dodatkowo mogło podwyższać obliczone pokrycie normy na białka i węglowodany ogółem.

Udział energii pochodzącej z kwasów tłuszczowych nasyconych, jednonienasyconych i wielonienasyconych w racjach pokarmowych wynosił w przypadku racji z DPS 1 i DPS 2 odpowiednio 13 : 14 : 4 % i 13 : 13 : 4 % oraz w przypadku ZOL 14 : 15 : 4 %. Stwierdzono zatem zbyt duży udział kwasów tłuszczowych nasyconych i równocześnie zbyt mały wielonienasyconych, ale właściwy jednonienasyconych. Tłuszcze pochodzenia roślinnego o zwiększonej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych, wpływające korzystnie na profil lipidowy surowicy krwi, są szczególnie polecane dla tej grupy wiekowej [38].

Wysoka podaż produktów pochodzenia zwierzęcego w badanych racjach pokarmowych spowodowała przekroczenie dopuszczalnej ilości spożycia cholesterolu – 300 mg/osobę/dobę. Zawartość cholesterolu w racjach pensjonariuszy wynosiła ok. 136 % wartości wymienionej, przy czym wartość współczynnika zmienności tego parametru wahała się w szerokim przedziale 30–44 %.

Uzyskane wyniki potwierdzają rezultaty badań innych autorów, dotyczących sposobu żywienia różnych grup osób dorosłych, m.in. osób po 60 roku życia. W większości z nich stwierdzano nadmierne spożycie białka i tłuszczów, co wpływało bezpośrednio na zbyt wysoką wartość energetyczną racji pokarmowych, a jednocześnie mniejsze spożycie węglowodanów, w tym błonnika pokarmowego [4, 27, 30, 34]. Niektóre badania wykazywały jednak mniejsze, od zalecanych norm, spożycie energii i podstawowych składników odżywczych wśród badanych kobiet [21, 26, 37].

Duda i wsp. [9] stwierdzili nieodpowiedni sposób żywienia kobiet w wieku starszym z chorobą niedokrwinną serca i współistniejącymi schorzeniami somatycznymi. U większości z nich występowała nadwaga lub otyłość, którą uznano za „epidemię naszych czasów”. Wg badań Pol-MONIKA [2] z 2001 r. otyłość występowała u 31 % mężczyzn i 27 % kobiet, a nadwaga u 44 % mężczyzn i 35 % kobiet w wieku 35–64 lat, mieszkających w Warszawie. Wg badań NATPOL III PLUS [2] z 2002 r. nadwaga

występowała u 34 %, a otyłość u 19 % dorosłych Polaków, co oznaczało, że schorzenia te dotyczyły 15,7 mln dorosłych osób.

Inne badania potwierdziły związek pomiędzy sposobem żywienia, a ryzykiem przedwczesnego zgonu [7, 19]. Badania SENECA [5, 28] wykazały, że istnieją różnice w sposobie żywienia oraz statystykach śmiertelności w zależności od położenia geograficznego danego kraju. Niska aktywność, palenie papierosów oraz niewłaściwa jakość diety to czynniki podnoszące ryzyko zwiększonej śmiertelności. Stwierdzono, że poprawa stylu życia to ważne i duże wyzwanie dla społeczności europejskiej.

Uzyskane wyniki są też zbieżne z wynikami badań przeprowadzanych w innych krajach, które również wskazywały na bardzo zróżnicowaną wartość energetyczną badanych racji pokarmowych, za mały udział energii pochodzącej z węglowodanów, a za wysoki z tłuszczów [25, 32, 35, 36].

Witaminy

Obliczona zawartość witamin w badanych racjach pokarmowych osób starszych pozwalała na ogół na realizację zalecanych norm (tab. 2). Jedynie w przypadku racji z ZOL zawartość niacyny wynosiła średnio 13,1 mg, czyli 73 % zalecanej normy, a witaminy C – 37,4 mg, co stanowiło 62 % wartości normy. Największe zróżnicowanie spożycia wit. C stwierdzono latem (CV=66 %), a najmniejsze zimą (CV=15 %). Witamina E występowała w racjach pokarmowych na właściwym poziomie, zaś ekwiwalent retinolu w przypadku racji ZOL stanowił 200 % normy, a racji DPS 1 i DPS 2 odpowiednio 126 i 170 %. Wykazane właściwe bądź wysokie spożycie witamin A i E było bezpośrednio związane ze składem diety. Jadłospisy obfitowały w podroby i wędliny podrobowe, śmietanę, masło, sery żółte, jaja – produkty, które są bogatym źródłem tych witamin [23].

Witaminy, które wykazują działanie regulujące mają szczególne znaczenie w żywieniu ludzi starszych. Według zaleceń należy zwiększyć podaż witamin B₁ i B₆ o 25–50 %, a witaminy A o 25 % w stosunku do zapotrzebowania ludzi w średnim wieku. Szczególnie istotne jest dostarczenie witamin przeciwutleniających. Zapotrzebowanie na witaminę E powinno być zwiększone do 20–25 mg/osobę/dobę. Właściwa podaż tej witaminy zapobiega zmianom zwyrodnieniowym [15, 38].

Wyniki prowadzonych w Polsce badań innych autorów nieraz wskazywały na zbyt niską podaż w racjach różnych witamin, szczególnie witamin C, B₁ i B₂, a także witaminy A, ale w wielu przypadkach stwierdzano odpowiednią lub wyższą realizację norm [8, 21, 26, 28, 30, 37].

Szerokie zakresy spożycia witamin przez osoby starsze w innych krajach, również nie zawsze zgodne z zaleceniami, podają zagraniczne źródła literaturowe. Poprzez suplementację wprowadza się tam do diety osób starszych dodatkowe ilości witamin z grupy B oraz witaminy A, D, C i E [10, 11, 14, 16, 25].

Tabela 1

Wartość energetyczna oraz zawartość podstawowych składników odżywczych w racjach pokarmowych.
 Energetic value and content of basic nutrients in daily diet rations.

Składniki Components	ZOL / NH			DPS 1 / RCH 1			DPS 2 / RCH 2		
	$\bar{X} \pm D$	CV [%]	Pokrycie normy % of recom- mended intake Zakres Range [min-max] \bar{X}	$\bar{X} \pm SD$	CV [%]	Pokrycie normy % of recom- mended intake Zakres Range [min-max] \bar{X}	$\bar{X} \pm SD$	CV [%]	Pokrycie normy % of recom- mended intake Zakres Range [min-max] \bar{X}
Energia [kcal] Energy [kcal]	2380,5 ± 189,3	8	131,3 - 147,3 143,3	2673,1 ± 294,1	11	148,0 - 172,6 157,4	2608,4 ± 217,9	9	134,1 - 142,0 137,2
Białka ogółem [g] Total protein [g]	81,1 ± 10,1	12	117,8 - 125,4 119,3	97,6 ± 13,5	14	136,5 - 151,5 143,5	90,6 ± 11,0	12	129,3 - 136,6 133,3
Białko zwierzęce [g] Animal protein [g]	53,5 ± 10,6	20	217,8 - 244,8 232,6	63,8 ± 12,8	20	259,1 - 304,3 277,4	55,4 ± 11,7	21	232,6 - 247,8 240,9
Białko roślinne [g] Plant protein [g]	27,6 ± 4,7	16	57,8 - 65,6 61,3	33,9 ± 5,3	15	69,1 - 83,8 75,3	35,2 ± 3,1	8	72,6 - 98,6 76,5
Tłuszcze [g] Fat (g)	96,7 ± 16,2	17	190,0 - 213,0 205,7	99,2 ± 15,2	16	186,2 - 230,4 211,1	92,8 ± 17,0	18	163,4 - 183,0 175,1
Kwasy tł. nas. [g] Saturated fatty acids [g]	38,0 ± 5,0	17	-	37,7 ± 5,8	15	-	36,8 ± 6,1	16	-
Kwasy tł. jednonienasyc. [g] Monounsaturated fatty acids [g]	40,0 ± 8,9	30	-	41,8 ± 7,5	18	-	37,4 ± 8,5	22	-
Kwasy tł. wielonienasyc. [g] Polyunsaturated fatty acids [g]	11,1 ± 3,5	30	-	11,9 ± 2,7	22	-	10,8 ± 3,4	27	-

Węglowodany ogółem [g] Total carbohydrates [g]	314,1 ± 40,1	13	110,2 - 124,9	116,4	370,0 ± 57,6	15	129,3 - 152,5	137,0	349,9 ± 34,1	9	98,0 - 133,1	120,7
Sacharoza [g] Saccharose [g]	60,9 ± 15,4	25	-	-	60,8 ± 11,6	18	-	-	52,3 ± 7,6	14	-	-
Błonnik [g] Fibre [g]	20,3 ± 3,2	15	60,0 - 74,0	67,7	26,2 ± 3,5	13	78,6 - 97,0	87,3	26,1 ± 2,4	7	80,0 - 93,0	87,0
Cholesterol [mg] Cholesterol [g]	405,9 ± 156,1	39	121,3 - 151,6	135,3	398,8 ± 119,9	30	117,4 - 139,7	132,9	423,9 ± 234,6	44	129,7 - 152,1	141,1

Objaśnienia: / Explanatory notes:

SD- odchylenie recommendedowe / recommended deviation; CV- współczynnik zmienności / coefficient of variation; \bar{X} - średnie pokrycie normy / average cover rate of the recommended intake provided;

ZOL - Zakład Opiekuńczo-Leczniczy / Nursing House, DPS - Dom Pomocy Społecznej / Residential Care Home

Tabela 2

Zawartość witamin w racjach pokarmowych.
Content of vitamins in daily diet rations.

Składniki Components	ZOL/NH			DPS 1 /RCH 1			DPS 2 /RCH 2			
	$\bar{X} \pm SD$	CV [%]	Pokrycie normy [%] % of recommended intake	$\bar{X} \pm SD$	CV [%]	Pokrycie normy [%] % of recommended intake	$\bar{X} \pm SD$	CV [%]	Pokrycie normy [%] % of recommended intake	
			Zakres Range [min-max]			Zakres Range [min-max]			Zakres Range [min-max]	\bar{X}
Ekwiwalent retinolu [µg] Equivalent of retinol [µg]	1599,2 ± 1776,0	98	140,9 - 278,5	1004,8 ± 486,9	43	107,5 - 139,1	1611,8 ± 2069,1	104	115,1 - 242,0	170,1
Retinol [µg] Retinol [µg]	938,4 ± 147,2	115	-	485,7 ± 217,2	44	-	1056,9 ± 1954,8	131	-	-
β-karoten [µg] β-carotene [µg]	3962,5 ± 3063,1	79	-	3110,7 ± 2196,2	75	-	3321,0 ± 1902,2	58	-	-
Witamina E [mg] Vitamin E [mg]	9,5 ± 3,1	30	90,0 - 97,0	10,2 ± 2,2	23	93,0 - 112,0	9,6 ± 3,5	35	90,0 - 102,0	96,0
Tiamina [mg] Thiamine [mg]	1,3 ± 0,3	20	85,7 - 107,1	1,5 ± 0,3	18	92,9 - 121,4	1,6 ± 0,3	14	100,0 - 113,3	106,7
Ryboflawina [mg] Riboflavin [mg]	1,9 ± 0,7	36	85,0 - 105,0	2,1 ± 0,3	17	100,0 - 105,0	2,0 ± 0,8	35	85,7 - 109,5	95,2
Niacyna [mg] Niacine [mg]	13,1 ± 3,5	26	64,4 - 78,9	16,7 ± 4,5	26	100,0 - 106,7	17,3 ± 4,8	26	84,7 - 96,8	91,1
Pyrydoksyna [mg] Piridoxine [mg]	2,0 ± 0,4	18	72,7 - 100,0	2,5 ± 0,4	14	104,5 - 131,8	2,6 ± 0,3	13	104,5 - 131,8	113,6
Witamina C [mg] Vitamin C [mg]	37,4 ± 15,3	35	59,7 - 64,5	58,6 ± 13,0	22	89,5 - 109,9	58,1 ± 13,9	22	89,5 - 109,5	97,6

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

Tabela 3

Zawartość składników mineralnych w racjach pokarmowych.
Content of minerals in daily diet rations.

Składniki Components	ZOL / NH			DPS 1 / RCH 1			DPS 2 / RCH 2		
	$\bar{X} \pm SD$	CV [%]	Pokrycie normy [%] % of recommended intake	$\bar{X} \pm SD$	CV [%]	Pokrycie normy [%] % of recommended intake	$\bar{X} \pm SD$	CV [%]	Pokrycie normy [%] % of recommended intake
Sód [mg] Sodium [mg]	4922,4 ± 2850,0	58	733,4 - 989,2	3364,1 ± 1318,9	38	483,9 - 604,2	3345,8 ± 708,7	21	539,1 - 646,9
Potas [mg] Potassium [mg]	3216,9 ± 432,0	14	79,0 - 98,4	3891,6 ± 373,6	10	107,4 - 117,1	3921,5 ± 523,9	13	107,3 - 117,6
Wapń [mg] Calcium [mg]	812,3 ± 265,2	33	67,0 - 78,7	941,2 ± 219,8	24	79,6 - 95,3	824,5 ± 271,6	33	75,8 - 90,3
Fosfor [mg] Phosphorus [mg]	1366,7 ± 208,4	15	161,5 - 176,1	1620,3 ± 219,3	24	193,2 - 215,9	1556,8 ± 169,0	11	205,1 - 209,0
Magnez [mg] Magnesium [mg]	285,6 ± 39,0	13	90,9 - 101,6	326,9 ± 42,2	13	102,9 - 115,8	326,2 ± 43,3	13	94,4 - 99,7
Żelazo [mg] Iron [mg]	11,2 ± 3,0	24	75,4 - 90,8	13,4 ± 3,1	21	100,0 - 107,7	13,0 ± 3,9	26	85,0 - 112,1
Cynk [mg] Zinc [mg]	10,7 ± 2,4	22	76,9 - 86,2	12,2 ± 1,4	11	89,2 - 102,3	12,0 ± 1,7	11	78,0 - 82,0
Miedź [mg] Copper [mg]	1,2 ± 0,1	12	50,0 - 60,0	1,4 ± 0,3	15	70,0 - 80,0	1,4 ± 0,2	11	65,0 - 75,0
Mangan [mg] Manganese [mg]	3,2 ± 0,6	19	100,0 - 113,0	4,0 ± 0,7	17	120,0 - 146,7	4,1 ± 0,6	14	126,7 - 143,3

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

Składniki mineralne

Spośród wszystkich analizowanych składników mineralnych, magnez, żelazo, potas i mangan występowały w racjach w ilościach pokrywających normy zalecanego spożycia (tab. 3). Deficytowym pierwiastkiem była miedź, której przewidziane do spożycia przez pensjonariuszy ZOZ, DPS 1 i DPS 2 ilości wynosiły odpowiednio 58, 74 i 70 % dolnej granicy zalecanego spożycia.

Obliczona potencjalna podaż wapnia i cynku okazała się również deficytowa, ale stopień pokrycia normy był wyższy i w przypadku pierwszego składnika wynosił 74, 86, 83 %, a w odniesieniu do drugiego 82, 94 i 80 %.

Stwierdzone ilości sodu w racjach pensjonariuszy z ZOZ, DPS 1 i DPS 2 stanowiły 856, 585 i 582 % normy minimalnego spożycia. Taka zawartość sodu jest równoważna 8,5–12,5 g NaCl, co świadczy o zbyt dużej zawartości soli w diecie badanych osób. Podaż fosforu w analizowanych racjach wynosiła odpowiednio 171, 203 i 208 % normy zalecanego spożycia. Źródłem fosforu były produkty zbożowe, mleczne oraz mięso i jego przetwory.

Tabela 4

Procentowy udział podstawowych składników odżywczych w całkowitej wartości energetycznej racji pokarmowych.

The percentage rate of contribution by basic nutrients to the total energetic value as provided by diet rations.

Składniki Components	Rodzaj ośrodka Type of facility	Zakres [%] Range [%] [min-max]	\bar{x} [%]
Węglowodany Carbo- hydrates	ZOL / NH	50,4 - 51,3	50,8
	DPS 1 / RCH 1	50,8 - 53,4	52,3
	DPS 2 / RCH 2	53,4 - 56,1	54,5
Tuszcze Fats	ZOL / NH	34,8 - 35,9	35,4
	DPS 1 / RCH 1	30,7 - 34,6	32,9
	DPS 2 / RCH 2	29,4 - 32,4	31,3
Białka Proteins	ZOL / NH	13,7 - 14,2	13,9
	DPS 1 / RCH 1	14,4 - 16,2	14,9
	DPS 2 / RCH 2	13,9 - 14,5	14,2

Objaśnienia: / Explanatory notes:

ZOL - Zakład Opiekuńczo-Leczniczy / Nursing House; DPS - Dom Pomocy Społecznej / Residential Care Home.

Zalecenia dotyczące spożycia składników mineralnych przez ludzi starszych są zbliżone do zaleceń dla ludzi w średnim wieku. Jednak w szczególnych przypadkach, np. chorób powodujących zmianę kwasowości soku żołądkowego, utraty elektrolitów,

konieczności zmiany diety, należy odpowiednio zwiększyć lub zmniejszyć ich ilość. Szczególnym składnikiem mineralnym jest wapń, który zapobiega i leczy zrzyszotnienie kości, a zalecana podaż wynosi 1,2 g/dobę [15].

Większość innych autorów wskazuje, że wapń jest jednym z najbardziej niedoborowych makropierwiastków, ale stwierdzano także niedobory żelaza, magnezu cynku i potasu [3, 21, 28, 30, 37]. W badaniach tych autorów wykazywano jednocześnie z reguły zbyt wysokie spożycie sodu i fosforu. Szczególnie zwracano uwagę na nieprawidłowy stosunek wapnia do tego ostatniego pierwiastka. Wiadomo, że niskie spożycie witaminy D oraz wapnia, natomiast wysokie sodu i fosforu zwiększa ryzyko utraty masy kostnej, co skutkuje zwiększeniem ryzyka występowania osteoporozy, a w jej wyniku złamań kości.

Według wyników badań Kałuży i wsp. [18], wiele osób w starszym wieku (42 %) stosuje suplementację diety preparatami zawierającymi witaminy i składniki mineralne. Najwięcej badanych wymagało uzupełnienia diety wapniem i miedzią, natomiast najmniej żelazem i cynkiem. Stwierdzono również, że suplementacja w przypadku wielu składników mineralnych była nieprawidłowa, co wskazywało na konieczność edukacji starszych osób w aspekcie zasad jej stosowania.

Z literatury wynika, że w innych krajach spożycie składników mineralnych przez osoby starsze na ogół również odbiega od zaleceń, oraz że podobnie jak w niniejszych badaniach, wapń i miedź należą do pierwiastków niedoborowych w ich racjach. Stosowane w tej grupie wiekowej suplementy diety zawierają, oprócz wymienionych składników mineralnych, również magnez, żelazo, selen chrom, mangan [11, 12 14, 25].

Porównanie otrzymanych w niniejszej pracy wyników z wynikami wcześniejszych badań prowadzonych w Polsce wskazuje, że pod niektórymi względami (np. realizacja normy na witaminy) nastąpiła poprawa sposobu żywienia badanej grupy osób. Istnieje jednak jeszcze wiele nieprawidłowości (np. nadmierne spożycie tłuszczów i białek zwierzęcych, soli), wynikających prawdopodobnie z tradycji i upodobań żywieniowych, które powinny zostać skorygowane. Wydaje się zatem, że kontynuowanie tego typu badań, upowszechnianie ich wyników, przy wskazywaniu istniejących nieprawidłowości oraz możliwości ich uniknięcia, może mieć duże znaczenia dla poprawy sposobu żywienia społeczeństwa.

Wnioski

1. Analiza racji pokarmowych osób starszych – pensjonariuszy wybranych domów opieki wykazała nieprawidłowe ich zbilansowanie pod względem podstawowych składników odżywczych, polegające na zbyt wysokiej podaży tłuszczów i białek (głównie zwierzęcych), co skutkowało za wysoką, w stosunku do zalecanych norm, podażą energii.

2. W ocenianych racjach pokarmowych stwierdzono niedobory witaminy C, PP, wapnia, miedzi, cynku oraz błonnika pokarmowego.
3. Zmniejszenie spożycia mięsa i jego przetworów oraz równoczesne zwiększenie podaży warzyw, owoców i przetworów mlecznych mogłyby spowodować poprawę sposobu żywienia badanych grup pensjonariuszy.
4. Nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy w zbilansowaniu racji w zależności od pory roku, co może świadczyć o zbliżonym w nich udziale podstawowych grup produktów spożywczych.

Literatura

- [1] Britten P., Lyon J., Weaver C.M., Kris-Etherton P.M., Nicklas T.A., Weber J.A., Davis C.A.: MyPyramid food intake pattern modeling for the Dietary Guidelines Advisory Committee. *J. Nutr. Educ. Behav.*, 2006, **38**, 143-152.
- [2] Cichocka A.: Otyłość – epidemia XXI w. *Przem. Spoż.*, 2004, **7**, 6-9.
- [3] Chabros E., Charzewska J., Wajszczyk B., Rogalska-Niedźwiedz M., Chwojnowska Z.: Ocena zmian zawartości wybranych składników mineralnych w dietach starszych kobiet w latach 1992-2002. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, suppl.1, cz. I, **32**, 137-142.
- [4] Cieślak E., Sikora E., Filipiak-Florkiewicz A.: Zawartość błonnika pokarmowego w racjach pokarmowych osób starszych. *Zesz. Nauk. AR im. H. Kołłątaja w Krakowie*, 1999, **360**, 49-55.
- [5] de Groot C.P., West C.E., van Staveren W.A.: Meeting nutrient and energy requirements in old age. *Maturitas*, 2001, **38**, 75-82.
- [6] Dembińska-Kieć A., Naskalski J. (red.): Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej. Urban & Partner, Wrocław 2002.
- [7] Dołowa J., Kałuża J., Roszkowski W., Brzozowska A.: Przeżywalność a realizacja norm i zaleceń żywieniowych u wybranej grupy osób starszych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, suppl.,1, cz. II, **32**, 753-758.
- [8] Duda G., Twardowska-Rajewska J., Przysławski J., Różycka-Cała K.: Ocena sposobu żywienia kobiet w wieku podeszłym. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1999, **32**, 2, 161-168.
- [9] Duda G., Maruszewska M., Wieczorowska-Tobis K., Józwiak A., Chmielewski Z.: Choroby somatyczne a sposób żywienia i wybrane wskaźniki stanu odżywienia kobiet w wieku podeszłym. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30**, 3/4, 810-815.
- [10] Elia M., Stratton R.J.: Geographical inequalities in nutrient status and risk of malnutrition among English people aged 65 y and older. *Nutrition*, 2005, **21**, 1100-1106.
- [11] El-Kadiki A., Sutton A.J.: Role of multivitamins and mineral supplements in preventing infections in elderly people: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*, 2005, **330**, 871.
- [12] Fulgoni V., Nicholls J., Reed A., Buckley R., Kafer K., Huth P., DiRienzo D., Miller G.D.: Dairy consumption and related nutrient intake in African-American adults and children in the United States: Continuing Survey of Food Intakes by Individuals 1994-1996, 1998, and the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2000. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2007, **107**, 256-264.
- [13] Gabrowska E., Spodaryk M.: Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania zachowań żywieniowych starszych mieszkańców Krakowa. *Gerontologia Polska*, 2003, **11** (1), 35-37.
- [14] Gariballa S.: Vitamin and mineral supplements for preventing infections in older people. *BMJ*, 2005, **331**, 304-305.

- [15] Gawęcki J., Hryniewiecki L.: Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2005.
- [16] Gerrior S.A.: The nutrient and anthropometric status of physically active and inactive older adults. *J. Nutr. Educ. Behav.*, 2002, **34**, 5-13.
- [17] Hasik J., Hryniewiecki L., Grzymisławski M.: Dietetyka. PZWL, Warszawa 1999.
- [18] Kałuża J., Brzozowska A., Cruz J., Knoop K., Groot L., Roszkowski W.: Współczynniki umiarkłości a stosowanie suplementów u osób starszych. IV Krajowe Warsztaty Żywnieniowe pt. „Postępy w epidemiologii i ocenie żywności funkcjonalnej, Poznań-Kraków, 2004, s. 21-21.
- [19] Kałuża J., Dołowa J., Roszkowski W., Brzozowska A.: Przeżywalność a spożycie wybranych składników pokarmowych przez mężczyzn w wieku podeszłym. *Roczn. PZH*, 2005, **56**, 4, 361-370.
- [20] Kant A.K.: Dietary patterns and health outcomes. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2004, **104**, 615-635.
- [21] Klebaniuk R., Kwiecień M., Matras J.: Proekologiczne modele odżywiania ludzi w wieku starszym. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30**, 1/2, 353-356.
- [22] Kunachowicz H., Nadolna J., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. *IŻŻ*, 85, Warszawa 1998.
- [23] Kunachowicz H., Nadolna J., Iwanow K., Przygoda B.: Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2001.
- [24] Manini T.M., Everhart J.E., Patel K.V.: Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *JAMA*, 2006, **296**, 171-179.
- [25] Marshall T. A., Warren J. J., Hand J. S., Xie X. J., Stumbo P.J.: Oral health, nutrient intake and dietary quality in the very old. *J. Am. Dent. Assoc.*, 2002, **133**, 10, 1369-1379.
- [26] Myszkowska-Ryciak J., Bujko J., Malesza M.: Ocena sposobu żywienia kobiet w podeszłym wieku zrzeszonych w Uniwersytecie Trzeciego Wieku w Warszawie. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30**, 1/2, 357-361.
- [27] Przysławski J., Grygiel B.: Ocena sposobu żywienia grup kobiet otyłych w okresie przed menopauzą i po menopauzie. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30**, 1/2, 127-132.
- [28] Roszkowski W., Brzozowska A.: Ocena sposobu żywienia i stanu odżywienia ludzi starszych w Europie - Projekt Badawczy SENECA. Cz. II. Ocena sposobu żywienia. *Żyw. Człow. Metab.*, 1994, **21**, 1, 35-48.
- [29] Roszkowski W.: Specyfika żywienia ludzi starszych. *Przem. Spoż.*, 1997, 6, 11-13.
- [30] Sikora E., Cieslik E., Filipiak-Florkiewicz A., Cetnarowicz I.: Ocena sposobu żywienia osób starszych zamieszkujących wybrane Domy Opieki Społecznej w Krakowie. *Żywność. Technologia. Jakość*, 1998, **4** (17), 61-69.
- [31] Speakman J. R., Selman C., McLaren J. S., Harper E. J.: Living fast, dying when? The link between aging and energetics. *J. Nutr., suppl.*, 2002, **132**, 1583-1597.
- [32] St-Onge M., Mignault D., Allison D. B., Rabasa-Lhoret R.: Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free-living adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2007, **85**, 3, 742-749.
- [33] Szoltysek K.: Perspektywy i tendencje rozwoju produkcji żywności gerodietetycznej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **3** (28) Supl., 31-40.
- [34] Szponar L., Ołtarzewski M., Rychlik E.: Energia i białko w całodziennym pożywieniu różnych grup ludności w Polsce. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30**, 1/2, 113-119.
- [35] Vinken A. G., Bathalon G. P., Sawaya A. L., Dallal G. E., Tucker K. L., Roberts S. B.: Equations for predicting the energy requirements of healthy adults aged 18-81 y. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1999, **69**, 920-926.
- [36] Waijers P.M.C.M., Ocke M.C., van Rossum C.T.M., Peeters P. H.M., Bamia C., Chloptsios Y., van der Schouw Y. T., Slimani N., Bueno-de-Mesquita H. B.: Dietary patterns and survival in older Dutch women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2006, **83**, 5, 1170-1176.

- [37] Wajszczyk B., Chwojnowska Z., Rogalska-Niedźwiedz M., Charzewska J., Chabros E., Kokosa J.: Sposób żywienia kobiet w wieku okołomenopauzalnym i pomenopauzalnym. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30**, 1/2, 372-376.
- [38] Ziemiański S. (red.): Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy. PZWL, Warszawa 2001.

**EVALUATING THE CORRECTNESS OF BALANCING THE DAILY DIETS
OF THE ELDERLY LIVING IN THE SELECTED RESIDENTIAL CARE HOMES
AND IN A NURSING HOUSE**

S u m m a r y

Frequent control over the nutrition program and meals for the elderly, i.e. for the population who is particularly exposed to the risk of nutrient deficiencies, can be a basis to correct current mistakes in nutrition, and, in consequence, to contribute to slowing down the process of biological aging, and to physiological and pathological changes.

The calculated energetic values of daily diet rations provided to the elderly living in two Residential Care Homes (RCH 1 and RCH 2) and in one Nursing House (NH) were 157, 137, and 143 % of the recommended daily intake (RDI). The protein intake was 144, 133, and 119 %; fat - 211, 175, 206 %; and total carbohydrates - 137, 121, and 116 % of RDI, respectively. At the same time, it was found that the demand for the majority of the B complex vitamins and antioxidant vitamins (β -carotene, vitamin C and E) was adequately covered, and, thus, the RDI was realized. Only in the Nursing Home, the daily diet rations contained the amount of vitamin A that was twice as high as the recommended value, but the amount of vitamin C and PP were low and covered the recommended standard amount RDI only in 82 % and 73 %, respectively. With regard to all the groups studied, the daily dietary supply of potassium, magnesium, iron, and manganese was generally satisfactory. However, there was found a deficit of copper (~ 30 %), and of zinc and calcium (~20 %), whereas the supply of phosphorus was twice as high as the recommended amount, and the minimum level of sodium supply was exceeded 5 to 7 times. The statistically significant differences in the determined contents of individual nutrients contained in daily diet rations, were season-of-the-year dependent and referred exclusively to some of them.

Key words: warehouse reports, daily diet rations, nutrients, elderly ☒

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP oraz Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 30 kwietnia 2008 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 12 lutego 2008 r. w sprawie dopuszczalnych zawartości pozostałości pestycydów w materiałach paszowych i mieszankach paszowych (Dz. U. 2008 r. Nr 35, poz. 201).
W rozporządzeniu zostały określone dopuszczalne zawartości pestycydów w:
 - w materiałach paszowych pochodzenia roślinnego (z wyłączeniem ziarna zbóż),
 - w ziarnie zbóż będącym materiałem paszowym, a także stosowanych przy fumigacji ziarna zbóż,
 - w materiałach paszowych pochodzenia zwierzęcego.
2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 14 marca 2008 r. w sprawie szczegółowych warunków, jakie powinni spełniać skupujący owoce miękkie i przetwórcy owoców miękkich (Dz. U. 2008 r. Nr 44, poz. 263).
W rozporządzeniu określono wymagania, jakie musi spełnić podmiot skupujący owoce miękkie, ubiegający się o zatwierdzenie oraz wymogi, jakie musi spełnić zatwierdzony przetwórca owoców miękkich.
3. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 14 marca 2008 r. w sprawie zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej wyrobów kakaowych i czekoladowych (Dz. U. 2008 r. Nr 54, poz.330).

Dokonana zmiana dotyczy wyrobów o obniżonej zawartości tłuszczu, takich jak kakao w proszku oraz czekolada do picia.

Rozporządzenie weszło w życie z dniem 31 maja 2008 r.

4. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 2 kwietnia 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wysokości kar pieniężnych za naruszenia przepisów o produktach pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. 2008 r. Nr 63, poz. 395).

Wprowadzono nowe stawki kar pieniężnych za naruszenia przepisów o produktach pochodzenia zwierzęcego, m.in. za prowadzenie działalności bez dokonania rejestracji, za niespełnianie wymogów weterynaryjnych przy produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego lub przez produkty pochodzenia zwierzęcego.

Rozporządzenie wchodzi w życie po 17 czerwca 2008 r.

5. Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dn. 31 marca 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie nadania funkcjonariuszom organów Państwowej Inspekcji Sanitarnej uprawnień do nakładania grzywien w drodze mandatu karnego (Dz. U. 2008 r. Nr 58, poz.353).

Funkcjonariusze organów Państwowej Inspekcji Sanitarnej posiadają uprawnienia do nakładania grzywien w drodze mandatu karnego za wykroczenia określone m.in. w art. 100 ust. 1 ustawy z dn. 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz. U. Nr 171, poz. 1225).

6. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 9 kwietnia 2008 r. w sprawie wykazu produktów i grup produktów, dla których mogą być tworzone grupy producentów rolnych, minimalnej rocznej wielkości produkcji towarowej oraz minimalnej liczby członków grupy producentów rolnych (Dz. U. 2008 r. Nr 72, poz. 424).

W załączniku do rozporządzenia określono wykaz produktów i grup produktów, dla których mogą być tworzone grupy producentów rolnych, minimalną roczną wielkość produkcji towarowej oraz minimalną liczbę członków grupy producentów rolnych.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 163/2008 z dn. 22 lutego 2008 r. dotyczące zezwolenia na stosowanie preparatu węglanu lantanu-oktahydratu (Lantharenol) jako dodatku paszowego (Dz. Urz. UE L 2008 r. Nr 50, s.3).
Preparat węglanu lantanu-oktahydratu (Lantharenol) został dopuszczony jako dodatek stosowany w żywieniu zwierząt. Warunki stosowania tego preparatu zostały określone w załączniku do rozporządzenia.
2. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 273/2008 z dn. 5 marca 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady stosowania rozporządzenia Rady (WE) nr 1255/1999 w od-

niesieniu do metod analizy oraz oceny jakości mleka i przetworów mlecznych (Dz. Urz. UE L 2008 r., Nr 88, s.1).

Ustanowiono niektóre metody referencyjne w odniesieniu do analizy chemicznej, fizycznej i mikrobiologicznej oraz sensorycznej oceny mleka i przetworów mlecznych, które mają być stosowane w ramach uzgodnień przewidzianych we wspólnej organizacji rynku mleka i przetworów mlecznych, określonej rozporządzeniem (WE) nr 1255/1999, jak również zasady stosowania tych metod. ☒

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA

WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOSCI

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

ALLOGRAFT / ALLOGRAFT – przeszczep między genetycznie odmiennymi osobnikami tego samego gatunku

ANTYDETERMINANTA / ANTIDETERMINANT– fragment cząsteczki przeciwciała wiążący determinantę antygenu

BIAŁKA TERAPEUTYCZNE / THERAPEUTICAL PROTEINS – biofarmaceutyki wytwarzane za pomocą transgenicznych zwierzęcych bioreaktorów. Większość ludzkich białek terapeutycznych izolowanych jest z tkanek ludzkich (np. czynniki krzepliwości krwi) lub produkowanych jako rekombinowane białka w wyniku hodowli zmodyfikowanych komórek bakteryjnych w bioreaktorach przemysłowych

BIOFARMACEUTYKI / BIOPHARMACEUTICALS – wysoko przetworzone preparaty pochodzenia naturalnego stosowane w leczeniu chorób (leki hormonalne, przeciwnowotworowe), jak i w ich profilaktyce (antygeny wirusowe i bakteryjne stosowane w szczepionkach, gotowe przeciwciała). Istotną zaletą biofarmaceutyków jest ich duża skuteczność, a podstawową wadą wysokie koszty produkcji.

BIOPANNING / BIOPANNING – proces wzbogacania na zasadzie powinowactwa (np. epitop i przeciwciała)

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, Wyd. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 7, 10-957 Olsztyn

BIOSENSORY / BIOSENSORS – biosensory stanowią grupę sensorów, których analitycznie aktywną warstwę stanowi materiał biologiczny. Najczęściej są to enzymy, przeciwciała naturalne receptory, mikroorganizmy, DNA, RNA. Ze względu na metody pomiarowe zastosowane w konstrukcji sensora można je podzielić na: elektrochemiczne, optyczne, termiczne, masowe, spektroskopowe. Zaletą ich jest niska cena, wysoka selektywność, duże możliwości ich miniaturyzacji. W przemysłowej analizie żywności mogą być zastosowane do analizy patogenów, monitorowania zawartości pestycydów, antybiotyków, mikroorganizmów oraz toksyn.

HEMOLIZYNY / HAEMOLYSINS – przeciwciała wywołujące w obecności dopełniacza uszkodzenie (lizę) krwinek czerwonych

LEKTYNY / LECTINS – białka, głównie pochodzenia roślinnego, które wiążą się z cukrami. Wiele z nich ma właściwości mitogenne

MIKROSATELITY / MICROSATELLITES – są jedną z klas sekwencji repetytywnych DNA, obecnych we wszystkich genomach żywych organizmów należących zarówno do eukariontów, jak i prokariotów. Są one złożone z kilku nukleotydowych tandemowych sekwencji, liczących zwykle od 2 do 6 nukleotydów. Częstotliwość występowania sekwencji mikrosatelitarnych w genomie jest odwrotnie skorelowana z jego wielkością, a wprost proporcjonalna do wielkości regionów kodujących tego genomu

STREFA EKWIWALENCJI / EQUIVALENCY ZONE – w reakcji precypitacji takie stężenie przeciwciała i antygeny, w którym oba składniki wypadają całkowicie z roztworu ☒

NOWE KSIĄŻKI

Fundamentals of Food Process Engineering

[Podstawy inżynierii przetwarzania żywności]

Toledo Romeo T.

Wydawnictwo: CPL Scientific Publishing Services Limited, 2008, ISBN 97803872901, stron 528, cena 54,00 £

Zamówienia: info@cplpress.com

W książce przedstawiono główne zasady procesów technologicznych w powiązaniu z efektywnym wyborem parametrów przetwarzania maksymalizujących jakość i bezpieczeństwo produktu. Zamieszczono także dane niezbędne do dokonywania obliczeń w procesach przetwarzania żywności.

Najnowsze osiągnięcia technologii żywności przedstawiono w działach:

- obliczenia zmiany entalpii w mrożeniu związane z obniżeniem temperatury mrożenia,
- chłodzenie wyparne,
- interpretacja krzywych pracy pomp,
- określenie czynników kształtu w wymianie ciepłej przez promieniowanie,
- wymiana ciepła stanu nieokreślonego, dane kinetyczne dotyczące utraty ciepła przez produkty żywnościowe podczas ich obróbki cieplnej,
- parametry pasteryzacji gotowej żywności o wysokiej i niskiej kwasowości i o długim okresie mrożenia,
- przetwarzanie wysokociśnieniowe żywności płynnej i pakowanej,
- koncentracja soków,
- czynniki chłodnicze przyjazne dla środowiska,
- pakowanie produktów w modyfikowanej atmosferze,
- równania sorpcji wody w żywności stałej,
- związki ciśnienia osmotycznego i działania wody,
- dehydratacja próżniowa,
- nowe dostępne na rynku membrany do przetwarzania żywności i gospodarki odpadami,
- ekstrakcja płynem nadkrytycznym.

Handbook of Waste Management and Co-product Recovery in Food Processing

[Podręcznik zarządzania odpadami i odzyskiwania koproduktów
w przetwarzaniu żywności]

Waldron K. (ed.)

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

Wydawnictwo: CPL Scientific Publishing Services Limited, 2008, ISBN
9781845690250, stron 680, cena 160,00 £

Zamówienia: info@cplpress.com

Intensyfikacja rolnictwa i produkcji żywnościowej doprowadziły do wzrostu produkcji koproduktów i odpadów spożywczych. Ich utylizacja poprzez spalanie lub gromadzenie na składowiskach jest często kosztowna oraz ma negatywny wpływ na środowisko naturalne. Metody uzdatniania niewykorzystanych koproduktów i usprawniania gospodarki odpadami, które nie mogą być wykorzystane ponownie, jak i techniki ograniczania ilości produkowanych odpadów są coraz ważniejsze w przemyśle spożywczym. W podręczniku opisano najnowsze rozwiązania w tej dziedzinie.

W książce zawarto informacje dotyczące:

- optymalizacji procedur produkcji zmniejszających ilość odpadów, zużycie energii i wody,
- metod uzdatniania odpadów przez odzyskiwanie koproduktów.

Zmysły a jakość żywności i żywienia

Gawęcki J., Baryłko-Pikielna N.

Wydawnictwo: Wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań 2007, ISBN 978-83-7160-448-5, stron 192

Zamówienia: księgarnia-zak@wp.pl

Książka została wydana w serii „Biblioteczka Olimpiady Wiedzy o Żywieniu”. Opisano w niej rolę zmysłów w kształtowaniu i ocenie jakości żywności oraz przeanalizowano wpływ wrażeń zmysłowych na sposób odżywiania się człowieka. Autorzy dowodzą, że zachowania żywieniowe i relacje z żywnością powinny być jak najkorzystniejsze dla organizmu, a jednocześnie powinny dostarczać przyjemności i satysfakcji. Wg autorów nie można traktować konsumenta jako „biochemicznej retorty” i sprowadzać odżywiania wyłącznie do odpowiedniej „podaży” energii i składników odżywczych, z pominięciem funkcji psychologicznych. Aby te relacje były prawidłowe, niezbędna jest znajomość współczesnej, interdyscyplinarnej wiedzy, którą określono terminem nutrisensoryki. Przedmiotem zainteresowania nutrisensoryki są związki między

sposobem odżywiania się człowieka a funkcjonowaniem jego zmysłów i tej problematyce poświęcona została wymieniona książka.

Zachowania żywieniowe i ich uwarunkowania

Jeżewska-Zychowicz M.

Wydawnictwo: Lewis Nexis, Warszawa 2008, ISBN 978-83-7244-911-5, stron 200, cena 51,00 zł

Prawo żywnościowe jest gałęzią nową, wyodrębniającą się stopniowo z prawa ogólnego, wobec czego powstała potrzeba naukowego, systemowego ujęcia jego założeń i zasad. Książka jest opracowaniem pionierskim, gdyż podejmuje próbę nie tylko uporządkowania ogromnego materiału normatywnego, ale wprowadza koncepcyjny zarys myśli przewodniej tego prawa. Praca jest swego rodzaju przewodnikiem po materiale normatywnym nie tylko polskim, ale także unijnym. Książka jest niezwykle wartościowa, zarówno z naukowego, jak i praktycznego punktu widzenia.

Opracował: *Stanisław Popek*

TECHNOLOG ŻYWNOSCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Rok 18 Nr 2

kwiecień 2008

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Oddział Warszawski

W dniach 5–6 czerwca 2008 odbyło się w Warszawie I Sympozjum Inżynierii Żywności zorganizowane przez Katedrę Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW. Współorganizatorem był Oddział Warszawski PTTŻ.

Sekcja Młodej Kadry Naukowej

W dniach 28–29 maja 2008 r. odbyła się XIII Sesja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ nt.: „Żywność współczesna – szanse i zagrożenia” zorganizowana przez Sekcję Młodej Kadry Naukowej PTTŻ i Oddział Łódzki PTTŻ.

WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE KONFERENCJE I KONGRESY NAUKOWE

2008 r.

Czerwiec

17 – 21 KRAKÓW = XVI International Starch Convention Cracow-Moscow

Kontakt : mgr Joanna Opalińska – Piskorz

e-mail: joa111@wp.pl

Wrzesień

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

14 – 16 WARSZAWA = 5th EUROPEAN CONGRESS ON NUTRITION AND HEALTH IN THE ELDERLYNHE – 2008

25 – 26 LUBLIN = III Międzynarodowa Konferencja Naukowa z cyklu „Mięso w przetwórstwie i żywieniu człowieka” nt.: „Tradycyjne i regionalne technologie i produkty w żywieniu człowieka”

Kontakt: dr inż. Agnieszka Latoch, dr inż. Joanna Stadnik
tel.: 081 462 33 40÷41, fax: 081 462 33 45
e-mail: ktmzj@ar.lublin.pl

25 – 27 **TORUŃ = IX Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Technologiczna**
Organizator: Sekcja Chemii i Technologii Tłuszczów PTTŻ

Październik

19 – 24 SHANGHAI, China = The 14* IUFOST World Congress of Food Science and Technology, Food for Health and Wellbeing: Tradition Meets the Future.,
Contact: e-mail: cifst@yahoo.com.cn

CZŁONKOWIE 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 2 (57)/2008 Biuletynu podano według stanu informacji do 10 czerwca 2008 r.

Materiały do Nr 3/2008 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**