



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 4 (65)

Kraków 2009

Rok 16

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

Sekretarz redakcji: dr Ewa Ślawska; tel. 012/ 662-51-61; 657-69-78;
e-mail: wnpttz@wp.pl; ewaslawska@wp.pl

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

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

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

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

RADA KONSULTACYJNA: prof. dr Henryk Daun (USA), prof. dr Jerzy Jankun (USA),
dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr Marian Naczka (Kanada), prof. dr Jan Pokorný (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 2009

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

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

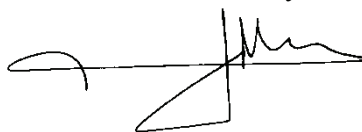
przekazujemy Państwu nr 4 (65) naszego czasopisma, którego współredaktorami są: dr hab. Jerzy Bertrandt i dr Anna Kłos. Mamy nadzieję, że zamieszczone w nim artykuły naukowe będą źródłem cennych informacji i spełnią Państwa oczekiwania.

Numer uzupełniają stałe działy, w których przedstawiamy zagadnienia prawne dotyczące żywności, przybliżamy nowe pojęcia pojawiające się w nauce o żywności, prezentujemy nowości książkowe ukazujące się w Polsce i na świecie, jak również informujemy o aktualnej działalności Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji PTTŻ.

Powtarzamy nasz apel do Autorów, w dobrze pojętym wspólnym interesie, **cytujmy polskich autorów publikujących w „Żywności”** w artykułach kierowanych do czasopism zagranicznych, zwłaszcza z tzw. „listy filadelfijskiej”. Utrzymanie się naszego czasopisma na listach: **Science Citation Index Expanded** oraz **Journal Citation Reports/Science Edition** i uzyskanie Impact Factor (IF) będzie podstawą otrzymania odpowiedniej punktacji MNiSzW.

Kraków, wrzesień 2009 r.

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora

SPIS TREŚCI

Od redakcji	3
<i>Aneta Prędką, Anna Gronowska-Senger</i> : Właściwości przeciwutleniające wybranych warzyw z upraw ekologicznych i konwencjonalnych w redukcji stresu oksydacyjnego	9
<i>Marzanna Heś, Józef Korczak, Jan Pyrcz, Ryszard Kowalski</i> : Wpływ stabilizowania lipidów na zachowanie dostępnej lizyny i metioniny w przechowywanej kielbasie typu „polska surowa”	19
<i>Krzysztof Lipiński, Jan Tywończuk, Andrzej Siwicki</i> : Wpływ mannanoligosacharydów na status zdrowotny i jakość mięsa kurcząt brojlerów	26
<i>Eugeniusz R. Grela, Edyta Kowalczyk</i> : Zawartość składników odżywczych i profil kwasów tłuszczowych mięsa i wybranych wędlin z ekologicznej produkcji świń	34
<i>Ewa Flaczyk, Danuta Górecka, Joanna Kobus, Krystyna Szymandera-Buszka</i> : Wpływ dodatku inuliny jako zamiennika tłuszczu na wartość energetyczną i akceptację konsumentką modelowych klopsów wieprzowych	41
<i>Marzena Jeżewska-Zychowicz</i> : Akceptacja genetycznych modyfikacji w produkcji żywności o zwiększonej zawartości witamin i składników mineralnych na przykładzie ryżu	47
<i>Aneta Koronowicz, Joanna Dulińska-Litewka, Paweł Pisulewski, Piotr Laidler</i> : Wpływ lipidów żółtka jaja kurzego wzbogaconego w izomery sprzężonego kwasu linolowego na proliferację komórek MCF-7	55
<i>Eleonora Lampart-Szczapa, Piotr Konieczny, Izabela Kossowska, Małgorzata Nogala-Kalucka, Renata Zawirska-Wojtasiak, Anna Hoffmann</i> : Właściwości sensoryczne a zawartość tanin w fermentowanych i ekstrudowanych preparatów łubinowych	62
<i>Małgorzata Nogala-Kalucka, Eleonora Lampart-Szczapa, Inga Krzyżostaniak, Aleksander Siger</i> : Natywne antyoksydacyjne biokomponenty preparatów łubinowych	70
<i>Julita Reguła</i> : Wartość odżywcza i ocena organoleptyczna ciastek wzbogaconych w susz grzybowy shiitake <i>lentinula edodes</i>	79
<i>Andrzej Kot, Stanisław Zaręba, Lucyna Wyszogrodzka-Koma</i> : Ocena skażenia ołowiem zbóż, przetworów zbożowych i ziemniaków z regionu lubelskiego	86
<i>Jan Pikul, Małgorzata Nogala-Kalucka, Aleksander Siger</i> : Charakterystyka tokochromanoli w wybranych produktach przemysłu mleczarskiego z dodatkiem olejów roślinnych	92
<i>Krzysztof Baranowski, Elżbieta Baca, Agnieszka Salamon, Dorota Michałowska, Dorota Meller, Marcin Karaś</i> : Możliwości odzyskiwania i praktycznego wykorzystania związków fenolowych z produktów odpadowych: z wycieków z czarnej porzeczki i aronii oraz z chmielin	100

<i>Joanna Kobus, Ewa Flaczyk, Zbigniew Krejpcio, Halina Staniek: Wpływ okresu wegetacji na zawartość pierwiastków determinujących pojemność antyoksydacyjną ekstraktów z liści Ginkgo Biloba L</i>	110
<i>Mirosław Krośnia, Maciej Gąstoł, Przemysław Banach, Anna Pytel: Wybrane parametry jakościowe winogron uprawianych w polsce południowej</i>	116
<i>Elżbieta Baca, Krystyna Skibniewska, Krzysztof Baranowski, Janusz Zakrzewski, Elżbieta Słowik, Dorota Meller, Marcin Karaś, Małgorzata Mielcarz: Wpływ warunków technologicznych produkcji chleba pszennego na stopień rozkładu kwasów fitynowych</i>	122
<i>Małgorzata Woźniak, Katarzyna Ostrowska, Łukasz Szymański, Katarzyna Wybieralska, Ryszard Zieliński: Aktywność przeciwrodnikowa ekstraktów szałwii i rozmarynu</i>	133
<i>Anna Czech, Agnieszka Malik, Iwona Pitucha, Aleksandra Woźnica: Porównanie zawartości związków bioaktywnych w winach czerwonych pochodzących z różnych krajów europejskich</i>	142
<i>Waldemar Żyngiel, Halina Kolenda: Wpływ wysokich ciśnień na zawartość sacharydów w sokach z marchwi utrwalonych technologią hpp</i>	149
<i>Grzegorz Mielcarz, Aleksander Barinow-Wojewódzki, Krzysztof Linke: Wpływ suplementacji ekstraktem z czerwonego wina na właściwości antyoksydacyjne i fibrynolityczne u ludzi</i>	163
<i>Jacek Aniola, Joanna Le Thanh, Grażyna Lewandowicz: Ocena strawności nowego preparatu skrobi modyfikowanej fizycznie w badaniach na szczurach</i>	170
<i>Zbigniew Krejpcio, Rafał W. Wójciak, Halina Staniek, Julia Wiśniewska: Wpływ suplementacji diety fruktanami typu inuliny i chromem(iii) na wskaźniki gospodarki magnezem u szczura</i>	175
<i>Sławomir Lewicki, Dariusz Rattman, Tomasz Kurył, Marek Snochowski, Bogdan Dębski: Wpływ chromu (III) na metabolizm kwasów tłuszczowych oraz ekspresję genów szlaku insulinowego w komórkach mięśniowych myszy linii c2c12</i>	183
<i>Ewa Zimna-Walendzik, Agnieszka Kolmaga, Elżbieta Tafalska: Styl życia - aktywność fizyczna, preferencje żywieniowe dzieci kończących szkołę podstawowa</i>	195
<i>Jan Gawęcki, Marta Twardowska, Dorota Łoboda: Zwyczaje młodzieży akademickiej dotyczące spożywania napojów – badania wstępne</i>	204
<i>Joanna Bajerska, Małgorzata Woźniewicz, Jan Jeszka, Ewelina Wierzejska: Częstość spożycia napojów energetyzujących, a aktywność fizyczna i występowania nadwagi i otyłości wśród młodzieży licealnej</i>	211
<i>Izabela Steinka: Akceptacja żywności niekonwencjonalnej przez młodych konsumentów</i>	218
<i>Wioletta Semeniuk: Zwyczaje żywieniowe studentów z uniwersytetu przyrodniczego w Lublinie stosujących diety alternatywne</i>	227
<i>Aneta Sigłowa, Bartosz Bertrandt, Małgorzata Conder, Karolina Bertrandt, Anna Lisiecka, Paulina Kubiak, Aleksandra Urbańska: Suplementacja diety wśród studentów</i>	236
<i>Krystyna A. Skibniewska, Monika Radzymińska, Maria M. Jaworska, Ewa Babicz-Zielińska: Badania zwyczajów żywieniowych studentów polskich i belgijskich</i>	250

<i>Maria Dymkowska-Malesa, Aldona Bać, Agnieszka Plawgo, Kazimiera Zgórska: Ocena wartości odżywczej zestawów obiadowych przygotowanych w stołówce akademickiej</i>	259
<i>Tomasz Matuszewski, Krzysztof Kłos, Józef Kędziora, Maciej Rutkowski, Sławomir Tokarski: Ocena wpływu suplementacji diety witaminami A, E i C na ich zawartość w osoczu krwi osób starszych</i>	264
<i>Agnieszka Saran, Grażyna Duda: Wpływ wybranych czynników na zakup i stosowanie przez osoby starsze witaminowo-mineralnych suplementów diety</i>	271
<i>Anna Gliszczyńska-Świgło, Henryk Szymusiak: Interakcje między składnikami suplementów diety na przykładzie kwercetyny i witaminy C</i>	278
<i>Ewa Stefańska, Lucyna Ostrowska, Danuta Czapska, Jan Karczewski: Ocena zawartości witamin w całodziennych racjach pokarmowych kobiet o prawidłowej masie ciała oraz z nadwagą i otyłością</i>	286
<i>Anna Wojtasik, Hanna Kunachowicz, Jerzy Socha: Suplementy magnezu i potrzeba ich stosowania w dietach dzieci zdrowych i z celiakią</i>	295
<i>Izabela Bolesławska, Juliusz Przysławski, Małgorzata Schlegel-Zawadzka, Marian Grzymiński: Zawartość składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych kobiet i mężczyzn stosujących dietę tradycyjną i „optymalną” – analiza porównawcza</i>	303
<i>Magdalena Człapka-Matysik, Aleksandra Kostrzewa-Tarnowska, Joanna Bajerska: Potencjał antyoksydacyjny racji pokarmowych pacjentów ze zdiagnozowanymi chorobami układu krążenia</i>	312
<i>Danuta Górecka, Jolanta Czarnocińska, Marek Idzikowski, Justyna Kowalec: Postawy osób dorosłych wobec żywności funkcjonalnej w zależności od wieku i płci</i>	320
<i>Beata Szczepańska, Jadwiga Malczewska-Lenczowska, Jan Gajewski: Zasadność stosowania odżywek przez reprezentantów kadry narodowej seniorów podnoszenia ciężarów na zgrupowaniu treningowym</i>	327
<i>Ilona Pokora, Stanisław Poprzęcki: Zmiany stężenia aldosteronu w osoczu podczas rehydratacji prowadzonej po działaniu stresu ciepła: wpływ rodzaju stosowanego napoju</i>	337
<i>Grażyna Podlaszewska, Mariola Friedrich, Joanna Sadowska: Ocena wpływu składu diety i jej uzupełniania wybranymi składnikami mineralnymi na stężenie kortykosteronu i bilans wodny u samców szczura</i>	345
<i>Mikołaj A. Gralak, Jerzy Bertrandt, Anna Kłos, Anna B. Stryczek, Bogdan Dębski: Wpływ treningu i dodatku witaminy c na zawartość składników mineralnych w wątrobie szczurów</i> ...	352
<i>Mariola Friedrich, Joanna Sadowska, Zuzanna Goluch-Koniuszy: Ocena wpływu składu diety i jej uzupełniania witaminami z grupy b na stężenie insuliny i wybranych wskaźników przemian białkowych u samic szczura</i>	361
<i>Edyta Maślak, Renata B. Kostogryś, Magdalena Franczyk-Żarów, Paweł M. Pisulewski: Wpływ diety z dodatkiem fruktozy i sprzężonych dienów kwasu linolowego (cla) na masę ciała i wątroby oraz stężenie aminotransferazy alaninowej (alt) u szczurów</i>	368

<i>Małgorzata Schlegel-Zawadzka, Magdalena Barteczko: Ocena stosowania suplementów diety pochodzenia naturalnego w celach prozdrowotnych przez osoby dorosłe</i>	<i>375</i>
<i>Agnieszka Kabacińska, Ewa Babicz-Zielińska: Wpływ marki na akceptację cech sensorycznych jogurtów</i>	<i>388</i>
<i>Grażyna Morkis: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym</i>	<i>395</i>
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór: Współczesny leksykon wiedzy o żywności.....</i>	<i>398</i>
<i>Stanisław Poppek: Nowe książki.....</i>	<i>400</i>
Technolog Żywności	403

ANETA PRĘDKA, ANNA GRONOWSKA-SENGER

WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCE WYBRANYCH WARZYW Z UPRAW EKOLOGICZNYCH I KONWENCJONALNYCH W REDUKCJI STRESU OKSYDACYJNEGO

Streszczenie

W doświadczeniu badano właściwości przeciwutleniające wybranych warzyw z upraw ekologicznych i konwencjonalnych w redukcji stresu oksydacyjnego. W celu wywołania stresu oksydacyjnego szczury rasy Wistar biegały 30 minut na bieżni o szybkości przesuwu 20 m/min. Zwierzęta karmiono czterema dietami zawierającymi osobno zliofilizowane warzywa (kapustę, ziemniaki gotowane, marchew surową i gotowaną) konwencjonalne i ekologiczne. Po zakończonym doświadczeniu oznaczono potencjał przeciwutleniający w osoczu oraz zawartość nadtlenków lipidowych i białka w wątrobie.

Potencjał przeciwutleniający badanych warzyw był niezależny od sposobu ich uprawy, a jedynie od ich rodzaju, będąc najwyższy dla kapusty. Nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu uprawy warzyw na redukcję stresu oksydacyjnego.

Słowa kluczowe: warzywa ekologiczne i konwencjonalne, właściwości przeciwutleniające, stres oksydacyjny, nadtlenki lipidowe, szczury.

Wprowadzenie

Warzywa odgrywają bardzo ważną rolę w żywieniu człowieka ze względu na zawartość witamin, składników mineralnych, kwasów organicznych, błonnika pokarmowego oraz antyoksydantów (m. in. witaminy C, beta-karotenu, związków fenolowych), które składają się na ogólny potencjał przeciwutleniający warzywa. Im większy poten-

cjał przeciwutleniający, tym więcej związków biologicznie aktywnych zawiera warzywo [13,18,9], a tym samym większa jest jego wartość żywieniowa.

Antyoksydanty zawarte w warzywach mają zdolność zmiatania wolnych rodników, które nagromadzone w dużych ilościach w organizmie przyczyniają się do powstania stresu oksydacyjnego, będącego przyczyną wielu chorób (nowotwory, zawały, udary) oraz przyspieszenia procesów starzenia się. Wg Światowej Organizacji Zdrowia (2003) niskie spożycie warzyw i owoców odpowiada za 31% zawałów serca i 11% udarów na świecie. Spożywanie 400-500 g warzyw i owoców dziennie zmniejsza ryzyko chorób serca, nowotworów, kamieni żółciowych [8,12,14,22,24,25]. Efekt ten jest tym skuteczniejszy im bardziej urozmaicony jest asortyment warzyw i owoców w diecie [23].

W warunkach polskich, na liście spożywanych produktów roślinnych warzywa zajmują trzecie miejsce, po produktach zbożowych i ziemniakach (Rocznik Statystyczny 2008). Najczęściej spożywanymi warzywami są: kapusta, marchew, cebula, pomidory, ogórki i buraki. Narastające skażenie środowiska spowodowało rozwój niekonwencjonalnych metod ich uprawy, a wśród nich metody ekologiczne. O ile teza o niższej zawartości zanieczyszczeń chemicznych w warzywach została potwierdzona badaniami, o tyle teza o ich wyższej wartości żywieniowo-zdrowotnej dotychczas nie do końca jest udowodniona. Stąd celem niniejszej pracy było zbadanie czy potencjał przeciwutleniający wybranych, powszechnie spożywanych w Polsce warzyw z upraw konwencjonalnych i ekologicznych różni się i wpływa odmiennie na zmniejszenie stresu oksydacyjnego.

Materiał i metody badań

Materiał stanowiły warzywa pochodzące z jednego sezonu (lato), uprawiane metodami konwencjonalnymi i ekologicznymi. Warzywa ekologiczne z gospodarstw posiadających atest EKOLANDU zakupiono w sklepie, a konwencjonalne w trzech gospodarstwach z tego samego regionu.

Produkty zakupiono po: 1 kg ziemniaków (odmiana Bryza), 2 kg marchwi (odmiana Nantejska), 3 główki kapusty białej (odmiana Amager) z każdego rodzaju upraw. Z zakupionych ilości przygotowano średnią próbę do badań zgodnie z obowiązującymi zasadami [11]. W badanych warzywach oznaczono suchą masę [11] oraz potencjał przeciwutleniający [19].

Ziemniaki i część marchwi gotowano przez 10 minut. Świeże (kapusta, marchew) i ugotowane warzywa (ziemniaki, marchew) w ilościach wynikających z potrzeb doświadczenia biologicznego, pochodzące z upraw ekologicznych i konwencjonalnych rozdrobniono na plastikowej tarce. Następnie warzywa pakowano do torebek polipropylenowych, zamrażano i poddawano liofilizacji. Zliofilizowane warzywa przechowywano w temp. + 4 °C do czasu przygotowania diet.

Diety doświadczalne przygotowano w oparciu o zalecenia AIN-93 [20] zastępując część skrobi ziemniaczanej, pszennej i kazeiny liofilizowanymi warzywami ekologicznymi i konwencjonalnymi (ziemniaki gotowane, marchew surowa i gotowana, kapusta biała surowa) w ilości 15 %, ustalonej na podstawie danych literaturowych [17]. Diety przygotowano oddzielnie dla każdego liofilizowanego warzywa.

Szczury laboratoryjne, samce rasy Wistar o masie $110 \text{ g} \pm 10$, o liczebności 6 sztuk w grupie, umieszczono pojedynczo w klatkach, w pomieszczeniu o temperaturze 23°C , wilgotności 50%, cyklu świetlnym 12 godz./dobę. Codziennie kontrolowano spożycie diet z uwzględnieniem niewyjadków oraz co trzy dni masę ciała.

Badania biologiczne wykonano na podstawie zgody III Lokalnej Komisji Etycznej ds. Doświadczeń na Zwierzętach przy SGGW.

Doświadczenie obejmowało okres wstępny i właściwy. W okresie wstępnym (3 dni), mającym na celu usunięcie z przewodu pokarmowego resztek diety hodowlanej i przyzwyczajenie do diet badanych, zwierzęta karmiono dietami doświadczalnymi i wodą *ad libitum*. Po tym okresie połowę badanych zwierząt, tj. 8 grup, poddano wysiłkowi fizycznemu w postaci biegu o natężeniu 20 m/min na bieżni przez 30 min. w ciągu 14 dni. W tym okresie kontrolowano spożycie diet.

Po upływie 24 godzin od ostatniego biegu szczury uśpiono mieszaniną ksylazyny i ketaminy w dawkach odpowiednio: 10 mg/kg.m.c. i 20 mg/kg.m.c., pobrano krew z mięśnia sercowego i wypreparowano wątroby. Krew odwirowano (3000 obr./min., 10 min.), a uzyskane osocze zamrożono w temperaturze -18°C . Wypreparowane wątroby przepłukiwano w roztworze soli fizjologicznej, osuszono bibułą, ważono i zamrożono w temp. -80°C do dalszych analiz.

W osoczu oznaczono: potencjał przeciwutleniający metodą kolorymetryczną ABTS [2], a w homogenatach wątroby nadtlenki lipidowe metodą kolorymetryczną TBARS [15] oraz zawartość białka [16].

Wyniki badań poddano jednoczynnikowej analizie wariancji (ANOVA). Zastosowano test *t* na poziomie prawdopodobieństwa $p < 0,05$. Obliczenia wykonano przy użyciu pakietu statystycznego SPSS 12 PL.

Wyniki i dyskusja

Zawartość suchej masy w badanych warzywach (Tabela 1) wprawdzie wykazała tendencję wzrostową w warzywach z upraw ekologicznych w porównaniu do konwencjonalnych, różnice były istotne statystycznie, tylko dla marchwi gotowanej. Podobna tendencja wystąpiła w ogólnym potencjale przeciwutleniającym, a różnice istotne statystycznie między uprawami stwierdzono dla ziemniaków i marchwi gotowanej.

Tabela 1

Zawartość suchej masy oraz potencjał przeciwutleniający w badanych warzywach
Dry matter content and antioxidant capacity of examined vegetables

Warzywo Vegetable	Kapusta cabbage		Ziemniaki Potatoes		Marchew/Carrot			
					Surowa/Raw		Gotowana/Boiled	
Uprawa/ Cultivation	Eko/Eco	Konw/ Organic	Eko/Eco	Konw/ Organic	Eko/Eco	Konw/ Organic	Eko/Eco	Konw/ Organic
s.m. (mg/100g)								
Xśr ± SD	8,27 ±0,20	7,43 ±0,15	20,35 ±0,46	18,93 ±0,46	12,84 ±0,50	11,08 ±0,43	12,18 ±0,32	11,23 ±0,37
Istotność różnic/ Important differences	n.s.		n.s.		n.s.		p=0,01	
Potencjał przeciwutleniający/Antioxidant capacity (μmol Troloxu/1g)								
Xśr ± SD	1,64 ±0,15	1,47 ±0,12	0,48 ±0,07	0,40 ±0,05	0,42 ±0,05	0,39 ±0,07	0,30 ±0,03	0,27 ±0,03
Istotność różnic/ Important differences	n.s.		p=0,02		n.s.		p=0,029	

Jednak uwzględniając zawartość suchej masy w badanych warzywach (tab. 2) nie potwierdzono ww. tendencji. Potencjał ten dla wszystkich badanych warzyw był podobny, bez istotnego zróżnicowania statystycznego między uprawami.

Zawartość suchej masy warzywa zależy od jego odmiany, właściwości gleby, warunków pogodowych podczas okresu wegetacji oraz rodzaju i dawki nawożenia [21]. Nawożenie azotowe stosowane w uprawach konwencjonalnych powoduje wzrost zawartości wody w warzywach, co tłumaczy niższą zawartość suchej masy stwierdzoną w badaniach własnych u warzyw pochodzących z takich upraw.

W większości badań porównujących zawartość suchej masy w różnych warzywach jak kapusta biała, ziemniaki, marchew, wykazano wyższą jej zawartość w warzywach ekologicznych ale różnice nie zawsze były statystycznie istotne [21,3,7,26], co potwierdzono też badaniami własnymi.

Tabela 2

Potencjał przeciwutleniający ($\mu\text{mol Troloxu}/1 \text{ g s.m.}$) badanych warzyw po uwzględnieniu zawartości suchej masy

Antioxidant capacity according to dry matter content of examined vegetables

Warzywo/ Vegetable	Kapusta/ cabbage		Ziemniaki Potatoes		Marchew/ Carrot			
	Eko/Eco	Konw/ Organic	Eko/Eco	Konw/ Organic	Surowa/ Raw		Gotowana/ Boiled	
Uprawa Cultivation	Eko/Eco	Konw/ Organic	Eko/Eco	Konw/ Organic	Eko/Eco	Konw/ Organic	Eko/Eco	Konw/ Organic
X \bar{s} r \pm SD	0,20 $\pm 0,01$	0,20 $\pm 0,01$	0,02 $\pm 0,00$	0,02 $\pm 0,00$	0,03 $\pm 0,00$	0,03 $\pm 0,00$	0,02 $\pm 0,00$	0,02 $\pm 0,00$
Istotność różnic/ Important differences	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	

W dostępnym piśmiennictwie niewiele jest informacji dotyczących porównania ogólnego potencjału przeciwutleniającego warzyw ekologicznych i konwencjonalnych. Brak różnicy w jego wartości między warzywami konwencjonalnymi i ekologicznymi w badaniach własnych nie znalazł potwierdzenia w pracy [14], którzy wykazali niższą aktywność przeciwutleniającą świeżej ekologicznej kapusty w porównaniu do konwencjonalnej. Może to być wynikiem różnic odmianowych, stadium dojrzewania warzywa, warunków klimatycznych, czasu przechowywania i obróbki cieplnej jak i zastosowanej metody oznaczania (zwłaszcza rozpuszczalnika do ekstrakcji) potencjału przeciwutleniającego w cytowanej pracy.

Zwierzęta grup nietrenowanych spożywały praktycznie tyle samo diety jak w grupach trenowanych (tab. 3) bez różnic istotnych statystycznie pomiędzy grupami karmionymi warzywami konwencjonalnymi i ekologicznymi, jak również pomiędzy rodzajem badanych warzyw. Dała się jedynie zauważyć tendencja wzrostowa w spożyciu diet z warzywami ekologicznymi.

Nie stwierdzono też istotnych statystycznie różnic w średnich przyrostach masy ciała pomiędzy zwierzętami nietrenowanymi i trenowanymi, niezależnie od rodzaju i sposobu uprawy warzyw, chociaż były one nieznacznie wyższe u zwierząt nietrenowanych. W grupie tej największy przyrost masy ciała wystąpił u szczurów karmionych marchwią gotowaną z uprawy konwencjonalnej, a najmniejszy u żywionych marchwią surową konwencjonalną. W grupach trenowanych największy przyrost zaobserwowano w grupie karmionej ziemniakami z upraw ekologicznych, a najmniejszy w grupie otrzymującej marchew surową konwencjonalną.

Tabela 3

Średnie spożycie diety i średnie przyrosty masy ciała szczurów
Mean feed intake and body weight gain in rats

Warzywo/Vegetable	Uprawa/ Cultivation			
	Konwencjonalna/ Organic		Ekologiczna/ Ecological	
	Szczury/Rats			
	Nietrenowane/Without training	Trenowane/With training	Nietrenowane/Without training	Trenowane/With training
	Spożycie diety/Diet consumption (g)			
Kapusta/ Cabbage	288,0±1,2*	281,0±2,0	295,0±1,6	291,5±1,9
Ziemniak/Potatoes	310,2±2,1	315,6±1,9	304,9±1,9	312,8±1,6
Marchew surowa Raw carrot	300,1±0,9	310,1±1,3	315,2±2,2	319,9±2,4
Marchew gotowana Boiled carrot	309,0±1,3	312,2±2,4	318,0±1,4	320,0±2,1
	Przyrosty masy ciała/Body mass increases (g)			
Kapusta/Cabbage	117,0±12,28**	108,8±11,11	115,9±5,28	105,7±9,21
	n.s.*		n.s.	
Ziemniaki/Potatoes	114,9±9,99	106,3±10,49	118,1±4,80	119,9±12,56
	n.s.		n.s.	
Marchew surowa Raw carrot	101,4±21,31	99,0±9,52	109,1±12,30	102,1±19,68
	n.s.		n.s.	
Marchew gotowana Boiled carrot	126,0±5,08	113,4±13,12	118,0±3,78	108,6±7,03
	n.s.		n.s.	

* istotność różnic/importami differences

** $\bar{x} \pm SD$

Potwierdza to obserwacje [10], badających te same warzywa, w przeciwieństwie do danych innych autorów [6,1], którzy obserwowali jego spadek u trenowanych szczurów. Różnice wynikają z różnego czasu trwania i intensywności treningu oraz długości doświadczeń.

Ogólny potencjał przeciwutleniający osocza krwi szczurów nie różnił się istotnie statystycznie zależnie od sposobu uprawy warzyw jak i treningu (tab. 4).

Nie mniej był on wyższy w grupach nietrenowanych, a najwyższe wartości uzyskano w grupie karmionej kapustą konwencjonalną oraz ekologiczną. Podobna tendencja wystąpiła w grupach trenowanych otrzymujących to warzywo. Najniższy potencjał przeciwutleniający stwierdzono w osoczu zwierząt z dietą zawierającą ziemniaki, przy wyraźnej niższej jego wartości w grupach trenowanych.

Spadek ogólnego potencjału przeciwutleniającego w osoczu krwi szczurów trenowanych wiązał się prawdopodobnie ze wzrostem wytwarzania wolnych rodników, zmniejszeniem ilości komórkowych przeciwutleniaczy i aktywności enzymów odpowiedzialnych za ich usuwanie oraz zmianami poziomu glutationu we krwi. Wzrost poziomu glutationu we krwi w miarę wzrostu intensywności wysiłku fizycznego sugeruje, że indukuje on *de novo* syntezę tego związku [1,27,28].

Tabela 4

Średni potencjał przeciwutleniający ($\mu\text{mol Trolox}/\text{cm}^3$) osocza krwi szczurów
 Mean antioxidant capacity ($\mu\text{mol Trolox}/\text{cm}^3$) of rats plasma

Warzywo/Vegetable	Uprawa/ Cultivation			
	Konwencjonalna/ Organic		Ekologiczna? Ecological	
	Rats			
	Nietrenowane/ Without training	Trenowane/ With training	Nietrenowane/ Without training	Trenowane/ With training
Kapusta/Cabbage	116,02±1,0*	108,91±1,2	116,84±1,6	108,65±1,3
Ziemniaki/Potatoes	79,22±1,0	76,00±1,5	82,16±1,3	76,27±1,2
Marchew Surowa/Raw carrot	86,40±1,3	85,00±1,3	86,99±1,0	87,09±0,8
Marchew Gotowana/Boiled carrot	82,06±1,5	79,88±1,1	80,00±1,0	79,76±0,6

* $\bar{x} \pm \text{SD}$

Potencjał ten zależy też od obecności niskocząsteczkowych antyoksydantów, a warzywa są ich źródłem. Stąd nie tyle sposób ich uprawy, co rodzaj warzywa wpływa na efektywność obrony organizmu przed stresem oksydacyjnym, co wykazano w badaniach własnych w odniesieniu do kapusty zawierającej nie tylko witaminę C ale też glukozytolany.

Niezależnie od rodzaju warzywa i sposobu jego uprawy, stres oksydacyjny wywołany biegiem na bieżni powodował istotnie ($p < 0,05$) wyższy wzrost nadtlenków lipidowych (Tabela 5). Zawartość nadtlenków lipidowych w grupie karmionej kapustą konwencjonalną była w przybliżeniu o 14% większa w grupie trenowanej, a w karmionej kapustą ekologiczną o 16% w odniesieniu do nietrenowanych.

Szczury trenowane na diecie z ziemniakami konwencjonalnymi wykazały o 13%, a na diecie z ziemniakami ekologicznymi o 15% wyższą zawartość tych związków w porównaniu z grupą nietrenowaną. Podobne tendencje wystąpiły w przypadku diet z marchwią surową i gotowaną, a różnice między uprawami wynosiły 2-3% na niekorzyść marchwi ekologicznej, aczkolwiek statystycznie nieistotne, co potwierdzono przeliczając zawartości nadtlenków lipidowych na 1 g białka w wątrobie.

Obserwacje te są zgodne z danymi innych autorów [5,4], którzy wykazali, iż systematyczny wysiłek fizyczny prowadzi do wzmożonej peroksydacji lipidów w wątrobie, erytrocytach i osoczu krwi szczurów. W świetle tych danych, stwierdzoną w badaniach własnych wyższą zawartość produktów peroksydacji lipidów w wątrobach trenowanych szczurów, niezależnie od sposobu uprawy i rodzaju badanego warzywa, można wyjaśnić wzrostem generowania wolnych rodników pod wpływem powtarzających się treningów i akumulowaniem ich metabolicznych produktów.

Tabela 5

Nadtlenki lipidowe (nmol) w 1 g wątroby oraz na 1 g białka wątroby szczurów
Lipid peroxides (nmol) per 1 g liver as well as 1 g rats liver protein

Warzywo/ Vegetable	Uprawa/ Cultivation							
	Konwencjonalna/ Organic				Ekologiczna/ Organic			
	Szczury / Rats							
	Nietrenowane/ Without training		Trenowane/ With training		Nietrenowane/ Without training		Trenowane/ With training	
	Wątroba/ Liver	Białko/ Protein	Wątroba/ Liver	Białko/ Protein	Wątroba/ Liver	Białko/ Protein	Wątroba/ Liver	Białko/ Protein
Kapusta/Cabbage	80 ±2,5*	846 ±3,4	91 ±0,9	851 ±2,7	79 ±1,8	823 ±1,9	92 ±1,1	852 ±2,5
Ziemniaki/Potatoes	83 ±1,8	774 ±4,8	94 ±1,7	862 ±1,8	78 ±2,0	741 ±1,7	90 ±1,7	818 ±3,0
marchew surowa/Raw carrot	77 ±2,3	856 ±1,9	83 ±1,3	899 ±3,1	80 ±2,2	884 ±2,0	85 ±1,6	934 ±4,2
Marchew Gotowana/Boiled carrot	75 ±1,2	845 ±1,6	88 ±2,6	973 ±2,1	70 ±1,2	777 ±2,5	80 ±2,1	880 ±1,3

x ± SD

Tak więc, stres oksydacyjny wywołany wysiłkiem fizycznym powodował wzrost produktów peroksydacji lipidów w wątrobie wskutek generowania wolnych rodników i ich metabolicznych pochodnych.

Wnioski

1. Właściwości przeciwutleniające badanych warzyw nie zależały od sposobu ich uprawy, a jedynie od ich rodzaju i były najwyższe dla kapusty.
2. Nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu uprawy warzyw na redukcję stresu oksydacyjnego.
3. Z punktu widzenia zaleceń żywieniowych, dla ochrony organizmu przed szkodliwym działaniem stresu oksydacyjnego należałoby zwracać uwagę nie tylko na ilość ale również rodzaj warzyw w kontekście ich ogólnego potencjału przeciwutleniającego.

Literatura

- [1] Alessio H., Hagerman A., Nagy S., et al: Exercise improves biomarkers of health and stress in animals fed ad libitum. *Physiology & Behavior*, 1, 2005, 65.
- [2] Bartosz G.: *Druga twarz tlenu*. PWN, Warszawa 2006.
- [3] Camin F., Moschella A., Miselli F. et al: Evaluation of markers for the traceability of potato tubers grown in on organic versus conventional regime. *J. Sci. Food Agric.*, 87, 2007, 1330.

- [4] Çaşkun A., Gölgeli A., Özemesi Ç., Dogan P.: The effect of swimming exercise on lipid peroxidation in rats. *Physiological Medicine*, 5, 1998, 115.
- [5] Frankiewicz-Józko A., Faff J., Sieradzan-Gabelska B.: Changes in concentrations of tissue free radical marker and serum creatinine kinase during the post-exercise period in rats. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 74, 1996, 470.
- [6] Hadj-Saad F., Lhuissier M., Guillard J.C.: Chronic exercise affects vitamin B₆ metabolism but not requirement of growing rats. *J. Nutr.*, 127, 1997, 1219.
- [7] Hagel I., Baur D., Haneklaus S., Schnug E.: Quality assessment of summer and autumn carrots from a biodynamic breeding project and correlations of physico-chemicals parameters and features determined by picture forming methods. *Proceedings of the 13th IFOAM Scientific Conference*, Basel, Switzerland, 2000, 284.
- [8] He F., Nowson C., MacGregor G.: Fruit and vegetable consumption and stroke: meta-analysis of cohort studies. *Lancet*, 367, 2006, 320.
- [9] Ismail A., Marjan Z., Foong C.: Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. *Food Chemistry*, 87, 2004, 581.
- [10] Jørgensen H., Lauridsen C.: Nutrient composition and bioavailability of protein and energy in common fruits and vegetables prepared for human consumption. *Food Congress DTU*, 135, 2004.
- [11] Krelowska-Kułas M.: *Badanie jakości produktów*. PWN, Warszawa 1993.
- [12] Kruk J.: Jedzenie owoców i warzyw a ryzyko raka piersi. *Współczesna Onkologia*, 5, 2006, 224.
- [13] Kurilich A.C., Jeffery E.H., Juvik J.A., Wallig M.A., Klein B.P.: Antioxidant Capacity of different broccoli (*Brassica Oleracea*) genotypes using the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) assay. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50, 2002, 5053.
- [14] Kusznierevicz B., Kruszyna A., Piasek A. et al: Comparison of chemopreventive properties of white cabbage (*Brassica oleracea*) from non-organic and organic farming. W: *COST 926/927 Conference: Molecular and physiological effects of bioactive food compounds: COST-meeting in Vienna, Austria, abstracts*, 2006.
- [15] Li X., Chow C.: An improved method for the measurement of malondialdehyde in biological samples. *Lipids*, 29, 1994, 73.
- [16] Lowry O., Rosebrough N. et al: Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 1951, 265.
- [17] Nicolle C., Cardinault N., Gueux E. et al: Health effect of vegetable-based diet: lettuce consumption improves cholesterol metabolism and antioxidant status in the rat. *Clinical Nutrition*, 23, 2004, 605.
- [18] Ou B., Huang D., Hampsch-Woodill M. et al (2002): Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) assays: a comparative study. *J. Agric. Food. Chem.*, 22, 2002, 3122.
- [19] Pellegrini N., Serafini M., Colombi B. et al: Total antioxidants capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *J. Nutr.*, 133, 2003, 2812.
- [20] Reeves P., Nielsen F., Fahey G.: AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J. Nutr.*, 123, 1993, 1939.
- [21] Rembiałkowska E.: The nutritive and sensory quality of carrots and white cabbage from organic and conventional farms. *Proceedings from the 13th IFOAM Scientific Conference 2000*, 297.
- [22] Terry P., Wolk A., Persson I., Magnusson C.: Brassica vegetables and breast cancer risk. *JAMA*, 285, 2001, 799.
- [23] Thompson H., Heimendinger J., Diker A., O'Neill C. et al: Dietary botanical diversity affects the reduction of oxidative biomarkers in woman due to high vegetable and fruit intake. *J. Nutr.*, 136, 2006, 2207.
- [24] Tsai C., Leitzmann M., Willet W., Giovannucci E.: Fruit and vegetable consumption and risk of cholecystectomy in women. *The American Journal of Medicine*, 119, 2006, 760.
- [25] van't Veer P., Jansen M., Klerk M., Kok F.: Fruits and vegetables in the prevention of cancer and cardiovascular disease. *Public Health Nutr.*, 3, 2000, 103.

- [26] Velimirov A.: The consistently superior quality of carrots from one organic farm in Austria compared with conventional farms. Proceedings of the 15th IFOAM Organic World Congress, 2005, 193.
- [27] Yamamoto T., Okhuwa T., Itoh H. i wsp.: Effect of gender differences and voluntary exercise on antioxidant capacity in rats. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 132, 2002, 437.
- [28] Yamamoto T., Okhuwa T., Itoh H. i wsp.: Relation between voluntary physical activity and oxidant/antioxidant status in rats. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 135, 2003, 163.

ANTIOXIDANT PROPERTIES OF SELECTED VEGETABLES FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL SYSTEM OF CULTIVATION IN REDUCING OXIDATIVE STRESS

Summary

Antioxidant properties of selected vegetables from organic and conventional methods of cultivation in reducing oxidative stress were determined in the present study. Oxidative stress was induced in experimental rats by training them for 30 minutes on a treadmill moving at the speed of 20 m/min. Rats were fed four different diets containing separately lyophilized vegetables (cabbage, cooked potatoes, raw and cooked carrots) from organic and conventional systems of cultivation. At the end of the experimental period, plasma antioxidant capacity as well as lipid peroxide and protein content of the liver were determined.

Antioxidant properties of selected vegetables were independent on the method of cultivation, but were the function of the type of vegetables, with cabbage characterized by the highest antioxidant activity. No significant effect on oxidative stress reduction was seen.

Key words: organic and conventional vegetables, antioxidant properties, oxidative stress, lipid peroxides, rats. ☒

MARZANNA HEŚ, JÓZEF KORCZAK, JAN PYRCZ, RYSZARD KOWALSKI

INFLUENCE OF LIPID STABILIZATION ON THE RETENTION OF AVAILABLE LYSINE AND METHIONINE IN STORED RAW POLISH SAUSAGE

Summary

The aim of the study was to determine the effect of the addition of antioxidants on changes in contents of available lysine and methionine in raw Polish sausage.

Experimental material consisted of four variants of experimental sausages. One variant consisted of a sample with no antioxidant added (control), while the following were added to the other variants: BHT (0.02%), rosemary ethanol extract (0.05%) and soy protein hydrolysate (2%). Oxidation degree of lipid using peroxide value (PV), anisidine value (AV), thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and the Totox index was controlled and content of available lysine and methionine were determined periodically.

In order to determine the effect of the addition of antioxidants on the stability of available lysine and methionine, values of the coefficient of the slope of curve of changes in time (coefficient $a/24$ h) were analyzed along with the half-life period of the amino acids (T_{IC50}).

Antioxidants exhibited an inhibitory effect on the advancement of lipid autoxidation reactions and reduced quantitative losses of available lysine and methionine in analyzed sausages. Natural antioxidants exhibited a lower capacity to reduce losses of nutritive value of protein than it was found for BHT.

Key words: raw sausage, lipid oxidation, antioxidants, lysine, methionine

Introduction

Reactions of oxidative nature occurring in meat and processed meats are major causes deteriorating their quality. They are responsible for the degradation of colour, flavour and texture, as well as the loss of their nutritive value [10, 18]. The deterioration of nutritive value may result from the interactions of very reactive lipid oxidation

Dr M. Heś, prof. dr hab. J. Korczak, Katedra Technologii Żywienia Człowieka, prof. dr hab. J. Pyrcz, dr inż. R. Kowalski, Instytut Technologii Mięsa, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

products with proteins, which belong to the most valuable components of our diet and need to be especially protected in all processes connected with technological processing. Nutritive value of meat proteins is determined by the quantitative and qualitative composition of amino acids and the hydrolyzability of proteins by digestive enzymes [13]. Digestibility and availability of amino acids decrease as a result of the formation of cross-linking bonds in protein-lipid complexes and reactions of functional groups of amino acids with lipid oxidation products. This pertains especially to the amino, sulfhydryl and hydroxyl groups [19]. In nutrition losses of lysine and amino acids containing sulfur are crucial, as they are exogenous amino acids and at the same time they limit the nutritive value of protein in most products.

A reduction or inhibition of negative oxidative changes in lipids of meat and meat products may be the effect of added antioxidants [7]. The application of synthetic compounds, i.e. BHT (butylated hydroxytoluene) and BHA (butylated hydroxyanisole), in many countries is limited due to the results of toxicological analyses and the opinion of consumer organizations [5, 6]. As a consequence there is a need to search for alternative solutions concerning lipid stabilization. One of them may be the use of effective and cheap natural antioxidants. The most important group of substances with antioxidative properties is represented by polyphenol compounds, belonging to secondary metabolites widely found in plants. Rich sources of these substances include vegetables, fruit, some cereals, tea and many spices [3, 24]. Numerous studies show that good antioxidative properties are also found in protein hydrolysates. Their activity is connected with the presence of amino acids, peptides and Maillard reaction products [15, 23]. These natural compounds preventing oxidation may at the same time modify the nutritive value of food [11, 16]. This makes it possible to supply consumers with safe foodstuffs with prolonged shelf-life and enhanced nutritive value.

The aim of the study was to evaluate the antioxidant properties of natural substances in stored raw sausages, and their influence on the stability of lysine and methionine by retardation of lipid oxidation products-protein interactions.

Material and methods

Experimental material consisted of Polish raw sausage with the addition of rosemary ethanol extract (0.05%), soy protein hydrolysate (2%) and BHT in the amount of 0.02% (% of meat weight). Soy protein acidithal hydrolysate, was made by the Kalisz Institute of Food Concentrates "Winiary", Poland. Dried rosemary leaves (*Rosmarinus off.* L.) was of Polish origin (Polish Herbs "Pharma" Poznań). Extract was prepared by mixing 100g of dried material with 1 L 96% ethanol and macerated overnight in ambient temperature. The suspension was filtered, the residue mixed with another portion of the same solvent, and the procedure was repeated four times. The filtrates were com-

bined, and the respective solvent was evaporated. BHT (butylated hydroxytoluene) was purchased from Merck (Germany).

Sausage links were left for 24 h to set. They were smoked at 22 – 25°C for 6 – 8 h. Afterwards sausages were placed in an aging room at 10°C and relative humidity of 75% ± 2% and stored for 30 days.

Oxidation degree of fat using peroxide value (PV), anisidine value (AV), thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), Totox coefficient was controlled and content of available lysine and methionine were determined periodically [21].

In order to determine the effect of the addition of antioxidants on quantitative changes in available lysine and methionine, values of the coefficient of the slope of curve of changes in time (coefficient $a/24$ h) were analyzed along with the half-life period of the amino acids (T_{IC50}).

Results and discussion

In order to determine the antioxidative activities of analyzed additives slopes of straight lines (coefficient $a/24$ h) were determined, being angles of inclination of regression curves plotted from measurement points of a given attribute in time. Figure 1 presents results of statistical analysis of the effect of antioxidants on values of slopes of lines for analyzed sausages. Results clearly showed the inhibitory effect of antioxidants on the advancement of lipid autoxidation in the analyzed processed meats. All lipid oxidation indexes monitored during sample storage were increasing more slowly in products with their addition. The effectiveness of individual antioxidants varied markedly. The lowest increase of all lipid oxidation indexes per 24 h was observed in processed meat products produced with the addition of BHT (the lowest coefficient $a/24$ h).

Natural antioxidants exhibited lower effectiveness; however, in comparison to control samples they also significantly inhibited lipid oxidation rate. Rosemary extract showed a better protective action than that of soy hydrolysate.

A similar effect of the addition of rosemary was observed on sausages made from pork [9], from turkey [4] as well as poultry and pork frankfurters [8, 22]. It was also shown that the 0.05% addition of rosemary extract effectively inhibits the increase of TBARS content in fermented sausages made from goat meat, stored at room temperature [17]. High antioxidative activity in fermented sausages was also observed when applying synthetic antioxidants, such as BHT and BHA [1, 2].

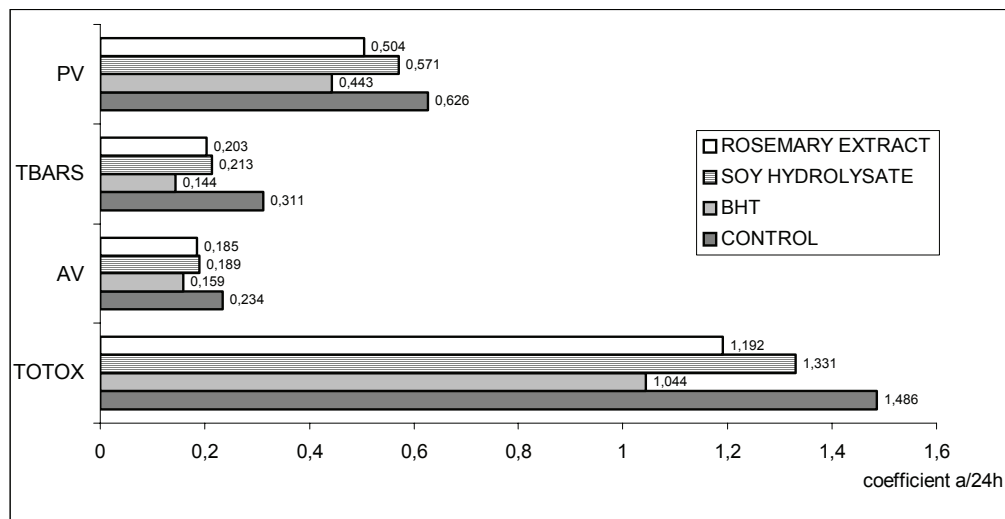


Fig. 1. Statistical analysis results of antioxidants influence on straight lines inclination in stored raw Polish sausage

Rys. 1. Ocena wpływu przeciwutleniaczy na wartość współczynników kierunkowych wskaźników utleniania lipidów w przechowywanej kielbasie typu „polska surowa”

Conducted studies showed that the addition of antioxidants significantly inhibited losses of analyzed amino acids. The most objective parameter when comparing the rate of changes was time, in which the initial amounts of lysine and methionine decreased by 50% (T_{IC50}). Results of analyses determining the potential application of BHT, rosemary extract and soy hydrolysate as substances contributing to a reduction of losses of available lysine and methionine in stored sausages, are presented in Table 1.

Half-life of lysine and methionine in the samples with added BHT was 1.8 times longer than in the control samples. The application of rosemary extract and soy hydrolysate made it possible to extend this time 1.4 and 1.2 times, respectively.

The phenomenon of blocking active protein groups by lipid oxidation products was studied by Pokorny and Davídek [19], who showed that reactions of protein crosslinking, amino acid oxidation and the transformation of their amino groups into imino groups are initiated first of all by hydroperoxides. Hexanal, similarly as other aldehydes, may initiate protein cross-linking and blocking and transformation of functional groups [12, 20, 25]. Aldehydes, reacting with the sulfhydryl group of cysteine, form mercaptal, while bonding with the amino group of lysine they form Schiff bases [19]. Kinetics of aldehyde reactions is much lower in relation to hydroperoxides, which reactions with proteins may be violent even at room temperature [14].

Table 1

Influence of antioxidants addition on half-life period of lysine and methionine in stored raw Polish sausage
 Wpływ dodatku przeciwutleniaczy na czas połowicznego rozpadu lizyny i metioniny w przechowywanej kiełbasie typu „polska surowa”

Kind of addition	Half-life period T_{IC50} (days)	
	LYSINE	METHIONINE
Without addition	42.9	42.5
BHT	75.8	75.0
Rosemary extract	59.6	59.1
Soy hydrolysate	49.5	49.8

The destructive effect of lipid oxidation products on contents of available forms of lysine and methionine in frozen pork meatballs was shown also by Korczak et al. [16] and Heś et al. [11]. Results of their studies indicated as well that the addition of antioxidants significantly reduces quantitative losses of available lysine and methionine in stored processed meat products.

Conclusions

1. Antioxidants exhibited an inhibitory effect on the advancement of lipid autoxidation reactions in analyzed sausages.
2. The addition of antioxidants significantly reduced quantitative losses of available lysine and methionine. Natural antioxidants exhibited a lower capacity to reduce losses of nutritive value of protein than it was found for BHT.
3. The addition of antioxidants may affect the maintenance of a higher nutritive value of protein in stored raw sausages.

References

- [1] Ansorena D., Astiasarán I.: Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. *Meat Sci.*, 2004, 67, 237-244.
- [2] Ansorena D., Astiasarán I.: The use of linseed oil improves nutritional quality of the lipid fraction of dry-fermented sausages. *Food Chem.*, 2004, 87, 69-74.

- [3] Balasundram N., Sundram K., Samman S.: Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chem.*, 2006, 99, 191-203.
- [4] Barbut S., Josephson D.B., Maurer A.J.: Antioxidant properties of rosemary oleoresin in turkey sausage. *J. Food Sci.*, 1985, 50, 1356-1363.
- [5] Barlow S.M.: Toxicological aspects of antioxidants used as food additives. In: *Food Antioxidants* – ed. Hudson B.J.F., Elsevier, London 1990, pp. 253-307.
- [6] Branen A.L.: Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS*, 1975, 52, 59-63.
- [7] Decker E.A., Xu Z.: Minimizing rancidity in muscle foods. *Food Technol.*, 1998, 52, 54-59.
- [8] Estévez M., Cava R.: Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different types of frankfurters. *Meat Sci.*, 2006, 72, 348-355.
- [9] Georgantelis D., Ambrosiadis I., Katikou P.: Effect of rosemary extracts, chitosan and α -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4 °C. *Meat Sci.*, 2007, 76, 172-181.
- [10] Gray J.I., Gomaa E.A., Buckley D.J.: Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Sci.*, 1996, 43, 111-123.
- [11] Heś M., Korczak J., Gramza A.: Changes of lipid oxidation degrees and their influence on protein nutritive value of frozen meat products. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, 3, 323-328.
- [12] Hidalgo F.J., Zamora R.: Modification of bovine serum albumin structure following reaction with 4,5(E)-Epoxy-2(E)-heptenal. *Chem. Res. Toxicol.*, 2000, 13, 501-508.
- [13] Hoffman K.: Nutritional value of proteins and protein requirements of people with special reference to meat proteins. *Mitteilungsbl. Bundesanst. Fleischforsch.*, 1993, 32, 422-429.
- [14] Janitz W.: Interactions of meat fats and proteins with particular consideration of effect of oxidized fats on the nutrition value of proteins. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy Naukowe*, 1985, Zeszyt 147.
- [15] Korczak J.: Factors affecting antioxidant activity of soybean meal and caseine protein hydrolysates. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy Naukowe*, 1998, Zeszyt 281.
- [16] Korczak J., Heś M., Gramza A., Jędrusek-Golińska A.: Influence of fat oxidation on the stability of lysine and protein digestibility in frozen meat products. *EJPAU*, 2004, 7, 1-13.
- [17] Nassu R.T., Goncalves L.A.G.: Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Sci.*, 2003, 63, 43-49.
- [18] Pokorný J.: Effect of lipid degradation on taste and odor of foods. *Nahrung*, 1990, 34, 887-897.
- [19] Pokorný J., Davídek J.: Influence in interactions of proteins with oxidized lipids on nutrition and sensory value of food. *Acta Aliment. Pol.*, 1979, 5, 87-95.
- [20] Pokorný J., Kołakowska A.: Lipid – protein and lipid – saccharide interactions. In: *Chemical and functional properties of food lipids* – eds. Sikorski Z.E., A. Kołakowska A., CRC Press LLC, 2003, pp. 345-362.
- [21] Pyrcz J., Heś M., Kowalski R.: Einfluss ausgewählter Antioxidantien auf die Qualität von Rohwurst. *Fleischwirtschaft*, 2007, 9, 115-118.
- [22] Ressurrecion A.V.A., Reynolds A.E.: Evaluation of natural antioxidants in frankfurters containing chicken and pork. *J. Food Sci.*, 1990, 55, 629-631.
- [23] Wu S.Y., Brewer M.S.: Soy protein isolate antioxidant effect on lipid peroxidation of ground beef and microsomal lipids. *J. Food Sci.*, 1994, 59, 702-706.
- [24] Yanishlieva-Maslarova N.V., Heinonen I.M.: Sources of natural antioxidants: vegetables, fruits, herbs, spices and teas. In: *Antioxidants in food* – eds. Pokorný J., Yanishlieva N., Gordon M., CRC Press, Boca Raton FL, 2001, pp. 210-263.
- [25] Zamora R., Alaiz M., Hidalgo F. J.: Contribution of pyrrole formation and polymerization to the nonenzymatic browning produced by amino-carbonyl reactions. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, 48, 3152-3158.


WPLYW STABILIZOWANIA LIPIDÓW NA ZACHOWANIE DOSTĘPNEJ LIZYNY I METIONINY W PRZECHOWYWANEJ KIELBASIE TYPU „POLSKA SUROWA”**Streszczenie**

W pracy określono wpływ dodatku przeciwutleniaczy na stabilność dostępnej lizyny i metioniny w kielbasie typu „polska surowa”, jako istotnych czynników determinujących wartość żywieniową produktów mięsnych.

Materiałem badawczym były cztery warianty wędlin doświadczalnych. Jeden wariant stanowiła próba bez dodatku przeciwutleniacza (próba kontrolna), do pozostałych dodano odpowiednio: BHT (0,02%), etanolowy ekstrakt rozmarynu (0,05%) i hydrolizat sojowy (2%). Okresowo oznaczano liczbę nadtlenkową (PV), liczbę anizydynową (AV), zawartość substancji dających reakcję barwną z kwasem 2-tiobarbiturowym (TBARS), indeks Totox oraz zawartość dostępnej lizyny i metioniny.

W celu określenia aktywności przeciwutleniającej badanych dodatków wyznaczono współczynniki kierunkowe (Wsp.a/24 h), stanowiące kąt nachylenia krzywej regresji wykreślonej z punktów pomiarowych danego wskaźnika w czasie. Wpływ przeciwutleniaczy na stabilność dostępnej lizyny i metioniny analizowano na podstawie wyznaczonego czasu połowicznego rozpadu aminokwasów (T_{IC50}).

Przeciwutleniacze wykazywały hamujący wpływ na postęp reakcji autooksydacji lipidów w badanych wędlinach oraz w istotny sposób zmniejszały straty ilościowe dostępnej lizyny i metioniny. Przeciwutleniacze naturalne wykazywały mniejszą zdolność obniżania strat wartości odżywczej białka niż BHT.

Słowa kluczowe: wędliny surowe, utlenianie tłuszczu, przeciwutleniacze, lizyna, metionina 

KRZYSZTOF LIPIŃSKI, JAN TYWOŃCZUK, ANDRZEJ SIWICKI

WPLYW MANNANOLIGOSACHARYDÓW NA STATUS ZDROWOTNY I JAKOŚĆ MIĘSA KURCZĄT BROJLERÓW

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu zastosowania preparatu prebiotycznego zawierającego mannanoligosacharydy, w mieszankach dla kurcząt brojlerów, na status zdrowotny i jakość mięsa. W mieszankach paszowych w miejsce stymulatora roślinnego i zakwaszacza (grupa kontrolna) zastosowany został preparat prebiotyczny Biolex MB 40 (mannanoligosacharydy) w ilości 2 kg/t mieszanki (grupa II). W grupie doświadczalnej III zastosowano preparat Biolex MB 40 w ilości 2 kg/t i zakwaszacz. W 21 dniu życia od kurcząt pobierano krew i następnie oznaczano w surowicy zawartość białka ogólnego, γ -globulin, lizozymu oraz ceruloplazminy. Po uboju w mięśniu piersiowym oznaczono skład chemiczny mięsa. Zastosowanie w mieszankach dla kurcząt brojlerów preparatu prebiotycznego Biolex MB 40 w ilości 2 kg/t wpływa na poprawę wyników produkcyjnych wyrażonych masą ciała, wykorzystaniem paszy i europejskim wskaźnikiem wydajności.

U kurcząt żywionych mieszankami z udziałem badanego preparatu zaobserwowano aktywowanie mechanizmów obrony nieswoistej na zakażenia, czego wyrazem był wzrost poziomu lizozymu w surowicy krwi. Mięso badanych kurcząt charakteryzowało się podobną zawartością suchej masy, popiołu surowego, białka ogólnego i tłuszczu surowego.

Słowa kluczowe: kurczęta brojlery, mannanoligosacharydy, status zdrowotny, jakość mięsa.

Wprowadzenie

Komercyjne programy hodowlane ukierunkowane są na maksymalizację wyniku produkcyjnego (tempo wzrostu, wykorzystanie paszy, mięsność, produkcja nieśna), który jest możliwy do uzyskania w typowych warunkach środowiskowych. Zadaniem racjonalnego żywienia zwierząt jest uzyskanie maksymalnego wyniku produkcyjnego, ale również zachowanie dobrego stanu zdrowotnego poprzez korzystny wpływ na

Dr hab. K. Lipiński, prof. UWM, prof. dr hab. J. Tywończuk, prof. dr hab. A. Siwicki, Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, ²Zespół Mikrobiologii i Immunologii Klinicznej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 5, 10-718 Olsztyn

przewód pokarmowy, przemianę materii i stymulowanie układu odpornościowego. Ma to szczególne znaczenie w żywieniu zwierząt o wysokim potencjale produkcyjnym. U takich zwierząt mamy bardzo często do czynienia z problemami zdrowotnymi i tzw. schorzeniami produkcyjnymi, które mają charakter zaburzeń metabolicznych. Niezależnie od wymienionych problemów pojawiają się również inne kwestie, które wymagają rozwiązania, np. potrzeba wdrożenia kompleksowego programu, którego celem jest wyeliminowanie z produktów zwierzęcych patogenów powodujących zatrucia pokarmowe u ludzi.

Powyższe uwarunkowania powodują, że w mieszankach dla kurcząt brojlerów stosowane są różne dodatki paszowe. W ostatnim okresie wzrasta zainteresowanie probiotykami i prebiotykami, jako dodatkami paszowymi, które mogą stanowić istotny czynnik hamujący namnażanie się patogenów jelitowych u drobiu żywionego mieszankami nie zawierającymi antybiotykowych stymulatorów wzrostu [8]. Ważnym zagadnieniem jest również immunostymulujące działanie tego typu dodatków paszowych. Wycofanie antybiotykowych stymulatorów wzrostu wpłynęło na wzrost zainteresowania immunomodulatorami, które stymulują GALT. Należą do nich m.in. prebiotyki [9, 14].

Celem pracy było określenie wpływu zastosowania preparatu prebiotycznego BIOLEX MB 40, w mieszankach dla kurcząt brojlerów na status zdrowotny i jakość mięsa.

Material i metody badań

Doświadczenie przeprowadzono w przemysłowej fermie tuczu kurcząt brojlerów. Badaniami objęto 127 520 kurcząt brojlerów podzielonych na trzy grupy, po dwa powtórzenia w każdej. Kurczęta z każdej podgrupy przebywały w oddzielnym kurniku. Powierzchnia, system wentylacji, ogrzewania i karmienia były analogiczne we wszystkich budynkach.

W żywieniu stosowano mieszanki pełnoporcjowe dla kurcząt brojlerów, których skład przedstawiono w tabeli 1. W mieszankach komponenty zbożowe (kukurydza, pszenica) były uzupełnione paszami wysokobiałkowym (poekstrakcyjna śruta sojowa, mączka rybna), a jako dodatkowe źródło energii wykorzystano olej sojowy i smalec, wprowadzane do mieszanek w stosunku 1:1. Mieszanka starter zawierała dodatkowo nasiona soi poddane obróbce hydrotermicznej, a mieszanki grower i finisz makuch rzepakowy. W celu uzyskania wymaganego poziomu aminokwasów egzogennych stosowano syntetyczną metioninę, lizynę i treoninę. W składzie mieszanek paszowych zastosowano premiksy mineralno-witaminowe (LNB Poland) z udziałem kokcydiostatyku (salinomycyna - Sacox 70 mg/kg - mieszanki starter - grower). Mieszanki zawierały zakwaszacz (Lonacid - mieszanina kwasów organicznych i ich soli) i preparat ziołowy Herbiplant (mieszanki kontrolne). W grupie doświadczalnej II i III zastosowano analogiczne mieszanki paszowe.

Tabela 1

Skład mieszanek doświadczalnych
Composition of experimental diets

	Mieszanki/diets			
	Starter /Starter	Grower I /Grower I	Grower II /Grower II	Finiszera /Finisher
Składniki (g/kg mieszanki) Ingredients (g/kg, as-fed basis)				
Pszemica Wheat	393,9	493,1	508,0	564,9
Kukurydza Corn	230,0	150,0	150,0	150,0
Soja poddana obróbce hydrotermicznej Cooked soybeans	109,0	-	-	-
Poekstrakcyjna śruta sojowa Soybean meal	186,0	224,0	207,0	160,0
Makuch rzepakowy Rapeseed cake	-	40,0	40,0	40,0
Mączka rybna Fish meal	30,0	20,0	20,0	20,0
Tłuszcz Fat	16,0	42,0	44,0	38,0
L-lizyna HCL L-lysine HCl	2,0	2,3	2,3	2,5
DL-metionina DL-methionine	2,3	2,1	2,0	1,8
L-treonina L-threonine	0,9	0,4	0,3	0,5
Kreda pastewna Limestone	2,8	5,7	5,8	3,8
Fosforan jednowapniowy Monocalcium phosphate	10,0	8,0	8,2	5,9
Kwaśny węglan sodu Sodium bicarbonate	0,8	0,8	0,8	0,8
Sól Salt	1,9	2,2	2,2	2,4
Enzymy paszowe Feed enzymes	0,4	0,4	0,4	0,4
Premiks Premix	10,0	5,0	5,0	5,0
Zakwaszacz Acidifier	2,0	2,0	2,0	2,0
Dodatek ziołowy Herbal additive	2,0	2,0	2,0	2,0

Wartość pokarmowa / Nutritive value				
EM, kcal/kg	3050	3120	3150	3170
Lys, %	1,27	1,17	1,12	1,08
Met+Cys, %	0,94	0,88	0,76	0,72
Thr, %	0,82	0,80	0,76	0,70
Ca, %	0,95	0,90	0,88	0,85
P przyswajalny/available, %	0,45	0,40	0,39	0,38
Na, %	0,16	0,16	0,16	0,16

W miejsce stymulatora roślinnego i zakwaszacza zastosowany został preparat prebiotyczny Biolex MB 40 w ilości 2 kg/t mieszanki. Wymieniony preparat należy do grupy dodatków prebiotycznych. Zawiera naturalne mannanoligosacharydy (MOS) uzyskiwane ze ścian komórkowych drożdży. W grupie doświadczalnej III zastosowano preparat Biolex MB 40 w ilości 2 kg/t i zakwaszacz w ilości 2 kg/t.

W czasie doświadczenia kontrolowano masę ciała kurcząt w 7, 14, 21, 28, 35 i ostatnim dniu tuczu. Ważenia wykonywano na losowo wybranej próbce kurcząt liczącej 200 szt. ptaków. Analizowano również ilość pobranej paszy oraz notowano upadki. Uzyskane informacje pozwoliły na określenia wykorzystania paszy (FCR), które mierzono zużyciem mieszanki na kilogram przyrostu masy ciała. Efektywność odchowu określono na podstawie europejskiego współczynnika wydajności (EWW).

W 21 dniu życia od 48 kurcząt pobrano krew z żyły skrzydłowej. W surowicy krwi oznaczono poziom białka całkowitego (g/l) metodą spektrofotometryczną [5]; zawartość gammaglobulin (g/l) metodą precypitacji wg Siwickiego i Andersona [13]. Ponadto określono aktywności lizozymu (muramidazy) (mg/l) metodą turbidymetryczną [7] w modyfikacji Siwickiego i Andersona [13] oraz aktywności ceruloplazminy - Cp (j.m.) oznaczanej metodą spektrofotometryczną [10]. Ocenę poubojową przeprowadzono na wybranych z każdej grupy 6 kurkach i 6 kogutkach. W mięśni piersiowym oznaczono skład chemiczny mięsa [1].

Wyniki doświadczenia opracowano statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji i testu Duncana. Scharakteryzowano je za pomocą średniej arytmetycznej (\bar{x}), błędu standardowego średniej (SEM) i poziomu istotności (P). W obliczeniach wykorzystywano program komputerowy STATISTICA 7.

Wyniki i dyskusja

Średnia długość tuczu w grupach doświadczalnych wynosiła odpowiednio: 45,5 (grupa kontrolna); 45,0 (II-Biolex MB 40) i 46,0 dni (III-Biolex MB 40+zakwaszacz). Wykorzystanie paszy mierzone zużyciem paszy na kilogram przyrostu w całym okresie

odchowu było najgorsze w grupie kontrolnej (1,95). W grupie II kształtowało się ono na poziomie 1,81, a w grupie III 1,91 kg/kg.

Zastosowanie w mieszankach dla kurcząt brojlerów preparatu prebiotycznego Biolex MB 40 w ilości 2 kg/t wpłynęło, więc na wyraźne poprawienie wskaźnika FCR. Europejski wskaźnik wydajności (EWW) obliczony na podstawie średniej masy ciała, przeżywalności, liczby dni odchowu i wykorzystania paszy był o 48 punktów większy w grupie ptaków żywionych mieszankami z udziałem preparatu Biolex MB 40.

Wzrastające zainteresowanie prebiotykami w żywieniu zwierząt, szczególnie prosiąt, drobiu oraz psów wynika z ich korzystnego wpływu na stan zdrowotny przewodu pokarmowego oraz redukcji problemów jelitowych. Inulina i FOS (fruktooligosacharydy) oraz MOS (mannanooligosacharydy) są głównymi prebiotykami stosowanymi w praktyce. Wiele badań wykazało korzystny wpływ dodatku prebiotyków na wyniki produkcyjne u drobiu [3]. Wpływ prebiotyków na wyniki produkcyjne jest mniej stabilny niż antybiotykowych stymulatorów wzrostu. Aczkolwiek niektóre badania wykazały mały wpływ prebiotyków na produktywność, większość doświadczeń wskazuje na co najmniej korzystne tendencje w wynikach produkcyjnych, wyrównaniu zwierząt, obniżeniu śmiertelności i zachorowalności lub zmniejszeniu kosztów leczenia po zastosowanie prebiotyków w paszach [2, 3, 11].

W badaniach zaobserwowano działanie immunostymulujące preparatu Biolex 40 MB na nieswoiste mechanizmy obronne u kurcząt brojlerów (tab. 2). Zastosowanie w mieszankach dla kurcząt brojlerów preparatu Biolex MB 40 w ilości 2 kg/t wpłynęło na istotny wzrost poziomu lizozymu w surowicy krwi. W porównaniu z grupą kontrolną stwierdzone różnice były istotne (7,99 vs. 6,84 mg/l, grupa II) i wysoko istotne statystycznie (9,14 vs. 6,84 mg/l, grupa III). Wzrost aktywności lizozymu świadczy o zwiększonej jego syntezie przez granulocyty i aktywowaniu obrony nieswoistej na zakażenia. Zastosowany czynnik doświadczalny nie miał wpływu na poziom ceruloplazminy, białka ogólnego i gamma-globulin w surowicy krwi.

Korzystne oddziaływanie prebiotyków na organizm nie ogranicza się tylko do wpływu na skład mikroflory przewodu pokarmowego. Łącząc się z receptorami ściany jelit stymulują one układ odpornościowy zwierząt. Takie działanie wykazują np. mannanooligosacharydy [6, 12]. Zaobserwowano, że mają one korzystny wpływ na poziom immunoglobulin w jelicie i osoczu krwi, jak również wykazują zdolność absorpcji mikotoksyn. Badania wykazały, że prebiotyki wpływają na układ immunologiczny zwiększając odporność na choroby.

Skład chemiczny mięśnia piersiowego przedstawiono w tabeli 3. Mięso badanych kurcząt charakteryzowało się podobną zawartością suchej masy, popiołu surowego, białka ogólnego i tłuszczu surowego. Wszystkie stwierdzone różnice nie były statystycznie istotne. W dostępnym piśmiennictwie nie ma prac na temat wpływu tego typu dodatków paszowych na jakość mięsa wyrażoną składem chemicznym.

Tabela 2

Poziom lizozymu, ceruloplazminy, białka całkowitego i gammaglobulin w surowicy krwi kurcząt brojlerów

Level of lysozyme, ceruloplasmin, total protein and γ -globulins in blood serum of broiler chickens

Wyszczególnienie Item	Grupa kontrolna Control	Biolex MB 40	Biolex MB 40 +zakwaszacz Biolex MB 40 +acidifier	SEM	P
Lizozym, mg/l Lysozyme, mg/l	6,84 ^{Bc}	7,99 ^{ABb}	9,14 ^{Aa}	0,261	0,001
Ceruloplazmina, j.m. Ceruloplasmin, IU	50,04	48,53	50,57	0,588	0,354
Białko całkowite, g/l Total protein, g/l	37,44	36,71	37,27	0,376	0,726
γ -globuliny, g/l γ -globulins, g/l	4,04	4,40	3,99	0,153	0,517

Tabela 3

Skład chemiczny mięśni piersiowych, %

Chemical composition of breast meat, %

Wyszczególnienie Item	Grupa kontrolna Control	Biolex MB 40	Biolex MB 40 +zakwaszacz Biolex MB 40 +acidifier	SEM	P
Sucha masa Dry matter	26,24	25,90	25,92	0,105	0,354
Popiół Ash	1,20	1,18	1,18	0,013	0,528
Białko Protein	22,30	22,07	21,96	0,079	0,203
Tłuszcz Fat	2,92	3,01	2,86	0,085	0,780

Wnioski

1. U kurcząt żywionych mieszankami z udziałem badanego preparatu prebiotycznego Biolex MB 40 zaobserwowano aktywowanie mechanizmów obrony nie-

- swoistej na zakażenia, czego wyrazem był wzrost poziomu lizozymu w surowicy krwi.
2. Zastosowanie w mieszankach dla kurcząt rzeźnych badanego preparatu nie ma wpływu na skład chemiczny mięsa.

Literatura

- [1] AOAC.: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 1990, Wyd. 15, Arlington.
- [2] Fritts C.A., Waldroup P.W.: Evaluation of Bio-Mos mannan oligosaccharide as a replacement for growth promoting antibiotics in diets for turkeys. *Int. J. Poult. Sci.*, 2003, 2, 19-22.
- [3] Hooge D.M.: Dietary mannan oligosaccharides improve broiler and turkey performance: metaanalysis of pen trials around the world. *Proc. of the Alltech's 19th Annual Symposium: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries*. T.P. Lyons and K.A. Jacques, ed. Nottingham University Press, Loughborough, Leics, UK, 2003, 113-124.
- [4] Lipiński K.: Withdrawal of antibiotics from diets for poultry. *Pol. J. Nat. Sci.*, 2006, Suppl., 3, 23-32.
- [5] Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J.: Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 1951, 193, 265-275.
- [6] Newman K.: Mannan oligosaccharides: Natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system. *Proc. of Alltech's 10th Annual Symposium: Biotechnology in the Feed Industry*. T.P. Lyons and K.A. Jacques, ed. Nottingham University Press, UK, 1994, 167-174.
- [7] Parry R.M., Chandau R.C., Shahani R.M.: A rapid and sensitive assay of muramidase. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 1965, 119, 384-386.
- [8] Patterson J.A., Burkholder K.M.: Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poult. Sci.*, 2003, 82, 627-631.
- [9] Qureshi M.A.: Avian macrophage and immune response: an overview. *Poult. Sci.*, 2003, 82, 691-698.
- [10] Rice E.W., Wogman E., Takenaha Y.: Ceruloplasmin assay in serum standardization of ceruloplasmin activity in terms international enzyme units. *Diag. Lab.*, 1986, 12, 39-53.
- [11] Rosen G.D.: Optimizing the replacement of pro nutrient antibiotics in poultry nutrition. *Proceedings of Alltech's 20th International Symposium* T.P. Lyons and K.A. Jacques, ed. Nottingham Univ. Press, Thrumpton, UK, 2004, 93-111.
- [12] Savage T.F., Zakrzewska E.I.: The performance of male turkeys fed a starter diet containing a mannan oligosaccharide. *Zootechnica International*, 1997, 20, 30-32.
- [13] Siwicki A.K., Andrson D.P.: Fish diseases diagnosis and prevention methods. Vol. 1. *FAO-Project GCP (INT) IPN, IRS Olsztyn*, 1993, 105-111.
- [14] Watzl B., Girrback S., Roller M.: Inulin, oligofructose and immunomodulation. *Brit. J. Nutr.*, 2005, 93, Suppl. 1, S49-S55.

EFFECT OF DIETARY (MANNAN)-OLIGOSACCHARIDES ON HEALTH STATUS AND MEAT QUALITY OF BROILER CHICKENS

Summary

This aim of this study was to determine the effect of the application of a prebiotic preparation containing mannanoligosaccharides, in diets for broiler chickens on health status and meat quality. In the diets for broiler chickens an acidifier and a herbal preparation (control group) were replaced with a prebiotic prepa-

ration Biolex MB 40 (mannanoligosaccharides) at 2 kg/t of the diet (group II). In group III, Biolex MB 40 was applied at 2 kg/t and an acidifier. At 21 days of age, blood samples from birds were drawn. The following were determined in the serum: total protein level, γ -globulins, lysozyme and ceruloplasmin. After slaughter chemical analysis of breast muscles was carried out. The application of a prebiotic preparation Biolex MB 40 at 2 kg/t positively affects the production results, expressed as body weight, feed utilization and the European Efficiency Index. The mechanisms of non-specific defence against infections were observed to activate in the chickens fed on the diets with the examined preparation, which was expressed as an increase in lysozyme level in blood serum. The meat of the examined chickens contained similar amounts of dry matter, crude ash, crude protein and crude fat.

Keywords: broiler chickens, oligosaccharides, health status, meat quality. ✂

EUGENIUSZ R. GRELA, EDYTA KOWALCZUK

ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH I PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH MIĘSA I WYBRANYCH WĘDLIN Z EKOLOGICZNEJ PRODUKCJI ŚWIŃ

Streszczenie

Przeanalizowano zawartość składników odżywczych i profil kwasów tłuszczowych w mięsie tuczników utrzymywanych i żywionych w warunkach produkcji konwencjonalnej i ekologicznej oraz w wybranych wyrobach wędliniarskich z mięsa tuczników ekologicznych. W mięsie pozyskanym od tuczników ekologicznych stwierdzono nieco większą zawartość składników odżywczych niż od zwierząt trzymanyh w warunkach konwencjonalnych. Udział w mieszankach ekologicznych pełnotłustych nasion lnu (5%) przyczynił się do zwiększonego udziału kwasu linolenowego (18:3, n3) w lipidach mięśnia longissimus i adductor w porównaniu do zwierząt żywionych paszami konwencjonalnymi z dodatkiem 2% oleju sojowego. Spośród analizowanych wyrobów wędliniarskich: polędwica, ogonówka, kiełbasa myśliwska, boczek i kabanosy, najbardziej korzystnym profilem kwasów tłuszczowych w żywieniu ludzi cechował się boczek wędzony.

Słowa kluczowe: tuczniaki, mięso, wędliny, składniki odżywcze, kwasy tłuszczowe

Wprowadzenie

Żywność ekologiczna to atrakcyjne i bezpieczne dla zdrowia środki żywienia ludzi wyprodukowane w gospodarstwach i przetwórnich podlegających certyfikacji zgodnie z zasadami rolnictwa i przetwórstwa ekologicznego [1, 2, 3]. Do najważniejszych cech wyróżniających rolnictwo ekologiczne należą: wykluczenie środków chemicznych w produkcji rolnej i w przetwórstwie oraz kontrola gospodarstw pod względem zgodności z kryteriami produkcji ekologicznej [4, 5]. W gospodarstwach ekologicznych stosowane są ściśle określone metody produkcji, kontrolowane przez niezależne, profesjonalne organizacje certyfikujące. Również przetwarzanie surowców ekologicznych, w tym i mięsa wieprzowego jest objęte ścisłym reżimem technologicz-

nym, podlegającym dodatkowej kontroli organów pozarządowych [6, 7]. Wartość odżywcza mięsa i wyrobów wędliniarskich jest jednym z aspektów oceny jakości żywności ekologicznej. Zależy od gatunku zwierząt rzeźnych, płci, żywienia, w tym rodzaju i poziomu dodatku tłuszczu paszowego, lokalizacji tkanki mięsnej w tuszy oraz technologicznych warunków przetwarzania [6, 8]. Cechą specyficzną mięsa i wędlin jest udział w nich, m.in. tłuszczu oraz zawartość kwasów tłuszczowych, które w znacznym stopniu decydują o walorach smakowych i dietetycznych [9, 10, 11].

Celem pracy było określenie zawartości wybranych wskaźników chemicznych mięsa od tuczników żywionych mieszankami pełnodawkowymi z udziałem środków żywienia pochodzących z rolnictwa ekologicznego lub konwencjonalnego oraz wartości odżywczej i profilu kwasów tłuszczowych wybranych wyrobów wędliniarskich pozyskiwanych z mięsa świń utrzymywanych w warunkach ekologicznych.

Material i metody badań

Badania żywieniowe wykonano w chlewni gospodarstwa ekologicznego na 36 tucznikach obu płci rasy wbp x (duroc x pietrain), podzielonych na dwie równe grupy. Grupa I (konwencjonalna) żywiona była mieszankami pełnodawkowymi typu PT-1 i PT-2, w których środki żywienia pochodziły z produkcji konwencjonalnej, zaś w grupie II (ekologicznej) pasze pozyskano z gospodarstwa ekologicznego. W składzie recepturowym mieszanek konwencjonalnych wystąpiły śruty zbożowe (pszenna i jęczmienna), mączka rybna (tylko w PT-1), poekstrakcyjna śruta sojowa, olej sojowy oraz mieszanka mineralno-witaminowa, zaś mieszanki ekologiczne zawierały śruty zbożowe (pszenną i jęczmienną), mączkę rybną (tylko w PT-1), groch siewny, nasiona lnu oraz mieszankę mineralno-witaminową z certyfikowanej wytwórni pasz. Tuczniki grupy ekologicznej otrzymywały dziennie dodatkowo około 5 kg zielonki z lucerny na jeden kojec. Zwierzęta przebywały w kojcach po 9 sztuk i korzystały z wybiegów. Tucz rozpoczęto w kwietniu 2008, a zakończono przy masie ciała około 120 kg. Zwierzęta zważono na początku badań, przy zmianie mieszanki PT-1 na PT-2 (około 70 kg) oraz przed ubojem.

Do uboju wybrano po 10 tuczników z każdej grupy, po czym dokonano skróconej analizy rzeźnej według metodyki realizowanej w SKURzTCh (12). Podczas rozbioru prawych półtuszy pobrano próbki mięśnia *longissimus* z nad trzech ostatnich kręgów piersiowych i dwóch pierwszych lędźwiowych (schab) oraz próbki mięśnia *adductor* (szynka). Z zakładu uboju i przetwórstwa ekologicznego „P.H.U.P Rolmięś” pobrano czterokrotnie, w odstępach 6 tygodniowych, próbki następujących wędlin: poledwicy sopockiej, ogonówki, boczku wędzonego, kielbasy myśliwskiej i kabanosów. W próbkach mięśni i wędlin oznaczono zawartość podstawowych składników odżywczych oraz profil kwasów tłuszczowych. Oznaczenia zawartości podstawowych składników pokarmowych wykonano według procedur podanych w AOAC (13). Kwasy tłuszczowe-

we oznaczono metodą chromatografii gazowej na chromatografie Varian CP-3800. Warunki rozdziału kwasów tłuszczowych: kolumna kapilarna CP WAX 52CB DF 0,25 mm, 100 m długości, gaz nośny hel, przepływ 1,4 ml/min., temperatura kolumny 120 °C ze stopniowym wzrostem 2 °C/min. do 210 °C, czas oznaczeń 127 min., temperatura dozownika 160 °C, temperatura detektora – 160 °C, gazy wspomagające wodór i powietrze.

Uzyskane dane liczbowe zostały poddane analizie wariancji (ANOVA), zaś istotność różnic między średnimi wartościami analizowanych cech wyznaczona została testem Duncana.

Wyniki i dyskusja

Wartość pokarmowa mieszanek paszowych dla tuczników w chowie ekologicznym i konwencjonalnym była zbliżona. Jedynie zawartość białka ogólnego była nieco wyższa w mieszankach konwencjonalnych o 0,36% w pierwszym okresie tuczu (PT-1) i o 0,21% w drugim okresie tuczu (PT-2). W składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu mieszanek ekologicznych, w stosunku do konwencjonalnych na drugi okres tuczu (PT-2), mniej było kwasów jednonienasyconych (8,6 g vs. 10,1 g) a więcej wielonienasyconych (25,8 g vs. 23,1 g), przy czym w mieszankach ekologicznych stwierdzono wyraźnie więcej kwasu linolenowego (18:3, n3) w ilości 10,7 g przy 1,4 g w mieszance konwencjonalnej.

Tabela 1

Zawartość składników odżywczych (g kg⁻¹) w mięśniu *longissimus* i *adductor* tuczników utrzymywanych w warunkach konwencjonalnych lub ekologicznych

Content of nutrients (g kg⁻¹) in *longissimus* i *adductor* muscle of conventional or organic pigs

Składniki odżywcze Nutrients	Sposób utrzymania tuczników Method of living pigs			
	Konwencjonalny Conventional		Ekologiczny Organic	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
<i>Mięsień longissimus</i> Muscle <i>longissimus</i>				
Sucha masa Dry mater	245,2	6,4	249,6	7,1
Białko ogólne Crude protein	213,8	4,8	215,2	5,3
Tłuszcz surowy Crude fat	16,3 ^a	2,4	19,8 ^b	2,6
Popiół surowy Crude ash	10,8	1,1	11,6	1,2
<i>Mięsień adductor</i> Muscle <i>adductor</i>				
Sucha masa Dry mater	263,4	8,3	269,2	8,1
Białko ogólne Crude protein	200,9	3,9	203,7	4,5
Tłuszcz surowy Crude fat	47,5	3,5	51,1	3,8
Popiół surowy Crude ash	10,6	0,9	11,2	0,9

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

a, b – values in the rows followed by different letters differ significantly at $p \leq 0,05$

Zawartość podstawowych składników odżywczych w mięsie tuczników ekologicznych i konwencjonalnych była zbliżona, przy czym nieznacznie więcej tych składników odnotowano u zwierząt utrzymywanych w warunkach chowu ekologicznego (tab. 1). W mięsie od zwierząt żywionych mieszankami ekologicznymi stwierdzono istotnie większy udział kwasów tłuszczowych wielonienasyconych (w tym kwasu linolenowego – 18:3, n3), (tab. 2). W poledwicy sopockiej i ogonówce stwierdzono najwyższą zawartość białka (tab. 3), zaś tłuszczu - w boczku i kabanosach. Zawartość popiołu surowego wahała się w granicach 36 do 48 g w 1 kg wędlin. Najkorzystniejszym dla ludzi pod względem żywieniowym składem kwasów tłuszczowych cechowały się kabanosy i boczki (tab. 4).

Tabela 2

Profil kwasów tłuszczowych (% sumy kt) w tłuszczu mięśni *longissimus* i *adductor* tuczników ekologicznych i konwencjonalnych

Fatty acid composition (% total fatty acids) in *longissimus* i *adductor* muscle lipids of conventional and organic pig

Mięsień Muscle	<i>M. longissimus</i>		<i>M. adductor</i>	
	Konwencjonalny Conventional	Ekologiczny Organic	Konwencjonalny Conventional	Ekologiczny Organic
Kwasy tłuszczowe Fatty acids				
14:0	1,57	1,68	1,48	1,53
16:0	25,16	25,52	25,73	26,06
16:1, n-7	2,62	2,56	2,68	2,61
18:0	13,64	13,89	12,21	12,46
18:1, n-9	42,86	41,54	41,69	40,34
18:1, n-7	4,92	4,79	4,25	3,98
18:2, n-6	4,58	4,93	6,17 ^b	6,84 ^a
18:3, n-3	0,39 ^b	0,52 ^a	0,74 ^b	0,98 ^a
20:0	0,24	0,27	0,30	0,31
20:1, n-11	0,71	0,62	0,96	0,84
20:4, n-6	1,72	1,89	1,59	1,73
22:2, n-6	0,31	0,34	0,33	0,29
Pozostałe Others FA	1,28	1,45	1,87	2,03
Razem Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Σ KTN - SFA	40,61	41,36	39,72	40,36
Σ KTJN - MUFA	51,11 ^a	49,51 ^b	49,58 ^a	47,77 ^b
Σ KTWN - PUFA	7,00 ^b	7,68 ^a	8,83 ^b	9,84 ^a

a, b – patrz tab. 1; a, b – see table 1

Znaczące różnice w składzie kwasów tłuszczowych, między mieszanką ekologiczną a konwencjonalną stosowaną w drugim okresie tuczu, wynikały ze stosowanych dodatków tłuszczowych. W mieszance konwencjonalnej zastosowano 2% oleju sojowego, zaś w ekologicznej wprowadzono 5% nasion lnu, stąd też istotne różnice w poziomie poszczególnych kwasów tłuszczowych, zwłaszcza z rodziny n3 i n6, co podkreślają inni autorzy [14, 15]. Oceniając mięso pochodzące od tuczników ekologicznych uwagę zwraca nieco większa zawartość składników odżywczych, co jest następstwem

dłuższego okresu tuczu niż u zwierząt utrzymywanych w warunkach konwencjonalnych [16].

Tabela 3

Zawartość składników odżywczych (g kg^{-1}) ekologicznych wyrobów wędliniarskich
Content of nutrients (g kg^{-1}) in organic pork-butcher's meat

Kind of sausage	Sucha masa Dry matter		Popiół surowy Crude ash		Białko ogólne Crude protein		Tłuszcz surowy Crude fat	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Polędwica sopocka Loin Sopocka	396,4 ^c	31,8	43,3 ^a	3,8	264,8 ^a	11,1	79,1 ^d	6,7
Ogonówka Back bacon sausage	351,8 ^c	23,9	48,4 ^a	4,1	239,8 ^a	7,8	62,5 ^d	3,1
Boczek wędzony Smoked bacon	570,9 ^a	32,6	46,1 ^a	3,4	142,3 ^b	2,9	381,2 ^a	18,3
Kabanosy Dry pork sausage	560,9 ^a	41,2	35,6 ^b	2,8	235,7 ^a	3,4	288,2 ^b	11,1
Kiełbasa myśliwska Hunter's sausage	508,1 ^b	36,5	44,8 ^a	3,1	238,9 ^a	3,1	219,7 ^c	12,5

a, b, c, d – wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

a, b, c, d – values in the columns followed by different letters differ significantly at $p \leq 0.05$

Tabela 4

Profil kwasów tłuszczowych (% sumy kt) w tłuszczu wybranych ekologicznych wyrobów wędliniarskich
Fatty acid composition (% total fatty acids) in lipids of some organic pork-butcher's meat

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Polędwica Loin sopocka	Ogonówka Back bacon sausage	Boczek Smoked bacon	Kabanosy Dry pork sausage	Myśliwska Hunter's sausage
Σ KTN - SFA	42,33 ^b	45,22 ^a	38,30 ^c	40,81 ^{cb}	42,19 ^b
Σ KTJN - MUFA	49,81 ^{ab}	46,04 ^b	51,77 ^a	50,61 ^a	49,79 ^{ab}
Σ KTWN - PUFA	6,58 ^b	7,39 ^{ab}	8,32 ^a	7,07 ^b	6,64 ^b
Σ n-3	0,22 ^b	0,34 ^b	0,60 ^a	0,48 ^{ab}	0,52 ^{ab}
Σ n-6	6,36 ^b	7,05 ^{ab}	7,72 ^a	6,59 ^{ab}	6,12 ^b

a, b, c – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

a, b, c – values in the rows followed by different letters differ significantly at $p \leq 0.05$

Spostrzeżenie to dotyczyło obydwu analizowanych mięśni. O ile zawartość białka w wyrębach (schab i szynka) jest zgodna z wynikami innych autorów [8, 16, 17], to znacznie większe różnice stwierdzono w poziomie tłuszczu badanych mięśni. Według Kunachowicz i wsp. [11] zawartość tłuszczu w schabie wynosi 10 g, a w szynce - aż 21 g w 100 g części jadalnych. Rozbieżności te wynikają z tego, że w analizach własnych preparowano tylko mięśnie bez tłuszczu zapasowego, który tym wyrębom przynależy [14].

Zawartość tłuszczu i skład kwasów tłuszczowych mięsa ssaków zależy od gatunku, lokalizacji wyrębów oraz żywienia, w tym tłuszczu paszy [9, 10, 15]. Zastosowanie w mieszankach ekologicznych nasion lnu, z przewagą WNKT z rodziny n3, przyczyniło się do wyraźnego zwiększenia ich udziału w lipidach obydwu analizowanych mięśni, co potwierdzają badania innych autorów [14, 18]. Największy udział kwasów tłuszczowych wielonienasyconych spośród badanych wędlin stwierdzono w lipidach boczku (8,3%) i ogonówki (7,4%). W boczku i kabanosach odnotowano także najkorzystniejszą proporcję kwasów rodziny n3 do n6. Stosunkowo wysoka zawartość składników mineralnych w analizowanych wyrobach wędliniarskich jest następstwem stosowania soli kuchennej jako głównego składnika konserwującego wędliny ekologiczne [1, 7]. Ponadto uwagę zwraca stosunkowo większy udział białka w boczku w stosunku do danych zawartych w pracy Kunachowicz i wsp. [11].

Wnioski

1. W mięsie pozyskanym od tuczników ekologicznych stwierdzono nieco większą zawartość składników odżywczych niż w mięsie zwierząt trzymanyh w warunkach konwencjonalnych.
2. Udział w mieszankach ekologicznych pełnotłustych nasion lnu (5%) przyczynił się do istotnie większego udziału kwasu linolenowego (18:3, n3) w lipidach mięśnia *longissimus* i *adductor* w porównaniu do zwierząt żywionych mieszankami konwencjonalnymi z dodatkiem 2% oleju sojowego.
3. Spośród analizowanych wyrobów wędliniarskich: polędwica, ogonówka, kielbasa myśliwska, boczek i kabanosy, najbardziej korzystnym profilem kwasów tłuszczowych w żywieniu ludzi cechował się boczek wędzony.

Literatura


- [1] Ciołkowska-Paluch G.: Żywność ekologiczna – smaczna i zdrowa, ale wciąż zbyt niedostępna. Wiadomości Zielarskie, 2000, 9, 19-20.
- [2] Grela E.R.: Ekologiczna produkcja świń w Polsce – moda czy szansa dla bezpiecznej żywności? Ekonatura, 2009, 2, 12-14.
- [3] Williamson C.S.: Is organic food better for our health? Nutr. Bull., 2007, 32, 104-108.
- [4] Łuczka-Bakuła W.: Przeobrażenia na rynku żywności ekologicznej. Przem. Spoż., 2004, 1, 11-14.
- [5] Sołtysiak U.: Ekologiczna produkcja żywności – międzynarodowe uwarunkowania prawne. Przem. Ferm. i Owoc.-Warzyw., 2000, 10, 33-36.
- [6] Grela E.R., Semeniuk V., Soszka M.: Ekologiczna produkcja wieprzowiny. Przegl. Hod., 2008, 76, 2-4.
- [7] Witczak J.: Wyznaczniki wartości żywności ekologicznej. Przem. Spoż., 2005, 5, 23-25.
- [8] Hansen L.L., Claudi-Magnussen C., Jensen S.K., Andersen H. J.: Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. Meat Science, 2006, 74, 605-615.
- [9] Bartnikowska E., Zawadzka K., Szymańska M.: Wartość odżywcza mięsa zwierząt rzeźnych i drobiu. Przem. Spoż., 2002, 7, 17-20.

- [10] Grela, E.R., Mackiewicz B., Musiał K., Gugala G.: Wpływ rodzaju i miejsca pozyskania kielbas na zawartość w nich składników odżywczych i kwasów tłuszczowych. *Żyw. Czł. Metab.*, 2003, 30, 1022-1026.
- [11] Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B.: Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. PZWL, Warszawa, 2003.
- [12] Różycki M.: Zasady postępowania przy ocenie świń w stacjach kontroli użytkowości rzeźnej trzody chlewnej. *Wyd. Inst. Zoot.*, Kraków, 1996, 14, 69-81.
- [13] A O A C : Official Methods of Analysis. International, 17th Ed., AOAC Inter., Gaithersburg, MD, USA, 2000.
- [14] Olszewski A.: Atlas rozbioru tusz zwierząt rzeźnych. WNT, Warszawa, 2005.
- [15] Pieszka M.: Effect of vegetable oils supplementation in pig diets on lipid oxidation and formation of oxidized forms of cholesterol in meat. *Polish J. Food Nutr. Sci.*, 2007, 57, 509-516.
- [16] Hansson I., Hamilton C., Ekman T., Forsslund K.: Carcass quality in certified organic production compared with conventional livestock production. *J. Vet. Med, ser. B*, 2006, 47, 111-120.
- [17] Sundrum A., Bütfering L., Henning M., Hoppenbrock K.H.: Effects of on-farm diets for organic pig production on performance and carcass quality. *J. Anim. Sci.*, 2000, 78, 1199-1205.
- [18] Morand-Fehr P., Tran G.: Feed lipids and fats in animal nutrition. *INRA Prod. Anim.*, 2001, 14, 285-302.

CONTENT OF NUTRIENTS AND FATTY ACID COMPOSITION IN MEAT AND PORK-BUTCHER'S MEAT FROM ORGANIC PIG PRODUCTION

S u m m a r y

There were analyzed nutrient contents and fatty acid profile in meat from fatteners managed and fed under the conventional and organic production conditions as well as in chosen pork-butcher's meat products from organic fatteners. The meat obtained from organic fatteners showed a slightly higher nutrient contents compared to those managed at the conventional production system. A percentage of full fat flax seeds (5%) in organic diets contributed to an increased linolenic acid level (18:3,n3) in lipids of the longissimus and adductor muscles as against the animals fed conventional diets supplemented with 2% soya bean oil. Among the pork-butcher's meat products under study, i.e. loin, back bacon sausage, pork hunter sausage, smoked bacon and kabanos dry pork sausage, smoked bacon was proven to have the most favorable nutritional fatty acid composition for human consumption.

Key words: organic pig, meat, pork-butcher's meat, nutrients, fatty acids 

EWA FLACZYK, DANUTA GÓRECKA, JOANNA KOBUS,
KRYSTYNA SZYMANDERA-BUSZKA

THE INFLUENCE OF INULIN ADDITION AS FAT SUBSTITUTE ON REDUCING ENERGY VALUE AND CONSUMER ACCEPTANCE OF MODEL PORK MEATBALLS

Summary

The aim of the study was to examine the effect of inulin gel, used as a fat substitute, on energy value and consumer acceptance of model meatballs fresh and cold-stored.

The experimental material consisted of pork meatballs with two inulin levels. Replacement of part pork fat with inulin resulted in reducing level of fat and calorie contents. Moreover, after 14 day of cold storage of meatballs, consumer acceptance of these products with a 25% replacement of pork back fat by inulin was higher in comparison with the control sample. During 14 day of cold storage of such pork meatballs the delay of adverse sensory attributes were observed.

Key words: inulin, substitution of fat, meatballs, consumer acceptance

Introduction

Rapid development of the food market, increased consumer awareness concerning nutrition, and interest in maintaining good health have contributed to the development of food of special nutritional requirements. Products of this type are also referred to as functional food. Such food is ascribed the role supporting the human organism in the maintenance of good health, as well as prevention and treatment of some diseases. At present one of the most common nutritional mistakes is the consumption of excessive amount of calories coming mainly from animal origin fats. In relation with the fact that consumers are increasingly interested in food of reduced energy value, food producers constantly strive to supply products with probiotic value, and appropriate sensory attributes. Major elements affecting food acceptance by consumers are its consistency and juiciness, especially significant in case of products with a reduced fat content. Inu-

*Dr hab. E. Flaczyk, mgr inż. D. Górecka, mgr inż. J. Kobus, dr inż. K. Szymandera-Buszka,
Katedra Technologii Żywienia Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy, ul. Wojska Polskiego 31,
60-624 Poznań*

lin is a substance meeting the requirements of both producers and consumers, because reduced energy value and has an advantageous effect on product texture [1-5].

Inulin is an oligosaccharide belonging to the group of fructanes, constituting storage material in plants. In inulin molecule fructose are combined with β -2-1 glycoside bonds. At the end of inulin chain there is a glucose molecule exhibiting reducing capacity. The inulin molecule consists of 20 – 50 fructopiranosose molecules with β -2-1 glycoside bonds [1, 4]. The human organism is not equipped with enzymes capable of degrading these bonds, thus inulin passes unchanged to the large intestine, in which it becomes a substrate for the beneficial flora of *Bifidobacterium bifidum* [1, 3, 4, 6]. Almost all inulin undergoes fermentation by colon microflora. As it is not hydrolyzed by human digestive enzymes, it is included into soluble dietary fibre. In nature inulin is found in numerous fruits and vegetables, primarily chicory, Jerusalem artichoke, artichoke, asparagus, and garlic, in which its content varied from 10 to 22% [1, 6].

The bifidogenic effect and the potential to reduce energy value of food are the main reasons for the growing interest in inulin [2, 5, 7, 9]. At present inulin is applied as an additive in the production of bread spreads with reduced calorie contents. It was also used as a fat replacement in meat products [7, 10, 12]. Thus the aim of the study was to assess the effect of the addition of inulin as a fat substitute in pork meatballs on their chemical composition, energy value and consumer acceptance in model experiments.

Material and methods

Experiments were conducted using a commercial preparation of inulin (Raftiline® HPX by Orafiti, Belgium), which from chicory (*Cichorium endivio*) are derived. Inulin in the form of rehydrated powder (4:1) was applied as a fat substitute at 10% (variant B - what gives 25% pork back fat replacement) and 20% (variant C - 50% pork back fat replacement). Control meatballs were produced with no inulin (variant A). Pork shoulder meat and pork back fat were purchased at a local market in Poznan, and next were ground twice in a grinder (mesh size of 10 and 5mm). Meatballs were prepared by mixing ingredients (table 1), forming 70g portions and steam-cooking in a Combi-Dampfer convection oven (Rational) at 100°C for 15 min. Meatballs after cooling were packed in vacuum polyamide/polyethylene (PA/PE 75 μ m) bags and stored for 14 days at +4°C. Samples were analyzed in terms of their basic chemical composition [11]. Consumer acceptance (by a panel of 30 assessors), were performed at the same intervals, after being heated meatballs to 50°C, in a microwave oven. The analysis was conducted by using an unstructured scale with anchoring points of undesirable (0 points) and desirable (10 points). The assessment consisted such traits as color at cross-section, consistency, juiciness, odor, taste and overall desirability.

Table 1

The recipe of meatballs (%)
Receptura pulpetów (%)

Ingredients	Variant		
	0% [A]	10% [B]	20% [C]
Pork shoulder	44.0	44.0	44.0
Pork back fat	40.0	30.0	20.0
Eggs	8.0	8.0	8.0
Breadcrumbs	5.0	5.0	5.0
Onion	2.0	2.0	2.0
Inulin	0.0	2.5	5.0
Water	0.0	7.5	15.0
Salt	1.0	1.0	1.0
Total	100.0	100.0	100.0

Energy value was calculated, based on assayed contents of fat, protein and water. It was assumed that 1g protein and 1g carbohydrates correspond to 4 kcal, 1g fat to 9 kcal and 1g inulin to 1.5 kcal, respectively.

Testing results constituting a mean of three replications performed in two series were subjected to statistical analysis using Statistica 7 software. Significance of differences at the level of 95% between values of testing results was determined based on a one-way analysis of variance.

Results and discussion

Results of assayed chemical composition of meatballs after production and their energy value are presented in table 2. Water content was typical for this type of products (51.5 – 56.2%). Analyses showed that assessed products, depending on the variant, differed in water content; however, only in sample C the differences were statistically significant ($p < 0.05$).

Protein content in the control (variant A) was highest, amounting to approx. 15%. The introduction of inulin as a pork fat substitute was connected with a decrease in protein content in meatballs. Analyzed meat products had varied fat contents, resulting from the application of inulin as a fat substitute. At a 25% pork back fat replacement, fat content was reduced by 21.5%, while in the sample, in which 50% pork back fat was replaced, fat content was reduced by 43.1%. This was also connected with a considerable decrease of energy value of the product - by 13% recorded for sample B and by 34% for sample C. No significant differences in contents of analyzed chemical components were found in samples after a 14-day cold storage of meatballs in PA/PE bags.

Table 2

Chemical composition and caloric value of meatballs
Skład chemiczny i wartość energetyczna pulpe

Variant Wariant	Water Woda [%]	Fat Tłuszcz [%]		Protein Białko [%]	Ash Popiół [%]	Caloric value Wartość energetyczna	
		Content Zawartość	Reduction Redukcja			Content Zawartość [Kcal]	Reduction Redukcja [%]
A	51.52 ^a ±0.89	37.02 ^a ±0.30	0.00	14.98 ^a ±0.46	1.90 ^a ±0.04	279.18 ^a ±1.26	0.00
B	51.78 ^a ±0.59	24.35 ^b ±0.24	21.50	14.14 ^{ab} ±0.41	1.72 ^{ab} ±0.07	219.15 ^b ±2.25	13.00
C	56.19 ^b ±0.38	17.64 ^c ±0.21	43.10	13.18 ^b ±0.69	1.59 ^b ±0.08	158.76 ^c ±0.98	34.30

Averages followed by different letter within the same column correspond to the type of test and are significantly different at $p < 0.05$

Wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się istotnie $p < 0,05$.

Results of consumer acceptance are presented on fig. 1.

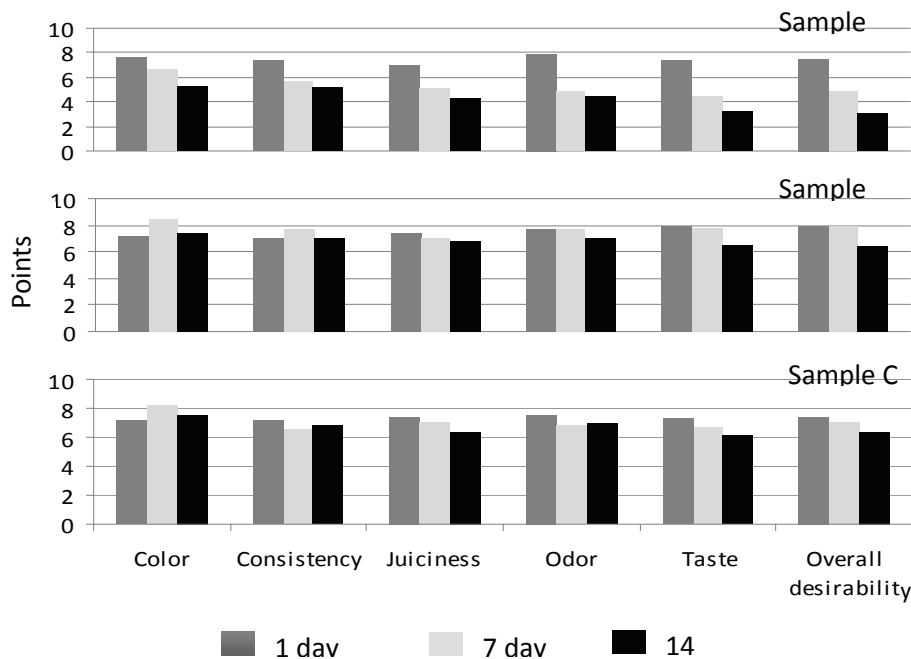


Fig. 1. Consumer acceptance of model meatballs fresh and after 7 and 14 days of cold storage
Rys. 1 Akceptacja konsumencka modelowych pulpetów świeżych po 7 i 14 dniach od zamrożenia

No significant differences in overall desirability of all meat products were found on the 1st day of analyses. It is very serious, because the replacement of pork back fat is on

a very high level. This means that such big replacement of pork back fat doesn't influenced on overall desirability. Also analyzed sensory attributes, i.e. color, consistency, juiciness as well as aroma and taste did not differ significantly in comparison to the control (variant A). It needs to be stressed that in terms of juiciness and taste samples of variant B received even higher scores. After 7- and 14-day cold storage, meatballs with inulin received higher scores for overall desirability than the control meatballs, with the simultaneous high notes for juiciness and adequate consistency.

Inulin is usually added to processed foodstuffs in the form of 20-25% water solutions, thus water content typically increased with an increase of inulin concentration in the product. This trend was also observed in this study. The experiments results confirm a study presented by Makala [12], conducted on a model canned meat product. The introduction of inulin as a substitute of fat in the level of 5% (dry matter), applied by the cited author, resulted in a lowering of fat content by 15.3%, and a decreasing of protein content. Applying the inulin to the meatballs on the level 2-10% gives similar results [10]. The using of inulin in a processed food product not only effectively reduces the level of fat and energy value, but it also improves consistency and affects juiciness. For this reason inulin may be added to meat products, confectionary and desserts, as well as yoghurts, in which it positively modifies rheological attributes [1]. The addition of inulin to low-fat bread spreads, light drinks and chocolate modified their structure. In cakes, especially low-fat cakes, inulin improved such desirable attributes as softness and tenderness [7-8]. Pagliarini and Beatrice [13] showed that inulin improved sensory attributes of low-fat mozzarella.

Results obtained in this study indicate a positive effect of inulin gel on the quality of meatballs, which results from their consumer acceptance. This is crucial in view of the large-scale commercial production of ready-to-eat and convenience food. Meatballs with added inulin gel, as a meat product with reduced calorie content, are likely to become a popular product.

Conclusions

1. Meatballs with inulin added as a fat substitute differed in their basic chemical composition in comparison to that of the control. The replacement of 25 and 50% pork back fat by inulin gel resulted in a reduction of fat content by approx. 21 and 43%, and energy value by 13 and 34%, respectively.
2. Overall desirability of meatballs immediately after production reflected in consumer traits was similar. Assessment results for the sample with 10% added inulin gel were even slightly higher, which was connected with higher scores for juiciness, aroma and taste. The introduction of inulin to meatballs inhibited the adverse effect of storage time on their sensory attributes.

Literature

- [1] Silva R.F.: Use of inulin as a natural texture modifier. *Cereal Foods World*, 1996, 41(10), 792-794.
- [2] Niness K.: Breakfast foods and the health benefits of inulin and oligofructose. *Cereal Foods World*, 1999, 44(2), 79-81.
- [3] Chrapkowska K., Górecka D.: Assessment of the inulin preparation usefulness to confectionery - the model research. *Food Sci. Technol.*, 2000, 4, 55-62.
- [4] Cieślak E., Filipiak-Florkiewicz A.: Topinambur (*Helianthus tuberosus* L) - możliwości wykorzystania do produkcji żywności funkcjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, 1, 73-81.
- [5] Filipiak-Florkiewicz A., Cieślak E.: Poziom fruktanów w chlebie mieszanym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, Supl. (3), 119-123.
- [6] Górecka D., Butka A., Korczak J.: Wpływ dodatku inuliny na jakość pieczywa cukierniczego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, Supl. (3), 125-133.
- [7] Mendoza E. Garcia M.L. Casas C. Selgas M.D.: Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Sci.*, 2001, 57, 387-393.
- [8] Roberfroid M.B.: Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. *Brit. J. Nutr.*, 2002, 87, Sup.(2), 139-143.
- [9] Florowska A., Krygier K.: Inulina jako zamiennik tłuszczu w produktach spożywczych. *Przem. Spoż.*, 2007, 5, 18-21.
- [10] Górecka D., Korczak J., Flaczyk E., Gryśka A.: Próba zastosowania inuliny do potraw mięsnych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2004, 37, Supl (4), 169-175.
- [11] AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington. DC. 1990.
- [12] Makala H.: Effect of potato and wheat cellulose and inulin preparations on physicochemical characteristics and rheological properties of model meat preserves. *Food*, 2003, 10, 3(36), 21-31.
- [13] Pagliarini E. Beatrice N.: Sensory and rheological properties of low-fat filled „pasta filata” cheese. *J. Dairy Res.*, 1994, 61, 299-301.

WPLYW DODATKU INULINY JAKO ZAMIENNIKA TŁUSZCZU NA WARTOŚĆ ENERGETYCZNĄ I AKCEPTACJĘ KONSUMENCKĄ MODELOWYCH KLOPSÓW WIEPRZOWYCH

Streszczenie

Określono wpływ inuliny stosowanej jako zamiennik tłuszczu w pulpetach mięsnych na zawartość podstawowych składników chemicznych, ich wartość kaloryczną oraz akceptację konsumencką. Wykazano, że zastąpienie boczku wieprzowego inuliną w pulpetach mięsnych spowodowało obniżenie w nich zawartości tłuszczu i kaloryczności. Pulpety, w których zastąpiono boczec uwodnioną inuliną na poziomie 25 % cechowały się wyższą akceptacją konsumencką w porównaniu z próbą kontrolną w czasie 14 dni chłodniczego przechowywania pulpetów.

Słowa kluczowe: inulina, zawartość tłuszczu, pulpety, akceptacja konsumentów ☒

MARZENA JEŻEWSKA-ZYCHOWICZ

AKCEPTACJA GENETYCZNYCH MODYFIKACJI W PRODUKCJI ŻYWNOŚCI O ZWIĘKSZONEJ ZAWARTOŚCI WITAMIN I SKŁADNIKÓW MINERALNYCH NA PRZYKŁADZIE RYŻU

Streszczenie

Celem pracy było określenie poglądów badanej populacji dotyczących stosowania genetycznych modyfikacji przy produkcji ryżu, w celu zwiększenia w nim zawartości witamin i składników mineralnych. Ponadto analizie poddano zależności między prezentowanymi poglądami, poziomem neofobii i innowacyjnością badanych a znajomością badanego produktu i zamiarem jego spożywania w ciągu następnego roku. Badanie ankietowe zostało zrealizowane w 2007 roku w grupie 325 osób w wieku 20 – 40 lat. Znajomość i gotowość do spożywania ryżu genetycznie zmodyfikowanego w celu zwiększenia zawartości żelaza i β -karotenu była mała w badanej populacji. Im niższy poziom food neofobii i większą innowacyjność reprezentowali badani, tym charakteryzowała ich większa akceptacja badanego produktu.

Słowa kluczowe: żywność, witaminy, składniki mineralne, genetyczne modyfikacje, akceptacja konsumenta

Wprowadzenie

Prowadzona w różnych gremiach dyskusja dotycząca zastosowania genetycznych modyfikacji w produkcji żywności ma duży wpływ na postrzeganie nowych technologii oraz samej żywności, ich akceptację, także na postawy i wreszcie zachowania konsumentów na rynku żywności genetycznie zmodyfikowanej.

Z badań Eurobarometru zrealizowanych w 2001 roku wynika, że Europejczycy mieli pozytywny stosunek względem nauki i technologii [9]. Także większość Polaków zgadza się na popieranie i prowadzenie badań nad zastosowaniem biotechnologii i inżynierii genetycznej, przy czym większe jest poparcie dla badań nad zastosowaniem mikroorganizmów w oczyszczaniu środowiska (85%) i nad lekami i szczepionkami (82%) niż jakiegokolwiek badania związane z żywnością. Prawie 3/5 Polaków (58%)

Dr hab. M. Jeżewska-Zychowicz, Katedra Organizacji i Ekonomiki Konsumpcji, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159c, 02-766 Warszawa

aprobowało w 2005 roku badania nad żywnością z wykorzystaniem biotechnologii i inżynierii genetycznej, tyle samo popierało badania nad zastosowaniem genetycznie modyfikowanych organizmów w produkcji żywności, a 54% aprobowało badania nad zastosowaniem metod hodowlanych wykorzystujących biotechnologię. W odniesieniu do 2003 roku zaobserwowano niewielki wzrost (o 5-7 %) udziału osób popierających takie badania [16].

Większość ludzi nie posiada wystarczającej wiedzy na temat ryzyka i korzyści wynikających z zastosowania nowych technologii, w tym między innymi genetycznych modyfikacji [4]. Z badań TNS OBOP [16] wynika, że o genetycznie zmodyfikowanych organizmach słyszało ponad 3/4 Polaków (76%), ale większość tych osób nie była zainteresowana zagadnieniami związanymi z GMO (58%). Zainteresowanie GMO zadeklarowało tylko 18% badanych, w czym można upatrywać przyczynę braku dostatecznej wiedzy o genetycznych modyfikacjach.

Postawy względem żywności genetycznie zmodyfikowanej są raczej negatywne [2, 14, 17, 19], chociaż pewne różnicowania między reprezentantami poszczególnych krajów są stwierdzane [11]. Obok komponentu emocjonalnego postawy, istotne znaczenie ma komponent poznawczy, czyli to, co osoba myśli o żywności genetycznie zmodyfikowanej czy zastosowaniu genetycznych modyfikacji, zarówno w aspekcie pozytywnym, jak i negatywnym [3].

Z dotychczasowych badań wynika słaba zależność między opiniami na temat pozytywnych i negatywnych aspektów związanych z żywnością genetycznie modyfikowaną lub jej brak, ludzie mogą oceniać żywność genetycznie modyfikowaną jednocześnie pozytywnie i negatywnie [7]. Powodem tak różnych ocen często jest kontekst, na przykład żywność genetycznie modyfikowaną można określić jako potrzebną w kontekście głodu na świecie i jednocześnie w kategoriach niepotrzebnej w ich codziennym, obfitym żywieniu.

Celem zrealizowanego badania było określenie poglądów badanej populacji dotyczących stosowania genetycznych modyfikacji przy produkcji ryżu, w celu zwiększenia w nim zawartości witamin i składników mineralnych. Ponadto analizie poddano zależności między prezentowanymi poglądami, poziomem neofobii i innowacyjnością badanych a znajomością badanego produktu i zamiarem jego spożywania w ciągu następnego roku.

Material i metody badań

Badanie ankietowe zostało zrealizowane w 2007 roku w grupie 325 osób w wieku 20 – 40 lat, wśród których 67,1% stanowiły kobiety, a 32,9% - mężczyźni. Prawie 4/5 badanych (79,7%) posiadało wykształcenie średnie, a pozostali wykształcenie wyższe (20,3%). Ponad 2/3 respondentów (69,2%) studiowało, pozostałe osoby były aktywne zawodowo (30,8%).

W badaniu wykorzystano autorski kwestionariusz, w którym zastosowano pytania typu zamkniętego. Do oceny znajomości i częstotliwości spożywania ryżu genetycznie zmodyfikowanego zastosowano 5-punktową skalę, gdzie 1 – nie znam takiej żywności; 2 – znam taką żywność, ale jej nie próbowałem/am; 3 – próbowałem/am taką żywność, ale jej nie spożywam; 4 – spożywam taką żywność okazjonalnie; 5 – spożywam taką żywność często. Do oceny wybranych poglądów badanych, między innymi na temat korzyści, oddziaływania na zdrowie, ryzyka, potrzeby stosowania genetycznych modyfikacji w celu zwiększenia zawartości żelaza i β -karotenu, zastosowano 7-punktową skalę, przy czym ocena 1 oznaczała całkowitą niezgodność ze stwierdzeniem, a ocena 7 – całkowitą zgodność. Zamiar spożywania ryżu genetycznie zmodyfikowanego w ciągu następnego roku respondenci oceniali także na 7-punktowej skali (1 – w ogóle nie chciałbym/abym, 7 – bardzo chciałbym/abym). W badaniu wykorzystano Food Neophobia Scale (FNS), na podstawie, której wyodrębniono 3 grupy badanych: z niskim poziomem neofobii, ze średnim i z wysokim poziomem neofobii [12, 15]. Dla każdego respondenta obliczono sumę ocen opisujących opinie dotyczące poszczególnych stwierdzeń zawartych w tej skali (zakres od 21 do 68), a następnie na podstawie wszystkich sum ocen obliczono dwa wskaźniki, a mianowicie wartość średnią sum ($\bar{x} = 42,7$) i odchylenie standardowe ($SD = 8,9$). Wskaźniki te wykorzystano do wyodrębnienia trzech przedziałów liczbowych: od 21 do 33,8 ($\bar{x} - SD$); od 33,9 ($\bar{x} - SD$) do 51,6 ($\bar{x} + SD$); od 51,7 ($\bar{x} + SD$) do 68, które odpowiadały odpowiednio wysokiej (15,1% badanych), średniej (67,6%) oraz niskiej food neofobii (17,3%).

Do oceny innowacyjności konsumenta zastosowano następujące stwierdzenia: lubię mieć pierwszy/a nowy produkt (1) – innowator (3,2%); kupuję nowy produkt stosunkowo szybko, choć po pewnym namyśle (2) - wczesny naśladowca (25,8%); kupuję nowy produkt, gdy niektórzy znajomi już go wypróbowali (3) - wczesna większość (27,4%); kupuję nowy produkt, gdy większość znajomych już go nabyła (4) - późna większość (21,2%) oraz niechętnie kupuję nowości rynkowe (5) – maruderzy (8,3%). Respondenci mieli możliwość zaznaczenia odpowiedzi „trudno powiedzieć” w sytuacji, gdy sformułowanie opinii sprawiało im problem (14,5%).

W analizie materiału empirycznego do opisu struktury populacji i poszczególnych zmiennych wykorzystano analizę częstości oraz tablice krzyżowe, do porównywania danych zastosowano test χ^2 , siłę związku między zmiennymi badano na podstawie współczynnika korelacji dwustronnej. Jako poziom istotności przyjęto prawdopodobieństwo 0,05.

Wyniki i dyskusja

Około 2/5 badanych (40,3%) nie znało ryżu genetycznie zmodyfikowanego, tylko nieco więcej osób (43,7%) znało taki produkt, ale nigdy go nie próbowało, a 4,3%

badanych próbowało go, ale nie spożywa. Pozostali badani (11,7%) deklarowali spożywanie ryżu genetycznie zmodyfikowanego, w tym 5,2% osób stwierdziło, że spożywa ten produkt często.

Ponad 1/5 badanych (21,2%) chciałaby spożywać ryż genetycznie zmodyfikowany w ciągu następnego roku, w tym 10,2% badanych raczej chciałoby, a 9,8% chciałoby spożywać ten produkt. Około 15% respondentów (15,1%) nie potrafiło jednoznacznie wypowiedzieć się w kwestii spożywania ryżu GM w najbliższej przyszłości (odpowiedź „trudno powiedzieć”). Pozostałe osoby (63,7%) nie chciały spożywać ryżu GM, w tym 32,0% w ogóle nie chciało spożywać.

Większość uczestników badania oceniła wiedzę Polaków o konsekwencjach zastosowania genetycznych modyfikacji do produkcji ryżu ze zwiększoną zawartością żelaza i β -karotenu jako bardzo małą (39,7%) i małą, tylko 3,7% badanych wskazało oceny „całkiem duża”, „duża” i „bardzo duża”. Prawie 1/4 badanych (23,7%) stwierdziła brak wiedzy na ten temat wśród Polaków. Wartość średnia prezentowanych ocen wynosiła 2,31 (SD \pm 1,09).

Tabela 1

Opinie badanych o wybranych konsekwencjach spożywania ryżu genetycznie zmodyfikowanego w celu zwiększenia zawartości żelaza i β -karotenu
Opinions on selected consequences of eating genetically modified rice to achieve higher amount of iron and β -carotene

Opinia badanych Opinions on selected	Oceny z 7-punktowej skali Ranks from 7-points scale							\bar{X}	SD
	1	2	3	4	5	6	7		
Korzyści * Benefits	10,5	7,4	12,6	19,1	25,8	16,0	8,6	4,25	1,73
Oddziaływanie na zdrowie* Impact on health	4,9	8,0	12,6	23,4	25,8	15,4	9,5	4,42	1,57
Ryzyko * Risk	5,2	14,2	17,2	26,2	20,9	11,7	4,6	3,97	1,52
Zastosowanie genetycznych modyfikacji Using genetically modification									
jest potrzebne** is needed	13,2	16,0	17,5	18,5	21,2	8,9	4,6	3,64	1,69
służy dobrem celom** serves good goals	7,1	10,5	11,4	17,5	31,1	14,2	8,3	4,31	1,64
jest etyczne** is ethical	4,3	8,9	10,8	33,8	20,9	16,9	4,3	4,26	1,44
jest działaniem wbrew przyrodzie ** is against the nature	2,5	9,5	13,8	17,2	28,0	18,2	10,8	4,56	1,55

*1 - brak; 2 – bardzo małe/a; 3 – małe/a; 4 – ani małe, ani duże; 5 – całkiem duże/a; 6 – duże/a; 7 – bardzo duże/a

1- not exist, 2 – very small; 3 – small; 4 – neither small nor large; 5- quite large; 6 – large; 7 – very large

** 1 – całkowicie nie; 2 – nie; 3 – raczej nie; 4 – trudno powiedzieć, 5 – raczej tak; 6 – tak; 7 – całkowicie tak
1 – extremely not; 2 – not; 3 – rather not; 4 – it's difficult to say, 5 – rather yes; 6 – yes; 7 – extremely yes

W opinii badanych ryzyko związane ze spożywaniem ryżu genetycznie zmodyfikowanego ze zwiększoną zawartością żelaza i β -karotenu jest średnie ($\bar{x}=3,97$).

Chociaż prawie 2/5 respondentów (37,2%) oceniło je, jako całkiem duże lub duże i bardzo duże, to prawie tyle samo (36,6%) oceniło je jako małe, bardzo małe lub nie istniejące. Korzyści z wprowadzenia tego produktu na rynek oraz jego oddziaływanie na zdrowie oceniono podobnie, około połowa badanych wskazywała oceny „całkiem duże” lub „duże” i „bardzo duże”. Niemniej jednak warto zauważyć, że ponad 2-krotnie więcej badanych nie dostrzegało żadnych korzyści z wprowadzenia na rynek ryżu GM ze zwiększoną zawartością żelaza i β -karotenu (tab.1).

Prawie połowa badanych osób nie dostrzegała potrzeby stosowania genetycznych modyfikacji w produkcji ryżu GM w celu zwiększenia zawartości żelaza i β -karotenu (46,7%), jednocześnie ponad połowa respondentów (53,7%) potwierdziła, że działania te służą dobrym/słusznym celom, ale również są działaniem wbrew przyrodzie i jej prawom (57,0%). Prawie 2-krotnie więcej osób (33,8%) nie potrafiło odnieść się do oceny etycznej zastosowania genetycznych modyfikacji do wytwarzania tego produktu, w porównaniu z pozostałymi ocenianymi aspektami (tab. 1).

Tabela 2

Korelacje dwustronne między badanymi zmiennymi
Bivariate correlation between variables

		Znajomość i spożywanie Familiarity	Zamiar spożycia Intention	Food neofobia Food neophobia	Innowacyjność Innovativeness
Znajomość i spożywanie Familiarity	r* p	- -	0,270 <0,001	0,129 0,020	-0,099 0,101
Zamiar spożycia Intention	r p	0,270 <0,001	- -	0,314 <0,001	-0,258 <0,001
Korzyści z wprowadzenia na rynek Benefits	r p	0,124 0,026	-0,005 0,923	0,265 <0,001	-0,291 <0,001
Oddziaływanie na zdrowie Impact on health	r p	0,132 0,017	-0,412 <0,001	-0,007 0,901	-0,004 0,947
Ryzyko związane ze spożywaniem Risk	r p	-0,041 0,464	0,014 0,797	-0,212 <0,001	0,163 0,006
Zastosowanie GM: Using genetically modification:					
jest potrzebne is needed	r p	0,093 0,094	0,417 <0,001	0,244 <0,001	-0,204 0,001
służy dobrem/słusznym celom serves good goals	r p	0,182 0,001	0,406 <0,001	0,341 <0,001	-0,287 <0,001
jest etyczne is ethical	r p	0,139 0,012	-0,323 <0,001	0,304 <0,001	-0,312 <0,001
jest działaniem wbrew przyrodzie is against the nature	r p	-0,106 0,057	0,314 <0,001	-0,205 <0,001	0,217 <0,001

*r – współczynnik korelacji dwustronnej; p – poziom istotności
r – correlation coefficient; p – significance level

Niektóre opinie badanych dotyczące zastosowania genetycznych modyfikacji w produkcji ryżu wzbogaconego w żelazo i β -karoten wykazywały istotnie statystycznie zależności ze znajomością tej żywności, ale były to zależności o słabej sile. Podkreślić należy, że większej znajomości tej żywności towarzyszyły opinie potwierdzające, że zastosowanie GM służy dobrem, słusznym celem (tab. 2).

Deklaracje dotyczące zamiaru spożywania ryżu GM w przyszłości wykazywały istotnie statystycznie, pozytywne zależności ze znajomością tej żywności oraz poglądami wskazującymi, że zastosowanie genetycznych modyfikacji jest potrzebne, służy dobrem celem, ale jest również działaniem wbrew przyrodzie. Więcej osób informujących o nieetycznej stronie tych zastosowań oraz o małym oddziaływaniu na zdrowie deklaroowało zamiar spożywania ryżu GM w ciągu następnego roku. Występowanie niskiej neofobii łączyło się z większym odsetkiem ocen potwierdzających korzyści z wprowadzenia na rynek ryżu GM ze zwiększoną zawartością żelaza i β -karotenu, a także informujących, że zastosowanie GM jest potrzebne, etyczne oraz służy dobrem celem. Wyższej neofobii towarzyszyły natomiast oceny wskazujące na większe ryzyko oraz potwierdzające działanie wbrew przyrodzie. Mniejsze nasilenie neofobii łączyło się z większą znajomością ryżu GM i większym odsetkiem deklaracji chęci spożywania takiej żywności. Większa innowacyjność, podobnie jak niskie nasilenie neofobii, łączyło się z większym odsetkiem ocen potwierdzających korzyści, a także informujących, że zastosowanie GM jest potrzebne, etyczne oraz służy dobrem celem.

Wyniki i dyskusja

Znajomość ryżu genetycznie zmodyfikowanego w celu nadania mu właściwości funkcjonalnych była w badanej populacji niewielka, co znajduje potwierdzenie w wielu badaniach dotyczących innych produktów żywnościowych. Jest to efekt małej wiedzy na temat genetycznych modyfikacji w ogóle [5, 10] co potwierdzili również badani oceniając wiedzę Polaków na ten temat, ale również tego, że konsumenci nie zawsze są poinformowani o zawartości w produkcie składników genetycznie zmodyfikowanych [8]. Można było sądzić, że połączenie cech funkcjonalnych, utożsamianych z korzyściami dla zdrowia [19, 21], z ciągle jeszcze mało akceptowaną metodą produkcji, jaką są genetyczne modyfikacje, spowoduje większą akceptację produktu. Wprawdzie na podstawie zrealizowanych badań nie ma możliwości porównania odbioru przez konsumentów ryżu funkcjonalnego wyprodukowanego metodami konwencjonalnymi z produktem genetycznie zmodyfikowanym, to odwołując się do innych badań, a także biorąc pod uwagę prezentowane poglądy, odnotować należy niski poziom akceptacji tego produktu. Z badań zrealizowanych w ramach projektu LIPGENE wynika, że zastosowanie genetycznych modyfikacji w produkcji żywności funkcjonalnej spowodowało obniżenie chęci nabywania tej żywności [6, 13], co może tłumaczyć małą znajomość i niewielką gotowość do spożywania badanego produktu w przyszłości. Mała

akceptacja genetycznych modyfikacji, także w przypadku nadania produktowi cech funkcjonalnych wynika z „obawy przed nieznanym” [5], co uzasadnia poszukiwanie zależności między akceptacją genetycznych modyfikacji w produkcji żywności i poziomem food neofobii i innowacyjnością konsumentów.

Otwartość na nowość, warunkowana niskim poziomem food neofobii i wysokim stopniem innowacyjności [1, 20], sprzyjała większej akceptacji produktu żywnościowego, będącego efektem zastosowania genetycznych modyfikacji. Ponadto znajomość produktu i doświadczenia związane z jego próbowaniem i spożywaniem również zwiększały gotowość do jego spożywania w przyszłości.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że:

1. Znajomość i gotowość do spożywania ryżu genetycznie zmodyfikowanego w celu zwiększenia zawartości żelaza i β -karotenu była mała w badanej populacji.
2. Im niższy poziom food neofobii i większą innowacyjność reprezentowali badani, tym charakteryzowała ich większa akceptacja badanego produktu.
3. Połączenie cech funkcjonalnych, utożsamianych z korzyściami dla zdrowia, z zastosowaniem genetycznych modyfikacji jako metody produkcji nie miało istotnego wpływu na akceptację produktu.

Literatura

- [1] Bäckström A., Pirttilä-Backman A.-M., Tuorila H.: Dimensions of novelty: a social representation approach to new foods. *Appetite*, 2003, 40, 299-307.
- [2] Bredhal L., Grunert K.G., Frewer L.J.: Consumer attitudes and decision – making with regard to genetically modified foods – Results of a cross-national survey. *J. Consumer Policy*, 1998, 24, 23-61.
- [3] Cook A.J., Kerr G.N., Moore K.: 2002. Attitudes and intentions towards purchasing GM food. *J. Econ. Psych.*, 2002, 23, 557-572.
- [4] Costa-Font M., Mossialos E.: “Ambivalent” individual preferences towards biotechnology in The European Union: products or processes? *J. Risk Research*, 2005, 8(4), 341-349.
- [5] Costa-Font M., Mossialos E.: Are perceptions of ‘risks’ and ‘benefits’ of genetically modified food (in)dependent? *Food Quality and Preference*, 2007, 18, 173-182.
- [6] De Almeida M.D.V., Pinhão S., Stewart-Knox B., *et. al.*: A six-country European survey on consumer attitudes to the metabolic syndrome, genetics in nutrition and potential agro-food technologies; questionnaire design methodology. *British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin*, 2006, 31, 138-144.
- [7] De Liver Y., van der Pligt J., Wigboldus D.: Unpacking attitudes towards genetically modified food. *Appetite*, 2005, 45, 242-249.
- [8] Finucane M.L., Holup J.L.: Psychosocial and cultural factors affecting the perceived risk of genetically modified food: an overview of literature. *Social Science & Medicine*, 2005, 60, 1603-1609.
- [9] Frewer L.: Societal issues and public attitudes towards genetically modified foods. *Trends in Food Science & Technology*, 2003, 14, 319-332.
- [10] Gaskell G., Allum N., Bauer M.W. *et. al.*: Biotechnology and the European public. *Nature Biotechnology*, 2000, 18 (9), 935-938.

- [11] Grunert K.G., Bredhal L., Scholderer J.: Four questions on European consumers' attitudes toward the use of genetic modification in food production. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2003, 4, 435-445.
- [12] Jeżewska-Zychowicz M., Pilska M.: *Postawy względem żywności i żywienia. Wybrane aspekty teoretyczne i metodyczne*. Wyd. SGGW, Warszawa, 2007.
- [13] Jeżewska-Zychowicz M., Wądołowska L., Danowska-Oziewicz M., *et. al.*: Preferences of functional food without and with genetically modified technology In the perspective of perceived health risk related to metabolic syndrome. *Pol. J. Food Nutr.Sci.*, 2007, Vol. 57(3), 51-54.
- [14] Koivisto Hursti U.-K., Magnusson M.K.: Consumer perceptions of genetically modified and organic foods. What kind of knowledge matters? *Appetite*, 2003, 41, 207-209.
- [15] Pliner P., Hobden K.: Development of food neophobia in humans. *Appetite*. 1992, 23, 147-163.
- [16] *Polacy o biotechnologii i inżynierii genetycznej*. Warszawa, TNS OBOP, 2005.
- [17] Rowe G.: How can genetically modified food be made publicly acceptable? *Trends in Biotechnology*, 2004, 22, 107-109.
- [18] Saher M., Lindeman M., Koivisto Hursti U-K.: Attitudes towards genetically modified and organic foods. *Appetite*, 2006, 46, 324-331.
- [19] Saher M., Arvola A., Lindman M., *et. al.*: Impressions of functional food consumers. *Appetite*, 2004, 42, 79-89.
- [20] Tuorila H., Lähteenmäki L., Pohjalainen L., *et. al.*: Food neophobia among Finns and related responses to familiar and unfamiliar foods. *Food Quality and Preference*, 2001, 12, 29-37.
- [21] Urala N., Lähteenmäki L.: Attitudes behind consumers' willingness to use functional food. *Food Quality and Preference*, 2004, 15, 793-803.

ACCEPTANCE OF GENETIC MODIFICATION IN PRODUCTION OF FOOD WITH INCREASED CONTENT OF VITAMIN AND MINERALS

Summary

The aim of this investigation was to determine the respondents' beliefs on using genetically modifications in rice production in order to achieve higher amount of vitamins and minerals. The correlations between the beliefs, the level of neophobia, the consumers' innovativeness, the familiarity of product and the declared intention to eat it next year were analyzed. The questionnaire research was undertaken in 2007 among 325 consumers aged 20 – 40 years old. The familiarity and the intention to eat genetically modified rice in order to increase the amount of iron and β -carotene were small within the population group. The lower level of neophobia and the higher innovativeness of respondents were, the higher acceptance of the product under investigation was among the population.

Key words: food, vitamins, minerals, genetically modification, consumer acceptance ☒

ANETA KORONOWICZ¹, JOANNA DULIŃSKA-LITEWKA²,
PAWEŁ PISULEWSKI¹, PIOTR LAIDLER²

WPLYW LIPIDÓW ŻÓŁTKA JAJA KURZEGO WZBOGACONEGO W IZOMERY SPRZĘŻONEGO KWASU LINOLOWEGO NA PROLIFERACJĘ KOMÓREK MCF-7

Streszczenie

Sprzężony kwas linolowy (ang. conjugated linoleic acid - CLA) jest terminem zbiorczym obejmującym grupę pozycyjnych i geometrycznych izomerów kwasu linolowego, w których występują sprzężone wiązania podwójne. Wyniki licznych prac jednoznacznie wskazują na przeciwnowotworowe właściwości izomerów CLA, m.in. ich zdolność do hamowania wzrostu komórek nowotworowych różnych linii w modelu *in vitro*. Prowadzone obecnie badania kierują się w stronę modyfikowania zawartości CLA w wielu produktach spożywczych pochodzenia zwierzęcego takich jak: mięso, jaja, masło. Ma to duże znaczenie praktyczne, ponieważ żywność funkcjonalna może zapobiegać i wspomagać leczenie wielu chorób cywilizacyjnych w tym także chorób nowotworowych.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu lipidów żółtka jaja kurzego wzbogaconego w izomery CLA: *cis9,trans11* i *trans10,cis12* na proliferację komórek nowotworowych piersi linii MCF-7 (ATCC Collection). Żółtko jaja kurzego zostało wzbogacone w izomery CLA w sposób naturalny na drodze karmienia kur niosek mieszaniną izomerów CLA: *cis9,trans11* i *trans10,cis12* (4).

Komórki inkubowano z hydrolizatem lipidów żółtka jaja kurzego w zakresie stężeń 0,12; 0,36; 0,73 mg/ml i czasie 24 - 72 godziny, po czym mierzono proliferację komórek. W podanym zakresie stężeń nie obserwowano cytotoksycznego wpływu hydrolizatu na komórki w teście LDH (ang. *Lactic Dehydrogenase*; Roche).

Z uzyskanych wyników można wnioskować, że lipidy żółtka jaja z wbudowanymi izomerami CLA bardziej efektywnie hamują proliferację komórek MCF-7 niż lipidy żółtka jaja bez udziału CLA.

Słowa kluczowe: Sprzężony kwas linolowy (CLA), *cis9,trans11*-CLA, *trans10,cis12*-CLA, MCF-7, żywność funkcjonalna, rak piersi, proliferacja.

¹ Mgr inż. A. Koronowicz, prof. dr hab. P. Pisulewski, Katedra Żywienia Człowieka, Uniwersytet Rolniczy, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

² Mgr inż. J. Dulińska-Litewka, mgr inż. P. Laidler, Katedra Biochemii Lekarskiej, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medium, ul. Gołębia 24, 31-007 Kraków

Wprowadzenie

Nowotwory zajmują drugie miejsce w liczebności chorób cywilizacyjnych, a wśród nich rak piersi stanowi główną przyczynę zgonów kobiet w Polsce i na świecie [10, 16]. Spośród wielu czynników zmniejszających ryzyko wystąpienia nowotworu, szczególną rolę przypisuje się izomerom sprzężonego kwasu linolowego (CLA), które charakteryzuje prozdrowotne oddziaływanie na organizm człowieka [13]. W składnikach diety obecne są głównie dwa izomery CLA: *cis9,trans11* i *trans10,cis12* [1], przy czym *cis9,trans11* przeważa ilościowo i stanowi dominującą część ogólnej puli CLA [3, 12]. Pierwsze informacje na temat potencjalnych właściwości przeciwnowotworowych CLA pojawiły się pod koniec lat 70. XX w. [11], a następnie potwierdzone zostały w szeregu badań *in vitro* [2, 8] i *in vivo* [9, 15].

Celem przeprowadzonych przez nas badań, była ocena wpływu lipidów żółtka jaja kurzego, naturalnie wzbogaconego w izomery CLA: *cis9,trans11* i *trans10,cis12*, na proliferację komórek nowotworowych piersi MCF-7. Wybór jaja kurzego, jako nośnika izomerów CLA został podyktowany wysoką podatnością lipidów żółtka jaja na modyfikację żywieniową oraz powszechną dostępnością tego produktu spożywczego na rynku. Ponadto jaja cechują się wielofunkcyjnymi właściwościami jak również wysoką wartością żywieniową w świetle, których negatywna rola cholesterolu powinna być ignorowana. Badania ostatnich lat dowodzą jednoznacznie, że jaja kurze z uwagi na obecność dużej ilości bioaktywnych składników stają się najlepszym surowcem do zastosowań nutraceutycznych i biomedycznych [5].

Material i metody badań

Komórki nowotworowe linii MCF-7 (ATTC Collection, USA) hodowano w medium MEM (Sigma-Aldrich), w obecności 10% FBS (Gibco), antybiotyku (Sigma-Aldrich) [100 µg/ml], pirogronianu sodu (Sigma-Aldrich) [110 mg/L] i insuliny (Sigma-Aldrich) [0,01mg/ml]. Komórki hodowano na szalkach 10Ø (BD Biosciences) w warunkach hodowli komórkowej (37°C, 5% CO₂). Do eksperymentu używano komórki maksymalnie po 6 - 7 pasażach.

Hydrolizat lipidów żółtka jaja kurzego przygotowano poprzez zmydlanie tłuszczu w KOH. Wolne kwasy tłuszczowe wyekstrahowano, rozpuszczono w etanolu i przechowywano w temperaturze -20 °C. Profil kwasów tłuszczowych ustalono przy pomocy GC-MS (Shimadzu QP 5050A) (tab. 1).

Wpływ hydrolizatu żółtka jaja kurzego na żywotność komórek oznaczano w zakresie badanych stężeń po 24, 48 i 72 godzinach, przy użyciu zestawu do badania cytotoksyczności (Cytotoxicity Detection Kit LDH - Roche) zgodnie z zaleceniami producenta.

Proliferację komórek nietraktowanych (kontrola – komórki w pożywce MEM + 10 % FBS) i komórek traktowanych hydrolizatem lipidów żółtka jaja kurzego w czasie 24, 48, 72 godzin badano poprzez barwienie komórek fioletem krystalicznym.

Tabela 1

Profil kwasów tłuszczowych oznaczony GC-MS (SHIMADZU QP 5050A)
Lipid acid profile determined by GC-MS (SHIMADZU QP 5050A)

Żółtko jaja kurzego wzbogacone w izomery CLA Egg yolk enriched with CLA isomers		Żółtko jaja kurzego nie wzbogacone w izomery CLA Egg yolk unenriched with CLA isomers	
Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Udział %	Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Udział %
Tetradekanowy	0,65	Tetradekanowy	0,42
Pentadekanowy	0,09	Pentadekanowy	0,06
Heksadekanowy	27,19	Heksadekanowy	22,88
(Z)-9-heksadecenowy	1,05	(Z)-9-heksadecenowy	2,24
heptadekanowy	0,37	heptadekanowy	0,26
oktadekanowy	21,35	oktadekanowy	10,71
(Z)-9-oktadekadenowy	26,0	(Z)-9-oktadekadenowy	41,58
(Z,Z)-9,12-oktadekadienowy	18,38	(Z,Z)-9,12-oktadekadienowy	20,04
(Z,Z,Z)-9,12,15 oktadekatrienowy	1,13	(Z,Z,Z)-9,12,15 oktadekatrienowy	0,8
<i>cis</i> 9, <i>trans</i> 11-CLA	2,3	<i>cis</i> 9, <i>trans</i> 11-CLA	0
<i>trans</i> 10, <i>cis</i> 12-CLA	0,9	<i>trans</i> 10, <i>cis</i> 12-CLA	0
eikozenowy	0,29	eikozenowy	0,07
eikozadienowy	0,17	eikozadienowy	0,25
arachidonowy	0,13	arachidonowy	0,3

Komórki wysiewano na 96 dołkową szalkę w ilości 5×10^3 /dołek. Po 24 godzinach od wysiania, pożywkę standardową wymieniano na pożywkę z odpowiednimi stężeniami badanych czynników i kontynuowano hodowlę przez kolejne 24 - 72 godzin. Po tym czasie usuwano pożywkę, komórki utrwalano metanolem i następnie barwiono 0,5 % roztworem fioleto krystalicznego. Nadmiar fioleto odpłukiwano 2-krotnie wodą destylowaną, komórki odbarwiano (0,069 M kwas octowy, 0,037M cytrynian sodu w 1:1 H₂O/metanol) i mierzono absorbancję przy długości fali 540 nm.

Wszystkie oznaczenia były wykonane w trzech powtórzeniach, w trzech niezależnych doświadczeniach. Wartości na wykresach przedstawiono jako średnie \pm SD. Istot-

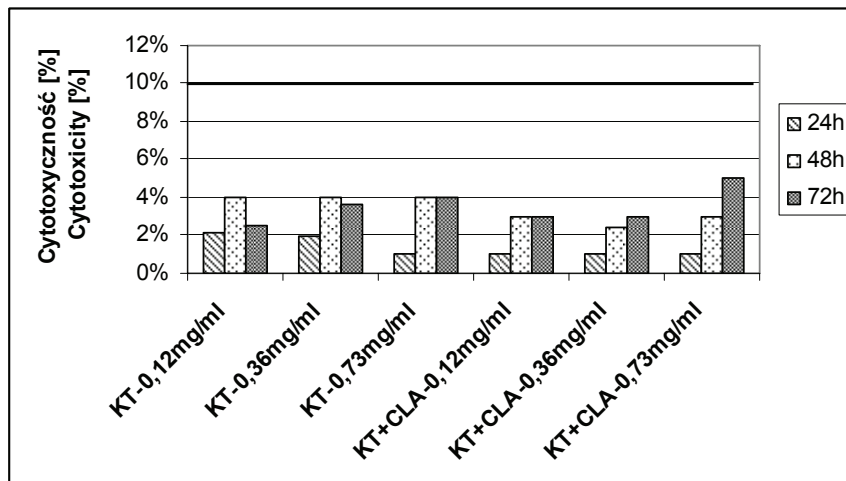
ność statystyczną sprawdzano testem U Manna-Whitneya. Różnice uznawano za znamienne statystycznie dla $P < 0,01$.

Wyniki i dyskusja

Badanie cytotoksyczności hydrolizatu lipidów żółtka jaja kurzego na komórki linii MCF-7, przeprowadzono przez oznaczenie aktywności enzymu dehydrogenazy mleczanowej (LDH) w medium komórkowym. Dezintegracja błony komórkowej wywołana procesem nekrozy w odpowiedzi na czynnik toksyczny, powoduje uwalnianie tego enzymu do medium komórkowego. Żaden z badanych czynników: kwas tłuszczowy (KT) i KT+CLA w zakresie stężeń 0,12 – 0,73 mg/ml i czasie 24 - 72 godziny, nie wywoływał statystycznie istotnego wzrostu aktywności LDH, a obliczone wartości cytotoksyczności nie przekraczały 10 % (Ryc.1). Wartość poniżej 10 % oznacza, iż działający czynnik nie wywiera cytotoksycznego efektu na badane komórki.

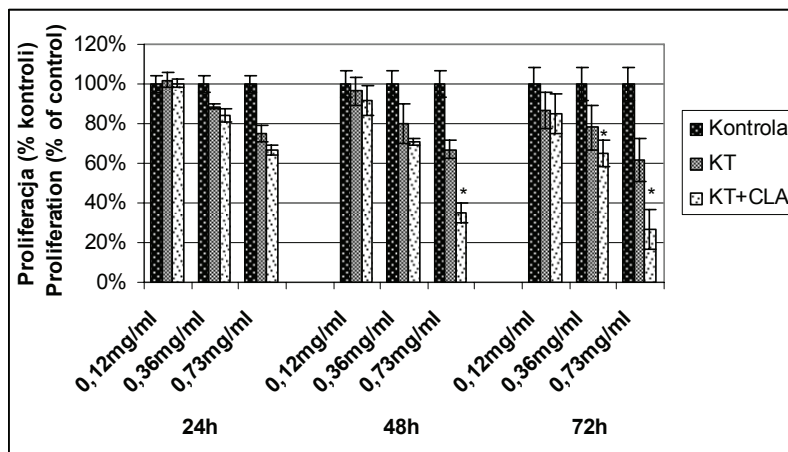
Zdolność komórek linii MCF-7 do proliferacji w obecności hydrolizatu lipidów żółtka jaja kurzego sprawdzano poprzez barwienie komórek fioletem krystalicznym po 24 - 72 godzinnej inkubacji komórek w pożywce zawierającej różne jego stężenia. Proliferacja komórek spada liniowo ze wzrostem stężenia hydrolizatu i czasu jego działania (Ryc. 2). Na uwagę zasługuje obserwacja znaczącego spadku proliferacji komórek pod wpływem hydrolizatu żółtka jaja modyfikowanego w izomery CLA. Zastosowanie hydrolizatu o stężeniu 0,73 mg/ml powodowało zmniejszenie proliferacji komórek ~70 % w przypadku dłuższych czasów inkubacji. Różnice w spadku proliferacji są istotne statystycznie nie tylko w stosunku do komórek nietraktowanych (kontrola), ale również w stosunku do hydrolizatu żółtka jaja nie wzbogaconego w izomery CLA. W porównaniu do tych ostatnich obserwowana różnica w spadku proliferacji wynosi ~30 %, szczególnie po dłuższym czasie inkubacji z komórkami MCF-7.

W ostatnich latach obserwuje się bardzo intensywne poszukiwania preparatów profilaktycznych o cechach nutraceutyków, czy suplementów diety celem zapobiegania czy zmniejszenia skutków chorób współczesnej cywilizacji. Zaliczamy do nich choroby sercowo-naczyniowe, choroby nowotworowe i otępienne mózgu oraz choroby wieku podeszłego [6, 7, 10]. Trend ten związany jest z podnoszeniem jakości życia oraz „walką” z chorobą poprzez jej zapobieganie. Spośród wielu naturalnych produktów, najdoskonalszym pod względem bioróżnorodności, wartości odżywczej i kosztów produkcji, jest bez wątpienia kurze jajo. Szczególnie interesującym wydaje się możliwość, naturalnego, poprzez odpowiednie żywienie kur niosek, wzbogacania żółtka jaja w prozdrowotne kwasy tłuszczowe w tym CLA. Modyfikacje mieszanek paszowych dla niosek doprowadziły do powstania w ten sposób jaj wzbogaconych w kwasy tłuszczowe omega-3 [14].



Rys. 1. Cytotoksyczny wpływ hydrolizatu lipidów żółtka jaja kurzego wzbogaconego (KT+CLA) w izomery CLA i nie wzbogaconego (KT) w izomery CLA na komórki linii MCF-7. Oznaczenie wykonano testem Cytotoxicity Detection (LDH) Kit i przedstawiono jako średnią z trzech niezależnych doświadczeń wykonanych w trzech powtórzeniach.

Fig. 1. Cytotoxic effect of lipids hydrolysate of egg yolk enriched with CLA isomers on the MCF-7 cells. The results were determined with the use Cytotoxicity Detection (LDH) Kit and given as means from three separate experiments conducted in three trials.



Rys. 2. Wpływ hydrolizatu lipidów żółtka jaja kurzego wzbogaconego (KT+CLA) w izomery CLA i nie wzbogaconego (KT) w izomery CLA na proliferację komórek MCF-7. Oznaczenia wykonano barwiąc komórki fioletem krystalicznym. Słupki przedstawiają średnie \pm SD z trzech niezależnych doświadczeń wykonanych w trzech powtórzeniach. * $p < 0,01$ vs KT w teście U Manna-Whitneya.

Fig. 2. Effect of lipids hydrolysate of egg yolk enriched with CLA isomers (KT + CLA) and unenriched with CLA isomers (KT) on proliferation of the MCF-7 cells. The proliferation was determined with the use crystal violet test. Bars represent means \pm SD from three separate experiments conducted in triplicate.

* $p < 0,01$ vs KT in the U Manna-Whitneya test.

Przeprowadzone przez nas badania wskazują na możliwość wzbogacania żółtka jaja w izomery CLA z zachowaniem typowych jego właściwości, jako produktu spożywczego [4].

Badania nad potencjalnym wpływem lipidów żółtka z wbudowanymi CLA na proliferację komórek MCF-7, zaowocowały korzystnym spadkiem proliferacji komórek raka piersi bez efektu cytotoxyczności. Uzyskane wyniki potwierdzają skuteczność zastosowania lipidów żółtka z wbudowanymi CLA i przemawiają za dalszymi badaniami nad możliwością stosowania jaja kurzego, jako nutraceutyku w profilaktyce chorób nowotworowych.

Wniosek

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że wzbogacenie lipidów żółtka jaja kurzego w izomery CLA efektuje większym wpływem na obniżenie proliferacji komórek nowotworowych piersi, a obraz ten nie jest wynikiem cytotoxyczności badanego czynnika.

Literatura

- [1] Chin S.F., Liu W., Storkson J.M. i wsp.: Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogenes. *J. Food Compost. Anal.* 1992; 5,185-197.
- [2] Chujo H., Yamasaki M., Nou S. i wsp.: Effect of conjugated linoleic acid isomers on growth factor-induced proliferation of human breast cancer cells. *Cancer Lett.* 2003, 202, 81-7.
- [3] Dhiman T.R., Nam S.H., Ure A.L.: Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2005, 45, 463-482.
- [4] Franczyk-Żarów M., Kostogryś R.B., Szymczyk B. i wsp.: Functional effects of eggs, naturally enriched with conjugated linoleic acid (CLA), on the blood lipid profile, development of atherosclerosis and composition of atherosclerotic plaque in apolipoprotein E and low density lipoprotein receptor double-knockout mice (apoE/LDLR $-/-$). *Brit J Nutr* 2008, 99, 49-58.
- [5] Gębczyński P., Jaworska G.: Żywność wzbogacona i nutraceutyki. PTTŻ, Kraków 2009, 76-89.
- [6] Gil G.P., Ramirez Diaz S.P., Ribera Casado J.M.: DEMENU group. Dementia and Nutrition. Intervention study in institutionalized patients with Alzheimer disease. *Nutr Health Aging.* 2007, 5, 304-308.
- [7] Green K.N., Martinez-Coria H., Khashwji H. i wsp.: Dietary docosahexaenoic acid and docosapentaenoic acid ameliorate amyloid-beta and tau pathology via a mechanism involving presenilin 1 levels. *J. Neurosci.* 2007, 16, 4385-4395.
- [8] Huang G., Zhong X., Cao Y. i wsp.: Antiproliferative effects of CLA on human colon adenocarcinoma cell line Caco-2. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2007, 16, 432-436.
- [9] Hubbard N.E., Lim D., Erickson K.L.: CLA alters Matrix Metalloproteinases of Metastatic Mouse Mammary Tumor Cells. *J.Nutr.* 2007, 137, 1423-1429.
- [10] Ołędzka R.: Nutraceutyki, żywność funkcjonalna-rola i bezpieczeństwo stosowania. *Bromat. Chem. Toxykol.* 2007, 1, 1-8.
- [11] Pariza M.W., Ashoor S.H., Chu F.S.: Effect of temperature and time on mutagen formation in pan-fried hamburger. *Cancer Lett.* 1979, 7, 63-69.
- [12] Perfield J.W., Delmonte P., Lock A.L. i wsp.: Trans-10, trans-12 conjugated linoleic acid does not affect milk fat yield but reduces delta 9-desaturase index in dairy cows. *J Dairy Sci.* 2006, 89, 2559-2566.

- [13] Pisulewski P.M., Achremowicz K., Kostogrys R.B. i wsp.: Biochemiczne mechanizmy prozdrowotnego oddziaływania wielonienasyconych kwasów tłuszczowych na stan zdrowia człowieka. *Post. Nauk Roln.* 2005, 6, 109-111.
- [14] Sim J.S., Sunwoo H.H.: Designer eggs: nutritional and functional significance. In *Eggs and Health Promotion*; Watson, R.R., Ed.: Iowa State Press: Ames, IA, pp 19-35.
- [15] Soel S.M., Choi O.S., Bang M.H. i wsp.: Influence of CLA isomers on the metastasis of colon cancer in vitro and in vivo. *J Nutr Biochem.* 2007, 18, 650-657.
- [16] Wronkowski Z., Chmielarczyk W., Zwierko M.: Rak piersi: Zagrożenie populacji polskiej. *Służba Zdrowia.* 2000, 26, 2917-2919

EFFECT OF LIPIDS ORIGINATING FROM EGG YOLK ENRICHED WITH CONJUGATED LINOLEIC ACID ISOMERS ON PROLIFERATION OF MAMMARY CANCER CELLS

Summary

Conjugated linoleic acid (CLA) is a collective term describing a mixture of positional and geometric isomers of linoleic acid with two conjugated double bonds. A considerable number of papers suggest anticarcinogenic properties of CLA, including their ability to suppress the growth of different cancer cell lines *in vitro*. The present research tendencies are focused on modification of CLA contents in numerous animal-derived food products, such as meat, eggs and butter. This is of a considerable practical significance, since functional food may be a preventive factor and aid treatment of many civilization diseases, including malignancies.

The objective of the study was the investigation of the effect of lipids originating from egg yolk enriched with CLA isomers: *cis9,trans11* and *trans10,cis12* on proliferation of MCF-7 (ATCC Collection) mammary cancer cells. Egg yolk was enriched with CLA isomers in a natural manner, through feeding laying hens with a mixture of CLA isomers: *cis9,trans11* and *trans10,cis12* (4).

The cells were incubated with lipids hydrolysate of egg yolk enriched with CLA isomers: *cis9,trans11* or *trans10,cis12*, within the range of 0.12, 0.36 and 0.73 mg/ml for 24-72 h. There were no toxic effects of the hydrolysate on the cells as indicated by the Cytotoxicity Detection Kit (Roche).

The results indicate that lipids of egg yolk with incorporated CLA isomers were more effective in inhibiting MCF-7 cell proliferation as compared to lipids originating from egg yolk without CLA enrichment.

Key words: conjugated linoleic acid (CLA), *cis9,trans11*-CLA, *trans10,cis12*-CLA, MCF-7, functional food, breast cancer, cell proliferation. ☒

ELEONORA LAMPART-SZCZAPA, PIOTR KONIECZNY,
IZABELA KOSSOWSKA, MAŁGORZATA NOGAŁA-KAŁUCKA,
RENATA ZAWIRSKA-WOJTASIAK, ANNA HOFFMANN

WŁAŚCIWOŚCI SENSORYCZNE A ZAWARTOŚĆ TANIN W FERMENTOWANYCH I EKSTRUDOWANYCH PREPARATÓW ŁUBINOWYCH

Streszczenie

Celem badań była ocena wpływu procesów fermentacji i ekstruzji na cechy sensoryczne uzyskanych preparatów łubinowych. Badaniom poddano preparaty uzyskane z nasion trzech gatunków łubinu (sześć odmian). Analizowano smak i zapach (metodą wielokrotnych porównań) oraz zawartość tanin (metodą wanilinową). Stwierdzono, że ekstrudowane próbki łubinowe, których cechy sensoryczne oceniono najwyżej, w porównaniu do pozostałych preparatów, zawierają najmniej tanin. Wyniki te sugerują pośredni wpływ poziomu tanin na cechy sensoryczne preparatów łubinowych.

Słowa kluczowe: nasiona łubinu, fermentacja mlekowa, ekstruzja, taniny

Wprowadzenie

Doskonałym przykładem możliwości przemysłowego wykorzystania roślin strączkowych są różnorodne, nie tylko spożywcze, zastosowania nasion soi. W większości takich produktów mógłby być także zastosowany łubin.

Dr hab. E. Lampart-Szczapa, prof. nadzw., dr Izabela Kossowska, prof. dr hab. M. Nogala-Kałucka, Mgr inż. A. Hoffmann, Katedra Biochemii i Analizy Żywności. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu ul. Mazowiecka 48, 60-623 Poznań; dr hab. P. Konieczny, prof. nadzw. Katedra Zarządzania Jakością Żywności. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul Mazowiecka 41, 60-623 Poznań; dr hab. R. Zawirska-Wojtasiak, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul Wojska Polskiego 31/33, 60-624 Poznań

Niestety, wynikającą ze składu chemicznego nasion, wysoką wartość żywieniową roślin strączkowych, w tym łubinu, ograniczają ich cechy sensoryczne. Charakterystyczny smak i zapach, określany jako „fasolowy” lub „grochowy”, determinując cechy sensoryczne łubinowych produktów może obniżać ich atrakcyjność konsumpcyjną.

Na jakość spożywczych produktów roślinnych mogą w istotny sposób wpływać polifenole. Ich prozdrowotne oddziaływanie na organizm człowieka wiąże się przede wszystkim z właściwościami przeciwutleniającymi, czyli ochroną organizmu przed szkodliwym działaniem nadtlenków i rodników inicjujących procesy oksydacyjne. Natomiast przeciwożywcze działanie polifenoli, głównie tanin, polega na zdolności tworzenia specyficznych wiązań z białkami i aminokwasami, węglowodanami oraz związkami mineralnymi, w wyniku czego powstają kompleksy nie trawione w przewodzie pokarmowym.

Taniny, jako związki o wysokiej aktywności sensorycznej, mogą korzystnie lub niepożądanie modyfikować zapach, smak i barwę produktów spożywczych. W trakcie przetwarzania, na skutek przemian chemicznych do związków bardziej aktywnych; mogą zmieniać smak żywności na gorzki, kwaśny lub cierpki. Charakterystyczna goryczka tanin w herbacie, piwie, winie i niektórych owocach jest cechą pożądaną. Natomiast w wysokobiałkowych produktach, na przykład uzyskanych z nasion roślin strączkowych, cierpkość i goryczka będąca rezultatem powstałych kompleksów białko-taniny, pogarsza właściwości sensoryczne.

Dla polepszenia przydatności spożywczej łubinu jego nasiona poddaliśmy procesom fermentacji mlekowej i ekstruzji stosując jako podstawowe kryterium oceny skuteczności zastosowanych zabiegów analizę cech sensorycznych produktów. Wpływ tych procesów na jakościowe i ilościowe zmiany odżywczych i nieodżywczych składników obecnych w fermentowanych i ekstrudowanych preparatach łubinowych opisano w innych publikacjach [6, 7, 8, 9, 10, 14]. W tej pracy oceniono cechy sensoryczne preparatów łubinowych oraz zmiany poziomu zawartych w nich tanin.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiły preparaty łubinowe uzyskane z nasion łubinu odmian; Boros i Butan (*Lupinus albus*), Juno i Parys (*Lupinus luteus*), Baron i Cesar (*Lupinus angustifolius*) pochodzących ze zbiorów w Zakładzie Doświadczalnego Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Przebędowie w 2001 r.

Nasiona rozdrobniono w warunkach laboratoryjnych na śrutę o wielkości cząstek max. 1,25 mm z wykorzystaniem rozdrabniacza udarowego Rekord. Próby poddawano albo fermentacji albo ekstruzji, a ponadto ekstruzji poddano także próby uprzednio fermentowane.

Proces fermentacji mlekowej prowadzono przy udziale kombinacji szczepów bakterii: *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* i *Lactobacillus brevis* w warunkach traktowanych jako optymalne dla ich rozwoju. Inokulum stanowiło 10% masy próby. Fermentację prowadzono w szczelnie zamkniętych naczyniach umieszczonych w cieplarni w temp. 30°C, wilgotności surowca 60% do czasu osiągnięcia pH 4-4.2 (20 – 22 h).

Proces ekstruzji przeprowadzono w ekstruderze dwuślimakowym typ ZSK 25 P8.2 E (KruppWerner & Pfeleiderer GmbH). Wilgotność surowca wynosiła 35%, a temperatury w poszczególnych sekcjach ekstrudera 95/120/140/130 °C.

Analiza sensoryczna obejmowała ocenę smaku i zapachu badanych preparatów. Stosowano metodę wielokrotnych porównań [1, 11]. Metoda zakłada porównanie badanych prób, włączając zakodowany standard, z próbą standardową (kontrolną). Wielkość różnicy pomiędzy próbkami badanymi i próbką standardową wyraża się w skali 9-cio stopniowej z pięcioma słownymi określeniami: brak różnicy, słaba, umiarkowana, duża i bardzo duża. Skala 9-cio stopniowa umożliwia oceny połówkowe. Metoda pozwala na stwierdzenie różnicy pomiędzy analizowanymi próbkami jak i wskazanie kierunku zmian – pożądane lub nie pożądane – na bazie interpretacji statystycznej.

W pracy testowano 6 różnych odmian łubinu. W każdym teście 3 preparaty zmodyfikowanego łubinu porównywano ze standardem (tj. próbą łubinu nie modyfikowanego) pod względem smaku i zapachu.

Zawartość tanin oznaczano metodą wanilinową wg zmodyfikowanej metodyki Swain i Hillis [15]. Badane próby trzykrotnie wytrząsano z 70% acetonem (w stosunku 1: 5) przez 60 minut (w łaźni wodnej), następnie połączone supernatanty odwirowywano (10 min, 10 tys. obr./min) i odparowywano aceton (pod próżnią). Pozostałość rozpuszczono w wodzie wzorcowej wyznaczonej dla katechiny. Wyniki podano w mg/100g s.m. bidestylowanej do objętości 5ml. Z otrzymanych ekstraktów pobierano 2 ml, rozcieńczano 20 ml wody destylowanej, następnie dodawano 4ml roztworu waniliny w 70% H₂SO₄, schładzano w lodzie i inkubowano w temperaturze 20°C przez 15 min w zacienionym miejscu. Wartości absorbancji mierzono przy długości fali $\lambda = 500$ nm za pomocą spektrofotometru Metertek SP-870. Zawartość tanin obliczono na podstawie krzywej.

Wyniki i dyskusja

Z 20 osób zaproszonych do panelu sensorycznego 11 okazało się nie zdolnych do wykrycia różnic na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, toteż zgodnie z procedurą wyłączono je z dalszych badań. Na podstawie danych uzyskanych od 9 oceniających dla 4 obiektów (3 próby i próba kontrolna), przy wykorzystaniu tablic statystycznych (wartości $t_{T\infty}$ dla klasyfikacji pojedynczej w teście Tukey'a) stwierdzono statystycznie istotną różnicę pomiędzy badanymi obiektami na poziomie 1% w każdym eksperymencie.

Następnie sprawdzano różnice pomiędzy dwoma obiektami i stwierdzono, że była ona statystycznie istotna na poziomie 1% - zawsze w przypadku niemodyfikowanych i ekstrudowanych preparatów. W konsekwencji ustalono liczbę odrzuconych (nie pożądanых próbek) dla każdego obiektu w każdym eksperymencie. Dla 27 indywidualnych not (9 oceniających i 3 powtórzenia) minimalny procent ocen (próbek) niepożądanych odczytany z tablic statystycznych wynosi 23,5 % (tab. 1).

Podsumowując, statystycznie istotne różnice stwierdzone zostały pomiędzy preparatami łubinu modyfikowanego i niemodyfikowanego we wszystkich eksperymentach. Spośród ocenianych prób łubinu tylko 4 były odrzucone jako niepożądane. Największy procent ocen niepożądanych odnosił się do preparatów niemodyfikowanych; w dwóch przypadkach wartość ta przekraczała minimalny procent upoważniający do odrzucenia wariantu.

Spośród technologicznie modyfikowanych prób pogorszenie walorów sensorycznych (smaku) obserwowano tylko dla dwóch prób odmiany *Boros L. albus* – po fermentacji i po ekstruzji fermentowanych prób.

Okazało się, że zastosowane procesy znacznie skuteczniej polepszały zapach łubinu niż jego smak. Relatywnie największe, korzystne zmiany stwierdzono w próbkach odmian wąskolistnych, ocenianych przed przetworzeniem najgorzej. Żaden z preparatów, które uzyskano po zastosowaniu procesu ekstruzji (wyłącznie), nie uzyskał jednostkowej oceny o niskiej pożądalności, co oznacza, że ich walory sensoryczne oceniono najwyżej.

Lotne związki zapachowe tworzą się na drodze metabolicznej, mikrobiologicznej, chemicznej lub termicznej. W przypadku produktów ekstrudowanych głównym czynnikiem jest temperatura. Ekstrudowane surowce, w tym łubin, zawierają cukry, białka i tłuszcze, które wchodząc w reakcje między sobą stanowią prekursorów związków powstających na drodze termicznej w trzech podstawowych reakcjach: Maillarda, karmelizacji oraz zmian oksydacyjnych [13, 16].

Uważa się jednak, że ekstrudaty są produktami o niewielkich walorach smakowo-zapachowych. Wiąże się to ze stratami aromatu w czasie ekspandowania oraz zbyt krótkim czasem przebywania w ekstruderze, by mogły zajść reakcje, których wynikiem jest charakterystyczny zapach. Możliwe jest, że w czasie ekstrudowania łubinu lotne substancje o niekorzystnym zapachu połączyły się z innymi składnikami surowca tworząc związki mniej wyczuwalne lub też nastąpiło ich usunięcie poprzez odparowanie w czasie poekstruzyjnego suszenia [3, 4]. Wysoka ocena cech sensorycznych preparatów łubinowych po ekstruzji świadczy o tym, że wybór tej metody dla polepszenia właściwości sensorycznych łubinu był właściwy.

W wyniku fermentacji również nastąpiło polepszenie cech sensorycznych łubinu, jednak stwierdzone zmiany nie były tak znaczące jak po ekstruzji i dotyczyły głównie zapachu. Uzyskane rezultaty są prawdopodobnie głównie następstwem tworzenia się

w trakcie procesu fermentacji szeregu związków chemicznych jak na przykład diacetyl, kwas mlekowy, aldehydy i ketony; które wpłynęły na polepszenie walorów sensorycznych łubinu [4, 12].

Zastosowany zabieg technologiczny polegający na ekstruzji preparatów wcześniej fermentowanych potwierdził skuteczność procesów hydrotermicznych w modyfikowaniu cech sensorycznych łubinu. Generalnie próbki przetwarzane w ten sposób były lepiej oceniane niż te poddane wyłącznie fermentacji.

Taniny powstające pod koniec dojrzewania roślin, głównie w okrywach, są ich naturalną ochroną przed chorobami oraz szkodnikami. Zaliczane są, jak inne związki fenolowe do składników funkcjonalnych żywności, gdyż jak dowiedziono, ich korzystne oddziaływanie dotyczy także organizmu człowieka. Podczas przetwarzania żywności właściwości polifenoli, tak jak i innych składników, ulegać mogą modyfikacjom.

Charakter zmian stwierdzonych w naszych badaniach, wiąże się głównie z zastosowaną technologią przetwarzania łubinu, ale różnice wynikające z cech gatunkowych są również istotne (rys. 1).

Zawartość tanin w próbkach fermentowanych dwukrotnie przewyższała ich koncentrację przed przetwarzaniem i najbardziej wzrosła w obu odmianach białych; Boros i Butan. Wyniki te potwierdzają rezultaty uzyskane w podobnych badaniach nad nasionami roślin strączkowych (groch, fasola) przez innych badaczy [2, 5]. Zdaniem Barampama i Simarda [2] stwierdzony wzrost zawartości tanin spowodowany może być hydrolityczną aktywnością enzymów wyprodukowanych przez bakterie kwasu mlekowego, w wyniku której zostały one uwolnione z kompleksów z białkami.

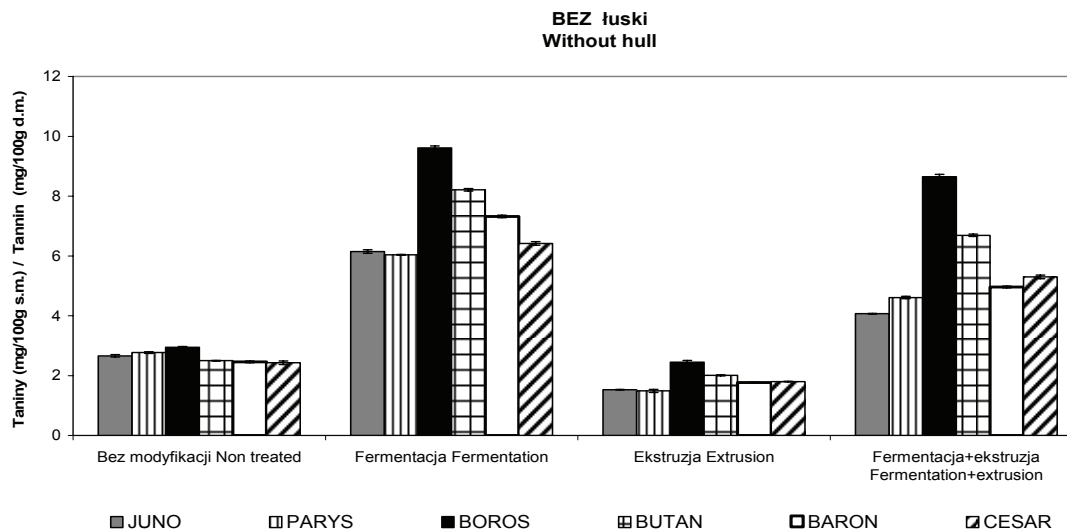
Wartości wyższe niż minimalny udział (23,5%) spośród 27 indywidualnych ocen dla prób upoważnia do ich odrzucenia jako niepożądane

Procesy hydrotermiczne, inaczej niż fermentacja, były przyczyną obniżenia zawartości tanin we wszystkich próbkach badanych odmian łubinu (od 17% do 60%). Spadek zawartości miał miejsce niezależnie od tego czy ekstrudowano preparaty niemodyfikowane czy te po wcześniejszej fermentacji, jednak w próbkach dwukrotnie przetwarzanych poziom tanin był wyższy niż przed modyfikacją i po ekstruzji a największe różnice wykazywały próbki łubinu białego Boros.

Tabela 1

Porównanie ocen sensorycznych badanych preparatów łubinowych metodą wielokrotnych porównań (wyrażono jako procentowy udział ocen prób o niskiej pożądalności)
Sensory multiple comparison of examined lupin preparations (expressed as percentage of not desired samples)

Próbka Sample	Cechy sensoryczne Sensory attributes							
	Zapach Aroma		Smak Taste		Zapach Aroma		Smak Taste	
	Z łuską With hull	Bez Łuski Without hull	Z łuską With hull	Bez Łuski Without hull	Z łuską With hull	Bez Łuski Without hull	Z łuską With hull	Bez Łuski Without hull
<i>LUPINUS LUTEUS</i>								
	cv. Juno				cv. Parys			
Nie przetwarzane Non treated	22.2	22.2	29.6*	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2
Fermentacja Fermentation	7.4	7.4	22.2	18.5	11.1	14.8	14.8	22.2
Ekstruzja Extrusion	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fermentacja + ekstruzja Fermentation+extrusion	7.4	7.4	4.8	11.1	0.0	0.0	11.1	7.4
<i>LUPINUS ALBUS</i>								
	cv. Boros				cv. Butan			
Nie przetwarzane Non treated	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2
Fermentacja Fermentation	22.2	11.1	29.6	18.5	7.4	11.1	18.5	18.5
Ekstruzja Extrusion	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fermentacja + ekstruzja Fermentation+extrusion	18.5	3.7	29.6	22.2	3.7	3.7	7.4	11.1
<i>LUPINUS ANGUSTIFOLIUS</i>								
	cv. Baron				cv. Cesar			
Nie przetwarzane Non treated	29.6	29.6	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	29.6
Fermentacja Fermentation	11.1	7.4	18.5	18.5	7.4	7.4	22.2	11.1
Ekstruzja Extrusion	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fermentacja + ekstruzja Fermentation+extrusion	3.7	7.4	11.1	7.4	7.4	7.4	11.1	11.1



Rys. 1. Wpływ zastosowanych procesów technologicznych na zawartość tanin w preparatach łubinu (mg/100 g s.m.).

Fig. 1. The effect of applied technological processes on tannin contents in lupin preparations (mg/100 g d.m.).

Wnioski

1. Na cechy organoleptyczne łubinu najkorzystniej wpłynęły zmiany wywołane przez procesy hydrotermiczne w trakcie zastosowanego procesu ekstruzji.
2. Ekstrudowane preparaty łubinowe najwyższej oceniane pod względem smaku i zapachu charakteryzowały się mniejszą zawartością tanin.
3. Uzyskane wyniki sugerują występowanie zależności między cechami sensorycznymi badanych preparatów łubinowych a ilością zawartych w nich tanin.

Literatura


- [1] Barylko-Pikielna N.: Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT, Warszawa 1975.
- [2] Barampama Z., Simard R.E.: Oligosaccharides, antinutritional factors, and protein digestibility of dry beans as affected by processing., J. Food Sci., 1994, 9(4):833-838.
- [3] Camire M.E., Belbez E.O. Flavor formation during extrusion cooking. Cereal Foods World, 1996, 41, 734-736.
- [4] Grabowska J.: Substancje zapachowe.W: Chemia żywności, Sikorski Z. E, WNT, Warszawa 2002, 427-456.
- [5] Ibrahim S.S., Habiba R.A., Shatta A.A., Embaby H.E: Effect of soaking, germination, cooking and fermentation on antinutritional factors in cowpeas. Nahrung Food, 2002, 46 (2): 92-96.

- [6] Kossowska I., Lampart-Szczapa E., Nogala-Kałużka M., Hoffman A., Malinowska M.: Wpływ fermentacji mlekowej i ekstruzji, na jakość białka preparatów otrzymanych z nasion łubinu. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 2006, XXXIX, supl. 163-168.
- [7] Lampart-Szczapa E., Konieczny P., Nogala-Kałużka M., Walczak S., Kossowska I., Malinowska M.: Some functional properties of lupin proteins modified by lactic fermentation and extrusion. *Food Chemistry* 2006, 96, 290-296.
- [8] Nogala-Kałużka M., Lampart-Szczapa E., Janczak Rafał, Malinowska M., Kossowska I.L.: Zmiany jakościowe i ilościowe tokochromanoli w preparatach łubinowych uzyskiwanych na drodze modyfikacji technologicznych. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rolnicz.*, 2003, zeszyt 495, 375-382.
- [9] Lampart-Szczapa E., Nogala-Kałużka M., Trojanowska K., Miśkiewicz M., Czaczyk K., Kossowska I., Obuchowski W., Malinowska M., Kiryluk J., Hoffman A.: Wpływ procesów technologicznych na profil oligosacharydów w preparatach nasion łubinu. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rolnicz.*, 2003, zeszyt 495, 359-366.
- [10] Lampart-Szczapa E., Krejpcio Z., Nogala-Kałużka M., Grzegorzczak A., Białous K., Wójciak R.W.: Wpływ procesów fermentacyjnych i hydrotermicznych na zawartość składników mineralnych w preparatach uzyskanych z nasion łubinu. *Żyw. Człow. i Metab.*, 2005, XXXII, supl. 1 cz. II, 847-852.
- [11] Land D. G., Shepherd R.: Scaling and ranking methods. In: *Sensory Analysis of Food*. 1988. Ed. by J.R. Piggott. Elsevier Applied Science, New York. P.187-266.
- [12] Leroy, F., Vuyst, L. D.: Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Sci. Technol.* 2004, 15 (2), 67-78.
- [13] Maga J.A.: Flavour formation and retention during extrusion. In: *Extrusion cooking*. 1989. Mercier C., Linko P., Harper 387-398, JAACC.
- [14] Suliborska J., Krejpcio Z., Lampart-Szczapa E., Wójciak R.W.: Wpływ rodzaju śruty oraz zabiegów technologicznych na stopień uwolnienia żelaza miedzi i cynku z nasion łubinu odmiany JUNO. *Żyw. Człow. i Metab.* 2007, XXXIV, 3/4, 1269-1273.
- [15] Swain T., Hillis W.E.: The phenolic constituents of *Prunus domestica* 1. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, 1959, 10, 63-68.
- [16] Yaylayan V.A., Fichtali J., Van der Voort F.R.: Production of Maillard reaction flavour precursors by extrusion processing. *Food Research International*, 1992, 25, 175-180.

SENSORY ATTRIBUTES IN RELATION TO TANNIN CONTENT IN FERMENTED AND EXTRUDED LUPIN PREPARATIONS

Summary

The aim of the study was to assess the effect of fermentation and extrusion processes on sensory attributes of lupin preparations. Analyses were conducted on preparations produced from seeds of three species (six cultivars). Taste and aroma were evaluated (by multiple comparisons) and tannin contents were determined (by the vanillin method). It was found that extruded lupin samples, which sensory attributes received the highest scores, in comparison to the other preparations contained the lowest amounts of tannins. These results suggest an indirect effect of tannin levels on sensory attributes of lupin preparations.

Key words: lupin seeds, lactic acid fermentation, extrusion, tannins 

MAŁGORZATA NOGAŁA-KAŁUCKA, ELEONORA LAMPART-SZCZAPA,
INGA KRZYŻOSTANIAK, ALEKSANDER SIGER

NATYWNE ANTYOKSYDACYJNE BIOKOMPONENTY PREPARATÓW ŁUBINOWYCH

Streszczenie

W pracy określono wpływ procesów fermentacji i ekstruzji na zawartość tokoferoli i aktywność antyoksydacyjną nasion łubinu. Do analizy jakościowej i ilościowej homologów tokoferoli wykorzystano technikę HPLC, natomiast aktywność antyoksydacyjną określono na podstawie ilości wygaszonych rodników DPPH^{*}. W badanych preparatach łubinowych wykazano obecność alfa-, gamma-, delta-tokoferolu. Najwyższą zawartością tokoferoli oraz aktywnością antyoksydacyjną charakteryzowały się odmiany łubinu białego. Pod wpływem dokonanych modyfikacji zawartość tokoferoli a także aktywność antyoksydacyjna zmniejszyła się. Największą redukcję tokoferoli uzyskano pod wpływem ekstruzji preparatów fermentowanych.

Słowa kluczowe: preparaty łubinowe, fermentacja mlekowa, ekstruzja, tokoferole, aktywność przeciwutleniająca

Wprowadzenie

Spożywanie żywności jak najmniej przetworzonej z przewagą produktów roślinnych to najczęstsze zalecenia dietetyków w profilaktyce wielu chorób, w tym głównie cywilizacyjnych. Nasza dieta powinna być różnorodna i składać się z wielu cennych związków, ważnych z uwagi na ich aktywność biologiczną w odniesieniu do naszego organizmu. Do takich zaliczamy tokochromanole (α -, β -, γ -, δ -T), których obecność w pożywieniu jest bardzo istotna nie tylko ze względu na pełnienie funkcji witaminy E u ludzi i zwierząt, ale przede wszystkim są zaliczane do najefektywniejszych naturalnych przeciwutleniaczy [1]. Natywne antyoksydanty nabierają coraz większego znaczenia z uwagi na udowodnioną rolę jaką wykazują w ochronie przed atakami wolnych rodników w przemianach metabolicznych a szczególnie ich działanie jest związane

Prof. dr hab. M. Nogala-Kalucka, dr hab. E. Llampart-Szczapa, prof. nadzw., mgr inż. I. Krzyżostaniak, dr inż. A. Siger, Katedra Biochemii i Analizy Żywności, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 60-623, ul. Mazowiecka 48.

z inhibicją oksydacji lipidów ustrojowych i tłuszczów pożywienia [2]. Zasadniczą rolę alfa-T jako przeciwutleniacza jest wygaszanie lipidowych rodników nadtlennokowych w reakcji utleniania lipidów [3]. Według Wijtmans i in. [4] alfa-T jest najsilniejszym znanym przeciwutleniaczem rozpuszczalnym w tłuszczach. Alfa-T oddziałuje na płynność błony podobnie jak cholesterol i może wpływać na jej przepuszczalność w stosunku do małych jonów i cząsteczek [5] oraz wpływa hamująco na kinazę białkową oraz proliferację komórek [6]. Głównymi naturalnymi źródłami tokochromanoli są rośliny wyższe. Występują one w korzeniach, łodygach, liściach i kwiatach, a w efekcie ich dojrzewania w nasionach oraz owocach, które trafiają do naszej diety [2]. Głównie występuje homolog α -T, który chroni aparat fotosyntetyzujący przed reaktywnymi formami tlenu i wolnymi rodnikami. W nasionach (tkankach nefotosyntetyzujących) w przeważającej ilości obecny jest γ -T, który pełni rolę antyoksydanta w stosunku do polienowych kwasów tłuszczowych [6, 7]. Przeciwutleniająca aktywność homologicznych tokoferoli *in vivo* kształtuje się w następującej kolejności α -T > β -T > γ -T > δ -T, natomiast ich aktywność *in vitro* w odwrotnej δ -T < γ -T < β -T < α -T [8 - 10]. Urozmaicenie diety związane jest z odpowiednimi proporcjami białka, tłuszczów i cukrów, a także różnorodnością poszczególnych składników żywności będących ich biologicznymi nośnikami. W odpowiednio zestawionej diecie powinny znaleźć się produkty pochodzenia zwierzęcego i roślinnego. Od wielu dziesięcioleci trwają badania nad białkami roślin strączkowych, głównie soi. Oprócz tradycyjnego zastosowania soja i preparaty z nasion soi mają niezmiernie szeroki obszar zastosowania w przemyśle paszowym oraz spożywczym [11, 12]. Jednakże nasiona soi mają szczególne wymagania klimatyczne, co stanowi poważne ograniczenie w uprawiane tej rośliny. Łubin jako roślina strączkowa również jest dobrym źródłem białka roślinnego i z powodzeniem może być uprawiana w strefie klimatu umiarkowanego, oraz na słabych glebach, które dla soi są nieodpowiednie. Dodatkowym atutem za uprawą łubinu jest fakt, iż łubin wzbogaca ziemię w azot, przez co jest polecany w płodozmianie, powodując większe zbiory kolejnych roślin uprawnych [13]. Wiele badań żywieniowych dotyczących zastosowania łubinu w żywieniu zarówno zwierząt jak i ludzi, wykazało, że może on konkurować z nasionami soi [13 - 16]. Łubin zawiera ok. 44% białka oraz 13% tłuszczu i wiele składników zaliczanych do biologicznie aktywnych, w tym wspomniane wyżej antyoksydanty lipofilne (tokochromanole), a także hydrofilne (związki fenolowe). Żywieniowo łubin przewyższa nasiona soi niską zawartością inhibitorów trypsyny, tanin, fitynianów oraz saponin [17 - 19].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu przeprowadzonych modyfikacji technologicznych w nasionach łubinu na poziom tokoferoli w uzyskanych preparatach. Dodatkowym aspektem była ocena preparatów łubinowych pod kątem ich efektywności antyoksydacyjnej, z uwagi na możliwość wzbogacania nimi produktów spożywczych np. makaronów i innych przetworów zbożowych.

Material i metody badań

Materiał do badań stanowiły rozdrobnione w warunkach laboratoryjnych nasiona łubinu następujących odmian: Juno, Parys (*Lupinus luteus*), Butan, Boros (*Lupinus albus*) oraz Baron i Cezar (*Lupinus angustiolius*) pochodzących z Zakładu Doświadczalnego Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Przebędowie k. Poznania. Surowiec ten poddano fermentacji, ekstruzji oraz obu procesom łącznie. Do przeprowadzenia ekstruzji wykorzystano ekstruder dwuślimakowy typ 211 P 82 M. Zastosowano parametry określone jako optymalne: wilgotność 35%, temperatury 95/120/140/130 °C. Rozdrobnione nasiona wraz z okrywą poddano fermentacji mlekowej z użyciem kombinacji szczepów bakterii *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* i *Lactobacillus brevis*. Inokulum stanowiło 10% masy surowca. Proces prowadzono w temperaturze 30°C, wilgotności 60% przez 20-22 godz., do osiągnięcia pH 4,0 - 4,2.

Oznaczenia tokochromanoli w badanych próbach łubinu

Do jakościowego i ilościowego oznaczenia homologicznych tokoferoli stosowano HPLC (Waters 600). Aparat był wyposażony w kolumnę Lichrosorb Si 60. Próby rozdzielano w układzie *n*-heksan/1,4 dioksan (97:3 v/v) o szybkości przepływu 1,5 ml/min. Stosowano detektor fluorometryczny przy wzbudzeniu $\lambda=290$ nm i emisji $\lambda=330$ nm oraz komputerowy system sterowania Waters Millennium. Identyfikację jakościową prowadzono w odniesieniu do standardów tokoferoli, a ilościowo oznaczano w stosunku do krzywych kalibracyjnych wykonanych dla standardów.

Oznaczenie aktywności przeciwutleniającej z DPPH

Aktywność przeciwutleniającą w preparatach oznaczono na podstawie zdolności wygaszania rodników DPPH^{*} (Sigma) wykorzystując metodę Espina i in. [20]. Pomiarzy spektrofotometryczne przeprowadzono po 10 i 30 min od dodania reagenta przy $\lambda=520$ nm. Wyniki oznaczenia zdolności wygaszania wolnych rodników DPPH^{*} podano w %.

Analiza statystyczna

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

Wyniki i dyskusja

Sumaryczna zawartość tokoferoli w nasionach łubinu kształtowała się na poziomie od 1,9 (Parys po ekstruzji) do 16,7 mg 100g⁻¹ s.m. (Boros bez modyfikacji) (tab.1). Najwyższą zawartością tokoferoli charakteryzowały się odmiany białego łubinu, następnie żółtego i wąskolistnego.

Tabela 1

Zawartość homologów tokoferolu w próbach łubinu (mg x 100 g⁻¹ s.m.)
The contents of tocopherols in lupin samples (mg x 100 g⁻¹ dm)

Tokoferol Tocopherol	Modyfikacje/modifications			
	Bez modyfikacji Non-modified	Fermentacja Fermentation	Ekstruzja Extrusion	Fermentacja + ekstruzja Fermentation+extrusion
<i>Lupinus albus</i>				
Boros				
Alpha	0,17 ± 0,00 a c	1,18±0,13 b e	-	-
Gamma	15,45 ± 0,26 d f	3,87±0,22 b c	7,53±0,10 c e	2,75±0,10 a b
Delta	0,65 ± 0,054 c c	0,24±0,02 a b	0,40±0,02 b b	0,25±0,01 a c
Total	16,73 ± 0,24 d f	5,29±0,36 b d	7,93±0,06 c e	3,01±0,11 a a
ET*	1,73	1,57	0,77	0,28
Butan				
Alpha	0,15±0,00 a b	0,16±0,00 ab b	0,19±0,01 b b	-
Gamma	14,04±0,58 d e	8,85±0,10 b f	10,27±0,10 c f	2,60±0,01 a ab
Delta	0,32±0,010 b b	0,58±0,02 c c	0,71±0,02 d c	0,16±0,00 ab b
Total	14,52±0,59 d e	9,60±0,08 b f	11,18±0,14 c f	2,76±0,01 a ac
ET*	1,56	1,06	1,24	0,26
<i>Lupinus angustifolius</i>				
Baron				
Alpha	0,25±0,01 a e	0,34±0,03 b d	0,51±0,05 d c	0,48±0,11 d c
Gamma	7,28±0,30 d b	3,12±5,153 b b	5,15±0,05 c c	2,52±0,19 a a
Delta	-	-	-	-
Total	7,53±0,31 d b	3,46±0,21 b b	5,66±0,00 c d	3,01±0,30 a a
ET*	0,97	0,65	1,03	0,73
Cezar				
Alpha	0,27±0,02 b f	0,29±0,02 c c	0,19±0,03 a b	-
Gamma	6,39±0,15 d a	1,68±0,03 a a	3,08±0,06 c b	1,99±0,20 b c
Delta	0,21±0,02 b ab	-	0,32±0,00 c b	0,03±0,00 a a
Total	6,88±0,13 c a	1,98±0,01 a a	3,60±0,04 b b	2,01±0,20 a d
ET*	0,92	0,46	0,51	0,20
<i>Lupinus luteus</i>				
Juno				
Alpha	0,22±0,02 b d	0,003±0,00 a a	-	-
Gamma	10,86±0,29 d d	7,88±0,17 c e	5,33±0,02 b d	2,59±0,05 a ab
Delta	0,13±0,01 b a	-	0,07±0,00 a a	-
Total	11,22±0,29 d d	7,88±0,17 c e	5,40±0,02 b c	2,59±0,05 a bc
ET*	1,31	0,79	0,53	0,25
Parys				
Alpha	0,13±0,01 b a	-	0,02±0,00 a a	0,31±0,01 c a
Gamma	8,85±0,47 c c	4,33±0,06 b d	1,81±0,05 a a	1,80±0,01 a c
Delta	0,30±0,02 c b	0,05±0,01 a a	0,05±0,00 a a	0,26±0,01 b c
Total	9,28±0,49 d c	4,43±0,07 c c	1,89±0,05 a a	2,37±0,03 b b
ET*	1,03	0,43	0,22	0,49

*ET= 1mg α-T + 0,5β-T + 0,1γ-T + 0,03δ-T + 0,5α-T3 + 0,05β-T3 [9]

Średnie oznaczone różnymi transkrypcjami literowymi w pierwszej kolumnie różnią się w sposób statystycznie istotnie na poziomie α=0,05 pomiędzy modyfikacjami technologicznymi.

Średnie oznaczone różnymi transkrypcjami literowymi w drugiej kolumnie różnią się w sposób statystycznie istotnie na poziomie α=0,05 pomiędzy odmianami łubinu.

The average value marked with different superscript letters in first column are significantly different at $\alpha=0,05$ between technological modifications.

The average value marked with different superscript letters in second column are significantly different at $\alpha=0,05$ between lupin varieties.

W badanych próbach zidentyfikowano trzy homologii α -T, γ -T, δ -T, przy czym dominującą formą był γ -T, zarówno przed, jak i po modyfikacjach. Nie wykazano obecności β -T, który rzadko występuje w naturze [21]. Największe ilości δ -T stwierdzono w łubinach białych; nie stwierdzono natomiast jego obecności w łubinie wąskolistnym Baron.

Uzyskane wyniki są zgodne z badaniami innych autorów, które wskazują na występowanie głównie γ -T oraz mniejszych ilości α -T, δ -T w łubinie [22-24]. Yoshida i in. [25] stwierdził, że w nasionach soi dominującymi homologami są γ -T i δ -T, jednakże poza tymi formami występowały również małe ilości α -T i β -T.

Prezentowane badania wykazały, że α -T, homolog o najwyższej aktywności biologicznej [2] w największej ilości wystąpił w łubinach wąskolistnych. Spośród badanych odmian najwyższymi wartościami ekwiwalentu α -T (ET) wyróżniły się próby łubinu białego bez modyfikacji, natomiast najniższymi łubiny wąskolistne.

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że modyfikacje technologiczne przyczyniły się do zmniejszenia zawartości tokoferoli, zwłaszcza w próbach ekstrudowanych po przeprowadzeniu fermentacji mlekowej. Badania wykazały, że najbardziej obniżyła się suma tokoferoli w łubinach białych ekstrudowanych po fermentacji (81-81,5%), następnie w łubinach żółtych. Najmniejsze straty wykazały łubiny wąskolistne; zmiany w sumarycznej zawartości tokoferoli wynosiły od 60-70%. Te zmiany najprawdopodobniej są efektem działania kilku czynników takich jak wilgotność, ciśnienie, temperatura, które wpłynęły destrukcyjnie na tokoferole podczas procesów technologicznych. Doniesienia literaturowe wskazują na straty tokoferoli podczas ekstruzji w wielkości od 7 do 86% [26], a w badaniach Zielińskiego i in. [27] najmniej odporny na procesy hydrotermiczne okazał się α -T, inne homologii były bardziej stabilne, lecz ich stopień degradacji przekraczał 50%.

Mniejszy wpływ na ubytek tokoferoli wykazała fermentacja mlekowa. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że w próbach fermentowanych łubinów białych i wąskolistnych nastąpił wzrost formy α -T, przy czym w przypadku odmiany Boros był najwyższy, przy jednoczesnym obniżeniu pozostałych homologów. Według danych literaturowych zmiany zawartości poszczególnych homologów zależą m.in. od rodzaju fermentacji. Naturalna fermentacja nasion łubinu prowadzi do zwiększenia zawartości α -T i obniżenia form γ -T i δ -T, jednak w wyniku fermentacji prowadzonej z *Lactobacillus plantarum* zawartość wszystkich homologów tokoferoli w łubinie malała [22, 28].

Wyniki przeprowadzonych badań nad potencjałem antyoksydacyjnym zestawiono w tabeli 2. Wszystkie badane próby wykazały aktywność antyoksydacyjną. Naj-

wyższą efektywnością przeciwutleniającą wyróżniła się odmiana Boros łubinu białego, która przed modyfikacją zmiatała ponad 60% rodników DPPH'.

Tabela 2

Aktywność przeciwutleniająca preparatów łubinowych (% wygaszonych rodników DPPH')
The antioxidative lupin properties of lupin preparations (% DPPH')

Parameter	Modyfikacje/Modifications				
		Bez modyfikacji Non-modified	Fermentacja Fermentation	Ekstruzja Extrusion	Fermentacja + ekstruzja Fermentation+extrusion
<i>Lupinus albus</i>					
Boros					
DPPH' (%)	10 min	44,51±4,34 c d	18,96±1,45 a a	28,03±0,43 b a	18,25±0,82 a de
Trolox (µg)	30 min	61,79±3,14 c d	27,99±0,64 a a	37,5±0,49 b b	26,54±0,59 a de
	30 min	20,34	9,18	12,34	8,74
Butan					
DPPH' (%)	10 min	33,60±2,15 a c	32,56±1,09 a b	25,93±1,14 c a	19,62±0,57 b e
Trolox (µg)	30 min	50,40±3,13 d c	44,15±0,97 c b	36,13±2,04 b b	28,48±0,63 a e
	30 min	16,59	16,53	11,89	9,37
<i>Lupinus luteus</i>					
Juno					
DPPH' (%)	10 min	25,18±1,91 b b	33,58±2,83 c b	16,73±1,08 a c	16,49±1,63 a cd
Trolox (µg)	30 min	40,68±2,97 b b	39,32±1,21 b b	40,67±2,97 b b	23,22±1,93 a cd
	30 min	13,39	12,94	7,62	7,64
Parys					
DPPH' (%)	10 min	22,43±1,7 d ab	18,09±1,49 c a	7,76±0,71 a b	13,04±1,35 a cd
Trolox (µg)	30 min	33,69±2,11 d ab	24,91±2,11 c a	11,79±0,24 a a	20,09±1,47 a cd
	30 min	11,09	8,20	3,38	6,61
<i>Lupinus angustifolius</i>					
Baron					
DPPH' (%)	10 min	22,09±1,72 a ab	16,76±1,33 c a	25,98±1,79 a a	10,95±1,25 b a
Trolox (µg)	30 min	35,54±3,28 c ab	26,40±1,26 b a	51,06±2,77 d d	15,01±1,47 a a
	30 min	11,70	8,69	16,8	4,94
Cezar					
DPPH' (%)	10 min	18,57±1,19 c a	8,92±1,21 a c	9,14±1,13 a b	14,44±0,57 b bc
Trolox (µg)	30 min	31,58±1,29 c a	17,57±3,61 ab c	12,67±0,79 a a	18,40±0,20 b ab
	30 min	10,36	5,78	4,17	6,06

Średnie oznaczone różnymi transkrypcjami literowymi w pierwszej kolumnie różnią się w sposób statystycznie istotnie na poziomie $\alpha=0,05$ pomiędzy modyfikacjami technologicznymi.

Średnie oznaczone różnymi transkrypcjami literowymi w drugiej kolumnie różnią się w sposób statystycznie istotnie na poziomie $\alpha=0,05$ pomiędzy odmianami łubinu.

The average value marked with different superscript letters in first column are significantly different at $\alpha=0,05$ between technological modifications. The average value marked with different superscript letters in second column are significantly different at $\alpha=0,05$ between lupin varieties.

Natomiast najmniejszy potencjał antyoksydacyjny cechował układ przeciwutleniający występujący w odmianie Parys, który po ekstruzji wygaszał tylko około 12%

rodników. Stwierdzono, że w odniesieniu do próby przed modyfikacją nastąpiło obniżenie aktywności o ponad 50%. Takie różnice w próbach można uzasadnić dużymi stratami ogólnej zawartości tokoferoli wskutek poddania nasion procesowi ekstruzji.

Na podstawie uzyskanych rezultatów można stwierdzić, że najwyższą aktywnością przeciwutleniającą charakteryzowały się wszystkie próby niemodyfikowane. Ocena efektywności antyoksydacyjnej badanych prób wykazała, że zastosowana fermentacja mlekowa, ekstruzja i oba zabiegi łącznie powodowały obniżenie potencjału antyoksydacyjnego otrzymanych preparatów. Wśród prób modyfikowanych wyjątkowo prezentował się układ przeciwutleniaczy w próbce łubinu żółtego Juno, którego zdolność do wygaszania rodników DPPH[•] wzrosła po procesie fermentacji. Największą zdolnością wymiatania rodników DPPH[•] wyróżniały się przeciwutleniacze w odmianach łubinu białego - Boros i Butan, następnie wąskolistnego i żółtego.

Najwyższą aktywnością w wygaszaniu wolnych rodników wykazano w odmianach Boros i Butan, natomiast najniższą średnią aktywność w odmianie Cezar. Wbrew oczekiwaniom nie wszystkie próby posiadające zbliżoną zawartość tokoferoli wykazywały podobną efektywność w wymiataniu rodników DPPH[•]. Zróżnicowana efektywność antyoksydacyjna wskazuje na pewne synergistyczne oddziaływania pomiędzy badanymi tokoferolami, a innymi substancjami o właściwościach przeciwutleniających występującymi w nasionach łubinu.

Wnioski

1. Najwyższą zawartością tokoferoli charakteryzowały się odmiany łubinu białego, następnie żółtego i wąskolistnego, wykazano w tych odmianach obecność α -, γ -, δ - tokoferoli. W próbach nie występował β -tokoferol.
2. Zastosowane modyfikacje wpłynęły na obniżenie zawartości homologicznych tokoferoli w preparatach, przy czym największe straty tokoferoli odnotowano w próbach nasion łubinu poddanych fermentacji mlekowej, a następnie ekstruzji.
3. Przeprowadzone operacje technologiczne spowodowały obniżenie potencjału antyoksydacyjnego badanych prób.
4. Stwierdzono, że najwyższym potencjałem antyoksydacyjnym wyróżniały się preparaty nasion odmian łubinu białego Boros i Butan, a następnie wąskolistnego i żółtego. Wykazano ścisłą zależność pomiędzy sumą tokoferoli a aktywnością w wygaszaniu DPPH[•], również zawartość γ -tokoferolu w próbach była wysoko skorelowana ze zdolnością wygaszania wolnych rodników DPPH[•].

Literatura

- [1] Szymańska R., Kruk J.: Występowanie oraz funkcja tokochromanoli u roślin, zwierząt i u człowieka. *Post. Biochem.*, 2007, 53(2), 174-181.

- [2] Munne -Bosch S., Alegre L.: The function of tocopherols and tocotrienols in plants. *Crit. Rev. Plant. Sci.*, 2002, 21, 31-57.
- [3] Wang X. and Quinn P.J.: Vitamin E and its function in membranes. *Prog. Lipid Res.*, 1999, 38, 309-336.
- [4] Wijtmans M., Pratt D.A., Valgimigli L., Dilabio G.A.: 6-Amino-3-pyridinols: towards diffusion-controlled chain-breaking antioxidants. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 2003, 42, 4370-4373.
- [5] Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K.V.: Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress. *Ann. Bot.* 2003, 91, 179-194.
- [6] Azzi A., Stocker A.: Vitamin E: non-antioxidant roles. *Prog. Lipid Res.*, 2000, 39, 231-255.
- [7] Hofius D., Sonnewald U.: Vitamin E biosynthesis: biochemistry meets cell biology. *Trends Plant Sci.*, 2003, 8, 6-8.
- [8] Yanishlieva-Maslarova N.V.: Inhibiting oxidation. In: *Antioxidants in food. Practical applications.* J. Pokorny, N. Yanishlieva, M.Gordon Eds. CRC Press, Cambridge, England, 2001, pp. 22-70.
- [9] Eitenmiller R., Lee J.: *Vitamin E - food chemistry, composition and analysis.* Marcel Dekker, New York, USA, 2004.
- [10] Munteanu A., Zingg J.M., Azzi A.: Anti-atherosclerotic effects of vitamin E – myth or reality? *J. Cell. Mol. Med.*, 2004, 8, 59-76.
- [11] Golbitz P., Jordan J.: Soyfoods: Market and Products. In: *Soy Applications in Food.* M.N. Riaz Eds. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, 2006, pp. 1-22.
- [12] Boyacioglu M.H.: Soy Ingredients in Baking. In: *Soy Applications in Food.* M.N. Riaz Eds. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, USA, 2006, pp. 63-82.
- [13] Feldheim W.: The use of lupins in human nutrition, in *Lupin: An Ancient Crop for the New Millennium, Proceedings of the 9th International Lupin Conference, Klink/Müriz, Germany, 20–24, June 1999.*
- [14] Yañez E., Gattas V., Ballester D.: Valor nutritivo del lupinus y su potencial como alimento humano. *Arch. Latinoam. Nutr.*, 1979, 29, 510–520.
- [15] Schoenenberger H., Gross R., Cremer H.D., Elmadfa I.: Composition and protein quality of *Lupinus mutabilis*. *J. Nutr.*, 1982, 112 (1), 70–76.
- [16] Groos U., Godomar G.R., Schoenenberger H.: The development and acceptability of lupine (*L. mutabilis*) products. *Qual. Plant Food Hum. Nutr.*, 1983, 32 (2), 155–164.
- [17] Kyle W.S.A.: *The Current and Potential Uses of Lupins for Human Food*, Department of Food Technology, Victoria University 1995.
- [18] García L.P.M., Muzquiz M., Zamora N.J.F., Burbano C., Pedrosa M.M., Cuadrado C.: Chemical composition, phytate and galactoside content of wild Mexican lupines, in *Lupine: An Ancient Crop for the New Millennium, Proceedings of the 9th International Lupin Conference, Klink/Müriz, Germany, 20–24, June 1999.*
- [19] Jiménez-Martínez C., Hernández-Sánchez H, Dávila-Ortíz G.: Lupines: An Alternative for Debittering and Utilization in Foods. In: *Food Science and Food Biotechnology.* G.F. Gutiérrez-López, G.V. Barbosa-Cánovas Eds. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2003, pp. 233-252.
- [20] Espin J.C., Soler-Rivas C, Wichers H.J.: Characterization of the total free radical scavenger capacity of vegetables oils fraction using 2,2-diphenyl-picrylhydrazyl radical. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, 48, 648-656.
- [21] Grela E., Baranowska M., Krusiński R., Skórnicki H.: Zawartość tokoferoli w zbożach i nasionach roślin strączkowych, *Przem. Spoż.*, 1993, 11, 311-312.
- [22] Fernandez-Orozco R., Frias J., Munoz R., Zieliński H., Paskuła M.K., Kozłowska H., Vidalvalverde C.: Effect of fermentation conditions on the antioxidant compounds and antioxidant capacity of *Lupinus angustifolius* cv. *Zapaton*. *Eur. Food Res. Technol.*, 2008, 227, 979-988.
- [23] Lampart-Szczapa E., Korczak J., Nogala-Kałużka M., Zawirska-Wojtasiak R.: Antioxidant properties of lupin seed products. *Food Chem.*, 2003, 83, 279-285.
- [24] Lampart-Szczapa E., Nogala-Kałużka M., Gogolewski M., Zawirska-Wojtasik R.: Charakterystyka frakcji lipidowej wybranych odmian łubinu, *Rocz. AR w Poznaniu*, 1995, 270, 9-15.

- [25] Yoshida H., Hirakava Y., Murakami C., Mizushima Y., Yamada T.: Variation in the content of tocopherols and distribution of fatty acid within soya bean seeds. *J Food Comp. Anal.*, 2003, 16, 429-440.
- [26] Schudle M., O'Connor C. Extrusion technology for the food industry. Elsevier Applied Science, London, Conference at the Institute for Industrial Research and Standards, Dublin, Irish Republic, 9-10 December 1968, 2.
- [27] Zieliński H., Kozłowska H., Lewczuk B. Bioactive compounds in the cereal grains before and after hydrothermal processing. *Inn. Food Sci. Emer. Technol.*, 2001, 2, 159-169.
- [28] Frias J., Miranda L.M., Doblado R., Vidal-Valverde C.: Effect of germination and fermentation on the antioxidant vitamin content and antioxidant capacity of *Lupinus albus L.* Var. Mutolupa. *Food Chem.*, 2005, 92, 211-220.

NATIVE ANTIOXIDANT BIOCOMPONENTS OF LUPIN PREPARATIONS

S u m m a r y

Influence of fermentation and extrusion on the tocopherol content and antioxidant activity of lupin seeds was determined. The HPLC method was applied for qualitative and quantitative analyses of tocopherol homologous, while antioxidant activity was determined according to the quantity of quenched DPPH' radicals. Alpha-, gamma- and delta-tocopherols were found to be present in the investigated lupin preparations. The highest tocopherol content and antioxidant activity were found in the white lupin variety. After modifications the tocopherol content and antioxidant activity decreased. The greatest tocopherol decreased was observed after extrusion of fermented preparations.

Key words: lupin preparation, lactic fermentation, extrusion, tocopherols, antioxidant activity ☒

JULITA REGUŁA

WARTOŚĆ ODŻYWCZA I OCENA ORGANOLEPTYCZNA CIASTEK WZBOGACONYCH W SUSZ GRZYBOWY SHIITAKE *LENTINULA EDODES*

Streszczenie

Grzyby shiitake (*Lentinula edodes*) ze względu na udokumentowane właściwości prozdrowotne oraz stosunkowo wysoką wartość odżywczą są w wielu krajach polecane jako dodatek do całodzienniej diety. Celem niniejszej pracy było określenie składu chemicznego pozyskanych produktów z udziałem suszu shiitake oraz ocena organoleptyczna tych produktów. Materiał badawczy stanowiły ciastka z dodatkiem suszu grzybowego shiitake. Zawartość białka, tłuszczu i popiołu oznaczono standartowymi metodami analitycznymi. Zawartość błonnika pokarmowego rozpuszczalnego (SDF) i nierozpuszczalnego (IDF) oznaczono metodą enzymatyczną Asp'a. Ocenę organoleptyczną barwy, smaku, zapachu, kruchości i wyglądu ogólnego analizowano wykorzystując ocenę 5 punktową i hedoniczną. W wyniku badań stwierdzono, że produktu charakteryzowały się wysoką zawartością białka i błonnika i dobrą oceną organoleptyczną. Na zawartość składników istotnie wpływał dodatek suszu shiitake. Procentowy dodatek suszu do produktu wpływał istotnie na zawartość składników. Średnia ocena organoleptyczna w skali hedonicznej produktów zawierała się w skali 5,0-5,2 i nie stwierdzono istotnych różnic między produktami z dodatkiem suszu shiitake i produktu kontrolnego. Wyniki badań sugerują, że produkty mogłyby być stosowane jako dodatek do żywności.

Słowa kluczowe: wartość odżywcza, ciastka, shiitake, ocena organoleptyczna

Wprowadzenie

Gwałtowny przyrost zachorowalności na dietozależne choroby cywilizacyjne, rodzi konieczność propagowania zmian modelu odżywiania się i jednocześnie przedstawiania oferty nowych produktów spożywczych, charakteryzujących się wysoką wartością odżywczą i zdolnością przeciwdziałania tym chorobom.

Do surowców, które mogą być wykorzystane do produkcji żywności prozdrowotnej, a do tej pory są obecne w przeciętnej diecie, jedynie w niewielkich ilościach, nale-

żą grzyby. Grzyby uprawowe shiitake *Lentinus edodes* (Berck.) Singer, Syn. *Lentinula edodes* (Berk.), Pegler. ze względu na udokumentowane [4, 5, 7, 8] właściwości prozdrowotne, są w wielu krajach polecane, jako dodatek do całodziennej diety. W grzybie shiitake wykryto aminokwas zwany lentinic acid, zdolny do przyspieszania metabolizmu i obniżania poziomu cholesterolu oraz substancję eritadeninę korzystnie wpływającą na profil lipidowy osocza zwierząt laboratoryjnych. Ponadto w grzybach shiitake stwierdzono obecność biologicznie aktywnych składników działających antyzakrzepowo, antynowotworowo i antywirusowo aktywizując interferon, zapobiegających rozmnażaniu się w tkankach wirusa HIV [5, 7, 9]. Ze względu na wspomniane, korzystne oddziaływanie na organizm, grzybów shiitake w niniejszej pracy podjęto próbę opracowania produktu wzbogaconego w susz shiitake, a następnie dokonano oceny organoleptycznej oraz wartości odżywczej tych produktów.

Material i metody badań

Podstawą produkcji ciastek były ciastka kruche wypieczone w temperaturze 160°C przez 15 minut. Ciastka otrzymano poprzez zastąpienie części mąki kukurydzianej zmielonym suszem twardziaka jadalnego odmiany Sylvan 4080, w ilości 10% i 20% oraz z dodatkiem mleka, margaryny i oliwy. Dla uzyskania odpowiedniej konsystencji produktu dodawano wodę.

Ocenę organoleptyczną uzyskanych produktów z dodatkiem suszu przeprowadzono, z zastosowaniem pięciopunktowej skali ocen [3], u 72 losowo wybranych, dorosłych osób w wieku 21-55 lat (38 kobiet o BMI $21 \pm 2,7$ i 34 mężczyzn o BMI $26 \pm 2,4$). Oceniono takie wyróżniki, jak: wygląd ogólny, kruchość, barwę, smak oraz zapach. Dodatkowo przeprowadzono ocenę pożądalności z zastosowaniem skali hedonicznej od 0 do 10, o skrajnych ocenach: najbardziej niepożądana jak można sobie wyobrazić do najbardziej pożądana jak można sobie wyobrazić.

Zawartość białka, tłuszczu i popiołu oznaczono standartowymi metodami analitycznymi [1]. Przyjęto, że 2/3 azotu zawartego w grzybach wchodzi w skład białek i tylko ta ilość została przeliczona na białko, przy użyciu współczynnika 6,25. Węglowodany stanowiły różnicę 100 i sumy wody, popiołu, białka i tłuszczu. Wartość energetyczną obliczono wykorzystując średnie współczynniki energetyczne Atwatera. Błonnik pokarmowy oznaczono metodą enzymatyczną Asp'a [2].

Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu Statistica 8.0 firmy StatSoft. W celu określenia, czy próba losowa pochodzi z populacji o rozkładzie normalnym, zastosowano test Shapiro-Wilka, a w przypadku braku rozkładu normalnego, stosowano do dalszych analiz wartości poddane transformacji logarymicznej. W celu określenia wpływu czynnika na poszczególne cechy zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji, a różnicę pomiędzy wartościami analizowano za pomocą testu

t dla prób niezależnych. Istotne różnice ($p < 0.001$) zaznaczono odmiennymi inskrypcjami literowymi.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono wartość energetyczną, zawartość makroskładników, popiołu i błonnika w produktach z 10 i 20% dodatkiem suszu z shiitake. Wartość odżywczą samego suszu shiitake przedstawiono we wcześniejszej publikacji Reguły i Siwulskiego [10].

Tabela 1

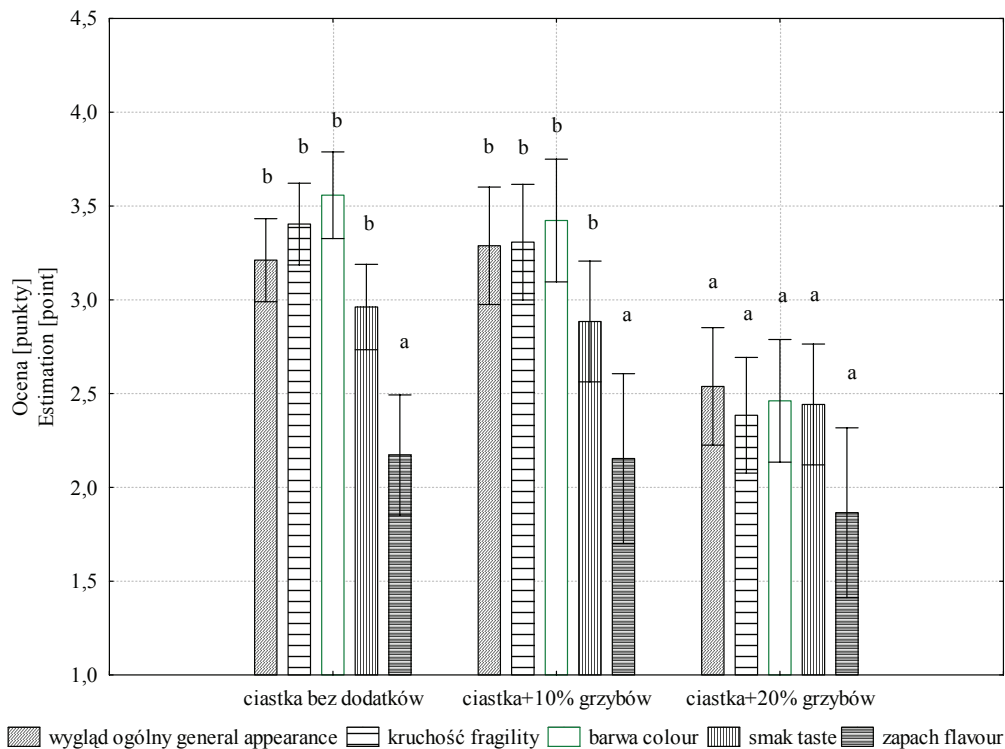
Wartość odżywcza produktów z dodatkiem suszu shiitake (*Lentinula edodes*)
Chemical composition of cookies with the addition of dried shiitake (*Lentinula edodes*)

Składnik Component	10%	20%	Bez dodatku suszu Without addition
Wartość energetyczna (kcal) i zawartość makroskładników (g/100 g) The energy value (kcal) and contents of macrocomponents (g/100 g)			
Wartość energetyczna Energy value	491 ± 1,47 ^b	463 ± 4,30 ^a	500 ± 4.50 ^c
Woda Water	5,12 ± 0,07 ^b	7,96 ± 0,12 ^c	4,22 ± 0,19 ^a
Białko Protein	6,94 ± 0,09 ^b	8,27 ± 0,12 ^b	6,22 ± 0,043 ^a
Tłuszcz FAT	23,6 ± 0,33 ^b	20,4 ± 0,07 ^a	24,5 ± 0,11 ^b
Węglowodany Carbohydrates	62,7 ± 0,59 ^a	61,5 ± 0,86 ^a	63,6 ± 0,55 ^b
Popiół Ash	1,66 ± 0,03 ^b	1,84 ± 0,01 ^c	1,44 ± 0,01 ^a
Błonnik pokarmowy rozpuszczalny (SDF) Soluble dietary fiber (SDF)	3,76 ± 0,54 ^b	4,89 ± 0,15 ^c	2,67 ± 0,092 ^a
Błonnik pokarmowy nierozpuszczalny (IDF) Insoluble dietary fiber (IDF)	11,6 ± 0,13 ^b	16,7 ± 0,28 ^c	8,429 ± 0,004 ^a

Badane produkty charakteryzowały się stosunkowo wysoką wartością odżywczą. Na zawartość składników odżywczych w sposób istotny wpływał dodatek do produktu suszu grzybowego shiitake. Najwyższą wartością energetyczną charakteryzowały się produkty bez dodatku suszu grzybowego shiitake. Na tę wartość wpłynęła istotnie wyższa ilość w tym produkcie węglowodanów. Zawartość tłuszczu była najniższa w produktach z 20% dodatkiem suszu. Zawartość białka zbliżona była do poziomu notowanego w produktach zbożowych, przy czym wielu autorów [4, 8] sugeruje, że białko shiitake jest stosunkowo dobrze przyswajalne, a aminokwasami ograniczającymi jego wartość odżywczą są aminokwasy siarkowe, metionina oraz walina. Na podkreślenie zasługuje wysoka zawartość błonnika pokarmowego, znacznie przekraczają-

ca ilości notowane w produktach zbożowych. Zaobserwowano wraz ze wzrostem dodatku suszu shiitake do produktu wzrost ilości błonnika całkowitego w produkcie o 30%, przy czym stwierdzono niższy udział frakcji rozpuszczalnej.

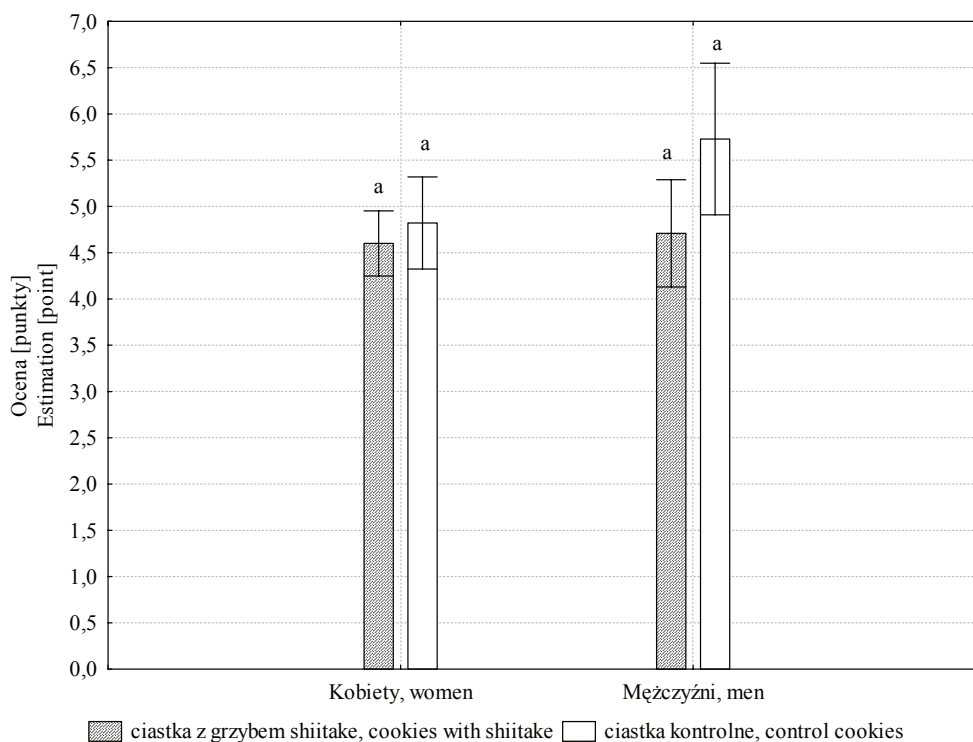
Na rycinie 1 przedstawiono zanotowane u badanych osób oceny organoleptyczne produktów z dodatkiem suszu grzybowego shiitake na dwóch poziomach 10% i 20%. Wielkość dodatku suszu grzybowego shiitake do produktu miała istotny wpływ ($p < 0,001$) na ocenę produktów przez kobiety i mężczyzn.



Rys. 1. Ocena organoleptyczna ciastek w zależności od wielkości dodatku suszu do produktu

Fig. 1. Organoleptic assessment of cookies depending on addition of dried shiitake (*Lentinula edodes*)

Badani najwyżej ocenili produkty z 10% dodatkiem suszu grzybowego shiitake, natomiast najniżej z 20% dodatkiem. Najniżej ocenianym wyróżnikiem jakościowym był zapach, jednakże na wielkość jego oceny nie wpływała ilość dodanego do produktu suszu. Ocenę konsumentką produktów z dodatkiem suszu z shiitake i produktu kontrolnego przez kobiety i mężczyzn przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Ocena organoleptyczna produktów z dodatkiem suszu z shiitake i produktu kontrolnego
 Fig. 2. Organoleptic assessment of cookies with the addition of dried shiitake (*Lentinula edodes*) and control product

Nie zanotowano wpływu płci na wybór wszystkich produktów, produkty z dodatkiem suszu grzybowych i bez suszu były oceniane w podobny sposób uzyskując średnią ocenę 5,0 pkt. Przeprowadzając ocenę organoleptyczną stwierdzono, że średnio wszystkie produkty z dodatkiem suszu grzybowych uzyskały oceny odpowiadające poziomowi: dobra ocena jakości produktu. Najgorzej ocenianym wyróżnikiem jakościowym we wszystkich produktach był zapach. Głównymi substancjami odpowiadającymi za aromat grzybów jadalnych są ośmiowęglowe alkohole i związki karbonylowe, wśród których można wymienić 1-oktanol, 3-oktanol, 3-oktanon, 1-octen-3-ol, 1okten-3-ol, 2-okten-3-ol oraz 1-octen-3-on [6]. O aromacie grzybów decyduje również zawartość aminokwasów, nukleotydów i niektórych pierwiastków jak azot, fosfor, potas, siarka, żelazo, cynk oraz autooksydacja nienasyconych kwasów tłuszczowych [4]. Przy opracowywaniu gotowego do spożycia i sprzedaży produktu z dodatkiem suszu grzybowego można podjąć próbę zneutralizowania zapachu poprzez zastosowanie np. przypraw ziołowych, gdyż zapach bardzo często decyduje o akceptowalności produktu, wpływa również na decyzję o zakupie i konsumpcji produktu. Wyróżniki smakowito-

ści (smak i aromat) bardzo często są przyjmowane za najistotniejszy element doznań sensorycznych w trakcie konsumpcji.

Biorąc pod uwagę dobrą ocenę organoleptyczną produktów z dodatkiem suszu grzybowego shiitake oraz stosunkowo wysoką wartość odżywczą wyrażającą się zawartością białka, błonnika pokarmowego, a także sugerowanymi przez innych autorów [4, 5, 8] wartościami prozdrowotnymi, uzyskane produkty w postaci ciastek mogą być polecane jako uzupełnienie tradycyjnej diety.

Wnioski

1. Badane produkty charakteryzowały się stosunkowo wysoką zawartością białka i błonnika pokarmowego. Zaobserwowano, wraz ze wzrostem dodatku suszu shiitake do produktu, wzrost ilości błonnika całkowitego w produkcie, przy czym stwierdzono wyższy udział frakcji nierozpuszczalnej.
2. Wielkość dodatku suszu grzybowego shiitake do produktu miała istotny wpływ na ocenę produktów przez badane osoby, przy czym lepiej oceniane były produkty z 10% dodatkiem suszu.
3. Najniżej ocenianym wyróżnikiem jakościowym był zapach.

Literatura

- [1] AOAC. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of analysis. 1975, Washington.
- [2] Asp, N. G., Johansson, C. G., Hallmer, H.: Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1983, 4, 476-482.
- [3] Baryłko-Pikielna N.: Zastosowanie analizy sensorycznej w technologii gastronomicznej, 1997.
- [4] Bernas E., Jaworska G., Lisiewska Z.: Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 2006, 5, 5-20.
- [5] Kabir Y., Yamaguchi M., Kimura S.: Effect of shiitake (*Lentinus edodes*) and maitake (*Grifola frondosa*) mushrooms on blood pressure and plasma lipids of spontaneously hypertensive rats. *J. Nutr. Vitaminol.* 1988, 33(5), 341-6.
- [6] Le Loch-Bonazzi C., Wolff E.: Characterization of the flavor properties of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*) and the influence of dry process. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1991, 24, 386-390.
- [7] Miles P.G., Chang S.T.: Medicinal components of mushrooms. *Mushroom Biology: Concise Basics and Current Developments*. River Edge, NJ: World Scientific, 1997.
- [8] Rajewska, J., Bałasińska, B.: Biologically active compounds of edible mushrooms and their beneficial impact on health. *Postepy Higieny i Medycyny Doswiadczałnej*, 2004, 58, 352-357.
- [9] Shimada Y., Morita T., Sugiyama K.: Effects of *Lentinus edodes* on fatty acid and molecular species profiles of phosphatidylcholine in rats fed different levels of corn oil. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2002, 66, 1759-1763.
- [10] Reguła J., Siwulski M.: Dried shiitake (*Lentinula edodes*) and oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms as a good source of nutrient. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 2007, 6 (4), 135-142. - 10.

NUTRITIVE VALUE AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF COOKIES WITH THE ADDITION OF DRIED SHIITAKE MUSHROOM (*LENTINULA EDODES*)

S u m m a r y

Shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*), due to their documented prebiotic properties and relatively high nutritive value are recommended in many countries as an addition to daily diet.

The aim of this study was to assess the chemical composition of the obtained products with added dried shiitake and to estimate organoleptic properties of this product.

The experimental material consisted of cookies with a 10% and 20% addition of dried shiitake. Contents of protein, fat and ash were determined using standard analytical methods. Soluble dietary fiber (SDF) and insoluble dietary fiber (IDF) were assayed using Asp's enzymatic method. Organoleptic evaluation including colour, taste, flavour, fragility and general appearance were analyzed in scale 5 point and hedonic.

It was found that the products were characterized by high contents of protein and fiber and good assessment. The percentage of added dried mushrooms to products had a significant effect on contents of components. The mean organoleptic properties by hedonic assessment of products oscillated in range 5 and differences between products with addition dry shiitake and control were not statistically significant. Results of tests suggest that the products could be used as a food additive.

Key words: nutritive value, cookies, shiitake mushroom, organoleptic assessment ☒

ANDRZEJ KOT, STANISŁAW ZARĘBA, LUCYNA WYSZOGRODZKA-KOMA

OCENA SKAŻENIA OŁOWIEM ZBÓŻ, PRZETWORÓW ZBOŻOWYCH I ZIEMNIAKÓW Z REGIONU LUBELSKIEGO

Streszczenie

Oznaczono zawartość ołowiu w zbożach (pszenica, żyto, jęczmień, owies), kaszach, mąkach żytnich i pszennych, pieczywie i ziemniakach z regionu lubelskiego. Oznaczenie przeprowadzono metodą AAS po uprzedniej mineralizacji na sucho w temp. 400°C z użyciem pirolidynokarboditionianu amonu (APDC) i ketonu metyloizobutyloвого (MIBK). Zawartości ołowiu nie przekraczały limitu ustalonego przez Ministra Zdrowia. Zawartość ołowiu w pszenicy wynosiła od 0,057 do 0,067 mg/kg, w życie 0,060 mg/kg. Mąki zawierały ołów od 0,025 do 0,106 mg/kg. Średnia zawartość ołowiu w pieczywie wyniosła od 0,040 mg/kg do 0,090 mg/kg a w ziemniaku 0,027 mg/kg. Otrzymane wyniki porównano z zawartością ołowiu w produktach oznaczonych w latach 90. XX w.

Słowa kluczowe: ołów, zboża, mąki, pieczywo, ziemniaki

Wprowadzenie

Przetwory zbożowe i ziemniaki w naszym regionie wg danych GUS [1] stanowią ok. 30-35% udziału w całodziennej diecie i są podstawowym produktem w żywieniu człowieka [2]. Produkty te są przede wszystkim źródłem węglowodanów i białka a także dostarczają znaczne ilości składników mineralnych [2].

Wśród tych składników poważne niebezpieczeństwo stanowią szkodliwe metale ciężkie jak ołów, pierwiastek stanowiący istotny problem toksykologiczny w żywności [3, 4]. W ramach kontynuacji badań nad oceną skażenia tymi metalami [5] postanowiono przebadać zboża, przetwory zbożowe i ziemniaki na zawartość ołowiu i wyniki porównać z badaniami wcześniejszymi [6, 7, 8, 9].

Material i metody badań

Materiał badany stanowiły próbki zbóż otrzymane z Zakładów Młynarskich w Lublinie i pochodziły z młynów lub elewatorów podległych tym zakładom. Próbki zbóż pobierane były zgodnie z normą PN-70/R-74010. Pojedyncza próbka była reprezentatywna dla partii wielkości od kilku do kilkunastu ton. Próbki mąk pochodziły z dużych młynów Lubelszczyzny, badano również 6 rodzajów kasz (gryczana, manna, jęczmienna, jęczmienna pęczak, jagłana, kukurydziana) oraz płatki kukurydziane i owsiane, 4 rodzaje makaronów i 3 rodzaje paluszków. Próby makaronów i paluszków pochodziły z Zakładów Młynarskich „Lubella” w Lublinie. Chleby pszenne, żytnie i pieczywo drobne zakupiono w piekarniach lubelskich. Badano 5 gatunków chleba pszennego (regionalny, staropolski, słowiański, sitkowy, Gwarek), 2 rodzaje chleba żytniego (żytni, żytni razowy) i 7 rodzajów pieczywa drobnego (bułka graham, kajzerka, maślana, cebularz, bułka parówka, pączek, drożdżówka z makiem).

Ziemniaki otrzymano ze Stacji Oceny Ziemniaka w Lublinie, a frytki zakupiono w sklepach Lublina.

Oznaczenia ołowiu wykonano metodą płomieniowej spektrometrii atomowo absorpcyjnej [10] po uprzedniej mineralizacji na sucho w tyglach kwarcowych w temp. 400°C. Popiół roztworzono w kwasie chlorowodorowym Suprapur (Merck Dermstad) o stężeniu 6 mol/l i przenoszono do kolb miarowych o pojemności 25 ml. W przypadku niepełnej mineralizacji stosowano dodatkowe utlenianie 10% kwasem azotowym.

Oznaczenia ołowiu wykonano w aparacie Pye Unicam SP-192 przy długości fali 283,8 nm wobec krzywej wzorcowej sporządzonej w zakresie 0,5 – 10 µg/5ml MIBK [11].

Przed przystąpieniem do badań wykonano próbę odzysku, dodając znane zawartości ołowiu do próbek przed mineralizacją. Odzysk dla zbóż wynosił 93,4 %±4,81 przy $v=4,81$ %. Dokładność i precyzję metody sprawdzono poprzez wykonanie oznaczeń zawartości ołowiu w materiale certyfikowanym Durum Wheat Flour R.N. 8436 dostępnym w National Institute of Standards Technology. Zawartość ołowiu wg certyfikatu w mące pszennej wynosiła 0,023±0,006 mg/kg zawartość oznaczona 0,023±0,009 mg/kg. Współczynnik zmienności wynosił 4,2 %.

Wyniki i dyskusja

Wyniki oznaczeń ołowiu w zbożach, mąkach, makaronach i paluszkach przedstawiono w tab. 1. Zawartość ołowiu w pszenicy wynosiła średnio od 0,057 mg/kg do 0,067 mg/kg.

Tabela 1

Zawartość Pb w zbożach, mąkach, makaronach i paluszkach w mg/kg.
Lead content in cereals, flours, and pastas mg/kg.

Lp.	Nazwa produktu Products name	min.-max	Średnia ±SD Middle
ZBOŻA / CEREALS			
1	Pszenna niskoglutenu / Wheat lowgluten	0,042-0,090	0,057±0,012
2	Pszenna wysokoglutenu / Wheat highgluten	0,040-0,100	0,067±0,013
3	Żyto / Rye	0,030-0,130	0,060±0,011
4	Jęczmień / Barley	0,080-0,230	0,150±0,060
5	Owies / Oats	0,090-0,250	0,170±0,030
6	Mak / Mak	0,100-0,150	0,120±0,010
7	Otręby pszenne / Wheat bran	0,105-0,350	0,250±0,081
MĄKI / FLOUR			
1	Pszenna typ 450 / Wheat flour type 450	0,025-0,085	0,025±0,085
2	Pszenna typ 550 / Wheat flour type 550	0,024-0,065	0,032±0,004
3	Pszenna typ 650 / Wheat flour type 650	0,030-0,960	0,030±0,009
4	Pszenna typ 750 / Wheat flour type 750	0,031-0,090	0,040±0,010
5	Pszenna Graham / Wheat flour Graham	0,070-0,135	0,097±0,050
6	Żytnia typ 720 / Rye flour type 720	0,025-0,089	0,052±0,021
	Żytnia typ 2000 / Rye flour type 2000	0,062-0,163	0,106±0,042
MAKARONY / PASTA			
1	Pełne ziarno / Full grain	0,020-0,080	0,060±0,020
2	Krajanka jajeczna / Pasta eggs	0,017-0,059	0,038±0,010
3	Kolanka / Pasta Elbow	0,015-0,046	0,030±0,014
4	Spagetti	0,021-0,061	0,040±0,018
PALUSZKI / STICKS			
1	Solone / Sticks with salts	0,012-0,115	0,045±0,035
2	Z makiem / Sticks with mak	0,040-0,200	0,078±0,030
3	Z sezamem / Sticks with sesame	0,060-0,090	0,084±0,012

Podobne zawartości stwierdzono w życie 0,060 mg/kg, jęczmień i owies zawierały odpowiednio 0,150 mg/kg i 0,170 mg/kg.

Wysokie zawartości stwierdzono w otrębach 0,250 mg/kg. Mąki pszenne zawierały średnio ołów (tab.1) od 0,032 mg/kg do 0,097 mg/kg, w mąkach żytnich wykryto ołów w ilościach od 0,052 mg/kg do 0,106 mg/kg. Zbliżone wartości otrzymał Brüggemann [13] i Wojciechowska-Mazurek [4]. Badacze fińscy oznaczali w latach 80 tych ołów w pszenicy w ilości 30 - 140 µg/kg, a w życie 10 - 170 µg/kg [12].

Tabela 2

Zawartość Pb w pieczywie, kaszach i płatkach mg/kg.
Lead content in bakery products and groats mg/kg.

Lp.	Nazwa produktu Products name	min.-max.	Średnia ±SD Middle
CHLEB PSZENNY / WHEAT BREAD			
1	Regionalny / Regional	0,030-0,093	0,052±0,027
2	Staropolski / Rey bread "Staropolski"	0,025-0,071	0,061±0,015
3	Słowiański / Rey bread "Słowiański"	0,050-0,180	0,090±0,096
4	Sitkowy / Rey bread "Sitkowy"	0,035-0,062	0,040±0,007
5	Gwarek Rey bread "Gwarek"	0,055-0,130	0,080±0,067
CHLEB ŻYJNI / RYE BREAD			
1	Żytni / Rey bread	0,044-0,056	0,052±0,006
2	Żytni razowy / Rey brown bread	0,031-0,100	0,056±0,023
PIECZYWO DROBNE / LITTLE BREAD			
1	Bułka graham / Rolls, graham	0,025-0,110	0,050±0,031
2	Bułka kajzerka / Rolls	0,025-0,091	0,044±0,022
3	Bułka maślana / Butter rolls	0,029-0,065	0,045±0,010
4	Cebularz / Onion bread	0,020-0,090	0,051±0,031
5	Bułka parówka / Rolls, sausage	0,060-0,100	0,070±0,015
6	Pączek / Doughnut	0,061-0,088	0,070±0,012
7	Drożdżówka z makiem / Rolls yeast with poppy seeds	0,059-0,075	0,062±0,010
KASZE / GROATS			
1	Gryczana / Buckwheat groats	0,050-0,100	0,075±0,003
2	Manna / Wheat grits	0,019-0,044	0,032±0,013
3	Jęczmienna pęczak / Hulled barley groats	0,040-0,080	0,042±0,002
4	Jęczmienna mazurska / Barley Mazurska	0,030-0,076	0,051±0,001
5	Jaglana / Millet groats	0,018-0,045	0,035±0,013
6	Kukurydza kaszka / Sweetcorn groats	0,070-0,250	0,150±0,030
PŁATKI / FLAKES			
1	Kukurydziane / Corn flakes	0,080-0,420	0,300±0,030
2	Owsiane / Rolled oats	0,026-0,166	0,096±0,100

Tabela 3

Zawartość Pb w ziemniakach i produktach z ziemniaków mg/kg.
Lead content in potatoes and potato products mg/kg.

Lp.	Nazwa produktu Products name	min.-max.	Średnia ±SD Middle
ZIEMNIAKI / POTATOES			
1	Irga	0,026-0,038	0,032±0,008
2	Lord	0,029-0,031	0,026±0,004
3	Aster	0,019-0,026	0,023±0,005
4	Iris	0,022-0,026	0,024±0,003
PRODUKTY ZIEMNIACZANE / POTATOES PRODUCTS			
1	Chipsy solone / Salted crisps	0,025-0,080	0,052±0,009
2	Frytki Avico / Fries Avico	0,034-0,047	0,040±0,009
3	Frytki Mc Cain / Fries Mc Cain	0,044-0,063	0,054±0,013

Zawartość ołowiu w makaronach wynosiła średnio od 0,030 mg/kg do 0,060 mg/kg. W tabeli II przedstawiono zawartość ołowiu w pieczywie, kaszach i płatkach.

Zawartość ołowiu w chlebach pszennych wynosiła średnio od 0,040 mg/kg, (chleb sitowy) do 0,090 mg/kg chleb Słowiński. Chleby żytnie zawierały ołów średnio w ilościach 0,052mg/kg-0,056mg/kg.

W pieczywie drobnym zawartość ołowiu była podobna do zawartości w chlebach pszennych. Zawartości ołowiu w pieczywie była zbliżona do danych cytowanych przez Bulińskiego i wsp. [8], a także do danych fińskich [15].

W tabeli III przedstawiono zawartość ołowiu w ziemniakach i produktach ziemniaczanych. Średnia zawartość ołowiu w ziemniakach wynosiła 0,027 mg/kg a w przetworach ziemniaczanych 0,047 mg/kg. Wartości były podobne do badań Bednarka [14] i badań wcześniejszych prowadzonych w Katedrze Bromatologii w Lublinie [9].

Zawartość ołowiu w ziemniakach i przetworach z ziemniaków nie przekraczała dopuszczalnej zawartości ustalonej przez polskie ustawodawstwo [15].

Uzyskane wyniki zawartości ołowiu w zbożach, mąkach, pieczywie i ziemniakach są podobne do danych uzyskanych w naszym Zakładzie w latach 90.

Nieco niższe wartości uzyskano w kaszach mannie i gryczanej. W przeciwieństwie do zawartości rtęci [5]nie obserwowano obniżenia zawartości ołowiu w badanych produktach na przestrzeni 18 lat.

Wnioski

1. Z badanych grup produktów najniższe zawartości ołowiu stwierdzono w mąkach, chlebach i pieczywie drobnym.
2. Zawartość ołowiu w badanych produktach nie przekracza dopuszczalnego stężenia ustalonego przez polskie ustawodawstwo.
3. Niższe zawartości ołowiu obserwowano w chlebach i bułkach w porównaniu z badaniami sprzed 18 lat.

Literatura

- [1] Rocznik statystyczny Polski. 2008 ZWS, Warszawa 2008.
- [2] Brzozowska A.: Składniki mineralne w żywności człowieka. Wyd. AR Poznań 2002.
- [3] Orzeł D., Styczyńska M.: Ocena zawartości ołowiu i kadmu w płatkach śniadaniowych dostępnych w handlu. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2008, 41 (1), 41-45.
- [4] Wojciechowska –Mazurek M., Starska K., Brulińska – Ostrowska E. i wsp. 2008, 41, (3), 468-474.
- [5] Kot A., Zaręba S.: Ocena skażenia rtęcią zbóż, przetworów zbożowych i ziemniaków. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2008, 41 (3), 878-882.
- [6] Buliński R., Kot A.: Badania zawartości niektórych pierwiastków śladowych w produktach spożywczych krajowego pochodzenia. Cz.X. Ocena skażenia szkodliwymi metalami (Hg, Pb, Cd) zbóż z różnych regionów kraju. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1990, 23(3-4), 100-104.
- [7] Buliński R., Kot A.: Badania zawartości niektórych pierwiastków śladowych w produktach spożywczych krajowego pochodzenia. Cz.XI. Ocena skażenia szkodliwymi metalami przetworów zbożowych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1990, 23(3-4), 105-108.
- [8] Buliński R., Kot A., Błoniarz J. i wsp.: Badania zawartości niektórych pierwiastków śladowych w produktach spożywczych krajowego pochodzenia. Cz.XII. Ocena skażenia szkodliwymi metalami krajowego pieczywa. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1992, 25(2), 193-196.
- [9] Buliński R., Kot A., Błoniarz J.: Ocena skażenia metalami ciężkimi krajowych ziemniaków pochodzących z różnych rejonów Polski. *Roczn. PZH*, 1991, 42(4), 351-357.
- [10] Whiteside P.J.: *Pye Unicam Atomic Absorption Data Book*. Published by Pye Unicam 1976.
- [11] Brüggemann J., Dörfuer H.H., Hecht H. i wsp.: Status of trace elements in sample food from Germany 1990-1994 *FAO REM Technical Series* 49 Roma 1996, 5-15.
- [12] Varo P., Nuurtamo M., Saari E i wsp.: Mineral Element Coposition of Finnish Foods. III Annual Variations in the Mineral Element Composition of Cereal Grains. *Acta Agric. Scand.* 1980, 22 (Supl.) 27-35.
- [13] Varo P., Nuurtamo M., Saari E i wsp.: Mineral Element Coposition of Finnish Foods. III Annual Variations in the Mineral Element Composition of Cereal Grains. *Acta Agric. Scand.* 1980, 22 (Supl.) 38-55.
- [14] Bednarek W., Tkaczyk P., Dresler S.: Zawartość metali ciężkich jako kryterium oceny jakości bulw ziemniaka. *Annales UMCS Sec. E.* 2006, 61, 121-131.
- [15] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13.I.2003. *Dz.U.* Nr 37 poz. 326.

ASSESSMENT OF LEAD CONTAMINATION IN CEREALS, CEREAL PRODUCTS AND POTATOES FROM LUBLIN REGION

Summary

Measurements of lead concentration in wheat, rye wheat flours, rye flours, rye breads, wheat breads and noodles in Lublin province.

Analyses were performed using flame AAS after dry ashing of samples in quartz crucible pots at 400°C. Lead contents of almost all sample were significantly below the maximum limits in Poland specified in the Ordinance of the Minister of Health.

Lead contents of wheat, rye flours, rye flours, breads and noodles and potatoes mg/kg: 0,057-0,067 mg/kg, 0,060 mg/kg, 0,032 mg/kg, 0,106 mg/kg, 0,040-0,090 mg/kg, 0,027 mg/kg respectively.

Key words: lead, cereals, cereal products, potatoes ☒

JAN PIKUL, MAŁGORZATA NOGALA-KAŁUCKA, ALEKSANDER SIGER

CHARAKTERYSTYKA TOKOCHROMANOLI W WYBRANYCH PRODUKTACH PRZEMYSŁU MLECZARSKIEGO Z DODATKIEM OLEJÓW ROŚLINNYCH

Streszczenie

W pracy scharakteryzowano zawartość tokochochromanoli (tokoferoli –T i tokotrienoli -T3) w serach dojrzewających (30 prób) oraz w produktach seropodobnych (6 prób) z dodatkiem olejów roślinnych. Analizie poddano sery, które zakupiono w supermarketach na terenie Poznania oraz uzyskano bezpośrednio od producentów. W pracy zastosowano efektywną ekstrakcję tłuszczu metodą Rose-Gottlieba. Następnie oznaczano jakościowo i ilościowo tokochochromanole za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC). Analiza tokochochromanoli w przebadanych serach wykazała zafałszowania tylko w 4 próbach, w których oznaczono wszystkie formy tokoferoli α -, β -, γ - i δ -T oraz α -, β -, γ - i δ -T3. Sery oryginalne charakteryzowała tylko obecność homologu α -T.

Słowa kluczowe: tokochochromanole, ser, zafałszowania, chromatografia

Wprowadzenie

Rynek serów w Polsce jest bardzo zróżnicowany i cechuje go stale rosnąca liczba producentów i konsumentów. Jeszcze do niedawna ser był traktowany w Polsce, jako alternatywa, np. dla wędlin, a nie, jako produkt spożywczy sam w sobie. Obecnie ta tendencja ulega zmianie, a sery coraz częściej goszczą na polskich stołach. Jedynym tłuszczem występującym w serach jest tłuszcz mlekowy [1, 2]. Obecnie na rynku znajdują się zarówno sery zawierające wyłącznie tłuszcz mlekowy, jak i wyroby z dodatkiem oleju roślinnego z odpowiednią deklaracją na opakowaniu. Oprócz wyżej wymienionych produktów, na półkach sklepowych pojawiają się również „sery” bez odpowiedniej informacji na opakowaniu o dodatku tłuszczu obcego, innego niż tłuszcz

Prof. dr hab. M. Nogala-Kałucka, dr inż. A. Siger, Katedra Biochemii i Analizy Żywności, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 60-623, ul. Mazowiecka 48.

**Prof. dr hab. J. Pikul, Katedra Technologii Mleczarstwa, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 60-624, ul. Wojska Polskiego 31.*

mlekowy. Taki produkt nie może być oznakowany, jako ser. Tego typu fałszowanie z jednej strony jest działaniem na szkodę klienta, a z drugiej jest to przejaw nieuczciwej konkurencji. Stosowanie tańszego surowca do produkcji serów wpływa na to, że cena sera „zafałszowanego” jest niższa niż cena innych serów. Produkt zafałszowany to taki, którego skład lub inne właściwości zostały zmienione, a nabywca nie został o tym poinformowany lub wprowadzone zostały zmiany mające na celu ukrycie jego rzeczywistego składu [3]. Czterokrotnie niższa cena olejów roślinnych głównie palmowego (jego frakcji „oleinowej” lub „stearynowej”), a także rzepakowego, słonecznikowego lub sojowego jest podstawowym powodem dodawania tłuszczów roślinnych do produktów mlecznych [4].

Ważnym problemem badawczym jest opracowanie takiej metody analitycznej, która pozwoliłaby na precyzyjne oznaczenie substancji obcych, nie występujących w tłuszczu mlekowym. Jedną z nich może być analiza tokochochromanoli wykonywana przy zastosowaniu wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC). Na podstawie uzyskanych rozdziełań można określić obecność tokochochromanoli nie tylko we frakcji tłuszczowej serów, ale także w pozostałych produktach mlecznych, do których coraz częściej stosowany jest dodatek innych tłuszczów niż tłuszcz mlekowy [5 - 7]. Tłuszcz mlekowy jest również źródłem witamin lipofilnych tj. A, D i E, a ich zawartość jest różna w zależności pory roku, co związane jest ze sposobem karmienia krów [8, 9]. Zawartość witaminy E waha się w granicach od 5 do 100 $\mu\text{g/g}$ tłuszczu mlekowego - więcej w okresie żywienia pastwiskowego niż oborowego [10]. Wśród tokoferoli dominuje forma α -T, a jego aktywność antyoksydacyjna jest o około 50 razy większa niż innych homologów obecnych w olejach roślinnych [11]. Spośród karotenoidów w znaczących ilościach występuje β -karoten, którego zawartość w tłuszczu mlekowym mieści się w granicach od 2 do 8 $\mu\text{g/g}$, a witaminy A w granicach od 14 do 36 $\mu\text{g/g}$ tłuszczu. Zawartość β -karotenu w mleku pochodzącego z okresu żywienia pastwiskowego jest ponad 2-krotnie, a witaminy A 1,5-krotnie wyższa niż w mleku pochodzącym z okresu żywienia oborowego [11].

Celem przeprowadzonych badań była charakterystyka tokochochromanoli w wybranych produktach mlecznych tj. serach dojrzewających oraz w produktach seropodobnych z dodatkiem olejów roślinnych.

Material i metody badań

Materialami do badań były sery dojrzewające pobrane losowo z półek w supermarketach na terenie Poznania oraz uzyskane bezpośrednio od producentów. Badano także produkty seropodobne z deklarowanym na opakowaniu dodatkiem oleju roślinnego. Analizie poddano łącznie 30 serów oraz 6 produktów seropodobnych. W bada-

niach do identyfikacji użyto standardów homologicznych tokoferoli i tokotrienoli o analitycznej czystości $\geq 95\%$ (Calbiochem).

Oznaczenia tokochromanoli w serach przy zastosowaniu HPLC

Zakodowane wcześniej próby poddano ekstrakcji tłuszczu metodą Rose-Gottlieba [12]. Po wydzieleniu tłuszczu rozpuszczano próbę w *n*-heksanie, filtrowano, a następnie analizowano na HPLC. Do rozdzielania, identyfikacji jakościowej i ilościowej homologicznych tokoferoli (-T) i tokotrienoli (-T3) stosowano kolumnę LiChrosorb Si 60 (250 x 4,6mm, 5 μ m). Fazę ruchomą stanowił *n*-heksan z 1,4-dioksanem (v/v) o szybkości przepływu 1,5 ml/min. W układzie pracował detektor fluorymetryczny (WatersTM 474) przy wzbudzeniu $\lambda=295$ nm i emisji $\lambda=330$ nm oraz komputerowy system sterowania Waters Millennium 33. Zawartość tokoferoli i tokotrienoli obliczano na podstawie krzywych kalibracyjnych wykonanych dla poszczególnych standardów -T i -T3 [13].

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

Wyniki i dyskusja

W niniejszej pracy przeprowadzono badania dotyczące charakterystyki tokochromanoli w serach dojrzewających oraz w produktach seropodobnych. Dodatkowym aspektem badań było sprawdzenie czy producenci podejmują próby fałszowania „oryginalnych” serów żółtych poprzez dodatek innego tłuszczu, np. oleju roślinnego.

Rezultatem przeprowadzonych badań dotyczących jakościowej i ilościowej analizy tokochromanoli w losowo pobranych próbach sera z półek sklepowych, były duże różnice w zawartości poszczególnych homologów tokochromanoli (tab. 1). W większości serów głównym i jedynym homologiem tokoferolu, jaki występował był α -T. Homolog ten posiada najwyższą aktywność biologiczną i jako najważniejszy związek witaminy-E aktywny występuje w tkankach zwierzęcych, w tym także w mleku [14, 15]. Różnice w jego zawartości świadczą o różnym okresie produkcji tego wyrobu oraz czasie przechowywania. Istotny wpływ mogła mieć również pora roku, z której pochodziło mleko użyte do produkcji. Jeśli uzyskano je od zwierząt z okresu żywienia pastwiskowego, to zawartość tokoferoli była znacznie wyższa niż z okresu żywienia oborowego [16, 17].

Tabela 1

Zawartość tokochromanoli w badanych serach
Tocochromanol content in tested cheese samples

Kod* producenta Producer code	Zawartość tokochromanoli - Tocochromanol content [mg/100g tłuszczu - fat]**								
	α -T	β -T	γ -T	δ -T	α -T3	β -T3	γ -T3	δ -T3	Suma Total
1	3,61 ^f ± 0,057	-	-	-	-	-	-	-	3,61 ^f ± 0,057
2	3,10 ^e ± 0,021	-	-	-	-	-	-	-	3,10 ^e ± 0,021
3	2,38 ^c ± 0,042	-	-	-	-	-	-	-	2,38 ^c ± 0,042
4	0,89 ^a ± 0,042	-	-	-	-	-	-	-	0,89 ^a ± 0,042
5	10,94 ^c ± 0,071	0,07 ^a ± 0,007	3,79 ^b ± 0,071	0,19 ^b ± 0,007	8,22 ^c ± 0,035	2,67 ^c ± 0,092	17,24 ^c ± 0,042	5,22 ^c ± 0,049	48,36 ± 12,986
6	1,42 ^b ± 0,042	-	-	-	-	-	-	-	1,42 ^b ± 0,042
7	1,67 ^{c,d} ± 0,092	-	-	-	-	-	-	-	1,67 ^{c,d} ± 0,092
8	0,90 ^a ± 0,021	-	-	-	-	-	-	-	0,90 ^a ± 0,021
9	4,80 ^b ± 0,064	0,07 ^a ± 0,014	0,05 ^a ± 0,007	0,08 ^a ± 0,007	4,55 ^b ± 0,071	1,68 ^b ± 0,028	12,32 ^b ± 0,134	3,48 ^b ± 0,106	27,05 ± 12,038
10	1,74 ^d ± 0,014	-	-	-	-	-	-	-	1,74 ^d ± 0,014
11	0,96 ^a ± 0,035	-	-	-	-	-	-	-	0,96 ^a ± 0,035
12	1,00 ^a ± 0,028	-	-	-	-	-	-	-	1,00 ^a ± 0,028
13	1,47 ^{b,c} ± 0,035	-	-	-	-	-	-	-	1,47 ^{b,c} ± 0,035
14	1,71 ^d ± 0,092	-	-	-	-	-	-	-	1,71 ^d ± 0,092
15	0,78 ^a ± 0,078	-	-	-	-	-	-	-	0,78 ^a ± 0,078
16	12,41 ^d ± 0,057	0,17 ^b ± 0,035	0,14 ^a ± 0,007	0,18 ^b ± 0,021	12,07 ^d ± 0,035	0,38 ^a ± 0,028	26,44 ^d ± 0,071	9,37 ^d ± 0,106	61,18 ± 25,000
17	4,38 ^g ± 0,042	-	-	-	-	-	-	-	4,38 ^g ± 0,042
18	2,20 ^c ± 0,035	-	-	-	-	-	-	-	2,20 ^c ± 0,035
19	2,25 ^c ± 0,078	-	-	-	-	-	-	-	2,25 ^c ± 0,078
20	1,00 ^a ± 0,042	-	-	-	-	-	-	-	1,00 ^a ± 0,042
21	2,78 ^d ± 0,099	-	-	-	-	-	-	-	2,78 ^d ± 0,099
22	1,54 ^{b,c,d} ± 0,064	-	-	-	-	-	-	-	1,54 ^{b,c,d} ± 0,064

23	2,89 ^{d,e} ± 0,035	-	-	-	-	-	-	-	2,89 ^{d,e} ± 0,035
24	2,00 ^a ± 0,028	ślad.	ślad.	0,22 ^b ± 0,021	1,950 ^a ± 0,099	0,20 ^a ± 0,007	3,81 ^a ± 0,042	1,03 ^a ± 0,035	9,22 ± 3,376
25	1,19 ^a ± 0,028	-	-	-	-	-	-	-	1,19 ^a ± 0,028
26	1,39 ^a ± 0,042	-	-	-	-	-	-	-	1,39 ^a ± 0,042
27	2,28 ^b ± 0,042	-	-	-	-	-	-	-	2,28 ^b ± 0,042
28	2,37 ^b ± 0,057	-	-	-	-	-	-	-	2,37 ^b ± 0,057
29	3,06 ^c ± 0,049	-	-	-	-	-	-	-	3,06 ^c ± 0,049
30	3,36 ^d ± 0,078	-	-	-	-	-	-	-	3,36 ^d ± 0,078

*kolejny numer próby odpowiada innemu producentowi;

** wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie $p \leq 0,05$

Z przeprowadzonych analiz chromatograficznych wynika, że we frakcji tłuszczowej oprócz α -T, dominującego homologu (95% sumy pozostałych tokoferoli) charakterystycznego dla tłuszczu mlekowego występują pozostałe formy tokoferoli, a także alfa-, beta-, gamma- i delta-tokotrienole (tab. 1). Identyfikowane w czterech próbach tokotrienole są związkami występującymi w większych ilościach jedynie w oleju palmowym i kokosowym [18]. Wśród 24 przebadanych prób sera pełnotłustego stwierdzono dodatek tłuszczu roślinnych w czterech przypadkach. W próbach tych oprócz homologu α -T stwierdzono obecność znacznych ilości pozostałych homologicznych tokoferoli oraz tokotrienoli.

Ilość oznaczonych homologicznych tokochromanoli w serach „zafałszowanych” jest różna i waha się od 9,2 mg/100g do 61,2 mg/100g tłuszczu, co dowodzi że dodatek tłuszczu roślinnych nie jest na jednakowym poziomie. Wyniki te jednoznacznie świadczą o nieuczciwych praktykach producentów, ponieważ na opakowaniu nie umieszczono odpowiedniej adnotacji o dodatku olejów roślinnych.

Wśród serów tłustych i niskotłuszczowych (6 prób) nie stwierdzono obecności innych homologów tokochromanoli oprócz α -T, co dowodzi, że sery te wyprodukowano tylko z tłuszczu mlekowego (tab. 1).

W pracy poddano analizie również produkty seropodobne z deklarowanym dodatkiem tłuszczu roślinnego. Charakteryzowały się one także znaczną różnicą w zawartości homologicznych tokochromanoli (tab. 2), a ich zawartość mieściła się w granicach od 23,1 mg/100 g tłuszczu do 64,3 mg/100 g tłuszczu. Tak duża rozpiętość w oznaczonej ilości poszczególnych form -T i -T3 mogła wynikać, z jakości i ilości dodawanego oleju roślinnego oraz okresu przechowywania.

Tabela 2

Zawartość tokochochromanoli w badanych produktach seropochodnych
Tocochromanol content in cheese with addition of plant oils

Kod* producenta Producer code	Zawartość tokochochromanoli - Tocochromanols contents [mg/100g tłuszczu - fat]**								
	α -T	β -T	γ -T	δ -T	α -T3	β -T3	γ -T3	δ -T3	Suma Total
1	4,99 ^a ± 0,021	0,05 ^a ± 0,007	0,76 ^d ± 0,007	0,06 ^{a,b} ± 0,014	4,17 ^a ± 0,035	0,58 ^a ± 0,021	9,36 ^a ± 0,014	3,08 ^a ± 0,042	23,08 ± 8,01
2	8,39 ^b ± 0,042	0,105 ^b ± 0,007	0,16 ^b ± 0,007	0,03 ^a ± 0,014	8,47 ^b ± 0,057	1,330 ^b ± 0,014	21,81 ^b ± 0,057	7,81 ^d ± 0,028	48,11 ± 21,73
3	9,81 ^c ± 0,283	0,03 ^a ± 0,007	0,06 ^a ± 0,007	0,11 ^b ± 0,007	12,00 ^c ± 0,042	2,44 ^d ± 0,042	28,26 ^d ± 0,184	6,28 ^c ± 0,071	59,01 ± 27,55
4	15,98 ^f ± 0,035	0,03 ^a ± 0,000	0,04 ^a ± 0,007	0,07 ^{a,b} ± 0,007	17,56 ^e ± 0,495	3,01 ^f ± 0,014	38,44 ^f ± 0,057	5,49 ^b ± 0,035	80,64 ± 34,20
5	13,47 ^d ± 0,057	0,11 ^b ± 0,007	0,25 ^c ± 0,014	0,23 ^c ± 0,021	11,55 ^c ± 0,071	1,66 ^c ± 0,014	25,28 ^c ± 0,205	8,94 ^e ± 0,042	78,14 ± 35,35
6	16,23 ^e ± 0,049	0,20 ^c ± 0,014	2,08 ^e ± 0,035	0,35 ^d ± 0,021	11,55 ^c ± 0,071	1,66 ^c ± 0,014	25,28 ^c ± 0,205	8,94 ^e ± 0,042	64,31 ± 21,61

*kolejny numer próby odpowiada innemu producentowi;

** wartości oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie $p \leq 0,05$

Wnioski

1. Z uzyskanych rezultatów badań wynika, że w przeważającej ilości serów głównym i jedynym homologiem tokoferoli był α -T. Jednak w 4 losowo pobranych serach zidentyfikowano pozostałe tokoferole i tokotrienole. Potwierdza to przypuszczenia, że niektórzy producenci serów dojrzewających, celowo nie deklarują na opakowaniu o dodatku obcego tłuszczu. Tego typu fałszowanie wyrobów pozwala na uzyskanie przez nieuczciwych producentów nienależnych zysków kosztem konsumenta, co jest przejawem stosowania nieuczciwej konkurencji. Działania takie powodują wypieranie z rynku produktów dobrej jakości i wprowadzają w błąd nieświadomego konsumenta.
2. Stale należy kontrolować nasz rynek i likwidować wszelkie próby fałszowania, którym podlegają nie tylko produkty mleczne, ale także inne produkty spożywcze.


Literatura

- [1] Fox P.F., McSweeney P.L.H.: Chesse: an overview. In: Chesse – chemistry, physics and microbiology. P.F. Fox, P.L.H. McSweeney, T.M. Cogan, T.P. Guinee Eds. Academic Press, 2004, pp. 1-18.
- [2] Belitz H-D., Grosch W., Schieberle P.: Food chemistry. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2004.
- [3] Gawęcki J., Mossor-Pietruszewska T.: Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu. PWN, Warszawa 2004.
- [4] Stołyhwo A., Rutkowska J.: Tłuszcze obce w wyrobach mlecznych na tle Prawa Żywnościowego UE (i krajowego). Niezawodność nowych metod wykrywania. *Przegl. Mlecz.*, 2007, 2, 4-8.
- [5] Nogala-Kałucka M., Pikul J., Siger A.: Zastosowanie chromatografii cieczowej w badaniach autentyczności masła. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, 3 (58), 47 – 56.
- [6] Flaczyk E., Pikul J., Górecka D., Cais-Sokolińska D.: Sery. W: „Towaroznawstwo produktów spożywczych” - pod red. E. Flaczyk, D. Góreckiej, J. Korczaka, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań, 2006, s. 101 – 125.
- [7] Kolanowski W., Świdorski F.: Masło i sery. W: „Towaroznawstwo żywności przetworzonej: technologia i ocena jakościowa” – pod red. F. Świdorskiego, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2003, s. 164 – 190.
- [8] Pikul J.: Charakterystyka i otrzymywanie tłuszczów pochodzenia zwierzęcego. W: „Prawda o tłuszczach” – pod red. J. Gawęckiego, Wydawnictwo Instytut Danone – Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, Warszawa, 1997, s. 27 – 42.
- [9] O'Connor T.P., O'Brien N.M.: Lipid Oxidation. In: “Advanced Dairy Chemistry”, Volume 2, Lipids. P.F. Fox, P.L.H. McSweeney Eds. Springer Science, Business Media, Inc., 2006, pp. 557-600.
- [10] Jaworski J.: Skład tłuszczu mlekowego – uwarunkowania środowiskowe. W: Materiały z Konferencji Naukowej „Tłuszcz mlekowy w żywieniu człowieka”. Olsztyn, 1995, 5 – 20.
- [11] Żegarska Z. Składniki tłuszczu mlekowego o potencjalnym działaniu przeciwnowotworowym. *Przegl. Mlecz.*, 2005, 6, 4.
- [12] IDF-ISO-AOAC, Codex-Adopted-AOAC 933.05.
- [13] Nogala-Kałucka M., Gogolewski M., Lampart-Szczapa E., Jaworek M., Siger A., Szulczewska A.: Determination of vitamin E active compounds as biological antioxidants occurring in oilseeds of the selected rape varieties. *Rośliny Oleiste*, 2003, 24, 587-596.
- [14] Gertig H., Przysławski J.: Bromatologia. Zarys nauki o żywności i żywieniu. PZWL, Warszawa 2006.
- [15] Delgado Zamarreno M.M., Sanchez Perez A., Bustamante Rangel M., Hernandez Mendez J.: Automated analysis for vitamin E in butter by coupling sample treatment – continuous membrane extration – liquid chromatography with electrochemical detection. *Anal. Chimica Acta*, 1999, 386, 99-106.
- [16] Gunstone F.D., Harwood J.L.: Occurrence and characterization of oils and fats. In: “The lipid handbook”. F.D. Gunstone, J.L. Harwood, A.J. Dijkstra Eds. CRC Press, Boca Raton 2007, pp. 37-142.
- [17] Ball G.F.M. Vitamins in food. Analysis, bioavailability and stability. CRC Press, Boca Raton 2006, pp. 119-132.
- [18] Nogala-Kałucka M., Szulczewska A., Kupczyk B.: Zmiany zawartości tokotrienoli i tokoferoli w czerwonym oleju palmowym i tłuszczach roślinnych produkowanych z jego udziałem. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2003, 36 Supl., 375-380.

**THE PROFILE OF TOKOCHROMANOLS IN SELECTED DAIRY PRODUCTS
WITH ADDITION OF PLANT OILS**

S u m m a r y

The aim of this study was to characterize tocochromanols (tocopherols -T and tocotrienols -T3) in selected dairy products - rennet ripening cheese and cheese products with addition of plant oils. The analysis was based on 36 products bought in supermarkets in Poznan and those obtained directly from the manufacturers. The first step in this research was elaboration of the effective extraction of fats. The Rose-Gottlieb method was used. Next, the HPLC method was applied for qualitative and quantitative analyses of tocopherol homologus. Original cheese was characterized by the presence of alpha-T only. Analysis of tocochromanols in 30 cheese samples showed 4 being adulterated: all forms of tocopherols and tocotrienols (α -, β -, γ - and δ -) were present.

Key words: tocochromanols, cheese, adulteration, chromatography 

KRZYSZTOF BARANOWSKI, ELŻBIETA BACA, AGNIESZKA SALAMON,
DOROTA MICHAŁOWSKA, DOROTA MELLER, MARCIN KARAŚ

MOŻLIWOŚCI ODZYSKIWANIA I PRAKTYCZNEGO WYKORZYSTANIA ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH Z PRODUKTÓW ODPADOWYCH: Z WYTŁOKÓW Z CZARNEJ PORZECZKI I ARONII ORAZ Z CHMIELIN

Streszczenie

Sprawdzono możliwość odzyskiwania przez ekstrakcję w etanolu prozdrowotnych antocyjanów i polifenoli z produktów odpadowych przemysłu owocowo-warzywnego i chmielarskiego: z wytlóków z czarnej porzeczki i z aronii oraz z chmielin po ekstrakcji chmielu w ciekłym dwutlenku węgla.

Wyniki oznaczeń spektrofotometrycznych i chromatograficznych HPLC wykazały wysoki poziom zawartości antocyjanów ogółem i polifenoli ogółem oraz badanych składników polifenoli (np. katechiny, kwercetyny i kwasu chlorogenowego) w otrzymanych ekstraktach etanolowych. Po 6 miesiącach przechowywania bez dostępu światła w temperaturze 5 - 6°C zawartość antocyjanów ogółem w zagęszczonych ekstraktach z wytlóków z czarnej porzeczki i z aronii obniżyła się o 22% i 25%, a polifenoli ogółem o 10% i 15%. W zagęszczonych ekstraktach z chmielin spadek zawartości polifenoli ogółem wyniósł 9%.

Przeprowadzone próby dodawania ekstraktów z wytlóków z czarnej porzeczki i z aronii do herbat owocowych typu „ice”, galaretek i kisieli wykazały, że charakteryzują się one bardziej naturalnym zapachem i smakiem owocowym oraz bardziej wyrazistą barwą.

Herbaty z dodatkiem ekstraktów z chmielin uzyskały lekko intensywny zapach, smak i goryczkę chmielową, które dobrze komponowały się z ich oryginalnym charakterem smakowo-zapachowym.

Uzyskane wyniki wskazują na celowość odzyskiwania cennych związków fenolowych z wytlóków z czarnej porzeczki, z aronii i z chmielin i dodawania ich w formie ekstraktów do ww. produktów.

Słowa kluczowe: czarna porzeczka, aronia, antocyjany, polifenole, ekstrakt etanolowy

Wprowadzenie

Polski przemysł owocowo-warzywny przetwarza ok. 2 mln ton owoców i ok. 0,8 mln ton warzyw w wyniku czego powstaje od 300 do 350 tys. ton odpadów [2]. Niewykorzystane odpady mogą stanowić groźbę zakażeń mikrobiologicznych na terenie

Dr inż. K. Baranowski, dr inż. E. Baca, mgr inż. A. Salamon, mgr inż. D. Michałowska, mgr inż. D. Meller, mgr inż. M. Karaś, Zakład Technologii Piwa i Słodu, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa

zakładu i w jego otoczeniu, tym bardziej, że ok. 12% wytlóków kierowanych jest na wysypiska ze szkodą dla środowiska i gospodarki. W krajach Europy Zachodniej wytlóki są wykorzystywane w całości, a niektóre z nich nawet je importują i przerabiają. Wytłoki po produkcji soków zawierają m.in. duże ilości prozdrowotnych polifenoli i antocyjanów i częściowo są wykorzystywane jako dodatki do pasz dla zwierząt lub kompostów. Przegląd piśmiennictwa wskazuje na coraz większe zainteresowanie odzyskiwaniem polifenoli i antocyjanów z wytlóków czarnej porzeczki, aronii, wiśni, maliny, truskawki, żurawiny, czarnej jagody i czerwonych winogron [1 - 5]. Podczas tłoczenia większość związków barwnych pozostaje w wytlókach, np. wytlóki z aronii są doskonałym surowcem do produkcji barwników antocyjanowych. Stwierdzono, że sok z aronii zawiera 34 - 40 % całkowitej ilości antocyjanów zawartych w owocach, tak więc większość z nich (aż 66 - 60%) pozostaje w wytlókach [2]. Opłacalność odzyskiwania naturalnych barwników zależy w głównej mierze od ich zawartości w surowcu. Do ich produkcji wykorzystywane są głównie wytlóki z czarnego bzu, wiśni, czarnych jagód, aronii i czarnej porzeczki.

Wyniki badań prowadzonych przez Oszmiańskiego [6] wykazały, że średnia zawartość związków fenolowych w soku z aronii po pasteryzacji wynosiła 3729,1 mg/100 g, podczas gdy w wytlókach aż 10583,3 mg/100 g. Inni autorzy [7] stwierdzili, że zawartość antocyjanów w wytlókach z czarnej porzeczki po pierwszym tłoczeniu wynosiła 2,02 g/100 g, a po drugim tłoczeniu 0,874 g/100 g. O wysokiej zawartości antocyjanów w wytlókach z aronii ze zbiorów 1991 i 1992 (1293 mg/100 g s.m.) i ze zbiorów 1992 i 1993 (1145 mg/100 g s.m.) informuje także Wilczyńska [5]. Podobne dane podają inni autorzy [8, 9].

Istotnym problemem z jakim borykają się przetwórcy chmielu produkujące ekstrakty chmielowe, jest zagospodarowanie chmielin po ekstrakcji chmielu w ciekłym dwutlenku węgla. Po ekstrakcji 100 kg chmielu otrzymuje się ok. 25 kg ekstraktu chmielowego i ok. 75 kg chmielin (po usunięciu etanolu i dwutlenku węgla) [15 - 16]. Stopień wyekstrahowania polifenoli z chmielu w ciekłym, niepolarnym dwutlenku węgla jest bardzo niski i wynosi 10-15 % [10]. Znaczna ich część pozostaje, zatem w chmielinach i do tej pory brak jest danych literaturowych odnośnie ich odzyskiwania i wykorzystania dla potrzeb przemysłu spożywczego. Część chmielin znalazła zastosowanie jako dodatki do pasz zwierzęcych lub kompostów, a także jako komponenty do produkcji materiałów budowlanych (zapraw cementowych lub cegieł).

Ostatnio coraz częściej podejmowane są próby odzyskiwania z wytlóków cennych związków fenolowych i wykorzystania ich w formie dodatków do niektórych artykułów spożywczych na etapie ich produkcji lub w formie preparatów w trakcie spożywania posiłków. Tym bardziej, że duża ilość przetworzonych artykułów spożywczych na rynku jest zubożona w związki fenolowe. Stosowanie takich dodatków może być uzupełnieniem codziennej diety. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwo-

ju Wsi z dnia 16.12.2002 r. w sprawie znakowania środków spożywczych i dozwolonych substancji dodatkowych, związki fenolowe, otrzymywane metodami fizycznymi z owoców i warzyw mogą być stosowane na zasadzie „*quantum satis*” do wielu środków spożywczych.

Celem pracy było sprawdzenie możliwości odzyskiwania przez ekstrakcję w etanolu prozdrowotnych antocyjanów i polifenoli z produktów odpadowych przemysłu owocowo-warzywnego i chmielarskiego: z wyłoków z czarnej porzeczki i z aronii oraz z chmielin po ekstrakcji chmielu w ciekłym dwutlenku węgla i wykorzystania ich do wzbogacania niektórych produktów spożywczych.

Material i metody badań

Do realizacji pracy wykorzystano mrożone owoce aronii i czarnej porzeczki ze zbiorów 2005-2007 z f-my Hortex oraz chmieliny z f-my Chmiel Polski S.A. po ekstrakcji w ciekłym dwutlenku węgla chmielu ze zbioru 2005 i 2006.

Do realizacji pracy wykorzystano:

- prasę do wytłaczania soków z aronii i z czarnej porzeczki, wyparkę próżniową do zagęszczania ekstraktów,
- spektrofotometr f-my Beckman do oznaczania zawartości polifenoli ogółem i antocyjanów ogółem metodą spektrofotometryczną [11 - 13],
- chromatograf cieczowy HPLC f-my Knauer do oznaczania następujących składników polifenoli zmodyfikowaną metodą HPLC (14): kwasu galusowego, parahydroksybenzoesowego, 2,5-dihydroksy-benzoesowego, wanilinowego, syringinowego, cynamonowego, kumarowego, chlorogenowego i ferulowego, katechiny, epikatechiny i kwercetyny.

Wyniki i dyskusja

Otrzymywanie wyłoków z owoców czarnej porzeczki i aronii

Rozmrożone porzeczki i aronię przeprowadzano w miazgę przez mielenie na maszynie, a następnie w celu jej upłynnienia (rozłożenia pektyn) traktowano ją w temp. 50°C enzymem Pectinex Smash XXL f-my NOVOZYMES A/S (Dania). Po uzyskaniu stanu półpłynnego (po 2 godzinach traktowania enzymem) z miazgi wyciskano sok za pomocą prasy. Z 5 kg czarnej porzeczki i z aronii uzyskiwano po drugim tłoczeniu średnio 0,65 kg i 0,81 kg wyłoków.

Otrzymywanie ekstraktów związków fenolowych z wyłoków z czarnej porzeczki i aronii oraz z chmielin wg opracowanej metody

Wyłoki z czarnej porzeczki i aronii oraz chmieliny poddawano 6-krotnej ekstrakcji w etanolu w temp. 50°C.

Zagęszczanie ekstraktów związków fenolowych z wycieków z czarnej porzeczki i aronii oraz z chmielin

Ekstrakty 6-krotnie zagęszczano na wyparce próżniowej w temperaturze 35°C.

Próby przechowalnicze zagęszczonych ekstraktów

Zagęszczone ekstrakty przechowywano przez 6 miesięcy bez dostępu światła w temperaturze 5 - 6°C.

Oznaczanie zmian w zawartości związków fenolowych w zagęszczonych ekstraktach po 6 miesiącach przechowywania (tab. 1).

Tabela 1

Zmiany w zawartości antocyjanogenów ogółem, polifenoli ogółem oraz poszczególnych składników polifenoli w zagęszczonych ekstraktach po 6 miesiącach przechowywania (wartości średnie z n = 3)
Changes in the overall content of anthocyanins, polyphenols and each individual components of polyphenols in concentrated extracts after 6 months of storing (on average from n = 3)

Związki Compounds	Ekstrakty z wycieków z czarnej porzeczki, zagęszczone, świeże	Ekstrakty z wycieków z czarnej porzeczki, zagęszczone, po 6 miesiącach przechowywania	Ekstrakty z wycieków z aronii, zagęszczone, świeże	Ekstrakty z wycieków z aronii, zagęszczone, po 6 miesiącach przechowywania	Ekstrakty z chmielin, zagęszczone, świeże	Ekstrakty z chmielin, zagęszczone, po 6 miesiącach przechowywania
antocyjany ogółem, mg/100 g	6032,4	4705,3	7821,5	5881,8	-	-
SD +/-	59,1	40,2	68,2	54,3		
polifenole ogółem, mg/100 g	10519,5	9467,6	9807,4	8336,3	9788	8915,1
SD +/-	96,3	83,1	77,4	63,7	90,4	94,2
Badane składniki polifenoli, mg/100 g						
kwask galusowy	17,4	15,3	20,6	16,0	11,0	9,8
kwask para-hydroksybenzoesowy	19,4	17,2	39,7	32,6	28,9	25,8
kwask 2,5-dihydroksybenzoesowy	19,1	16,8	18,4	13,8	19,2	17,2
kwask wanilinowy	25,6	22,7	54,4	42,3	27	23,6
kwask ferulowy	39,2	35,5	48,9	39,0	95,6	78,9

kwask chlorogenowy	439,5	387,5	386,9	326,8	398,8	368,3
kwask syringinowy	27,7	24,2	56,8	47,6	43	38,3
kwask cynamonowy	49,8	45,3	98,5	83,1	171,8	165,3
kwask kumarowy	16,0	13,9	37,8	32,1	38,5	34,7
(+) katechina	432,5	379,5	720,1	615,8	483,3	437,7
(-) epikatechina	51,5	46	66,8	56,1	107,7	97,7
kwercetyna	270,5	238,9	610,6	518,5	267,1	237,6
Łączna zawartość badanych składników polifenoli, mg/100 g	1408,5	1242,8	2159,5	1823,7	1691	1534,9

Najwięcej antocyjanów stwierdzono w ekstraktach z aronii (7821,5 mg/100 g) (tab. 1). W ekstraktach z czarnej porzeczki ich zawartość była niższa i wynosiła (6032,4 mg/100 g). Najwięcej polifenoli ogółem wykazały ekstrakty z czarnej porzeczki (10519,5 mg/100 g). W ekstraktach z chmielin i w ekstraktach z aronii poziom polifenoli ogółem był zbliżony i wynosił odpowiednio 9788 mg/100 g i 9807,4 mg/100 g.

Zdecydowanie najwięcej prozdrowotnej katechiny i kwercetyny zawierały ekstrakty z aronii (720,1 mg/100 g) i (610,6 mg/100 g). Poziom tych związków w ekstraktach z czarnej porzeczki i w ekstraktach z chmielin był zbliżony: (270,5 mg/100 g i 267,1 mg/100 g) oraz (432,5 mg/100 g i 483,3 mg/100 g). Najbardziej bogaty w cenną epikatechinę był ekstrakt z chmielin (107,7 mg/100 g). Najwięcej kwasu chlorogenowego wykazały ekstrakty z czarnej porzeczki (439,5 mg/100 g), a kwasu ferulowego i cynamonowego (95,6 mg/100 g i 171,8 mg/100 g) ekstrakt z chmielin. Łączna zawartość badanych składników polifenoli była najwyższa w ekstraktach z aronii (2159,5 mg/100 g) i w ekstraktach z chmielin (1691 mg/100g), a najniższa w ekstraktach z czarnej porzeczki (1408,5 mg/100 g).

Po 6 miesiącach przechowywania bez dostępu światła w temperaturze 5 - 6°C zawartość antocyjanów w ekstraktach z wyłoków z czarnej porzeczki i z aronii obniżyła się o 22% i 25%, a polifenoli o 10% i 15%. W ekstraktach z chmielin spadek zawartości polifenoli był podobny jak w przypadku ekstraktów z czarnej porzeczki i wynosił 9%.

Przykłady wzbogacania produktów spożywczych w związki fenolowe odzyskane z wyłoków z czarnej porzeczki i z aronii oraz z chmielin i ich ocena sensoryczna

Produkty spożywcze wzbogacano zagęszczonymi ekstraktami z wyłoków z czarnej porzeczki, z aronii i z chmielin w ilości od 0,2 ml/100 g do 0,5 ml/100 g.

Ocenę sensoryczną wszystkich produktów spożywczych przed jak i po wzbogaceniu ekstraktami przeprowadzał 5-osobowy panel degustacyjny w skali (1 - 6) pkt, przy czym: 1 pkt - oznacza bardzo złą jakość, 2 pkt - złą, 3 pkt - słabą, 4 pkt – średnią, 5 pkt - dobrą, 6 pkt - bardzo dobrą jakość.

Próby wzbogacania herbat owocowych typu „ice” ekstraktami z wyłoków z czarnej porzeczki, z aronii i z chmielin

Do próbek herbat owocowych handlowych typu „ice” dodawano ekstrakty z wyłoków z czarnej porzeczki i z aronii oraz z chmielin. Po wymieszaniu próbki oceniano sensorycznie ze szczególnym uwzględnieniem zapachu, smaku i barwy. Wyniki ocen zapachu i smaku zamieszczono w tab. 2.

Tabela 2

Wyniki ocen sensorycznych próbek herbat owocowych handlowych typu „ice” z dodatkiem ekstraktów z wyłoków czarnej porzeczki i aronii oraz z chmielin (pkt)
Table 2. Results of sensory assessment of marketable “ice” fruit tea samples with the extracts of blackcurrant and chokeberry pomace and spent hops (points)

Herbata Tea	Zapach Aroma	Smak Taste	Herbata Tea	Zapach Aroma	Smak Taste
Red Tea	4,5	4,4	Red Tea	4,5	4,4
Red Tea + ekstrakt 1	5,6	5,5	Red Tea + ekstrakt 2	5,5	5,4
Lemon	5,1	5,0	Lemon	5,1	5,0
Lemon + ekstrakt 1	5,5	5,5	Lemon + ekstrakt 2	5,6	5,6
Green Tea	5,1	5,2	-	-	-
Green Tea + eks- trakt 3	5,6	5,7	-	-	-

ekstrakt 1 – ekstrakt z wyłoków z czarnej porzeczki, ekstrakt 2 – ekstrakt z wyłoków z aronii, ekstrakt 3 – ekstrakt z chmielin

ekstrakt 1 – extract of blackcurrant pomace, ekstrakt 2 – extract of chokeberry pomace, ekstrakt 3 – extract from spent hops.

W herbatkach owocowych Red Tea i Lemon o zapachu i smaku sztucznych aromatów, po dodaniu ekstraktów z wyłoków z czarnej porzeczki stwierdzono występowanie naturalnego zapachu i smaku czarnej porzeczki, co polepszyło walory smakowo-

zapachowe herbat (tabela 2 - wyższe oceny sensoryczne za zapach i smak). Barwa herbat zmieniła się z żółto-brązowej i brzoskwiniowej na różowo-czerwoną.

W herbacie owocowej Green Tea o zapachu i smaku sztucznych aromatów, po dodaniu ekstraktów z chmielin pojawił się lekko intensywny zapach i smak chmielowy, a także lekko intensywna goryczka chmielowa. Walory smakowo-zapachowe herbaty wyraźnie poprawiły się (wyższe oceny sensoryczne za zapach i smak). Barwa herbaty zmieniła się z lekko intensywniej zielonej na lekko intensywną żółto-zieloną.

W herbatach owocowych Red Tea i Lemon o zapachu i smaku sztucznych aromatów, po dodaniu ekstraktów z wyłoków z aronii stwierdzono obecność naturalnego zapachu i smaku aronii, co polepszyło walory smakowo-zapachowe herbat (wyższe oceny sensoryczne za zapach i smak). Barwa herbat zmieniła się na różowo-czerwoną i czerwoną.

Próby wzbogacania galaretek ekstraktami z wyłoków z czarnej porzeczki i z aronii

Do przygotowanych próbek płynnych galaretek handlowych oraz do próbki płynnej, bezbarwnej galaretki, sporządzonej z żelatyny, cukru i kwasu cytrynowego, dodawano ekstrakty z wyłoków z czarnej porzeczki i z aronii. Po zgęstnieniu, próbki oceniano sensorycznie ze szczególnym uwzględnieniem zapachu, smaku, barwy i klarowności.

Wyniki ocen zapachu i smaku zamieszczono w tab. 3.

Tabela 3

Wyniki ocen sensorycznych próbek galaretek z dodatkiem ekstraktów z wyłoków czarnej porzeczki i aronii oraz z chmielin (pkt)

Results of sensory assessment of marketable jellies samples with the extracts of blackcurrant and chokeberry pomace and spent hops (points)

Galaretka Jelly	Zapach Aroma	Smak Taste	Galaretka Jelly	Zapach Aroma	Smak Taste
Żelatyna + ekstrakt 1	5,1	5,1	Żelatyna + ekstrakt 2	5,0	5,1
Czarna porzeczka	5,2	5,1	Czarna porzeczka	5,2	5,1
Czarna porzeczka + ekstrakt 1	5,4	5,4	Czarna porzeczka + ekstrakt 2	5,4	5,5
Cytrynowa	5,0	5,0	Cytrynowa	5,0	5,0
Cytrynowa + ekstrakt 1	5,6	5,6	Cytrynowa + ekstrakt 2	5,7	5,6

ekstrakt 1 – ekstrakt z wyłoków z czarnej porzeczki, ekstrakt 2 – ekstrakt z wyłoków z aronii
ekstrakt 1 – extract of blackcurrant pomace, ekstrakt 2 – extract of chokeberry pomace

W galaretkach na bazie żelatyny, cukru i kwasu cytrynowego po dodaniu ekstraktów z wyłoków z czarnej porzeczki stwierdzono występowanie wyczuwalnego, naturalnego zapachu i smaku czarnej porzeczki, co znalazło odzwierciedlenie w dobrych ocenach sensorycznych (tab. 3). Wszystkie oceniane próbki miały dobrą klarowność.

Galaretki z czarnej porzeczki o sztucznym aromacie czarnej porzeczki, po dodaniu ekstraktów z wyłoków z czarnej porzeczki wykazały naturalny zapach i smak czarnej porzeczki i zostały wyżej ocenione pod względem zapachu i smaku. W galaretkach stwierdzono występowanie charakterystycznego lekko kwaskowego smaku. Poza tym charakteryzowały się bardziej intensywną barwą czerwoną. Wszystkie oceniane próbki wykazywały dobrą klarowność.

Galaretki cytrynowe o mało naturalnym aromacie cytrynowym, po dodaniu ekstraktu z wyłoków z czarnej porzeczki uzyskały bardziej naturalny zapach i smak cytrynowo-porzeczkowy i tym samym wyższe oceny za zapach i smak. W galaretkach stwierdzono występowanie charakterystycznego lekko kwaskowego smaku oraz zmianę barwy z żółto-brązowej na intensywną czerwoną. Wszystkie oceniane próbki miały dobrą klarowność.

W galaretkach na bazie żelatyny, cukru i kwasu cytrynowego po dodaniu ekstraktów z wyłoków z aronii występował wyczuwalny, naturalny zapach i smak aroniowy, co znalazło odzwierciedlenie w dobrych ocenach sensorycznych za zapach i smak. Wszystkie próbki wykazywały dobrą klarowność.

Galaretki z czarnej porzeczki o sztucznym aromacie czarnej porzeczki, po dodaniu ekstraktów z wyłoków z aronii wykazały bardziej naturalny zapach i smak porzeczkowo-aroniowy i zostały wyżej ocenione pod względem zapachu i smaku. W galaretkach stwierdzono charakterystyczny lekko kwaskowy smak. Poza tym charakteryzowały się bardziej intensywną barwą czerwoną. Wszystkie próbki miały dobrą klarowność.

Galaretki cytrynowe, wykazujące mało naturalny aromat cytrynowy, po dodaniu ekstraktów z wyłoków z aronii uzyskały bardziej naturalny zapach i smak cytrynowo-aroniowy i tym samym wyższe oceny za zapach i smak. W galaretkach stwierdzono występowanie charakterystycznego lekko kwaskowego smaku oraz intensywnej barwy czerwonej. Wszystkie próbki wykazywały dobrą klarowność.

Próby wzbogacania kisieli ekstraktami z wyłoków z czarnej porzeczki i aronii

Do przygotowanych próbek płynnych kisieli handlowych dodawano ekstrakty z wyłoków z czarnej porzeczki i aronii, a po zgęstnieniu próbki oceniano sensorycznie ze szczególnym uwzględnieniem zapachu, smaku i barwy.

Dodatek ekstraktów z wyłoków z czarnej porzeczki i z aronii do kisieli żurawinowych i wiśniowych polepszył ich walory smakowo-zapachowe, co znalazło podobnie jak w przypadku herbat i galaretek odzwierciedlenie w wyższych ocenach senso-

rycznych za zapach i smak. Kisiele po dodaniu ekstraktów z wytlóków z czarnej porzeczki i z aronii charakteryzowały się obok zapachu i smaku żurawinowego i wiśniowego, wyczuwalnym zapachem i smakiem porzeczki i aronii. Barwa kisieli stała się bardziej intensywna i zmieniła się z różowo-czerwonej i czerwonej na czerwono-różową i intensywnie czerwoną.

Wnioski

1. Wyniki przeprowadzonych prób wskazują na możliwość odzyskiwania związków fenolowych z wytlóków z czarnej porzeczki, z aronii oraz z chmielin za pomocą ekstrakcji w etanolu i otrzymywania zagęszczonych ekstraktów o wysokiej ich zawartości.
2. Spadek zawartości polifenoli i antocyjanów w przechowywanych, zagęszczonych ekstraktach z wytlóków z czarnej porzeczki, z aronii oraz z chmielin wskazuje na celowość ich wykorzystania nie później niż po 6 miesiącach od momentu ich wyprodukowania oraz ew. celowość konserwowania ich w atmosferze dwutlenku węgla lub dwutlenku siarki.
3. Wyniki ocen sensorycznych przeprowadzonych prób wskazują na możliwość dodawania zagęszczonych ekstraktów z wytlóków z czarnej porzeczki, z aronii i z chmielin do niektórych herbat owocowych typu „ice”, galaretek i kisieli.
4. Przeprowadzone próby nie wyczerpały szerokiej gamy produktów spożywczych do których w świetle Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16.12.2002 w sprawie znakowania środków spożywczych i dozwolonych substancji dodatkowych, możliwe jest dodawanie ekstraktów związków fenolowych. W związku z tym celowe jest prowadzenie analogicznych badań także na innych produktach spożywczych.

Literatura

- [1] Oszmiański J.: Stabilizacja i zastosowanie barwnika antocyjanowego aronii do barwienia napoi, Technol. Aliment. 1 (1), 2002, s. 37-45.
- [2] Zawirska A.: Zagospodarowanie odpadów z przemysłu owocowo-warzywnego, Przem. Ferm. i Owoc.-Warzyw., nr 10, 2007, s. 44-46.
- [3] Obst, Gemüse und Kartoffelverarbeitung, 87(5), 2002, s.16-23.
- [4] Sprawozdanie z tematu o symbolu 3.7: Ocena stabilności cech jakościowych podczas przechowywania preparatów antocyjanowych z aronii i produktów ich zastosowania, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, 1993.
- [5] Wilczyńska G. „Wykorzystanie ekstraktów związków fenolowych aronii w przemyśle spożywczym”, sprawozdanie z tematu o symbolu 7.11., Warszawa, 1992.
- [6] Oszmiański J. Wojdyło A.: Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity, Eur Food Res Technol, 2005, 221: s. 809-813.
- [7] Nakhmedov-FG; Furumkin-ML; Svistunova-VA; Myachin-VM: Colouring matter from the pomace of black rowanberries and blackcurrants. Konservnaya-i-Ovoshchesushilnaya-Promyshlennost; No. 4, 1975, 2 ref., s. 15-18.

- [8] Płocharski W. Zbroszczyk J.: Fruit Science Reports, 1989, t. 16, nr 1, s. 33-39.
- [9] Płocharski W. Zbroszczyk J. Lenartowicz W.: Fruit Science Reports, 1989, t.16, nr 1, s. 41-50.
- [10] Sprawozdanie z wykonania projektu celowego nr 5 PO6G 030 99C/4979: Optymalizacja produkcji ekstraktów chmielowych, IBPRS, 2000, kierownik projektu: dr inż. Krzysztof Baranowski.
- [11] Oznaczanie zawartości polifenoli ogółem: zmodyfikowana metoda Folin-Ciocalteu wg. Singleton V.L., Rossi J.A., Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic., 1965, 16, 144-158.
- [12] Oznaczanie zawartości antocyjanów ogółem – metoda wg. Sondheimer E., Kertesz Z. I.: Anthocyanin pigments. Colorimetric determination in strawberries and strawberry products. Anal. Chem, 1948, 20, 245-248, w modyfikacji Swain E., Hillis W.E.: The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sc. Food Agric., 1959,10, 63-68.
- [13] PN-A-79093-13 Piwo. Metody badań. Oznaczanie ogólnej zawartości polifenoli.
- [14] Baranowski K.: Sprawozdanie z pracy naukowo-badawczej o symbolu 3.4.6./4.2.7.pt: „Badanie składu garbników i polifenoli w chmielu i produktach chmielowych”, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, Zakład Technologii Piwa i Słodu, Warszawa 2006.
- [15] European Brewery Convention, Hops and Hop Products, Manual of Good Practice, 1997.
- [16] Materiały Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft m.b.H, 1995

POSSIBILITIES OF RETRIEVING AND MAKING A PRACTICAL USE OF PHENOLIC COMPOUNDS FROM THE WASTE PRODUCTS: BLACKCURRANT AND CHOKEBERRY POMACE AND SPENT HOPS

S u m m a r y

The possibility of retrieving anthocyanins and polyphenols from the waste products of fruit and vegetable, as well as hop industry by ethanol extraction has been examined. These waste products are: blackcurrant and chokeberry pomace and spent hops after the hop extraction in liquid carbon dioxide.

The results of spectrophotometric and HPLC analysis has showed the high level of the overall content of anthocyanins and polyphenols as well as the examined polyphenol components (e.g. catechins, quercetins and chlorogenic acid) in the obtained ethanol extracts. After six months of storing the concentrated extracts from blackcurrant and chokeberry pomace in 5-6 Celsius degrees without the access to the light, the overall content of anthocyanins in the extracts has been 22 and 25 percent lower respectively, and the overall content of polyphenols has been 10 and 15 per cent lower respectively. In the concentrated extracts from spent hops the content of polyphenols has been 9 per cent lower.

The attempts to add the extracts from blackcurrant and chokeberry pomace to “ice” fruit tea and jellies have proven that they are characterized by a more natural aroma and fruit taste, as well as a more distinct colour.

Tea with the spent hops’ extracts has got a slightly aroma, taste and hop bitterness, which have fit their original aroma and taste character.

The received results point to a usefulness of retrieving valuable phenolic compounds from blackcurrant and chokeberry pomace and spent hops and adding them as extracts to the above-mentioned products.

Key words: blackcurrant, chokeberry, anthocyanins, polyphenols, ethanol extract ☒

JOANNA KOBUS, EWA FLACZYK, ZBIGNIEW KREJPCIO, HALINA STANIEK

THE EFFECT OF VEGETATION PERIOD ON CONTENTS OF ELEMENTS AFFECTING ANTIOXIDANT CAPACITY OF EXTRACTS FROM GINKGO BILOBA L

Summary

The aim of the study was to determine contents of macro- and microelements in extracts from yellow and green leaves of *Ginkgo biloba*. The following elements: Mg, Cu, Zn, Cr, Fe and Se were determined by atomic absorption spectrophotometry. The concentrations of these elements varied depending on the vegetation period of leaves and the extraction solvent. The highest concentration of Mg was observed in water extract. The highest levels of iron and the other microelements were observed in water extracts from green and yellow leaves.

Key words: *Ginkgo biloba*, extracts, macro elements, microelements

Introduction

The *Ginkgo biloba* tree species has a very long and complicated history. It is assumed on the basis of many archeological excavations that ancestors of this tree existed as early as approx. 250 milion years ago. These trees reached their prime in Jurassic Cretaceous periods, i.e. 215 - 280 million years ago, when different varieties of this tree could be found almost everywhere on the northern hemisphere, from North America to Greenland. At present *Ginkgo biloba* is one of the oldest trees found in the world and is considered to be a relic of the Mesozoic era [1, 2, 5, 9, 10].

The tree belonging to family *Ginkgoaceae* is a representative of gymnospermous plants with bladed leaves (the other have needles or leaves of other types, e.g. sago palms). Extracts from these leaves have been investigated in many studies in recent years [2, 3, 4, 9]. This plant, traditionally used as a medicinal plant, has an advantageous effect on the vascular system. Extracts are prepared from fruits, but first of all from leaves, and are a component of tablets, capsules, drops or teas. *Ginkgo biloba*

Mgr inż. J. Kobus, dr hab. E. Flaczyk, dr hab. Z. Krejpcio, dr inż. H. Staniek, Katedra Technologii Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

extract contains two basic groups of chemical compounds, i.e. flavonoids and terpenes. However, the advantageous action of extracts is connected with the presence of the components exhibiting antioxidant activity, as well as the presence of macro and microelements. Thus the aim of this study was to assess contents of selected macro and microelements in extracts from yellow and green leaves of *Ginkgo biloba* affecting antioxidant activity.

Material and methods

Experimental material consisted of green and yellow leaves of *Ginkgo biloba* var. *Hipocrates* collected in August and October from trees cultivated in Baranowo by the Poznań University of Life Sciences. Leaves were dried at 40°C and next milled in a laboratory mill. The degree of comminuting of plant material was determined using mesh size of 0.8 mm. Comminuted leaves were extracted with water (15 min, 95°C), acetone with water (3:2 v/v; 90 min, 40°C) and ethanol (16 h, 20°C) to obtain extracts. Samples were incinerated in quartz crucibles in a muffle furnace at 500°C. Ash was dissolved in 1N HNO₃ (GR, ISO, Merck). Contents of magnesium (Mg), iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), and chromium (Cr) were determined by flame absorption atom spectrometry using an AAS-3 spectrometer (Zeiss, Jena, Germany) according to Olejnik et al. [7]. Selenium (Se) content was determined by flame absorption atom spectrometry using an AA Varian Spectra 200 Plus spectrometer equipped with a system of a 4-lamp carousel facilitating the use of hollow cathode lamps (HCL) and electrodeless discharge lamps (EDL). The accuracy of analytical methods used to determine contents of elements was verified by analyzing certified reference material INCT-TL-1 Tea Leaves. Determined amounts of analyzed elements amounted from 95.2 to 98.6% contents of certified materials. Results of six independent assays were expressed in mg or µg/g d.m. extract. Selenium was expressed in µg/100g d.m. extract. Statistical analysis was performed with the use of Statistica v. 6.0 (Statsoft, Poland). Serial measurements were compared with a two-way analysis of variance (ANOVA).

Results and discussion

Metal contents in tested extracts were analyzed using flame absorption atom spectrometry and the analysis showed a considerable quantitative variation in extracts of both macro- and microelements. Results of analyses in terms of dry matter of extract are presented in Tables 1 and 2.

The content of magnesium as macro element was the highest. Magnesium content in *Ginkgo biloba* extracts differed significantly depending on the applied solvent, while the type of leaves to a lesser extent affected the level of this component. The highest amount of magnesium was determined in water extract from yellow leaves amounting to

16.15 mg/g d.m., while it was lowest in ethanol extract from green leaves - 0.18 mg/g d.m.

Table 1

Content of selenium and calcium of *Ginkgo biloba* extracts
Zawartość selenu i wapnia w ekstraktach z *Ginkgo biloba*

Extract		Mg (mg/g d.m.)		Se ($\mu\text{g}/100\text{g d.m.}$)	
Green leaves	Water (GW)	13,97 ^c	$\pm 0,06$	0,59 ^b	$\pm 0,03$
	Acethone-water (GA)	6,45 ^b	$\pm 0,33$	0,49 ^a	$\pm 0,02$
	Ethanol (GE)	0,18 ^a	$\pm 0,02$	0,74 ^d	$\pm 0,04$
Yellow leaves	Water (YW)	16,15 ^d	$\pm 0,18$	0,96 ^e	$\pm 0,05$
	Acethone-water (YA)	7,79 ^b	$\pm 0,41$	0,62 ^c	$\pm 0,03$
	Ethanol (YE)	0,34 ^a	$\pm 0,00$	1,01 ^f	$\pm 0,05$

Results are mean values of three determinations \pm standard deviation.
Values sharing the same letter in a column are not significantly different ($\alpha=0.05$).

Table 2

Content of microelements of *Ginkgo biloba* extracts
Zawartość mikroelementów w ekstraktach z *Ginkgo biloba*

Extract		Fe ($\mu\text{g/g d.m.}$)	Zn ($\mu\text{g/g d.m.}$)	Cu ($\mu\text{g/g d.m.}$)	Cr ($\mu\text{g/g d.m.}$)				
Green leaves	Water	95,86 ^e	$\pm 0,33$	39,28 ^f	$\pm 0,66$	49,94 ^e	$\pm 0,00$	15,28 ^f	$\pm 0,00$
	Acethone-water	35,76 ^c	$\pm 0,02$	22,76 ^e	$\pm 0,05$	5,62 ^b	$\pm 0,00$	9,20 ^e	$\pm 0,00$
	Ethanol	11,00 ^a	$\pm 0,18$	8,98 ^a	$\pm 0,93$	13,00 ^c	$\pm 0,00$	3,99 ^c	$\pm 0,00$
Yellow leaves	Water	69,66 ^d	$\pm 0,41$	18,77 ^d	$\pm 0,65$	17,90 ^d	$\pm 0,00$	5,30 ^d	$\pm 0,00$
	Acethone-water	29,39 ^b	$\pm 0,00$	15,75 ^c	$\pm 0,00$	6,87 ^b	$\pm 0,00$	3,18 ^b	$\pm 0,00$
	Ethanol	62,06 ^d	$\pm 0,00$	12,05 ^b	$\pm 0,00$	0,30 ^a	$\pm 0,00$	2,06 ^a	$\pm 0,00$

Results are mean values of three determinations \pm standard deviation.
Values sharing the same letter in a column are not significantly different ($\alpha=0.05$).

Contents of individual microelements varied in analyzed *Ginkgo* extracts. It was found that among analyzed microelements the dominant element was iron, which contents ranged from 11.00 $\mu\text{g/g d.m.}$ in green leaves ethanol extract to 95.86 $\mu\text{g/g d.m.}$ in green leaves water extract, followed by zinc which content also higher in green leaf than in yellow one. Water infusion contains the highest level of zinc. Lower contents were determined for copper: from 0.30 $\mu\text{g/g d.m.}$ in ethanol extract of yellow leaves to 49.94 $\mu\text{g/g d.m.}$ in water extract of green leaves and chromium: from 2.06 $\mu\text{g/g d.m.}$ in green leaves ethanol extract to 15.28 d.m. in green leaves water extract. The element which presence was detected in the lowest amounts was selenium. However, its content was higher in ethanol extracts (1.01 $\mu\text{g}/100\text{g d.m.}$ in yellow leaves ethanol extract and 0.74 $\mu\text{g}/100\text{g d.m.}$ in green leaves ethanol extract) than in water extracts (0.59 $\mu\text{g}/100\text{g}$

d.m. in green leaves water extract and 0.96 $\mu\text{g}/100\text{g}$ d.m. in yellow leaves water extract). The lowest level of selenium was determined in acetone-water extracts. Results of statistical analysis showed that the type of applied solvent had a significant effect on the amount of extracted microelements ($p < 0.05$). The total amount of all analyzed microelements extracted with water in case of green leaves was 200.37 $\mu\text{g}/\text{g}$ d.m. and it was 2.7 times higher than that obtained after the application of a mixture of acetone and water and 5.4 times higher than that, after the use of ethanol as a solvent. Water extracts from yellow leaves contained two times more microelements than acetone-water extract from yellow leaves (55.20 $\mu\text{g}/\text{g}$ d.m.) and 1.5 times more than ethanol extract from yellow leaves (76.47 $\mu\text{g}/\text{g}$ d.m.).

Contents of iron and copper in extracts are crucial in the process of fat stabilization, since these microelements may catalyze oxidation processes. Their availability results in the formation of the most dangerous reactive oxygen species, i.e. the hydroxyl radical. In turn, zinc had an antioxidative action, which was shown in many studies [1, 10, 12]. Antioxidant action is found for selenium also, but the level of this element was about 1000 times lower than other elements. According to Szukalska [11], also chromium accelerates the oxidation of fats by catalyzing the dissociation of lipid peroxides into radicals. However, in a study conducted by Ellnain-Wojtaszek et al. [1] it was shown that chromium ions complexes with flavonoids contained in *Ginkgo* extracts increased their antioxidant potential. Moreover, it was found that some complexes of iron and flavonoids may inhibit Fenton reactions, being the primary source of hydroxyl radicals and catalyzed by iron and copper cations [1, 6, 13]. As it results from a study by Ryguła et al. [8], with an increase in the metal-querctin molar ratio, an increase in the antiradical activity in relation to DPPH radicals was observed, until the maximum value is reached, corresponding approximately to a 1:1 molar ratio. Over this level antioxidant activity of analyzed systems decreased. In turn, at a considerable molar excess of metal in relation to querctin (the metal-querctin ratio of over 2.5) a decrease in the antiradical activity of these systems was observed, even below the level of querctin activity alone, which was particularly manifested for systems containing zinc ions.

Contents of macro and microelements in plant tissues depend first of all on growth conditions, but also plant variety. Differences in contents of elements are also individual traits. In a study by Stefanovits-Banyai et al. [10] significant differences were found both in contents of macro and microelements in *Ginkgo biloba* leaves, depending on the sex of the tree from which leaves originated. Leaves of female trees contained more microelements such as Zn (2.06 times more) and Fe (1.2 times more) than male specimens, whereas male specimens were characterized by higher contents of calcium and magnesium. The authors also investigated the effect of applied extractant, i.e. water and ethanol (80%), on the level of leaching of individual elements. Similarly

as in this study, they also found a significant effect of applied solvent on contents of all analyzed elements.

However, in order to estimate the effect of analyzed elements on antioxidant capacity of extracts it would be necessary to perform application analyses in tests estimating antioxidant properties or in accelerated fat stability tests, since - as it was mentioned earlier - antioxidant activity is affected not only by the total content of individual components, but first of all their proportions and the reaction medium.

Conclusion

In the analyses of the composition of elements in Ginkgo extracts it was found that water extracts of both green and yellow leaves contained the highest amount of elements found disadvantageous from the point of view of catalysis of oxidation processes, i.e. iron and copper. Similarly, in those extracts the highest magnesium content was recorded. On the other hand, water extract from green leaves contained the highest amount of zinc, exhibiting antioxidant properties. In ethanol extracts minimum content of magnesium and the highest contents of selenium and zinc were found. Similarly a high zinc content was recorded in acetone-water extracts. Higher selenium contents were detected in extracts prepared from yellow than green leaves.

Literature

- [1] Ellnain-Wojtaszek M., Kruczyński Z., Kasprzak J.: Variations in free radical scavenging activity of *Ginkgo biloba* L. leaves in the period of complete development of green leaves to fall of yellow ones. *Food Chem.*, 2002, 79, 79.
- [2] Guoan S., Yongzhen P., Weisheng W., Zhongxiang D., Lingxia Z., Youfang C., Xiaofen S.: Cloning and characterization of a flavanone 3-hydroxylase gene from *Ginkgo biloba*. *Bioscience Reports*, 2006, 26 (1), 19.
- [3] Jager L., Perfetti G., Diachenko G.: Analysis of ginkgolides and bilobalide in food products using LC-APCI-MS. *J. Pharm. Biomed. Analysis* 2006, 41, 5 (28), 1552.
- [4] Jianping L.: The Use of Ginkgo Biloba Extract in Acute Ischemic Stroke. *Explore. J. Sci. Heal.* 2006, 2, (3), 262.
- [5] Korszun S.: Miłorząb- jeden z najstarszych gatunków drzew nagozalążkowych, *Kwiaty* 2003, 5-6, 123.
- [6] Małolepsza U., Urbanek H.: Flawonoidy roślinne jako związki biochemicznie czynne. *Wiad. Bot.* 2000, 44, 27.
- [7] Olejnik D., Krejpcio Z., Śmigiel-Papińska D., Wójciak W. R., Gawęcki J., Wiśniewska J.: The content of selected minerals (Ca, Mg, Zn, Cu, Fe) in daily food rations of adolescents, comparison of analytical and calculated data. *PZH Ann.*, 1999, 50, 361.
- [8] Ryguła K., Szafer K., Szymusiak H., Wybieralska K., Wieczorek D., Zieliński R.: Wpływ wybranych makroelementów na aktywność przeciwrodnikową kwercetyny w modelowych roztworach wodno-metanolowych. *Żyw. Czł. i Met.*, 2005, 32, 841.
- [9] Seneta W. Dolatowski J.: *Dendrologia*, Warszawa, 2004.
- [10] Stefanovits-Banyai E., Szentmihályi K., Hegedus A., Koczka N., Vali L., Taba G., Blazovics A.: Metal ion and antioxidant alterations in leaves between different seeds of *Ginkgo biloba* L. *Life Sci.* 2006, 78, 1049.

- [11] Szukalska E.: Wybrane zagadnienia utleniania tłuszczów. *Tłuszcze Jadalne*, 2003, 38, 42.
- [12] Zago M. P., Oteiza P. I.: The antioxidant properties of zinc: interactions with iron and antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*, 2001, 31, 2, 266.
- [13] Zając M., Pawełczyk E., *Chemia leków*. Wyd. AM., Poznań 2000, 123.

**WPLYW OKRESU WEGETACJI NA ZAWARTOŚĆ PIERWIASTKÓW DETERMINUJĄCYCH
POJEMNOŚĆ ANTYOKSYDACYJNĄ EKSTRAKTÓW Z LIŚCI *GINKGO BILOBA* L.**

Streszczenie

Celem niniejszych badań było określenie zawartości poszczególnych makro i mikroelementów w ekstraktach sporządzonych z suszu żółtych i zielonych liści *Ginkgo biloba*. Oznaczono zawartość magnezu, miedzi, żelaza, chromu, cynku oraz selenu za pomocą płomieniowej spektrofotometrii atomowo-absorpcyjnej (AAS). Koncentracja poszczególnych pierwiastków zależała od użytego rozpuszczalnika i okresu wegetacji liści. Najwięcej magnezu zawierały wodne ekstrakty z liści żółtych i zielonych. Spośród mikroelementów najwyższym poziomem żelaza i innych mikroelementów charakteryzowały się wodne ekstrakty z liści zielonych oraz żółtych.

Słowa kluczowe: *Ginkgo biloba*, ekstrakty, makroelementy, mikroelementy ☒

MIROŚLAW KROŚNIAK¹, MACIEJ GĄSTOŁ², PRZEMYSŁAW BANACH²,
ANNA PYTEL¹

WYBRANE PARAMETRY JAKOŚCIOWE WINOGRON UPRAWIANYCH W POLSCE POŁUDNIOWEJ

Streszczenie

Na przestrzeni ostatnich lat wzrasta zainteresowanie uprawą winorośli w polskich warunkach. Poszukuje się odmian, które posiadają odpowiednie walory użytkowe oraz zdrowotne.

Celem pracy było przebadanie charakterystyki jakościowej soków z owoców winorośli szlachetnej rosnącej w Garlicy Murowanej koło Krakowa.

Badaniami objęto pięć odmian winorośli: Jutrzenka, Seyval Blanc, Rondo, Marechal Foch i Muskat Odeski uprawianych w warunkach polskich. W sokach oznaczono kwasowość w przeliczeniu na kwas winowy – metoda potencjometryczna, ekstrakt – metoda refraktometryczna, zawartość polifenoli ogółem – spektrofotometryczna, zdolność antyoksydacyjną FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) metoda spektrofotometryczna oraz pierwiastki: Ca, K, Na i Zn - płomieniowa absorpcja atomowa AAS.

Spośród przebadanych odmian Marechal Foch i Rondo (odmiany czerwone) posiadały wysokie wartości polifenoli (odpowiednio 36,8 oraz 30,1 g GAE L⁻¹), i FRAP (16210 i 6585 μmol L⁻¹), a także oznaczonych pierwiastków. Odmiana o jasnych owocach – Jutrzenka - posiadała bardziej zbliżone wartości powyższych parametrów do odmian czerwonych niż do odmian białych: Muskat Odeski i Seyval Blanc. Ostatnia z wymienionych odmian była najuboższa w badane składniki.

Słowa kluczowe: winorośl, kwasowość, polifenole, FRAP, pierwiastki

Wprowadzenie

Winorośl należy do najważniejszych gospodarczo roślin sadowniczych. Areal upraw w świecie wynosi około 8,0 mln ha, a produkcja - 60 mln ton [3]. Owoce są spożywane nie tylko jako deserowe, ale także w postaci przetworzonej – dżemów, soków, olejów z pestek, a nade wszystko – wina. Winogrona i wino są nieodłącznym elementem kultury i religii w wielu krajach świata.

W szeregu pracach wskazuje się na korzystne oddziaływanie winogron i ich przetworów na zdrowie człowieka. Szczególnie podkreśla się znaczenie substancji fenolo-

¹ Dr n. farm. M. Krośniak mgr A. Pytel, Zakład Bromatologii CM UJ w Krakowie ,

² Dr M. Gąstoł, mgr P. Banach, Katedra Sadownictwa i Pszczelnictwa, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

wych ograniczających występowanie choroby wieńcowej, miażdżycy, czy niektórych typów nowotworów [11,12]. W latach 90-tych ubiegłego stulecia wskazywano na występowanie „francuskiego paradoksu”, czyli niskiego odsetka chorób sercowo-naczyniowych w populacji i to pomimo stosowania diety stosunkowo obfitującej w tłuszcze nasycone. Jedną z hipotez tłumaczących to zjawisko było częste i umiarkowane spożywanie wina [7]. Wykazano, że to działanie protekcyjne spowodowane jest zawartością frakcji fenolowych w czerwonym winie [4].

W ostatnich latach obserwuje się w Polsce wyraźny wzrost zainteresowania uprawą winorośli i winiarstwem. Rocznie sadi się około 200 tys. krzewów winorośli [6]. Pomimo braku długich tradycji powstaje coraz więcej rejonów winiarskich. Niestety mało jest badań dotyczących tego gatunku w polskich warunkach klimatyczno-glebowych, w tym badań własności prozdrowotnych owoców. Dlatego też celem niniejszej pracy było określenie jakości owoców winogron rosnących w rejonie Jury Krakowsko-Częstochowskiej.

Material i metody badań

Owoce pobrane do analiz pochodziły z krzewów rosnących w winnicy „Garlicki Lamus”, która znajduje się w Stacji Doświadczalnej Katedry Sadownictwa i Pszczelnictwa w Garlicy Murowanej koło Krakowa. Owoce pochodziły z 3-letnich krzewów odmian:

1. ‘Jutrzenka’ (‘Seyve Villard’ 12-375 x ‘Pinot Blanc’), pochodzenie: Jasło, Polska, grona białe,
2. ‘Seyval Blanc’ syn. ‘Seyve Villard’ 5-276 (‘Seibel’ 4995x‘Seibel’ 4986), mieszaniec francusko-amerykański, grona białe,
3. ‘Rondo’ syn. Gm 6494-5 (‘Saperawi Siewiernyj’ x ‘Saint Laurent’), pochodzenie: Niemcy, grona czerwone,
4. ‘Marechal Foch’ syn. ‘Kuhlmann’ 188-2 (MgT101-14 x ‘Goldriesling’), pochodzenie: Francja, grona czerwone,
5. ‘Muskat Odeski’ (‘Muskat Sinij Ranij’ x ‘Seyve Villard’ 20-366), pochodzenie: Ukraina, grona białe.

W trakcie zbiorów z każdej odmiany pobrano po 10 wyrównanych gron (w 4 powtórzeniach); odcisnięto z nich sok za pomocą prasy mechanicznej. Próbkę soku poddano filtracji przez bibułę, a następnie wirowaniu 3500 obr/min przez 10 min. W tak przygotowanych próbkach dokonano oznaczeń:

- kwasowości mierzonej metodą potencjometryczną, wyniki wyrażono w g 100 g⁻¹ soku, w przeliczeniu na kwas winowy,
- zawartości ekstraktu [%] przy użyciu refraktometru firmy ATAGO PR-100,
- ogólnej zawartości polifenoli z wykorzystaniem metody kolorymetrycznej Folina-Ciocalteu [8], wyniki wyrażono w przeliczeniu na kwas galusowy [g GAE L⁻¹],

- całkowitej zdolności antyoksydacyjnej wyrażonej jako FRAP, wyniki podano w $\mu\text{mol L}^{-1}$.
- zawartości wybranych makro i mikroelementów: wapnia, potasu, sodu oraz cynku. Oznaczenia dokonano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS), spektrometr Perkin-Elmer 5100 ZL z przystawką EA. Wyniki wyrażono w mg L^{-1} .

Wyniki zestawiono i poddano jednoczynnikowej analizie wariancji z wykorzystaniem oprogramowania Statistica 7.1 (Statsoft Inc.). Różnice między średnimi określono w oparciu o wielokrotny test Duncana (Duncan 1955). Średnie oznaczone jednakowymi literami nie różnią się przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

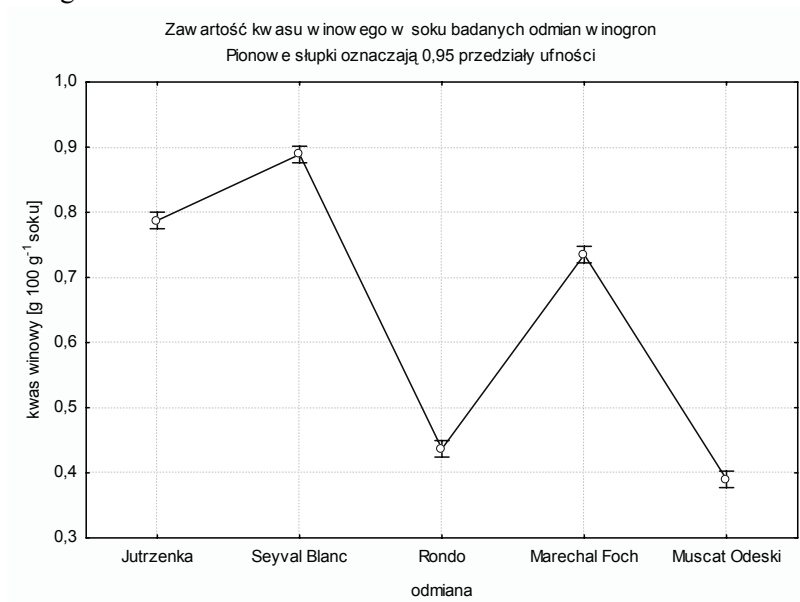
Wyniki i dyskusja

Jednym z najważniejszych parametrów mających wpływ na jakość owoców i ich przetworów ma zawartość kwasów organicznych (rys. 1). W naszym doświadczeniu najwyższą kwasowość posiadała odmiana Seyval Blanc (0,88 mg kwasu winowego 100 g^{-1} soku), niższą odmiana Jutrzenka i Marechal Foch (odpowiednio – 0,79 i 0,73). Najniższą zawartością kwasów organicznych posiadały Ronda i Muskat Odeski – 0,44 i 0,39 mg 100 g^{-1} soku. Także w przypadku ekstraktu (rys. 2) najwyższe wartości uzyskano dla odmiany Seyval Blanc (22,8 %), niższą dla Jutrzenki (21,1%). Na pośrednim poziomie znalazły się czerwone winogrona – Marechal Foch i Rondo – obie zawierały 19,2% ekstraktu. Na najniższym poziomie znalazł się Muskat Odeski z wartością 16,4 %.

Także średnia zawartość polifenoli była istotnie zróżnicowana (tab. 1). Najwięcej zawierały ich odmiany czerwone Marechal Foch i Rondo – 36,0 oraz 30,1 g GAE L^{-1} . Spośród odmian białych najwyższą zdolność do akumulacji polifenoli wykazywała odmiana Jutrzenka 26,8 g GAE L^{-1} . Najniższą wartość zmierzono dla Seyval Blanc – 9,4 g GAE L^{-1} . Pomimo, że w niektórych pracach stwierdzono, że winogrona czerwone zawierają więcej związków fenolowych niż białe [9,10] w naszym doświadczeniu stwierdzono wysoki ich poziom dla odmiany o białych owocach – Jutrzenki. Dla odmian o wysokiej zawartości polifenoli stwierdzono najwyższą spośród badanych zdolność antyoksydacyjną FRAP 10684 $\mu\text{mol L}^{-1}$. Może to wskazywać, że zdolność do zmiatania wolnych rodników dla badanych odmian jest skorelowana z zawartością związków fenolowych. Wyjątkiem jest tutaj odmiana Rondo, u której nie można potwierdzić tej zależności FRAP 6585 $\mu\text{mol L}^{-1}$.

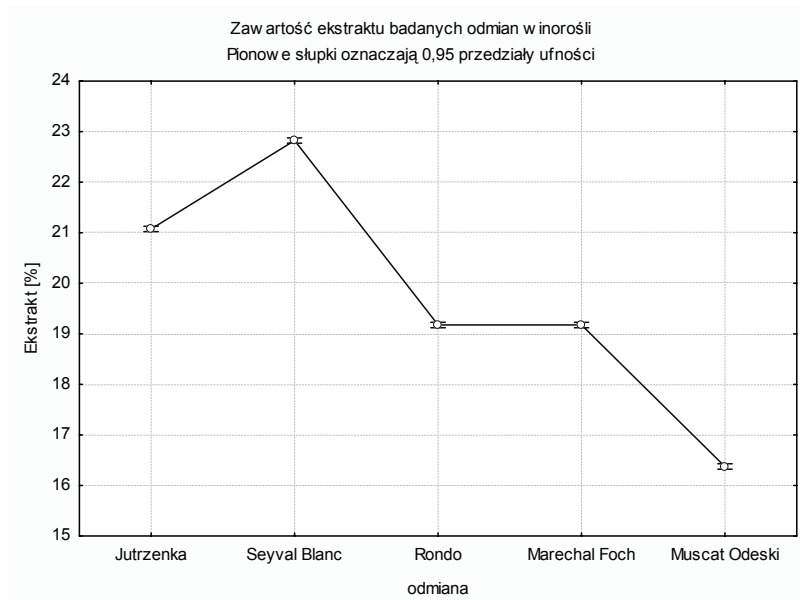
Analiza pierwiastkowa wskazuje na duże zróżnicowanie omawianych odmian (tab. 1). Ogólnie, najniższe zawartości pierwiastków wykazuje odmiana Seyval Blanc. Najwięcej wapnia akumulują odmiany czerwone oraz Jutrzenka. W przypadku potasu stwierdzono podobną prawidłowość – najniższy poziom Seyval Blanc (564 mg L^{-1}), pośredni Jutrzenka i Muskat Odeski (odpowiednio 1068 i 1156 mg L^{-1}), a najwyższy odmiany czerwone Rondo i Marechal Foch (1552 i 1604 mg L^{-1}). W przypadku sodu nie stwierdzono istotnego zróżnicowania, natomiast zawartość cynku wahała się w

granicach 0,29-0,58 mg L⁻¹ i była najniższa dla Seyval Blanc, a najwyższa dla – Muskata Odeskiego.



Rys. 1. Zawartość kwasu winowego w soku badanych odmian winogron [g 100 g⁻¹].

Fig. 1. Tartaric acid content of investigated grape cultivars [g 100 g⁻¹].



Rys. 2. Zawartość ekstraktu w soku badanych odmian winogron [%].

Fig. 2. Soluble solids content investigated grape cultivars [g 100 g⁻¹].

Tabela 1

Zawartość wapnia, potasu, sodu, cynku i polifenoli [g L⁻¹ GAE] oraz zdolność antyoksydacyjna FRAP [μmol L⁻¹] badanych winogron

Ca, K, Na, Zn, total polyphenol [g L⁻¹ GAE] content and FRAP [μmol L⁻¹] of investigated grapes

Odmiana	Ca [mg L ⁻¹]	K [mg L ⁻¹]	Na [mg L ⁻¹]	Zn [mg L ⁻¹]	Polifenole [g GAE L ⁻¹]	FRAP [μmol L ⁻¹]
Jutrzenka	112,0 b	1068 ab	192 a	0,41 b	26,8 c	10684 c
Seyval Blanc	79,2 a	564 a	136 a	0,29 a	9,4 a	2290 a
Rondo	107,2 b	1552 b	228 a	0,46 b	30,1 d	6585 b
Marechal Foch	115,2 b	1604 b	228 a	,46 b	36,8 e	16210 d
Muskat Odeski	89,6 a	1156 ab	172 a	0,58 c	20,0 d	5183 b

Wnioski

Jak widać z powyższych wyników, mimo tych samych warunków klimatyczno-glebowych istnieją dość duże różnice w składzie mineralnym i organicznym badanych odmian winorośli. Odmiana Seyval Blanc charakteryzowała się niskimi zawartościami wszystkich badanych składników. Interesującą odmianą jest Jutrzenka, która jest odmianą białą o wysokiej zawartości polifenoli. Zaobserwowano wysoką korelację pomiędzy zawartością polifenoli a wartością FRAP. Polska odmiana Jutrzenka swoim składem plasuje się bliżej odmian czerwonych niż białych i może być zalecana jako odmiana z wysoką zawartością związków o charakterze antyoksydacyjnym. Oprócz tego może być też wykorzystywana do dalszej hodowli winorośli o jasnych owocach będących bogatym źródłem związków fenolowych. We Francji prowadzone są badania nad białymi odmianami winogron z wysoką zawartością polifenoli. W badaniach tych wykazano pozytywny efekt wysokiej zawartości polifenoli na cukrzycę u szczurów [1,5].

Literatura

- [1] Al-Awwadi N, Azay J, Poucheret P, I wsp. Antidiabetic activity of red wine polyphenolic extract, ethanol, or both in streptozotocin-treated rats. *J. Agric. Food Chem.* 2004, 52(4):1008-1016
- [2] Duncan O., Duncn B. A methodological analysis of segregation indices. *Am. Soc. Rev.* 1955, 20: 210-217
- [3] FAO 2006. <http://faostat.fao.org>
- [4] Frankel E., Kanner J., German J. i wsp. Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet*, 1993, 341: 454-7
- [5] Landrault N, Poucheret P, Azay J, i wsp. Effect of a polyphenols-enriched chardonnay white wine in diabetic rats. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, 51(1): 311-8.
- [6] Lisek J. Amatorska uprawa winorośli. Warszawa, Wydawnictwo PZD, 2002
- [7] Renaud S., de Lorgeril M. Wine, alcohol, platelets and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet*, 1992, 339: 1523-6
- [8] Singleton V., Rossi J. Colorimetry of total phenolocs with phospho-molybdic-phosphotungstic acid reagent. *Am. J. of Enology and Viticulture*, 1965, 16: 144-158
- [9] Sanchez-Moreno C., Larrauri J., Saura-Calixto F. Free radical scavenging capacity and inhibition of lipid oxidation of wines, grape juices and related constituents. *Food Res. Int.* 1999, 32: 407-412

- [10] Vinson J., Su X., Zubik L. i wsp. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: Fruits. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49: 969-974
- [11] Waterhouse A. Wine and heart diseases. *Chemistry and Industry*, 1995, 5: 337-341
- [12] Williams R., Elliot M. Antioxidant in grape and wine: chemistry and health effect. [in:] Shaihidi F. (ed.) *Natural antioxidants: Chemistry, Health Effect and application*. AOCS Press, Illinois: 1997, 150-173

QUALITATIVE PARAMETERS OF GRAPES GROWN IN SOUTHERN POLAND


Summary

There is an increasing interest in producing grapevine and wine in Poland. Therefore, new cultivars with both economical and nutraceutical properties are sought.

The aim of the study was quantitative characteristics of *Vitis vinifera* cultivars grown in southern Poland (Garlica Murowana near Kraków).

The material used for this experiment was five grape cultivars: Jutrzenka, Seyval Blanc, Rondo, Marechal Foch and Muskat Odeski. Total acidity was measured with potentiometric method, data expressed as a tartaric acid, soluble solids content with a refractometer (%), total polyphenols spectrophotometric method (g of gallic acid equivalents L⁻¹), Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP expressed as μmol L⁻¹) and elements: Ca, K, Na and Zn using atomic absorption spectrometry.

Among all investigated cultivars Marechal Foch and Rondo (red fruits) were rich in polyphenols (36,8 and 30,1 g GAE L⁻¹ respectively), FRAP (16210 i 6585 μmol L⁻¹), as well as measured elements. White berry cultivar Jutrzenka had its parameters closer to red berries than white ones. Seyval Blanc revealed the lowest content of measured constituents.

Key words: grape, acidity, polyphenols, FRAP, elements 

ELŻBIETA BACA, KRYSZYNA SKIBNIEWSKA, KRZYSZTOF BARANOWSKI,
JANUSZ ZAKRZEWSKI, ELŻBIETA SŁOWIK, DOROTA MELLER,
MARCIN KARAŚ, MAŁGORZATA MIELCARZ

WPLYW WARUNKÓW TECHNOLOGICZNYCH PRODUKCJI CHLEBA PSZENNEGO NA STOPIEŃ ROZKŁADU KWASÓW FITYNOWYCH

Streszczenie

Określono wpływ niektórych zabiegów technologicznych takich jak obróbka cieplna mąki pszennej, temperatura oraz czas fermentacji ciasta, a także dodatek fitazy do ciasta na rozkład kwasów fitynowych i stopień uwalniania wapnia i żelaza z chleba pszennego.

Badania prowadzono w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie na pszennym cieście chlebowym z 10%-owym dodatkiem preparatu błonnikowego z wysłodzin piwowarskich oraz węgla wapnia. Zawartość kwasów fitynowych i tym samym stopień ich rozkładu określano metodą HPLC. Zawartość wapnia i żelaza w chlebach oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej płomieniowej (FAAS), a zawartość wapnia i żelaza przyswajalnego metodą enzymatycznego trawienia *in vitro*.

Stwierdzono m.in., że chleby otrzymane z mąki pszennej po obróbce cieplnej wykazywały niższą zawartość kwasów fitynowych niż chleby otrzymane z mąki pszennej nie poddanej obróbce, co wskazuje na częściowy rozkład związków fitynowych w mące pod wpływem podwyższonej temperatury.

Podwyższenie temperatury fermentacji z 15^oC i 20^oC do 30^oC spowodowało wyraźne zwiększenie stopnia hydrolizy kwasów fitynowych, co obniżyło znacznie ich stężenie zwłaszcza w chlebie z mąki po obróbce cieplnej. Wskazuje to na wyższą aktywność fitazy w wyższej temperaturze i tym samym większy stopień rozkładu kwasów fitynowych.

Wydłużenie czasu fermentacji ciasta z 0,5 h do 3 h w temperaturze 30^oC obniżyło wyraźnie zawartość kwasów fitynowych w otrzymanych chlebach (o ok. 12 % bez obróbki cieplnej i o ok. 24 % po obróbce cieplnej mąki) Natomiast wydłużenie czasu fermentacji z 3 h do 16 h spowodowało tylko nieznaczne ich zmniejszenie. Dodatek enzymu fitazy do ciast fermentowanych przez 0,5 h wpłynął na znaczący, bo ok. 55 % spadek poziomu zawartości kwasów fitynowych w chlebach w porównaniu z wariantem bez dodatku fitazy. W przypadku chleba z mąki po obróbce cieplnej z dodatkiem fitazy spadek ten był nieznacznie

Dr inż. E. Baca, dr inż. K. Baranowski, mgr inż. D. Meller, mgr inż. M. Karaś, mgr inż. M. Mielcarz, Zakład Technologii Piwa i Słodu, J. Zakrzewski, E. Słowik, Zakład Technologii Zbóż i Piekarnictwa, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa
Dr hab. K. Skibniewska, Zakład Technologii Żywności i Żywnienia, Politechnika Koszalińska, ul. Kwiatkowskiego 6e, 75-343 Koszalin

wyższy (58 %) Wydłużenie czasu fermentacji ciasta z 0,5 h do 3 h w temperaturze 30°C spowodowało bardzo znaczący, 70 % rozkład kwasów fitynowych w otrzymanych chlebach.

Dodatek fitazy i przedłużenie czasu fermentacji ciasta, wpłynęły na ok. 11 % zwiększenie przyswajalności wapnia i 78%-owe uwolnienie żelaza.

Słowa kluczowe: chleb pszenny, kwasy fitynowe, fitaza

Wprowadzenie

Kwas fitynowy (IP6, kwas inozytosześcioletowy, sześćcioletowy inozytolu, heksafosforan inozytolu) zawierający 6 grup fosforowych oraz jego pochodne, zawierające od 3 do 5 grup fosforowych (IP3, IP4 i IP5), występują w niektórych ziarnach i nasionach roślin strączkowych np. fasoli, kukurydzy, a także w otrębach i w mąkach zbóż. Rozłożenie ich w ziarnie nie jest równomierne. Uważa się, że kwasy fitynowe służą do magazynowania kationów w nasionach. Jako ufosforyzowane węglowodany, wykazują właściwości chelatujące w przewodzie pokarmowym człowieka i wiążą kationy i tym samym umożliwiają usuwanie z organizmu nadmiaru metali; głównie żelaza. Posiadają właściwości antyoksydacyjne oraz antynowotworowe i przeciwnowotworowe w odniesieniu do takich chorób jak: rak piersi, sutka, prostaty, jelita grubego oraz okrężnicy [1, 2, 3]. Stwierdzono, że kwas fitynowy oraz jego izomery znajdujące się w chlebie pieczonym na drożdżach z mąki z pełnego przemiału (w mniejszym stopniu z białej mąki), tworzą nierozpuszczalne połączenia z obecnymi w mące mikroelementami takimi jak Fe, Zn, Ca, Na, P, Mg i Mn, tworząc tzw. fityniany żelaza, cynku, wapnia, sodu, fosforu, magnezu i manganu [5]. Tym samym dochodzi do zmniejszenia biodostępności, a nawet zablokowania wchłaniania tych metali do organizmu. Dotyczy to także kwasu fitynowego i jego pochodnych obecnych w innych surowcach oraz produktach spożywczych. Z tego powodu związki te są zaliczane do grupy tzw. czynników antyżywnościowych.

Kwasy fitynowe tworząc kompleksy z magnezem i potasem odkładają się w warstwie aleuronowej. Wyjątek stanowi kukurydza, w której ziarnie 95 % kwasów fitynowych znajduje się w zarodku. W nasionach spełniają one rolę zapasu energii i związków mineralnych, potrzebnych do budowy nowej rośliny.

Kwasy fitynowe oddziałują także z innymi cząsteczkami, głównie z białkami obniżając tym samym ich rozpuszczalność. W organizmie ssaków tworzą także połączenia jonowe z enzymami i przez to mogą ograniczać ich funkcje fizjologiczne. W świetle powyższych faktów istotne znaczenie mają zabiegi technologiczne obniżające ich zawartość w surowcach i produktach spożywczych i zwiększające biodostępność mikroelementów [4, 5, 6]. Szereg czynników fizycznych i technologicznych może modyfikować stopień wiązania kationów przez kwasy fitynowe. Warunki prowadzenia procesu technologicznego podczas wytwarzania ciast i wypieku pieczywa dzięki m.in.

aktywności fitaz mogą wpływać na uwalnianie składników mineralnych, co może być wykorzystane w procesie wzbogacania pieczywa w Ca i Fe.

Ostatnio podejmowane są próby zredukowania fitynianów zarówno w surowcach jak i produktach spożywczych. Np. poprzez odpowiednie mielenie ziaren zbóż i mniejsze lub większe usunięcie warstwy aleuronowej ziaren, możliwe jest otrzymanie mąki o znacznie zredukowanej zawartości fitynianów.

W warstwie aleuronowej, obok fitynianów, znajduje się także enzym fitaza, który wykazuje zdolność hydrolizowania kwasu fitynowego do myoinozytolu i ortofosforanów, a optimum jego działania - to lekko kwaśne środowisko (pH 4,5 - 5,0) i zakres temperatur (50 - 55⁰C)

Generalnie rzecz ujmując do zredukowania zawartości kwasów fitynowych w produktach ziarnistych stosowane są zabiegi:

- **techniczne** – tzn. oddzielanie ich warstwy zewnętrznej zawierającej zwykle najwięcej kwasów fitynowych, oraz zabiegi
- **biotechnologiczne** – tzn. rozkład kwasów fitynowych za pomocą enzymu fitazy.

W przypadku zabiegów biotechnologicznych wykorzystuje się metody polegające na:

- stworzeniu optymalnych warunków dla działania naturalnie występujących w tych produktach fitaz poprzez zmianę pH, temperatury i rozpuszczalności lub
- dodawaniu wyizolowanych fitaz do tych produktów, wytwarzanych przez bakterie mlekowe i drożdże. Np. przez zwiększenie dawki drożdży lub dodatek siodu możliwe jest obniżenie zawartości kwasu fitynowego.

Działanie fitaz zależy od ich aktywności, a w szczególności od przemiału mąki, pH ciasta, temperatury procesu przygotowania ciasta, zawartości wody w cieście oraz czasu fermentacji.

Istotnym czynnikiem bioaktywnym, wywierającym udokumentowany, korzystny wpływ na zdrowie i wydajność organizmu człowieka jest m.in. błonnik pokarmowy, a jego głównym źródłem w codziennej diecie człowieka są produkty zbożowe, warzywa i owoce oraz nasiona roślin strączkowych. Udział błonnika w diecie powinien wynosić 30 - 35 g dziennie.

Poszczególne produkty różnią się nie tylko ilością, ale i jakością błonnika. W zbożach dominują hemicelulozy, owoce bogate są w pektyny, a niektóre warzywa w ligninę. Substancje beta-glukanowe i pentozowe znajdują się głównie w zewnętrznych warstwach ziarna, szczególnie w warstwie aleuronowej, stanowiącej główną część otrąb owsianych. Zawartość błonnika pokarmowego zależy od przemiału mąki. Podczas przemiału większość błonnika zostaje usunięta z łuską ziarna, zmniejszając jego zawartość w końcowym produkcie. Wiele produktów spożywczych obecnych na rynku jak np. chleby jest uboższych w błonnik, dlatego też dużą popularnością cieszą się ostatnio preparaty błonnikowe (m.in. z wysłodzin piwowarskich), dodawane do tych

produktów i podnoszące ich walory zdrowotne. Z kolei w celu uzupełnienia niedoboru metali (głównie wapnia) wiele produktów spożywczych jest wzbogacanych preparatami zawierającymi wapń jak np. węglany wapnia. Preparaty błonnikowe pochodzące z przemiału zbóż zawierają także fityniany.

Głównym celem pracy było określenie wpływu niektórych zabiegów technologicznych takich jak obróbka cieplna mąki pszennej, temperatura oraz czas fermentacji ciasta, a także dodatek fitazy do ciasta na rozkład kwasów fitynowych i stopień uwalniania wapnia i żelaza z chleba pszennego.

Material i metody badań

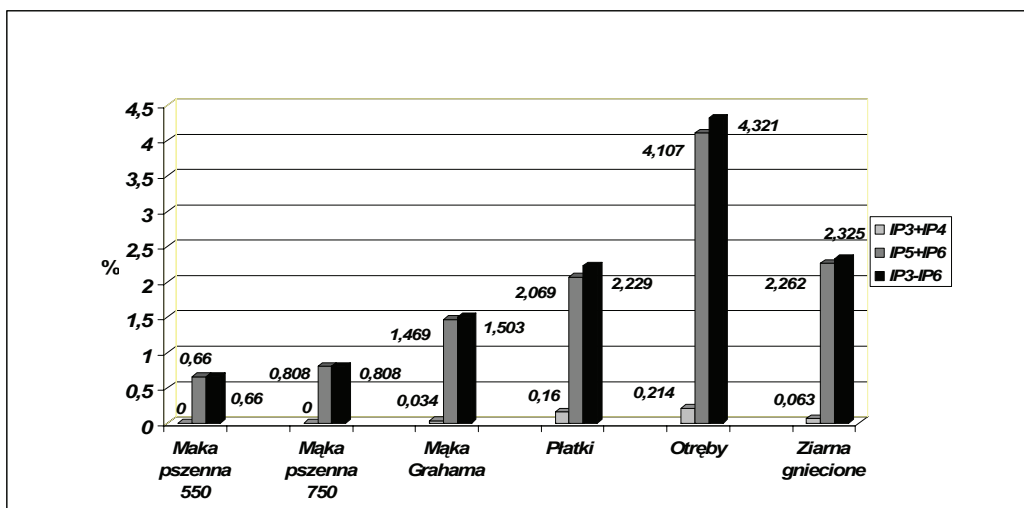
Badania prowadzono w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie na pszennym cieście chlebowym z 10%-owym dodatkiem preparatu błonnikowego z wysłodzin piwowskich oraz węglanu wapnia. Zawartość kwasów fitynowych i tym samym stopień ich rozkładu określano metodą HPLC [7], będącą modyfikacją metod opisanych w literaturze [8 – 12]. Zawartość wapnia i żelaza w chlebach oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej płomieniowej (FAAS) [13, 14]. Zawartość wapnia i żelaza przyswajalnego oznaczano metodą enzymatycznego trawienia *in vitro* [15].

Wyniki i dyskusja

Na wstępie określono zawartość kwasów fitynowych IP3, IP4, IP5 i IP6 w surowcach z pszenicy z jednej odmiany i w preparatach błonnikowych stosowanych do produkcji chleba (rys. 1 i 2).

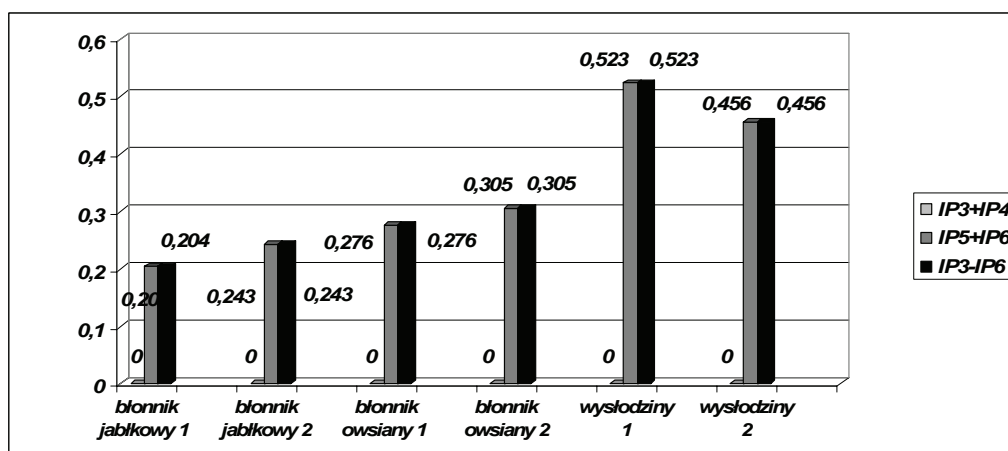
Nie stwierdzono obecności kwasów IP3 i IP4 w mące pszennej, a zawartość kwasów IP5 + IP6, stanowiąca w tym przypadku całkowitą zawartość kwasów fitynowych była najniższa z wszystkich badanych surowców i wynosiła 0,66 i 0,808 g/100 g. W pozostałych surowcach stwierdzono obecność kwasów IP3 + IP4. Nieco wyższą całkowitą zawartość kwasów fitynowych IP3-IP6 wykazała mąka Grahama (1,503 g/100 g) Obecność kwasów fitynowych w płatkach i ziarnach gniecionych była na zbliżonym poziomie i wynosiła odpowiednio 2,229 i 2,325 g/100 g. Zdecydowanie najwięcej kwasów fitynowych, w tym także kwasów IP3 + IP4 (0,214 g/100 g) zawierały otręby (4,321 g/100 g)

We wszystkich badanych błonnikach oraz w wysłodzinach piwowskich nie stwierdzono obecności kwasów IP3 i IP4. Najmniej kwasów IP5 + IP6 zawierał błonnik jabłkowy (0,204 i 0,243 g/100 g), nieco więcej błonnik owsiany (0,276 i 0,305 g/100 g), a najwięcej wysłodziny piwowskie (0,456 i 0,523 g/100 g).



Rys. 1. Zawartość kwasów fitynowych w mąkach, płatkach pszennych, otrębach i ziarnach gniecionych, otrzymanych z jednej odmiany pszenicy

Fig. 1. The content of the phytic acids in flours, wheat flakes, brans, and wheat knead corns obtained from one strain of wheat, g/100g

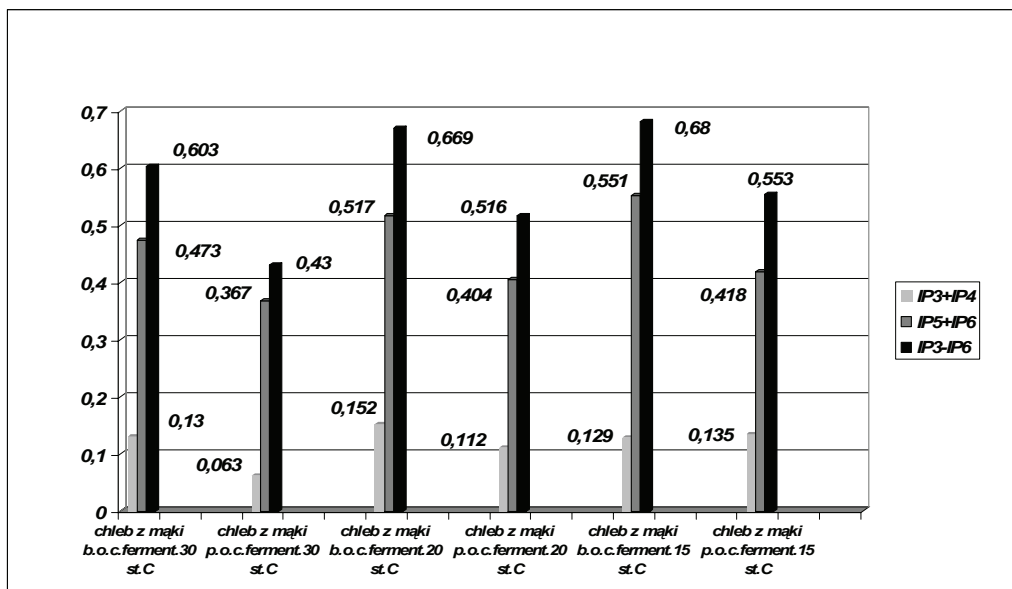


Rys. 2. Skład kwasów fitynowych w preparatach łóńnikowych z wycłóków jabłkowych, łuski owsianej i wysłodzin piwowarskich, g/100 g

Fig. 2. The content of the phytic acids in the fibres from the apple pomaces, oat glumes and spent grains, g/100g

Badano wpływ obróbki cieplnej mąki, temperatury, czasu fermentacji ciasta z użyciem drożdży oraz dodatku fitazy na stopień rozkładu kwasów fitynowych. Przeprowadzono próby wypieku chlebów z mąki pszennej bez obróbki cieplnej i z mąki pszennej po obróbce cieplnej, prowadząc 3-godziną fermentację w temperaturach:

30°C, 20°C i 15°C. Zawartość poszczególnych kwasów fitynowych w wyprodukowanych chlebach przedstawiono na rys. 3.



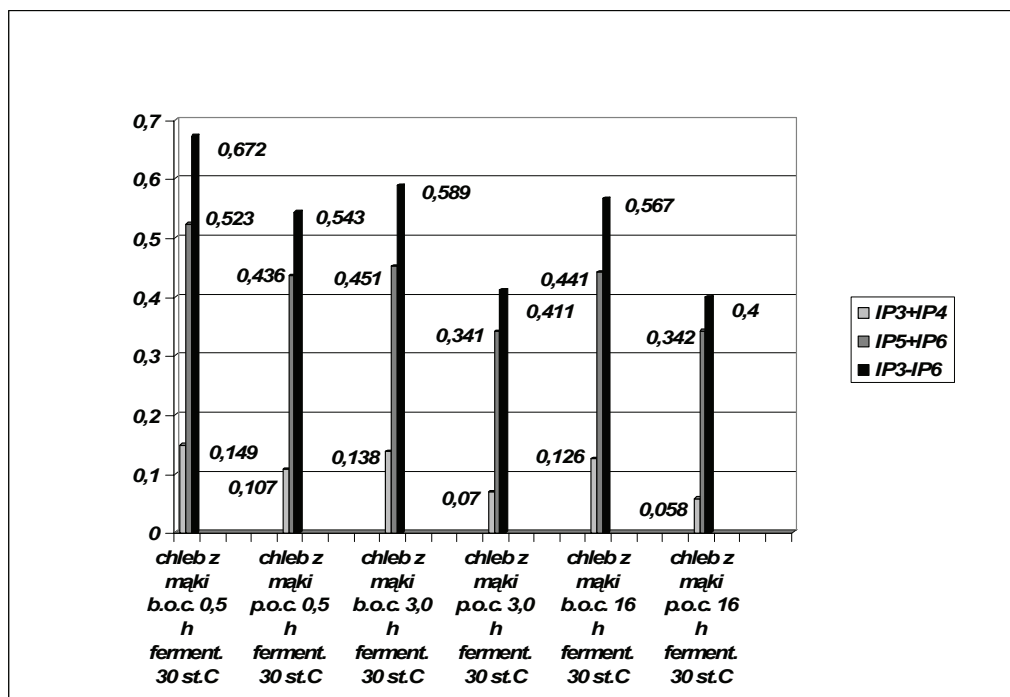
Rys. 3. Wpływ obróbki cieplnej mąki pszennej i temperatury fermentacji ciasta na skład kwasów fitynowych w chlebie, g/100 g (b.o.c. – mąka bez obróbki cieplnej, p.o.c. – mąka po obróbce cieplnej)

Fig. 3 The influence of heat treatment of the wheat flour (thermal processing) and temperature in the dough's fermentation on a composition of phytic acids in the bread, g/100g (b.o.c.- the flour without the heat treatment, p.o.c.- the flour after the heat treatment)

We wszystkich zastosowanych wariantach, chleby otrzymane z mąki pszennej po obróbce cieplnej wykazywały niższą zawartość kwasów fitynowych niż chleby otrzymane z mąki pszennej nie poddanej obróbce. Wskazuje to na częściowy rozkład związków fitynowych w mące pod wpływem podwyższonej temperatury.

Podwyższenie temperatury fermentacji z 15°C i 20°C do 30°C spowodowało wyraźne zwiększenie stopnia hydrolizy kwasów fitynowych, co obniżyło znacznie ich stężenie zwłaszcza w chlebie z mąki po obróbce cieplnej. Jest to spowodowane wyższą aktywnością fitazy w wyższej temperaturze i tym samym większym stopniem rozkładu kwasów fitynowych.

Badano wpływ czasu fermentacji w temperaturze 30°C (0,5 h, 3 h i 16 h) ciasta z pszennej mąki bez obróbki cieplnej i po obróbce cieplnej. Wyniki zamieszczono na rys. 4.



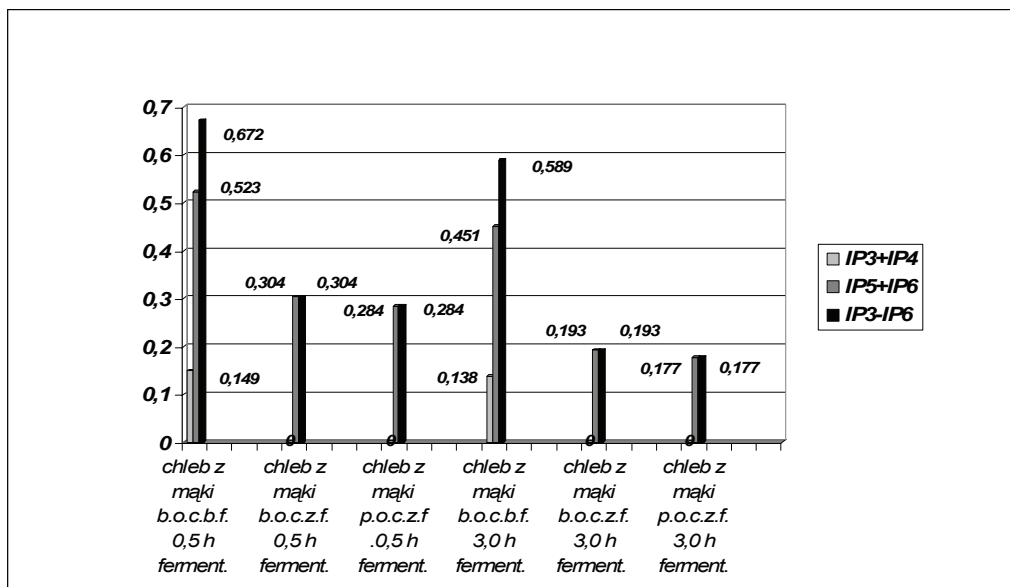
Rys. 4. Wpływ obróbki cieplnej mąki pszennej i czasu fermentacji ciasta na skład kwasów fitynowych w chlebie, g/100 g (b.o.c. – mąka bez obróbki cieplnej, p.oc. – mąka po obróbce cieplnej)

Fig. 4. The influence of heat treatment of the wheat flour (thermal processing) and the time of dough's fermentation on a composition of phytic acids in the bread, g/100g (b.o.c.- the flour without the heat treatment, p.o.c. - the flour after the heat treatment)

We wszystkich zastosowanych wariantach, chleby z mąki pszennej po obróbce cieplnej wykazywały niższą zawartość kwasów fitynowych niż chleby z mąki pszennej nie poddanej obróbce.

Wydłużenie czasu fermentacji ciasta z 0,5 h do 3 h w temperaturze 30°C spowodowało wyraźne obniżenie zawartości kwasów fitynowych w otrzymanych chlebach (o ok. 12% bez obróbki cieplnej i o ok. 24% po obróbce cieplnej mąki) Natomiast wydłużenie czasu fermentacji z 3 h do 16 h spowodowało tylko nieznaczne ich zmniejszenie, co wskazuje na celowość 3-godzinnego prowadzenia fermentacji ciasta dla zapewnienia skutecznego działania enzymu fitazy.

Przeprowadzono również próby mające na celu sprawdzenie wpływu dodatku enzymu fitazy do ciasta z mąki pszennej bez obróbki cieplnej i do ciasta z mąki pszennej po obróbce cieplnej, fermentowanych w temperaturze 30°C przez 0,5 h i 3 h, na stopień rozkładu kwasów fitynowych w gotowych chlebach. Wyniki zamieszczono na rys 5. W otrzymanych chlebach oznaczono także zawartość wapnia i żelaza przyswajalnego (rys. 6 i 7).



b.o.c.b.f. – mąka bez obróbki cieplnej bez dodatku fitazy

b.o.c.z.f. – mąka bez obróbki cieplnej z dodatkiem fitazy

p.o.c.z.f. – mąka po obróbce cieplnej z dodatkiem fitazy

b.o.c.b.f. – the flour without the heat treatment, without the addition of phytase

b.o.c.z.f. – the flour without the heat treatment, with the addition of phytase

p.o.c.z.f. – the flour after the heat treatment, with the addition of phytase

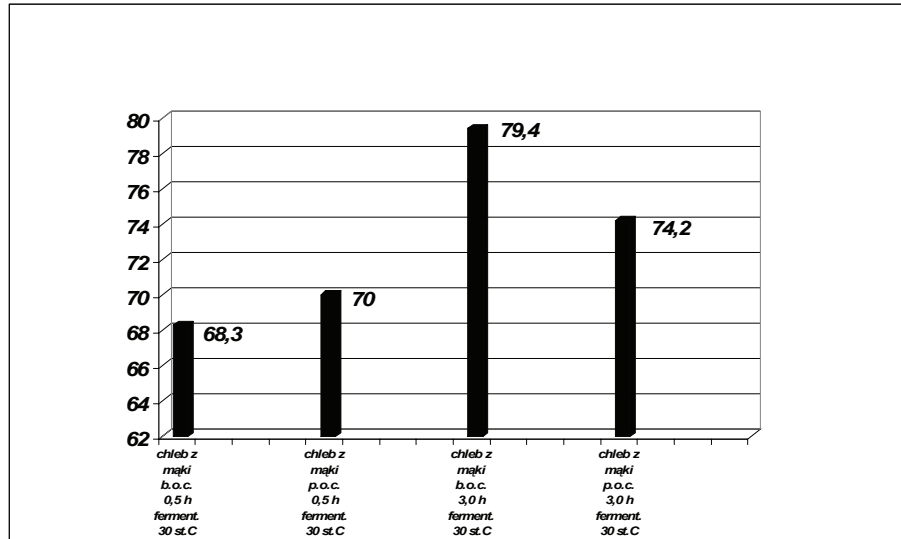
Rys. 5. Wpływ obróbki cieplnej mąki pszennej, dodatku fitazy i czasu fermentacji ciasta na skład kwasów fitynowych w chlebach, g/100 g

Fig. 5. The influence of the heat treatment of the wheat flour (thermal processing), addition of phytase and the time of dough's fermentation on a composition of phytic acids in breads, g/100g

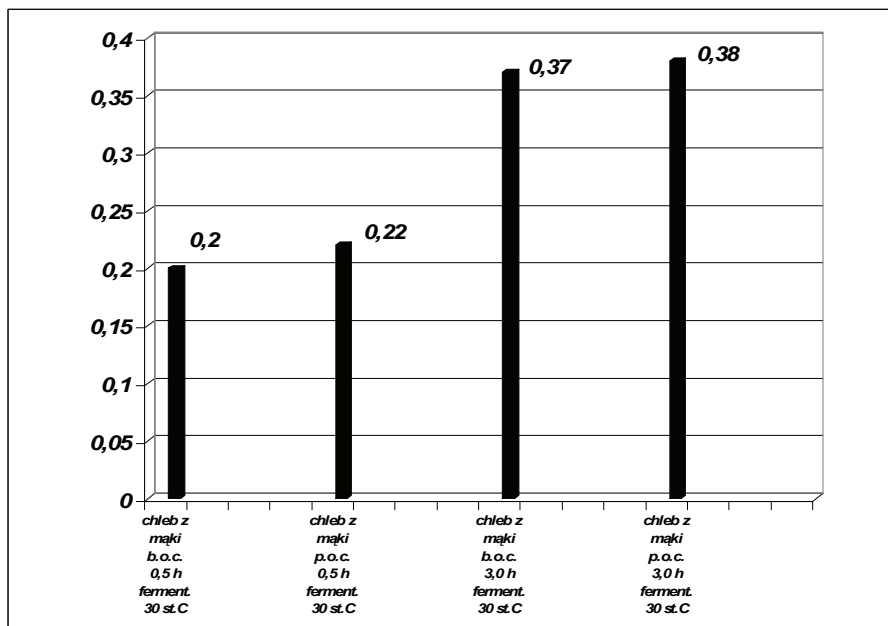
Dodatek enzymu fitazy do ciast fermentowanych przez 0,5 h (wykres 5) spowodował znaczący, bo ok. 55% spadek poziomu zawartości kwasów fitynowych w chlebach w porównaniu z wariantem bez dodatku fitazy. W przypadku chleba z mąki po obróbce cieplnej z dodatkiem fitazy spadek ten był nieznacznie wyższy (58%). Wydłużenie czasu fermentacji ciasta z 0,5 h do 3 h w temperaturze 30°C spowodowało bardzo znaczący, 70% rozkład kwasów fitynowych w otrzymanych chlebach, skutkiem tego powinno być uwolnienie niektórych biopierwiastków. Oznaczono metodą enzymatycznego trawienia *in vitro* zawartość przyswajalnego wapnia i żelaza w chlebie, a wyniki przedstawiono na rys. 6 i 7.

Dodatek fitazy i przedłużenie czasu fermentacji ciasta, wpłynął na ok. 11% zwiększenie przyswajalności wapnia, natomiast obróbka cieplna mąki wydaje się nie mieć istotnego wpływu na jego uwalnianie.

W przypadku żelaza, dodatek fitazy spowodował ok. 78% uwolnienie tego pierwiastka.



Rys. 6. Zawartość wapnia w chlebach pszennych wyprodukowanych z dodatkiem fitazy, wysłodzin piwowarskich i węglanu wapnia, mg/100 g (b.o.c. – mąka bez obróbki cieplnej, p.o.c. – mąka po obróbce cieplnej)
 Fig. 6 The content of calcium in the wheat breads produced with the addition of phytase, spent grain and calcium carbonate, mg/100g (b.o.c.- the flour without the heat treatment, p.o.c.- the flour after the heat treatment)



Rys. 7. Zawartość żelaza w chlebach pszennych wyprodukowanych z dodatkiem fitazy, wysłodzin piwowarskich i węglanu wapnia, mg/100 (b.o.c. – mąka bez obróbki cieplnej, p.o.c. – mąka po obróbce cieplnej)
 Fig. 7. The content of iron in the wheat breads produced with the addition of phytase, spent grain and calcium carbonate, mg/100g (b.o.c.- the flour without the heat treatment, p.o.c.- the flour after the heat treatment)

Wnioski

- 1 Obróbka cieplna mąki pszennej, wydłużenie czasu fermentacji ciasta oraz dodatek enzymu fitazy, zwiększają stopień rozkładu kwasów fitynowych i tym samym obniżają ich zawartość w chlebie pszennym wyprodukowanym z dodatkiem 10% błonnika z wysłodzin piwowskich i z dodatkiem węgla wapnia.
- 2 Obniżenie poziomu zawartości kwasów fitynowych w chlebie pszennym powoduje zwiększenie zawartości w nim przyswajalnego wapnia i żelaza.

Literatura

- [1] Shamsuddin Am, Vucenik I, Cole KE.: IP6: A novel anti-cancer agent, *Life Science*, 1997, 61:4; 343 - 54.
- [2] Shamsuddin A.M.: Inositol phosphates have novel anticancer function. *J. Nutrition (Supplement)*, 1995, 125:3 725S - 732S.
- [3] Vucenik I, Yang GY, Shamsuddin AM.: Comparison of pure inositol hexaphosphate and high-bran diet in the prevention of DMBA-induced rat mammary carcinogenesis, *Nutr Cancer*, 1997, 28:1; 7-13.
- [4] G.S. Ranhotra and R.J. Loewe: Effect of wheat phytase on Dietary Phytic Acid, *Journal of Food Science*, vol. 40, nr 3, 1975, 940.
- [5] A.L. Camire and F.M. Clydesdale: Effect of pH and Heat Treatment on the Binding of Calcium, Magnesium, Zinc and Iron to Wheat Bran and Fractions of Dietary Fiber, *Journal of Food Science*, vol. 46, nr 3, 1981, 548.
- [6] Hyojee Joung, Gayoung Nam; Suin Yoon; Jeemin Lee; Jae Eun Shim; Hee Young Paik: Bioavailable zinc intake of Korean adults in relation to the phytate content of Korean foods, *Journal of Food Composition and Analysis* 17 (6), 2005, 713 – 724.
- [7] Baranowski K.: Sprawozdanie z pracy naukowo-badawczej o symbolu 3.3.14.: Opracowanie i zwalidowanie chromatograficznej metody oznaczania kwasu fitynowego i fitynianów w surowcach i produktach spożywczych, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie, 2008.
- [8] Hee-Ra Park i inni: Determination of the phytic acid levels in infant foods using different analytical methods, *Food Control*, 17, 2006, 727-732.
- [9] J. Lehrfeld and E. R. Moris: Overestimation of Phytic Acid in Foods by the AOAC Anion-Exchange Method, *J. Agric. Food Chem.*, 1992, 40, 2208-2210.
- [10] J. Lehrfeld: HPLC Separation and Quantitation of Phytic Acid and Some Inositol Phosphates in Foods: Problems and Solutions, *J. Agric Food Chem.*, 42, 1994, 2726-2731.
- [11] J. Lehrfeld: High-Performance Liquid Chromatography Analysis of Phytic Acid on a pH-Stabile, Macroporous Polymer Column, *Cereal Chemistry*, Vol. 66, nr 6, 1989, 510.
- [12] A.-S. Sandberg and R. Ahderinne: HPLC Method for Determination of Inositol Tri-, Tetra-, Penta- and Hexaphosphates in Foods and Intestinal Contents, *Journal of Food Science*, vol. 51, nr 3, 1986, 547.
- [13] Oznaczanie zawartości wapnia, magnezu, sodu i potasu metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej płomieniowej (FAAS), Procedura badawcza Zakładu Analizy Żywności Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie PB-ZAZ/PS 01*30.06.2003, wyd.3. Produkty spożywcze.
- [14] Oznaczanie zawartości żelaza metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej płomieniowej (FAAS), Procedura badawcza Zakładu Analizy Żywności Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie PB-ZAZ/PS 07*30.06.2003, wyd.3. Produkty spożywcze.
- [15] Ikeda S.: Dietary zinc and the zinc components in various food subjected to in vitro enzymatic digestion, *J. Sci. Food Agric.*, 1990, 53, 229-234.

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL CONDITIONS OF BREAD PRODUCTION ON A DEGREE OF PHYTIC ACIDS' DECOMPOSITION

Summary

The influence of some technological procedures, such as heat treatment of wheat-flour (thermal processing), the temperature and the period of dough's fermentation, the addition of phytase to the dough so as to decompose phytic acids, as well as the degree of freeing calcium and iron from the bread, has been described.

The research carried out by the Institute of Biotechnology in Warsaw concerned the wheat-bread's dough with calcium carbonate and the 10% addition of fibers from the spent grain. The content of phytic acids and thus the degree of their decomposition were determined by HPLC. The content of calcium and iron in the bread was described by flame atomic absorption spectroscopy (FAAS), and the content of calcium and iron available- by the method of enzymatic *in vitro* digestion.

It was found that the bread made of wheat-flour, which had been treated by the heat, had a lower content of phytic acids than that made of wheat-flour that hadn't been treated by the heat, which pointed to a partial decomposition of phytic compounds in flour under the influence of the elevated temperature.

Elevating the fermentation's temperature from 15 and 20 to 30°C caused a clear increase in phytic acids' hydrolysis degree, which also lowered considerably their concentration, especially in the bread made of flour which had been previously exposed to the heat treatment. This indicates that in a higher temperature phytase is more active and also the degree of phytic acids' decomposition is higher.

Increasing the fermentation's time from 0,5 h to 3 h in 30°C lowered considerably the content of phytic acids in the obtained bread (about 12% lower without heat treatment and about 24% after it). However, increasing the fermentation's time from 3 h to 16 h caused only insignificant lowering of these acids. The addition of phytase to the dough that had been fermenting for 0,5 h influenced a considerable, 55% decrease in phytic acids' content in the bread, compared with the variant without phytase. In case of bread with the addition of phytase, made of flour that had been treated by the heat, this decrease was slightly bigger (58%). Increasing the fermentation's time from 0,5 h to 3 h in 30°C caused a significant, 70% decomposition of phytic acids in the obtained bread.

The addition of phytase and prolonging the time of dough's fermentation influenced a 11% increase in the calcium and a 78% increase in the iron availability.

Key words: wheat bread, phytic acids, phytase ☒

MAŁGORZATA WOŹNIAK, KATARZYNA OSTROWSKA,
ŁUKASZ SZYMAŃSKI, KATARZYNA WYBIERALSKA, RYSZARD ZIELIŃSKI

AKTYWNOŚĆ PRZECIWRODNIKOWA EKSTRAKTÓW SZALWII I ROZMARYNU

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań aktywności przeciwrodnikowej ekstraktów otrzymanych z szalwii i rozmarynu. Aktywność przeciwrodnikową określono na podstawie pomiaru kinetyki procesu wygaszania rodnika DPPH• w roztworach wodno-metanolowych otrzymanych ekstraktów. Stwierdzono, że obserwowana doświadczalnie aktywność przeciwrodnikową zależy głównie od rodzaju zastosowanego ekstrahentu i maleje w następującej kolejności: heksan > octan etylu > woda > metanol > aceton.

Słowa kluczowe: szalwia, rozmaryn, aktywność przeciwrodnikowa, DPPH, kinetyka

Wprowadzenie

Wysoka aktywność marketingowa zachęcają nas do kupowania produktów spożywczych oraz preparatów farmaceutycznych bogatych w substancje ziołowe. Jednym z ziół właściwości farmakologiczne są produkty wykorzystujące szalwię. W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat szalwia a także rozmaryn były przedmiotem intensywnych badań ze względu na zawartość składników o działaniu przeciwutleniającym, do których zalicza się związki diterpenowe, związki triterpenowe, olejki eteryczne i flawonoidy. Z tego powodu ekstrakty szalwii znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle leczniczym, spożywczym i kosmetycznym.

Z żywnościowego oraz zdrowotnego punktu widzenia oprócz zawartości mikroelementów i makroelementów a także substancji aromatycznych lub biologicznie czynnych w produktach ziołowych jest wysoka zawartość substancji o właściwościach

przeciwutleniających. Rozmaryn i szalwia są bardzo podobne do siebie pod względem obecnych w nich substancji przeciwutleniających.

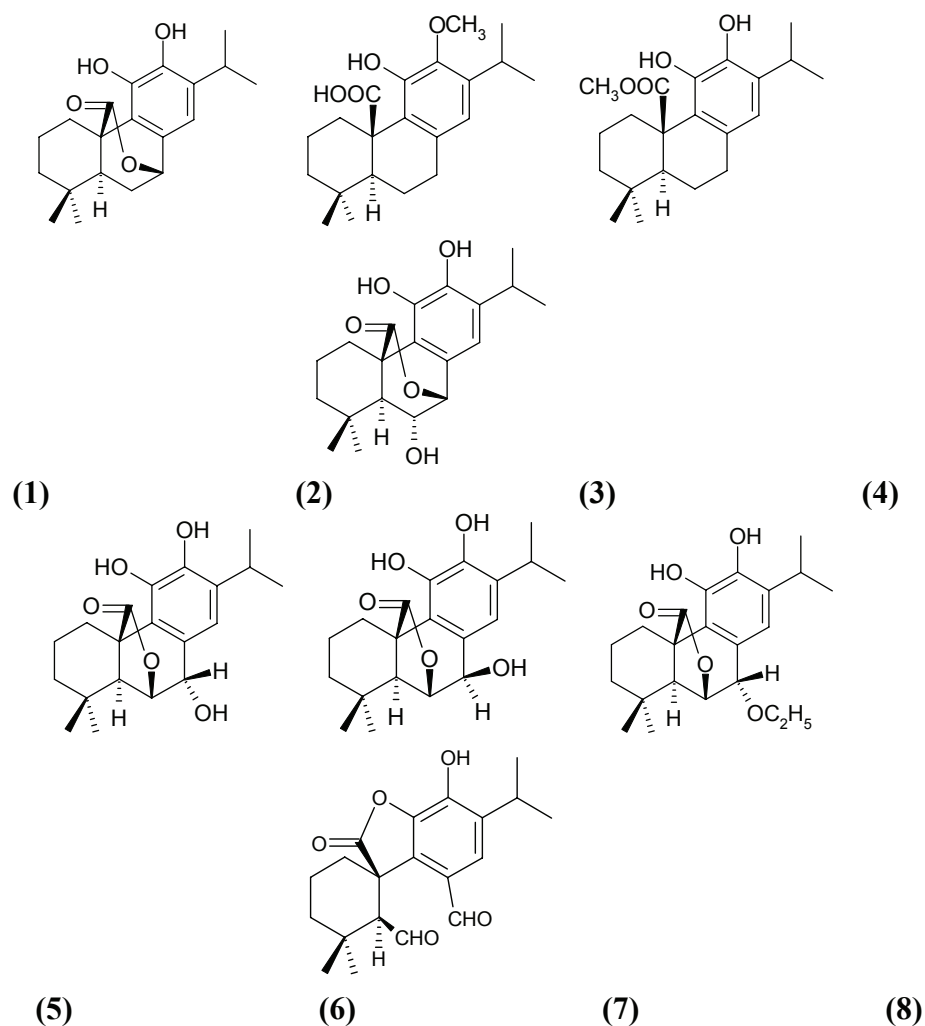
Wśród najsilniej działających aktywnych składników ekstraktu z szalwii i rozmarynu zidentyfikowano karnozol i kwas karnozynowy. Związki te aż w 90% są odpowiedzialne za właściwości przeciwutleniające preparatów ziołowych. Odgrywają ważną rolę w hamowaniu peroksydacji lipidów, oraz znacznie redukują stężenie różnych aminoglikozydów. Wykazują działania przeciwbakteryjne, przeciwalergiczne, przeciwwirusowe, przeciwbólowe. Zmniejszają ryzyko powstawania nowotworów, miażdżycy, cukrzycy oraz stymulują krążenie krwi oraz uszkodzony DNA. Wykorzystuje się je również w walce z artretyzmem i reumatyzmem i ogólnym osłabieniem organizmu [1, 2].

Do innych równie ważnych związków przeciwutleniających obecnych zarówno w rozmarynie jak i w szalwii są: karnozol, kwas karnozowy i jego pochodne, rosmanol, epirosmanol, rosmanal oraz rosmandial [3 - 8]. Ponadto, w rozmarynie znaleziono 9-etylorosmanol. Struktury najważniejszych z tych związków przedstawiono na rys. 1.

Wśród najsilniej działających aktywnych składników ekstraktu z szalwii i rozmarynu zidentyfikowano karnozol i kwas karnozynowy. Związki te aż w 90% są odpowiedzialne za właściwości przeciwutleniające preparatów ziołowych. Odgrywają ważną rolę w hamowaniu peroksydacji lipidów, oraz znacznie redukują stężenie różnych aminoglikozydów. Wykazują działania przeciwbakteryjne, przeciwalergiczne, przeciwwirusowe, przeciwbólowe. Zmniejszają ryzyko powstawania nowotworów, miażdżycy, cukrzycy oraz stymulują krążenie krwi oraz uszkodzony DNA. Wykorzystuje się je również w walce z artretyzmem i reumatyzmem i ogólnym osłabieniem organizmu [1, 2].

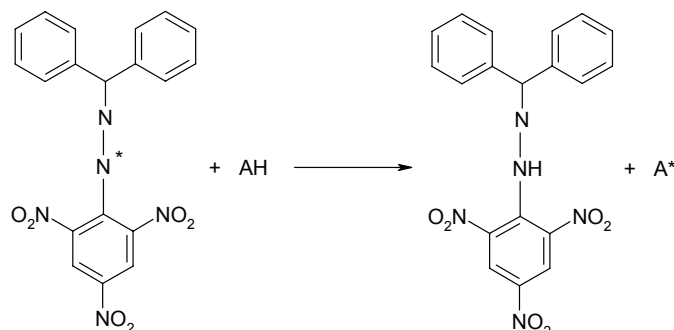
Wśród wielu dostępnych doświadczalnych metod oceny aktywności przeciworodnikowej tego rodzaju produktów szczególnie przydatna wydaje się metoda kinetyczna z zastosowaniem rodnika 1,1-difenylo-2-pikrylohydrozylowego (DPPH•). Metoda ta była stosowana w badaniach szybkości zmiatania wolnych rodników przez flawonoidy oraz ich kompleksy z metalami [9].

W niniejszej pracy właściwości przeciworodnikowe ekstraktów z szalwii i rozmarynu wyznaczono na podstawie spektrofotometrycznego pomiaru szybkości zmiatania rodnika DPPH• przez porównanie natężenia absorpcji tego rodnika z natężeniem absorpcji mierzonym po określonym czasie w obecności stałej ilości kwercetyny zastosowanej jako układ porównawczy. W układzie tym wolny elektron rodnika DPPH• po sparowaniu z elektronem pochodzącym od przeciwutleniacza AH (np. kwercetyny lub składnika ekstraktu) i tworzy formę zredukowaną (rys. 2).



Rys. 1. Budowa głównych przeciwutleniaczy obecnych w szalwii i rozmarynie: (1) karnozol, (2) kwas 12-metoksykarnozynowy, (3) karnozynian metylu, (4) izorosmanol, (5) rozmanol, (6) epirosmanol, (7) 7-etoksyrosmanol, (8) rosmadial.

Fig. 1. Structures of the main antioxidants present in sage and rosemary: (1) carnosol, (2) 12-methoxycarnosic acid, (3) methyl carnosate, (4) isorosmanol, (5) rosmanol, (6) epirosmanol, (7) 7-ethoxyrosmanol, (8) rosmadial.



Rys. 2. Schemat reakcji rodnika DPPH• z przeciwutleniaczem AH
 Fig. 2. Scheme of DPPH• radical reaction with antioxidant AH

Material i metody badań

Rozmaryn lekarski (*Rosmarinus officinalis L.*) i szalwia lekarska (*Salvia officinalis L.*) stanowiły produkty handlowe prod. firmy Kamis. Rozpuszczalniki: n-heksan, metanol i octan etylu wszystkie o czystości analitycznej (prod. POCh Gliwice) destylowano bezpośrednio przed przygotowaniem roztworów. Wodę stosowaną w badaniach przygotowano stosując wodę dejonizowaną, która przed użyciem została dodatkowo oczyszczona na drodze destylacji z układu zawierającego NaOH i KMnO_4 , a następnie redestylowana. Badania kinetyczne prowadzono w układzie metanol-woda 8:1 (v/v).

Napary przygotowano z 10g powietrznie suchych liści szalwii lub rozmarynu oraz 100 cm^3 wrzącej wody. Po ochłodzeniu napary sączone i uzupełniano wodą redestylowaną do 100 cm^3 . W celu oznaczenia aktywności przeciwutleniającej pobierano od 0,5 do 2,0 cm^3 tak otrzymanych naparów, uzupełniano wodą do łącznej objętości 2 cm^3 , dodawano 2 cm^3 metanolu oraz 6 cm^3 metanolowego roztworu DPPH.

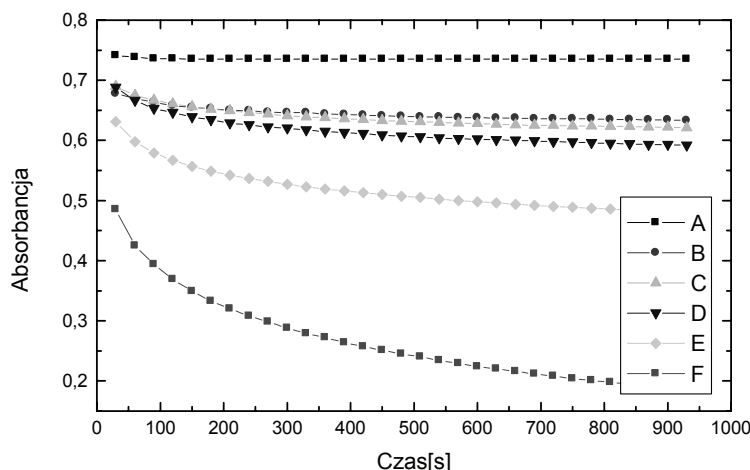
Ekstrakty przygotowano na drodze ekstrakcji 20 g powietrznie suchych liści szalwii lub rozmarynu w aparacie Soxhleta w temperaturze wrzenia stosowanych rozpuszczalników w ciągu 4 godzin, a otrzymane produkty zatężano pod próżnią w temperaturze poniżej 40°C do całkowitego usunięcia stosowanego rozpuszczalnika. Suchą pozostałość rozpuszczano w 50 cm^3 metanolu, a następnie pobierano określoną ilość z przygotowanego roztworu i rozcieńczano w 10ml metanolu. Dokonywano kolejnych rozcieńczeń w celu ustalenia określonego stężenia roztworu, potrzebnego przeprowadzenia badań kinetyki wygaszania rodnika DPPH.

Napary otrzymano przez zalanie odważki rozdrobnionego rozmarynu lub szalwii przy użyciu stałej ilości wrzącej wody redestylowanej. Otrzymane mieszaniny utrzymywano w stanie łagodnego wrzenia przez 15 minut a następnie schłodzono do temperatury pokojowej i rozcieńczono wodą redestylowaną do stałej objętości. Badania kine-

tyki procesu zaniku rodnika DPPH• w obecności zmiennych objętości badanych ekstraktów przeprowadzono metodą spektrofotometryczną przy długości fali 515 nm (maksimum absorpcji rodnika DPPH•). Pomiary wykonywano przy użyciu spektrofotometru Genesis II firmy Milton Roy połączonego z komputerem klasy PC poprzez interfejs RS232.

Wyniki i dyskusja

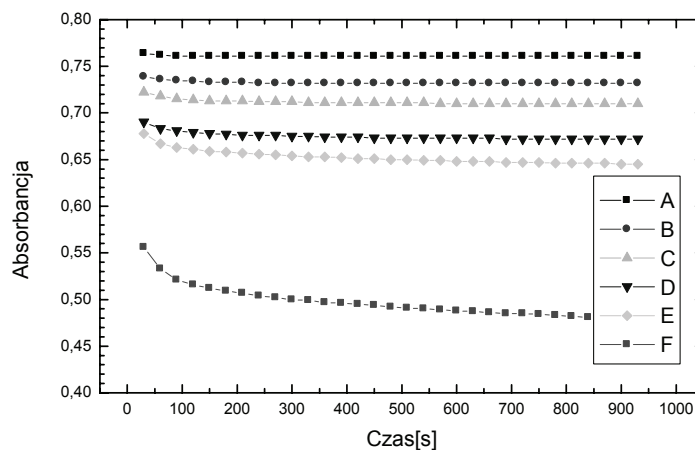
W celu doświadczalnego określenia aktywności przeciwrodnikowej ekstraktów (lub naparów) przygotowanych z badanych roślin wykorzystano pomiar szybkości procesu wygaszania rodnika DPPH• w roztworach wodno-metanolowych. Na rys. 3. i 4. przedstawiono przykładowe wyniki badań kinetyki procesu wygaszania rodnika DPPH• przy zastosowaniu różnych stężeń ekstraktów szalwii.



Rys. 3. Kinetyka zmian absorbancji roztworów rodnika DPPH• w obecności różnych ilości metanolowego ekstraktu szalwii (S). DPPH• = 0,107 mM. Stężenie ekstraktu szalwii [$\text{mg}/10 \text{ cm}^3$]: A – 0,2; B – 0,6; C – 0,8; D – 1,0; E – 1,4; F – 3,0.

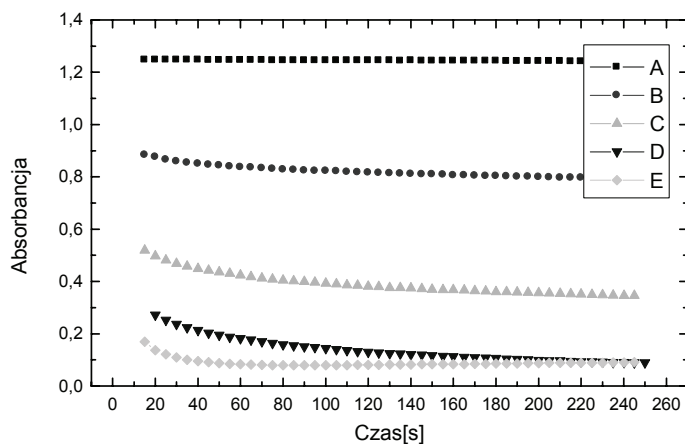
Fig. 3. Kinetics of the absorbance changes for DPPH• solutions in the presence of various quantities of methanol extract of sage (S). DPPH• = 0.107 mM. Sage extract concentration [$\text{mg}/10 \text{ cm}^3$]: A – 0.2; B – 0.6; C – 0.8; D – 1.0; E – 1.4; F – 3.0.

Rys. 5 stanowi typowy przykład badań kinetycznych aktywności przeciwutleniającej ekstraktów rozmarynu. Przedstawia on wyniki badań kinetyki procesu wygaszania rodnika DPPH przy zastosowaniu różnych ekstraktów metanolowych.



Rys. 4. Kinetyka zmian absorbancji roztworów rodnika DPPH• w obecności różnych ilości acetonowego ekstraktu szaławii (S). DPPH• = 0,107 mM. Stężenie ekstraktu szaławii [$\text{mg}/10 \text{ cm}^3$]: A – 0,2; B – 0,6; C – 0,8; D – 1,0; E – 1,4; F – 3,0.

Fig. 4. Kinetics of the absorbance changes for DPPH• solutions in the presence of various quantities of acetone extract of sage (S). DPPH• = 0.107 mM. Sage extract concentration [$\text{mg}/10 \text{ cm}^3$]: A – 0.2; B – 0.6; C – 0.8; D – 1.0; E – 1.4; F – 3.0.



Rys. 5. Kinetyka zmian absorbancji roztworów rodnika DPPH• w obecności różnych ilości metanolowego ekstraktu rozmarynu (R). DPPH• = 0,107 mM. Stężenie ekstraktu rozmarynu [$\text{mg}/10 \text{ cm}^3$]: A – 0,2; B – 0,6; C – 0,8; D – 1,0; E – 1,4.

Fig. 5. Kinetics of the absorbance changes for DPPH• solutions in the presence of various quantities of methanol extract of rosemary (R). DPPH• = 0.107 mM. Rosemary extract concentration [$\text{mg}/10 \text{ cm}^3$]: A – 0.2; B – 0.6; C – 0.8; D – 1.0; E – 1.4.

Jak wynika z przedstawionych danych przedstawionych na rys. 3-5 szybkość zaniku rodnika DPPH• w znaczący sposób zależy zarówno od stężenia użytego ekstraktu szalwii lub rozmarynu a także od rodzaju rozpuszczalnika zastosowanego w procesie ekstrakcji tych surowców roślinnych. Już wyniki badań wstępnych wykazały, że pod względem kinetycznym badany proces jest złożony. Jednak bliższa analiza danych doświadczalnych wskazuje, że w początkowym okresie przebiegu reakcji w układzie DPPH• – ekstrakt (lub napar) wyniki doświadczalne można z dobrym przybliżeniem opisać równaniem kinetycznym I-rzędu:

$$A = A_{\infty} + (A_0 - A_{\infty}) \cdot e^{-kt}$$

gdzie: A_0 – absorbancja roztworu w czasie zerowym, A_{∞} – absorbancja roztworu w czasie nieskończenie długim, k – stała szybkości procesu pierwszorzędowego.

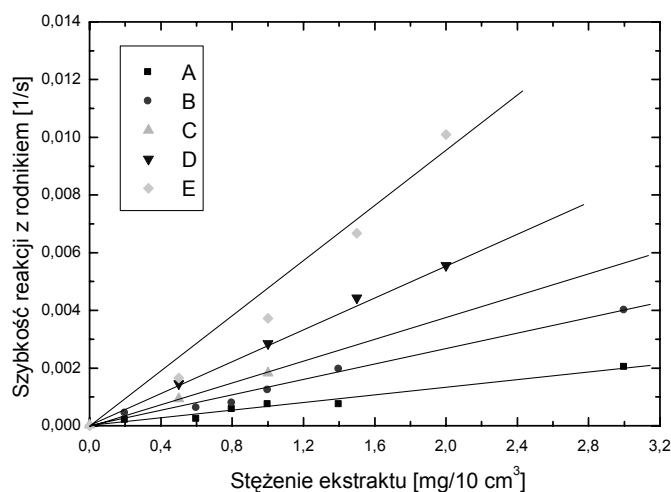
Wartości parametrów A_0 , A_{∞} oraz k wyznaczono przy użyciu nieliniowej metody najmniejszych kwadratów z wykorzystaniem algorytmu Levenberga-Marquardta. Początkową szybkość badanego procesu dezaktywacji rodnika DPPH•, r_0 , przez ekstrakty w układach zawierających zmienne ilości ekstraktów wyznaczono na podstawie granicznej wartości szybkości zmian absorbancji roztworów odniesionej do absorbancji początkowej. Tak zdefiniowana początkowa szybkość procesu przyjmuje postać:

$$r_0 = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{1}{A_0} \frac{dA}{dt} = k \frac{A_0 - A_n}{A_0}$$

Błędy dopasowania analizowanej funkcji oszacowano z wykorzystaniem makropolecenia X-Numbers ver. 5.6 [10] zaimplementowanego w arkuszu kalkulacyjnym MS Excel 2007.

Na rys. 6 przedstawiono wyniki badań wpływu objętości ekstraktu szalwii na wartość początkowej szybkości zaniku rodnika DPPH•, r_0 , w roztworach. W przypadku badanych ekstraktów rozmarynu i szalwii proces wygaszania rodnika DPPH• przez te ekstrakty jest procesem pseudopierwszorzędowym.

Wykazano, że dodatek niewielkich ilości badanych ekstraktów zwiększa szybkość procesu wygaszania rodnika DPPH• w stosunku do układów bez tych dodatków. Zauważono także, że rodzaj rozpuszczalnika zastosowanego w procesie ekstrakcji zarówno szalwii jak i rozmarynu w sposób znaczący wpływa na szybkość procesu dezaktywacji rodnika DPPH•. Wynik ten w sposób jednoznaczny wskazuje na istotne różnice w zarówno w rodzaju jak i zawartości substancji przeciwutleniających ekstrahowanych z badanych roślin przy użyciu różnych ekstrahentów.



Rys. 6. Wpływ stężenia ekstraktu z szałwii na początkową szybkość wygaszania rodnika DPPH•. Symbole: A – aceton, B – metanol, C – woda, D – octan etylu, E – heksan.

Fig. 6. Effect of sage extract concentration on the initial rate of DPPH• radical quenching. Symbols: A – acetone, B – methanol, C – water, D – ethyl acetate, E – hexane.

Wnioski

1. Stwierdzono, że aktywność przeciwrodnikowa badanych ekstraktów szałwii zależy głównie od rodzaju zastosowanego ekstrahentu i maleje ona w następującej kolejności: heksan > octan etylu > woda > metanol > aceton. Podobną kolejność rozpuszczalników ustalono także dla ekstraktów rozmarynu. Oznacza to, że wysoką aktywność przeciwutleniającą wykazują ekstrakty uzyskane przy zastosowaniu rozpuszczalników o niższej polarności.
2. Zaobserwowana tendencja wydaje się potwierdzać stosowany w polskiej kuchni zwyczaj dodatku rozmarynu jako substancji przedłużającej trwałość substancji tłuszczowych. Przykładowo, szałwię stosuje się jako dodatek do potraw z roślin strączkowych i tłustych mięs, podczas gdy smak i aromat rozmarynu dobrze harmonizuje z niektórymi potrawami mięsnymi (np. baranina, dziczyzna) oraz rybami.

Literatura

- [1] Oszmiański J.: Polifenole jako naturalne przeciwutleniacze w żywności. *Przem. Spoż.*, 1995 (3), 94-96.
- [2] Ball S.: *Antyoksydanty w medycynie i zdrowiu człowieka*. Medyk Warszawa 2001.
- [3] Taga M.S., Miller E.E., Pratt D.E.: Chia seeds as source of natural lipid antioxidants, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 1984, 61, 928-931.

- [4] Cuvelier M.E., Berset C., Richard H.: Antioxidant constituents in sage (*Salvia officinalis*). J. Agric. Food Chem., 1994, 42, 665-669.
- [5] Cuvelier M.E., Richard H., Berset C.: Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. J. Amer. Oil Chem. Soc., 1996, 73, 645-652.
- [6] Inatani R., Nakatani N., Fuwa H., Seto H.: Structure of a new antioxidative phenolic diterpene isolated from rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*). Agric. Biol. Chem., 1982, 46, 1661-1666.
- [7] Richeimer S.L., Bernart M.W., King G.A., Kent M.C., Bailey D.T.: Antioxidant activity of lipid-soluble phenolic diterpenes from rosemary. J. Amer. Oil Chem. Soc., 1996, 73, 507-514.
- [8] Velickvic D., Randjelovic N., Ristic M., Smelcerovic A., Velickvic A.: Chemical composition and antimicrobial action of the ethanol extracts of *Salvia pratensis L.*, *S. glutinosa L.* and *S. aethionis L.* J. Serb. Chem., 2002, 67, 639-646.
- [9] Wybieralska K.: Wpływ jonów kadmu(II) na aktywność przeciwutleniającą flawonoidów. Towaroznawcze Problemy Jakości, 2006, 2 (7), 84-93.
- [10] Volpi L.: X-Numbers. Multi-Precision Floating Point Arithmetic and Numerical Methods for Excel. Ver. 5.6. Foxes Team. Italy, 2008. <http://digilander.libero.it/foxes>.

ANTIRADICAL ACTIVITY OF SAGE AND ROSEMARY EXTRACTS

Summary

Results of experimental work on antiradical activity of extracts from sage and rosemary are presented. Antiradical activity was determined based on kinetics of the quenching of DPPH• radical in the aqueous-solutions of resulting extracts. It was found that the experimentally observed antiradical activity mainly depends on extractant used and it decreases in the following order: hexane > ethyl acetate > water > methanol > acetone.

Key words: sage, rosemary, antiradical activity, DPPH, kinetics ☒

ANNA CZECH, AGNIESZKA MALIK, IWONA PITUCHA,
ALEKSANDRA WOŹNICA

PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI ZWIĄZKÓW BIOAKTYWNYCH W WINACH CZERWONYCH POCHODZĄCYCH Z RÓŻNYCH KRAJÓW EUROPEJSKICH

Streszczenie

Celem pracy było porównanie zawartości związków bioaktywnych takich jak: polifenole, antocyjany i składniki mineralne w czerwonych winach wytwarzanych, półwytrawnych oraz półsłodkich pochodzących z wybranych krajów europejskich (Bułgaria, Włochy, Francja, Hiszpania). Na zawartość związków biologicznie aktywnych w analizowanych winach czerwonych istotny wpływ miało pochodzenie wina. Największą zawartością związków fenolowych charakteryzowały się wina wytrawne. Wina francuskie i hiszpańskie charakteryzowały się najwyższą zawartością antocyjanów. Natomiast najwyższą zawartość miedzi zanotowano w winach włoskich, cynku w winach francuskich, natomiast żelaza w winach hiszpańskich.

Słowa kluczowe: wina czerwone, związki polifenolowe, antocyjany, związki mineralne, związki bioaktywne.

Wprowadzenie

Winorośl właściwa (*Vitis vinifera* L.) uprawiana jest od ok. 9 tys. lat. Głównie wykorzystywane są owoce w postaci świeżych winogron, w postaci wysuszonej, jako rodzynek oraz do produkcji win [10]. W winach zidentyfikowano ok. tysiąc związków organicznych i mineralnych. Zawartość tych związków zależy od kilku czynników między innymi: od odmiany, klimatu, gleby, stopnia dojrzałości winogron. Wina czerwone charakteryzują się większą zawartością związków polifenolowych niż wina białe. Związane jest to ze sposobem produkcji (do win czerwonych wykorzystuje się owoce

Dr hab. A. Czech Katedra Biochemii i Toksykologii, UP w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
dr A. Malik Katedra Biotechnologii, Żywności Człowieka i Towaroznawstwa Żywności, UP w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin; mgr inż. I. Pitucha Katedra Biochemii i Toksykologii, UP w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; mgr A. Woźnica Firma Skotan S.A., ul. Uniwersytecka 13, 40-007 Katowice

wraz ze skórką zawierającą antocyjaniny, flawole, resweratol) [11]. Ze względu na swoje właściwości chemiczne wino wywiera dodatni wpływ na: narządy trawienne, system krążenia wieńcowego, ośrodkowy i obwodowy układ nerwowy oraz układ immunologiczny [6, 13, 15]. Celem pracy było porównanie zawartości związków bioaktywnych takich jak: polifenole, antocyjany i składniki mineralne w czerwonych winach wytwarzanych, półwytrawnych oraz półsłodkich pochodzących z wybranych krajów europejskich (Bułgaria, Włochy, Francja, Hiszpania). W przeprowadzonych badaniach podjęto próbę znalezienia zależności pomiędzy miejscem wytworzenia wina (Francja, Hiszpania, Niemcy i Włochy), a zawartością w nim związków prozdrowotnych. Poszukiwano również korelacji pomiędzy rodzajem wina (wytrawne, półwytrawne, półsłodkie), a zawartością w nim związków bioaktywnych.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły półwytrawne wina czerwone pochodzące z Bułgarii (Sofino Pamid), Włoch (Canti Vino da Tavola Rosso), Francji (Noblesse) i Hiszpanii (Tio de la Bota), zakupione w handlu detalicznym na terenie Lublina w roku 2005-2007. W każdej z badanych grup, analizowano po 3 wina w dwukrotnym powtórzeniu w każdym roku. Ogółem przebadano 36 prób win. Wina w obrębie każdego regionu podzielono zależnie od zawartości cukrów na wina: wytrawne, półwytrawne, półsłodkie. Ogólną zawartość związków fenolowych oznaczono spektrofotometryczną metodą Folin-Ciocalteu [8] w przeliczeniu na kwas galusowy (GAE – gallic acid equivalent). Kwasowość ogólną oznaczono zgodnie z wymaganiami jakościowymi dotyczącymi parametrów fizykochemicznych win gronowych wg PN-90A-79120/07. Wykonano również ilościowe oznaczanie antocyjanów metodą Fuleki i Francisca [5]. Oznaczanie zawartości miedzi, cynku i żelaza z roztworu mineralizatu przeprowadzono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (ASA) [14]. Uzyskane wyniki są średnią uzyskaną z czterech pomiarów (trzy pobrania x dwa powtórzenia). Opracowanie statystyczne wyników przeprowadzono przy użyciu programu Statistica wersja 5, przyjmując wartości $p \leq 0,05$ jako różnice istotne statystycznie

Wyniki i dyskusja

Spośród win wytrawnych najniższą kwasowością ogólną charakteryzowało się wino francuskie oraz hiszpańskie. Nie zanotowano takiej zależności w analizowanych winach półwytrawnych i półsłodkich. Średnia wartość kwasowości ogólnej win czerwonych była istotnie niższa w winach wytworzonych we Francji ($4,94 \text{ g l}^{-1}$) w porównaniu do win z Bułgarii ($5,74 \pm 0,43 \text{ g l}^{-1}$), (tab. 1). Wina wytrawne pochodzące z winnic bułgarskich cechowały się istotnie niższą zawartością związków fenolowych w porównaniu do win włoskich, francuskich oraz hiszpańskich ($0,99 \pm 0,09 \text{ mg l}^{-1}$ GAE). W winach półwytrawnych oraz półsłodkich zawartość tych związków niezależnie

od pochodzenia kształtowała się na zbliżonym poziomie ($0,95 \pm 0,18 \text{ mg l}^{-1} \text{ GAE}$) (tab. 1). Podobnie jak w przypadku związków fenolowych tak i ogólna zawartość antocyjanów była istotnie niższa w winach bułgarskich, ale nie tylko wytrawnych także półwytrawnych i półsłodkich. Najwyższą zawartością tych związków charakteryzowały się wina francuskie i hiszpańskie ($48,88 \pm 1 \text{ mg l}^{-1}$) (tab. 1).

Tabela 1

Kwasowość ogólna, zawartość związków fenolowych oraz ogólna zawartość antocyjanów w winach czerwonych

The total acidity and content of phenolic compounds and general content of anthocyanins in red wines.

Rodzaj wina Wines kind	Pochodzenie wina					Średnia Mean
	Bułgaria Bulgaria	Włochy Italy	Francja France	Hiszpania Spain		
Kwasowość ogólna w odniesieniu do zawartości kwasu winowego (g l^{-1}) / total acidity						
Wytrawne Dry	5,98 ± 0,48	5,51 ± 0,61	4,66 ± 0,45	4,65 ± 0,43		5,20
Półwytrawne Semi-dry	5,65 ± 0,51	5,33 ± 0,36	5,17 ± 0,33	4,99 ± 0,46		5,28
Półsłodkie Semi-sweet	5,60 ± 0,29	5,01 ± 0,23	4,99 ± 0,35	5,39 ± 0,51		5,24
Średnia Mean	5,74 ^a ± 0,43	5,28 ^{ab} ± 0,40	4,94 ^b ± 0,38	5,01 ^{ab} ± 0,47		5,24
Zawartość związków fenolowych ($\text{mg l}^{-1} \text{ GAE}$) / phenolic compounds content						
Wytrawne Dry	0,99 ^b ± 0,09	1,89 ^a ± 0,02	1,79 ^a ± 0,04	1,65 ^a ± 0,03		1,58 ^A
Półwytrawne Semi-dry	1,13 ± 0,03	1,01 ± 0,01	0,95 ± 0,01	1,08 ± 0,02		1,04 ^B
Półsłodkie Semi-sweet	1,02 ± 0,09	0,88 ± 0,05	0,70 ± 0,06	1,01 ± 0,08		0,90 ^B
Średnia Mean	1,05 ± 0,06	1,26 ± 0,03	1,15 ± 0,04	1,25 ± 0,05		1,17
Ogólna zawartość antocyjanów (mg l^{-1}) / general content of anthocyanins						
Wytrawne	20,11 ^c ± 2,99	48,12 ^a ± 2,09	45,65 ^a ± 2,65	39,43 ^b ± 2,83		38,33
Półwytrawne	22,35 ^c ± 2,01	31,11 ^b ± 1,67	54,43 ^a ± 2,99	58,14 ^a ± 3,09		41,51
Półsłodkie	15,76 ^c ± 1,58	40,28 ^b ± 3,09	49,76 ^a ± 1,65	45,87 ^a ± 3,11		37,92
Średnia Mean	19,41 ^c ± 2,19	39,84 ^b ± 2,62	49,95 ^a ± 2,43	47,81 ^a ± 3,01		39,25

a, b, c – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

A, B – wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

Tabela 2

Zawartość miedzi, cynku i żelaza w winach czerwonych (mg l⁻¹)
Content of copper, zinc and iron in red wines (mg l⁻¹)

Rodzaj wina Wines kind	Pochodzenie wina Wines origin					Średnia Mean
	Bułgaria Bulgaria	Włochy Italy	Francja France	Hiszpania Spain		
MIEDŹ Copper						
Wytrawne Dry	0,29 ^b ± 0,003	0,49 ^a ± 0,03	0,26 ^b ± 0,03	0,18 ^c ± 0,004		0,31
Półwytrawne Semi-dry	0,22 ^b ± 0,01	0,40 ^a ± 0,01	0,19 ^b ± 0,02	0,17 ^b ± 0,003		0,25
Półsłodkie Semi-sweet	0,20 ^b ± 0,004	0,38 ^a ± 0,01	0,29 ^b ± 0,04	0,30 ^b ± 0,01		0,29
Średnia Mean	0,24 ^b ± 0,01	0,42 ^a ± 0,02	0,25 ^b ± 0,03	0,22 ^b ± 0,01		0,28
CYNK Zinc						
Wytrawne Dry	1,43 ^a ± 0,39	1,09 ^b ± 0,11	1,83 ^a ± 0,37	1,22 ^b ± 0,12		1,39
Półwytrawne Semi-dry	1,11 ^c ± 0,13	1,87 ^b ± 0,09	2,66 ^a ± 0,08	1,01 ^c ± 0,09		1,66
Półsłodkie Semi-sweet	2,24 ^a ± 0,19	1,54 ^b ± 0,18	1,56 ^b ± 0,11	1,48 ^b ± 0,15		1,71
Średnia Mean	1,59 ^b ± 0,24	1,50 ^b ± 0,13	2,02 ^a ± 0,19	1,24 ^b ± 0,12		1,59
ŻELAZO Iron						
Wytrawne Dry	5,66 ^a ± 0,44	4,89 ^b ± 0,48	4,76 ^b ± 0,63	2,88 ^c ± 0,44		4,55
Półwytrawne Semi-dry	6,01 ^a ± 0,57	5,11 ^b ± 0,61	5,06 ^b ± 0,76	3,24 ^c ± 0,52		4,86
Półsłodkie Semi-sweet	5,91 ^a ± 0,39	5,09 ^b ± 0,47	4,99 ^b ± 0,77	3,76 ^c ± 0,61		4,94
Średnia Mean	5,86 ^a ± 0,47	5,03 ^b ± 0,52	4,94 ^b ± 0,72	3,29 ^c ± 0,52		4,78

a, b, c – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$
a, b, c – values in the rows followed by different letters differ significantly at $p \leq 0.05$

Zarówno średnia zawartość miedzi, cynku jak i żelaza była istotnie mniejsza w winach hiszpańskich za wyjątkiem win półsłodkich (Cu⁺²). Zawartość miedzi w analizowanych winach wahała się od 0,17±0,003 mg l⁻¹ w winach półwytrawnych hiszpańskich do 0,49±0,03 mg l⁻¹ w winach wyprodukowanych w winnicach włoskich.

W winach włoskich odnotowano około dwukrotnie wyższą średnią zawartość miedzi w porównaniu do pozostałych analizowanych win czerwonych (tab. 2). Natomiast średnia zawartość cynku w badanych winach czerwonych była istotnie wyższa ($p \leq 0,05$) w winach francuskich w porównaniu do win pochodzących z Bułgarii, Włoch czy Hiszpanii. Wytrawne oraz półsłodkie wina bułgarskie cechowały się również istotnie wyższą zawartością tego pierwiastka w porównaniu z winami włoskimi oraz hiszpańskimi (tab. 2).

Zawartość żelaza w poszczególnych grupach win czerwonych (wytrawne, półwytrawne, półsłodkie) pochodzących z Bułgarii była na istotnie wyższym poziomie ($p \leq 0,05$) w porównaniu do win z pozostałych krajów europejskich (tab. 2).

Właściwy i przyjemny smak wina zależy od odpowiedniej kwasowości, która jest determinowana przez zawartość w nich kwasów organicznych takich jak: kwas winowy, jabłkowy, cytrynowy, bursztynowy i mlekowy. Wpływa na nią również zawartość alkoholu i cukru. Według Gawlik i wsp. [7] im wino jest mocniejsze i słodsze, tym może być kwaśniejsze. Kwasowość win gronowych według PN-90A-79120/07 powinna zawierać się w przedziale 3,5–9,0 g l⁻¹ w przeliczeniu na kwas winowy. W analizowanych winach średnio kwasowość ogólna zarówno dla win wytrawnych, półwytrawnych jak i półsłodkich kształtowała się na poziomie obowiązującej normy.

Zawartość związków bioaktywnych związana jest z glebą, klimatem i regionem Europy. Na wartość zdrowotną wina czerwonego wpływa przede wszystkim zawartość związków fenolowych. Polifenole należą do naturalnych antyoksydantów, które wymiatają wolne rodniki, wiążą jony metali grup przejściowych (Fe²⁺ i Cu²⁺) oraz zapobiegają peroksydacji lipidowej [11, 17]. Ponadto związki polifenolowe zawarte w czerwonych winach mają zdolność do zwiększenia frakcji HDL we krwi i obniżenia stężenia LDL [6, 13]. W winach czerwonych waha się ona średnio w granicach od 1000 do 4000 mg l⁻¹ i jest zdecydowanie niższa w stosunku do win białych [2, 7]. Polifenole, którym przypisywane jest zdrowotne działanie wina, znajdują się głównie w skórce winogrona [4], w związku z tym ich zawartość jest uwarunkowana w dużej mierze od sposobu wytwarzania wina. Największą zawartość związków fenolowych spośród analizowanych win charakteryzowały się wina wytrawne pochodzące z Włoch, Francji i Hiszpanii, czyli uznanych regionach winiarskich świata. Istotnie wyższą zawartość związków polifenolowych w winach czerwonych wykazały również inne badania Malik i Czech [12]. Sato i wsp. [16] w badaniach zawartości związków fenolowych w winach czerwonych, białych i różowych pochodzących z różnych regionów świata wykazali, że ich zawartość w winach czerwonych francuskich, włoskich i hiszpańskich mieściła się w przedziale od 1301 ppm do 2690 ppm, co jest porównywalne do uzyskanych w przeprowadzonym doświadczeniu. Antocyjany występują głównie w winogronach czerwonych i od ich zawartości zależy czerwona barwa wina. Według Borowskiej [1] wina czerwone zawierają 30-750 mg/100g antocyjanów. W analizowa-

nych winach największą zawartością antocyjanów charakteryzowały się wina hiszpańskie półwytrawne oraz wina francuskie, natomiast wina bułgarskie były ubogie w te związki. Podobne wyniki uzyskała Czech [3]. Może to sugerować, że na zawartość związków biologicznie aktywnych, w tym polifenoli czy antocyjanów duży wpływ ma rejon uprawy winorośli. W krajach o dużej tradycji winiarskiej zawartość tych związków jest wyższa w porównaniu z innymi regionami świata.

Oprócz związków fenolowych, działanie przeciwutleniające przypisuje się również składnikom mineralnym takim jak miedź, mangan czy żelazo. Jony tych metali zawierają niesparowane elektrony i zwykle uczestniczą w reakcjach wolnorodnikowych służąc, jako substrat do powstawania wysoce reaktywnych rodników hydroksylowych (reakcja Habera-Weissa) [9]. Według zarządzenia MZiOS zawartość cynku w winach nie powinna przekraczać $5,0 \text{ mg l}^{-1}$, a miedzi w napojach alkoholowych $1,0\text{-}4,0 \text{ mg l}^{-1}$ [14]. Rodzaj analizowanych win (wytrawne, półwytrawne, półsłodkie) nie miał znaczącego wpływu na zawartość składników mineralnych (cynk, miedź i żelaza). Biorąc natomiast pod uwagę pochodzenie wina to najbardziej ubogie w analizowane składniki mineralne (cynku, miedzi i żelaza) były wina hiszpańskie. Na zawartość składników mineralnych ogromny wpływ ma lokalizacja uprawy a szczególnie rodzaj gleby, gatunek owoców, pogoda w danym roku, a także obciążenie owocami krzewu.

Wnioski

1. Pochodzenie wina miało istotny wpływ na zawartość związków biologicznie aktywnych w analizowanych winach.
2. Największą zawartością związków fenolowych charakteryzowały się wina wytrawne, a przede wszystkim wina wytrawne pochodzące z Włoch, Francji oraz Hiszpanii.
3. Wina francuskie i hiszpańskie charakteryzowały się najwyższą zawartością antocyjanów.
4. Spośród przebadanych składników mineralnych najwyższą zawartość miedzi stwierdzono w winach włoskich, cynku w winach francuskich, natomiast żelaza w winach hiszpańskich.

Literatura


- [1] Borkowska J.: Owoce i warzywa jako źródło naturalnych przeciwutleniaczy. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.* 2003, 5, 11-12.
- [2] Cook J.D., Reddy M.B., Hurrell R., F.: The effect of red and white wines on nonheme-iron absorption in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1995, 61(4), 800-804.
- [3] Czech A.: Bioactive compounds content in semi-sweet red wine. *Pol. J. Environ. Stud.*, 2007, 16(3A), 58-61.
- [4] Fernandez-Pachon M.S., Villano D., Garcia-Parrilla M.C., Troncoso A.M. Antioxidant activity of wines and relation with their polyphenolic composition. *Anal. Chem. Acta*, 2004, 513(1), 113-118.

- [5] Fuleki F., Francis F.J.: Quantitative methods for anthocyanins. Determination of total anthocyanins and Degradation Index for cranberry juice. *J. Food Sci.*, 1968, 33(1), 78-83.
- [6] Gawlik M., Bialik J.: Wartości zdrowotne substancji zawartych w winach. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1998, 4, 419-424.
- [7] Gawlik M.B., Nowak Ł., Baran M.: Analiza właściwości win produkcji polskiej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008, 1, 15 – 20.
- [8] Gorinstein S., Caspi A., Zemser M., Trakhtenberg S.: Comparative contents of some phenolics in beer, red and white wines. *Nutr. Res.*, 2000, 20(1), 131-139.
- [9] Ivanov V., Carr A.C., Frei B.B. Red wine antioxidants bind to human lipoproteins and protect them from metal ion-dependent and -independent oxidation. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 49(9), 4442–4449.
- [10] Lutomski J., Mścisz A.: Znaczenie prewencyjne związków polifenolowych zawartych w winogronach. *Post. Fitoter.*, 2003, 1, 6-10.
- [11] Maćkiw E.: Wybrane składniki wina a ich znaczenie prozdrowotne. *Żyw. Człow. i Met.*, 2003, 3/4, 1088-1096.
- [12] Malik A., Czech A.: Związki bioaktywne w wybranych winach czerwonych, *Żyw. Człow. Met.*, 2005, Supl. 1, cz. II, 1076-1081.
- [13] Nigdikar S.V., Williams N.R., Griffin B.A., Howard A.N.: Consumption of red wine polyphenols reduces the susceptibility of low-density lipoproteins to oxidation in vivo. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1998, 68(2), 258–265.
- [14] Ręczajska W., Jędrzejczak R.: Oznaczanie pierwiastków metalicznych w napojach alkoholowych. *Przem. Ferm. Ow.-Warz.*, 1998, 6, 18-20.
- [15] Röder E.: Czerwone wino jako środek leczniczy. *Wiad. Ziel.*, 2000, 12, 3-5.
- [16] Sato M, Ramarathnam N., Suzuki Y., Ohkubo T., Takeuchi M., Ochi H.: Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, 44(1), 37-41.
- [17] Wolski T., Kalisz O., Gerkowicz M., Smorawski M.: Rola i znaczenie antyoksydantów w medycynie ze szczególnym uwzględnieniem chorób oczu. *Post. Fitoter.*, 2007, 2, 82-90.

COMPARISON OF BIOACTIVE COMPOUND CONTENTS IN RED WINES FROM DIFFERENT EUROPEAN COUNTRIES

Summary

The contents of bioactive compounds such as phenolic compounds, anthocyanins and mineral elements in red wines, semi-dry and semi-sweet wines product, selected from different European countries (Bulgaria, Italy, France, Spain) were analyzed and compared. It was found that the origin of wines had a significant impact or effect on the contents of bioactive compounds in the analyzed red wines. The highest content of phenolic compounds was found in dry wines. The French and Spanish wines had the highest content of anthocyanins. On the other hand, the highest concentration of copper was found in the Italian wines, zinc in the French wines, while the iron was the highest in the Spanish wines.

Key words: red wine, phenolic compounds, anthocyanins, mineral elements, bioactive compounds 

WALDEMAR ŻYNGIEL, HALINA KOLENDA

WPLYW WYSOKICH CIŚNIEŃ NA ZAWARTOŚĆ SACHARYDÓW W SOKACH Z MARCHWI UTRWALONYCH TECHNOLOGIĄ HPP

Streszczenie

Jedną z najnowszych metod przedłużenia trwałości produktów żywnościowych z zachowaniem ich wartości odżywczej i jakości sensorycznej oraz zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów jest technologia wysokociśnieniowa HPP (High Pressure Processing).

Celem pracy było określenie wpływu parametrów utrwalania metodą HPP oraz czasu przechowywania na zakres zmian zawartości sacharydów ogółem i sacharydów redukujących w badanych sokach przecierowych z marchwi. W czasie przechowywania analizowanych soków stwierdzono stopniowe obniżanie się zawartości sacharydów ogółem przy towarzyszącym wzroście zawartości sacharydów redukujących. Stopień zmian analizowanych wskaźników zależał od zastosowanych parametrów procesu kompresji i czasu przechowywania utrwalonych soków.

Słowa kluczowe: soki przecierowe z marchwi, sacharydy, parametry procesu HPP, czas przechowywania

Wprowadzenie

Zainteresowanie żywnością minimalnie przetworzoną spowodowane jest nowym spojrzeniem na rodzaj produktów żywnościowych oferowanych na rynku, wynika też ze wzrostu świadomości i edukacji społeczeństwa w zakresie zasad racjonalnego żywienia oraz profilaktyki związanej z zagadnieniami ochrony zdrowia i środowiska.

Soki warzywne posiadają istotne znaczenie fizjologiczne, są cennym źródłem składników odżywczych i substancji o właściwościach prozdrowotnych, mających charakter związków biologicznie czynnych. Surowe, nie utrwalone soki warzywne charakteryzują się krótkim okresem trwałości ze względu na szybko postępujące niekorzystne zmiany mikrobiologiczne i enzymatyczne. Konwencjonalne, termiczne metody utrwalania stosowane w produkcji soków na skalę przemysłową powodują zmiany ich niektórych właściwości bioaktywnych i cech sensorycznych.

Rozwój nowych i modyfikacja technologii tradycyjnych ma na celu maksymalne ograniczenie procesów termicznych, powodujących istotne zmiany w strukturze i składnikach surowca. Koncepcja nowoczesnych, alternatywnych technologii utrwalania opiera się na założeniu „minimalnego przetwarzania” dla zachowania wysokiej wartości odżywczej i naturalnych cech sensorycznych żywności z jednoczesnym zapewnieniem trwałości oraz bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów. Wymagania te spełnia technologia wysokociśnieniowa HPP (High Pressure Processing) [2, 10, 11].

Zaletą tak utrwalonej żywności, określanej też terminem „*fresh like*”, jest wysoka jakość zdrowotna i trwałość, z zachowaniem naturalnych walorów odżywczych i sensorycznych w porównaniu z produktami utrwalonymi metodami klasycznymi [2, 5, 14, 15]. Szeroki asortyment produktów żywnościowych utrwalonych metodą HPP w skali przemysłowej oferowany jest na rynku konsumenta w Japonii, USA i niektórych krajach Europy [6, 7, 8]. Żywnością utrwalaną metodą HPP jest też zainteresowany m.in. Departament Obrony USA i NASA. Prowadzone na szeroką skalę prace badawcze i zastosowania aplikacyjne na potrzeby armii amerykańskiej prowadzone przez ośrodki naukowe i przemysłowe w USA koordynowane są przez ośrodek U.S. Army Natick Soldier Research, Development & Engineering Center (RDECOM), Combat Feeding Innovative Science Team, Natick, Massachusetts. Na zamówienie NASA wyprodukowano i poddano testom m.in. partie jogurtów owocowych o przedłużonym okresie trwałości, utrwalonych metodą HPP.

Warunkiem przydatności metody HPP do utrwalania żywności jest ustalenie takich parametrów procesu utrwalania, które nie powodują obniżenia wartości odżywczej i jakości sensorycznej produktu oraz wpływają bezpośrednio na jego trwałość w wyniku ograniczenia lub eliminacji zmian enzymatycznych i mikrobiologicznych [2, 3, 4, 5, 9, 12, 13].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu parametrów procesu kompresji oraz czasu przechowywania na stopień zmian zawartości sacharydów w sokach przecierowych z marchwi utrwalonych technologią HPP w czasie przechowywania utrwalonych soków przez okres 3 miesiące w temperaturze $4 \pm 6^{\circ}\text{C}$ na podstawie przeprowadzonych cyklicznie badań w odstępach miesięcznych.

Material i metody badań

Przedmiotem badań były soki surowe przecierowe i soki utrwalone techniką wysokich ciśnień, uzyskane z różnych odmian świeżej marchwi jadalnej. Próby surowych soków przecierowych z marchwi zapakowano do sterylnych, półsztywnych, całkowicie szczelnych pojemników o pojemności 50 cm^3 i 100 cm^3 , wykonanych z polietylenu wysokociśnieniowego LDPE, posiadających atest dopuszczalnego kontaktu ze środkami spożywczymi. Surowe soki przecierowe z marchwi utrwalono metodą wysokociśnieniową z zastosowaniem zróżnicowanych parametrów procesu kompresji (ciśnie-

nie/czas/temperatura): 350 MPa/20min./20°C, 350 MPa/20min./40°C, 400 MPa/20min./20°C, 400 MPa/20min./40°C, 500 MPa/10min./20°C, 500 MPa/20min./20°C i 600 MPa/10min./20°C. Proces utrwalania technologią HPP przeprowadzono w Instytucie Wysokich Ciśnień PAN - UNIPRESS w Warszawie. Zakres badań obejmował m.in. analizę zawartości sacharydów ogółem i zawartości sacharydów redukujących metodą kolorymetryczną wg Talburta i Sowokinosa w modyfikacji IHAR w sokach surowych oraz w sokach utrwalonych metodą HPP przy ustalonych parametrach procesu kompresji, przechowywanych w temperaturze $4 \div 6^\circ\text{C}$ przez okres 3 miesięcy. Analizy badanych sacharydów wykonano w trzech równoległych powtórzeniach, cyklicznie w odstępach miesięcznych. Przeprowadzono analizę statystyczną uzyskanych wyników badań w zależności od zastosowanych parametrów procesu HPP i czasu przechowywania utrwalonych soków z wykorzystaniem programu StatSoft Statistica 6.0 PL. W pracy podano wartości statystyki testowej F i istotności testu dla analizy wariancji jednoczynnikowej i analizy post hoc (testu RIR Tukeya) na poziomie istotności $p = 0,05$ [1].

Wyniki i dyskusja

Analizując wpływ parametrów procesu utrwalania na stopień zmian zawartości sacharydów ogółem w badanych sokach przecierowych z marchwi utrwalonych metodą HPP, do opisu uzyskanej zbiorowości wykorzystano miary statystyki opisowej: wartość średnią (miara położenia) i odchylenie standardowe (miara rozproszenia). Miary te pozwalają na wykonanie podstawowego opisu uzyskanych wyników badań zestawionych w Tab.1, przedstawionych w tab. 2 oraz na rys. 1 i 2.

We wszystkich utrwalonych sokach z marchwi odnotowano obniżenie się średniej zawartości sacharydów ogółem. Stopień zaobserwowanych zmian zależał od zastosowanych parametrów w procesie utrwalania techniką wysokich ciśnień. Największe obniżenie się zawartości sacharydów ogółem stwierdzono w sokach z marchwi utrwalonych przy wyższej temperaturze procesu kompresji: 350 MPa/20min./40°C i 400 MPa/20min./40°C. Niższy stopień zmian badanych sacharydów odnotowano w sokach utrwalonych przy 350 MPa/20min./20°C, 400 MPa/20min./20°C i 500 MPa/10min./20°C. Najniższe zmiany zawartości sacharydów ogółem stwierdzono w sokach utrwalonych z zastosowaniem wyższych wartości ciśnienia, tj. przy 600 MPa/10min./20°C i 500 MPa/20min./20°C (tab.2, rys. 1).

Zmniejszeniu się zawartości sacharydów ogółem w analizowanych sokach z marchwi utrwalonych metodą HPP przy różnych parametrach procesu towarzyszył obserwowany wzrost zawartości sacharydów redukujących (Tab. 2).

Tabela 1

Kształtowanie się zawartości sacharydów ogółem i sacharydów redukujących w badanych sokach z marchwi [g/100g]

The contents of total saccharides and reducing saccharides in the researched carrot juices [g/100g]

Lp. No.	Soki z badanych odmian marchwi Smoothies juices from selected carrot varieties	Parametry utrwalania HPP parameters [MPa/min./°C]	Soki surowe Raw juices		Soki utrwalone przechowywane w temp. 4 ÷ 6°C [miesiące] HPP processed juices stored at 4 ÷ 6°C [months]								
					0		1		2		3		
					*I	*II	*I	*II	*I	*II	*I	*II	*I
1.	FLACORO POL	350 MPa/20'/20°C	5,64	1,71	5,52	1,74	5,20	1,92	4,85	2,35	4,26	2,89	
	VITANA F1 NZ		6,53	2,42	6,47	2,46	6,29	2,84	6,08	3,23	5,81	3,54	
	NANDRIN F1 BZ		7,81	4,14	7,65	4,26	7,09	4,69	6,45	5,23	5,92	5,61	
	MONANTA RZ		8,13	2,99	8,10	3,06	7,86	3,51	6,78	4,10	6,40	4,19	
	Wartości średnie / Mean values		7,03	2,82	6,94	2,88	6,61	3,24	6,04	3,73	5,60	4,06	
	Odchylenia standardowe / SD		±1,15	±1,03	±1,17	±1,07	±1,14	±1,17	±0,84	±1,23	±0,93	±1,16	
2.	NANDRIN F1 BZ	350 MPa/20'/40°C	7,81	4,14	7,42	4,33	6,86	5,13	6,04	5,64	5,52	6,03	
	MONANTA RZ		8,13	2,99	7,92	3,11	7,18	3,84	6,65	4,26	5,97	4,40	
	Wartości średnie / Mean values		7,97	3,57	7,67	3,72	7,02	4,49	6,35	4,95	5,75	5,22	
	Odchylenia standardowe / SD		±0,93	±0,81	±0,35	±0,86	±0,23	±0,91	±0,43	±0,98	±0,32	±1,15	
3.	FLACORO POL	400 MPa/20'/20°C	5,64	1,71	5,56	1,72	5,34	1,84	4,91	2,29	4,42	2,74	
	VITANA F1 NZ		6,53	2,42	6,49	2,45	6,36	2,69	6,18	3,12	5,92	3,36	
	NANDRIN F1 BZ		7,81	4,14	7,73	4,18	7,12	4,55	6,70	5,01	6,19	5,43	
	MONANTA RZ		8,13	2,99	8,12	3,05	7,99	3,35	7,20	3,67	6,89	4,01	
	BARBARA F1 RZ		7,85	2,11	7,44	2,23	7,12	2,34	6,83	3,14	6,31	3,61	
	Wartości średnie / Mean values		7,19	2,67	7,07	2,73	6,79	2,94	6,36	3,45	5,95	3,83	
	Odchylenia standardowe / SD		±1,07	±0,94	±1,04	±0,94	±0,99	±1,05	±0,89	±1,00	±0,92	±1,01	
4.	NANDRIN F1 BZ	400 MPa/20'/40°C	7,81	4,14	7,53	4,20	6,97	4,94	6,12	5,49	5,64	5,89	
	MONANTA RZ		8,13	2,99	8,08	3,08	7,53	3,63	6,85	3,89	6,14	4,21	
	RIGA F1 RZ		4,87	1,76	4,77	1,80	4,10	1,93	3,46	2,22	3,10	2,41	
	Wartości średnie / Mean values		6,94	2,96	6,79	3,03	6,20	3,50	5,48	3,87	4,96	4,17	
	Odchylenia standardowe / SD		±1,80	±1,19	±1,77	±1,20	±1,84	±1,51	±1,78	±1,64	±1,63	±1,74	
5.	BARBARA F1 RZ	500 MPa/10'/20°C	7,85	2,11	7,67	2,16	7,22	2,25	7,07	2,87	6,75	3,22	
	RIGA F1 RZ		4,87	1,76	4,80	1,79	4,55	1,84	4,12	2,05	3,83	2,27	
	Wartości średnie / Mean values		6,36	1,94	6,24	1,98	5,89	2,05	5,60	2,46	5,29	2,75	
	Odchylenia standardowe / SD		±2,11	±0,25	±2,03	±0,26	±1,89	±0,29	±2,09	±0,58	±2,06	±0,67	
6.	KAZAN F1 BZ	500 MPa/20'/20°C	7,43	2,97	7,27	3,04	7,16	3,47	7,03	3,63	6,98	3,74	
	MACON F1 RZ		7,91	2,86	7,76	3,19	7,47	3,21	7,37	3,54	7,02	3,66	
	Wartości średnie / Mean values		7,67	2,92	7,52	3,12	7,32	3,34	7,20	3,59	7,00	3,70	
	Odchylenia standardowe / SD		±0,34	±0,08	±0,35	±0,11	±0,22	±0,18	±0,24	±0,06	±0,03	±0,06	

7.	KAZAN F1 BZ	600 MPa/10'/20°C	7,43	2,97	7,37	3,03	7,23	3,11	7,18	3,50	6,93	3,67
	MACON F1 RZ		7,91	2,86	7,83	3,12	7,64	3,22	7,52	3,30	7,26	3,49
	Wartości średnie / Mean values		7,67	2,92	7,60	3,08	7,44	3,17	7,35	3,40	7,10	3,58
	Odchylenia standardowe / SD		±0,34	±0,08	±0,33	±0,06	±0,29	±0,08	±0,24	±0,14	±0,23	±0,13
Wartości średnie / Mean values		7,21	2,81	7,07	2,90	6,73	3,21	6,30	3,63	5,89	3,92	
Odchylenia standardowe / SD		±1,11	±0,83	±1,09	±0,86	±1,09	±0,74	±1,12	±1,07	±1,14	±1,09	
*I – Zawartość sacharydów ogółem / Total saccharides content; *II – Zawartość sacharydów redukujących / Reducing saccharides content												

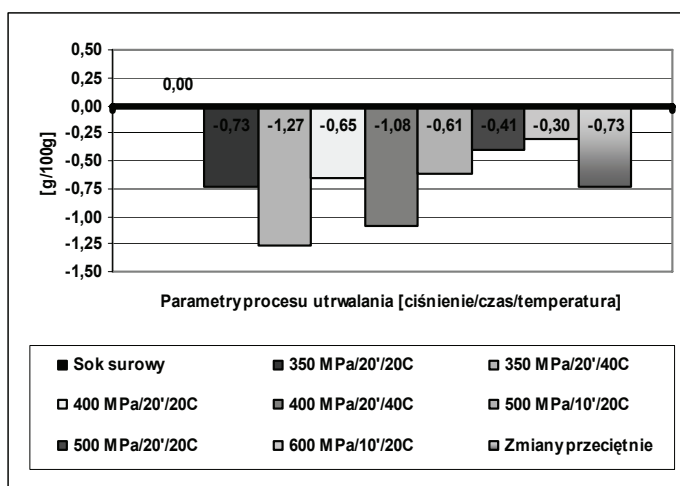
Wielkość zmian była istotnie zróżnicowana i kształtowała się w zależności od zastosowanych parametrów procesu kompresji. Najwyższy wzrost średniej zawartości sacharydów redukujących stwierdzono w sokach z marchwi utrwalonych przy wyższej temperaturze procesu HPP: 350 MPa/20min./40°C oraz 400 MPa/20min/40°C. Zawartość badanych sacharydów zwiększyła się w mniejszym stopniu w sokach utrwalonych przy parametrach: 350 MPa/20min/20°C, 400 MPa/20min/20°C i 500 MPa/20min/20°C). W sokach poddanych kompresji przez dwukrotnie krótszy okres czasu w porównaniu z pozostałymi sokami, tj. przy 500 MPa/10min./20°C i 600 MPa/10min./20°C, stwierdzono najniższy wzrost zawartości sacharydów redukujących (tab. 2, rys. 2).

Tabela 2

Kształtowanie się wartości średnich i odchyłeń standardowych dla różnic zawartości badanych sacharydów ogółem [g/100g] i sacharydów redukujących [g/100g] w sokach przecierowych z marchwi utrwalonych metodą HPP w zależności od zastosowanych parametrów procesu utrwalania
Mean values and standard deviations for differences of analyzed total saccharides content [g/100g] and reducing saccharides content [g/100g] in the pressurized carrot juices according to HPP parameters

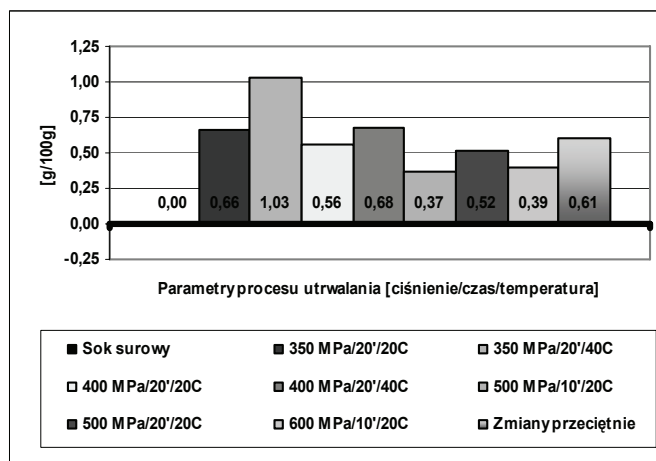
Parametry procesu utrwalania HPP parameters [MPa/min./°C]		350 MPa/20'/20°C	350 MPa/20'/40°C	400 MPa/20'/20°C	400 MPa/20'/40°C	500 MPa/10'/20°C	500 MPa/20'/20°C	600 MPa/10'/20°C	***Przeciętnie Average	
*I	Miara Value	Średnia / Mean	-0,732	-1,275	-0,651	-1,079	-0,609	-0,413	-0,300	-0,731
		Odchylenie / SD	0,622	0,777	0,515	0,742	0,384	0,239	0,204	0,608
*II	Miara Value	Średnia / Mean	0,661	1,028	0,565	0,678	0,371	0,520	0,390	0,606
		Odchylenie / SD	0,487	0,625	0,464	0,556	0,393	0,255	0,228	0,479
*I – Sacharydy ogółem / Total saccharides content [g/100g]										
**II – Sacharydy redukujące / Reducing saccharides content [g/100g]										
*** – Wartość średnia i odchylenie standardowe dotyczą miar liczonych na podstawie wszystkich wyników badanych wskaźników / The mean value and standard deviation are related to calculated measurements based on all results of researched factors										

Weryfikację wpływu parametrów procesu utrwalania metodą HPP na kształtowanie się zawartości sacharydów ogółem i zawartości sacharydów redukujących w badanych sokach z marchwi przeprowadzono na podstawie analizy statystycznej. Do interpretacji wyników badań zastosowano test analizy wariancji jednoczynnikowej w celu określenia istotności wpływu parametrów utrwalania na kształtowanie się wartości średnich badanych wskaźników (tab. 3).



Rys. 1. Wpływ parametrów procesu utrwalania metodą HPP na zmiany zawartości sacharydów ogółem w badanych sokach z marchwi [g/100g]

Fig. 1. The impact of HPP parameters on total saccharides content in the researched carrot juices [g/100g]



Rys. 2. Wpływ parametrów procesu utrwalania metodą HPP na zmiany zawartości sacharydów redukujących w badanych sokach z marchwi [g/100g]

Fig. 2. The impact of HPP parameters on reducing saccharides content in the researched carrot juices [g/100g]

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że parametry procesu utrwalania miały istotny wpływ na zakres zmian zawartości sacharydów ogółem w badanych sokach z marchwi, natomiast nie stwierdzono istotnie statystycznego wpływu parametrów procesu HPP na kształtowanie się zmian zawartości sacharydów redukujących (tab. 3). Celem dalszej analizy post hoc za pomocą testu rozsądnej istotnej różnicy (RIR) Tukeya było wskazanie grup parametrów procesu utrwalania HPP, po zastosowaniu których analizowane soki charakteryzowały się zbliżoną (statystycznie) wartością średnią sacharydów ogółem.

Tabela 3

Wartości statystyki testowej F oraz istotności testu w analizie wpływu parametrów procesu utrwalania na kształtowanie się zawartości sacharydów ogółem i zawartości sacharydów redukujących w sokach przecierowych z marchwi utrwalonych metodą HPP

The values of F test statistics and test's importance in the analysis of the impact of HPP parameters on total saccharides content and reducing saccharides content in the pressurized carrot juices

Badany wskaźnik Analyzed factor	Wartość statystyki F F test statistics value	*Istotność testu Test importance
Sacharydy ogółem Total saccharides	*3,389	0,005
Sacharydy redukujące Reducing saccharides	1,894	0,093

Wartość krytyczna statystyki testowej $F_{(6, 73; 0,05)} = 2,226$ / F test statistics critical value
* Istotność na poziomie $p = 0,05$ / Test importance level

Tabela 4

Wyniki testu Tukeya dla istotności wpływu parametrów utrwalania na zawartość sacharydów ogółem w sokach przecierowych z marchwi utrwalonych metodą HPP

The results of Tukey's test of HPP parameters significance impact on total saccharides content in the pressurized carrot juices

	Parametry procesu utrwalania / HPP parameters [MPa/min./°C]						
	350/20/20	350/20/40	400/20/20	400/20/40	500/10/20	500/20/20	600/10/20
	M=-0,732	M=-1,275	M=-0,651	M=-1,079	M=-0,609	M=-0,413	M=-0,300
350/20/20							
350/20/40	0,287						
400/20/20	1,000	0,122					
400/20/40	0,667	0,987	0,366				
500/10/20	0,999	0,221	1,000	0,525			
500/20/20	0,841	*0,044	0,948	0,138	0,992		
600/10/20	0,564	*0,014	0,744	*0,048	0,925	1,000	

M – wartość średnia dla danego parametru utrwalania / Mean value for HPP parameter
*Istotność różnic wartości średnich na poziomie $p=0,05$ / Significance differences of mean values

Analiza post hoc wykazała, że istotne statystyczne różnice średniej zawartości sacharydów ogółem występują między sokami z marchwi utrwalonymi przy 350 MPa/20min/40°C, a 500 MPa/20min/20°C i 600 MPa/10min/20°C oraz między sokami

utrwalonymi przy 400 MPa/20min/40°C, a 600 MPa/10min/20°C. Soki utrwalone przy wyższych wartościach ciśnienia, tj. 500 MPa/20min/20°C i 600 MPa/10min/20°C, charakteryzowały się istotnie mniejszym stopniem obniżenia się średniej zawartości sacharydów ogółem w porównaniu z sokami utrwalonymi z zastosowaniem wyższej temperatury w procesie HPP przy ciśnieniu 350 i 400 MPa (tab. 4).

Wpływ czasu przechowywania

Stopień zmian sacharydów ogółem i sacharydów redukujących w badanych sokach przecierowych z marchwi w zależności od czasu przechowywania, stwierdzony bezpośrednio po utrwaleniu metodą HPP oraz cyklicznie w odstępach miesięcznych podczas przechowywania utrwalonych soków w warunkach chłodniczych przez okres 3 miesięcy przedstawiono w tab. 5. i rys. 3. i 4.

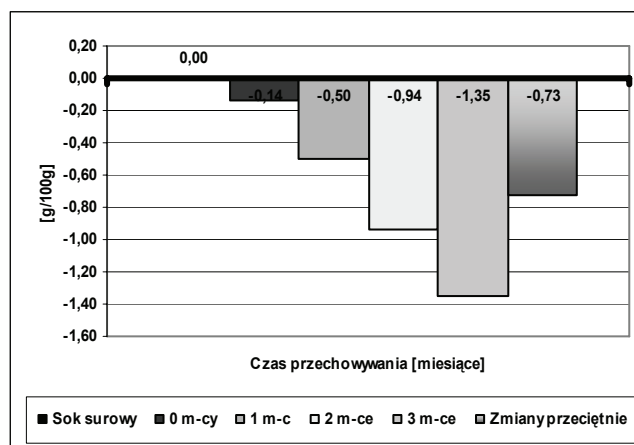
Tabela 5

Kształtowanie się wartości średnich i odchyłeń standardowych dla różnic zawartości badanych sacharydów ogółem [g/100g] i sacharydów redukujących [g/100g] w sokach przecierowych z marchwi utrwalonych metodą HPP w zależności od czasu przechowywania

Mean values and standard deviations for differences of analyzed total saccharides content [g/100g] and reducing saccharides content [g/100g] in the pressurized carrot juices according to storage period

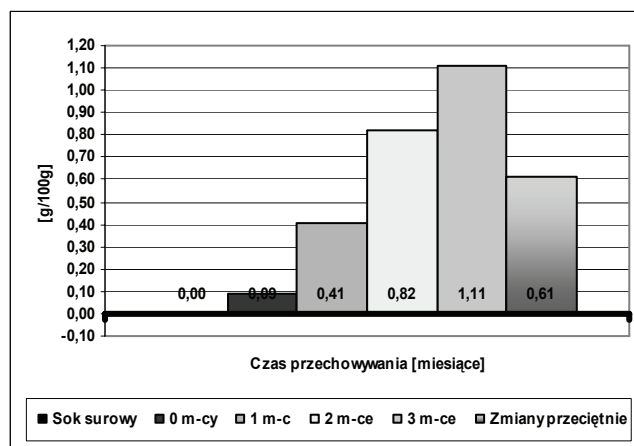
Czas przechowywania [miesiące] Storage period [months]			0	1	2	3	***Przeciętnie Average
*I	Miara Value	Średnia / Mean	-0,136	-0,497	-0,942	-1,348	-0,731
		Odchylenie / SD	0,112	0,271	0,471	0,594	0,608
**II	Miara Value	Średnia / Mean	0,091	0,406	0,818	1,110	0,606
		Odchylenie / SD	0,082	0,258	0,322	0,375	0,479
*I – Sacharydy ogółem / Total saccharides content [g/100g] **II – Sacharydy redukujące / Reducing saccharides content [g/100g] *** – Wartość średnia i odchylenie standardowe dotyczą miar liczonych na podstawie wszystkich wyników badanych wskaźników / The mean value and standard deviation are related to calculated measurements based on all results of researched factors							

Podczas przechowywania utrwalonych soków z marchwi odnotowano istotne zmniejszenie się zawartości sacharydów ogółem na każdym etapie prowadzonych badań w odniesieniu do ich zawartości w sokach surowych (tab. 5, rys. 3). Stwierdzono systematyczny wzrost zawartości sacharydów redukujących w analizowanych sokach z marchwi w czasie całego okresu ich przechowywania w porównaniu z zawartością w sokach surowych (tab. 5, rys. 3 i 4).



Rys. 3. Wpływ czasu przechowywania na zmiany zawartości sacharydów ogółem w badanych sokach z marchwi [g/100g]

Fig. 3. The impact of storage period on total saccharides content in the researched carrot juices [g/100g]



Rys. 4. Wpływ czasu przechowywania na zmiany zawartości sacharydów redukujących w badanych sokach z marchwi [g/100g]

Fig. 4. The impact of storage period on reducing saccharides content in the researched carrot juices [g/100g]

Wpływ czasu przechowywania na zakres zmian zawartości sacharydów ogółem i sacharydów redukujących w sokach z marchwi utrwalonych techniką wysokich ciśnień zweryfikowano na podstawie analizy statystycznej.

Do interpretacji wyników badań zastosowano test analizy wariancji jednoczynnikowej w celu określenia istotności wpływu czasu przechowywania na kształtowanie się wartości średnich badanych wskaźników.

Wyniki analizy wariancji jednoczynnikowej wykazały istotny wpływ czasu przechowywania na kształtowanie się zmian zawartości sacharydów ogółem oraz sacharydów redukujących w utrwalonych sokach z marchwi (tab. 6).

Celem dalszej analizy post hoc z zastosowaniem testu rozsądnej istotnej różnicy (RIR) Tukeya było wskazanie przedziałów czasowych, w których poszczególne badane wskaźniki w analizowanych sokach charakteryzowały się zbliżoną (statystycznie) wartością średnią. Wyniki przeprowadzonych testów Tukeya wykazały istotny wpływ czasu przechowywania na kształtowanie się zawartości sacharydów ogółem i sacharydów redukujących w sokach z marchwi utrwalonych metodą HPP. Statystycznie istotne różnice stwierdzono pomiędzy wszystkimi wartościami średnimi badanych wskaźników na każdym etapie przeprowadzonych badań. W czasie przechowywania odnotowano obniżenie się wartości średnich sacharydów ogółem oraz wzrost wartości średnich sacharydów redukujących (tab. 7 i 8).

Tabela 6

Wartości statystyki testowej F oraz istotności testu w analizie wpływu czasu przechowywania na kształtowanie się zawartości sacharydów ogółem i zawartości sacharydów redukujących w sokach przecierowych z marchwi utrwalonych metodą HPP

The values of F test statistics and test's importance in the analysis of the impact of storage period on total saccharides content and reducing saccharides content in the pressurized processed carrot juices

Badany wskaźnik Analyzed factor	Wartość statystyki F F test statistics value	*Istotność testu Test importance
Sacharydy ogółem Total saccharides	*33,667	0,000
Sacharydy redukujące Reducing saccharides	*50,665	0,000
Wartość krytyczna statystyki testowej $F_{(3, 76; 0,05)} = 2,725$ / F test statistics critical value * Istotność na poziomie $p = 0,05$ / Test importance level		

Tabela 7

Wyniki testu Tukeya dla istotności wpływu czasu przechowywania na zawartość sacharydów ogółem w sokach przecierowych z marchwi utrwalonych metodą HPP

The results of Tukey's test of storage period significance impact on total saccharides content in the pressurized carrot juices

	Czas przechowywania [miesiące] / Storage period [months]			
	0	1	2	3
	M=-0,136	M=-0,497	M=-0,942	M=-1,348
0 m-cy				
1 m-c	*0,031			
2 m-ce	*0,000	*0,005		
3 m-ce	*0,000	*0,000	*0,012	
M – wartość średnia dla danego parametru utrwalania / Mean value for HPP parameter *Istotność różnic wartości średnich na poziomie $p=0,05$ / Significance differences of mean values				

Tabela 8

Wyniki testu Tukeya dla istotności wpływu czasu przechowywania na zawartość sacharydów redukujących w sokach przecierowych z marchwi utrwalonych metodą HPP
The results of Tukey's test of storage significance impact on reducing saccharides content in the pressurized carrot juices

	Czas przechowywania [miesiące] / Storage period [months]			
	0	1	2	3
	M=0,091	M=0,406	M=0,818	M=1,110
0 m-cy				
1 m-c	*0,004			
2 m-ce	*0,000	*0,000		
3 m-ce	*0,000	*0,000	*0,009	

M – wartość średnia dla danego parametru utrwalania / Mean value for HPP parameter
*Istotność różnic wartości średnich na poziomie $p=0,05$ / Significance differences of mean values

Interakcja wpływu parametrów procesu utrwalania metodą HPP i czasu przechowywania w efekcie wspólnym na zmiany zawartości analizowanych sacharydów w badanych sokach

Przy ocenie jakości i trwałości soków przecierowych z marchwi utrwalonych techniką wysokich ciśnień istotnym zagadnieniem jest uwzględnienie wszystkich czynników wpływających na analizowane wskaźniki w materiale badawczym. W przeprowadzonej analizie statystycznej dotyczącej występowania efektu wspólnego (specyficznej interakcji) parametrów procesu utrwalania i czasu przechowywania zastosowano analizę wariancji dwuczynnikowej.

Tabela 9

Wartości statystyki testowej F oraz istotności testu w analizie interakcji wpływu parametrów procesu utrwalania i czasu przechowywania na badane wskaźniki w sokach przecierowych z marchwi utrwalonych metodą HPP
The values of F test statistics and test's importance in the interaction impact analysis of HPP parameters and storage period on total saccharides content and reducing saccharides content in the pressurized processed carrot juices

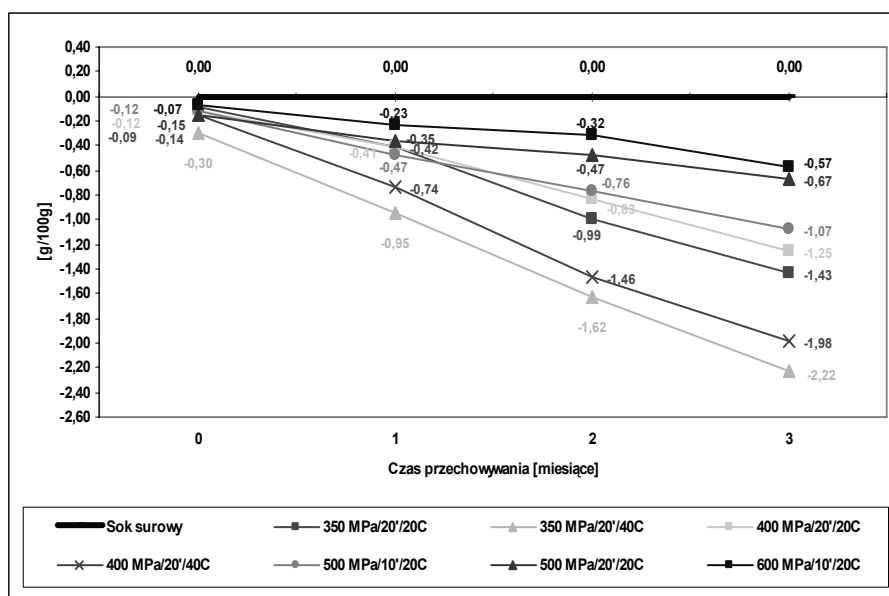
Badany wskaźnik Analyzed factor	Wartość statystyki F F test statistics value	*Istotność testu Test importance
Sacharydy ogółem Total saccharides	*2,238	0,012
Sacharydy redukujące Reducing saccharides	1,330	0,209

Wartość krytyczna statystyki testowej $F_{(18, 52; 0,05)} = 1,806$ / F test statistics critical value
* Istotność na poziomie $p = 0,05$ / Test importance level

Na podstawie analizy statystycznej nie stwierdzono efektu interakcji wpływu parametrów procesu kompresji i czasu przechowywania na kształtowanie się istotnych różnic w zawartości sacharydów redukujących w badanych sokach z marchwi utrwalonych

nych metodą wysokociśnieniową (tab. 9). Istotne różnice w kształtowaniu się zawartości sacharydów ogółem w badanych sokach przecierowych z marchwi w istotnym stopniu spowodowane były efektem interakcji pomiędzy zastosowanymi parametrami procesu utrwalania, a czasem przechowywania utrwalonych soków (tab. 9).

Tendencja zachodzących zmian w czasie przechowywania analizowanych soków wykazała, że zawartość sacharydów ogółem obniżyła się w istotnym stopniu w sokach z marchwi utrwalonych z zastosowaniem wyższej temperatury w procesie kompresji przy parametrach: 350 MPa/20min/40°C i 400 MPa/20min/40°C. Niższy stopień zmian badanych sacharydów stwierdzono w sokach utrwalonych z zastosowaniem wyższych wartości ciśnienia przy parametrach: 500 MPa/20min/20°C i 600 MPa/10min/20°C (rys. 5).



Rys. 5. Zmiany zawartości sacharydów ogółem [g/100g] w sokach z marchwi utrwalonych metodą HPP w porównaniu do soku surowego w zależności od zastosowanych parametrów procesu utrwalania i czasu przechowywania [$F_{(18, 52)} = 2,54; p < 0,0124$]

Fig. 5. The changes in total saccharides content [g/100g] in the pressurized carrot juices compared to the raw juice, depending of HPP parameters and storage time [$F_{(18, 52)} = 2,54; p < 0,0124$]

Wnioski

1. Zastosowanie wyższych wartości ciśnienia w procesie utrwalania, 500 MPa i 600 MPa, miało istotny wpływ na mniejszy zakres zmian zawartości sacharydów ogółem i sacharydów redukujących w badanych sokach.

2. Zastosowanie wyższej temperatury w procesie utrwalania metodą HPP spowodowało większe obniżenie się zawartości sacharydów ogółem i wyższy wzrost zawartości sacharydów redukujących w analizowanych sokach z marchwi.
3. Stwierdzono istotny statystycznie wpływ parametrów procesu HPP na obniżanie się zawartości sacharydów ogółem w badanych sokach.
4. Czas przechowywania miał istotny statystycznie wpływ na obniżanie się zawartości sacharydów ogółem i wzrost zawartości sacharydów redukujących w sokach z marchwi utrwalonych metodą wysokociśnieniową.
5. Stwierdzono występowanie efektu wspólnego we wpływie parametrów procesu HPP i czasu przechowywania na zmiany zawartości sacharydów ogółem w badanych sokach.

Literatura

- [1] Aczel A.D.: Statystyka w zarządzaniu. Wyd. Naukowe PWN. Warszawa 2000.
- [2] Barbosa-Canovas G.V., Tapia M.S., Cano P.M. (Eds.): Novel Food Processing Technologies. CRC Press Marcel Dekker Boca Raton London New York Washington D.C. 2005.
- [3] Butz P., Tauscher B.: Emerging technologies: Chemical aspects. *Food Res. Int.*, 2002, 35, 279-284.
- [4] Butz P., Edenharder R., Fernandez Garcia A., Fister H., Merkel C., Tauscher B.: Changes in functional properties of vegetables induced by high pressure treatment. *Food Res. Int.*, 2002, 35, 295-300.
- [5] Butz P., Garcia F.A., Lindauer R., Dieterich S., Bogner A., Tauscher B.: Influence of ultra high pressure processing on fruit and vegetable products. *J. Food Eng.*, 2003, 56, 233-236.
- [6] Butz P., Needs E.C., Baron A., Bayer O., Geisel B., Gupta B., Oltersdorf U., Tauscher B.: Consumer attitudes to high pressure food processing. *Food Agri. Environ.*, 2003, 1, 30-34.
- [7] Cardello A.V., Schutz H.G., Leshner L.L.: Consumer perceptions of foods processed by innovative and emerging technologies: A conjoint analytic study. *Inn. Food Sci. Emerging Technol.*, 2007, 8, 73-83.
- [8] Deliza R., Rosenthal A., Silva A.L.S.: Consumer attitude towards information on non conventional technology. *Trends Food Sci. Tech.*, 2003, 14, 43-49.
- [9] Deliza R., Rosenthal A., Abadio F.B.D., Silva C.H.O., Castillo C.: Application of high pressure technology in the fruit juice processing: benefits perceived by consumers. *J. Food Eng.*, 2005, 67, 241-246.
- [10] Heldman D.R., Lund D.B. (Eds.): Handbook of Food Engineering, Second Edition. CRC Press Taylor & Francis Group Boca Raton New York London 2007.
- [11] Hendrix M.E.G., Knorr D.: Ultra High Pressure Treatment of Foods. Kluwer Academic/Plenum Publishers New York 2002.
- [12] Houska M., Strohalm J., Kocurova K., Totusek J., Lefnerova D., Riska J., Vrchotova N., Fiedlerova V., Holasova M., Gabrovska D., Paulickova I.: High pressure and foods – fruit/vegetable juices. *J. Food Eng.*, 2006, 77, 386-398.
- [13] Kim Y.-S., Park S.-J., Cho Y.-H., Park J.: Effects of combined treatment of high hydrostatic pressure and mild heat on the quality of carrot juice. *J. Food Sci.*, 2001, 66, 1355-1360.
- [14] Matser A.M., Krebbers B., van den Berg R.W., Bartels P.V.: Advantages of high pressure sterilization on quality of food products. *Trends Food Sci. Tech.*, 2004, 15, 79-85.
- [15] Torres J.A., Velazquez G.: Commercial opportunities and research challenges in the high pressure processing of foods. *J. Food Eng.*, 2005, 67, 95-112.

THE INFLUENCE OF HIGH PRESSURES ON CONTENT OF SACCHARIDES IN PRESSURIZED CARROT JUICES

S u m m a r y

High pressure processing (HPP) is one of the emerging technologies in food processing and preservation which offers the opportunity of producing food of high quality, greater safety and increased shelf-life. The purpose of this study was to determine the impact of HPP parameters and storage time on the range of changes in total saccharides and reducing saccharides contents in the pressure processed carrot juices. During the reported storage period observed decrease of total saccharides content was associated with an increase of reducing saccharides content. The extent of noticed changes of analyzed factors depended of compression parameters and storage time of the researched carrot juices.

Key words: carrot juices, saccharides, HPP parameters, storage time ☒

GRZEGORZ MIELCARZ, ALEKSANDER BARINOW–WOJEWÓDZKI,
KRZYSZTOF LINKE

WPLYW SUPLEMENTACJI EKSTRAKTEM Z CZERWONEGO WINA NA WŁAŚCIWOŚCI ANTYOKSYDACYJNE I FIBRYNOLITYCZNE U LUDZI

Streszczenie

Podjęte badania mają na celu ocenę suplementacji ekstraktem z czerwonego wina na właściwości antyoksydacyjne i przeciwzakrzepowe organizmu u kobiet w starszym wieku (68 – 75 lat).

Badaniom poddano grupę 40 kobiet. Pierwsza grupa 20 kobiet stanowiła grupę placebo. Pozostałe 20 kobiet suplementowano sproszkowanym ekstraktem z wina czerwonego (RWX) w ilości 1g na dobę przez okres dwóch tygodni. Właściwości antyoksydacyjne organizmu oceniono na podstawie pomiaru całkowitego potencjału antyoksydacyjnego oraz całkowitego stężenia polifenoli w osoczu.

Otrzymane wyniki wskazują na korzystny wpływ suplementacji polifenolami zawartymi w RWX na właściwości przeciwzakrzepowe krwi w grupie badanych kobiet w starszym wieku, poprzez wzrost aktywności t-PA (tkankowego aktywatora plazminogenu).

Słowa kluczowe: polifenole, wino, potencjał antyoksydacyjny, fibrynoliza

Wprowadzenie

Choroby układu krążenia charakteryzują się wysoką śmiertelnością w krajach uprzemysłowionych. Badania epidemiologiczne przeprowadzone we Francji dotyczące śmiertelności z powodu chorób układu krążenia wykazały niską śmiertelność w stosunku nie tylko do krajów europejskich, ale również do pozostałych krajów świata, chociaż spożycie tłuszczu nasyconych jest w tym kraju wysokie, tzw. „French Paradox”[7]. Konsumpcja wina czerwonego we Francji jest znacznie wyższa niż innych

Dr hab. G. Mielcarz, Katedra Chemii i Biochemii Klinicznej, Pracownia Chemii Żywności i Żywnienia Człowieka, prof. dr hab. K. Linke, Katedra i Klinika Gastroenterologii i Żywnienia Człowieka, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. Grunwaldzka 6, 60-780 Poznań, dr hab. A. Barinow - Wojewódzki, Wielkopolskie Centrum Pulmonologii i Torakochirurgii w Poznaniu

krajach o wysokim współczynniku śmiertelności z powodu chorób układu krążenia. Istnieją doniesienia wykazujące korzystny wpływ spożycia czerwonego wina na zapobieganie chorobom układu krążenia. Wpływ ten można wyjaśnić obecnością w winie polifenoli, związków hamujących rozwój miażdżycy oraz zapobiegających zakrzepicy krwi u ludzi [2]. Zawartość w winie polifenoli wynosi 1 – 2 g/L i obejmuje flawanole (kwercetyna i mirecetyna), flavanole (katechina i epigallokatechina) i proantycyjaniny (tanina) [4, 7]. Korzystny wpływ polifenoli zawartych w winie wiąże się z hamowaniem procesów miażdżycowych w tętnicach, poprzez ich działanie antyoksydacyjne na frakcję LDL cholesterolu. Ważnym czynnikiem wpływającym na wzrost śmiertelności z powodu chorób układu krążenia jest nadmierna krzepliwość krwi. Zauważono istotny wpływ polifenoli z wina na właściwości przeciwzakrzepowe krwi, polegający na wspomaganiu procesów fibrynolizy i obniżania agregacji płytek we krwi [5, 3, 10]. Proces fibrynolizy związany jest z szeregiem kaskadowych reakcji zachodzących we krwi, które regulowane są przez układ inhibitorów i aktywatorów. Tkankowy aktywator plazminogenu t-PA przekształca plazminogen w plazminę, która z kolei odpowiada za zapobieganie skrzepom fibryny [9, 6].

Material i metody badań

W badaniach wzięło udział 40 kobiet. 20 kobiet, stanowiło grupę kontrolną i 20 grupę badaną. Zakres wiekowy: 68 - 75 lat. Zgodę na prowadzenie badań wyraziła Komisja Bioetyczna przy Uniwersytecie Medycznym im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu. Badana grupa kobiet była pensjonariuszkami Domu Opieki Społecznej w Poznaniu, objęta była stałą opieką lekarską, nie wykazywała objawów chorób metabolicznych, cieszyła się względnie dobrym stanem zdrowia. Grupa kontrolna po pobraniu krwi na czczo otrzymała skrobię (jeden gram dziennie) jako placebo, natomiast grupa badana suplementowana była ekstraktem z czerwonego wina bogatego w polifenole (RWX). Ekstrakt ten w postaci proszku otrzymano z Nutriproducts Ltd. (Grandviev, Leeds, UK) i pochodził z czerwonego wina *Cabernet sauvignon*. Grupa badana otrzymywała 1g dziennie ekstraktu w postaci dwóch kapsułek (jedna rano i jedna wieczorem) przez okres dwóch tygodni.

Badania aktywności tkankowego aktywatora plasminogenu t-PA przeprowadzono metodą ELISA z wykorzystaniem firmowej płytki pokrytej przeciwciałami i gotowym zestawem odczynników. Odczytu płytek dokonano na czytniku płytek Muliscan MS przy długości fali $\lambda = 405\text{nm}$. Krew do badań pobierano rano, na czczo oraz po czterech godzinach od podania 1g ekstraktu RWX. Krew pobierano do próbek zawierających 0,5 M cytrynian o pH 4,3.

Oznaczenia całkowitej zawartości polifenoli w osoczu dokonano w oparciu o metodę spektrofotometryczną Folina-Ciocalteu [8]. Całkowity potencjał antyoksydacyjny osocza badanych osób oznaczono w oparciu o zmodyfikowaną metodę FRAP (Fer-

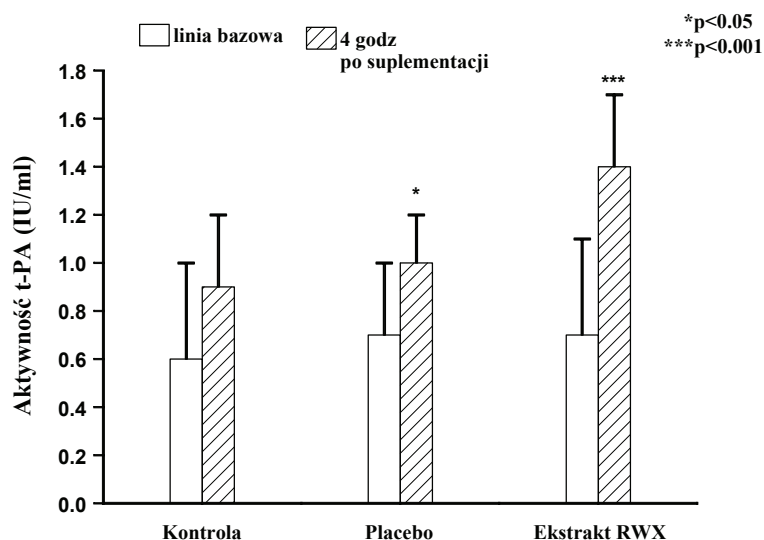
ric Reducing Ability of Plasma) [1]. Modyfikacja tej metody polegała na przystosowaniu jej do oznaczeń z wykorzystaniem czytnika płytek Multiscan MS, co pozwoliło obniżyć koszty analiz oraz znacznie skrócić czas wykonania analiz.

Dla oceny wyników zastosowano test t-Studenta dla zmiennych nie powiązanych, przy uwzględnieniu warunków koniecznych dla jego zastosowania (niezależność obserwacji, rozkład normalny, homogeniczność wariancji).

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu polifenoli zawartych w czerwonym winie na właściwości przeciwutleniające i przeciwzkrzepowe krwi u ludzi, suplementowanych ekstraktem z czerwonego wina w okresie dwóch tygodni.

Wyniki i dyskusja

Na rys. 1. przedstawiono porównawcze wyniki zmian w aktywności tkankowego aktywatora plasminogenu t-PA po 4 godzinach od podania ekstraktu polifenoli z czerwonego wina. W grupie kontrolnej w okresie czterech godzin, zaobserwowano brak znamiennej istotnych różnic w aktywności t-PA.



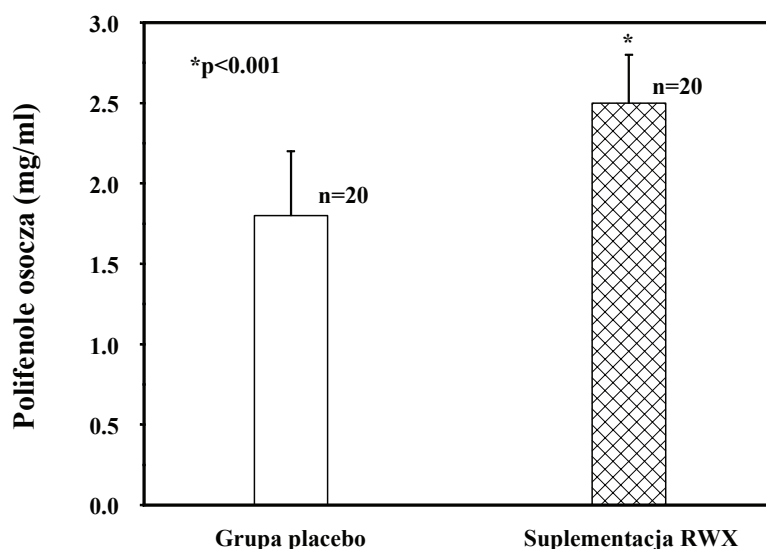
Rys. 1. Aktywność t-PA po 4 godzinach, w grupie kontrolnej, grupie placebo i w grupie suplementowanej ekstraktem z czerwonego wina RWX

Fig. 1. t-PA activity after 4 hours, in control group, placebo group and in group supplemented by red wine extract RWX

Jednak po podaniu placebo w tej samej grupie kobiet zaobserwowano znamienne różnice na poziomie istotności $p < 0,05$. Natomiast suplementacja 1g ekstraktu RWX spowodowała wzrost aktywności t-PA do poziomu istotności $p < 0,001$. Zaobserwowa-

ne zmiany w dziennej aktywności t-PA zaobserwowano już wcześniej [3]. Podwyższona aktywność t-PA występowała rano i wieczorem. Pomiaru aktywności t-PA dokonywano w stałych godzinach porannych a zaobserwowany znamieny wzrost aktywności t-PA po czterech godzinach suplementacji RWX, potwierdza korzystny wpływ polifenoli z czerwonego wina na właściwości przeciwzakrzepowe krwi u badanej grupy kobiet w starszym wieku.

Na rys. 2. przedstawiono wzrost całkowitej zawartości polifenoli w osoczu krwi u grupy kobiet suplementowanych ekstraktem z czerwonego wina RWX przez okres dwóch tygodni w porównaniu do grupy placebo ($p < 0,001$).

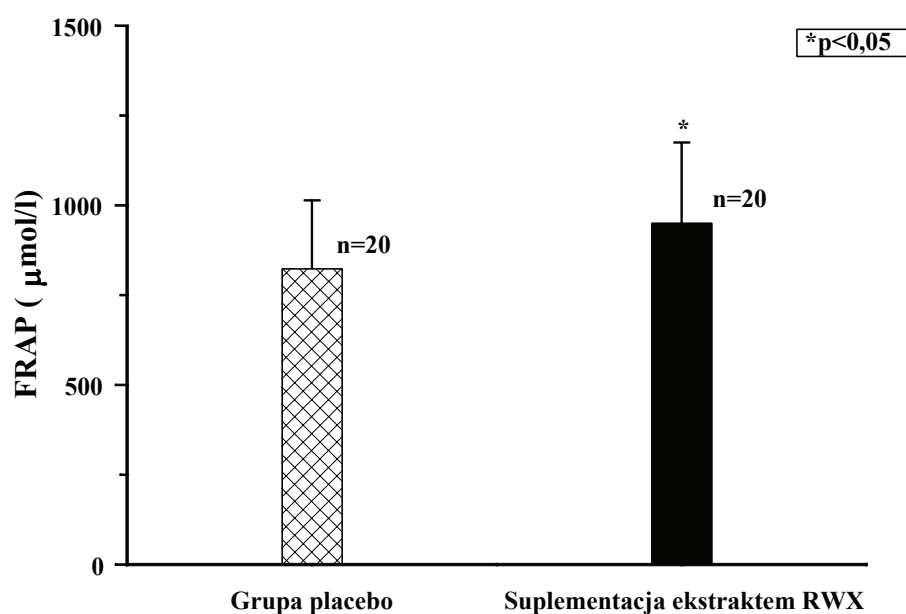


Rys. 2. Całkowita zawartość polifenoli osocza w grupie placebo oraz w grupie suplementowanej ekstraktem z czerwonego wina RWX

Fig. 2. Total plasma polyphenols in placebo group and in group supplemented by red wine extract RWX.

Zawartość całkowita polifenoli w ekstrakcie RWX oznaczona metodą Folina-Ciocalteu wynosiła 450 mg/g. Dwutygodniowa suplementacja polifenolami zawartymi w RWX spowodowała wzrost ich stężenia w osoczu do wartości $2,5 \pm 0,3$ mg/ml. Jednak należy pamiętać, że reakcja Folina-Ciocalteu jest czuła na niemal wszystkie zdolne do oksydacji związki i niekoniecznie odzwierciedla faktyczną zawartość polifenoli w osoczu. Faktycznie za referencyjne metody zawartości polifenoli w osoczu należy uznać metody chromatograficzne oparte na HPLC. Stężenia polifenoli w osoczu są tam dużo niższe (poniżej 100ng/L) [11]. Jednak ze względu za swoją prostotę i niski koszt analizy metoda Folina-Ciocalteu wydaje się przydatna do wykazania różnic w zawartości przed i po suplementacja polifenolami.

Zwiększona zawartość polifenoli w osoczu po suplementacji RWX, miała istotny wpływ na potencjał antyoksydacyjny organizmu. Autorzy podjęli próbę jego oceny poprzez ocenę całkowitej zdolności antyoksydacyjnej osocza. W tym celu zastosowano metodę FRAP. Metoda ta polega na redukcji jonu żelazowego (III) do żelazowego (II) w niskim pH z wytworzeniem barwnego kompleksu żelazo-tripirydyltriazyna. Wyniki przedstawiono na rys. 3.



Rys 3. Wartości FRAP w grupie placebo oraz w grupie suplementowanej ekstraktem z czerwonego wina RWX.

Fig. 3. FRAP value in placebo group and in group supplemented by red wine extract RWX.

Całkowity potencjał antyoksydacyjny osocza wzrósł znamienne po dwóch tygodniach w grupie kobiet suplementowanych ekstraktem RWX ($p < 0,05$). Wzrost właściwości przeciwutleniających organizmu wpływa korzystnie na jego zdolność do obrony przeciwko szkodliwemu działaniu stresu oksydacyjnego. Występuje tu zbieżność z wynikami opublikowanymi wcześniej z użyciem tego samego ekstraktu RWX, sugerującymi mechanizm obronny przeciw rozwojowi miażdżycy poprzez obniżoną zdolność frakcji lipoprotein o niskiej gęstości do oksydacji *in vivo*. [5].

Wnioski

1. Suplementacja polifenolami pochodzącymi z czerwonego wina RWX, w postaci sproszkowanego ekstraktu w okresie dwóch tygodni powoduje znamienny ich wzrost w osoczu ($p < 0,05$).
2. Dwutygodniowa suplementacja ekstraktem RWX, powoduje znamienny wzrost całkowitego potencjału antyoksydacyjnego osocza ($p < 0,001$).
3. Suplementacja ekstraktem polifenoli RWX wpływa korzystnie na właściwości przeciwzakrzepowe krwi poprzez zwiększenie aktywności tkankowego aktywatora plazminogenu t-PA, który ma bezpośredni wpływ na proces fibrylizy.

Literatura

- [1] Benzie I.F., Strain J.J.: The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power. *Anal. Biochem.*, 1996, 239, 70 – 76.
- [2] Constant J.: Alcohol, ischemic heart disease and French paradox. *Coron. Artery Dis.* 1997; 8, 645-649
- [3] Kluff C., Jie A.F.H., Rijken D.C., Verheijen J.H.: Daytime fluctuations in blood of tissue-type plasminogen activator (t-PA) and its fast-acting inhibitor (PAI-1). *Thromb Haemost* 1988; 59, 329-332
- [4] Leibovithz B.E., Mueller J.A.: Bioflavonoids and polyphenols: medical applications. *J. Optimal Nutrition* 1993, 2, 17-35.
- [5] Nigdikar S.V., Williams N.R., Griffin B.A., Howard A.N.: Consumption of red wine polyphenols reduces the susceptibility of low-density lipoproteins to oxidation in vivo. *Am. J. Clin. Nutr.* 1998, 68, 258 – 265.
- [6] Pikaar N.A., Wedel M. van der Beek E.J., van Dokkum W., Kempen H.J., Kluff C., Ockhuizen T., Hermus R.J.: Effects of moderate alcohol consumption on platelet aggregation, fibrinolysis, and blood lipids. *Metabolism*. 1987, 36, 538-543.
- [7] Renauld S., De Lorgeril M. Wine, alcohol, platelets and French Paradox for coronary heart disease. *Lancet*, 1992, 339, 1523-1526.
- [8] Singleton S.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenols with phosphor molybdic phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticulture*, 1965, 16, 144 – 158.
- [9] Sumi H., Hamada H., Tsushima H., Mihara H. Urokinase-like plasminogen activator increased in plasma after alcohol drinking. *Alcohol-Alcohol*, 1988, 23, 33-43.
- [10] Święs J., Robak J., Dabrowski L., Michalska Z., Gryglewski R.J.: Antiaggregatory effects of flavonoids in vivo and their influence on lipoxygenase and cyclooxygenase in vitro. *Pol. J. Pharmacol. Pharm*, 1984, 36 (5), 455 – 463.
- [11] Waterhouse A.L., German J.B., Walzem R.L., Hansen R.J., Kasim-Karakaz S.A.: Is it time for a wine trial? *Am. J.Clin. Nutr.* 1998, 68, 220-221

**EFFECT OF RED WINE EXTRACT SUPPLEMENTATION ON ANTIOXIDANT
AND FIBRYNOLITIC PROPERTIES IN PEOPLE****S u m m a r y**

In our study, we investigated effect of red wine extract on antioxidant and antithrombosis properties in elderly women (age 68 – 75). We investigated 40 women. Twenty women was in placebo group and twenty was supplemented by red wine extract (RWX), 1g per day for two weeks. Antioxidant properties was assessed by total plasma antioxidant status using FRAP method and plasma total polyphenols concentration. We conclude that supplementation of red wine extract has beneficial effect on antithrombosis properties by increased activity of t-PA (tissue plasminogen activator).

Key words: polyphenols, wine, plasma antioxidant status, fibrynolysis ☒

JACEK ANIOŁA ¹, JOANNA LE THANH ², GRAŻYNA LEWANDOWICZ ²

OCENA STRAWNOŚCI NOWEGO PREPARATU SKROBI MODYFIKOWANEJ FIZYCZNIE W BADANIACH NA SZCZURACH

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było ustalenie wpływu wysokiego udziału nowego preparatu skrobi modyfikowanej w diecie na wybrane parametry ogólnozywieniowe u szczurów, a w szczególności ocena jego strawności *in vivo*. Doświadczenie zrealizowano na 20 samcach szczurów białych rasy Wistar w wieku 9 tygodni, którym podawano 2 półoczyszczane diety eksperymentalne z wysokim (50%-owym) udziałem badanych preparatów skrobiowych: preparatu kleikowanej skrobi ziemniaczanej (Solamyl - S) oraz badanej skrobi modyfikowanej na drodze wysokociśnieniowej homogenizacji kleików (H). Spożywanie diety z dużym udziałem preparatu skrobiowego H miało podobny wpływ na parametry wzrostowe i ogólnozywieniowe u szczurów, w tym na ogólną strawność diety, jak w przypadku podawania diety ze skrobią S.

Wysoki udział preparatu skrobi modyfikowanej H w diecie powodował, w porównaniu z preparatem S, przyspieszenie pasażu treści pokarmowej oraz zwiększenie zawartość wody w kale, co może sugerować wpływ degradacji bakteryjnej na uzyskane wyniki strawności.

Słowa kluczowe – skrobia modyfikowana, strawność, szczury.

Wprowadzenie

Skrobia jest jednym z najbardziej wielofunkcyjnych surowców wykorzystywanych w przemyśle spożywczym [8, 10, 14]. Jest między innymi wykorzystywana jako zamiennik tłuszczu w produktach typu „light” o zmniejszonej wartości energetycznej. Sam fakt zastąpienia tłuszczu węglowodanami obniża znacząco wartość energetyczną produktu. Dalsze jej obniżenie można uzyskać ograniczając strawność preparatów skrobiowych stosowanych jako zamienniki tłuszczu.

Takim preparatem o zmniejszonej strawności mogłaby być skrobia modyfikowana w drodze wysokociśnieniowej homogenizacji kleików [3], która w badaniach *in vitro* [7] okazała się strawna jedynie w połowie. Niska biodostępność tego nowego preparatu

Dr inż. J. Anioła, Katedra Higieny Żywności Człowieka, dr inż. J. .L. Thanh, prof. dr hab. inż. G. Lewandowicz, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

skrobi nie była dotychczas potwierdzona w badaniach *in vivo*, stąd było to celem niniejszej pracy.

Material i metody badań

Ocenie biologicznej poddano nowy preparat skrobi modyfikowanej fizycznie „H”, otrzymany na drodze wysokociśnieniowej homogenizacji kleików [3].

Doświadczenie zrealizowano, za zgodą Lokalnej Komisji Etycznej nr 23/2008, na 20. samcach szczurów białych rasy Wistar w wieku 9 tygodni o średniej masie początkowej 278 ± 20 g. Zwierzęta pochodzące z hodowli Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu podzielono na 2 równoliczne grupy, które otrzymywały *ad libitum* diety eksperymentalne złożone z: preparatów skrobiowych (50%), kazeiny (20%), oleju słonecznikowego (10%), cukru (10%), skrobi ziemniaczanej (5%), mieszanek: witaminowej (1%) i mineralnej (4%) sporządzonych wg AIN-93 [12]. Grupa badana (H) otrzymywała dietę ze skrobią ziemniaczaną modyfikowaną w drodze wysokociśnieniowej homogenizacji kleików, a grupa referencyjna (S) dietę z preparatem wstępnie kleikowanej skrobi ziemniaczanej „Solamyl”, produkcji P.P.H.U. Chemet Sp. z o.o., Plewiska k/Poznań.

Doświadczenie trwało 15 dni, przy czym od dnia 5 do 13 przeprowadzono badania bilansowe metodą klasyczną. W dietach oraz kale oznaczono podstawowy skład za pomocą powszechnie stosowanych metod analitycznych, a zawartość węglowodanów obliczono z różnicy [13].

Wyniki i dyskusja

Jak wynika z tabeli 1 obie grupy doświadczalne różniły się istotnie ilością spożytej paszy, ilością wydalonego kału i jego uwodnieniem oraz czasem pasażu jelitowego. Nie było natomiast istotnych statystycznie różnic w efektywności żywienia i współczynnikach strawności, chociaż odnotowano tendencje do mniejszej strawności pozornej suchej masy diety i skrobi w grupie żywionej preparatem H, otrzymanym na drodze wysokociśnieniowej homogenizacji kleików.

Zwierzęta grupy H, karmione dietą z 50% udziałem preparatu skrobi modyfikowanej spożywały statystycznie więcej paszy, niż szczury grupy referencyjnej S. Bardzo zbliżone wartości wskaźnika efektywności żywienia w obu grupach szczurów wskazują, iż nie wynikało to z potrzeby kompensacji różnic w ilości dostępnej energii - a efekt taki był wcześniej obserwowany, m.in. przez Zhou i Kapłana [15], ale raczej z większej atrakcyjności sensorycznej diety zawierającej nowy preparat skrobi. Różnica w składzie obu diet testowych okazała się zbyt mała by spowodować istotne różnice w przyrostach masy ciała szczurów. Nieznacznie wyższe przyrosty w grupie zwierząt karmionych dietą H wynikały z większego spożycia diety w tej grupie. Z tego samego

powodu w grupie tej odnotowano też większe wydalanie kału, w przeliczeniu na jego suchą masę.

Istotnie większa zawartość wody w stolcu zwierząt grupy H sugeruje, iż skrobia modyfikowana wpływa na zdolność do wiązania wody przez kał, ale może też świadczyć o intensywniejszym rozwoju mikroflory jelitowej [5, 6, 11].

W przypadku pasażu treści pokarmowej, średni jego czas był wyraźnie krótszy w grupie H, co wskazuje na to, iż skrobia modyfikowana H pobudzała silniej motorykę układu pokarmowego, niż skrobia niemodyfikowana S. Sugeruje to, iż w górnych odcinkach przewodu pokarmowego badana skrobia H pozostaje niestrawiona w stopniu istotnym dla oddziaływania na motorykę przewodu pokarmowego.

Tabela 1

Oddziaływanie rodzaju skrobi na wybrane parametry doświadczalne.
Starch preparation influence on chosen experimental parameters.

Parametr doświadczalny Experimental parameter	Grupa S S group	Grupa H H group
Spożycie suchej masy diety (g/24 h) Diet intake (g DM/24h)	16,7 ± 1,5	18,3 ± 1,8 *
Przyrost masy ciała (g/24 h) Body weight gain (g/24h)	2,94 ± 0,51	3,28 ± 0,76
Efektywność żywienia (g przyrostu masy ciała / 1g spożytej diety) Feed efficiency (g of weight gain / 1g taken diet)	0,176 ± 0,031	0,178 ± 0,32
Wydalanie kału (g s.m./24 h) Defecation (g DM/24h)	0,79 ± 0,14	0,93 ± 0,12 *
Zawartość wody w kale (g/100g) Water content in faeces (g/100g)	19,3 ± 3,2	24,8 ± 3,4 **
Czas pasażu treści pokarmowej (min) Transit time (min)	979 ± 86	812 ± 139 *
Strawność pozorna suchej masy diety Apparent diet digestibility	0,9569 ± 0,0059	0,9529 ± 0,0067
Strawność pozorna białka Apparent protein digestibility	0,9145 ± 0,0071	0,9164 ± 0,0102
Strawność pozorna tłuszczu Apparent fat digestibility	0,9920 ± 0,0014	0,9908 ± 0,0044
Strawność pozorna skrobi Apparent starch digestibility	0,9557 ± 0,0095	0,9493 ± 0,0095

Objaśnienia: Explanatory notes:

* średnie statystycznie różne przy poziomie istotności $p < 0,05$ / means statistically different at the level $p < 0,05$

** średnie statystycznie różne przy poziomie istotności $p < 0,01$ / means statistically different at the level $p < 0,01$

Oznaczona metodą bilansową strawność diety i jej głównych składników, tzn. białka tłuszczu oraz skrobi, była zbliżona w obu grupach zwierząt. Wskazuje to, że nowa skrobia modyfikowana H praktycznie nie różni się pod względem strawności od

kleikowanej skrobi natywnej S. Strawność *in vivo* tej pierwszej wynosiła około 95% i była znacznie wyższa od oznaczonej wcześniej metodami *in vitro* [7].

Także inni autorzy [1, 2, 9] notowali duże różnice między strawnością *in vivo* i strawnością *in vitro*, która nie uwzględnia wzajemnych oddziaływań pomiędzy składnikami pożywienia, procesów mechanicznych, jak również zmian w sekrecji soków trawiennych oraz działania mikroflory przewodu pokarmowego.

Z drugiej strony, należy pamiętać, że badania strawności prowadzone na szczurach nie dają się bezpośrednio przenosić na ludzi [4, 9], między innymi dlatego, że w przeciwieństwie do człowieka, szczur trawi niekleikowaną skrobią pszenną.

Wniosek

Strawność preparatu skrobi modyfikowanej w przewodzie pokarmowym szczura jest znacznie wyższa od oznaczonej wcześniej metodami *in vitro* i wynosi 95%. Skrobia ta, w porównaniu z kleikowaną skrobią ziemniaczaną Solamyl zwiększa wydalanie kału i zawartość w nim wody oraz skraca czas pasażu jelitowego.

Literatura

- [1] Biliaderis C.G.: The structure and interactions of starch with food constituents. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 1991, 1 (69), 60-78.
- [2] Galiński G., Gawęcki J., Remiszewski M.: Strawność skrobi nasywanych i modyfikowanych. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość*, 2000, 3 (24), 58-68.
- [3] Grajek W., Jankowski T., Lewandowicz G.: Sposób otrzymywania produktu skrobiowego o podwyższonej odporności na enzymy amylolityczne. Zgłoszenie patentowe RP nr P. 368472 z dnia 8 czerwca 2004.
- [4] Heijnen M.L.A., van Amelsvoort J.M.M., Deurenberg P., Beynen A.C.: Limited effect of consumption of uncooked (RS2) or retrograded (RS3) resistant starch on putative risk factors for colon cancer in healthy men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1998, 2 (67), 322-31.
- [5] Hylla S., Gostner A., Dusel G., Anger H., Bartram H.P., Christl S.U., Kasper H., Scheppach W.: Effects of resistant starch on the colon in healthy volunteers: possible implications for cancer prevention. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1998, 1 (67), 136-42.
- [6] Le Blay G.M., Michel C.D., Blottière H.M., Cherbut C.J.: Raw potato starch and short-chain fructooligosaccharides affect the composition and metabolic activity of rat intestinal microbiota differently depending on the caecocolonic segment involved. *J. Appl. Microb.*, 2003, 2 (94), 312-20.
- [7] Le Thanh J., Burchardt A., Menclewicz J., Sip A., Lewandowicz G.: Skrobia modyfikowana fizycznie jako potencjalny prebiotyk. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2008, 530, 405-418.
- [8] Le Thanh J., Lewandowicz G.: Dietetyczne produkty skrobiowe. *Przem. Spoż.*, 2007, 8 (54), 56-58, 88. -
- [9] Lee P.C.: Digestibility of native and modified starches: *in vitro* studies with human and rabbit pancreatic amylases and *in vivo* studies in rabbits. *J. Nutr.*, 1985, 1 (115), 93-103.
- [10] Lewandowicz G., Walkowski A., Gawęcki J.: Fosforany skrobiowe - ich charakterystyka, funkcje technologiczne i rola żywieniowa. *Przem. Spoż.*, 1999, 3 (53), 34-36, 40.
- [11] Muir J.G., Yeow E.G.W., Keogh J., Pizzey C., Bird A.R., Sharpe K., O'Dea K., Macrae F.A.: Combining wheat bran with resistant starch has more beneficial effects on fecal indexes than does wheat bran alone. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004, 6 (79), 1020-8.

- [12] Reeves P. G., Nielsen F. H., Fahey G. C. Jr.: AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J. Nutr.*, 1993, 11 (123), 1939-51.
- [13] Rutkowska U. [red.]: Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 1981.
- [14] Walkowski A., Lewandowicz G.: Skrobie modyfikowane - właściwości technologiczne i zakres stosowania. *Przem. Spoż.*, 2004, 5 (58), 49-51.
- [15] Zhou X., Kaplan M.: Soluble amylose cornstarch is more digestible than soluble amylopectin potato starch in rats. *J. Nutr.*, 1997, 7 (127), 1349-1356.

THE ESTIMATION OF DIGESTIBILITY OF A NEW PHYSICALLY MODIFIED STARCH PREPARATION IN RESEARCH ON THE RATS

S u m m a r y

The aim of the work was to determine the effect of a high proportion of a novel modified starch preparation in the diet on selected nutrition parameters in rats, particularly it's in vivo digestibility. The experiment was conducted on 20 males Wistar white rats, aged 9 weeks, fed 2 semi-purified experimental diets with a high (50%) addition of analyzed starch preparations: gelatinized potato starch preparation (Solamyl - S) and analyzed starch modified by high pressure homogenization of pastes (H). The intake of a diet, with a high addition of starch preparation H, had similar influence on growth and nutritional parameters in rats, including diet digestibility, as in case of feeding of diet with starch S participation. A high addition of new modified starch preparation H in the diet, in comparison with starch S, resulted in transit time acceleration and elevated water feces content, which can indicate an influence of bacterial degradation on digestibility results.

Key words – modified starch, digestibility, rats. ☒

ZBIGNIEW KREJPCIO¹, RAFAŁ W. WÓJCIAK^{1,2}, HALINA STANIEK¹,
JULIA WIŚNIEWSKA¹

WPŁYW SUPLEMENTACJI DIETY FRUKTANAMI TYPU INULINY I CHROMEM(III) NA WSKAŹNIKI GOSPODARKI MAGNEZEM U SZCZURA

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu dodatku do diety fruktanów (inulina i oligofruktoza) oraz suplementacji Cr(III) na wybrane wskaźniki gospodarki Mg u szczura.

Stwierdzono, że diety z wysoką (10%) zawartością fruktanów charakteryzowały się istotnie wyższą biodostępnością Mg. Suplementacja diety Cr(III) (5 mg/kg diety) nie wpływała na absorpcję i tkankowy poziom Mg u szczura.

Słowa kluczowe: fruktany, chrom(III), magnez, szczury

Wprowadzenie

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania żywnością funkcjonalną, a zwłaszcza jej rolę profilaktyczną m.in. w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym (miażdżyca, osteoporoza, nowotwory) i zdrowotną, np. w leczeniu zaparć i biegunek [1, 6, 7, 8]. Wśród dodatków roślinnych wykorzystywanych w produkcji żywności funkcjonalnej jedno z czołowych miejsc zajmują fruktany: inulina i oligofruktoza, występujące jako materiał zapasowy w wielu roślinach, takich jak np. cykoria, cebula, czosnek, szparagi, topinambur. Fruktany to nie trawione przez enzymy przewodu pokarmowego węglowodany, lecz ulegające degradacji pod wpływem flory bakteryjnej jelita grubego [10, 11]. Ich pozytywny wpływ na zdrowie jest następstwem korzystnych zmian w mikroflorze jelita grubego, stymulowania rozwoju *Lactobaccillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* i zarazem hamowania rozwoju bakterii szkodliwych

¹Dr hab. Z. Krejpcio, prof. nadzw., dr inż. R.W. Wójciak, dr inż. H. Staniek, mgr inż. J. Wiśniewska,

¹Zakład Higieny i Toksykologii Żywności, Katedra Higieny Żywności Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań,

²Zakład Psychologii Klinicznej, Katedra Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. Smoluchowskiego 11, 60-179 Poznań

np. *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* [17, 18, 19]. Fruktany wykazują także własności hipolipidemiczne, hipocholesterolemiczne, regulują gospodarkę węglowodanową w organizmie i zwiększają biodostępność składników mineralnych (Ca, Mg, Fe) [10, 12, 15]. Wiadomo, że retencja składników mineralnych w organizmie uwarunkowana jest zarówno ich podażą, jak i wydalaniem. W przypadku podaży istotne znaczenie ma zawartość pierwiastka w spożywanej diecie oraz jego biodostępność. Z tego powodu coraz częściej poszukuje się sposobów umożliwiających zwiększenie absorpcji „deficytowych” biopierwiastków z pożywienia. Obiecujące rezultaty uzyskano przy zastosowaniu prebiotyków, do których zalicza się nietrawione w przewodzie pokarmowym fruktany. W ostatnich latach obserwuje się także duże zainteresowanie suplementami Cr(III), który jest istotnym czynnikiem biorącym udział w metabolizmie węglowodanów i lipidów [3]. Suplementy te są obecnie szeroko reklamowane w mediach, z przeznaczeniem do regulacji glikemii u cukrzyków, wspomagających odchudzanie oraz dla sportowców [2, 3, 4, 16, 21, 26, 27, 28]. Jednakże wyniki wielu badań eksperymentalnych i klinicznych nie potwierdzają przypisywanej tym suplementom skuteczności działania dla poprawy wskaźników gospodarki węglowodanowej i lipidowej u cukrzyków lub osób odchudzających się [22]. Z drugiej strony przy suplementacji tym pierwiastkiem należy zachować szczególną ostrożność, ze względu na możliwość wystąpienia efektów toksycznych oraz interakcji antagonistycznych z innymi mikroelementami, zwłaszcza z żelazem [5, 13, 31, 32, 33].

Celem niniejszej pracy, będącej fragmentem projektu badawczego, była ocena wpływu dodatku do diety fruktanów (inuliny i oligofruktozy) oraz Cr(III) na wskaźniki charakteryzujące gospodarkę Mg u szczura.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono na 56 rosnących szczurach (samcach) Wistar (akceptacja Komisji Bioetycznej w Poznaniu nr 93/2001). Zastosowano model doświadczenia wieloczynnikowego typu 2³, w którym zmienne były trzy czynniki: A - rodzaj fruktanu (inulina lub oligofruktoza), B - poziom dodatku fruktanu (5% lub 10% masy diety), C - poziom dodatku Cr(III) (0,3 lub 5 mg/kg masy diety). Grupę kontrolną zwierząt karmiono dietą bez dodatku fruktanów z zawartością Cr na poziomie 0,3 mg/kg diety. Doświadczenie trwało 10 tygodni. Warunki doświadczenia: 12-h cykl światło/noc, wilgotność względna powietrza 55-60%, temperatura 19-21°C, podaż paszy i wody – *ad libitum*. Diety testowe i kontrolną sporządzono wg przyjętych ogólnie zaleceń AIN-93M [29], mieszankę witamin – wg AIN-93VX, a mieszankę mineralną – wg AIN-93MX, w której Cr był na poziomie 0,3 i 5 mg/kg diety, a jego źródłem - kompleks Cr(III) z kwasem propionowym [Cr(III)Prop]. W 7 tygodniu trwania doświadczenia przeprowadzono 10-dniowe badania bilansowe metodą klasyczną, w których oprócz rejestrowania ilości spożytej diety zbierano także kał.

Po zakończeniu okresu doświadczalnego zwierzęta usypiano (przez iniekcję thio-pentalu 40 mg/kg m.c.), rozcinano powłokę brzuszną, pobierano krew z serca oraz wypreparowywano narządy wewnętrzne, które po opłukaniu w roztworze soli fizjologicznej i wysuszeniu zamrażano w temperaturze -20°C i przechowywano w tym stanie do czasu użycia ich do analiz biochemicznych.

Do oceny gospodarki Mg wykorzystano następujące wskaźniki:

- stężenie Mg w surowicy krwi – oznaczono metodą płomieniową F-AAS, po rozcieńczeniu próbek 0,5% roztworem LaCl_3 w 1 mol HCl (GR ISO, Meck)
- zawartość Mg w dietach, wysuszonym kale oraz w wątrobie, nerkach i kości udowej - oznaczono metodą płomieniową F-AAS (spektrometr Zeiss AAS-3 i deuterową korekcją tła), po mikrofalowej mineralizacji próbek na mokro (65% HNO_3 , GR ISO, Merck) i rozcieńczeniu mineralizatów 0,5% roztworem LaCl_3 w 1 mol HCl (GR ISO, Meck).

Dokładność metody oznaczania Mg w materiale biologicznym określono na podstawie analizy 3 materiałów referencyjnych: *Cabbage Leaf CL-1*, *Human Multi-Sera Randox HN2612 level2*, oraz *Pig Kidney BCR-186*, która wynosiła od 98,6% do 101,6%

Absorpcję pozorną Mg (Mg-A) obliczono ze wzoru:

$$\text{Mg-A} = \frac{X_p - X_k}{X_p} \cdot 100\%$$

gdzie:

X_p - ilość Mg spożytego z diety, X_k – ilość Mg wydalona z kałem

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej stosując analizę wariancji trój-czynnikowej (ANOVA) oraz test Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, przy użyciu programu komputerowego STATISTICA, ver. 6.0.

Wyniki i dyskusja

W poprzedniej naszej pracy [20] opisano fragment eksperymentu odnoszący się do wpływu w.w. czynników doświadczalnych na wskaźniki strawności diety. W niniejszej pracy natomiast przedstawiono fragment doświadczenia odnoszący się do gospodarki magnezem. W tabeli 1 i 2 zestawiono wpływ czynników doświadczalnych (efekty główne i interakcyjne) na spożycie diety oraz wskaźniki charakteryzujące gospodarkę Mg, takie jak: absorpcja pozorna Mg (Mg-A), stężenie Mg w surowicy krwi (Mg-S), zawartość Mg w wątrobie (Mg-W), nerkach (Mg-N) i kości udowej (Mg-K). Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu czynników doświadczalnych, niezależnie ani we współdziałaniu, na spożycie diety przez szczury.

Tabela 1

Wpływ czynników doświadczalnych na spożycie diety i wskaźniki gospodarki magnezem u szczura (wyniki w tabeli przedstawiają wartości średnie uzyskane dla 28 szczurów).

Effect of experimental factors on feed intake and Mg metabolic indices in rat (data in the table represent mean values obtained from 28 rats).

Wskaźnik/Index	Czynnik doświadczalny/Experimental factor		
	A	B	C
	rodzaj fruktanów fructans kidn inulina/inulin oligofruktoza	ilość fruktanów fructans levels 5% 10%	poziom Cr w diecie dietary Cr level (mg/kg) 0,3 5,0
Spożycie diety Feed intake (g s.m/d/szczura)	21,6 21,1	21,3 21,5	21,2 21,5
Absorpcja pozorna Mg Mg relative absorption (%)	57,9 58,1	53,9 ** 62,1 (+15,2%)	56,5 59,6
Stężenie Mg w surowicy Serum Mg concentration (mmol/l)	1,00 1,01	1,01 0,99	1,00 1,00
Zawartość Mg w wątrobie Liver Mg content (µg/g s.m.)	860 878	865 898	875 895
Zawartość Mg w nerce Kidney Mg content (µg/g s.m.)	740 745	738 750	746 758
Zawartość Mg w kości udowej Femoral bone Mg content (mg/g s.m.)	4,31 4,27	4,18 * 4,40 (+5,3%)	4,27 4,31

Legenda/Legend:

*, ** - różnice statystycznie istotne przy: $p < 0,01$; $p < 0,001$
statistically significant differences at $p < 0.01$; $p < 0.001$.

Tabela 2

Analiza interakcji czynników doświadczalnych w oddziaływaniu na spożycie diety i wskaźniki gospodarki magnezem u szczura (wartości liczbowe to współczynniki statystyki F)
 Analysis of interaction effects related to feed intake and Mg metabolic indices in rat
 (data in the table represent coefficients of the F statistics).

Wskaźnik/Index	Interakcja czynników (F _{obl.})/Factors interactions			
	AB	AC	BC	ABC
Spożycie diety Feed intake (g s.m/d/szczura)	0,31	0,12	0,03	0,27
Absorpcja pozorna Mg Mg relative absorption (%)	1,80	1,05	0,98	0,02
Stężenie Mg w surowicy Serum Mg concentration (mmol/l)	0,74	0,47	0,00	0,47
Zawartość Mg w wątrobie Liver Mg content (µg/g s.m.)	1,16	0,67	1,21	0,45
Zawartość Mg w nerce Kidney Mg content (µg/g s.m.)	2,11	1,87	0,25	0,19
Zawartość Mg w kości udowej Femoral bone Mg content (mg/g s.m.)	0,12	2,31	3,16	0,09

Objaśnienia jak do tabeli 1.

Explanations how to table 1.

Wykazała natomiast, że ilość fruktanów w diecie miała istotny wpływ na absorpcję pozorną Mg (Mg-A) i zawartość Mg w kości udowej (Mg-K). Zwierzęta żywione dietami z wyższym (10%) dodatkiem fruktanów (niezależnie od ich rodzaju) charakteryzowały się istotnie wyższymi wartościami wskaźników Mg-K i Mg-A, odpowiednio o 5,3% i 15,2%. Suplementacja Cr(III) nie wpływała natomiast na wskaźniki gospodarki Mg u szczura. W niniejszej pracy potwierdzono eksperymentalnie, że fruktany mogą zwiększać biodostępność Mg z diety. Z przeglądu piśmiennictwa wynika, że fruktany wpływają na ogół korzystnie na wchłanianie makroelementów (Ca, Mg) i niektórych mikroelementów (Fe, Zn, Cu), poprawiając ich bilans lub pulę zapasów w ustroju, przy czym efekt ten zależy od rodzaju FOS, dawki i czasu przebywania na takiej diecie, wieku, płci i stanu fizjologicznego organizmu [9, 14, 25, 30, 34]. Podobne wyniki w odniesieniu do Ca, Mg, Fe i Cu uzyskali Lopez i wsp. [25], którzy stwierdzili, że 10% dodatek inuliny do diety powoduje u samców szczurów Wistar wzrost absorpcji Ca (o 20%), Mg (o 50%), Fe (o 23%) i Cu (o 45%). Podobnie Lobo i wsp. [24] zanotowali wzrost biodostępności Ca i Zn z diety z dodatkiem fruktanów typu

inuliny u rosnących szczurów. Mechanizm tego zjawiska polega prawdopodobnie na stymulacji transportu aktywnego i pasywnego jonów pierwiastków, wywołany wzrostem ich rozpuszczalności w kwaśnym środowisku okrężnicy. Wzrost stężenia krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych w treści jelita ślepego u szczurów żywionych dietą z 10% dodatkiem inuliny wykazano we wcześniejszej naszej pracy [17].

Suplementacja Cr(III) dawkami pokarmowymi 5 mg/kg diety nie wpływała na absorpcję pozorną ani na tkankowy poziom Mg, co oznacza, że pierwiastek ten w zastosowanych dawkach nie zaburza gospodarki Mg w ustroju szczura.

Wnioski

1. Suplementacja diety fruktanami (10%) zwiększa biodostępność magnezu u szczura.
2. Suplementacja chromem (III) (5 mg/kg diety) nie wpływa na gospodarkę magnezem u szczura.

Literatura

- [1] Anderson H.B., Ellegard L.H., Bosaeus I.G.: Non digestibility characteristic of inulin and oligo-fructose in humans. *J. Nutr.*, 1999, suppl., 129, 3, 1428S-1430S.
- [2] Anderson R.A., Cheng N., Bryden N.A., Polansky M.N., Chi J., Feng J.: Elevated intakes of supplemental chromium improve glucose and insulin variables in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes*, 1997, 46, 1786-1791.
- [3] Anderson R.A.: Chromium as an essential nutrient for humans. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, 1997, 26, S35-S41.
- [4] Anderson R.A.: Chromium in the prevention and control of diabetes. *Diab. Metab.*, 2000, 26(1), 22-27.
- [5] Aní M., Moshtaghi A.A.: The effect of chromium on parameters related to iron metabolism. *Biol. Trace Elem. Res.*, 1992, 32, 57-64.
- [6] Antosiewicz I.: Żywność o określonych funkcjach prozdrowotnych – żywność funkcjonalna na tle doświadczeń japońskich. *Żywność, Żywnienie a Zdrowie*, 1997, 4, 346-352.
- [7] Bawa S., Gajewska D., Wysocka M.: Probiotyki a choroby czynnościowe przewodu pokarmowego. *Żyw. Czł. Metabol.*, 2003, 30, 3/4, 1163-1168.
- [8] Bawa S.: Możliwości wykorzystania inuliny i oligofruktozy do zapobiegania rozwojowi chorób cywilizacyjnych. *Żyw. Czł. Metabol.*, 2002, 29, suppl., 250-256.
- [9] Bosscher D, Van Caillie-Bertrand M, Van Cauwenbergh R, Deelstra H: Availabilities of calcium, iron, and zinc from dairy infant formulas is affected by soluble dietary fibers and modified starch fractions. *Nutrition*, 2003, 19, 7-8, 641-645.
- [10] Carabin I., Flamm W.: Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. *Regul. Toxic. Pharmacol.*, 1999, 30, 268-282.
- [11] Cieślík E., Prostak A., Pisulewski P.M.: Funkcjonalne własności fruktanów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, 1, 26, 5-11.
- [12] Cieślík E., Topolska K.: Wpływ fruktanów na biodostępność wapnia w organizmie szczurów laboratoryjnych. *Pediatrics Współczesna, Gastroenterologia, Hepatologia i Żywnienie Dziecka*, 2002, 4, 1, 92.
- [13] Clodfelder B.J., Upchurch R.G., Vincent J.B.: A comparison of the insulin-sensitive transport of chromium in healthy and model diabetic rats. *J. Inorg. Biochem.*, 2004, 98, 522-533.

- [14] Coudray C., Rambeau M., Feillet-Coudray C., Tressol J.C., Demigne C., Gueux E., Mazur A., Rayssiguier Y.: Dietary inulin intake and age can significantly affect intestinal absorption of calcium and magnesium in rats: a stable isotope approach. *J. Nutr.*, 2005, 27, 4, 29.
- [15] Coudray C.: Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. *J. Nutr.*, 1999, 129, 1412-1417.
- [16] Hepburn D.D.D., Vincent J.B.: Tissue and subcellular distribution of chromium picolinate with time after entering the bloodstream. *J. Inorg. Biochem.*, 2003, 94, 86-93.
- [17] Józefiak D., Krejpcio Z., Trojanowska K., Wójciak R.W., Tubacka M.: Effect of dietary inulin on microbial ecosystem and concentrations of volatile fatty acids in rat's caecum. *J. Anim. Feed Sci.*, 2005, 14, 171-178.
- [18] Kaur N., Gupta A.K.: Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *J. Biosci.* 2002, 27, 703-714.
- [19] Kleessen B., Hartmann L., Blaut M.: Oligofructose and long-chain inulin: influence on the gut microbial ecology of rats associated with a human faecal flora. *Br. J. Nutr.*, 2001, 86, 291-300.
- [20] Krejpcio Z., Wójciak R.W., Śmigiel-Papińska D., Staniek H., Tubacka M.: Wpływ dodatku fruktanów i chromu(III) do diety na strawność makroskładników odżywczych u szczura. *Żyw. Czł. Metab.*, 2007, 34, 3/4, 1173 -1178 .
- [21] Krejpcio Z.: Essentiality of chromium for human nutrition and health. *Pol. J. Environ. Stud.*, 2001, 10(6), 399-404.
- [22] Król E., Krejpcio Z.: Poglądy na temat roli chromu(III) w zapobieganiu i leczeniu cukrzycy. *Diab. Prakt.*, 2008, 9, 3-4, 168-175.
- [23] Kurył T., Krejpcio Z., Wójciak R.W., Lipko M., Dębski B., Staniek H.: Chromium(III) propionate and dietary fructans supplementation stimulate erythrocyte glucose uptake and beta-oxidation in lymphocytes of rats. *Biol. Trace Elem. Res.*, 2006, 114 (1-3), 237-248.
- [24] Lobo A.R., Filho J.M., Alvares E.P., Cocato M.L., Colli C.: Effects of dietary lipid composition and inulin-type fructans on mineral availability on growing rats. *Nutrition*, 2009, 25, 2, 216-225.
- [25] Lopez H.W., Coudray C., Levrat-Verny M.A., Feillet-Coudray C., Demigne C., Remesy C.: Fructooligosaccharides enhance mineral apparent absorption and counteract the deleterious effects of phytic acid on mineral homeostasis in rats. *J. Nutr. Biochem.*, 2000, 11, 10, 500-508.
- [26] Martin J., Volaufova J., Wang Z.Q., Matthews D.E., Zhang X.H., Cefalu W.T., Wachtel D.: Chromium Picolinate Supplementation Attenuates Body Weight Gain and Increases Insulin Sensitivity in Subjects With Type 2 Diabetes. *Diab. Care*, 2006, 29(8), 1826-1832.
- [27] Mertz W.: Chromium in human nutrition: a review. *J. Nutr.*, 1993, 123, 626-633.
- [28] Racek J., Racek J., Trefil L., Trefil L., Rajdl D., Rajdl D.: Influence of chromium-enriched yeast on blood glucose and insulin variables, blood lipids, and markers of oxidative stress in subjects with type 2 diabetes mellitus. *Biol. Trace Elem. Res.*, 2006, 109, 215-230.
- [29] Reeves P.G., Nielsen H., Fahey G.C.: AIN-93 – Purfield diets for laboratory rodents – final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing Committee on the Reformulation of the AIN-76 A rodent diet. *J. Nutr.* 1993, 123, 1939-1951.
- [30] Scholz-Ahrens K.E., Schaafsma G., van den Heuvel E.G., Schrezenmeir J.: Effects of prebiotics on mineral metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2001, 73, 2 Supl. 459S-464S.
- [31] Staniek H., Krejpcio Z., Szymusiak H., Zieliński R., Wieczorek D.: Wpływ wysokich dawek pokarmowych chromu(III) i kwercetyny na gospodarkę żelazem u szczura. *Żyw. Czł. Metab.*, 2007, 34, 1/2, 105-110.
- [32] Staniek H., Krejpcio Z., Szymusiak H., Zieliński R.: Ocena bezpieczeństwa suplementacji kompleksem chromu(III) z kwasem propionowym. *TPJ*, 2006, 4, 9, 67-74 .
- [33] Staniek H., Krejpcio Z.: Wpływ suplementacji diety szczurów chromem(III) na gospodarkę żelazem. Wybrane zagadnienia interakcji ksenobiotyków, Polskie Towarzystwo Toksykologiczne Oddz. w Poznaniu, 2007, 40-42.
- [34] Zafar T.A., Weaver C.M., Zhao Y., Martin B.R., Wastney M.E.: Nondigestible oligosaccharides increase calcium absorption and suppress bone resorption in ovariectomized rats. *J. Nutr.*, 2004, 134, 2, 399-402.

EFFECT OF DIETARY SUPPLEMENTATION WITH INULIN-TYPE FRUCTANS AND CHROMIUM(III) ON MAGNESIUM METABOLIC INDICES IN RAT**S u m m a r y**

The aim of this study was to evaluate the effect of dietary supplementation with inulin-type fructans (inulin, oligofructose) and chromium(III) on magnesium metabolic indices in rat.

It was found that high-fructans diets (10%) increased Mg bioavailability, while supplementary Cr(III) (5 mg/kg) did not affect Mg metabolic indices in rat.

Key words: fructans, chromium(III), magnesium, rats ☒

SŁAWOMIR LEWICKI¹, DARIUSZ RATTMAN¹, TOMASZ KURYŁ¹,
MAREK SNOCHOWSKI², BOGDAN DĘBSKI¹

WPŁYW CHROMU (III) NA METABOLIZM KWASÓW TŁUSZCZOWYCH ORAZ EKSPRESJĘ GENÓW SZLAKU INSULINOWEGO W KOMÓRKACH MIĘŚNIOWYCH MYSZY LINII C2C12

Streszczenie

Jony chromu (III) mają istotny wpływ na przemianę węglowodanowo-lipidową ludzi i zwierząt, powodując u chorych na cukrzycę wzrost wrażliwości komórek na insulinę, zwiększenie przemian kwasów tłuszczowych, spadek masy ciała i poziomu wolnych kwasów tłuszczowych w surowicy. Celem pracy było zbadanie działania chromu na proces beta-oksydacji kwasów tłuszczowych oraz zmiany ekspresji genów szlaku insulinowego w tkance mięśniowej. Do badań użyto mysich komórek mięśniowych linii C2C12 poddanych 4-dniowemu różnicowaniu. Chrom dodawano do medium w postaci chlorku lub pikolinianu chromu a aktywność β -oksydacji mierzono po 1, 3, 6 lub 48 godzinnej inkubacji. Suplementacja chromem w stężeniu $1 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ spowodowała wzrost ($p < 0,001$) aktywności procesu spalania kwasów tłuszczowych w 1, 3 godzinie inkubacji z pikolinianem oraz w 1, 3, i 6 godzinie inkubacji z chlorkiem chromu. Po 48 godzinnej inkubacji z jonami chromu obserwowano obniżenie aktywności tego procesu. Wpływ chlorku chromu $10 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ na ekspresję genów zaangażowanych w szlak przekazywania sygnału od insuliny określono z wykorzystaniem mikromacierzy SuperArray. Chrom po 4 godz. inkubacji spowodował wzrost ekspresji 22 genów natomiast po 24 godzinach wzrost dwóch i spadek ekspresji dwóch genów w porównaniu z kontrolą. Uzyskane wyniki wskazują na pozytywny wpływ suplementacji chromem na zwiększenie aktywności β -oksydacji. Dane uzyskane techniką mikromacierzy wskazują na interakcję jonów chromu ze szlakiem przewodzenia sygnału insulinowego również na poziomie transkrypcyjnym. Wzrost ekspresji genów związanych z metabolizmem lipidów i genów docelowych dla PPAR sugerują trwałe efekty wywołane przez jony chromu.

Słowa kluczowe: chlorek chromu, pikolinian chromu, β -oksydacja, mikromacierze Super miocyty C2C12

¹ Mgr inż.S. Lewicki, T. Kurył, prof. dr hab.B. Dębski, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Katedra Nauk Fizjologicznych ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa

² M. Snochowski, Instytut Fizjologii i Żywnienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego, Polska Akademia Nauk, ul. Instytucka 3, 05-110 Jabłonna

Wprowadzenie

Spirala spalania kwasów tłuszczowych (β -oksydacja) jest jednym ze sposobów komórki na pozyskanie energii. Rozpoczyna się od transportu acylo-CoA z cytoplazmy komórki do mitochondrium przez kompleks błonowych transferaz karnityno-palmitynowych (CPT1/CPT2). Aktywność tych transporterów inhibowana jest m.in. przez malonylo-CoA, który jest produktem pośrednim syntezy kwasów tłuszczowych [1]. Aktywne spalanie kwasów tłuszczowych może być również regulowane na poziomie transkrypcyjnym np. przez czynniki transkrypcyjne takie jak PPARs (ang. *peroxisome proliferator-activated receptors*) czy SREBPs (ang. *sterol-regulated transcription factors*) [10]. Odmienną grupę czynników stanowią pierwiastki śladowe, w tym jony chromu (III).

Chrom jest pierwiastkiem śladowym niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania organizmów zwierząt i ludzi. W organizmach żywych formą biologicznie czynną chromu są jony na +3 stopniu utlenienia. Jego niedobór w organizmie prowadzi do zaburzeń w metabolizmie węglowodanów i lipidów. Objawy tego procesu są takie jak w przypadku cukrzycy oraz schorzeń sercowo-naczyniowych: obniżona tolerancja glukozy, hiperglikemia, hiperinsulinemia, zwiększenie poziomu cholesterolu i triglicerydów, zmniejszenie poziomu lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL) [32]. Główną funkcją tego pierwiastka, jako dodatku do żywności, jest zwiększenie wrażliwości komórek na insulinę a co za tym idzie polepszenie stanu diabetyków. Mechanizm działania chromu tłumaczy się wpływem na procesy sterowane przez receptor insulinowy [32,7].

Oprócz wpływu na metabolizm glukozy trójwartościowy chrom bierze udział w metabolizmie lipidów. W wielu badaniach wykazano, że suplementacja diety chromem powoduje obniżenie we krwi poziomu całkowitego cholesterolu, frakcji LDL-cholesterolu, triglicerydów i nieestryfikowanych kwasów tłuszczowych oraz podwyższenie stężenia frakcji HDL-cholesterolu powiązane z obniżeniem masy ciała u zwierząt i ludzi z cukrzycą [16,26,14]. Dostępne są jedynie nieliczne wyniki badań, dotyczące wpływu suplementacji Cr na metabolizm węglowodanowo-lipidowy w osoczu u zdrowych osobników. Skarmianie jałówek dietą z dodatkiem chromu (propionian chromu, 5, 10, lub 15 mg Cr^{3+} /dzień) spowodowało zależne od dawki obniżenie poziomu wolnych kwasów tłuszczowych [30], natomiast u krów dodatek chromo-L-metioniny (0,03 lub 0,06 mg Cr^{3+} /kg masy ciała) nie wpłynął na poziom wolnych kw. tłuszcz. w osoczu krów w okresie przed- i poporodowym [29]. W przypadku świń, podawanie pikolinian chromu do pożywienia (200 ppb) prowadziło do obniżenia poziomu nieestryfikowanych kwasów tłuszczowych w osoczu [21,18] natomiast suplementacja diety chromem (pikolinian chromu, 200 ppb) u ciężarnych loch spowodowała wyższy niż w grupie kontrolnej poziom nieestryfikowanych kwasów tłuszczowych w osoczu, zarówno przed jak i po posiłku. Wykazano również, że suplementacja poży-

wienia pikolinianem chromu (0,5 i 5 mg Cr/kg) nasila β -oksydację kwasów tłuszczowych w limfocytach u zdrowych szczurów płci męskiej [15]. Ze względu na zróżnicowanie wyników i różne modele doświadczalne trudno o wyciągnięcie jednoznacznych wniosków. Dlatego postanowiono zbadać wpływ różnych soli i stężeń chromu, na aktywność spalania kwasów tłuszczowych w układach izolowanych.

W przypadku badań *in vivo* na uzyskane efekty wpływ mogą mieć czynniki takie jak zmienność międzygatunkowa, stan fizjologiczny zwierzęcia, zastosowana dawka i forma chromu, sposób podania suplementu, jego biodostępności. Dlatego też, w badaniu będącym przedmiotem niniejszej publikacji, do wyjaśnienia wpływu chromu na proces beta-oksydacji kwasów tłuszczowych wykorzystano hodowlę komórkową *in vitro*, które pozwalają na łatwe porównanie działania różnych form chromu, ich stężeń oraz zbadanie kinetyki procesu. Dodatkowo postanowiono określić wpływu chromu na transkrypcję genów powiązanych ze szlakiem przewodnictwa insuliny.

Material i metody badań

Hodowla komórkowa. Do badań użyto linii komórkowej mysich miocytów C2C12 zakupionych w banku komórek European Collection of Animal Cell Cultures (ECACC Porton Down, Anglia). Podstawowe medium hodowlane zawierało DMEM with Glutamax[®] (Gibco, Szkocja) z dodatkiem antybiotyków: penicyliny i streptomycyny (50 IU/ml), fungizonu (amfoterycyna 1,25 μ g/ml), gentamycyny (30 μ g/ml) (Gibco, Szkocja) i 8 μ g/ml tylozyny (Sigma Aldrich Chemical Co.; ST.Louis, MO). Medium wzrostowe (używane do proliferacji komórek C2C12) zawierało poza tym 10% bydlęcą surowicę płodową (FBS, o/o) natomiast medium używane do różnicowania - 2% surowicę końską (HS, o/o) (obie surowice z Gibco, Szkocja). Podczas hodowli pożywkę wymieniano co 48 godzin, dwukrotnie przepłukując komórki roztworem fizjologicznym buforowanym fosforanami (PBS, Gibco, Szkocja). Komórki hodowano w inkubatorze z dopływem CO₂ (5% CO₂, 95% powietrza wysycanego parą wodną, 37°C, SANYO Electric Co., Ltd. Japonia), a wszystkie czynności prowadzone na kulturach komórkowych wykonywano w komorze laminarnej z pionowym nawiewem sterylnego powietrza [11] używając sterylnego sprzętu i odczynników i zachowując zasady aseptyki.

Związki chromu zakupione w Sigma Aldrich (Sigma Aldrich Chemical Co.; ST.Louis, MO, USA) rozpuszczano w wodzie dejonizowanej i sterylizowano za pomocą filtrów strzykawkowych.

Utlenianie kwasów tłuszczowych (β – oksydacja). Komórki wysiewano na płytki 24-dółkowe w stężeniu 25 tys. kom./cm² w pożywce wzrostowej (DMEM + 10% FBS). Po uzyskaniu 80 - 90 % komórki poddano różnicowaniu (DMEM + 2% HS) przez okres 4 dni. Na 12 godzin przed wykonaniem doświadczenia usuwano medium różnicujące i podawano medium podstawowe (DMEM). Czynniki doświadczalne podawano

w medium podstawowym na okres 1, 3, 6 lub 48 godz. Po inkubacji z badanymi czynnikami pożywkę usuwano, przepłukiwano dwukrotnie roztworem PBS i wprowadzano po 300 μ l mieszaniny reakcyjnej/dotek zawierającej kwas palmitynowy w stężeniu 277,5 Bq. Po 60 min inkubacji w 37°C do dołków dodawano 200 μ l 2M NaOH. Po 24 godz. z lizatów komórkowych pobierano po 50 μ l na oznaczenie białka [19] a resztę przenoszono na kolumnę z AG-1-X8 (Bio – Rad, Germany). Przesącz poddawano analizie izotopowej w liczniku scyntylnym (Pacard TRI-CARB, Pacard, Minnesota, USA). Aktywność β - oksydacji w komórkach C2C12 określano na podstawie ilości trytowanej wody powstałej w wyniku rozkładu trytowanego kwasu palmitynowego ([9,10-³H]-kwas palmitynowy; Amersham, UK) metodą Manninga i wsp. [20,13]. Wyniki podawano w pmolach rozłożonego kwasu palmitynowego na 1 min. na 1 g białka. Wyniki stanowią średnia z 4 odrębnych doświadczeń. Przedstawiono je jako % wartości uzyskanej dla kontroli.

Identyfikacja genów szlaku insulinowego – mikromacierze SuperArray. Do identyfikacji aktywności genów zaangażowanych w procesy sterowane insuliną wykorzystano technikę SuperArray[®], która oferuje gotowe zestawy (kity) do tego typu analiz. Płytkę hybrydacyjną zawiera 120 interesujących nas genów w tym geny referencyjne (używane do walidacji metody). Komórki linii C2C12 wysiano na szalki Petriego (o pow. 75 cm²) w stężeniu 25 tys. kom./cm². Po uzyskaniu 80 - 90 % komórki poddano różnicowaniu (DMEM+2% HS) przez okres 4 dni. Na 12 godz. przed wykonaniem doświadczenia usuwano medium różnicujące i podawano DMEM. Doświadczenie macierzowe zaplanowano dwutorowo w celu zbadania krótkotrwałego (4 godz.) i długotrwałego (24 godz.) oddziaływania jonów chromu na ekspresję genów. Po inkubacji pożywkę usuwano a komórki przepłukiwano dwukrotnie roztworem zimnego PBS (4°C). Płytkę umieszczano w lodzie, a komórki zeskrobywano do sterylnych probówek typu eppendorf i wirowano (700 g 5 min, MniSpin, Eppendorf, Niemcy). Osad komórek zamrażano w -80°C do czasu analizy. Izolację całkowitego RNA przeprowadzono przy użyciu Array Garder[™] Total RNA Isolation Kit według procedury zamieszczonej przez producenta. Następnie ilość i jakość wyizolowanego RNA badano przy użyciu NanoDrop ND -1000 (Thermo Fisher Scientific USA) oraz 2100 Bioanalyzer (Agilent Technologies, USA). Do analizy wybrane zostały próbki, których RIN (wartość indeksu integralności - stosunek 28s/18s RNA) wynosił 8,5 i więcej. Do syntezy nici cDNA użyto 5 μ g wyizolowanego RNA. Aby uzyskać takie stężenie w 9 μ l (objętość zalecana przez producenta do dalszych analiz) zawartość próbek podlegała częściowemu odparowaniu w koncentratorze (Concentrator 5301, Eppendorf, Niemcy), lub uzupełnieniu wodą (H₂O RNA-free). Syntezę nici cDNA i cRNA przeprowadzono według procedury zawartej w TrueLabeling-AMP[™] 2.0 z użyciem odczynników dołączonych przez producenta. Następnie cRNA oczyszczono przy użyciu cRNA Cleanup Kit i mierzono jego stężenie na NanoDrop ND-1000. Hybrydycję przeprowadzono w piecu hybry-

dyszacyjnym (G2545a, Agilent Technologies, USA) w temperaturze 60°C przez 24 godz. według procedury Oligo GEArray® System przy użyciu dostarczonych przez producenta odczynników. Wynik hybrydyzacji obrazowano na kliszach rentgenowskich, które następnie skanowano (Canon LiDE 60, Tokio, Japonia). Skany klisz umieszczano na stronie producenta zestawu. Analizę wyników przeprowadzono w programie GEArray Expression Analysis Suite znajdującym się na stronie: www.geasuite.superarray.com. Wyniki zostały standaryzowane wobec genów referencyjnych znajdujących się na każdej płycie (Gapdh (Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase), Rps27a (Ribosomal protein S27a), B2m (Beta-2 microglobulin) i podwójnych kopii genów: Hsp90ab1 (Heat shock protein 90 kDa alpha - cytosolic, class B member 1), Ppia (Peptidylprolyl isomerase A). Do analizy wybrano geny, których ekspresja różniła się co najmniej dwukrotnie w porównaniu z wartością uzyskaną dla kontroli (DMEM). Było to doświadczenie pilotowe, wykonane w 1 powtórzeniu.

Analizę poziomu istotności wykonano za pomocą standardowego testu one-way ANOVA przy zastosowaniu programu komputerowego GraphPad Prism 4.0 (Microsoft, Seattle, USA).

Wyniki i dyskusja

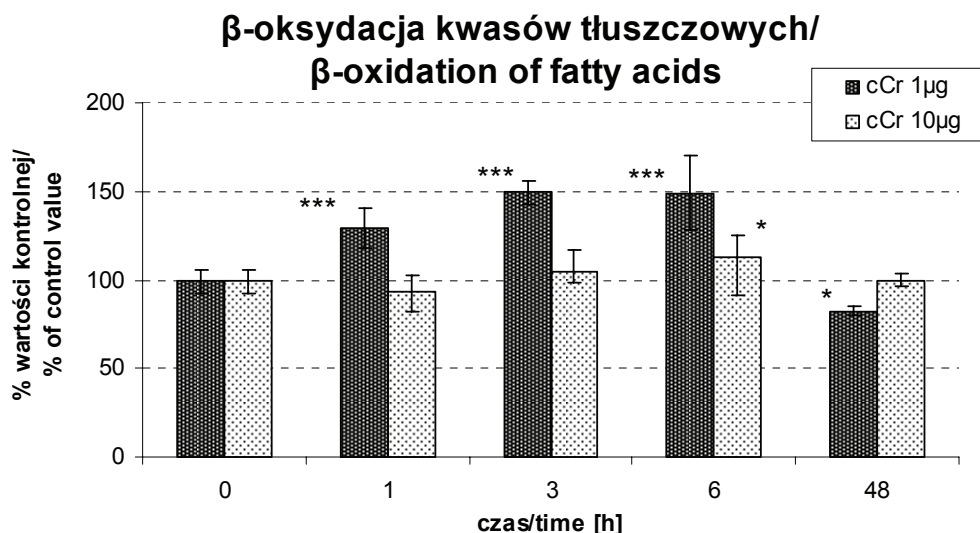
β – oksydacja. Wpływ jonów chromu, podawanego w postaci chlorku i pikolinianu, badano w stężeniu 1 i 10 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ po 1, 3, 6 i 48 godz. stymulacji z czynnikiem. Kontrolę stanowiła hodowla z DMEM bez dodatku chromu. Wyniki przedstawiono w procentowych wartościach próby kontrolnej, dla której szybkość przemiany kwasu palmitynowego wynosiła $19,72 \pm \text{SD}$ pmol/min/g białka.

Jony chromu (chlorku i pikolinianu) zastosowane w małych dawkach (1 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$) stymulowały proces β -oksydacji w krótkim okresie 1 - 6 godz., natomiast po 48 godz. stymulacji powodował nieznaczne obniżenie wartości tego procesu w porównaniu z wartością kontrolną. Po zastosowaniu stężenia 10 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ nie zauważono istotnych statystycznie różnic w procesie β -oksydacji.

Zauważono odmienny wpływ soli chromu na proces beta-oksydacji w czasie 1 - 6 godz. Chlorek chromu stymulował ten proces w czasie osiągając najwyższą wartość w 6 godz. inkubacji, natomiast dla pikolinianu chromu najwyższe efekty obserwowano po 1 godz. inkubacji, po czym efekt stopniowo zanikał. Wpływ chlorku i pikolinianu chromu po 48 godz. inkubacji był podobny. W obu badanych solach wyższe efekty stymulacyjne w okresie 1 - 6 godz. inkubacji wykazywały stężenia 1 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$, natomiast po 48 godzinach 10 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$.

Chlorek chromu, w obu badanych stężeniach, wykazał zależne od czasu nasilenie procesów spalania tłuszczów w czasie 1 – 6 godz. inkubacji. Zmiany miały charakter liniowy, który można opisać wzorami $y = 0,0722x + 1,0677$, $R^2 = 0,6868$ dla cCr1, oraz $y = 0,0364x + 0,9164$, $R^2 = 0,9461$ dla cCr10. Najwyższy efekt stymulacyjny dla

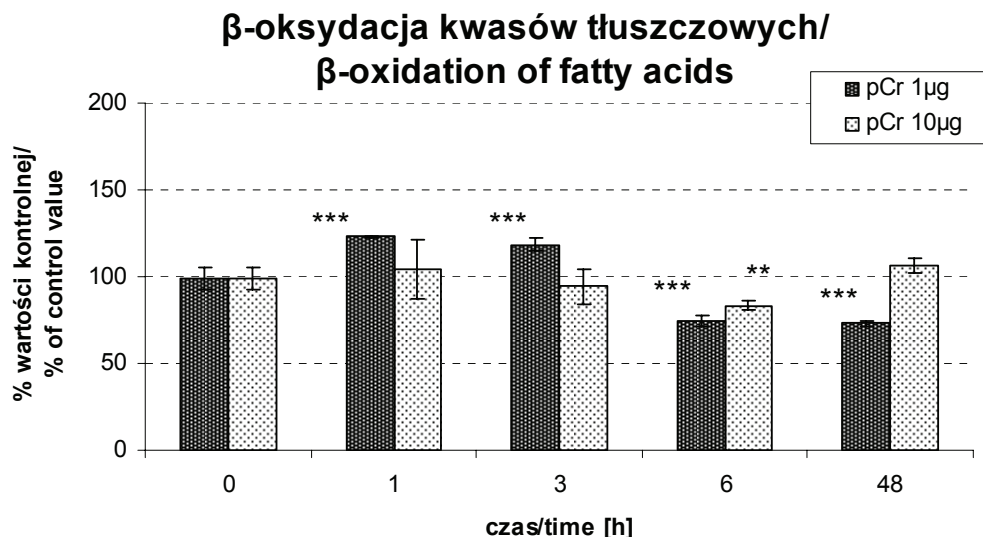
stężenia $1 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ wynosił około 50% (3 i 6 godz. inkubacji, $p < 0,01$), natomiast dla stężenia $10 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ około 12% (6 godz., $p < 0,05$). Po 48h inkubacji stwierdzono zmniejszenie procesów spalania kwasów tłuszczowych w przypadku inkubacji z $1 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ (około 20%, $p < 0,05$), natomiast dla stężenia $10 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ nie zauważono istotnych zmian (rys. 1.).



Rys. 1. Wpływ chlorku chromu (III) podawanego w stężeniu 1 i $10 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ na procesy β -oksydacji kwasów tłuszczowych w komórkach linii C2C12 poddanej różnicowaniu. Badanie przeprowadzono po 1, 3, 6, lub 48 godzinie inkubacji z jonami chromu. Wyniki stanowią średnią z 4 odrębnych doświadczeń. Wyniki przedstawiono jako % wartości kontrolnej ($\pm\text{SD}$; $n = 10$). * - $p < 0,05$; *** - $p < 0,001$

Fig. 1. The effect chromium ions (III) concentrations (1 and $10 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$) on fatty acids β -oxidation in differentiated C2C12 cells incubated for 1, 3, 6 or 48 h with chromium chloride. Results originated from 4 distinct experiments. Results are presented as % of control value ($\pm\text{SD}$; $n = 10$). * - $p < 0,05$; *** - $p < 0,001$

Najwyższy efekt stymulacji procesu β -oksydacji pod wpływem pikolinianu chromu obserwowano po 1 godz. inkubacji (około 20%, $p < 0,001$, dla pCr1). Wydłużanie czasu inkubacji z czynnikiem powodowało obniżenie aktywności tego procesu, osiągając najniższe wartości w 6 godz. inkubacji (około 75% wartości kontrolnej dla pCr1, $p < 0,001$ i 80% dla pCr10, $p < 0,01$). Zależność pomiędzy czasem inkubacji, a wydajnością procesu β -oksydacji można opisać wzorami, które dla stężenia $1 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ wynosi $y = -0,1014x + 1,3912$, $R^2 = 0,9056$, a dla $10 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ - $y = -0,0416x + 1,0796$, $R^2 = 0,995$. Po 48 godzinnej inkubacji stwierdzono zmniejszenie procesów spalania kwasów tłuszczowych w przypadku inkubacji z $1 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ (około 25%, $p < 0,001$), natomiast dla stężenia $10 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ nie zauważono istotnych zmian.



Rys. 2. Wpływ pikolinianu chromu (III) podawanego w stężeniu 1 i 10 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ na procesy β -oksydacji kwasów tłuszczowych w komórkach linii C2C12 poddanej różnicowaniu. Badanie przeprowadzono po 1, 3, 6, lub 48 godzinie inkubacji z jonami chromu. Wyniki stanowią średnią z 4 odrębnych doświadczeń. Wyniki przedstawiono jako % wartości kontrolnej (\pm SD; n = 10). ** - p < 0,01; *** - p < 0,001

Fig. 2. The effect chromium picolinate (III) concentrations (1 and 10 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$) on fatty acids β -oxidation in differentiated C2C12 cells following 1, 3, 6 or 48 h supplementation with chromium chloride. Results originated from 4 distinct experiments. Results are presented as % of control value, (\pm SD; n = 10). ** - p < 0,01; *** - p < 0,001

Mikromacierze SupeArray. Wpływ jonów chromu III na ekspresję genów badano w stężeniu 10 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$. Zauważono suplementacja chlorkiem chromu (10 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$) spowodowała zmianę ekspresji genów zarówno w 4 jak i w 24 godzinie ekspozycji z czynnikami w porównaniu do warunków kontrolnych (DMEM).

Chlorek chromu (10 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$) po 4 godzinnej stymulacji spowodował wzrost ekspresji 21 genów, w tym ekspresja 12 genów nie była odnotowana w kontroli (DMEM). Były to geny, których aktywność klasyfikowana jest jako przynależna do:

- | | |
|---|------|
| 1) bezpośrednich genów szlaku insulinowego | ↑ 1 |
| 2) białek związanych z receptorem insulinowym | ↑ 4 |
| 3) cyklu komórkowego/ różnicowania | ↑ 6 |
| 4) czynników transkrypcyjnych i regulatorów | ↑ 4 |
| 5) genów docelowych dla PPAR | ↑ 3 |
| 6) genów docelowych SREBP1 | ↑ 1 |
| 7) metabolizmu białek | ↑ 13 |
| 8) metabolizmu lipidów | ↑ 6 |
| 9) metabolizmu węglowodanów | ↑ 3 |

- | | |
|---|-----|
| 10) szlaku kinazy PI-3 | ↑ 5 |
| 11) szlaku kinazy MAP | ↑ 3 |
| 12) wtórnych genów efektorowych szlaku insulinowego | ↑ 1 |

↑ - zaznaczono geny, których ekspresja ponad dwukrotnie wzrosła w stosunku do kontroli inkubowanej bez dodatku chromu.

Wśród genów zaangażowanych w metabolizm lipidów dostępnych na płycie mikromacierzowej, jony chromu stymulowały ekspresje: Araf 1, Cebpb, Pklr, Pparg, Prkcc, Prkci, Raf1, Slc27a4, Sorbs1 z czego: Araf 1 Prkcc, Prkci, Raf1, Slc27a4 i Sorbs1 można zaliczyć do genów bezpośrednio zaangażowanych w metabolizm lipidów, Cebpb, Pparg, Slc27a4 do genów regulowanych przez PPAR a Pklr do genów regulowanych przez SREBP1.

Indeks genów, genów zależnych od insuliny, odpowiedzialnych za regulację metabolizmu tłuszczów po 4 godzinnej inkubacji z chlorkiem chromu ($10 \mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$) przedstawiono w tabeli.1.

Po 24 godzinnej inkubacji z chlorkiem chromu zauważono spadek ekspresji dwóch genów i wzrost ekspresji dwóch genów. Były to geny, których aktywność klasyfikowana jest jako przynależna do:

- | | |
|------------------------------------|---------|
| 1) cyklu komórkowego/ różnicowania | ↑ 1 |
| 2) metabolizmu białek | ↑ 2 ↓ 1 |
| 3) metabolizmu węglowodanów | ↓ 2 |
| 4) szlaku kinazy PI-3 | ↑ 1 |

↑ - zaznaczono geny, których ekspresja ponad dwukrotnie wzrosła, natomiast ↓ - tych, których ekspresja ponad dwukrotnie zmalała w stosunku do kontroli inkubowanej bez dodatku chromu.

Po 24 godzinach inkubacji z chromem nie zauważono zmiany ekspresji genów wpływających na metabolizm lipidów.

Sprawnie działający mechanizm regulujący katabolizm kwasów tłuszczowych jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmów. Zaburzenia w tej regulacji lub nadmiar energii dostarczanej z pokarmem powoduje powstanie otyłości. Z medycznego punktu widzenia dietetyczne czynniki mogące wpływać na zmniejszenie masy ciała są bardzo istotne. Wśród nich ważną rolę pełnią jony chromu [28,25].

Badania przeprowadzono na dwóch najczęściej stosowanych, jako suplement diety, solach chromu: nieorganicznej - chlorku chromu i organicznej formy tego związku – pikolinianu chromu. Różnica w budowie chemicznej tych soli powoduje powstanie różnic w adsorpcji z przewodu pokarmowego. W badaniach przeprowadzonych na szczurach wykazano zwiększone wchłanianie chromu zastosowanego w postaci pikolinianu (1,1%), w porównaniu do chlorku chromu (0,9%) [2]. U ludzi natomiast wykazano, że przyswajanie chromu w postaci chlorku chromu 0,1 - 0,4% jest dużo niższe niż pikolinianu chromu (2,8%) [9,27]. Obserwowane różnice tłumaczy się lepszym

przenikaniem pikolinianu chromu przez błony komórkowe. Zastosowane przez nas w badaniach stężenia chromu, nie wykazują toksycznego działania na komórki linii C2C12 manifestującego się zmianami w cyklu komórkowym czy tempie proliferacji [17].

Tabela 1

Wpływ chlorku chromu (10 $\mu\text{g Cr}^{3+}/\text{L}$) na ekspresję genów zależnych od insuliny, odpowiedzialnych za regulację metabolizmu tłuszczów w komórkach linii C2C12 poddanych różnicowaniu po 4 godzinach inkubacji. \uparrow - zaznaczono geny, których ekspresja ponad dwukrotnie wzrosła w stosunku do kontroli inkubowanej bez dodatku chromu.

The effect of chromium chloride supplementation (10 $\mu\text{g Cr}^{3+}/\text{L}$) on insulin path genes expression in differentiated C2C12 cells after 4h supplementation. \uparrow - mark genes after more than twice elevation as compared with control cells incubated without chromium.

Symbol genu/ Gene symbol	Nazwa genu/Gene name	Wartość ekspresji genu Gene expression value
<i>Araf</i>	V-raf murine sarcoma 3611 viral oncogene homolog	\uparrow 33,57
<i>Cebpa</i>	CCAAT/enhancer binding protein (C/EBP), alpha	\uparrow 3,02
<i>Pklr</i>	Pyruvate kinase liver and red blood cell	\uparrow 2,86
<i>Pparg</i>	Peroxisome proliferator activated receptor gamma	\uparrow 2,26
<i>Prkcc</i>	Protein kinase C, gamma	\uparrow 2,17
<i>Prkci</i>	Protein kinase C, iota	\uparrow 5,25
<i>Raf1</i>	V-raf-leukemia viral oncogene 1	\uparrow 3,35
<i>Slc27a4</i>	Solute carrier family 27 (fatty acid transporter), member 4	\uparrow 3,35
<i>Sorbs1</i>	Sorbin and SH3 domain containing 1	\uparrow 2,06

cCr - chlorek chromu

DMEM - pożywka zawierająca: sole nieorganiczne utrzymujące stałe pH i ciśnienie osmotyczne, zestaw aminokwasów, glukozę i witaminy z dodatkiem Glutmaxu (ang. *Dulbecco's Modified Eagle Medium with Glutamax*)

pCr - pikolinian chromu

PPAR - receptory aktywujące proliferację peroksyosomów (ang. *peroxisome proliferator-activated receptors*)

SREBP – czynniki transkrypcyjne regulowane przez sterole (ang. *sterol-regulated transcription factors*)

W uzyskanych przez nas wynikach, jony chromu (III) podawane w stężeniu 1 $\mu\text{g Cr}^{3+}/\text{L}$ powodowały zwiększenie aktywności β -oksydacji w pierwszych godzinach inkubacji z tymi jonami. Jest to zgodne z badaniami przeprowadzonymi przez Kuryła i wsp, gdzie wykazano, że suplementacja jonami chromu (96,51 μM) zwiększa aktywność tego procesu w limfocytach izolowanych z krwi szczurów. Zastanawiająca jest tylko różna dynamika zmian w zależności od zastosowanych związków chromu. Chlorek chromu powodował liniowy wzrost intensywności utleniania kwasów tłuszczowych w czasie 1 - 6 godzin, natomiast dla pikolinianu chromu efekt stymulacji osiągał najwyższą wartość w 1 godzinie inkubacji, a w miarę upływu czasu obniżał się. Zaobserwowane zmiany należy tłumaczyć różnicami w budowie strukturalnej podawanych

związków chromu. Chrom w postaci chlorku jest łatwo rozpuszczalny w wodzie, przez co może mieć utrudnione wchłanianie do komórki w porównaniu do pikolinianu chromu, który wykazuje mocno hydrofobowe właściwości. Przyjmując to założenie efekt działania pikolinianu chromu mógł być nasilony przez pierwszą godzinę inkubacji a następnie zanikał ze względu na zwiększającą się ilość produktów β - oksydacji. Zmniejszona kinetyka wchłania chromu podanego w postaci chlorku chromu mogłaby tłumaczyć wzrost aktywności procesów beta-oksydacji w czasie. Z drugiej strony nie należy zapomnieć o dużej dysproporcji wielkości między tymi solami. Chrom podany w postaci chlorku będzie transportowany do komórek w postaci jonów przez kanały jonowe, natomiast pikolinian chromu, jako cała cząsteczka. Dysocjacja chromu z pikolinianu chromu wiązałaby się z wydzieleniem do komórki 3 cząsteczek kwasu pikolinowego, co może ujemnie wpływać na metabolizm komórki w tym na β -oksydację.

Jony chromu, które znalazły się wewnątrz komórki mogą przechodzić do jądra komórkowego, gdzie bezpośrednio lub pośrednio (np. przez aktywację receptorów estrogenowych) mogą oddziaływać na ekspresję genów [5,22,6]. W badaniach przeprowadzonych na komórkach wątrobowych Hepa-1 (mysia hepatoma) z użyciem izotopu ^{53}Cr (chrom podawano w postaci $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 25 μM) wykazano, że około 30 % jest akumulowane w jądrach komórkowych. Dostępne w literaturze wyniki badań wpływu chromu na ekspresję genów dotyczą głównie oznaczeń genów, które zmieniły swoją ekspresję po zastosowaniu toksycznych form chromu VI [11,23,12]. Przedmiotem przeprowadzanych przez nas analiz był natomiast aspekt regulacji przez chrom ekspresji genów związany z efektami wywołanymi przez insulinę. Zaobserwowano wzrost ekspresji 22 genów ze 120 dostępnych na mikromacierzy po 4 godzinnej inkubacji z jonami chromu, z czego 1 można zaliczyć, jako gen docelowy indukowane przez SREBP, 3 jako geny docelowe indukowane przez PPAR, a 6 z nich jako geny zaangażowane w metabolizm lipidów. Sterowanie transkrypcją genów przez jony chromu może być sposobem na wyjaśnienie ingerencji tego pierwiastka zarówno w metabolizm cukrów jak i tłuszczów.

Wnioski

1. Jony chromu (III) podawane w stężeniu 1 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ powodują zwiększenie aktywności β -oksydacji w 1, 3 (dla pikolinianu) i 1, 3, i 6 (dla chlorku) godzinie inkubacji. Po 48 godzinnej inkubacji suplementacja jonami chromu spowodowała obniżenie aktywności tego procesu.
2. Chrom podawany w postaci chlorku wykazuje silniejsze działanie stymulacyjne niż w postaci pikolinianu
3. Nie zauważono istotnego wpływu obu soli chromu stosowanych w stężeniu 10 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$, co może sugerować, że dawka 1 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ jest dawką graniczną, zdolną do wywołania efektu biologicznego

4. Wyniki analizy mikromacierzy wskazują na aktywne działanie jonów chromu (III), jako aktywatora ekspresji genów szlaku insulinowego (wzrost ekspresji 22 genów po 4 godzinnej inkubacji), co może być jednym z mechanizmów działania chromu na metabolizm węglowodanowo-lipidowy w komórkach mięśniowych.

Literatura


- [1] Abu-Elheiga L., Oh W., Kordari P., Wakil S.J.: Acetyl-CoA carboxylase 2 mutant mice are protected against obesity and diabetes induced by high-fat/high-carbohydrate diets., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2003, 100, 10207–10212.
- [2] Anderson R.A., Bryden N.A., Polansky M.M., Gautschi K.: Dietary chromium effects on tissue chromium concentrations and chromium absorption in rats., *J. Trace Elem. Exp. Med.*, 1996, 9, 11-25.
- [3] Cheng R.Y., Alvord W.G., Powell D., Kasprzak K.S., Anderson L.M.: Microarray analysis of altered gene expression in the TM4 Sertoli-like cell line exposed to chromium(III) chloride., *Reprod Toxicol*, 2002; 16(3), 223-36.
- [4] Choe S.Y., Kim S.J., Kim H.G., Lee J.H., Choi Y., Lee H., Kim Y.: Evaluation of estrogenicity of major heavy metals., *Sci Total Environ*, 2003, 312, 1-3, 15-21.
- [5] Dong F., Kandadi M.R., Ren J., Sreejayan N.: Chromium (D-phenylalanine)₃ supplementation alters glucose disposal, insulin signaling, and glucose transporter-4 membrane translocation in insulin-resistant mice., *J Nut.*, 2008, 138, 10, 1846-1851.
- [6] European Commission (EC). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Trivalent Chromium. 2003 http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out197_en.pdf.
- [7] Evans R.M., Barish G.D., Wang Y.X.: PPARs and the complex journey to obesity. *Nat Med*, 2004, 10, 355–361.
- [8] Holland S., Lodwig E., Sideri T., Reader T., Clarke I., Gkargkas K., Hoyle D.C., Delneri D., Oliver S.G., Avery S.V.: Application of the comprehensive set of heterozygous yeast deletion mutants to elucidate the molecular basis of cellular chromium toxicity., *Genome Biol*, 2007, 8, 12, R268.
- [9] Joseph P., He Q., Umbright C.: Heme-oxygenase 1 gene expression is a marker for hexavalent chromium-induced stress and toxicity in human dermal fibroblasts., *Toxicol Sci*, 2008, 103, 325-334.
- [10] Kurył T., Adamowicz M., Dębski B., Bertrand J., Martinik K.: Degradation of [9,10] - 3H - myristic acid by lymphocytes. Screening test of inherited disorders of activation, transport and mitochondrial oxidation of fatty acids. *Ateroskleroza*. 2001, 5, 23-27.
- [11] Kurył T., Dębski B., Martinik K.: The effect of microelements supplementation on beta-oxidation activity in healthy and type 1 diabetic rats., *Cent Eur J Public Health*, 2008, 16, 4, 205-208.
- [12] Kurył T., Krejpcio Z., Wojciak R.W., Lipko M., Staniek H.: Chromium(III) propionate and dietary fructans supplementation stimulate erythrocyte glucose uptake and beta-oxidation in lymphocytes of rats., *Biol Trace Elem Res*, 2006, 114(1-3), 237-48.
- [13] Lai M.H., Chen Y.Y., Cheng H.H.: Chromium yeast supplementation improves fasting plasma glucose and LDL-cholesterol in streptozotocin-induced diabetic rats., *Int J. Vitam. Nutr. Res.*, 2006, 76 (6), 391-397.
- [14] Lewicki S., Rattman D., Gajewska M., Snochowski M., Dębski B.: Wpływ stężenia chromu (III) oraz genisteiny na proliferację komórek mięśniowych myszy linii C2C12., *Żywnienie człowieka i metabolizm*, 2007, 34, 96-104.
- [15] Lindemann M.D., Cromwell G.L., Monegue H.J., Purser K.W.: Effect of chromium source on tissue concentration of chromium in pigs., *J Anim Sci*, 2008, 86, 11, 2971-2978.
- [16] Lowry O.H., Rosenborough N.J., Farr A.L., Randall R.J.: Protein measurement with the Folin reagent., *J. Biol. Chem.*, 1951, 193, 265-275.
- [17] Manning N.J., Olpin S.E., Pollitt R.J., Webley J.: A comparison of [9,10-³H] myristic acid for the detection of defects of fatty acid oxidation in intact fibroblast., *J Inher. Metab. Dis*. 13, 1990, 58-68.

- [18] Matthews J.O., Southern L.L., Fernandez J.M., Pontif J.E., Bidner T.D., Odgaard R.L.: Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and insulin kinetics of growing barrows and on growth and carcass traits of growing-finishing barrows., *J Anim Sci*, 2001, 79(8), 2172-8.
- [19] Mumtaz M.M., Tully D.B., El-Masri H.A., De Rosa C.T.: Gene induction studies and toxicity of chemical mixtures., *Environ Health Perspect*, 2002, 110, Suppl 6, 947-956.
- [20] Pereira Y., Lagniel G., Godat E., Baudouin-Cornu P., Junot C., Labarre J.: Chromate causes sulfur starvation in yeast., *Toxicol. Sci.*, 2008, 106, 400-412.
- [21] Rand J.S., Farrow H.A., Fleeman L.M., Appleton D.J.: Diet in the prevention of diabetes and obesity in companion animals., *Asia Pac J Clin. Nutr*, 2003, 12, Suppl: S6.
- [22] Sahin K., Onderci M., Tuzcu M., Ustundag B., Cikim G., Ozercan I.H., Sriramoju V., Juturu V., Komorowski J.R.: Effect of chromium on carbohydrate and lipid metabolism in a rat model of type 2 diabetes mellitus: the fat-fed, streptozotocin-treated rat., *Metabolism*, 2007, 56, 9, 1233-1240.
- [23] Sandstead H.H., Nielsen F.H.: The origin and evolution of the Grand Forks Human Nutrition Research Center, 1970–90., *J Nutr*, 2009, 139, 173-177.
- [24] Saper R.B., Eisenberg D.M., Phillips R.S.: Common dietary supplements for weight loss., *Am Fam Physician*, 2004, 70, 9, 1731-1738.
- [25] Smith K.L., Waldron M.R., Ruzzi L.C., Drackley J.K., Socha M.T., Overton T.R.: Metabolism of dairy cows as affected by prepartum dietary carbohydrate source and supplementation with chromium throughout the periparturient period., *J Dairy Sci*, 2008, 91, 2011-2020.
- [26] Sumner J.M., Valdez F., McNamara J.P.: Effects of chromium propionate on response to an intravenous glucose tolerance test in growing Holstein heifers., *J Dairy Sci*, 2007, 90, 3467-3474.
- [27] Vincent J.B.: The biochemistry of chromium. *J. Nutr.*, 2000, 130, 715-718. – 33. Wei Y.D., Teperman K., Huang M., Sartor M.A., Puga A., Chromium inhibits transcription from polycyclic aromatic hydrocarbon-inducible promoters by blocking the release of histone deacetylase and preventing the binding of p300 to chromatin. *J Biol Chem*, 2004, 279, 4110-4119.

THE EFFECT OF CHROMIUM (III) ON FATTY ACID METABOLISM AND INSULIN PATH RELATED GENE EXPRESSION IN MOUSE MYOCYTES CELL LINE C2C12

Summary

Chromium (III) ions influence significantly carbohydrate-lipid metabolism causing in diabetic subjects an optimisation of insulin action, increase of lipid alteration, decrease body weight and free fatty acids plasma level. The aim of the present study was to describe changes in β -oxidation of fatty acids and gene expression following chromium supplementation. The experiments were performed in mouse myoblast C2C12 cell line over 4 days differentiation. Chromium was added to medium (DMEM), as chromium chloride (CrCl_3) or chromium picolinate, in 1 and 10 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ concentrations. Beta-oxidation of fatty acids activity was measured after 1, 3, 6, or 48 h. incubations. Introduction of chromium 1 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$ to cell culture resulted intensification of fatty acids oxidation after 1 and 3 h (picolinate, $p < 0,001$) and 1, 3, and 6 h (chloride, $p < 0,001$) incubation. We observed higher stimulation effect along chromium chloride administration (about 50% of control value) than chromium picolinate (25% of control value). After 48h incubation decrease of fatty acids oxidation were noticed. The influence of chromium chloride (10 $\mu\text{gCr}^{3+}/\text{L}$) supplementation on gene expression was examined using microarray SuperArray technique. Chromium added caused increase in 22 genes expression over 4h while only 2 increase and 2 decrease over 24h incubation in compare with control. The results in these studies showed positive effect of chromium supplementation on activity of β -oxidation. Results from microarray analysis indicate chromium interaction on signaling insulin pathway, also on transcription level. Increased expression of genes engaged in lipid metabolism and genes activated by peroxisome proliferator-activated receptor PPAR suggest permanent effect caused by chromium ions.

Key words: chromium chloride, chromium picolinate, β -oxidation of fatty acids, microarray, C2C12 myocytes. 

EWA ZIMNA-WALENDZIK, AGNIESZKA KOLMAGA, ELŻBIETA TAFALSKA

STYL ŻYCIA - AKTYWNOŚĆ FIZYCZNA, PREFERENCJE ŻYWIENIOWE DZIECI KOŃCZĄCYCH SZKOŁĘ PODSTAWOWĄ

Streszczenie

W pracy oceniono zwyczaje i preferencje żywieniowe, spożycie wody z produktów i napojów, spożycie energii oraz subiektywne obciążenie wysiłkiem fizycznym 100 dzieci kończących szkołę podstawową. Dokonano oceny składu ciała metodą bioimpedancji. Wyniki oceny stanu odżywienia interpretowano z użyciem siatek centylowych dla dzieci łódzkich. Stwierdzono u 8% dzieci niedowagę, u 11% nadwagę i u 16% otyłość. Dokonana analiza żywienia i preferencji żywieniowych wykazała wiele nieprawidłowości. Nie ustalono związku statystycznie istotnego pomiędzy składem ciała, spożyciem energii, spożyciem wody z produktów i napojów a deklarowaną przez uczniów aktywnością ruchową, $p < 0,05$.

Słowa kluczowe. Stan odżywienia, skład ciała, żywienie, aktywność fizyczna.

Wprowadzenie

Prawidłowe żywienie, bezpieczna żywność, aktywność fizyczna, umiejętność utrzymywania przyjaznych relacji międzyludzkich i radzenia sobie ze stresem należą do najważniejszych czynników prozdrowotnych stylu życia człowieka. Wpływają na jego rozwój fizyczny, psychiczny i społeczny, stan zdrowia, wydolność w pracy oraz zdolność uczenia się [6, 13].

Do grup populacyjnych szczególnie wrażliwych na konsekwencje nieprawidłowego żywienia i niewłaściwe obciążenie organizmu wysiłkiem fizycznym należą dzieci wchodzące w okres dojrzewania płciowego, okres intensywnego wzrostu a równocześnie w okres buntu, negowania wcześniej wpajanych zasad i mające silną potrzebę uniezależnienia się od otoczenia [1, 2, 3].

Skutki zachowań ryzykownych z wieku młodzieńczego w większości nie ujawniają się od razu, lecz po wielu latach i dlatego często ludzie nie dostrzegają związku pomiędzy swoimi zachowaniami a stanem zdrowia. Dzieci i młodzież są przez to grupą

mało podatną na edukację zdrowotną i programy profilaktyczne, które umożliwiłyby im lepsze, zdrowsze dorosłe życie. Aby edukacja dotycząca wszystkich obszarów tematyki zdrowotnej była skuteczna, powinna być wdrażana od początku nauczania dziecka, równoległe z innymi przedmiotami i być łączona z jednoczesną edukacją rodziców/opiekunów [16].

Celem pracy było: Poznanie zwyczajów, nawyków i preferencji żywieniowych oraz popełnianych błędów w tym zakresie przez uczniów ostatniej klasy szkoły podstawowej. Ocena stanu odżywienia i związku aktywności fizycznej dzieci ze stanem odżywienia i sposobem żywienia.

Materiał i metody badań

Badaniami objęto 100 dzieci w wieku 12,3 lat z losowo wybranych łódzkich szkół; w tym 47 dziewcząt i 53 chłopców. Stan odżywienia oceniono na podstawie badania lekarskiego, rozszerzonego o informacje dotyczące stylu życia (między innymi pytano o aktywność fizyczną, szkolną i poza szkolną) oraz badania antropometryczne. U każdego dziecka mierzono wzrost oraz masę ciała, na podstawie których wyliczono wskaźnik masy ciała BMI (kg/m^2) = masa ciała(kg)/(wzrost)²(m), określono pozycje centylowe proporcji wskaźnika BMI do wieku pacjenta i porównano z normami dla populacji dzieci łódzkich [9]. Z wykorzystaniem aparatu Bodystat 1500 MDD metodą bioimpedancji dokonano pomiaru składu ciała: udziału procentowego tkanki tłuszczowej, masy beztłuszczowej i wody w organizmie dziecka.

Ilościową i jakościową ocenę sposobu żywienia przeprowadzono za pomocą dwukrotnego wywiadu kwestionariuszowego o spożyciu, a następnie, dla potrzeb tego doniesienia, wyliczono wartość energetyczną dziennej racji pokarmowej i dostarczanej z nią wody. Do analizy dziennego spożycia wykorzystano program komputerowy Dieta 2.0. Otrzymane wyniki porównano z nowymi, zaktualizowanymi normami żywienia ludności Polski [5]. Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu Excel. Istotność różnic pomiędzy badanymi cechami ilościowymi oceniono testem różnic F dla poziomu istotności $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. zawarto charakterystykę badanych dzieci na podstawie wybranych najczęściej ocenianych parametrów antropometrycznych; masa, wzrost, wskaźnik BMI.

Zwracają uwagę bardzo duże różnice rozkładu wartości oznaczanych parametrów, potwierdzające fakt znacznego zróżnicowania rozwojowego równolatków w okresie pokwitania. Korzystając z siatek centylowych określono pozycje proporcji wskaźnika BMI do wieku dziecka. U 8% badanych wykazano niedobór masy ciała, u 11% nadwagę i aż u 16% badanych dzieci otyłość (tab. 2).

Tabela 1

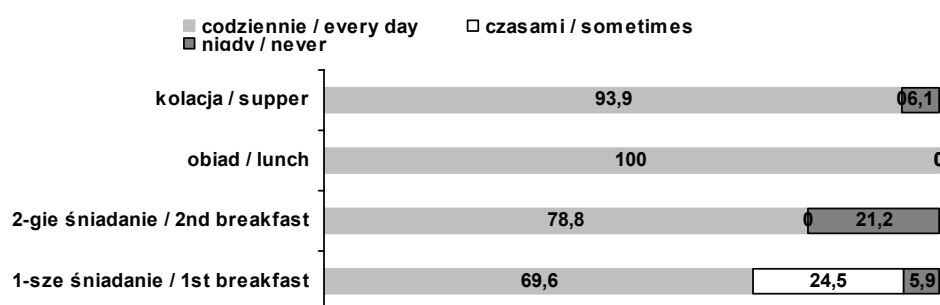
Charakterystyka badanej grupy pod względem cech antropometrycznych
 Characteristics of the studied group according to the anthropometric features

Lp	zmienne variables	dziewczęta girls n=47		chłopcy boys, n=53	
		średnia ± SD mean ± SD	zakres range	średnia ± SD mean ± SD	zakres range
1	wiek (lata) age (years)	12,2 ± 0,43	12 - 13	12,3 ± 0,47	12 - 13
2	masa (kg) body mass (kg)	49,8 ± 11,3	27,5 – 77,2	51,2 ± 14,8	30,5 – 90,7
3	wzrost (cm) height (cm)	155,6 ± 8,1	132 - 177	156,4 ± 7,5	145 - 177
4	BMI (kg/m ²)	20,5 ± 3,86	15,5 – 30,2	21 ± 4,22	15,2 – 29,6

Tabela 2

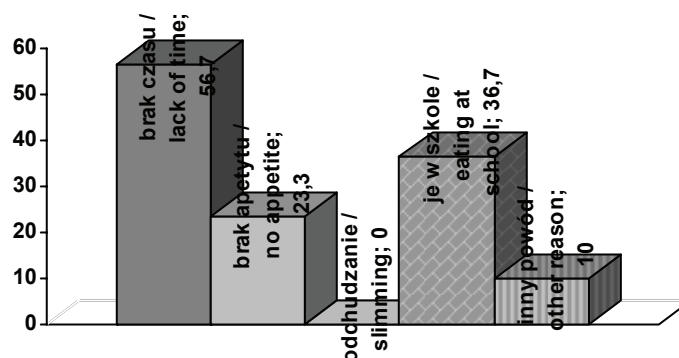
Stan odżywienia w oparciu o wskaźnik BMI
 Nutritional status according to the BMI

Stan odżywienia Nutritional status	Kryteria oceny: centyle, BMI dla wieku The assessment criteria: centiles, BMI acc. to age	Odsetek badanych Percentage of subjects
Niedowaga Underweight	< c5	8
Norma Standard	c 10 – c 85	65
Nadwaga Overweight	c 85 – c 95	11
Otyłość Obesity	> c 95	16



Rys. 1. Częstość spożywania posiłków
 Fig. 1. Frequency of meals

Dokonana analiza jakościowa żywienia dzieci i ich preferencji żywieniowych uwidoczniła wiele nieprawidłowości w tym zakresie. Pierwsze śniadanie regularnie jada około 70 % dzieci, ci co opuszczają pierwszy posiłek najczęściej tłumaczą fakt ten brakiem czasu lub apetytu (rys.1, rys. 2).



Rys. 2. Powód niejedzenia pierwszego śniadania
Fig. 2. Reasons for not eating breakfast

Drugie śniadanie w szkole je około 80% dzieci, zdecydowana większość przynosi kanapki i jabłka z domu, około 13% chłopców i 20% dziewczynek na drugie śniadanie kupuje słodycze i napoje w sklepiku szkolnym. Obiad jadają wszystkie dzieci, najczęściej w domu (80 %). Kolacje je zdecydowana większość - 93,9%, ale aż 15% podało, że je tuż przed położeniem się spać (tab. 3). Zdecydowanie częściej wieczorny posiłek opuszczają dziewczynki, motywując to odchudzaniem. Jako przekąski pomiędzy głównymi posiłkami i na podwieczorek dzieci najczęściej wybierają: owoce, słodycze, chipsy (tab. 4).

Tabela 3

Zwyczaje żywieniowe
Nutritional habits

Odsetek dzieci Percentage of children	Drugie śniadanie Second breakfast			Obiad Lunch			Kolacja (czas spożycia przed snem) Supper (time of intake before sleep)				
	przynosi z domu brought from home	kupuje słodycze bought sweets	nie je no meal	je w domu at home	w szkole at school	różnie no rule	przed snem before sleep	1-2 godz 1-2 hours	3-4 godz 3-4 hours	różnie no rule	nie je no meal
dziewczeta	56,8	20,9	22,3	76,6	12,8	10,6	15,2	52,2	21,7	2,2	8,7
chłopcy	67,5	12,4	20,1	81,8	9,1	9,1	15,1	52,8	26,4	1,9	3,8

Tabela 4

Preferencje dzieci w wyborze przekąsek
Children preferences in the choice of snacks

Odsetek dzieci Percentage of children	Rodzaj przekąski Type of snack						
	słodycze sweets	owoce fruit	warzywa vegetables	orzechy nuts	chipsy crisps	inne others	nie je none
dziewczeta girls	59,6	76,6	12,8	10,6	27,7	17,0	4,3
chłopcy boys	25,9	50,0	7,4	3,7	16,6	11,1	20,0

Tabela 5

Udział dzieci w szkolnych i pozaszkolnych zajęciach wychowania fizycznego
The children's participation in the physical education classes at school and after classes

Odsetek dzieci Percentage of children	nie opuszcza zajęć do not omit classes	opuszcza 1-2 razy / m-c omit classes 1-2 times a month	opuszcza ≥ 3 zajęcia/ m-c omit 3 classes a month	zwolnienie z zajęć exemption from classes	trenuje practise sports	
					tak yes	nie no
dziewczeta girls	87,0	8,7	2,2	2,2	28,9	71,1
chłopcy boys	79,2	11,3	0,0	9,4	46,2	53,8
ogółem total	82,8	10,1	1,0	6,1	38,1	61,9

Tabela 6

Subiektywna ocena umiejętności sportowych
Self-assessment of sport skills

Odsetek dzieci Percentage of children	umiejętności skills						
	pływanie swimming	jazda na rowerze cycling	jazda na nartach skiing	jazda na łyżwach skating	gra w tenisa stołowego table tennis	gra w piłkę siatkową volleyball	gra w tenisa ziemnego tennis
dziewczeta girls	61,7	78,7	23,4	72,3	59,6	74,5	17,0
chłopcy boys	73,6	90,6	39,6	52,8	77,3	71,7	15,1

Udział dzieci w szkolnym wychowaniu fizycznym i podejmowanie aktywności ruchowej po zajęciach szkolnych obrazuje tab. 5. Dzieci w tym wieku w większości lubią zajęcia wychowania fizycznego, systematycznie w nich uczestniczą (80 %), jeśli opuszczają lekcje, to najczęściej z powodu choroby. Jedynie 38 % uczniów podejmuje aktywność fizyczną po zajęciach szkolnych w klubach sportowych, z rodzicami i z

kolegami. Subiektywna ocena umiejętności sportowych (tab. 6) wskazuje, że większość badanych dzieci potrafi pływać, jeździć na rowerze, grać w tenisa stołowego i piłkę siatkową.

Szukając związku pomiędzy sposobem żywienia dzieci a ich aktywnością fizyczną dokonaliśmy analizy dziennych racji pokarmowych badanej populacji i oceniliśmy między innymi średnie dobowe spożycie energii oraz wody zawartej w napojach i produktach. Szczegółowe informacje zawarliśmy w tab. 7.

Stwierdzono deficytowe spożywanie przez dzieci wody dostarczanej w dziennej racji pokarmowej. Nie wykazano różnic istotnych statystycznie pomiędzy średnim dziennym spożyciem energii, wody z produktów i napojów a deklarowaną aktywnością fizyczną dzieci ($p < 0,05$).

Wykazano, że skład ciała dzieci deklarujących różną aktywność fizyczną w ciągu doby nie różni się istotnie $p < 0,05$ (tab. 8).

Wyniki i dyskusja

Konsekwencją małej aktywności fizycznej i niewłaściwej diety jest narastająca nadwaga i otyłość już we wczesnych okresach życia. Jak wynika z raportu IOTF [4] około 20 % dzieci w Europie ma nadwagę. U dzieci warszawskich w wieku 11-15 lat badanych od lat 70 poprzedniego wieku, stwierdzono stopniowe narastanie nadwagi i otyłości i obecnie patologia ta dotyczy 14,6 % chłopców i 21,5% dziewcząt [7]. Przeprowadzone przez nas badania wykazały u 11% nadwagę, 16% otyłość u 8% dzieci stwierdzono niedowagę. Nawyki i zwyczaje żywieniowe kształtują się w dużej mierze w dzieciństwie i młodości. To właśnie środowisko rodzinne wywiera wpływ na preferencje żywieniowe swoich dzieci. Stąd tradycje żywieniowe przekazywane są z pokolenia na pokolenie, nie modyfikowane współczesną wiedzą żywieniową pokutują wieloma błędami.

Jak wykazały nasze badania i czego potwierdzenie znajdujemy w piśmiennictwie tematycznym [1, 3, 8, 10, 11, 15] do podstawowych wad należy zaliczyć nieregularne spożywanie posiłków, pomijanie pierwszego śniadania, częste pojadanie szczególnie słodczy, nieregularne jedzenie drugiego śniadania i kolacji, zbyt małe spożycie wody i innych niskoenergetycznych napojów. Woda, napoje jeszcze bardziej niż pokarm musi być w odpowiedniej ilości codziennie dostarczana do organizmu, gdyż regularnie jest tracona przez układ moczowy, pokarmowy, oddechowy, skórę. Z badań Szponara [14] wynika, że średnio chłopcy w wieku 1-18 lat wypijają 924,6 ml wszystkich rodzajów płynów (bez udziału napojów alkoholowych), a dziewczęta 834,1 ml napojów. Badana przez nas jednorodna pod względem wieku grupa dzieci średnio na dobę w napojach i produktach spożywała odpowiednio chłopcy - 1705,9 ml i dziewczęta 1681,2 ml wody, co dla chłopców stanowi 71,0% a dla dziewcząt 80,0 % realizacji normy [5]. Warto podkreślić, że zwiększenie spożycia wody i napojów należy do najważniejszych kierunków działań z zakresu promocji zdrowia.

Tabela 7

Dzienne spożycie energii oraz wody zawartej w produktach spożywczych i napojach i tylko napojach w zależności od aktywności fizycznej dzieci
 Daily intake of energy and water from food products and beverages and from beverages only according to physical activity of the children

Grupa badana Studied group	Dzienne spożycie energii (kcal) Daily energy intake (kcal)		Łączne spożycie wody z produktów i napojów (ml/dzień) Total intake of water from food products and beverages (ml/daily)		Spożycie napojów (ml/dzień) Intake of beverages (ml/daily)	
	średnia ± SD mean ± SD	% realizacji normy % of the standard realization	średnia ± SD mean ± SD	% realizacji normy % of the standard realization	średnia ± SD mean ± SD	średnia ± SD mean ± SD
dziewczeta/girls						
aktywność fizyczna umiarkowana i duża moderate and intensive physical activity	1868,3 ± 601,8	83,0	1681,6 ± 486,7	80,0	1243,8 ± 452,2	
aktywność fizyczna mała low physical activity	1883,0 ± 519,8	104,3	1680,8 ± 577,5	80,0	1228,5 ± 425,8	
chłopcy/boys						
aktywność fizyczna umiarkowana i duża moderate and intensive physical activity	2089,8 ± 556,2	80,4	1807,1 ± 501,9	75,3	1349,9 ± 443,2	
aktywność fizyczna mała low physical activity	1859 ± 479,5	90,7	1604,7 ± 479,8	66,8	1203,6 ± 574,9	

Tabela 8

Skład ciała dzieci deklarujących różną aktywność fizyczną w ciągu doby
The body composition of children declaring different physical activity in 24 hours.

Kwalifikacja qualification	% tłuszczu % of fat	% masy beztłuszczowej % of non-fat mass	% wody % of water
Aktywność fizyczna umiarkowana i duża moderate and intensive physical activity	23,03	76,98	58,30
Aktywność fizyczna mała low physical activity	23,59	76,41	57,93

Obok racjonalnego żywienia aktywność ruchowa została uznana przez ekspertów WHO jako główna metoda zapobiegania chorobom cywilizacyjnym [6]. Jak podają autorzy licznych doniesień, wiek badanych ma istotny wpływ na częstość podejmowania aktywności fizycznej i uczestnictwo w zajęciach obowiązkowych [6, 7, 12]. Wśród badanych łódzkich dzieci 80 % systematycznie uczestniczyło w zajęciach wychowania fizycznego, opuszczający zajęcia usprawiedliwiali swoją nieobecność chorobą. Około 40% badanych, podało że uczestniczy w zajęciach sportowych poza szkołą, najczęściej z rodzicami, kolegami lub systematycznie uprawiając wybraną dyscyplinę w klubie sportowym. Niemniej wydaje się, że nastolatki nie potrafią obiektywnie ocenić swojej aktywności fizycznej, deklarując większy udział i zdecydowanie większy wkładany w realizację zajęć wysiłek. Tak wysoka samoocena nie stymuluje młodzieży do podejmowania jakichkolwiek działań w kierunku zwiększania aktywności. Między innymi nieostrość odpowiedzi na pytania dotyczące aktywności ruchowej może tłumaczyć brak różnic w składzie ciała pomiędzy dziećmi deklarującymi podejmowanie umiarkowanej lub dużej aktywności a uczniami mało aktywnymi ruchowo.

Wnioski

1. Stwierdzono wysoki odsetek dzieci z nieprawidłowym stanem odżywienia, u 8% dzieci rozpoznano niedowagę, u 11% nadwagę i aż u 16 % otyłość.
2. Wykazano wady w trybie i jakości żywienia nastolatków, szczególnie niepokój budzi częste opuszczanie przez dzieci pierwszego śniadania, częste pojadanie, stąd duży udział w diecie słodczy i chipsów, zbyt mały wody i napojów.
3. Samoocena podejmowanej aktywności przez uczniów jest wysoka, większość (80%) uczestniczy systematycznie w zajęciach wychowania fizycznego i około 40 % deklaruje podejmowanie aktywności pozalekcyjnej.
4. Wykorzystując metodę bioimpedancji nie wykazano różnic istotnych statystycznie ($p < 0,05$) w składzie ciała dzieci z umiarkowaną i dużą aktywnością w porównaniu z dziećmi o małej aktywności fizycznej.

5. Kształtowanie świadomości zdrowotnej powinno odbywać się od najmłodszych lat życia dziecka, udział w tym muszą mieć rodzice i szkoła .

Literatura

- [1] Birch L., Fisher J.: Development of eating behaviors among children and adolescents. *Pediatrics* 1998, 101,3,539
- [2] Charbos E., Charzewska J.: Mała aktywność fizyczna młodzieży w wieku pokwitania sprzyja rozwojowi otyłości. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2008, 89, 1,58.
- [3] Charzewska J., Jajszyk B., Chojnowska Z. i wsp.: Żywieniowe czynniki chorób niezakaźnych w populacji dzieci i młodzieży. Otyłość, żywienie, aktywność fizyczna, zdrowie Polaków. Warszawa, IZZ, 2006.
- [4] International Obesity Task Force. *Childhood Raport. IOSO Newsletter*, 2004 ,6, 10.
- [5] Jarosz M., Bułhak-Jachimczyk B. *Normy żywienia człowieka*, Warszawa, PZWL, 2008.
- [6] Knapik A., i wsp.: Znaczenie aktywności ruchowej w profilaktyce zdrowotnej. *Zdr. Publ.*, 2004, 114,3,331.
- [7] Mazur J., Wojnarowska B.: *Zdrowie subiektywne, styl życia i środowisko psychospołeczne młodzieży szkolnej. Raport techniczny z badań HBSC w Polsce w 2006 r.*, Warszawa, 2007.
- [8] Ludwig D., Petersom K., Gortmaker S.: Relation between consumption of burger- sweetened drinks and childhood obesity; perspectieve, obserwatinal analysis. *Lancet*, 2001, 357, 9255, 505.
- [9] Ostrowska-Nawarycz L., Nawarycz T.: Ciśnienie tętnicze u dzieci i młodzieży łódzkiej w wieku 7-19 lat. Normy i postępowanie diagnostyczne. Łódź, Wydawnictwo Uniwersytet Medyczny w Łodzi, 2006.
- [10] Paradowska-Stankiewicz I., Grzybowski A.: Zaburzenia stanu odżywienia dzieci klas IV-VI z wybranych łódzkich szkół podstawowych. *Żyw. Człow. i Metab.*, 2005, 32, supl 1cz. II, 723.
- [11] Robinson T., Borzekowski D., Matheson D. et al.: Effects of fast food branding on young children preferences. *J. Law Med. Ethics*, 2007. 35,1,22.
- [12] Strong W., Malina B., Blinks C.: Evidens based physical activity for school-age youth. *J. Pediatr* 2005, 146, 732.
- [13] Sybilski A.: Żywienie dzieci. *Nowa Pediatra* 2006, 2, 34.
- [14] Szponar L., Ołtarzewski M., Kaliński E.: Spożycie napojów bezalkoholowych, w tym wód wśród dzieci, młodzieży dorosłych. *Żyw. Człow. i Metab.*, 2004, supl. 1 cz. 2, 37.
- [15] Weker H., Barańska M., Dyląg H. i wsp.: Czy zmiana tradycyjnego sposobu żywienia dzieci w wieku wczesnoszkolnym może być przyczyną otyłości. *Żyw. Człow. i Metab.*, 2007, 34, ½, 12.
- [16] Wojnarowska B.: Edukacja zdrowotna w szkole w Polsce. Zmiany w ostatnich dekadach i nowa propozycja. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2008, 4,445.

LIFESTYLE – PHYSICAL ACTIVITY AND NUTRITIONAL PREFERENCES OF CHILDREN LEAVING PRIMARY SCHOOL

Summary

The study assessed the nutritional habits and preferences, the intake of water from food products and beverages, the intake of energy and self-assessment of physical activity of a 100 children leaving primary school. The body composition was assessed by the bio-impedance method. The results were interpreted with the use of the centile charts for the children of Lodz, indicating body mass deficiency in 6% of the subjects, overweight in 11% and obesity in 16%. The analysis of nutrition and nutritional preferences revealed numerous irregularities. The study did not demonstrate a statistically significant correlation between the body composition, the dietary energy and water intake and the physical activity declared by the subjects ($p < 0.05$).

Key words: Nutritional status, body composition, nutrition, physical activity. ☒

JAN GAWĘCKI¹, MARTA TWARDOWSKA¹, DOROTA ŁOBODA²

ZWYCZAJE MŁODZIEŻY AKADEMICKIEJ DOTYCZĄCE SPOŻYWANIA NAPOJÓW – BADANIA WSTĘPNE

Streszczenie

Celem podjętych badań było poznanie zwyczajów wybranej grupy studentów odnośnie spożywania napojów i ocena wynikających stąd ewentualnych zagrożeń zdrowotnych. Przeprowadzone badania wykazały, że płeć ma wpływ na zwyczaje studentów związane z napojami, dlatego powinna być ona brana pod uwagę przy doborze próby do badań nad tym zagadnieniem.

Słowa kluczowe: woda, napoje

Wprowadzenie

Woda wchodzi w skład wszystkich organizmów żywych stanowiąc środowisko dla procesów metabolicznych, instrument termoregulacji i środek wewnątrzustrojowego transportu składników pokarmowych, produktów przemiany materii oraz hormonów i innych substancji biologicznie czynnych [1, 8, 9]. Ponieważ zapotrzebowanie organizmu na wodę przekracza możliwości jej wytwarzania w ustroju musi ona być codziennie dostarczana w odpowiednich ilościach z pokarmem i napojami, które są podstawowym jej źródłem.

Woda pitna, a także butelkowane wody mineralne i stołowe, są napojami „bezkalorycznymi” zawierającymi poza wodą, jedynie składniki mineralne, głównie wapń, magnez, sód, potas, żelazo, mangan, jod, fluor, siarkę i krzem, które mogą w niej występować w postaci anionów lub kationów.

Inaczej sytuacja wygląda w przypadku niskoprocentowych napojów alkoholowych (piwo) i bezalkoholowych napojów orzeźwiających, mleka i napojów mlec-

¹ Prof. dr hab. J. Gawęcki, inż. M. Twardowska, Zakład Podstaw Nauki o Żywieniu Katedra Higieny Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań,

² Mgr inż. D. Łoboda, Wyższa Szkoła Gospodarki, ul. Garbary 2, 85-229 Bydgoszcz,

nych, soków i nektarów owocowych i warzywnych czy zup. Wszystkie one mają określoną wartość kaloryczną i odżywczą, będąc istotnym źródłem nie tylko wody i składników mineralnych, lecz także wielu innych ważnych dla organizmu substancji: od cukrów, przez witaminy po związki bioaktywne (np. karnityna lub kofeina w napojach energetyzujących) [2].

Wyniki badań nad sposobem żywienia i stanem odżywienia ludności w Polsce [6, 7, 15] i innych krajach świata [12] wskazują, że codzienne pożywienie zawiera nadmierne ilości energii, cukrów, sodu i fosforu, których znaczącym źródłem mogą być napoje. W przypadku nadmiaru energii i cukrów zasadniczego znaczenia nabiera to, czym i w jakiej ilości sładzi napoje ich producent lub konsument.

Z ostatnich badań [4, 13] wynika, że blisko połowa obywateli USA ma nadwagę lub jest otyła, za co w znacznej mierze odpowiedzialne jest duże spożycie słodkich napojów chłodzących.

Mając na uwadze rosnący w naszym kraju popyt na słodzone napoje gazowane, postanowiono przyrzeć się bliżej zwyczajom młodzieży akademickiej dotyczącym spożywania napojów.

Material i metody badań

Badania, mające charakter wstępny, przeprowadzono metodą wywiadu przy pomocy kwestionariusza ankietowego opracowanego przez autorów. Łącznie ankietyzacji poddano 40 losowo wybranych studentów Uniwersytetu Przyrodniczego Poznaniu (20 kobiet i 20 mężczyzn w wieku 22 - 23 lat). Respondentom zadano 17 pytań dotyczących ilości i rodzaju spożywanych napojów, ich doboru do poszczególnych posiłków oraz zwyczajów odnoszących się do spożywania zup i słodzenia. Uzyskane wyniki posłużyły do porównania z normami [2, 3] wielkości całodziennego spożycia wody - obliczonego w oparciu o tabele składu i wartości odżywczej żywności [10], oraz podaży energii i sacharozy z napojami słodzonymi przez respondenta. Do oceny zależności zwyczajów dotyczących spożywania napojów od płci respondenta zastosowano test χ^2 oraz współczynnik V-Cramera, który świadczy o sile związku między badanymi zmiennymi. Im większa jego wartość tym siła związku jest większa [11].

Wyniki i dyskusja

Jak wynika z tabeli 1 wybrana grupa studentów spożywała średnio 3 posiłki dziennie, dotyczy to zarówno kobiet, jak i mężczyzn. Ponad połowa badanych studentów konsumowała napoje do posiłków, przy czym czyniło tak 75% mężczyzn, a tylko 55% kobiet. Przez kobiety najczęściej napoje spożywane są podczas posiłku, bądź po jego zakończeniu, mężczyźni natomiast najczęściej spożywają napoje przed posiłkiem. Wyniki analizy statystycznej wykazują, że płeć respondenta ma w tym przypadku istotny związek z jego zwyczajami dotyczącymi spożywania napojów do posiłków.

Tabela 1

Spożywanie posiłków i napojów.
Consumption of meals and beverages.

Consumptions	Kobiety Women	Mężczyźni Men	Ogółem Total
Liczba spożytych posiłków w ciągu dnia (średnio) Number of daily consumed meals (avg)	3	3	3
Spożywanie napojów do posiłków / Consuming of beverages during the meals			
Tak / Yes	18	20	26
Nie / No	2	0	4
Czas spożywania napojów / Time of beverages consumption	$\chi^2=15,8$, $p<0,05$, $V = 0,629$		
Przed posiłkiem / Before the meal	1	13	14
W trakcie posiłku / During the meal	9	4	13
Po posiłku / After the meal	8	3	12

Preferencje względem badanych napojów, wyrażane deklarowanym najczęstszym ich spożywaniem, były w badanej grupie studentów zróżnicowane. Najpopularniejszą okazała się herbata, którą jako najczęściej spożywany napój wskazała ponad połowa ankietowanych, zarówno kobiet, jak i mężczyzn. W następnej kolejności była woda mineralna niegazowana, zdecydowanie częściej spożywana przez kobiety (55%) niż przez mężczyzn (25%). Z kolei soki zdecydowanie bardziej preferowali mężczyźni (55%) niż kobiety (20%). Również w przypadku piwa widoczna jest wyraźna różnica w preferencjach mężczyzn (55%) i kobiet (15%).

Wielu respondentów jako najczęściej spożywane wskazywało słodkie napoje gazowane, przy czym płeć wydawała się w tym przypadku nie mieć istotnego znaczenia (25% kobiet i 35% mężczyzn). Podobnie rzecz się miała w przypadku słodkich napojów niegazowanych, których najczęstsze spożywanie deklarowało 20% kobiet i 15% mężczyzn.

Wyraźne różnice między studentkami i studentami uwidoczniły się w stosunku do kawy oraz mleka i napojów mlecznych. Kawę jako preferowany i często spożywany napój wybierało 40% kobiet i 20% mężczyzn, zaś mleko i napoje mleczne 35% kobiet i tylko 5% mężczyzn.

Jak wynika z tab. 3. jedynie około dwie trzecie badanych kobiet (65%) spożywa zupy, pozostałe ich nie spożywają w ogóle lub spożywają rzadko. Wśród mężczyzn spożywanie zup deklaruje jedynie mniej niż połowa respondentów (45%), ale tyle samo spożywa je rzadko. Różnice między płciami nie są w tym wypadku istotne statystycznie. Jeśli chodzi o deklarację na etykiecie zawartości cukru w spożywanych napojach to większość badanych nie zwraca uwagi na tę informację, przy czym choć czyni tak 75% studentów i tylko połowa studentek to różnica w tym przypadku nie jest statystycznie znamienne.

Tabela 2

Rodzaj najczęściej spożywanych napojów.
The kind of most often consumed beverages.

Napój / Beverage	Kobiety / Women		Mężczyźni / Men		Ogółem / Total	
	n	%	n	%	n	%
Woda mineralna Mineral water	11	55	5	25	16	40
Woda mineralna gazowana Soda water	4	20	4	20	8	20
Słodkie napoje gazowane Sweet soda soft drinks	5	25	7	35	12	30
Słodkie napoje niegazowane Sweet noncarbonated soft drinks	4	20	3	11	7	17,5
Mleko i napoje mleczne Milk and diary drinks	7	35	1	10	8	20
Kawa / Coffee	8	40	4	20	12	30
Herbata / Tea	12	60	12	60	24	60
Soki / Juices	4	20	11	55	15	37,5
Piwo / Beer	3	15	11	55	14	35

Istotnie statystycznie różnicowanie między studentkami i studentami wystąpiło natomiast w odniesieniu do słodzenia napojów. Większość kobiet (70%) nie słodzi napojów, a te które to czynią używają do tego przeciętnie mniej cukru (1,5 łyżeczki na szklanke) niż mężczyźni. W grupie mężczyzn sytuacja jest odwrotna 70% dosładza napoje, używając średnio dwie łyżeczki cukru na szklanke.

Tabela 3

Spożywanie zup i słodzenie napojów.
Consumption of soups and drink sweetening.

Pytanie / Question	Kobiety / Women	Mężczyźni / Men	Ogółem / Total
Czy spożywasz zupy? / Do You eat soups?		$\chi^2 = 2,9$	$p > 0,05$ V=0,267
Tak. Yes	13	9	22
Nie. No	3	2	5
Rzadko. Rarely	4	9	13
Czy zwracasz uwagę na zawartość cukrów w napojach? Do You take the sugar content of soft drinks into consideration?		$\chi^2 = 2,7$	$p > 0,05$ V= 0,258
Tak / Yes	10	5	15
Nie / No	10	15	25
Czy słodzisz kawę i herbatę? / Do You sweeten your coffee and tee?		$\chi^2 = 6,4$	$p < 0,05$ V = 0,400
Tak / Yes (ile łyżeczek? / How many teaspoonfuls?)	6 śr. = 1,5 łyżeczki avg = 1,5 teaspoonfuls	14 śr. = 2 łyżeczki avg = 2 teaspoonfuls	20
Nie / No	14	6	20

Co się tyczy spożywania napojów z poszczególnymi posiłkami (tabela 4) to wodę mineralną i piwo studenci najchętniej piją między posiłkami (odpowiednio 45% i

80%) albo sięgają po nie przy kolacji (27% i 12%), bardzo rzadko zaś spożywają te napoje do śniadania i obiadu. Herbata pijana jest przede wszystkim do pierwszego śniadania (26%) i kolacji (24%), ale także do innych posiłków i między posiłkami (19%), podczas gdy kawę większość studentów pija w godzinach przedpołudniowych, a nigdy do obiadu i kolacji. Za to soki najczęściej spożywane są przy obiedzie (43%) i między posiłkami (27%), a sporadycznie do I i II śniadania, co wyraźnie odbiega od zwyczajów zachodnioeuropejskich. Niepokojącym zjawiskiem jest mała popularność spożywania przez studentów mleka na I śniadanie (29%) i powszechność picia słodkich napojów gazowanych między posiłkami (62%). Zastanawia też deklaracja 1/3 badanej grupy studentów, że do II śniadania i podwieczorku nie piją oni żadnych napojów, choć może to wynikać z faktu nie spożywania w ogóle tych posiłków.

Jak wynika z tab. 4. ogólnie najchętniej wybieranym przez studentów napojem do śniadania jest mleko, do drugiego śniadania - kawa, do obiadu - soki, do podwieczorku - też kawa, a do kolacji - woda mineralna.

Tabela 4

Zwyczaje dotyczące spożywania napojów w poszczególnych posiłkach i między posiłkami*.
Habits depending beverages consumption during particular meals and between meals*.

Posiłek/Napój Meal/Beverage	I śniadanie I breakfast	II śniadanie II breakfast	Obiad Dinner	Podwieczorek. Afternoon snack	Kolacja Supper	Między posiłkami Between meals
Woda mineralna Mineral water	8	4	<i>4</i>	12	27	45
Herbata / Tea	26	8	13	10	24	19
Kawa / Coffee	28	29	0	14	0	29
Sok / Juice	<i>7</i>	3	43	7	13	27
Piwo / Beer	0	0	6	0	12	82
Mleko / Milk	29	14	14	0	14	29
Słodki napój gazowany Sweet soda drink	10	3	13	6	6	62
Nie pije Do not drink	7	33	15	32	10	3

* odsetek osób wskazujących dany napój (boldem zostały oznaczone napoje najczęściej spożywane do danego posiłku, natomiast boldem i kursywą napoje spożywane najrzadziej).

* percentage of persons indicating given beverage (most often consumed beverages were pointed with bold type, whereas most rarely consumed with bold and italic type).

Oszacowanie objętości wypijanych codziennie przez badanych studentów napojów pozwala stwierdzić, że przeciętne łączne ich spożycie jest zgodne z zaleceniami, przy czym studentki piją w ciągu dnia średnio o 440 ml napojów mniej aniżeli studenci. Ilość wody dostarczana z napojami w przypadku obu płci stanowi jednak prawie identyczny i zgodny z zaleceniami odsetek (około 2/3) dziennego zapotrzebowania na

wodę wynoszącego wg WHO 2003 [2] 2200 ml dla kobiet, 2900 ml dla mężczyzn. Przeciwnie rzecz się ma z ilością cukru dostarczoną do organizmu wraz ze słodzonymi przez studentów gorącymi napojami (kawa i herbata), która jest zarówno u kobiet jak i u mężczyzn ponad dwukrotnie większa od wartości podawanych w zalecanych racjach pokarmowych. Jeśli dołożyć do tego cukry wprowadzane z napojami słodzonymi przez producenta, (czego w niniejszej pracy nie badano) sytuacja stałaby się jeszcze bardziej niepokojąca. To samo dotyczy udziału napojów w wartości kalorycznej całodzienniej racji pokarmowej. Tylko słodząc napoje gorące studenci pokrywają tą drogą około 15 % dziennego zapotrzebowania na energię.

Tabela 5

Średnie spożycie napojów oraz dostarczanych z nimi: wody, energii* i cukrów*.
Average intake of beverages and providing with them water, energy* and sugar*.

Spożycie dzienne Daily intake	Kobiety Women	Norma Norm	% pokrycia normy % of norm	Mężczyźni Men	Norma Norm	% pokrycia normy % of norm
Napoje / Beverages (ml)	1540	1500	103	1980	1500	132
Woda / Water (ml)	1430	2200	65	1930	2900	67
Cukry / Sugar (g)	64,1	50	128	82,7	60	138
Energia / Energy (kcal)	346	2200	16	396	2900	14

* dotyczy wyłącznie dosładzania kawy i herbaty

* concerns exclusively coffee and tee sweetening

Wnioski

1. Płeć ma istotny wpływ na zwyczaje studentów odnośnie spożywania napojów, dlatego należy ją uwzględniać przy doborze próby do badań nad tą problematyką.
2. Kwestionariusz ankietowy do takich badań powinien być tak sporządzony, aby uwzględniał ocenę ilościową spożycia cukrów i sodu z wszystkimi wypijanymi napojami oraz z żywnością.
3. Ocena spożycia napojów przy użyciu metod ankietowych powinna być uzupełniana badaniami empirycznymi uwzględniającymi obok zwyczajów słodzenia i soleńia, także osobnicze progi wrażliwości na smak słodki i słony oraz stan uwodnienia organizmu.

Literatura


- [1] Brouns F.: Heat-sweat-dehydration-rehydration: a praxis approach. W "Food, Nutrition and Sports Performance" (ed. Williams C., Devlin J.T.), E&F N Spon, London, 1992.
- [2] Brzozowska A., Gawęcki J. (red.): „Woda w żywieniu i jej źródła”, Akademia Rolnicza Poznań, Wyd. Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, 2008
- [3] Dietary reference values for water scientific opinion of the Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (Agreed on 11 April 2008 for release for public consultation) The EFSA JOURNAL (2008) 30, 1-49, 2008.

- [4] Engell D., Kramer M., Malafi T., Salomon M., Leshner L.: Effects of effort and modeling on drinking in humans, *Appetite*, 26, 129-138, 1996.
- [5] Grandjean A.C., Reimers K.J., Buyckx M.E.: Hydration: issues for 21st century. *Nutrition reviews*, 61, 8, 261-271.
- [6] Gutkowska K., Ozimek I. (red.): *Zachowania młodych konsumentów na rynku żywności*. Wyd. SGGW, Warszawa 2008.
- [7] Jarosz M. (red.): *Diagnoza stanu odżywienia, aktywności fizycznej i żywieniowych czynników ryzyka otyłości oraz przewlekłych chorób niezakaźnych w Polsce (1960-2005)*., Warszawa 2006
- [8] Jugdaohsingh R.: Water, vector of minerale and trace elements, *Danone Nutritopics*, 36, 1-7, 2007
- [9] Kokot F.: *Gospodarka wodno-elektrolitowa i kwasowo-zasadowa w stanach fizjologii i patologii*. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa, 2005.
- [10] Kunachowicz. H., Nadolna I., Przygoda K., Iwanow K.: „Tabele składu i wartości odżywczej żywności”, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2005.
- [11] Mizerski W. (red): *Tablice Matematyczne*, Wydawnictwo Adamantan, Warszawa 2007.
- [12] Nijman C.A.P., Zip I.M., Sierksma A., Roodenburg A.J.C., Leenen R., Kerkhoff C., Weststrate J.A., Mejer G.W.: A method to improve the nutritional quality of foods and beverages based on dietary recommendations. *European Journal of Clinical Nutrition*, 22, 1-11, 2006
- [13] Popkin B.M., Armstrong L.E., Bray G.M., Caballero B., Frei B., Willet W.C: A new proposed guidance system for beverages consumption in the United States. *American Journal of Clinical Nutrition*, 83, 528-542, 2006.
- [14] *Roczniki Statystyczne GUS 2001-2006*
- [15] Szponar I., Sekuła W., Rychlik E., Ołtarzewski M., Figurska K.: *Badania indywidualnego spożycia żywności i stanu odżywienia w gospodarstwach domowych*. Wyd. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2003.
- [16] Urban R.: *Polski rynek żywności i napojów*. *Przem. Spoż.*, 8, 26-30,2008.

BEVERAGE CONSUMPTION HABITS AMONG ACADEMIC YOUTH – INITIAL STUDIES

Summary

The investigations aimed at familiarizing with the habits of a selected group of students, concerning the beverage consumption and the assessment of possible health hazards resulting from the consumption. Researches, were made, show that sex has influence on students' habits connected with drinks, so they should be taken into account for sample choice for studies of the problem.

Key words: water, beverages 

JOANNA BAJERSKA¹, MAŁGORZATA WOŹNIEWICZ¹, JAN JESZKA¹,
EWELINA WIERZEJSKA²

CZĘSTOŚĆ SPOŻYCIA NAPOJÓW ENERGETYZUJĄCYCH, A AKTYWNOŚĆ FIZYCZNA I WYSTĘPOWANIA NADWAGI I OTYŁOŚCI WŚRÓD MŁODZIEŻY LICEALNEJ

Streszczenie

Celem pracy była ocena różnic w częstotliwości spożywania wybranych asortymentów napojów, w tym tzw. napojów energetyzujących, wśród młodzieży licealnej w zależności od jej aktywności fizycznej oraz wielkości wskaźnika BMI. Badaną grupę stanowiło 620 uczniów (307 dziewcząt i 313 chłopców) w wieku od 16 do 20 lat z wybranych losowo 8 liceów ogólnokształcących miasta Poznania. Stwierdzono, że uczniowie przejawiający większą aktywność fizyczną w porównaniu z mniej aktywnymi dwukrotnie częściej spożywali napoje energetyzujące ($p < 0,001$), przy czym istotnie wyższa częstość spożycia dotyczyła też innych asortymentów napojów, z wyjątkiem wody mineralnej. Uczniowie ze stwierdzoną nadwagą lub otyłością ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$) znamienne rzadziej spożywali wodę mineralną ($p < 0,05$), a trzykrotnie częściej pili napoje słodzone – bez dodatków stymulujących ($p < 0,001$) niż badani z prawidłową masą ciała ($BMI 18,5\text{-}24,9 \text{ kg/m}^2$). Najbardziej widoczna różnica dotyczyła konsumpcji napojów energetyzujących, które były spożywane przez młodzież z nadmierną masą ciała ok. 8,5-krotnie częściej w porównaniu z pozostałymi rówieśnikami ($p < 0,001$). Uzyskane wyniki sugerują, że napoje energetyzujące są popularnym produktem spożywczym wśród młodzieży aktywnej ruchowo, lecz znacznie bardziej istotną pozycję zajmują one w diecie młodzieży z nadwagą i otyłością.

Słowa kluczowe: napoje energetyzujące, napoje słodzone, nadwaga, otyłość, aktywność fizyczna, młodzież licealna

Wprowadzenie

W ostatnich dwudziestu latach odnotowano ponad 300-krotny wzrost spożycia napojów orzeźwiających z dodatkiem sacharozy. Tendencje te szczególnie widoczne są u dzieci i młodzieży i łączy się je z negatywnym oddziaływaniem zwyczajów żywieniowych na zdrowie, a w szczególności na wzrost zagrożenia nadwagą i otyłością [1]. Również napoje energetyzujące należą do napojów słodzonych, zawierających przy

¹ Dr inż. J. Bajerska, dr M. Woźniewicz, prof. dr hab. J. Jeszka, Katedra Higieny Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31; 60-624 Poznań,

² E. Wierzejska, Katedra Profilaktyki Zdrowotnej, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. Smoluchowskiego 11, 60-179 Poznań

tym różnego rodzaju komponenty stymulujące psycho-fizycznie, najczęściej kofeinę, guaranę, taurynę, witaminy z grupy B i inne substancje aktywne biologiczne, jak wyciągi z miłorzębu japońskiego lub żeńszenia [2]. Napoje te są szczególnie popularne wśród uczniów szkół średnich, studentów oraz osób podejmujących wzmożoną aktywność fizyczną [2]. Niektóre z ostatnich badań sugerują, że spożycie tych środków spożywczych może przyczyniać się do chorób naczyń mózgowych [3] i zaburzeń psychicznych [4], a także do rozwoju nadwagi i otyłości, zaburzeń metabolicznych [5] oraz uszkodzeń płytki nazębnej [6]. Ponieważ napoje słodzone w tym energetyzujące wnoszą coraz więcej energii do całodziennej racji pokarmowej młodzieży [7] wydaje się celowym podjęcie badań dotyczących zwyczajów żywieniowych, związanych z ich spożyciem wśród młodych osób różniących się poziomem aktywności fizycznej i występowaniu problemów z nadmierną masą ciała.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono w roku szkolnym 2007/2008 w ośmiu losowo wybranych (za pomocą tabel liczb losowych) liceach ogólnokształcących miasta Poznania. W badaniach uczestniczyło łącznie 620 uczniów (307 kobiet i 313 mężczyzn). Oceny aktywności fizycznej licealistów dokonano za pomocą standaryzowanego Międzynarodowego Kwestionariusza Aktywności Fizycznej (IPAQ) [8]. Na podstawie uzyskanych danych, młodzież zakwalifikowano do dwóch grup osób charakteryzujących się zadowolającym i niewystarczającym poziomem aktywności fizycznej, przy czym do grupy pierwszej włączono osoby, które na zajęcia ruchowe (lekcje wychowania fizycznego i pozaszkolne zajęcia rekreacyjne) przeznaczały przynajmniej 300 minut tygodniowo [9].

Częstotliwość spożycia (4 - 5 razy dziennie, 2 - 3 razy dziennie, 1 raz dziennie, 4 - 6 razy w tygodniu, 2 - 3 razy w tygodniu, 1 raz w tygodniu, 2 - 3 razy w miesiącu, 1 raz w miesiącu, rzadziej lub nigdy), zwyczajowo wybieranych przez młodzież napojów orzeźwiających (woda mineralna, soki owocowe, napoje słodzone (bez dodatków stymulujących), napoje dla sportowców, napoje energetyzujące oraz napoje alkoholowe np. piwo) określono na podstawie kwestionariusza częstości spożycia wybranych grup produktów (FFQ). Na podstawie danych masy ciała (kg) i wzrostu (cm) obliczono wielkość wskaźnika BMI (kg/m^2), a oceny stanu odżywienia młodzieży dokonano na podstawie kryterium podanego przez Ferro-Luzziego [10]. Charakterystykę antropometryczną badanych osób przedstawiono w tab. 1.

Średnia wieku zarówno dziewcząt, jak i chłopców wyniosła $18,0 \pm 1,0$ lat. Natomiast masa ciała, przy wzroście (dziewczęta: $165,5 \pm 9,0$ cm, chłopcy: $179,0 \pm 6,0$ cm) w obu badanych grupach wyniosła odpowiednio $59,0 \pm 9,0$ kg i $72,0 \pm 11,0$ kg. Odpowiednio u 15 i 11% dziewcząt i chłopców wskaźnik BMI wskazywał na występowanie niedożywienia białkowo-energetycznego, natomiast u 3/4 badanych wskaźnik BMI

przyjmował wartości prawidłowe. Z kolei nadwaga i otyłość występowała odpowiednio u 9 i 12% dziewcząt i chłopców.

Tabela 1

Charakterystyka antropometryczna młodzieży
Anthropometric characteristic of youth

Parametry Parameters	Dziewczęta Girls N = 307 ¹ X _{śr} ± SD ² X _{mean} ± SD	Chłopcy Boys N = 313 X _{śr} ± SD X _{mean} ± SD
Wiek (lata) Age (y)	18,0 ± 1,0	18,0 ± 1,0
Wzrost (cm) Height (cm)	165,5 ± 9,0	179,0 ± 6,0
Masa ciała (kg) Body weight (kg)	59,0 ± 9,0	72,0 ± 11,0
Body Mass Index (kg/m ²)	21,6 ± 3,1	22,4 ± 3,2
Niedobór masy ciała (%) Underweight (%)	13	10
Prawidłowa masa ciała (%) Proper body mass (%)	74	71
Nadwaga i otyłość (%) Overweight and obesity (%)	13	19

¹liczba osób; number of subjects

²średnia ± odchylenie standardowe; mean ± standard deviation

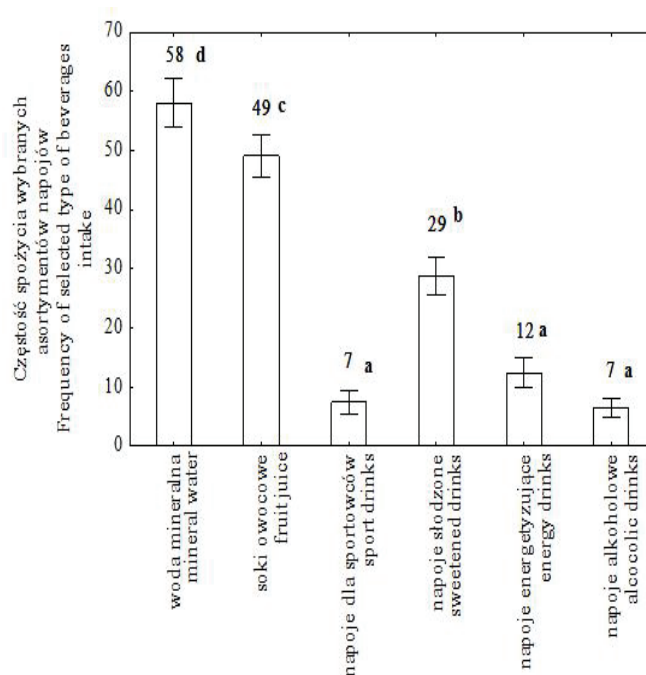
Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że młodzież licealna najczęściej ($p < 0,001$), bo blisko dwa razy dziennie spożywała wodę mineralną oraz soki owocowe. Z kolei po napoje słodzone i energetyzujące młodzież sięgała rzadziej (odpowiednio: 1 raz dziennie i co drugi – trzeci dzień), natomiast niezbyt często (przeciętnie 7 razy w miesiącu) sięgała zarówno po napoje alkoholowe i dla sportowców (rys. 1). Kanadyjskie badania dowodzą natomiast, że najczęściej wybieranymi przez młodzież w podobnym przedziale wiekowym napojami były słodzone napoje orzeźwiające, natomiast stosunkowo rzadko badani wybierali wodę mineralną i soki owocowe [11]. Harrington podaje, że ponad połowa amerykańskiej młodzieży deklaruje, że w ciągu dnia spożywa, co najmniej jedną szklankę napoju orzeźwiającego z dodatkiem sacharozy [1]. Równocześnie Rush i wsp. dowodzą, że rokrocznie wśród młodzieży rośnie popularność spożywania napojów zawierających dodatki stymulujące [5]. Przykładowo w Polsce w 2007 roku firma RedBull w stosunku do roku poprzedniego zanotowała 80% wzrost sprzedaży produkowanego przez siebie napoju [12].

Uzyskane w niniejszej pracy wyniki analizowano również pod kątem różnic pomiędzy młodzieżą aktywną i nieaktywną ruchowo oraz charakteryzującymi się prawi-

dłowymi i nieprawidłowymi wskaźnikami masy ciała (tab. 2). Stwierdzono, że uczniowie przejawiający większą aktywność fizyczną w porównaniu z mniej aktywnymi dwukrotnie częściej spożywali napoje energetyzujące ($p < 0,001$), przy czym istotnie wyższa częstość spożycia dotyczyła też innych asortymentów napojów, z wyjątkiem wody mineralnej. Uczniowie ze stwierdzoną nadwagą lub otyłością ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$) znamienne rzadziej spożywali wodę mineralną ($p < 0,05$), a trzykrotnie częściej pili napoje słodzone – bez dodatków pobudzających ($p < 0,001$) niż badani z prawidłową masą ciała ($BMI 18,5 - 24,9 \text{ kg/m}^2$). Najbardziej widoczna różnica dotyczyła konsumpcji napojów energetyzujących, które były spożywane przez młodzież z nadmierną masą ciała ok. 8,5-krotnie częściej w porównaniu z pozostałymi rówieśnikami ($p < 0,001$) (tab. 2).

Na podstawie przeprowadzonych badań można zauważyć, że napoje energetyzujące są popularnym produktem spożywczym wśród polskiej młodzieży zwłaszcza aktywnej ruchowo, lecz znacznie bardziej istotną pozycję zajmują one w diecie młodzieży z nadwagą i otyłością.



Rys. 1. Częstość spożycia wybranych asortymentów napojów

Fig. 1. Frequency of selected type of beverages intake

*Istotne różnice w częstości spożycia poszczególnych asortymentów napojów zaznaczono odmiennymi inskrypcjami literowymi

*Different of letter description indicate of significantly differences in frequency of selected type of beverages intake

Tabela 2

Porównanie częstości spożycia wybranych asortymentów napojów ze względu na wielkość wskaźnika BMI oraz poziom aktywności fizycznej
Comparison of frequency intake of different kind of beverages by BMI and physical activity level

Częstość spożycia Frequency of intake	Interpretacja BMI ¹ Interpretation of BMI			Poziom aktywności fizycznej Physical activity level	
	Niedobór masy ciała Underweight $X_{gr} \pm SD$ $X_{mean} \pm SD$ $N^2 = 72$	Prawidłowa masa ciała Proper body mass $X_{gr} \pm SD$ $X_{mean} \pm SD$ $N = 446$	Nadwaga i otyłość Overweight and obesity $X_{gr} \pm SD$ $X_{mean} \pm SD$ $N = 102$	Niedostateczna aktywność fizyczna Inadequate physical activity $X_{gr} \pm SD$ $X_{mean} \pm SD$ $N = 301$	Wystarczająca aktywność fizyczna Adequate physical activity $X_{gr} \pm SD$ $X_{mean} \pm SD$ $N = 319$
Woda mineralna Mineral water	51,6±7,0 ^{ab,4}	62,1±2,4 ^b	42,2±5,9 ^a	54,3±3,0 ^a	61,6±3,0 ^a
Soki owocowe Fruit juice	49,0±6,5 ^a	48,1±2,1 ^a	54,4±4,7 ^a	45,3±2,5 ^a	52,7±2,6 ^b
Napoje dla sportowców Sport drinks	5,0±1,9 ^b	6,4±1,1 ^a	14,5±3,7 ^b	3,9±1,1 ^a	10,9±1,6 ^b
Napoje słodzone Sweetened drinks	29,0±5,1 ^a	21,8±1,6 ^a	63,6±5,8 ^b	24,8±2,2 ^a	32,7±2,4 ^b
Napoje alkoholowe Alcoholic drinks	8,6±3,2 ^b	6,3±0,9 ^a	6,5±1,3 ^a	4,2±0,8 ^a	8,7±1,3 ^b
Napoje energetyzujące Energy drinks	5,7±2,2 ^{ab}	5,8±0,9 ^a	49,5±5,8 ^c	8,1±1,6 ^a	16,5±2,0 ^b

¹ Interpretacja BMI (body mass index) dla badanych do 18 r.ż. według siatek centylowych wskaźnika masy ciała (BMI) chłopców i dziewcząt (), a dla osób > 18 r.ż. według Ferro-Luzzi'ego ().

² Liczba osób; number of subjects

³ Średnia ± odchylenie standardowe; mean ± standard deviation

⁴ Istotne różnice w częstości spożycia wybranych asortymentów napojów, pomiędzy poszczególnymi grupami młodzieży zaznaczono odmiennymi inskrypcjami literowymi;

Niejednokrotnie stwierdzono, że spożycie napojów zawierających sacharozę (w tym napojów energetyzujących prowadzi do zwiększonego poboru energii, co w konsekwencji sprzyja powstawaniu nadwagi i otyłości [5]. Harrington wyjaśnia, że spożywanie tego typu napojów prowadzi do wzrostu stężenia glukozy we krwi, zmniejszonej wrażliwości komórek na insulinę, obniżenia uczucia sytości i w konsekwencji zwiększonego poboru energii [1].

We wspomnianych już wcześniej badaniach Rush i wsp. dowiedziono ponadto, że nadmierna konsumpcja napojów energetyzujących sprzyjała pogorszonej utylizacji tłuszczów, co przy niestatecznej aktywności ruchowej może stać się przyczyną zwiększonego otluszczenia ustroju [5]. Jak wydaje się wyniki uzyskane w niniejszej pracy potwierdzają związek częstej konsumpcji napojów energetyzujących z występowaniem nadwagi i otyłości wśród młodzieży. Powyższe obserwacje powinny zostać uwzględnione przy planowaniu działań edukacyjnych promujących zasady racjonalnego żywienia.


Literatura

- [1] Harrington S.: The role of sugar-sweetened beverage consumption in adolescent obesity: a review of the literature. *J Sch Nurs.* 2008 Feb; 24(1):3-12.
- [2] Iyadurai S.J., Chung S.S.: New-onset seizures in adults: possible association with consumption of popular energy drinks. *Epilepsy Behav.* 2007 May;10(3):504-8.
- [3] Worrall B.B, Phillips C.D, Henderson K.K.: Herbal energy drinks, phenylpropanoid compounds, and cerebral vasculopathy. *Neurology* 2005; 65: 1137–8.
- [4] Machado-Vieira R, Viale C.I, Kapczinski F.: Mania associated with an energy drink: the possible role of caffeine, taurine, and inositol. *Can J Psychiatry* 2001; 46:454–5.
- [5] Rush E., Schulz S., Obolonkin V., Simmons D., Plank L.: Are energy drinks contributing to the obesity epidemic? *Asia Pac J Clin Nutr.* 2006; 15(2):242-4.
- [6] Meadows-Oliver M., Ryan-Krause P.: Powering up with sports and energy drinks. *J Pediatr Health Care.* 2007 Nov-Dec; 21(6):413-6.
- [7] French S.A., Lin B.H., Guthrie J.F.: National trends in soft drink consumption among children and adolescents age 6 to 17 years: prevalence, amounts, and sources, 1977/1978 to 1994/1998. *J Am Diet Assoc.* 2003 Oct; 103(10):1326-31.
- [8] Meriwether R.A, McMahon P.M, Islam N, Steinmann W.C. : Physical activity assessment: validation of a clinical assessment tool. *Am J Prev Med.* 2006 Dec;31(6):484-91.
- [9] CDC. Youth Risk Behavior Surveillance – United States, 2005. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 2006; 55 (SS-5): 1-108.
- [10] Ferro-Luzzi i wsp.: A simplified approach of assessing adult chronic energy deficiency. *European J. Clinical Nutrition*, 46, 1992, 173-186.
- [11] Garriguet D.: Beverage consumption of children and teens. *Health Rep.* 2008 Dec; 19(4):17-22. -12. www.poradnikhandlowca.pl

FREQUENCY OF ENERGY DRINKS INTAKE VS. PHYSICAL ACTIVITY AND INCIDENCE OF OVERWEIGHT AND OBESITY AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS

S u m m a r y

The aim of study was to evaluate the differences in frequency of consuming of several assortments of beverages, in this so-called energy drinks, among high-school's youth depending on their physical activities and body weight status. The investigated population included 620 students (307 girls and 313 boys) in age from 16 to 20 years from randomly selected 5 high schools of Poznan city. It was found out that young subjects performing higher physical activity consumed energy drinks twice often ($p < 0,001$), in comparison to less active ones. They also manifested significantly higher frequency of consumption of other beverages assortments, with except of mineral water. Overweight and obese students ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$) consumed mineral water considerably less rarely ($p < 0,05$) than students with proper body mass ($BMI 18,5-24,9 \text{ kg/m}^2$), but drunk threefold more frequently sweetened beverages - without stimulant additives ($p < 0,001$). The most distinct difference concerned energy drinks, which were consumed 8,5-fold more frequently by youth with excessive body mass in comparison to the other peers ($p < 0,001$). The results suggest that energy drinks are popular beverages among physically active students, but have the most important contribution in the diet of overweight and obese youth.

Key words: energy drinks, sweetened beverages, overweight, obesity, physical activity, high school students 

IZABELA STEINKA

AKCEPTACJA ŻYWNOŚCI NIEKONWENCJONALNEJ PRZEZ MŁODYCH KONSUMENTÓW

Streszczenie

Celem pracy była ocena akceptacji i postaw populacji 93 konsumentów w wieku 22 -29 lat wobec żywności niekonwencjonalnej.

Badanie ankietowe posłużyło do oceny znajomości rodzajów żywności niekonwencjonalnej oraz stopnia jej akceptacji. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że pomimo słabej znajomości produktów zakwalifikowanych do rodzaju żywności niekonwencjonalnej stwierdzono wysoki stopień jej akceptacji wynikający prawdopodobnie z obawy o podejrzenie o postawę określaną jako neofobia.

Analiza wyników związanych z deklaracją odnośnie zakupu, spożycia, polecenia znajomym wykazuje na wysoki stopień nieufności w stosunku do tak zdefiniowanych środków spożywczych. Badanych charakteryzuje także niepewność co do jakości higienicznej tej żywności.

Słowa kluczowe: akceptacja, żywność niekonwencjonalna, studenci

Wprowadzenie

W literaturze przedmiotu funkcjonuje wiele podziałów żywności. Podział jest zależny od czynnika stanowiącego podstawę tej klasyfikacji [2, 10, 11].

Sposób pozyskiwania surowców stworzył pojęcie żywności ekologicznej.

Z punktu widzenia technologii wytwarzania można również środki spożywcze podzielić na żywność konwencjonalną wytwarzaną sprawdzonymi technologiami i żywność niekonwencjonalną.

Do żywności niekonwencjonalnej zaliczyć należy takie produkty żywnościowe, których, wzbogacenie w organiczne ekstrakty z komórek pochodzenia roślinnego lub w niejadalne części roślin i zioła lub substancje pochodzenia zwierzęcego wymaga znaczących modyfikacji w technologiach wytwarzania, a cechy sensoryczne odbiegają od normatywnych na danym obszarze geograficznym i kulturowym. W skład tego typu żywności należy włączyć także żywność programowaną, suplementowaną (bogata

w fitozwiązki), *pharmafood* oraz żywność wzbogaconą o inhibitory karcinogenezy (*chaemopreventive agent*). Brak uwzględnienia konieczności modyfikacji technologii wytwarzania takich środków spożywczych prowadzi niekiedy do uproszczonego jej klasyfikowania jako żywność funkcjonalną.

Konsumenci przyzwyczajeni do tradycyjnego modelu żywienia nie zawsze akceptują nowatorskie rozwiązania technologiczne. Postawa konsumentów wobec żywności jest jednak zależna od wielu czynników socjoekonomicznych i biologicznych. Z badań wynika, że akceptacja nowatorskich propozycji żywieniowych jest też istotnie związana z wiekiem [1, 8].

Celem niniejszej pracy była ocena akceptacji żywności niekonwencjonalnej przez studentów oraz wiedzy na jej temat wśród tej populacji.

Material i metody badań

Przedmiotem badań była znajomość i akceptacja niekonwencjonalnych środków spożywczych pochodzenia zwierzęcego w odbiorze młodych konsumentów.

Badania poświęcone były także wiedzy konsumentów o żywności niekonwencjonalnej. Zamierzonym efektem przeprowadzonych było uzyskanie informacji na temat znajomości i akceptacji produktów żywnościowych, takich jak napoje fermentowane z niekonwencjonalnymi dodatkami roślinnymi i suplementami oraz przetworów mięsnych wzbogacanych warzywami. Dotyczyło to takich produktów jak jogurty z koenzymem Q, amarantusem i cukrownicą oraz twarożków z aloesem i kielbasy z ekstraktem kapusty.

Populację badaną stanowiło 93 respondentów w wieku od 22 do 29 lat, do których skierowana była pisemna, bezpośrednia ankieta, zawierająca 11 pytań zamkniętych i otwartych. Ankieta zawierała m.in. pytania o definicję żywności niekonwencjonalnej, sposób czerpania informacji o tej żywności, znajomość firm, które zajmują się jej dystrybucją. Druga grupa pytań dotyczyła akceptacji w diecie, zakupu, spożycia i polecenia znajomym wymienionych produktów stanowiących żywność niekonwencjonalną. Końcowa część ankiety zawierała pytania dotyczące postrzegania różnic między oboma rodzajami żywności.

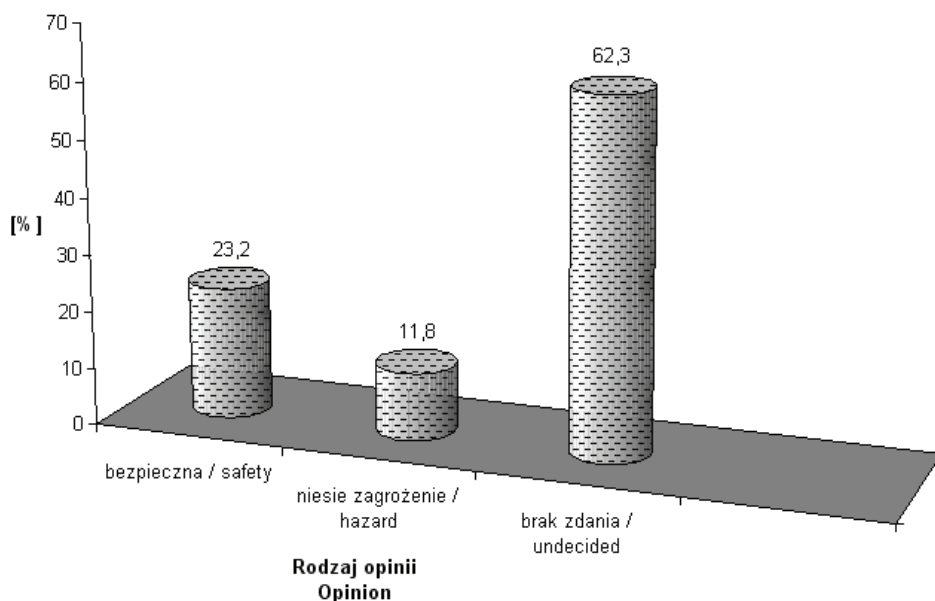
W ankiecie uczestniczyło 15 % mężczyzn i 85% kobiet, studentów ostatnich dwóch lat kierunku Towaroznawstwa.

Wyniki i dyskusja

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że dla większości respondentów pojęcie żywności niekonwencjonalnej łączyło się z żywnością suplementowaną i GMO.

45% badanych przydzieliło wymienione produkty do żywności modyfikowanej genetycznie lub do suplementowanej (tab. 1). Wielu badanych oba rodzaje żywności łączyło z napojami mlecznymi i wyrobami wędliniarskimi wymienionymi w ankiecie.

Żaden z respondentów nie wymienił żywności *preventive food*. Pojęcia te były obce badanej populacji. 4,3 % scharakteryzowało wymienione produkty jako żywność programowaną, lub *pharmafood*.



Rys. 1. Opinie respondentów na temat żywności niekonwencjonalnej

Fig. 1. Respondent perception of unconventional food

Na pytanie „czy żywność niekonwencjonalna różni się od tradycyjnej” wielu respondentów nie udzieliło żadnej odpowiedzi. Zaledwie 2,1% z badanych stwierdziło, że różnica może łączyć się z właściwościami prozdrowotnymi wymienionych produktów. Kilku respondentów wymieniło jako różnice inny smak, i zapach a 15,3% badanych stwierdziło, że różnica między żywnością niekonwencjonalną a żywnością tradycyjną polega na dłuższym terminie przydatności do spożycia tej pierwszej. Nieliczni respondenci (5,2%) uznali, że ten rodzaj produktów spożywczych wykazuje lepszy smak.

Studenci pytani o bezpieczeństwo żywności niekonwencjonalnej wykazywali umiarkowane zaufanie do jej jakości higienicznej. Większość respondentów nie miała zdania na temat bezpieczeństwa tego rodzaju produktów, a żaden nie potrafił wymienić zagrożeń związanych z jej spożywaniem. Niewielki odsetek badanych (11,8%) twierdził, że żywność ta niesie zagrożenie zdrowotne (rys. 2).

Tabela 1

Identyfikacja żywności niekonwencjonalnej przez respondentów
Unconventional food in respondents identification

Rodzaje żywności Food type	Odsetek odpowiedzi Percent of respondents
Modyfikowana genetycznie (GMO) Food with genetically modified organism	26,8
Suplementowana Supplemented food	18,1
Programowana Disainer Food	3,2
Pharmafood	1,1
Preventive food	0
Suplementowana + GMO Supplemented Food + GMO	8,4
Suplementowana + GMO + programowana Supplemented Food +GMO+ Designer Food	3,2
Pharmafood+GMO	2,2
Suplementowana + GMO + programowana+ Pharmafood Supplemented Food+GMO+Designer Food+Pharmafood	3,2
Wszystkie wymienione rodzaje żywności All type of food	1,1
Żaden rodzaj None of food	0

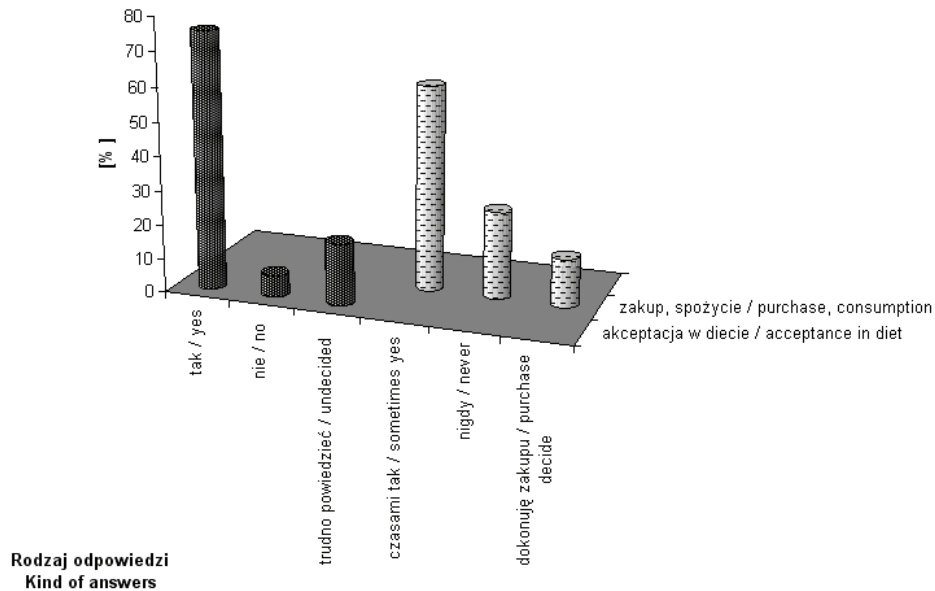
Opracowanie własne

Żaden z respondentów nie utożsamiał tej żywności ze sposobem wytwarzania lub rodzajem stosowanych dodatków.

Większość respondentów jako źródło informacji na temat istnienia i jakości żywności niekonwencjonalnej wskazywała prasę (6,4%) i telewizję (9,7%) oraz tyle samo badanych - internet. Wysoki odsetek badanych (25,8%) deklarowało literaturę fachową jako główne źródło informacji na temat żywności niekonwencjonalnej. Inne środki przekazu takie jak radio oraz znajomi (3,2%) nie stanowiły znaczącego źródła wiedzy z tej dziedziny.

Respondenci pytani o znajomość wymienionych w ankiecie produktów, wskazywali najczęściej na tradycyjny jogurt owocowy (35,4%) i kielbasę z ekstraktem kapusty (14,1%). Nikt z badanych studentów nie zaznaczył jogurtu z dodatkiem cukrownicy również niewielki odsetek badanych wykazał znajomość twarożku z aloesem i jogurtu z amarantusem (Tab. 2).

Możliwość wymienienia producenta tych wyrobów przez badaną populację ograniczała się w wypowiedziach badanych, głównie do firmy Bakoma i Maćkowy.



Rys. 2. Akceptacja w diecie, zakup lub/i spożycie żywności niekonwencjonalnej przez respondentów
 Fig. 2. Respondent acceptance, purchase, and/or intake of unconventional food

Tabela 2

Znajomość żywności niekonwencjonalnej przez respondentów
 Respondent familiarity with unconventional food

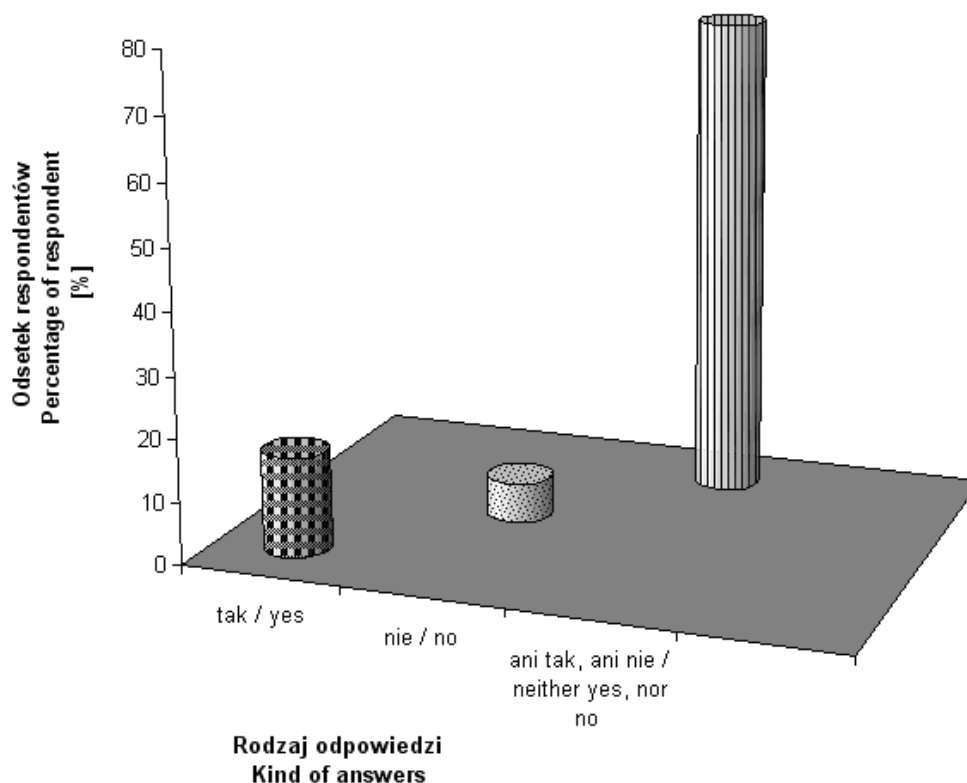
Rodzaj żywności Food type	Odsetek respondentów Respondents percentage
Twarożek z aloesem Cottage with aloe	3,2
Jogurt z amarantusem Yoghurt with amarantus	3,2
Jogurt z koenzymem Q Yoghurt with coenzyme Q	5,4
Jogurt z cukrownicą Yoghurt with „cukrownica”	0
Kielbasa ekstraktem kapusty Sausage with cabbage extract	14,1
Jogurt owocowy Fruit Yoghurt	35,4
Żaden z produktów None of the products	10,7
Jogurt owocowy + jeden lub dwa produkty niekonwencjonalne Fruit Yoghurt + one or two unconventional products	25,8
Dwa produkty niekonwencjonalne Two unconventional products	2,2

Opracowanie własne

Pozostali wymieniani w ankiecie producenci tj. Danone, Morliny, czy Krakus, oraz niewielkie prywatne zakłady mięsne były zaznaczane zaledwie przez jednego lub dwóch respondentów.

Na pytanie dotyczące o studiowanie składu przed zakupem żywności niekonwencjonalnej respondenci odpowiadali przeważnie, że czynią to niekiedy (36,6%), zawsze dokonywało tego 55,9% konsumentów natomiast nigdy nie analizowała informacji na opakowaniach populacja 7,5% badanych.

Spożycie lub zakup żywności niekonwencjonalnej deklarowało jednak zaledwie 14,2% ankietowanych. Ponad sześćdziesiąt procent respondentów przyznawało, że czyni to czasami a 25,6% badanych nigdy nie spożywała ani nie kupowała żywności niekonwencjonalnej (ryc. 3).



Rys. 3 Rekomendacje zakupu żywności niekonwencjonalnej przez respondentów.
Fig. 3. Respondent recommendation of unconventional food purchase.

Na pytanie czy respondenci zaakceptowałyby w swojej diecie któryś z wymienionych produktów, rozkład odpowiedzi był znaczny. 75,5 % ankietowanych potwierdziło możliwość włączenia żywności niekonwencjonalnej do swojej diety. 18,1% bada-

nych wyraziło brak zdecydowania w tej kwestii, a 6,4% nie zaakceptowałaby w swojej diecie żywności wzbogaconej niekonwencjonalnymi dodatkami (ryc. 3).

Istotnymi dla potwierdzenia nastawienia młodych konsumentów do tej formy żywności byłyby wyniki związane z poleceniem zakupu tej żywności innym osobom.

77,4% badanych wykazywała brak zaufania do tej formy żywności o czym świadczy fakt, że to ponad $\frac{3}{4}$ respondentów wstrzymała się od decyzji polecenia jej zakupu znajomym (ryc. 3).

Uzyskane wyniki świadczą o średnim poziomie wiedzy studentów na temat stosowania niekonwencjonalnych dodatków do żywności. Wykazują oni również niewielkie zainteresowanie nowymi asortymentami żywności, co można tłumaczyć zarówno brakiem czasu, zainteresowania tym obszarem aktywności lub niewielką zasobnością portfela, co w pewnej mierze potwierdzałyby odpowiedzi na pytanie dotyczące zakupu produktów niekonwencjonalnych. Większość respondentów (60,2%) pytanych o możliwość zakupu wymienionych w ankiecie produktów odpowiadała na pytanie, używając pojęcia „trudno powiedzieć”.

Z uwagi na wzrastającą liczbę nowych produktów żywnościowych znajomość wiedzy na temat ich obecności na rynku i jakości u przyszłych potencjalnych konsumentów jest niezwykle ważna.

Przeprowadzone badania wykazały, że istnieje wysoki stopień akceptacji nowych form żywności wśród młodych odbiorców. Podobnie jak grupa badanych w studiach Koskinena powodem akceptacji nowych produktów żywnościowych przez ankietowanych studentów były cechy sensoryczne takie jak smak i zapach [7].

Postawa 75% ankietowanych wobec żywności niekonwencjonalnej wykazuje jednak na brak wiedzy odnośnie tej żywności. Obawa przed posądzeniem o neofobie skłania ich do deklaracji, że taką żywność zaakceptowałiby w swoim menu, natomiast wyniki związane z zakupem, spożyciem, poleceniem znajomym i niepewność jakości higienicznej tej żywności wykazują na wysoki stopień nieufności w stosunku do tak zdefiniowanych środków spożywczych. Wyniki ankiety wskazują również, że zachowanie większości konsumentów wobec żywności niekonwencjonalnej należy do grupy klasyfikowanej jako niezamierzone.

Wcześniejsze badania Dąbrowskiej i wsp. [3] dowiodły, że zjawisko neofobii nie jest charakterystyczne dla młodych odbiorców. Z innych studiów wynika, że neofobia nie musi istotnie wpływać na stopień akceptacji nowych form żywności wśród konsumentów, co zostało potwierdzone badaniami porównawczymi prowadzonymi jednocześnie na grupie konsumentów zaliczanych do neofili i neofobów [5].

Inne badania wykazały jednak, że wiedza i świadomość dotycząca określonego rodzaju żywności stanowi kluczowy czynnik jej wyboru i akceptacji [4].

Również z przeprowadzonych przez nas wcześniejszych badań wynikało, że wśród znanych produktów z nietypowymi dodatkami badani wymieniali jogurt z ama-

rantusem. Aż 42% kobiet między 20 - 40 rokiem życia wykazywała znajomość jogurtu z aloesem, ale tylko 26% wprowadziłoby ten asortyment do swojego menu [9].

Powyższe dane wskazują na fakt, że poziom akceptacji żywności z nowymi rodzajami dodatków lub korelowanie przez producenta składników pochodzenia zwierzęcego i roślinnego (kiełbasa z kapustą) znacznie wzrósł w ciągu ostatnich dwóch lat. I jakkolwiek analizy prowadzone przez Kahkonen i wsp. [6] negują tę teorię w stosunku do podobnego asortymentu jaki występował w niniejszym badaniu, to można postawić tezę, że wielkość populacji respondentów wykazujących postawę niezdecydowania wobec niekonwencjonalnej żywności może wynikać z braku wiedzy na temat interakcji między jej funkcją zdrowotną i interakcjami z organizmem.

Wnioski

1. Zmiana nomenklatury żywności prezentowanej konsumentom powodowała brak zdecydowania odnośnie zakupu i spożycia oraz brak świadomości jakości higienicznej tej żywności.
2. Badana grupa konsumentów wykazała wysoki stopień akceptacji nowych produktów żywnościowych i deklarację chęci włączenia ich do swojej diety
3. Deklarowanie chęci stosowania nowych produktów przez młodych konsumentów nie pokrywały się z ich pełnym zaufaniem do tej żywności, co odzwierciedlał poziom rekomendacji tych produktów innym osobom.

Literatura

- [1] Babicz-Zielińska E.: Jakość żywności w ocenie konsumentów, Wyd. Nauk. GTN Gdańsk 2006.
- [2] Bloch A., Thompson C.A.: Position Statement of American Dietetic Association: Phytochemical and functional foods. J. Americ. Diet. Assoc., 2001, 96.
- [3] Dąbrowska., Babicz-Zielińska E., Owczarek T., Zabrocki R.: Zjawisko neofobii wobec nowych produktów żywnościowych. Zarządzanie produktem – wyzwania przyszłości, 2006, 175-182.
- [4] Czapska M., Jeznach M., Święcicka A.: Zachowanie konsumentów na rynku żywności funkcjonalnej. Handel Wewnętrzny., 2002, 48, 30-33.
- [5] Henriques A.S., King S.C., Meiselman L.: Consumer segmentation based on food neophobia and its application to product development, Food Quality and Preference, 2009, 20 (2), 83-91.
- [6] Kahkonen P., Tourila H., Lawless H.: Lack of the effect of taste and nutrition claims on sensory and hedonic responses to a fat-free yogurt. Food Quality and Preference, 1997, 8, 125-130.
- [7] Koskinen S., Kalviainen N., Tourila H.: Perception of chemosensory stimulation and related responses to flavored yogurts in the young and elderly. Food Quality and Preference, 2003, 14, 623-635.
- [8] Rigal N., Frelut M. L., Hladik C.M., Simme B., Pasquet P.: Food neophobia in the context of a varied diet induced by a weight reduction program in massively obese adolescents. Appetite, 2006, 46 (2), 207-214.
- [9] Steinka I., 2008, *Problemy z wdrożeniem nowego asortymentu serów podpuszczkowo-kwasowych* – Innovations and Innovativeness in Agrobusiness Wydawnictwo SGGW Warszawa 1 (10), 2007, 31-42.
- [10] Tourilla H.: Keeping up with change. Consumer responses to new and modified foods. Food Chain. 11-12.

- [11] Świdorski F., Wawszkiewicz-Robak B., Hoffman M.: Żywność funkcjonalna-implikacje żywieniowe. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 4 (29), supl. 2001, 133-149.

ACCEPTANCE OF UNCONVECTIONAL FOOD FOR YOUNG CONSUMERS

S u m m a r y

The aim of this study was assesment of acceptance and behaviour toward unconvencionala food in young consumers becaming to students population between 22 to 29 years old. Study was usefulness to assesment knowledge different kind of non traditional food and its acceptance level.

Results of this study indicated that poor knowledge about unconventional food consumers raveled high level of the acceptance. It was probably caused for fear of the divided to the neophobic groups.

Results analysis showed that young consumers characterized mistrust towards this kind of foods. Respondents don't recommend this kind of food for his friends and not frequently bought its for themselves.

Investigations showed also that respondents don't known about a hygienic quality of this unconventional foods.

Key words: acceptance, unconventional food, students ☒

WIOLETTA SEMENIUK

ZWYCZAJE ŻYWIENIOWE STUDENTÓW Z UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE STOSUJĄCYCH DIETY ALTERNATYWNE

Streszczenie

Diety alternatywne stają się coraz popularniejsze wśród studentów, którzy są podatni na wszelkiego rodzaju nowości, także te dotyczące sposobu żywienia. Nieprawidłowo stosowana dieta alternatywna może doprowadzić do niedoborów składników odżywczych w organizmie, wykształcenia nieprawidłowych nawyków żywieniowych i zwiększonego ryzyka powstawania chorób cywilizacyjnych.

Celem pracy była ocena zwyczajów żywieniowych studentów stosujących diety alternatywne z uwzględnieniem częstotliwości spożywania wybranych produktów spożywczych.

Badania zostały zrealizowane metodą ankietową wśród 253 studentów Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, w okresie od listopada 2007 roku do lutego 2008 roku. Ankieta zawierała pytania dotyczące ogólnej charakterystyki studentów, sposobu żywienia, zwyczajów żywieniowych oraz stosowania diet alternatywnych.

Kobiety częściej deklarowały korzystanie z diet niż mężczyźni. U kobiet stosujących dietę rzadziej występowała nadwaga (11,1%) w porównaniu do mężczyzn (37,5%). Studenci stosowali głównie diety redukcyjne (52,3%) oraz ograniczali liczbę posiłków spożywanych w ciągu dnia. Badane osoby korzystające z diet alternatywnych częściej konsumowały produkty spożywcze polecane w racjonalnym żywieniu.

Słowa kluczowe: częstotliwość spożycia, diety alternatywne, studenci

Wprowadzenie

Młodzież akademicka jest specyficznym środowiskiem, podatnym na wpływ mass mediów promujących niekonwencjonalne poglądy żywieniowe. Propagowany w mediach szczupły wygląd staje się wśród młodych ludzi synonimem sukcesu i atrakcyjności oraz gwarantem akceptacji ich nowego otoczenia [5]. Brak wiedzy u młodych ludzi na temat zasad racjonalnego sposobu żywienia oraz ich nieprzestrzeganie może prowadzić do ukształtowania się złych nawyków żywieniowych a to powoduje zwiększone ryzyko występowania chorób cywilizacyjnych w przyszłości [1, 7, 8].

Dr W. Semeniuk, Zakład Bromatologii i Fizjologii Żywienia, Wydz. Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Prawidłowo stosowana dieta alternatywna powinna pokrywać zapotrzebowanie na poszczególne składniki pokarmowe i energię uwzględniając przy tym czasową eliminację lub ograniczenie stosowania określonych technik kulinarnych oraz spożycia pewnych produktów i potraw. Wśród popularnych diet alternatywnych wyróżnić możemy: dietę śródziemnomorską, optymalną, zgodną z grupą krwi, Montignac, wegetarianizm i inne diety redukcyjne [4, 9, 10].

Celem pracy była ocena zwyczajów żywieniowych studentów Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie stosujących diety alternatywne z uwzględnieniem częstotliwości spożywania wybranych produktów spożywczych.

Material i metody badań

Anonimowe badania ankietowe zostały przeprowadzone wśród 253 studentów Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w wieku 19-26 lat. Kobiety stanowiły 65,61% (166 studentek) ogólnej liczby respondentów a mężczyźni 34,39% (87 studentów). Badanie przeprowadzono stosując kwestionariusz autorski składający się z trzech części i zawierający 22 pytania, głównie w formie zamkniętej. Pierwsza część ankiety dotyczyła ogólnej charakterystyki respondentów, druga część - sposobu żywienia i zwyczajów żywieniowych, trzecia część ankiety składała się z pytań dotyczących stosowania diet alternatywnych wśród badanych studentów.

W celu oznaczenia częstotliwości spożywania 29 wybranych produktów spożywczych posłużono się 6 – stopniową skalą, z określeniami słownymi i przypisanymi im wartościami liczbowymi (częstotliwość spożycia: kilka razy dziennie – wartość liczbowa: 6, raz dziennie – 5, kilka razy w tygodniu – 4, kilka razy w miesiącu – 3, około raz w miesiącu – 2, rzadko lub nigdy - 1). Na podstawie średnich częstotliwości spożycia wybranych produktów przypisano im odpowiednią pozycję w rankingu.

Oceniono stan odżywienia studentów w oparciu o parametry antropometryczne tj. masy ciała i wzrostu, na podstawie, których wyliczono wskaźnik wzrostowo-wagowy (kg/m^2) (BMI– Body Mass Index).

Dane liczbowe uzyskane na podstawie oznaczenia częstotliwości spożywania wybranych produktów, zostały poddane analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica wersja 5, testem analizy wariancji jednoczynnikowej ANOVA przyjmując poziom istotności $\alpha=0,05$ i $0,01$.

Wyniki i dyskusja

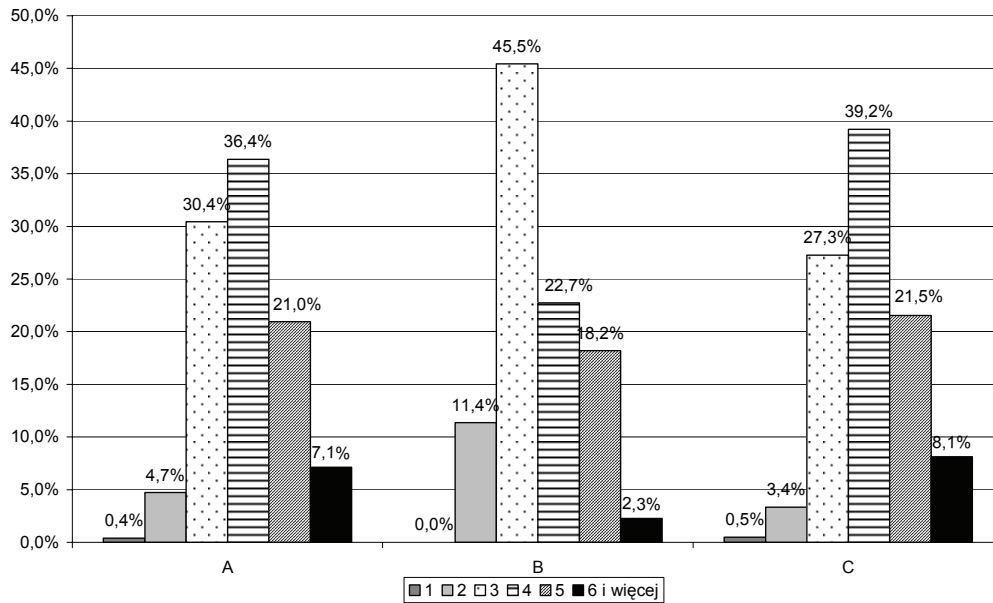
Wśród respondentów prawie 1/5 osób stosowała dietę alternatywną w okresie prowadzonych badań (17,39% ogółu). Więcej kobiet deklarowało korzystanie z diet (21,69% ogółu kobiet) niż mężczyzn (9,20% ogółu mężczyzn). Około 1/3 studentów IV i V roku studiów przyznawała się do stosowania diety a wśród studentów młodszych lat było to mniej niż 16%.

Wśród ogółu badanych zdecydowana większość (74,71%) to osoby o prawidłowej masie ciała. Wskaźnik BMI dla 19,28% kobiet (jako procent ogółu kobiet) i 3,45% mężczyzn (jako procent ogółu mężczyzn) miał wartości niższe od 18,5 i wskazywał na niedowagę. Wśród respondentów korzystających z diety prawidłową masę ciała posiadało 69,44% kobiet oraz 62,50% mężczyzn. Stwierdzono również, iż znaczny odsetek (37,50%) mężczyzn stosujących diety alternatywne charakteryzował się BMI większym lub równym 25, co wskazuje na nadwagę lub otyłość. W przeciwieństwie do studentek będących na diecie gdzie takie wartości wskaźnika BMI odnotowano tylko u 11,11%. Wśród osób stosujących diety alternatywne odnotowano 19,45% kobiet z niedoborem masy ciała a wśród mężczyzn nie stwierdzono niedowagi. Wyniki badań dotyczące masy ciała studentów są zbliżone do badań innych autorów. W badaniach Gacek [3] stwierdzono, że zarówno wśród studentek jak i studentów dominowały osoby z prawidłową masą ciała. Studentki częściej wykazywały niedowagę, a studenci nadwagę. Badania potwierdzają, iż kobiety są bardziej niż mężczyźni niezadowolone ze swego ciała. Im większa masa ciała u kobiet (mierzona przy pomocy BMI) tym większe niezadowolenie z własnego ciała, natomiast w grupie mężczyzn nie jest to jednoznacznie związane ich negatywną oceną ciała [11]. Tłumaczy to, iż prawie 90% kobiet z niedowagą oraz prawidłową masą ciała stosuje różne diety alternatywne.

Ponad połowa wszystkich badanych studentów określiła swoją aktywność fizyczną jako umiarkowaną (53,75%). Podobnie wśród studentów będących na diecie 56,82% deklarowało umiarkowaną aktywność fizyczną. Wyniki te znalazły potwierdzenie w innych badaniach [2].

Respondenci stosujący dietę spożywali mniej posiłków dziennie (wykres 1). Ta negatywna tendencja może być związana z błędnym poglądem, iż jednym z wymogów prowadzenia diety jest ograniczenie liczby spożywanych posiłków.

W tabeli 1 zostały przedstawione wyniki dotyczące częstotliwości spożywania określonych produktów. Produkty spożywcze takie jak: herbata (średnia częstotliwość spożycia produktu – 5,49), margaryna/masło (4,94) i pieczywo jasne (4,72) były produktami najczęściej konsumowanymi przez ogół badanych studentów. W jadłospisach studentów rzadko pojawiała się żywność „fast food” (2,59), wołowina (2,49) i kasze (2,45). Studenci stosujący dietę częściej niż pozostali badani konsumowali owoce, soki owocowe lub warzywne, płatki zbożowe oraz otręby (dla $P \leq 0,05$) oraz fermentowane napoje mleczne, pieczywo ciemne, razowe, pełnoziarniste (dla $P \leq 0,01$), natomiast zdecydowanie rzadziej takie produkty jak: pieczywo jasne, cukier do kawy lub herbaty, słodycze, ziemniaki, wieprzowinę, jaja, wędliny tłuste, żywność „fast food” (dla $P \leq 0,01$) oraz ser żółty, kluski, makaron i śmietanę. Wiąże się to z pewnością z ograniczeniami spożywania pewnych produktów spożywczych wynikające ze stosowania diet alternatywnych.



A – Ogół studentów; A – All students; B - Studenci stosujący diety alternatywne; B - Students using alternative diets; C- Studenci nie stosujący diet alternatywnych; C - Students not using alternative diets

Rys. 1. Liczba spożywanym posiłków dziennie (% odpowiedzi)

Fig. 1. The number of meals consumed daily (% of answers)

Tabela 1

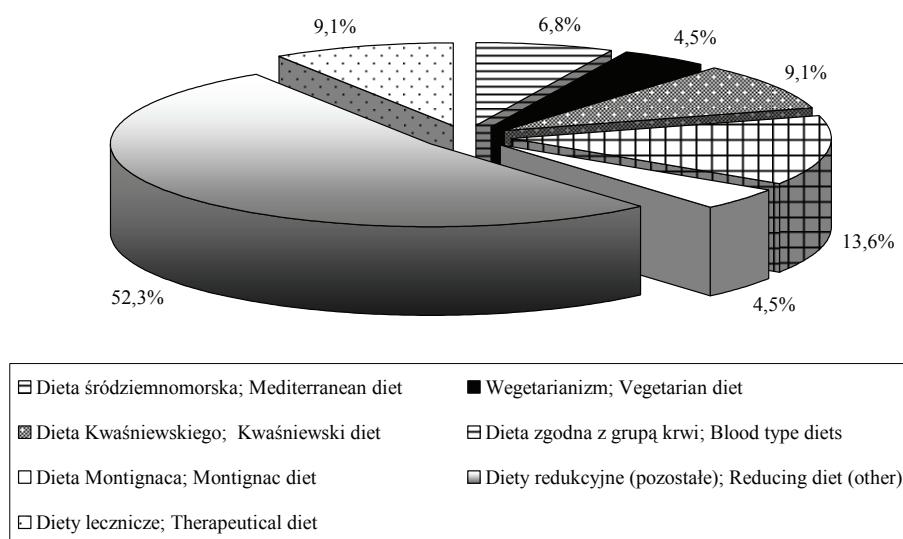
Częstotliwość spożywania wybranych produktów w zależności od stosowania diet (w skali 6-stopniowej)
The frequency of selected products' consumption according to the used diet (six-point scale)

Produkty spożywcze Foodstuffs	Respondenci						
	A \bar{X}	R	B \bar{X}	R	C \bar{X}	R	SEM
Herbata Tea	5,49	1	5,48	1	5,49	1	0,06
Margaryna/masło Margarine/butter	4,94	2	4,59	3	5,02	2	0,09
Pieczywo jasne White bread	4,72	3	3,39 ^B	14	5,00 ^A	3	0,10
Owoce Fruits	4,41	4	4,68 ^a	2	4,35 ^b	5	0,06
Cukier do herbaty/kawy Sugar	4,24	5	2,86 ^B	22	4,53 ^A	4	0,13
Warzywa Vegetable	4,22	6	4,43	6	4,18	7	0,07
Soki owocowe/warzywne Fruit juices/vegetable juices	4,22	7	4,57 ^a	4	4,14 ^b	8	0,08
Wędliny chude	4,11	8	3,82	9	4,18	6	0,08

Low-fat cold cuts							
Napoje mleczne fermentowane Fermented milk beverage	3,97	9	4,41 ^A	7	3,88 ^B	10	0,07
Słodycze Sweets	3,79	10	3,07 ^B	16	3,94 ^A	9	0,08
Pieczywo ciemne, razowe, pełnoziarniste Whole-meal bread	3,78	11	4,43 ^A	5	3,65 ^B	15	0,10
Mleko Milk	3,73	12	4,00	8	3,67	13	0,08
Mięso drobiowe Poultry	3,63	13	3,45	11	3,67	12	0,06
Ser żółty Hard cheese.	3,62	14	3,27 ^b	15	3,70 ^a	11	0,08
Ziemniaki Potato	3,53	15	2,89 ^B	21	3,66 ^A	14	0,06
Kawa Coffee	3,44	16	3,50	10	3,43	17	0,12
Wieprzowina Pork	3,40	17	2,91 ^B	19	3,51 ^A	16	0,08
Ser twarogowy Cottage cheese	3,27	18	3,41	13	3,24	19	0,07
Jaja Eggs	3,23	19	2,84 ^B	23	3,31 ^A	18	0,07
Kluski, makaron Noodle, pasta	3,16	20	2,91 ^b	20	3,22 ^a	20	0,05
Płatki zbożowe, otręby Flakes cereal, bran	3,02	21	3,45 ^a	12	2,93 ^b	23	0,09
Ryż Rice	3,01	22	2,93	18	3,03	21	0,06
Ryby Fish	2,92	23	3,00	17	2,90	24	0,06
Śmietana Sour cream	2,91	24	2,52 ^b	26	2,99 ^a	22	0,07
Alkohol Alcohol	2,84	25	2,70	24	2,87	26	0,07
Wędliny tłuste Fat cold cuts	2,74	26	2,09 ^B	28	2,88 ^A	25	0,09
Żywność "fast food" Fast food	2,59	27	1,86 ^B	29	2,74 ^A	27	0,08
Wołowina Beef	2,49	28	2,25	27	2,54	28	0,08
Kasze Grits	2,45	29	2,68	25	2,40	29	0,07

A – Ogół studentów; A – All students; B - Studenci stosujący diety alternatywne; B - Students using alternative diets; C- Studenci nie stosujący diet alternatywnych; C - Students not using alternative diets; \bar{X} - średnia arytmetyczna; \bar{X} - arithmetical mean; SEM – błąd standardowy; SEM – standard error; R- pozycja w rankingu; R- position in rating; ^{a, b} – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($P \leq 0,05$); ^{A, B} – wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($P \leq 0,01$); ^{a, b} – values in the same rows with different letters differ significantly ($P \leq 0,05$); ^{A, B} – values in the same rows with different letters differ significantly ($P \leq 0,01$)

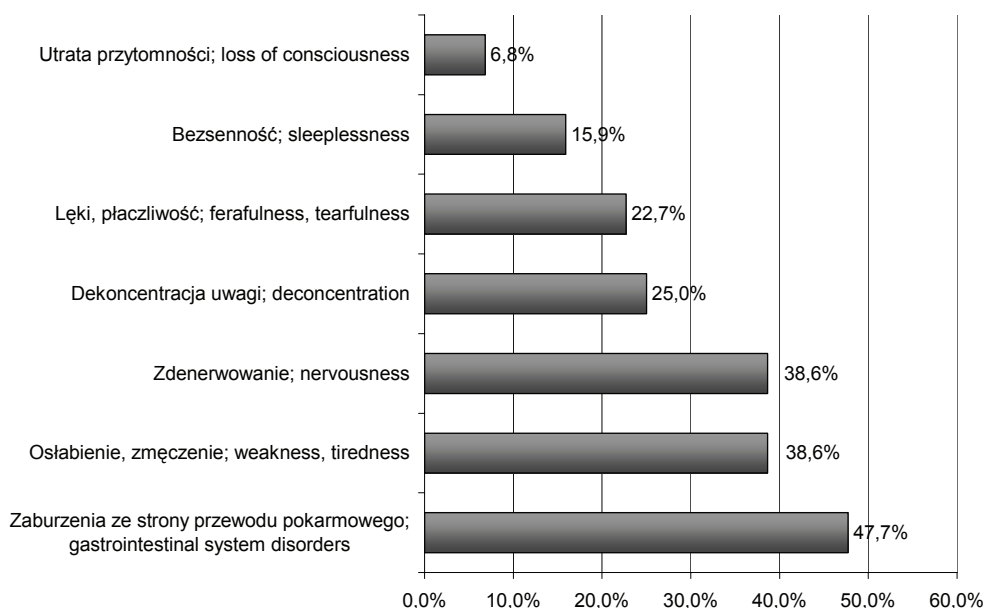
Ponad połowa studentów, która deklarowała stosowanie diety alternatywnej, korzystała głównie z różnych diet redukcyjnych. Duża część ankietowanych wybierała następujące diety alternatywne: zgodną z grupą krwi, dietę Kwaśniewskiego tzw. optymalną. Studenci obok diet alternatywnych deklarowali również stosowanie diet leczniczych. Mniejszym zainteresowaniem wśród respondentów cieszyły się takie diety jak śródziemnomorska, wegetariańska oraz dieta Montignaca (rys. 2). Otrzymana częstotliwość stosowania diet alternatywnych w badaniach własnych różniła się od podawanych w badaniach innych autorów. Kołajtis- Dołowy i Pietruszka [6] stwierdziły w swojej pracy, że młodzież wieku od 16 do 18 lat najczęściej korzystała z rozmaitych diet odchudzających (36,2 %). Wśród respondentów 22,2% stosowało diety leczniczych, mimo że większość diet takich cech nie miała, nie były one polecane przez lekarzy, a głównie zestawione były indywidualnie pod wpływem kolegów lub czasopism. Duża część respondentów stosowała diety wegetariańskie (19,3 %). W następnej kolejności znalazły się diety: dieta optymalna (3,4 %), dieta zgodna z grupą krwi (2,3 %), Montignaca (1,9 %).



Rys. 2. Rodzaj stosowanych diet przez studentów (jako % odpowiedzi osób stosujących dietę)
Fig. 2. Type of diets used by students (as a % of the responses of people using diet)

Z nieumiejętnym oraz długotrwałym stosowaniem diet alternatywnych związane jest zagrożenie pojawienia się negatywnych objawów zdrowotnych (wykres 3). Część badanych studentów w trakcie stosowania diet odczuwała zaburzenia ze strony przewodu pokarmowego oraz osłabienie, zmęczenie, zdenerwowanie, dekoncentrację uwa-

gi, lęki, płaczliwość, bezsenność i utratę przytomności. Występowanie negatywnych objawów zdrowotnych podczas stosowania diet odchudzających związane jest między innymi ze zmianą stanu emocjonalnego, do których zalicza się: zwiększony niepokój, wrogość, depresję [12].



Rys. 3. Negatywne objawy zdrowotne zaobserwowane przez studentów w trakcie stosowania diet (jako % odpowiedzi osób stosujących dietę)

Fig. 3. The negative health symptoms observed in students during the application of the diet (as % of the responses of people using diet)

Studenci jako przyczynę stosowania diety podawali przede wszystkim potrzebę obniżenia masy ciała (59,09%) i troskę o zdrowie oraz samopoczucie (54,54%). Natomiast 1/5 respondentów podała, że stosowanie przez nich diety wynika z pobudek filozoficzno-światopoglądowych (9,09 %).

Wśród badanych studentów 81,80% polecało stosowane przez siebie diety.

Wnioski

1. Studenci deklarujący stosowanie diety alternatywnej spożywali mniej posiłków, ale w ich jadłospisach częściej pojawiały się produkty polecane w racjonalnym zdrowym żywieniu (owoce, soki, płatki zbożowe lub otręby, napoje mleczne fermentowane, pieczywo ciemne, razowe, pełnoziarniste). Unikali natomiast produktów spożywczych bogatych w tłuszcze i łatwo przyswajalne węglowodany.

2. Stosowanie diet alternatywnych wiązało się z wahaniami stanu emocjonalnego i zaburzeniami ze strony przewodu pokarmowego.
3. Studentki częściej stosują diety, choć rzadziej stwierdzano u nich nadwagę.
4. Największą popularnością cieszyły się typowe diety odchudzające oraz dieta zgodna z grupą krwi.

Literatura

- [1] Duda B.: Sposób żywienia wśród młodzieży akademickiej. *Ann. UMCS Sectio D. Medicina*, 2005, 60 (85), 391-394.
- [2] Duda G., Suliburska J.: Stosowanie używek i ocena wybranych parametrów stanu zdrowia młodzieży akademickiej. *Nowiny Lek.* 2002, 71 (4-5), 217-221.
- [3] Gacek M.: Charakterystyka sposobu żywienia młodzieży rozpoczynającej studia w Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie. *Roczn. PZH*, 2003, 54 (2), 207-212.
- [4] Hamułka J., Wawrzyniak A., Targowska E.: Ocena wartości odżywczej wybranych diet odchudzających publikowanych w prasie kobiecej. *Żyw. Człow. Met.*, 2003, 30 (1/2), 341-346.
- [5] Kleszczewska E., Masłowska J., Szpaków A.: Propagowanie zdrowego modelu życia przez środki masowego przekazu a zagrożenia związane ze stosowaniem diet na przykładzie studentów Wyższej Szkoły Kosmetologii i Ochrony Zdrowia w Białymstoku oraz Państwowego Uniwersytetu im. Janki Kupały w Grodnie. *Gin. Pol.*, 2008, 4, 32-35.
- [6] Kołłajtis - Dołowy A., Pietruszka B.: Stosowanie diet alternatywnych w wybranej grupie młodzieży. *Annales UMCS Sectio D. Medicina*. 2003, 58 (116), 51-54.
- [7] Małara B., Góra-Kupilas K., Joško J.: Odżywianie się i inne elementy stylu życia studentów Politechniki Śląskiej – doniesienie wstępne *Zdr. Publ.*, 2006, 116 (10), 132-134.
- [8] Obuchowicz A., Kniażewska M., Pietrzak J., Świętochowska-Chechlińska A.: Profilaktyka chorób cywilizacyjnych u dzieci i młodzieży. *Lek. Pol.*, 2005, 7-8, 50-54.
- [9] Sińska B., Gulińska E., Heropolitańska - Janik J.: Mity i prawdy o dietach odchudzających. *Ann. UMCS Sectio D. Medicina*. 2003, 58 (220), 95-99.
- [10] Zahorska-Markiewicz B.: Kontrowersje wokół diet. *Endokrynol. Otyłość i Zaburz. Przem. Materii*, 2005, 1 (1), 9-14.
- [11] Zarek A.: Porównanie subiektywnej oceny ciała mężczyzn i kobiet w wieku 19-25 lat *Ann. Acad. Med. Stein.*, 2007, 53 (3), 26-33.
- [12] Zubrzycka E.: *Schudnąć bez diety. Mity na temat nadwagi*. Wyd. Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2005, 31-46.

EATING HABITS OF STUDENTS OF THE UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES IN LUBLIN USING ALTERNATIVE DIETS


Summary

Alternative diets become more popular among students, who are susceptible to on any kind of news, including feeding patterns. Incorrectly used alternative diet can cause deficiency of nutrients in organism, formation of incorrect eating habits and increased risk of civilization diseases.

The aim of the study was the assessment of the eating habits of students using alternative diets based on the frequency of some foodstuffs consumption.

The study was conducted, using questionnaire methods, among 253 students at the University of Life Sciences in Lublin, in the period from November 2007 to February 2008. Questionnaire included questions concerning general characteristic of students, their eating habits, and usage of alternative diets.

Generally women more often used the alternative diets than men. In group of women using these diets more rarely the overweight was occurred (11,1%), in comparison with men (37,5%). Students used mainly weight-reducing diets (52,3%) and reduced number of their meals. The respondents using the alternative diets consumed, the foodstuffs recommended in rational nutrition, more frequently.

Key words: consumption frequency, alternative diets, students 

ANETA SIGŁOWA, BARTOSZ BERTRANDT, MAŁGORZATA CONDER,
KAROLINA BERTRANDT, ANNA LISIECKA, PAULINA KUBIAK,
ALEKSANDRA URBAŃSKA

SUPLEMENTACJA DIETY WŚRÓD STUDENTÓW

Streszczenie

Celem pracy była ocena stosowania suplementów diety wśród studentów 4 wybranych wyższych uczelni Warszawy i Tarnowa. Wykazano, że stosowanie suplementów w badanej populacji było zjawiskiem powszechnym. 38,2% badanych studentów stosowało suplementację diety, z czego 51,5% przynajmniej raz dziennie. Kobiety częściej niż mężczyźni stosowały suplementację diety.

Słowa kluczowe: suplementacja, suplementy diety, studenci

Wprowadzenie

Styl życia współczesnych społeczeństw charakteryzuje się ciągłą pogonią za czasem, nadmiernym obciążeniem pracą, a także wysokim stopniem stresu, a więc czynnikami, które z reguły stanowią przyczynę występowania wielu nieprawidłowości w żywieniu człowieka. Nierzadko występujące w takiej sytuacji niedobory żywieniowe niektórych składników odżywczych, szczególnie witamin i składników mineralnych, mogą być, i często są, uzupełniane suplementami diety. Także powszechnie występująca agresywna reklama powoduje, że w ostatnich latach „swoistą modą” stało się stosowanie suplementów diety, szczególnie przez młodzież i ludzi starszych.

Suplementacja diety, jest to indywidualne przyjmowanie deficytowego składnika pokarmowego w formie jedno- lub wieloskładnikowego preparatu, który w zależności od dawki może być suplementem lub lekiem [6].

Suplementy diety mogą być źródłem składników o działaniu odżywczym lub innym wpływającym na funkcje fizjologiczne organizmu, co pozwala zapobiegać skutkom nieracjonalnego sposobu żywienia [7]. Są to z reguły witaminy, prowitaminy, składniki mineralne, niektóre aminokwasy, lub też nienasycone kwasy tłuszczowe.

Suplementy diety mają na celu uzupełnienie codziennej deficytowej racji pokarmowej w niektóre składniki mineralne, czy witaminy i sprzedawane są w postaci umożliwiającej dawkowanie, na przykład w postaci kapsułek, pastylek, tabletek, czy też saszetek z proszkiem. Konsument musi mieć pełną informację o suplemencie diety, stąd też ich wprowadzanie do obrotu oraz dystrybucję regulują odpowiednie akty prawne.

Suplementy diety wprowadzane do obrotu na terenie Rzeczypospolitej Polskiej muszą być znakowane, zgodnie z wymaganiami określonymi w:

- Ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia [19].
- Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 9 października 2007 r. w sprawie suplementów diety [11].
- Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 10 lipca 2007 r. w sprawie znakowania środków spożywczych [12].
- Rozporządzeniu (WE) Nr 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności [14]; z uwzględnieniem zmian, stosownie do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 109/2008 z dnia 15 stycznia 2008 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności [15].
- Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 23 kwietnia 2004 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych i substancji pomagających w przetwarzaniu [13].

Stosowanie suplementów diety powinno być świadome i uzasadnione ze zdrowotnego punktu widzenia, bowiem bezkrytyczne przyjmowanie tego rodzaju preparatów może prowadzić m.in. do przedawkowania niektórych składników pokarmowych i związanych z tym konsekwencji zdrowotnych. Szacuje się, że niedobory, lub też nadmiar niektórych składników odżywczych w diecie człowieka, przyczyniają się do rozwoju około 80 dietozależnych jednostek chorobowych, którymi dotkniętych jest ok. 20% ogółu ludności naszego kraju. Najczęściej jest to choroba niedokrwienności serca, zawał serca, nadciśnienie, udary mózgu, cukrzyca, kamica żółciowa, osteoporoza, niedobór jodu, otyłość, zatrucia pokarmowe i szereg innych schorzeń [5]. Dlatego tak ważną jest kwestia bezpieczeństwa stosowania suplementacji. Zwiększająca się na rynku liczba suplementów diety, a także wzrastający odsetek osób stosujących wzbogacanie diety, wskazuje na celowość uwzględniania tego zjawiska w badaniach żywieniowych.

Celem pracy była ocena stosowania suplementów diety wśród studentów 4 wybranych wyższych uczelni Warszawy i Tarnowa.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono metodą ankietową wśród 440 studentów. Ankietyzacją objęto studentów Wydziału Nauki o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, kierunków Zdrowia Publicznego oraz

Turystyki Uczelni Warszawskiej im. Marii Skłodowskiej Curie w Warszawie, Wydziału Farmacji oraz oddziału Dietetyki Wydziału Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Medycznego w Warszawie, a także kierunków Pielęgniarstwa, Informatyki i Elektroniki Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Tarnowie. Studenci odpowiadali na pytania dotyczące stosowania oraz częstotliwości stosowania suplementów diety, a także rodzajów stosowanych suplementów. Badanych studentów podzielono na grupy związane z kierunkiem studiów oraz ze względu na płeć. Do obliczeń statystycznych zastosowano pakiet Statistica 8.

Wyniki i dyskusja

Badaniom poddano 440 studentów, w tym 363 kobiet i 77 mężczyzn (tab. 1).

Tabela 1

Liczba osób uczestniczących w badaniach studiujących na wybranych wydziałach (K-kobiety, M-mężczyźni).

The number of examined students studying in selected faculties (K- women, M- men).

Płeć Sex	Dietetyka Dietetics	Nauka o Żywieniu Człowieka Faculty of Human Nutrition	Zdrowie Publiczne Public Health	Pielęgniar- stwo Nursing	Farmacja Pharmacy	Turystyka Tourism	Informatyka Elektronika IT and Electronics	Razem Total
K	65	61	46	81	81	29	-	363
M	6	11	8	-	20	18	14	77
Razem Total	71	72	54	81	101	47	14	440

Średnia wieku badanych studentów wynosiła 23 lata.(tab. 2).

Tabela 2

Średnia wieku studentów uczestniczących w badaniach studiujących na wybranych wydziałach (K-kobiety, M-mężczyźni).

The mean age of students studying in selected faculties (K- women, M- men).

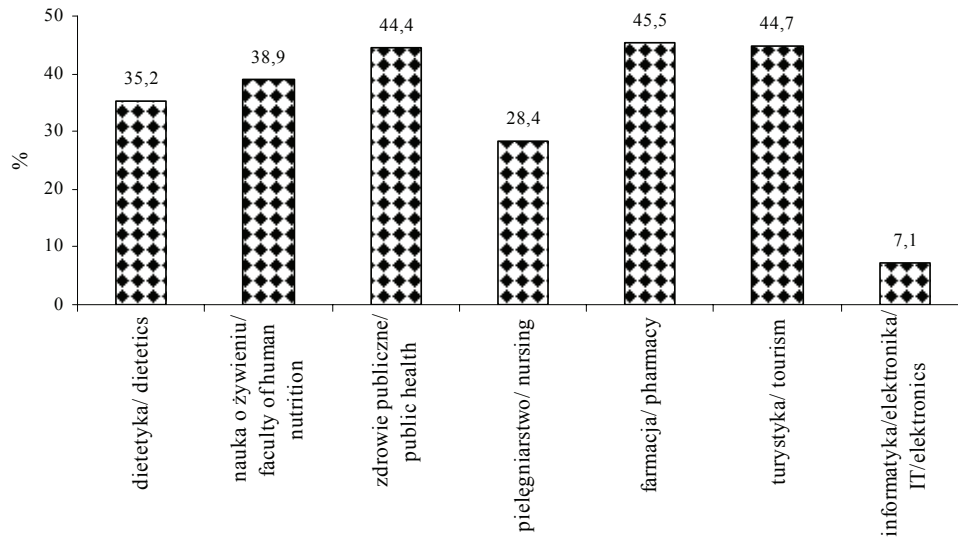
Płeć Sex	Dietetyka Dietetics	Nauka o Żywieniu Człowieka Faculty of Human Nutrition	Zdrowie publiczne Public Health	Pielęgniar- stwo Nursing	Farmacja Pharmacy	Turystyka Tourism	Informatyka Elektronika IT Electronics	Średnia wieku Mean of age
K	23±1,50	23±1,89	24±4,03	21±2,12	23±1,08	24±6,10	-	23±2,79
M	23±1,09	23±0,67	24±3,65	-	22±1,87	25±6,04	21±0,95	23±2,38

Wyniki wielu badań prowadzonych tak w kraju, jak i zagranicą, wykazują powszechne stosowanie suplementów diety w żywieniu człowieka, przy czym zjawisko to jest wyraźnie nasilone wśród studentów, którzy stosują je często i w dużych dawkach. Stąd też, stosując suplementy diety należy mieć wiedzę dotyczącą ich skuteczności oraz bezpieczeństwa, a także możliwości przedawkowania niektórych składników, które zawarte są w dziennej racji pokarmowej. Z badań prowadzonych przez Jarosza (2008) wynika, że co piąty Polak w wieku powyżej 15 roku życia sięgał w ciągu roku po suplementy diety. Zażywane są one głównie z powodu zmęczenia, osłabienia i/lub choroby. Młodzi stosowali je w celu wspomaganie organizmu przy zwiększonym wysiłku i z powodów związanych z poprawą urody, podczas gdy starsi, by wzmocnić serce, kości i stawy. Ogółem 22% Polaków w ciągu ostatniego roku zażywało, co najmniej 1 suplement, w tym 16% mężczyzn i 28% kobiet. Wśród zażywających, 29% deklaroowało, że stosowało je niemal codziennie lub codziennie przez cały rok. Wykazano także, że im wyższe było wykształcenie badanych, tym częściej stosowali oni suplementy diety [7].

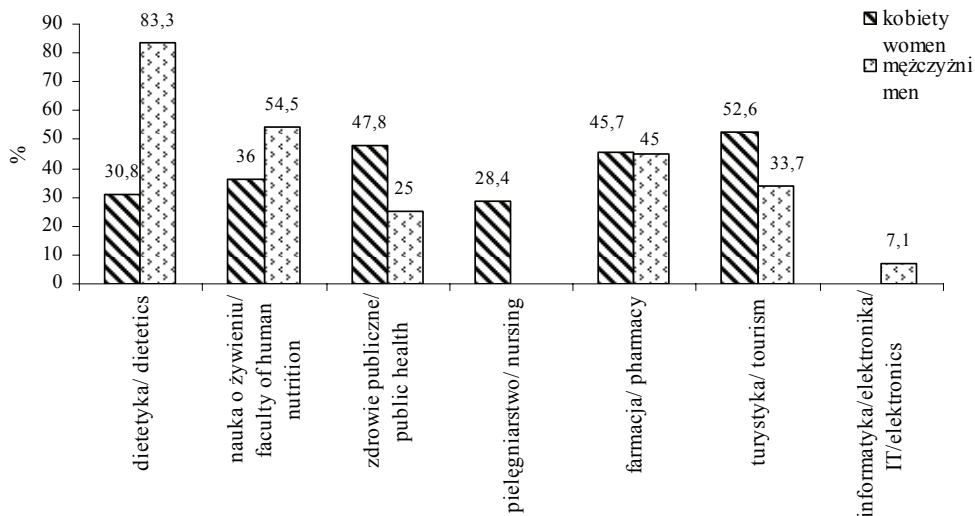
Stosowanie suplementacji deklaroowało 168 badanych studentów tj. 38,2% wszystkich ankietowanych. Wśród 363 kobiet, 139 stosowało suplementy diety, co stanowiło 38,3%, podczas gdy w grupie 77 badanych studentów, 29 deklaroowało stosowanie suplementów, co stanowiło 37,7 % ogółu mężczyzn (tab. 4, 5).

Wykazano, że stosowanie suplementów diety przez studentów studiujących na kierunkach technicznych, tj. na informatyce i elektronice było najniższe i dotyczyło 7,1% badanych. Odsetek studentek studiujących pielęgniarstwo i stosujących suplementację wynosił 28,4%, podczas gdy suplementowanie diety deklaroowało 35,2% studentów dietetyki i 38,9% studentów z kierunku nauka o żywieniu człowieka. 44,4% osób studiujących zdrowie publiczne, oraz 44,7% studentów turystyki stosowało suplementację. Stosowanie suplementów diety deklaroowało także 45,5% ogółu badanych studiujących farmację (rys. 1).

Analizując stosowanie suplementacji przez kobiety i mężczyzn wykazano, że wśród studiujących dietetykę oraz żywienie człowieka, stosowanie suplementacji diety było częstsze u mężczyzn aniżeli u kobiet, podczas gdy na pozostałych kierunkach studiów zauważalna była przewaga kobiet stosujących suplementy diety. Wśród studiujących farmację odsetek stosujących suplementację, zarówno studentek, jak i studentów był zbliżony i wynosił ok. 45% (rys. 2).



Rys. 1. Odsetek badanych studentów stosujących suplementację diety
Fig. 1. Per cent of examined students using dietary supplementation



Rys. 2. Odsetek kobiet i mężczyzn stosujących suplementację diety
Fig. 2. Per cent of female and male students using dietary supplementation

Zbadano także, czy stosowanie suplementacji przez studentów było uwarunkowane kierunkiem studiów. Wykazano istotną statystycznie różnicę (przy $p < 0,05$) w stosowaniu suplementacji przez osoby studiujące kierunki medyczne, w porównaniu

z kierunkami techniczno-informatycznymi. W obrębie kierunków medycznych stwierdzono różnicę w spożyciu suplementów na poziomie istotnym statystycznie (przy $p < 0,05$) pomiędzy grupami: Pielęgniarstwo-Zdrowie Publiczne, Farmacja-Pielęgniarstwo oraz Turystyka-Pielęgniarstwo. W pozostałych grupach medycznych nie stwierdzono różnic statystycznych.

Z przeprowadzonych wcześniej badań przez Jeżewską-Zychowicz (2007), których celem była ocena stosowania suplementów wśród studentów reprezentujących różne kierunki studiów oraz kontroli ich przyjmowania, zarówno poglądy jak i zachowania badanych związane z uzupełnieniem diety suplementami były także warunkowane kierunkiem studiów. Autorzy wykazali, że decyzje o stosowaniu suplementów były podejmowane przez większość studentów samodzielnie, bez konsultacji z lekarzem. W ciągu 3 miesięcy poprzedzających badanie suplementy witaminowo-mineralne stosowało badanych 63,9% osób. Badanie przeprowadzono na Wydziale Nauki o Żywności Człowieka i Konsumpcji SGGW oraz innych Wydziałach SGGW i uczelniach warszawskich, w których problematyka związana z żywieniem, żywnością oraz zdrowiem nie była przedmiotem studiowania [8].

Z badań Bujko i wsp. wynika, że ponad 60% studentów SGGW stosowało suplementację diety, z czego 7% codziennie [3].

Z niniejszej pracy wynika, że wśród 139 kobiet stosujących suplementację, 3,6% kilka razy dziennie zażywało suplementy, 54,7% przynajmniej raz dziennie, 22,3% kilka razy w tygodniu, 12,2% kilka razy w miesiącu, a 7,2% - rzadziej niż kilka razy w miesiącu (tab.3, rys.3).

Wśród 29 mężczyzn stosujących suplementację diety, 48,3% deklarowało suplementowanie diety przynajmniej raz dziennie, 27,6% kilka razy w tygodniu, a 24,1% kilka razy w miesiącu. Żaden z badanych mężczyzn nie stosował suplementacji rzadziej niż kilka razy w miesiącu oraz częściej niż raz dziennie (tab. 4, rys.3). Wykazano także, że kobiety stosowały suplementy bardziej regularnie niż mężczyźni.

Wykazano, że głównymi suplementami diety stosowanymi przez studentów były preparaty witaminowe oraz preparaty witaminowo-mineralne. Około 60% osób, które deklarowały stosowanie suplementów diety, stosowało witaminy, a ok. 50% preparaty mineralne. Zarówno studentki, jak i studenci stosowali preparaty energetyzujące, jednakże suplementacja tego typu preparatami dotyczyła w większej mierze mężczyzn (ponad 50% badanych). Także częstotliwość stosowania preparatów energetyzujących w grupie mężczyzn była wysoka, podczas gdy kobiety częściej stosowały suplementy z kategorii inne, tj. preparaty na poprawę urody, cery, włosów itp. Zarówno kobiety, jak i mężczyźni studiujący farmację, częściej stosowali preparaty mineralne, podczas gdy studenci innych kierunków studiów, chętniej wybierali preparaty witaminowe (tab. 5, rys. 4, 5, 6).

Tabela 3

Częstość suplementacji wśród studentek:

Frequency of dietary supplementation among female students:

- A- kilka razy dziennie (few times a day)
- B- przynajmniej raz dziennie (at least once a day)
- C- kilka razy w tygodniu (few times a week)
- D- kilka razy w miesiącu (few times a month)
- E- rzadziej niż kilka razy w miesiącu (rare than few times a month)

Uczelnia Faculty	Dietetyka Dietetics	Nauka o Żywieniu Człowieka Faculty of Human Nutrition	Zdrowie Publiczne Public Health	Pielęgniar- stwo Nursing	Farmacja Pharmacy	Turystyka Tourism	Razem Total
Liczba kobiet na kierunku studiów The number of female students	65	61	46	81	81	29	363
Liczba kobiet stosujących suplementację The number of female students using dietary suppl.	20	22	22	23	37	15	139
A	-	2	-	-	2	1	5
B	13	10	12	22	9	10	76
C	5	6	4	1	14	1	31
D	1	3	3	-	8	2	17
E	1	1	3	-	4	1	10

Z badań przeprowadzonych wśród studentów Wydziału Farmaceutycznego AM w Białymstoku w marcu 2006 roku wynika, że 53,7% kobiet i 45,5% mężczyzn stosowało dodatkową suplementację. Wśród nich 37,3% respondentek oraz 36,4% respondentów zażywało preparaty witaminowo-mineralne. Suplementacja witaminami została odnotowana u 7,5% studentek oraz 9,1% studentów, a 8,9% kobiet potwierdziło dodatkową suplementację preparatami mineralnymi [4].

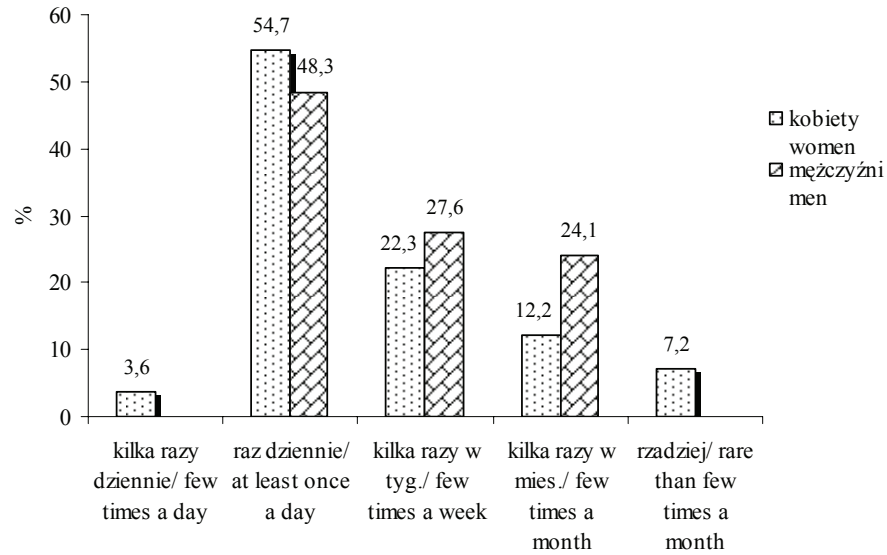
Tabela 4

Częstość stosowania suplementów wśród studentów:
 Frequency of dietary supplementation among male students:

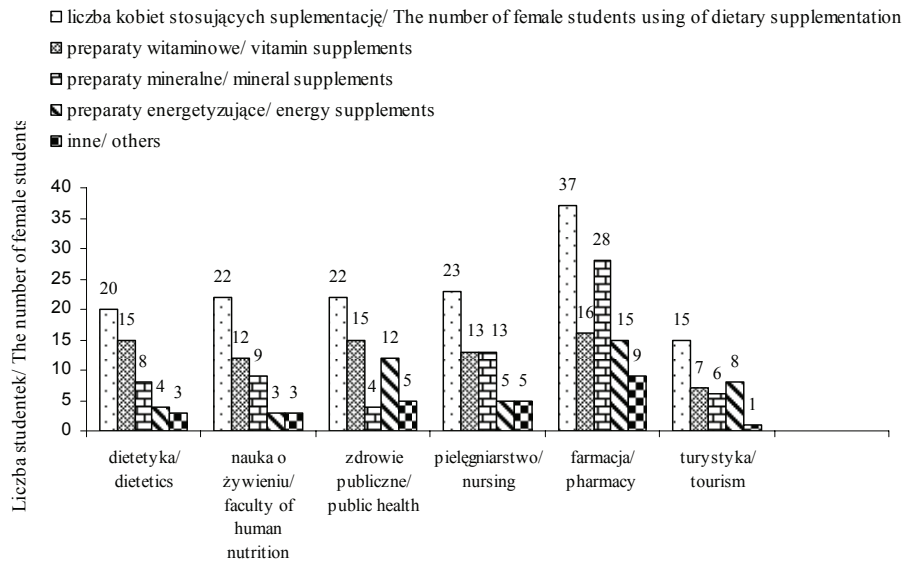
- A- kilka razy dziennie (few times a day)
- B- przynajmniej raz dziennie (at least once a day)
- C- kilka razy w tygodniu (few times a week)
- D- kilka razy w miesiącu (few times a month)
- E- rzadziej niż kilka razy w miesiącu (rare than few times a month)

Uczelnia Faculty	Dietetyka Dietetics	Nauka o Żywieniu Człowieka Faculty of Human Nutrition	Zdrowie Publiczne Public Health	Farmacja Pharmacy	Turystyka Tourism	Informatyka Elektronika IT Electronics	Razem Total
Liczba mężczyzn na kierunku studiów. The number of male students	6	11	8	20	18	14	77
Liczba mężczyzn stosujących suplementację The number of male students using dietary suppl.	5	6	2	9	6	1	29
A	-	-	-	-	-	-	0
B	2	4	1	6	-	1	14
C	1	-	1	2	4	-	8
D	2	2	-	1	2	-	7
E	-	-	-	-	-	-	0

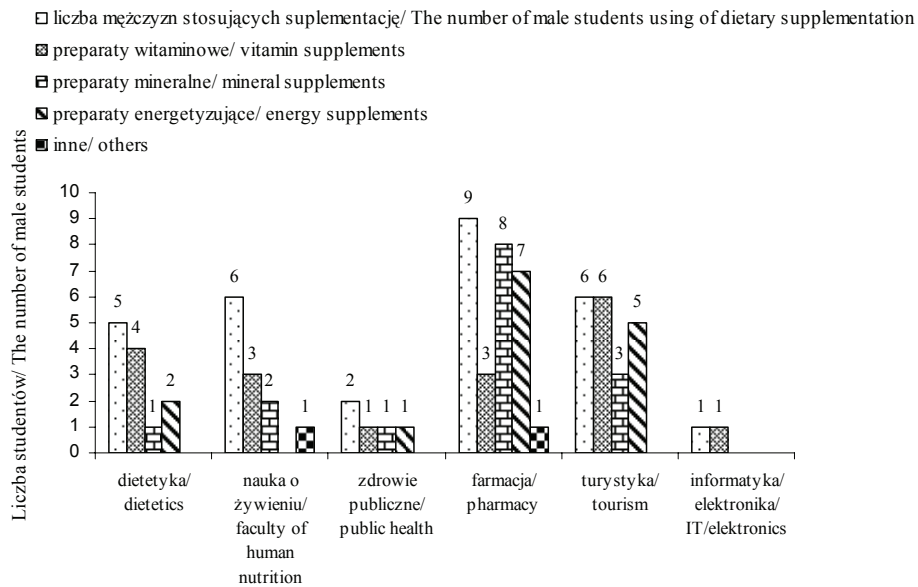
Z badań przeprowadzonych wśród młodzieży akademickiej w Poznaniu wynika, że 53,1% populacji studentów stosowało preparaty witaminowe i/lub mineralne. Spośród 130 kobiet 66,1% stosowało suplementację farmakologiczną, podczas gdy w tej samej liczebnie grupie mężczyzn, tego typu uzupełnianie diety deklarowało 40% badanych. U osób zażywających suplementy składniki mineralne pochodziły głównie z preparatów witaminowo-mineralnych, a w znacznie mniejszym stopniu tylko z preparatów mineralnych [2]. Badania prowadzone wśród studentów Akademii Medycznej i Politechniki Wrocławskiej wykazały również, że kobiety częściej niż mężczyźni stosowały suplementy diety [10]. Wyniki innych badań dotyczących suplementacji diety wśród studentów Wydziału Lekarskiego Warszawskiej Akademii Medycznej wykazały że stosowanie suplementacji diety deklarowało 40,2% kobiet i 30,8% mężczyzn.



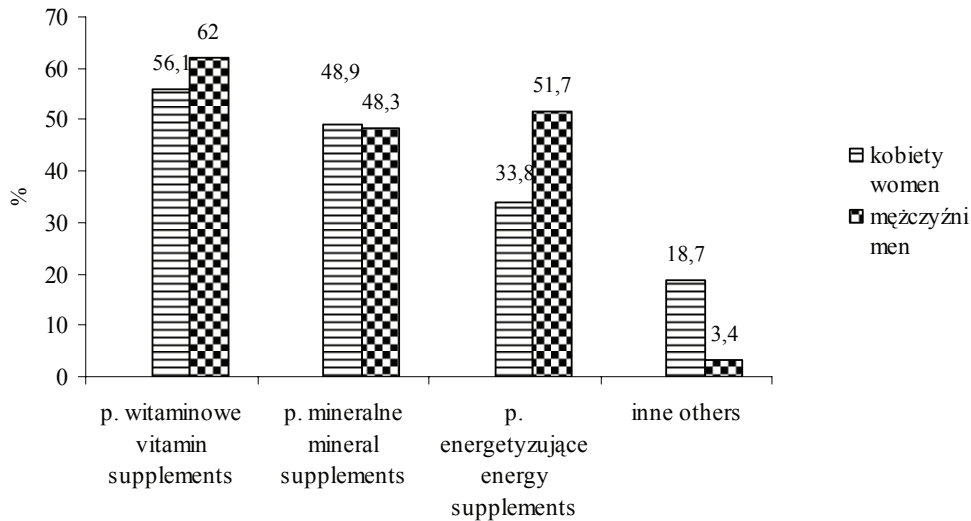
Rys. 3. Odsetek studentów stosujących suplementację
Fig. 3. Per cent of students using supplementation



Rys. 4. Rodzaj stosowanych suplementów przez studentki.
Fig. 4. Kind of dietary supplements using by female students.



Rys. 5. Rodzaj stosowanych suplementów przez studentów.
 Fig. 5. Kind of dietary supplements using by male students.



Rys. 6. Rodzaj stosowanych suplementów podany w procentach.
 Fig. 6. Kind of dietary supplements using by students in %.

Wśród osób stosujących suplementację większą popularnością cieszyły się preparaty wieloskładnikowe (Centrum, Multiwitamina oraz Plussz) niż preparaty pojedynczych witamin i/lub minerałów [20].

Tabela 5

Najczęściej stosowane przez studentów suplementy diety (K-kobiety, M-mężczyźni).
The most frequently supplements of diet used by students (K-women, M-men).

Płeć Sex	Preparaty witaminowe Vitamin supplements	Preparaty witaminowo-mineralne Vit.-Min. suppl.	Preparaty mineralne Mineral supplements	Preparaty energetyzujące Energy supplements	Inne Others
K	Multiwitamina Capiwit A+E, Vitaral, Supradyn, Prenatal, Wit. B Complex, Wit. C	Centrum, Falvit, Vigor, Zdrovit, Plussz	Ascofer, Osteogel, magnez, calcium, chrom orga- niczny, cynk, wapń, żelazo	Tiger, Red bull, Powerade	Lecytyna, Ome- ga-3, Vitapil, Revalid, Silica, Belissa, prepara- ty ze skrzyphu, tran, błonnik, Czosnek Forte, Laktomag, <i>Ginkgo biloba</i> , sok z aloesu, <i>Echinacea pur- purea</i>
M	Multiwitamina, Wit. C, Supradyn	Plussz	magnez	Tiger, Red bull, Powerade, R-20, Burn Trec- live ener- gy, Plussz active	Omega-3, Białko

Stosowanie suplementacji diety jest także rozpowszechnione wśród studentów innych państw. Badania dotyczące suplementacji diety preparatami witaminowymi lub wapniowymi, przeprowadzone wśród 2316 studentów medycyny 16 uniwersytetów medycznych USA wykazały, że 50% badanych stosowało suplementację preparatami multiwitaminowymi, a 16% wapniem, przy czym suplementacja stosowana była częściej przez kobiety. Wykazano także, że suplementację multiwitaminą chętniej stosowali studenci o regularnej aktywności fizycznej, posiadający dzieci, z niedowagą oraz kobiety spożywające alkohol w umiarkowanych ilościach [16]. Wyniki innych badań, dotyczących suplementacji diety przez 247 kanadyjskich sportowców studiujących na uniwersytecie wykazały, że 98,6% stosowało suplementy diety, głównie preparaty białkowo-węglowodanowe i kreatyninę, przy czym zjawisko to dotyczyło w większej mierze mężczyzn aniżeli kobiet. Powodem stosowania suplementów diety była chęć utrzymania dobrego stanu zdrowia oraz informacje internetowe, jak również informacje pochodzące od kolegów [9]. Wykonano także wiele badań dotyczących suplementacji diet preparatami innymi aniżeli witaminowe i mineralne, których wyniki wskazują

na istotny wzrost tego rodzaju suplementacji, szczególnie w krajach zachodnich. W badaniach przeprowadzonych na jednym z tureckich uniwersytetów udział wzięło łącznie 1871 studentów, w tym 909 mężczyzn i 962 kobiety. Wykazano, że suplementację diety preparatami innymi aniżeli witaminowe i mineralne stosowało 16,6% mężczyzn oraz 16,5% kobiet. W przeważającej mierze stosowano trzy preparaty tj. preparaty zawierające wyciągi z jeżówki purpurowej (*Echinacea purpurea*), żeńszenia (*Panax ginseng*) oraz miłorzębu japońskiego (*Ginkgo biloba*) [1].

W niniejszej pracy wykazano, że kobiety częściej niż mężczyźni stosowały suplementy diety poprawiające ich urodę, takie które działają na włosy, paznokcie czy skórę (tab. 5).

W badaniach dotyczących stosowania suplementacji diety, przeprowadzonych wśród studentów uniwersytetu w Ammanie w Jordanii, wykazano, że w ciągu ostatniego roku dietę suplementowało 27,4% ogółu studentów, w tym 22% mężczyzn i 30,2% kobiet. Dietę suplementowano głównie preparatami multiwitaminowymi (10,4%) i multiwitaminowo – multimineralnymi (10%). Najczęściej suplementację stosowały kobiety, osoby niepalące, o wysokim dochodzie na członka rodziny, aktywne fizycznie, wegetarianie oraz o prawidłowej wartości wskaźnika względnej masy ciała (BMI). Najczęstszym powodem stosowania suplementów diety były zalecenia lekarza, a głównym źródłem informacji o preparatach byli lekarze i farmaceuci [18]. Natomiast wyniki badań przeprowadzonych na uniwersytecie w Tampa w USA wykazały, że wśród 201 studentów 70,6% stosowało suplementy diety bez żadnych konsultacji oraz wskazań lekarskich [17].

Wnioski

1. Stosowanie suplementów w badanej populacji było zjawiskiem powszechnym a suplementowanie diety deklarowało 38,2% badanych, z czego 51,5% przynajmniej raz dziennie.
2. Wykazano różnicę w stosowaniu suplementacji diety pomiędzy kierunkami medycznymi i kierunkami technicznymi.
3. Stwierdzono, że zarówno studentki, jak i studenci w suplementacji diety stosują przeważnie preparaty witaminowe oraz mineralne.
4. Jako suplementy diety kobiety częściej stosują preparaty związane z poprawą urody, włosów i paznokci, podczas gdy częstotliwość stosowania preparatów jest wyższa wśród mężczyzn.
5. Bezkrytyczne przyjmowanie suplementów przez studentów może prowadzić m.in. do przedawkowania niektórych składników pokarmowych i związanych z tym konsekwencji zdrowotnych, co wymaga prowadzenia szerokiej oświaty żywieniowej dotyczącej zagrożeń zdrowia wynikających z nieprawidłowej suplementacji diety.

Literatura

- [1] Ayranci U., Son N., Son O.: Prevalence of nonvitamin, nonmineral supplement usage among students in a Turkish University. *BMC Public Health*. 2005 May 16;5:47
- [2] Białas S., Duda G., Saran A.: Ocena spożycia przez studentów składników mineralnych pochodzących z racji pokarmowych i suplementów. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, 32, supl.1,2: 1304-10.
- [3] Bujko J., Myszkowska-Ryciak J., Nitka I.: Ocena spożycia składników mineralnych wśród studentów SGGW w Warszawie. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, 32, supl.1,1: 655-659.
- [4] Charkiewicz W. J., Charkiewicz A.E., Markiewicz R., Borawska M.H.: Realizacja norm żywieniowych na wybrane składniki mineralne i witaminy wśród studentów Akademii Medycznej w Białymstoku. *Żyw. Człow. Metab.*, 2007, nr 1/2:128-132.
- [5] Ciok J.: Choroby na tle wadliwego żywienia. W: *Suplementacja a zdrowie człowieka*. Red. Szponar L., Ciok J., IŻŻ, 2002.
- [6] Gertig H., Gawęcki J.: *Żywienie człowieka. Słownik terminologiczny*. PWN, Warszawa 2007.
- [7] Jarosz M.: *Suplementy diety a zdrowie. Porady lekarzy i dietetyków*. PZWL, Warszawa 2008.
- [8] Jeżewska-Zychowicz M.: Stosowanie suplementów wśród młodzieży z uwzględnieniem kontroli ich stosowania. *Żyw. Człow. Metab.*, 2007, 1/2:481-85.
- [9] Kristiansen M., Levy-Milne R., Barr S., Flint A.: Dietary supplement use by varsity athletes at the Canadian university. *Int. J Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2005, 15(2):195-210
- [10] Markiewicz-Górka I., Wójcicka M.: Nawyki żywieniowe studentów Akademii Medycznej i Politechniki Wrocławskiej. *Medycyna Sportowa. VII Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Żywność-Ruch-Zdrowie”*. Poznań, Malta, 18-20 czerwca 2009.
- [11] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 października 2007 r. w sprawie suplementów diety. *Dz. U. Nr 196, poz.1425*.
- [12] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 10 lipca 2007 r. w sprawie znakowania środków spożywczych. *Dz. U. Nr 127, poz. 966*.
- [13] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 kwietnia 2004 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych i substancji pomagających w przetwarzaniu. *Dz. U. Nr 94, poz. 933, z późniejszymi zmianami*.
- [14] Rozporządzenie (WE) Nr 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności. *Dz. Urz. UE L 12 z 18.1.2007*,
- [15] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 109/2008 z dnia 15 stycznia 2008 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności. *Dz. Urz. UE L 39 z 13.2.2008*.
- [16] Spencer E.H., Bendich A., Frank E.: Vitamin and mineral supplement use among US medical students. A longitudinal study. *J. Am. Diet. Assoc.* 2006; 106(12):1975-83.
- [17] Stasio M.J., Curry K., Sutton-Skinner K.M., Glassman D.M.: Over-the-counter medications and herbal or dietary supplements among college students. Dose frequency and relationship to self reported distress. *J. Am. Coll. Health* 2008, 56(5):535-47.
- [18] Suleiman A.A., Alboqai O.K., Yasein N., Al-Essa M.K., El Masri K.: Prevalence of vitamin-mineral supplement use among Jordan University students. *Saudi Med. J.* 2008, 29(9):1326-31
- [19] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia. *Dz. U. Nr171, poz. 1225*.
- [20] Ziółkowska A.: Ocena wybranych parametrów stylu życia warszawskich studentów medycyny. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, 32, supl.1, 2:1035-36.

DIET SUPPLEMENTATION AMONG STUDENTS

S u m m a r y

The aim of the study was to assess diet supplementation among students of 4 selected Warsaw and Tarnow universities. It was found that diet supplementation was common practice. 38,2% of respondents used dietary supplementation, and 51,5% of them, at least once a day. The female students more often than male students used diet supplementation.

Key words: supplementation, dietary supplements, students ☒

KRYSTYNA A. SKIBNIEWSKA¹, MONIKA RADZYMIŃSKA¹,
MARIA M. JAWORSKA¹, EWA BABICZ-ZIELIŃSKA²

BADANIA ZWYCZAJÓW ŻYWIENIOWYCH STUDENTÓW POLSKICH I BELGIJSKICH

Streszczenie

Znajomość preferencji dotyczących różnych grup produktów spożywczych, jak również określenie czynników je warunkujących, jest bardzo istotna zarówno z punktu widzenia oceny sposobu żywienia, jak i stanowi ważne źródło informacji dla producentów i handlowców. Celem pracy było porównanie wybranych zwyczajów żywieniowych dotyczących spożycia mięsa, warzyw, ryb oraz używek wśród polskich i belgijskich studentów.

Ciekawym jest, że większość studentów obu krajów oceniła swój sposób odżywiania się jako poprawny. Polscy studenci istotnie częściej deklarowali spożycie kawy i herbaty, natomiast belgijscy warzyw oraz potraw zagranicznych kuchni. Respondenci z Polski zdecydowanie preferowali obróbkę termiczną, zarówno mięsa jak i ryb, związaną ze smażeniem, podczas gdy Belgowie najchętniej jadaliby potrawy pieczone.

Słowa kluczowe: zwyczaje żywieniowe, studenci

Wprowadzenie

Badania opinii publicznej, w tym preferencji i gustów konsumentów stanowią bardzo ważne źródło informacji dla handlowców i producentów. Ma to szczególne znaczenie w dobie globalnej konkurencji, w której preferencje klientów zmieniają się bardzo szybko. Jednak pomiar preferencji konsumentów dotyczący konkretnego produktu spożywczego nie jest prosty, gdyż obejmują one zarówno odczucia pozytywne jak i negatywne.

¹ Dr hab. K. A. Skibniewska prof. UWM, dr inż. M. Radzymińska, mgr inż. M. M. Jaworska, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, ul. pl. Cieszyński 1, 10-719 Olsztyn,

² Prof. dr hab. E. Babicz-Zielińska, Katedra Handlu i Usług, Akademia Morska, ul. Morska 81/87, 81-225 Gdynia

W literaturze można odnaleźć wiele modeli uwzględniających czynniki wpływające na preferencje. Kompleksowe zestawienie czynników reprezentuje model Khana zgodnie z którym, na preferencje wpływają czynniki osobowe, socjoekonomiczne, edukacyjne, biologiczne, psychologiczne, kulturowe oraz cechy zewnętrzne i wewnętrzne dotyczące produktu.

Studenci stanowią szczególną grupę ludzi budzącą szczególne zainteresowanie żywieniowców. Z jednej strony okres studiów to czas dużej aktywności umysłowej i fizycznej, która powinna być wspomagana odpowiednio dobraną dietą. Z drugiej, nieregularny tryb życia i podatność na nowinki mogą prowadzić do utrwalania niewłaściwych nawyków żywieniowych [1].

Wykazano, że na preferencje żywieniowe młodych ludzi w późniejszych latach mogą mieć znaczący wpływ rodzice i ich metody wychowywania [5, 15], zaś Hubel i in. dowiedli, że również narodowość istotnie wpływa na decyzje żywieniowe [4].

Celem przeprowadzonych badań było porównanie wybranych zwyczajów żywieniowych dotyczących spożycia mięsa, warzyw, ryb oraz używek wśród studentów polskich i belgijskich.

Material i metody badań

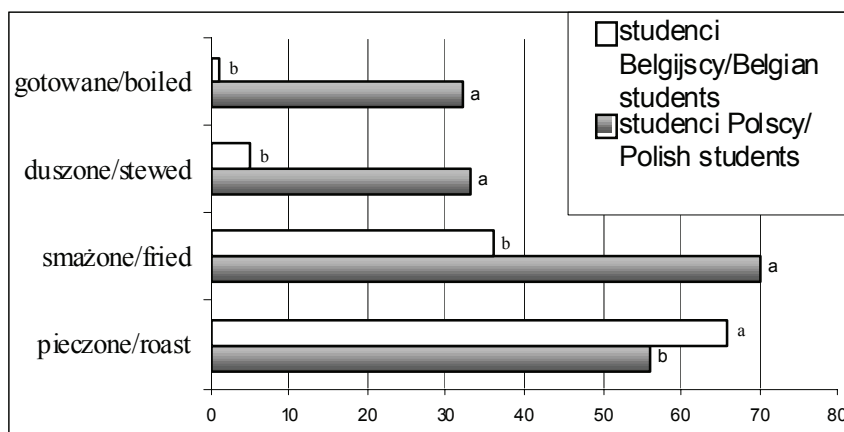
Podmiotem badań byli studenci czwartego i piątego roku studiów wydziałów nauki o żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie oraz Ghent University. w Belgii (2 x 100 osób). Badania przeprowadzono metodą sondażu pomiarowego, techniką wywiadu bezpośredniego. Kwestionariusz wywiadu obejmował moduły tematyczne dotyczące: liczby posiłków zwyczajowo spożywanych w ciągu dnia, preferowanych form spożycia wybranych produktów żywnościowych, częstotliwości spożywania wybranych produktów żywnościowych. Otrzymane wyniki przeanalizowano z wykorzystaniem programu do analizy statystycznej SSPS 13.0. Interpretację statystyczną otrzymanych wyników wykonano w oparciu o test zgodności χ^2 .

Wyniki i dyskusja

Większość studentów zarówno polskich (86% wskazań) jak i belgijskich (79% wskazań) deklaruwała, że stara się zdrowo odżywiać. Różnice w ilości spożywanych posiłków w ciągu dnia przez studentów obu narodowości były statystycznie nieistotne. Spożywanie trzech i czterech posiłków w ciągu dnia deklarowało odpowiednio 41% i 38% studentów polskich oraz 46% i 39% studentów belgijskich. Z badań Sznajder i Przyweckiej przeprowadzonych w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie w 2004 r. wynika, że większość społeczeństwa polskiego ocenia swój sposób odżywiania się jako raczej zdrowy (69%) i zdrowy (15%). Z kolei amerykańscy badacze wykazali [6], iż pomimo zapewnień o zdrowym odżywianiu pod wpływem stresu około 30% studentek odżywia się zdrowo.

Istotne znaczenie w zdrowym odżywianiu się każdego człowieka ma liczba posiłków i ich wartość energetyczna dostarczana w ciągu dnia. Zasadą racjonalnego żywienia jest regularne i odpowiednio częste spożywanie posiłków. Każdy dorosły człowiek powinien przyjmować cztery do pięciu posiłków dziennie, najlepiej w jednakowych odstępach czasowych, co zapewni zachowanie ciągłości procesów metabolicznych [14]. Badania potwierdzają [11], że osoby studiujące spożywają przeważnie trzy oraz cztery posiłki dziennie.

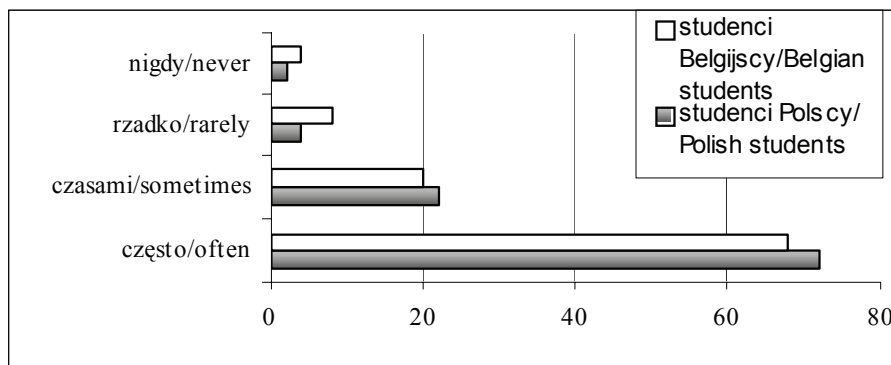
Na rys. 1. i 2. przedstawiono formy oraz częstotliwość spożycia mięsa przez studentów polskich i belgijskich. Stwierdzono statystyczne istotne różnice ($p < 0,05$) w preferowanych formach spożycia mięsa gotowanego, duszonego i smażonego wśród Polaków i Belgów (rys. 1). Generalnie polscy studenci wskazywali na wszystkie formy spożywanego mięsa, przy czym najczęstszą była forma smażona (70% wskazań), podczas gdy przez belgijskich pieczona (66%). Natomiast częstość spożycia mięsa (rys. 2) w obu grupach kształtowała się na podobnych poziomach.



Rys. 1. Formy spożywania mięsa przez młodzież polską i belgijską (% wskazań)
a, b – istotnie różne przy $p < 0,05$

Fig. 1. Form of meat consuming by the Polish and Belgian students (% indications)

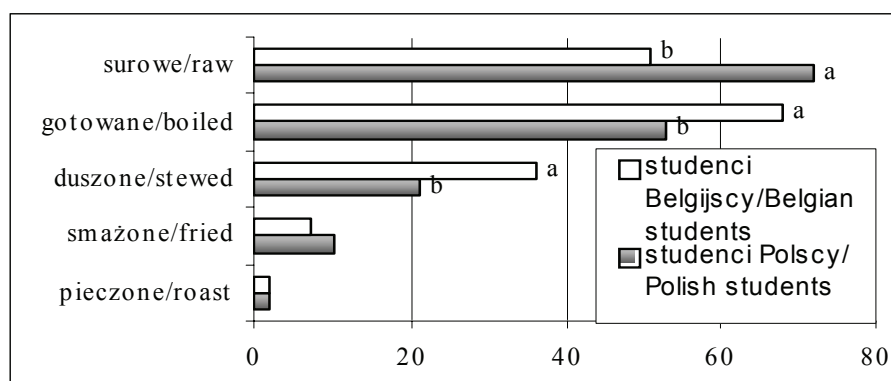
W porównaniu do zaleceń żywieniowych, dieta Polaków charakteryzuje się niedoborem większości składników mineralnych oraz nadmiarem fosforu i sodu. Wiąże się to ze zbyt dużym spożywaniem mięsa i jego przetworów oraz zbyt małym spożyciem mleka, produktów mlecznych, warzyw, owoców oraz pieczywa i produktów zbożowych [2, 3, 7]. Ponadto wykazano (16), że polscy studenci jedzą zbyt duże, powyżej zalecanych norm żywieniowych, ilości tłuszczu. Również według hiszpańskich autorów [13] racje pokarmowe studentów charakteryzują się zbyt dużą ilością tłuszczu przekraczającą zalecenia żywieniowe w Hiszpanii.



a, b – statistically significant differences at $p < 0,05$

Rys. 2. Częstotliwość spożywania mięsa przez studentów polskich i belgijskich (% wskazań)

Fig. 2. Frequency of meat consuming by Polish and Belgian students (% indications)



Rys. 3. Formy spożywania warzyw przez młodzież polską i belgijską (% wskazań)

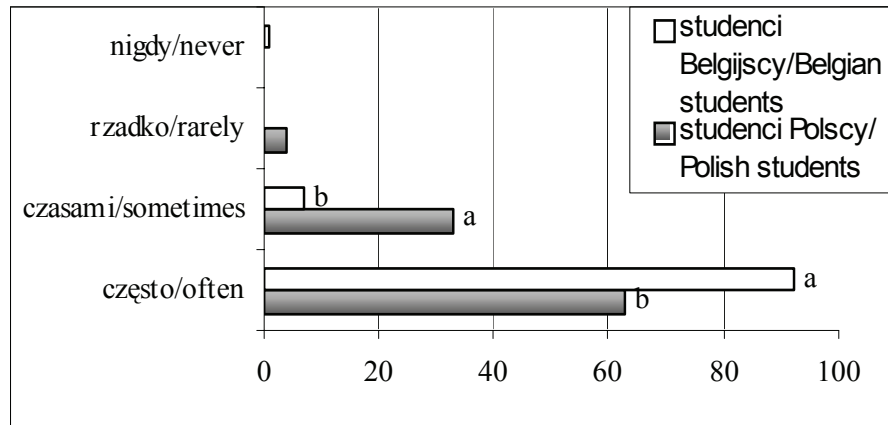
a, b – istotnie różne przy $p < 0,05$

Fig. 3. Form of vegetables consuming by the Polish and Belgian students (% indications)

a, b – statistically significant differences at $p < 0,05$

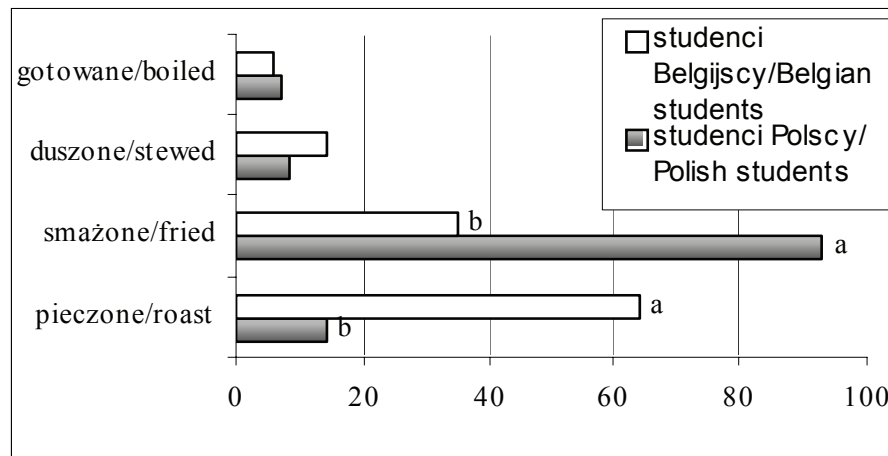
Na rys. 3. przedstawiono wskazywane przez badanych formy spożywania warzyw, natomiast częstotliwość ich spożycia zobrazowano na rys. 4. Z przeprowadzonych badań wynika (rys. 3), że zdecydowana większość studentów polskich istotnie wyżej preferuje warzywa surowe (72% wskazań), natomiast Belgów (68%) warzywa gotowane oraz duszone (36%). Deklarowana częstotliwość spożycia warzyw była istotnie wyższa ($p < 0,05$), w grupie studentów belgijskich (92% wskazań). Z badań przeprowadzonych wcześniej wynika [5], że około 12% młodzieży. W Polsce i konsumuje warzywa kilka razy dziennie, natomiast 25% jeden raz dziennie. Natomiast

belgijscy badacze [12] wykazali, że około 40% młodzieży belgijskiej spożywa warzywa codziennie.



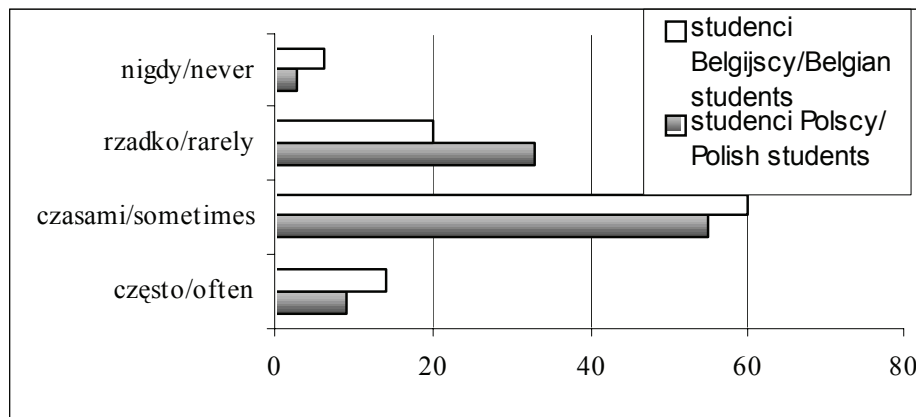
Rys. 4. Częstotliwość spożywania warzyw przez studentów polskich i belgijskich (% wskazań)
a, b – istotnie różne przy $p < 0,05$

Fig. 4. Frequency of vegetables consuming by Polish and Belgian students (%indications)
a, b – statistically significant differences at $p < 0,05$

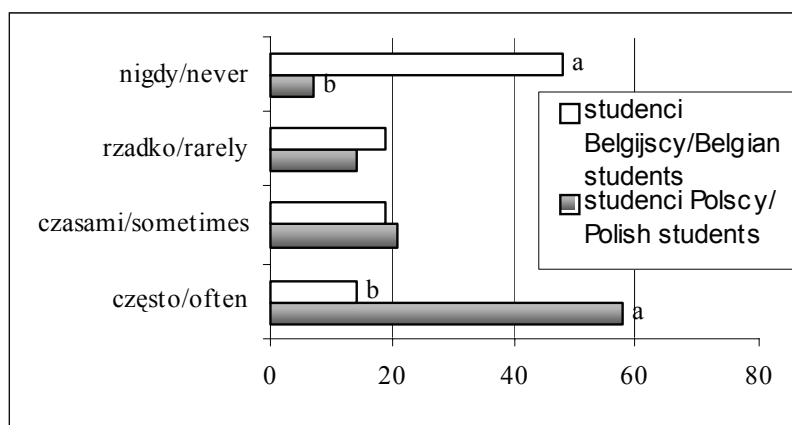


Rys. 5. Formy spożywania ryb przez młodzież polską i belgijską (% wskazań)
a, b – istotnie różne przy $p < 0,05$

Fig. 5. Form of fish consuming by the Polish and Belgian students (% indications)
a, b – statistically significant differences at $p < 0,05$



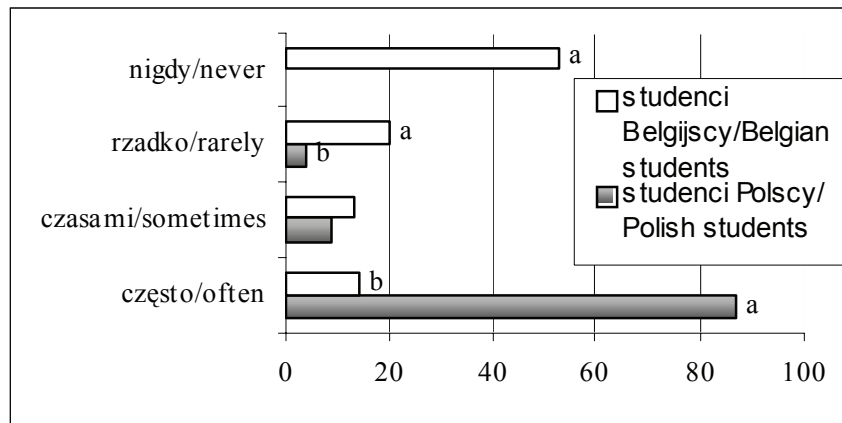
Rys. 6. Częstotliwość spożywania ryb przez studentów polskich i belgijskich (% wskazań)
 Fig. 6. Frequency of fish consuming by Polish and Belgian students (% indications)



Rys. 7. Częstotliwość spożywania kawy przez studentów polskich i belgijskich (% wskazań)
 a, b – istotnie różne przy $p < 0,05$
 Fig. 7. Frequency of coffee consuming by Polish and Belgian students (%indications)

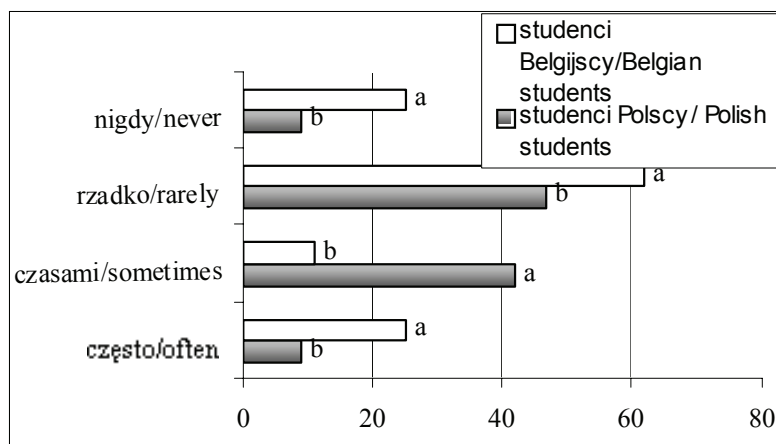
Stwierdzono istotne różnice (rys. 6) w preferencjach dotyczących formy spożywania ryb wśród studentów polskich i belgijskich. Polscy studenci w większości wybierali ryby smażone (93% odpowiedzi), natomiast Belgowie – ryby pieczone (64%), przy czym większość badanych (rys. 7) w obydwu grupach deklarowała, iż czasami spożywa ryby. Z danych literaturowych wynika [9], że Polacy wykorzystują smażenie jako najczęściej stosowaną obróbkę kulinarną ryb, choć powszechnie uważa się ją za niezdrową. Rzadziej konsumuje się ryby gotowane, pieczone lub surowe. Konsumenty posiadają wiedzę potwierdzającą pozytywny wpływ ryb na zdrowie człowieka, ale

spożywają ryby rzadko. Jako bariery ich konsumpcji podaje się wysoką cenę, nieumiejętność przygotowania, brak narodowych tradycji kulturowych.



Rys. 8. Częstotliwość spożywania herbaty przez studentów polskich i belgijskich (% wskazań)
a, b – istotnie różne przy $p < 0,05$

Fig. 8. Frequency of tea consuming by Polish and Belgian students (%indications)
a, b – statistically significant differences at $p < 0,05$



Rys. 9. Częstotliwość spożywania potraw innych kuchni (% wskazań)
a, b – istotnie różne przy $p < 0,05$

Fig. 9. Frequency of the dishes of foreign countries consuming by Polish and Belgian students (% indications)

a, b – statistically significant differences at $p < 0,05$

Przeprowadzone badania wykazały różnice w częstotliwości spożywania kawy (rys. 8) oraz herbaty (rys. 9) przez studentów polskich i belgijskich ($p < 0,05$). Zdecydowana większość studentów z Polski deklarowała, że pije herbatę i kawę często (od-

powiednio 87% i 58%), podczas gdy prawie połowa studentów belgijskich nigdy nie spożywa herbaty oraz kawy. Różnice te wynikają prawdopodobnie z ich upodobań kulturowych. W Polsce herbata jest integralną częścią codziennej racji pokarmowej prawie wszystkich grup ludności [8].

Stwierdzono istotne różnice (rys. 9) w częstości spożywania potraw innych kuchni. Belgowie zdecydowanie częściej sięgają po te potrawy innych kuchni. Poza uwarunkowaniami społeczno-kulturowymi na preferencje i postawy wobec kuchni etnicznych mają wpływ także czynniki indywidualne będące formą indywidualnej autoekspresji każdego człowieka [10].

Wnioski

1. Z deklaracji studentów belgijskich i polskich wynika, że starają się zdrowo odżywiać. Obie grupy spożywają przeważnie trzy lub cztery posiłki w ciągu dnia.
2. Polscy studenci zdecydowanie preferują obróbkę termiczną związaną ze smażeniem, podczas gdy belgijscy z pieczeniem. Tendencja ta dotyczyła zarówno mięsa jak i ryb. Nie stwierdzono różnic w częstotliwości konsumpcji tych produktów.
3. Stwierdzono istotne różnice w częstotliwości spożycia kawy, herbaty oraz potraw innych ludzi. Respondenci z Belgii istotnie częściej spożywają warzywa, przy czym najbardziej preferują formy gotowane.

Literatura

- [1] Bujko J., Myszowska-Ryciak J., Nitka I.: Ocena spożycia składników mineralnych wśród studentów SGGW w Warszawie. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005; 32(1): 655-659.
- [2] Dybkowska E., Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B.: Ocena spożycia wybranych składników odżywczych w diecie mieszkańców Warszawy. *Bromat. Chem. Toksykol. Supl.*, 2005; 38: 99-103.
- [3] Dybkowska E., Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B.: Spożycie składników mineralnych w polskiej diecie. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005; 2(1): 200-204.
- [4] Hubel R., Laessle R. G., Lehrke S., Jass J.: Laboratory measurement of cumulative food intake in humans: Results on reliability. *Appetite.*, 2006; 46: 57-62.
- [5] Jeżewska-Zychowicz M.: Wpływ czynników społecznych na zachowania żywieniowe. *Żyw. Człow. Metab.*, 2004; 31(1): 78-87.
- [6] Kandiah J., Yake M., Jones J., Meyer M.: Stress influences appetite and comfort food preferences in college women. *Nutrition Research*, 2006; 26: 118-123.
- [7] Klebaniuk R., Grela E.R., Semeniuk V.: Mleko jako źródło składników mineralnych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005; 32(1): 607-611.
- [8] Kłobukowski J., Ciborska J.: Wpływ spożycia naparów herbacianych na zawartość składników mineralnych w surowicy krwi zdrowych dorosłych osób. *Bromat. Chem. Toksykol. Supl.*, 2005; 38: 231-234.
- [9] Kosicka M.: Aspekty żywieniowe w zakresie spożycia ryb a poziom wiedzy i preferencje konsumentów. *Bromat. Chem. Toksykol. Supl.*, 2005; 38: 117-121.
- [10] Narojek L.: Społeczno-kulturowe uwarunkowania żywienia. *Żyw. Człow. Metab.*, 1992; 19(1): 26-33.

- [11] Olędzka R., Moczydłowska I., Rogalska-Niedźwiedź M., Stawarska A.: Ocena jakościowa sposobu żywienia studentów wydziału chemicznego Politechniki Warszawskiej w roku akademickim 1999/2000. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2002; 35(4): 309-314.
- [12] Paulus D., Saint-Remy A., Jeanjean M.: Dietary habits during adolescence - results of the Belgian Adolux Study. *Europ. J. Clin. Nutr.*, 2001; 55: 130-136.
- [13] Soriano J. M., Moltó J. C., Mañes J.: Dietary intake and food pattern among university students. *Nutrition Research*. 2000; 20(9): 1249-1258.
- [14] Trafalska E., Figwer M., Grzybowski A.: Tryb żywienia i wartość odżywcza posiłków w dietach młodzieży akademickiej. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005; 32 (1): 1051-1056.
- [15] Unusan N. University students' food preference and practice now and during childhood. *Food Qual Prefer*, 2006; 17: 362- 368. – 16. Wądołowska L., Przysławski J., Cichon R., Duda G.: Dietary habits of students from two universities. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998, 7/48 (3): 567-575.

STUDIES ON DIETARY HABITS OF POLISH AND BELGIAN STUDENTS

Summary

Knowledge on consumer preferences connecting various food products, and also determination factors conditioning them, is very important both to assess nutrition pattern as to be an important source of information for producers and business men. The aim of the work was to compare dietary habits of meat, vegetable, fish and spices and beverages by Polish and Belgian students.

It was interesting to find that majority of students from both countries considered their nutritional habit as a correct one. Polish students declared coffee and tea consumption considerably often and Belgians – vegetables and dishes of foreign countries. Poles liked mostly fried meat and fish and Belgians preferred mostly roasted food.

Key words: dietary habits, students ☒

MARIA DYMKOWSKA-MALESA¹, ALDONA BAĆ¹, AGNIESZKA PLAWGO²,
KAZIMIERA ZGÓRSKA²

OCENA WARTOŚCI ODŻYWCZEJ ZESTAWÓW OBIADOWYCH PRZYGOTOWANYCH W STOŁÓWCE AKADEMICKIEJ

Streszczenie

Racjonalne żywienie człowieka polega na całkowitym pokryciu zapotrzebowania organizmu na energię oraz wszystkie składniki pokarmowe potrzebne do jego prawidłowego funkcjonowania. Środowiskiem narażonym na błędy żywieniowe jest młodzież akademicka, która prowadzi nieregularny tryb życia przy jednocześnie wysokiej aktywności umysłowej i fizycznej. Głównym posiłkiem spożywanym w ciągu dnia jest obiad, który powinien pokrywać zapotrzebowanie na wszystkie składniki odżywcze.

Celem pracy było określenie stopnia realizacji norm żywieniowych na energię i podstawowe składniki odżywcze w zestawach obiadowych przygotowanych w stołówce akademickiej. W ramach obiadowych oceniano wartość odżywczą (kaloryczność, białko, tłuszcze, węglowodany) oraz zawartość błonnika pokarmowego i wapnia. Stwierdzono, że analizowane zestawy obiadowe nie posiadały prawidłowo skomponowanego bilansu wartości energetycznej, jak i wartości odżywczej.

Słowa kluczowe: studenci, wartość energetyczna, składniki odżywcze, zestawy obiadowe

Wprowadzenie

Żywienie młodzieży uwarunkowane jest oddziaływaniem wielu czynników, należą do nich: dostępność produktów na rynku, sytuacja materialna, poziom świadomości żywieniowej oraz indywidualne cechy osobowe [10]. W Instytucie Żywności i Żywności przeprowadzono obszerne badania dotyczące stanu odżywiania i sposobu żywienia się młodzieży. Wyniki tych badań stwierdzają na ogół dobry rozwój fizyczny młodzieży, ale równocześnie wykazują pewne uchybienia żywieniowe tej populacji. Podstawowym błędem jest nieregularne odżywianie się [13, 14]. Prowadzi to do obciążenia organizmu i obniżenia koncentracji uwagi w czasie nauki. Niepożądane jest także niskie spożycie białka i wysokie spożycie tłuszczu oraz zmniejszone spożycie przez młodzież mleka i jego przetworów [9]. Celem pracy było określenie stopnia realizacji norm żywieniowych na energię i podstawowe składniki odżywcze w zestawach obiadowych przygotowanych w stołówce akademickiej.

Material i metody badań

Materiał badawczy stanowiło 25 zestawów obiadowych przeznaczonych do spożycia dla studentów Politechniki Koszalińskiej w 2007 roku. Menu obiadowe obejmowało pięć roboczych dni tygodnia, od poniedziałku do piątku, ponieważ wówczas najwięcej młodzieży korzysta z usług stołówki. Wartość energetyczną oraz zawartość białka, tłuszczu, węglowodanów, błonnika i wapnia w racjach obiadowych przeprowadzono z zastosowaniem Tabel Składu i Wartości Odżywczej Żywności (6). Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej w programie Microsoft Excel (2003), następnie porównano z normami żywienia dla kobiet i mężczyzn w wieku 19 – 25 lat (wg IŻŻ w Warszawie) o umiarkowanej aktywności fizycznej [17].

Wyniki i dyskusja

Głównym posiłkiem w ciągu dnia jest obiad, który powinien pokrywać 35-40% całodobowego zapotrzebowania na energię i składniki pokarmowe [1, 17]. W tab. 1. przedstawiono średnią zawartość wybranych składników odżywczych w zestawach obiadowych studentów w odniesieniu do norm [17]. Wskazują one na istnienie nieznacznych nieprawidłowości w żywieniu się danej populacji. Wartość energetyczna zestawów obiadowych kobiet, jak i mężczyzn nie odpowiadała standardom. Kaloryczność proponowanych obiadów kształtowała się poniżej zalecanego spożycia i realizowała normę jedynie w 37,1% dla kobiet i 28,4% w przypadku mężczyzn. Badania Szponara i wsp. [15] prowadzone na różnych grupach ludności wykazały, że przeciętne dzienne pobranie energii z pożywienia przez mężczyzn w wieku 19 - 25 lat wykazuje tendencję spadkową w porównaniu z chłopcami 10 - 12 i 13 - 15 lat. Związane jest to najprawdopodobniej z tym, że młodzież rozpoczyna studia, wyprowadza się z domu rodzinnego i podejmuje próbę samodzielnego życia. W analizowanych zestawach obiadowych określono zawartość wybranych składników odżywczych: białko, tłuszcz, węglowodany, błonnik pokarmowy i wapń. Racje obiadowe dostarczały średnio 34,4g białka. Mężczyźni spożywali odpowiednią jego ilość, natomiast dla studentek wartość ta nieznacznie przekracza zalecane spożycie (3%). W odniesieniu do całodziennej normy poziom białka pokrywa zapotrzebowanie dla kobiet w 43% i mężczyzn w 39,3%.

Tabela 1

Porównanie średniej wartości energetycznej i odżywczej obiadów podawanych w stołówce młodzieży akademickiej z normą

Composition of energy and nutritive value of midday meals served students with norms

Parametry Parameters	Zestawy obiadowe Dinnerware set			% normy % norms	
	Wartość średnia Mean	SD	V%	Kobiety Female	Mężczyźni Male
Energia [kcal] Energy [kcal]	844,9	139,3	0,2	37,1	28,4
Białko [g] Protein [g]	34,4	9,9	0,3	43,0	39,3
Tłuszcz [g] Fatt [g]	30,6	8,7	0,3	40,3	30,9
Węglowodany [g] Carbohydrates [g]	117,0	21,9	0,2	33,4	26,0
Błonnik [g] Cellulose [g]	12,0	3,7	0,3	30	30
Wapń [mg] Calcium [mg]	157,5	66,4	0,4	19,7	13,1

Przyjęte normy :	kobiety	mężczyźni
Energia ogółem [kcal] / Energy [kcal]	2275	2975
Białko [g] / Protein [g]	80	87,5
Tłuszcz [g] / Fatt [g]	76	99
Węglowodany [g] / Carbohydrates [g]	350	450
Błonnik [g] / Cellulose [g]	40	40
Wapń [mg] / Calcium [mg]	800	1200

W obiadach proponowanych na stołówce akademickiej średnia zawartość tłuszczu realizowała zalecane przez IŻŻ wartości w 40,3% dla studentek i 30,9% dla mężczyzn. Uzyskane wyniki nie znalazły potwierdzenia w pracach innych autorów, którzy wykazali wysokie spożycie tłuszczu w racjach pokarmowych studentów [7, 8, 11]. Dzienna norma spożycia węglowodanów dla kobiet wynosi 350g, natomiast dla mężczyzn 450 g. W przeliczeniu na jeden posiłek, w tym przypadku obiad, zalecana ich ilość kształtuje się na poziomie 122 - 140g dla kobiet oraz 157 - 180g dla mężczyzn. Analizowane zestawy obiadowe nie realizowały normy dla obu płci (tab. 1). Wykazano niskie spożycie węglowodanów, a także błonnika, które tylko w 30% spełniało założone wymagania. Rola błonnika pokarmowego jest istotna w zapobieganiu występowania chorób cywilizacyjnych takich jak otyłość, miażdżyca, a także nowotworów jelita grubego [3]. Niedobór tych składników w diecie wykazały badania prowadzone przez Krechniak i Zaborskiego [5] na całodziennych racjach pokarmowych młodzieży akademickiej, a także Ostrowskiej i wsp. [12], Ołędzkiej i wsp. [11] oraz Borawskiej i Sochy [2]. Analizując podaż również wapnia stwierdza się niewystarczającą jego ilość w proponowanych zestawach obiadowych. Spożycie danego składnika przez stu-

dentów obu płci kształtuje się poniżej zalecanej normy o 20,3% dla kobiet i 26,9% dla mężczyzn. Badania innych autorów prowadzone na podstawie całodziennych racji pokarmowych, dotyczące żywienia młodzieży akademickiej wskazują na podobne nieprawidłowości [8, 11]. Zbyt niska podaż wapnia stwarza możliwość wystąpienia osteomalacji, która prowadzi do rozmiękczenia i deformacji kości, osteoporozy oraz zaburzeń funkcjonowania serca, układu nerwowego i mięśni [4]. Należy mieć na uwadze, że wyniki przedstawionych badań prowadzone były na całodziennych racjach pokarmowych studentów oraz osób dorosłych, a nie na jednym wybranym posiłku. Analizowane zestawy obiadowe obejmowały dwa dania: zupę oraz danie główne, składające się z produktu będącego źródłem białka (mięso, ryba, jaja), węglowodanów (ziemniaki, makaron, kasze) oraz warzyw. Udział produktów spożywczych w proponowanych zestawach nie został poddany analizie. Można wnioskować, że przy prawidłowo zbilansowanym udziale poszczególnych artykułów w posiłku dostępnym w stołówce akademickiej zapotrzebowanie na składniki odżywcze zostanie w pełni pokryte i korzystnie wpłynie na stan zdrowia oraz funkcjonowanie organizmu. Należy również uwzględnić, że badana populacja prowadzi nieregularny tryb życia, spożywa posiłki w pośpiechu i nie zawsze są one wartościowe pod względem odżywczym. Często obiad stanowi jedyny prawidłowy posiłek w ciągu dnia. Przyczyn należy doszukiwać się w dużej ilości zajęć dydaktycznych oraz nieukształtowanych prawidłowych zachowaniach żywieniowych.

Wnioski

1. W analizowanych zestawach obiadowych, zarówno w przypadku populacji męskiej, jak i żeńskiej wykazano niską podaż energii, węglowodanów, błonnika pokarmowego oraz wapnia.
2. Sposób żywienia badanej populacji nie budził większych zastrzeżeń, jednak należy mieć na uwadze, że w przyszłości źle zbilansowana dieta może doprowadzić do wystąpienia chorób metabolicznych w późniejszym okresie życia.
3. Niepokojącym wydaje się fakt niskiej świadomości żywieniowej młodzieży akademickiej, konieczna zatem, jest edukacja żywieniowa danej populacji.

Literatura

- [1] Adamczyk G.: Zachowania konsumpcyjne i wzorce spożycia. Poznań 2001.
- [2] Borawska M., Socha K.: Ocena sposobu odżywiania studentek Wyższej Szkoły Kosmetologii w Białymstoku. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2005, 38, suplement, 597-600
- [3] Duda G., Gertig H., Maruszewska M., Kulesza C., Przysławski J., Purczyński A., Szajkowski Z., Ucińska D.: Ocena wartości odżywczej całodziennych racji pokarmowych młodzieży szkół ponadpodstawowych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 1992, 25, 4, 319-325.
- [4] Hasik J., Gawęcki J.: *Żywność człowieka zdrowego i chorego*. Wyd. PWN, Warszawa, 2000.

- [5] Krechniak A., Zaborski L.: Ocena wartości odżywczej całodziennych racji pokarmowych młodzieży akademickiej. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 1999, 32, 2, 169-174.
- [6] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wyd. PZWL, Warszawa, 2005.
- [7] Maruszewska M., Bolesławska I., Przysławski J.: *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2003, suplement, 83-87.
- [8] Marzec Z., Marzec A., Zaręba S.: Ocena wartości energetycznej oraz pobrania wybranych pierwiastków z całodziennymi dietami studentów. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2006, suplement, 299-301.
- [9] Narojek L., Kirschner H., Woroszyńska J.: Społeczne determinanty zwyczajów żywieniowych i zachowań związanych z żywieniem rodzin w środowisku wielkomiejskim. *Rocznik PZH*, 1983, 3, 231-237.
- [10] Narojek L., Kirschner H., Woroszyńska J., Ostrowska A., Szewczyński J.: Poziom wiedzy oraz poglądy na temat żywienia wśród młodzieży warszawskiej. *Żyw. Człow. Metab.*, 1984, 4, 275-283.
- [11] Olędzka R., Kozłowska B., Wiśniewska J., Rogalska-Niedźwiedź M., Bobrowska B.: Ocena jakościowa i ilościowa sposobu żywienia studentów Wydziału Farmaceutycznego Akademii Medycznej w Warszawie w zależności od roku studiów i miejsca zamieszkania w latach 1997/1998 i 1999/2000. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2003, 36, 237-242.
- [12] Ostrowska L., Czapska D., Karczewski J.: Wartość odżywcza żywności a stan zdrowia kohorty studentów AM w Białymstoku (badania wstępne). *Żyw. Człow. Metab.*, 2001, 28, 707-712.
- [13] Sekuła W., Szostak W., Niedziałek Z.: Food and nutrient goals for polish population, suggested for the year 2000. *Żyw. Człow. i Metab.*, 1991, 3, 163-173.
- [14] Sygnowska E., Waškiwiecz A., Pardo B.: Zmiany zwyczajowego sposobu żywienia populacji Warszawy objętej programem Pol-MONICA w latach 1984-1993. *Żyw. Człow. Metab.*, 1997, 3, 234-248.
- [15] 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.
- [16] Ziemiański Ś. (red.): Normy żywienia, 2001.

ASSESSMENT OF NUTRITIONAL VALUES OF DINNERS PREPARED IN ACADEMIC CANTEEN

Summary

The proper human nutrition, defined as providing the organism with all the nutrients and energy, necessary for normal functioning. Environment exposed to nutrition mistakes is academic youth by reason of irregular life style connected with high intellectual and physical activity. Dinner is the main meal consumed during the day and it should provide demand on nutrition components. The analysis of the midday meals, regarding consumption norms, follows academic canteen example, was the aim of the work. 25 meals served in canteen in Technology University of Koszalin were investigated.

Key words: students, energy value, essential nutrients, midday meals ☒

TOMASZ MATUSZEWSKI¹, KRZYSZTOF KŁOS¹, JÓZEF KĘDZIORA²,
MACIEJ RUTKOWSKI³, SŁAWOMIR TOKARSKI⁴

OCENA WPŁYWU SUPLEMENTACJI DIETY WITAMINAMI A, E I C NA ICH ZAWARTOŚĆ W OSOCZU KRWI OSÓB STARSZYCH

Streszczenie

Celem pracy była ocena stężenia witamin A, E i C w osoczu krwi osób starszych, >65 roku życia, przed i po 30-to dniowej suplementacji witaminowej. Do badań zakwalifikowano 22 zdrowe osoby. Oznaczenia badanych witamin wykonano przy użyciu spektrofotometru dwuwiązkowego UV/Vis Lambda 14p (Perkin Elmer). Przed suplementacją stwierdzono obniżone wartości badanych witamin w surowicy. Zastosowana 30 dniowa suplementacja wpłynęła na zwiększenie zawartości badanych witamin u 15% badanych.

Słowa kluczowe: antyoksydanty, suplementacja, ludzie starsi

Wprowadzenie

W warunkach fizjologicznych zarówno w organizmach zwierzęcych, jak i ludzi, występuje przewlekły stan stresu oksydacyjnego spowodowany brakiem równowagi pomiędzy pro- i antyoksydantami. Wraz z wiekiem dochodzi do powiększania się tych zaburzeń na korzyść prooksydantów. Uważa się, że może to mieć wpływ zarówno na przedwczesne starzenie się, jak i na powstawanie i rozwój zaburzeń sprawności czynnościowej. Coraz większa liczba danych przemawia również za tym, że toksyczność związków wolnorodnikowych może mieć udział w etiologii i patogenezie takich schorzeń jak miażdżycy, cukrzyca, czy nowotwory. Na całym świecie, a także w Polsce, obserwuje się stały wzrost liczby osób starszych. Istotnym czynnikiem wpływającym

Dr n. med. T. Matuszewski, dr n. med. K. Kłos Klinika Chorób Infekcyjnych i Alergologii, Wojskowy Instytut Medyczny, ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa 44, prof. dr hab. n. med. J. Kędziora Katedra i Zakład Biochemii Collegium Medium w Bydgoszczy, ul. Karłowicza 24, 85-092 Bydgoszcz; dr n. med. M. Rutkowski Katedra Chemii i Biochemii Klinicznej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, Pl. Hallera 1, 90-647 Łódź; lek. med. S. Tokarski Oddział Gruźlicy i Chorób Płuc Specjalistycznego Zespołu Gruźlicy i Chorób Płuc w Rzeszowie, ul Rycerska 2, 35-241 Rzeszów

na zachowanie ich dobrego stanu zdrowia oraz sprawności fizycznej i umysłowej jest prawidłowe żywienie [8].

Organizm człowieka posiada złożony system ochrony przed toksycznym działaniem reaktywnych form tlenu (RTF), nazywany barierą antyoksydacyjną. W skład bariery antyoksydacyjnej wchodzi liczne związki o właściwościach przeciwutleniających, określane z racji małych rozmiarów cząsteczek (w porównaniu z enzymami) mianem antyoksydantów niskocząsteczkowych [1]. Występują one zarówno w środowisku hydrofilowym, czyli w cytoplazmie komórek i płynach pozakomórkowych jak i w środowisku hydrofobowym a więc błonach komórkowych i lipoproteidach osocza krwi.

Wśród najważniejszych antyoksydantów niskocząsteczkowych znajdują się również niektóre witaminy. W środowisku hydrofobowym szereg funkcji antyoksydacyjnych spełnia witamina E i witamina A, wraz ze swoją prowitaminą β -karotenem, a w środowisku hydrofilowym energicznym antyoksydantem jest witamina C [2]. Wymienione witaminy są w stanie, mimo niskich stężeń, opóźniać bądź zapobiegać oksydacyjnej przemianie dających się utleniać, występujących w większych stężeniach, substratów..

Przeciwdziałają one gromadzeniu się reaktywnych form tlenu unieszkodliwiając je, bądź podwyższając możliwości obronne innych endogennych antyoksydantów [1, 3]. Duże znaczenie prewencyjne i terapeutyczne posiada więc suplementacja witaminami antyoksydacyjnymi, a przede wszystkim racjonalne odżywienie, bogate w naturalne źródła tych witamin [4, 5]. Starość, jako stan należy rozpatrywać w powiązaniu ze starzeniem się jako procesem, z jego demograficznymi, ekonomicznymi i społecznymi konsekwencjami, dostrzegając biologiczne i psychologiczne aspekty osobniczego starzenia się. Polega on na stopniowej destrukcji, gdzie procesy kataboliczne przeważają nad anabolicznymi. U osób starszych, ze względu na występujące zespoły zaburzeń wchłaniania, niewydolność procesów trawiennych jak i spowolnienie procesów metabolicznych można spodziewać się obniżonej zawartości witamin, w tym także witamin A, E i C. Należy również pamiętać o obniżeniu statusu antyoksydacyjnego w przebiegu częstych dla tego wieku chorób przewlekłych [6]. Zaburzenia metaboliczne, będące skutkiem zwiększonego wytwarzania RTF, związane są w dużej mierze ze stylem życia osób starszych, a więc często wadliwym i niedostatecznym odżywieniem, małą aktywnością fizyczną i obciążeniami psychicznymi [7]. Wiadomo, że poprzez systematyczną suplementację witaminami o właściwościach antyoksydacyjnych można skutecznie przeciwdziałać stresowi oksydacyjnemu, nie dopuszczając do nasilonego wytwarzania RTF.

Celem pracy była ocena stężeń witamin A, E i C w osoczu krwi osób starszych (>65 roku życia) w trakcie stosowania przez 30 dni, typowej pod względem zawartości witamin diety, charakterystycznej dla regionu, w którym zamieszkują.

Material i metody badań

Do badań zakwalifikowano 22 zdrowe osoby z regionu wschodniego Mazowsza. Każdy z badanych wyraził pisemną zgodę na uczestnictwo w badaniach. Osoby wytypowane do badań charakteryzowały się dobrym samopoczuciem fizycznym i psychicznym. W ogólnym badaniu lekarskim nie stwierdzono u tych osób ostrych i przewlekłych infekcji oraz chorób metabolicznych. Wszystkie zakwalifikowane do badań osoby negowały dolegliwości ze strony przewodu pokarmowego, przyjmowanie środków farmakologicznych zawierających witaminy i/lub mikroelementy, czy nadużywanie alkoholu. Badane osoby reprezentowały środowisko małomiasteczkowe.

Grupy produktów będące w codziennej diecie badanych oceniano na podstawie wywiadu żywieniowego. Krew do badań pobierano na czczo, z żyły łokciowej, systemem jednorazowym Vacutte z heparyną. Próbkę krwi przeznaczoną do oznaczeń witamin wirowano (3000 obr/min) celem uzyskania osocza heparynizowanego. Witaminy po uprzednim przygotowaniu próbek, oznaczano na spektrofotometrze dwuwiązkowym UV/VIS Lambda 14 p (Perkin Elmer) [9]. Osoczowe stężenie badanych witamin antyoksydacyjnych (A, E i C) oznaczano w $\mu\text{mol/l}$.

Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu Statistica 5.0 Pl. Do analizy użyto testów parametrycznych, ponieważ wyniki wykazywały rozkład normalny (w teście Kołmogorowa-Smirnowa i Lilkieforsa stwierdzono brak istotności statystycznej). W opisie wskaźników poddanych analizie statystycznej posługiwano się: średnią arytmetyczną, odchyleniem standardowym, 95% przedziału ufności oraz wartościami minimalnymi i maksymalnymi. Do analizy różnicy między dwoma średnimi w tej samej grupie przed i po suplementacji witaminowej zastosowano test t-Studenta dla prób zależnych.

Wyniki i dyskusja

Codzienną dietę osób biorących udział w badaniu warunkowały regionalne nawyki żywieniowe. Całodzienna dieta badanych składała się przeważnie z nabiału (mleko i jego przetwory, jaja), produktów zbożowych (chleb pszenny i bułki), mięsa drobiowego i wieprzowego, tłuszczów, głównie pochodzenia zwierzęcego (masło, smalec) oraz surowych i przetworzonych warzyw i owoców uprawianych na tym terenie. Z uwagi na dobrze rozwinięte w tym regionie pszczelarstwo oraz występowanie dużej ilości pasiek istotnym składnikiem codziennej diety był miód. W diecie badanych osób nie występowały produkty typu „Fast Food” z uwagi na znikomą ich dostępność na tym terenie oraz zwyczaje żywieniowe osób starszych.

Szacunkowo oceniono wartość energetyczną diety, która wahała się w granicach 2000-3000 kcal. Szacunkowa zawartość witamin w diecie wynosiła: witamina A 600-

900 µg/dobę, witamina E – 10-17 mg/dobę i witamina C 70-90 mg/dobę, co wg niektórych autorów w pełni pokrywa dobowe zapotrzebowanie [10, 11].

Podczas 30 dniowej suplementacji podawano badanym witaminę A w ilości 4000 j.m. (3xdziennie po 2 krople), witaminę E – 100 mg (3xdziennie 8 kropli) i witaminę C 200 mg (3xdziennie 40 kropli).

Tabela 1

Stężenia witamin A, C, E w osoczu krwi dorosłych >65 r.ż. przed i po suplementacji (n=22).
Vitamins A, C, E concentration in the blood plasma of adults >65 years old, before and after supplementation (n=22).

Witamina Vitamin	A (µmol/l)		E (µmol/l)		C (µmol/l)		
	Przed supl. Before supp.	Po supl. After supp.	Przed supl. Before supp.	Po supl. After supp.	Przed supl. Before supp.	Po supl. After supp.	
Średnia arytmetyczna Arithmetical mean	1,08	1,34**	18,29	19,62	34,14	39,60*	
Przedział ufności Confidence interval	- 95%	0,94	1,11	16,26	17,43	28,30	34,93
	+ 95%	1,21	1,56	20,32	21,81	39,98	44,28
SD	0,30	0,50	4,57	4,93	13,17	10,53	
Min. – Maks. Min. – max.	0,55-1,56	0,51-2,51	11,70- 25,90	11,40- 29,40	17,90- 56,50	19,30- 56,80	
Norma Norm	0,90 – 2,80		12,0 – 37,0		36,0 – 79,0		

Test t-Studenta $p < 0,01$ **, $p < 0,05$ *; SD – odchylenie standardowe
The t-Student test $p < 0,01$ **, $p < 0,05$ *; SD – standard deviation

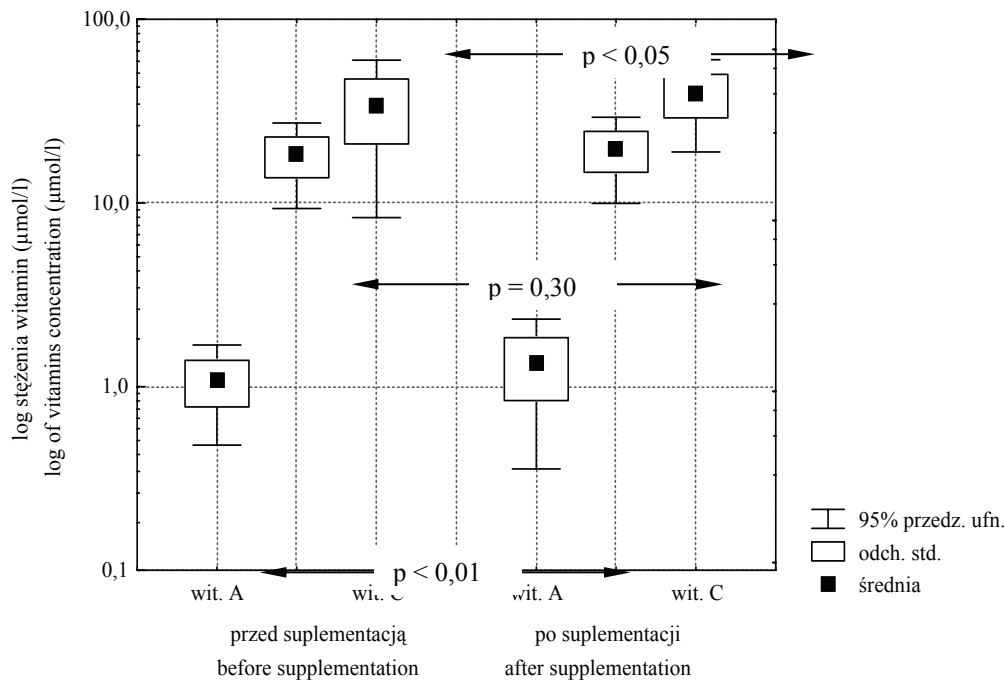
Średnie stężenie witaminy A w osoczu badanych osób wynosiło $1,08 \pm 0,30$ µmol/l (tab. 1, ryc. 1), wahając się w granicach 0,55-1,56 µmol/l. U 5 badanych osób stężenie tej witaminy było poniżej dolnej wartości normy (0,9 µmol/l). Po 30 dniowej suplementacji poziom tej witaminy w osoczu wzrósł istotnie ($p < 0,01$) i wynosił średnio $1,34 \pm 0,50$ µmol/l. Stwierdzono, że pomimo suplementacji u 4 osób utrzymywał się obniżony poziom tej witaminy.

Wyjściowe średnie stężenie witaminy E w osoczu wynosiło $18,29 \pm 4,57$ µmol/l. Po 30 dniowej suplementacji poziom tej witaminy nieznacznie wzrósł i wynosił $19,62 \pm 4,93$ µmol/l ($p = 0,3$). U 2 osób obserwowano utrzymujący się obniżony poziom tej witaminy.

Badanie stężenia witaminy C w osoczu grupy badanej wynosiło $34,14 \pm 13,77$ µmol/l. Wartość tej witaminy poniżej normy (33,0 µmol/l) obserwowano u 15 badanych, co stanowiło 67,5%. Po 30 dniowej suplementacji poziom witaminy C wzrósł istotnie

($p < 0,05$) i wynosił średnio $39,6 \pm 10,53$ $\mu\text{mol/l}$. Tylko u 5 osób poziom tej witaminy w osoczu pozostał poniżej normy.

W badanej grupie osób, niskie stężenia witamin w surowicy należy wiązać ze żywieniem preferującym potrawy o niskiej zawartości witamin antyoksydacyjnych.



Rys. 1. Średnie i rozkłady stężeń witamin A, C i E w osoczu krwi dorosłych >65 r.ż. przed i po suplementacji ($\mu\text{mol/l}$ - skala logarytmiczna).

Fig. 1. Means and distribution of vitamins A, C and E concentration in the blood plasma of adults >65 years old, before and after supplementation ($\mu\text{mol/l}$ – logarithmic scale).

Analiza dotycząca niekontrolowanej suplementacji w grupie osób starszych, przeprowadzona przez Tokarza i wsp. [13] wykazała, że połowa badanych stosowała preparaty witaminowo-mineralne. Analiza wpływu suplementów na realizację zapotrzebowania ludzi starszych na poszczególne witaminy zwróciła uwagę na szereg nieprawidłowości. Przyjmowanie preparatów witaminowych doprowadziło do sytuacji, w której procent realizacji normy na witaminy A, E i C został znacznie przekroczony. Badania 206 osób starszych zamieszkałych w rejonie Warszawy wykazały, że 59% osób badanych przyjmowała preparaty witaminowo-mineralne, a 16% stosowało suplementację dwiema lub większą liczbą witamin [14]. Autorzy ci stwierdzili, że stosowanie suplementów skutecznie uzupełniało niedobory tych witamin w dietach osób

starszych. Niskie spożycie witamin antyoksydacyjnych w dietach osób starszych regionu olsztyńskiego wykazano także w pracy Słowińskiej i Wądołowskiej [15]. Grupą ryzyka o niskim spożyciu witamin C i α -tokoferolu były kobiety ze wsi. Mężczyźni z małych miast regionu olsztyńskiego byli grupą ryzyka o niskim spożyciu wszystkich analizowanych witamin antyoksydacyjnych.

W prowadzonych badaniach własnych stwierdzono, że krótka, 30 dniowa suplementacja witaminami A, E i C, spowodowała znamienne wzrost ich stężenia w osoczu. Stosowanie więc antyoksydantów witaminowych może być zasadne, jako wspomagające w leczeniu wielu stanów chorobowych, gdyż poziom ich stężeń ulega w krótkim czasie znamiennej zmianie.

Precyzyjne stosowanie suplementacji witaminami w różnych chorobach było poddawane wielokrotnym badaniom. W badaniu Cambridge Heath Antioxidant Study (CHAOS) [16], przeprowadzonym na osobach z miażdżycą tętnic wieńcowych, wykazano korzystny efekt związany ze zmniejszeniem występowania zawału serca po rocznej suplementacji witaminą E. Badania przeprowadzone pod patronatem WHO wykazały, że im niższe jest średnie stężenie α -tokoferolu w osoczu, tym więcej jest przypadków choroby niedokrwiennej serca, a tym samym wskazane jest jego prewencyjne stosowanie, jako antyoksydantu [17, 18]. W badaniu tym wykazano również związek między niskim stężeniem witaminy C, a ryzykiem zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych. Zandi i wsp. [19], w badaniu na grupie 5 tysięcy osób powyżej 65 roku życia wykazali, że przyjmowanie jednocześnie preparatów witamin C i E zmniejszało zachorowalność na chorobę Alzheimera o 78%, w porównaniu do grupy osób niestosujących tych witamin. Zdaniem badaczy zaobserwowany efekt związany jest z silnym działaniem przeciwutleniającym obu witamin i ich zdolnością neutralizacji wolnych rodników tlenowych.

Wnioski

1. Osoby starsze, będące na diecie typowej dla regionu wschodniego Mazowsza wykazywały niskie stężenia witaminy C w osoczu (67,5% badanych).
2. Podczas trzydziestodniowej suplementacji witaminami A, E i C uzyskano wzrost osoczowych stężeń badanych witamin.

Literatura

- [1] Badzik-Graczyk A., Długaszek M.: Rola antyoksydantów w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Żyw. Człow. Metab.* 2003, 30, ¾, 677-681.
- [2] Bartosz G.: *Druga twarz tlenu*. PWN, Warszawa 2003, 144-267.
- [3] Fairfield K. M., Fletcher R. H.: Vitamins for chronic disease prevention in adults: scientific reviews. *JAMA* 2002, 287 (23), 3116-3126.
- [4] Grabowska I.: *Witaminy*. w: *Chemia leków*. PZWL, Warszawa 1986.

- [5] Grabowska E., Spodaryk M.: Zasady żywienia osób w starszym wieku. *Gerontologia Polska* 2006, 14, 2, 57-62.
- [6] Gay K. F., Stehein H. B., Eichholzer M.: Poor plasma status of carotene and vit. C is associated with higher mortality from ischemic heart disease and stroke. *Clin. Incest.* 1993, 71, 3-6.
- [7] Jabłoński E., Kaźmierczak U.: Odżywianie się osób w podeszłym wieku. *Gerontologia Polska* 2005, 13, 1, 48-54.
- [8] Kałuża J., Bagan A., Brzozowska A.: Ocena udziału witamin i składników mineralnych z suplementów w diecie osób starszych. *Roczn. PZH* 2004, 55, 1, 51-61.
- [9] Kostka T.: Starzenie się, aktywność fizyczna i wolne rodniki. *Pol. Merk. Lek.* 1999, 7, 40, 201-204.
- [10] Oberbeil K.: tłum Dutkiewicz M.: Witaminy. Warszawa 1999, 17-26.
- [11] Patric A., Sabin C.: Statystyka medyczna w zarysie. PZWL Warszawa 2006.
- [12] Pawelski S., Maj S.: Normy i diagnostyka chorób wewnętrznych. PZWL, Warszawa 1993.
- [13] Rutkowski M., Grzegorzczak K.: Modifications of spectrophotometric methods for antioxidative vitamins determination content in analytic practice. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 2007, 6, 17-28.
- [14] Schvenke D. C.: Anioxidants and atherogenesis. *J. Nutr. Biochem.* 1998, 9, 442-445.
- [15] Słowińska M. A., Wądołowska L.: Spożycie witamin antyoksydacyjnych a śmiertelność ogólna osób starszych zamieszkałych w rejonie Olsztyna. *Brom. Chem. Toksykol.* 2006, 39, 4, 313-319.
- [16] Stephanes N. G., Parson A., Schafield P. M.: Randomised cantrolled trial of vitamin E in patients with coronary disease. Cambridge Heath Anioxidant Study. *Lancet*, 1996, 23, 349, 781-786.
- [17] Tokarz A., Stawarska A., Kołczewska M.: Suplementacja witaminowo-mineralna u ludzi starszych zrzeszonych w wybranych warszawskich stowarzyszeniach społecznych. Cz. III. *Brom. Chem. Toksykol.* 2009, 42, 1, 30-35.
- [18] Wartanowicz M.: Rola witamin w procesie starzenia się. *Pol. Tyg. Lek.* 1988, 43, 48, 1562-1563.
- [19] Wierzbicka E., Brzozowska A., Roszkowski W.: Sposób żywienia oraz stan odżywienia ludzi starszych w Polsce w świetle danych z piśmiennictwa z lat 1980-1996. *Roczn. PZH*, 1997, 48, 1, 87-102.
- [20] Zandi P. P., Anthony J. C., Khachaturian A. S.: Reduced risk of Alzheimer disease in users of antioxidant vitamin supplements. *Arch. Neurol.* 2004, 61, 82-88.
- [21] Ziemiański Ś., Wartanowicz M.: Rola antyoksydantów żywieniowych w stanie zdrowia i choroby. *Ped. Współ. Gastroenter. Hepat. Żyw. Dzieci* 1999, 1, 97-105.

ASSESSMENT OF INFLUENCE OF THE A, E AND C VITAMINS DIET SUPPLEMENTATION ON THEIR CONTENTS OF ADVANCED AGE PEOPLE BLOOD PLASMA

Summary

The aim of the work was the estimation of the vitamins A, E and C concentration in the plasma of 22 healthy elder persons, before and after 30 days of additional supplementation. Vitamins were determined with double beam spectrophotometer UV/Vis Lambda 14p (Perkin Elmer). Before additional supplementation the lower content of vitamins was observed. The 30 days diet supplementation by vitamins caused increase of their content in the serum in 15% adults.

Key words: antioxidants, supplementation, advanced age people ☒

AGNIESZKA SARAN, GRAŻYNA DUDA

WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA ZAKUP I STOSOWANIE PRZEZ OSOBY STARSZE WITAMINOWO-MINERALNYCH SUPLEMENTÓW DIETY

Streszczenie

Badania przeprowadzono w grupie 1045 osób w wieku powyżej 60 roku życia, wśród których blisko 65% uzupełniało dietę suplementami zawierającymi witaminy oraz składniki mineralne. Suplementy stosowały głównie kobiety, osoby z wyższym wykształceniem oraz niepalące tytoniu. Główną przyczyną ich przyjmowania, najczęściej w okresie całego roku, była chęć poprawy stanu zdrowia. Stosowanie suplementów wynikało głównie z zaleceń lekarza lub było wynikiem własnej decyzji

Słowa kluczowe: suplementacja, witaminy, składniki mineralne, osoby starsze

Wprowadzenie

Osoby starsze należą do jednej z grup wiekowych najbardziej narażonych na niedobory witamin i składników mineralnych [5]. Zwiększone zapotrzebowanie na witaminy i składniki mineralne tych osób związane jest przede wszystkim ze zmianami zachodzącymi w procesie starzenia się organizmu, z nasilonym występowaniem chorób oraz zwiększonym stosowaniem leków przez znaczną część tej populacji [2].

W ciągu ostatnich lat coraz intensywniej rozwija się na świecie oraz w Polsce rynek suplementów, zawierających witaminy i składniki mineralne [13]. Znajduje to odzwierciedlenie, w potwierdzonej licznymi danymi, stale powiększającej się liczbie osób suplementujących dietę [3, 7, 8, 12]. Z wielu doniesień wynika również, że uzupełnianie diety tego typu preparatami bardziej powszechne jest wśród osób starszych aniżeli w młodszych grupach wiekowych [4, 11, 14]. W związku z tym podjęto badania, których celem było ustalenie i analiza czynników, które wpływają na decyzje osób starszych dotyczące zakupu i stosowania witaminowo- mineralnych suplementów diety.

Material i metody badań

Badanie przeprowadzono w latach 2005-2006, we wszystkich czterech porach roku. Wzięło w nim udział 1045 mieszkańców Poznania w tym: 625 kobiet i 420 mężczyzn, w wieku powyżej 60 lat (średni wiek kobiet: 69,7 +/- 7,3, mężczyzn 72 +/- 6,8). Materiał badawczy stanowiły dane zebrane za pomocą kwestionariusza ankietowego poprzez osobisty kontakt z każdą osobą, w aptekach lub klubach seniora. Kwestionariusz zawierał pytania z możliwością jednokrotnego lub wielokrotnego wyboru odpowiedzi. Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej, oceniając m.in. normalność rozkładu oraz istotność różnic analizowanych cech jakościowych. Zastosowano w tym celu test chi-kwadrat oraz U Manna Whitney'a. Statystyczną istotność różnic oceniono na poziomie $p < 0.05$.

Wyniki i dyskusja

Wśród badanych osób większość (60%), stanowiły osoby z wykształceniem średnim, deklarujące słaby stan zdrowia (48,7%) oraz słabą sytuację ekonomiczną (50,4%) (tab.1).

Tabela 1

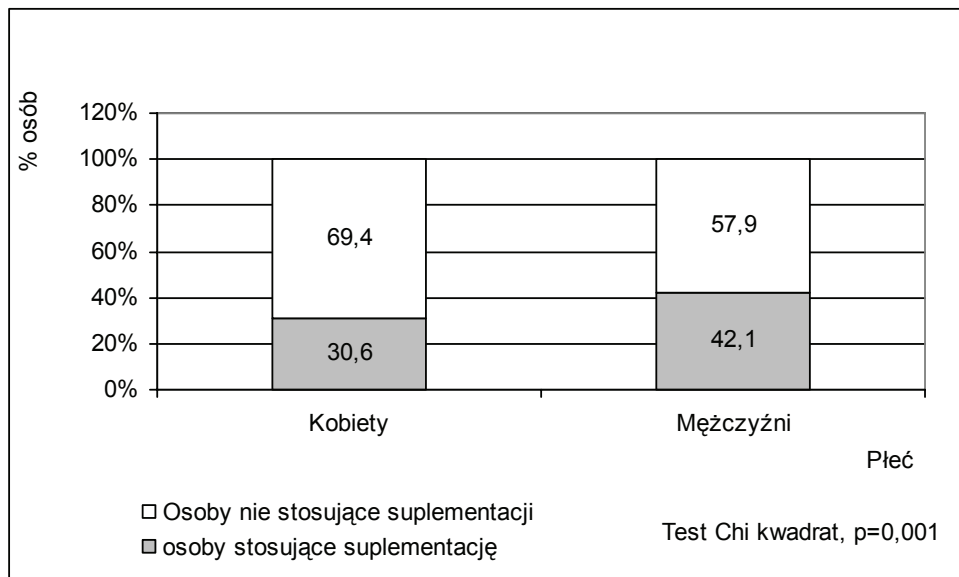
Charakterystyka badanej grupy
Characteristics of examined subjects

Analizowane cechy Analyzed features		n	%
Wykształcenie Education	Podstawowe	255	22,5
	Średnie	627	60,0
	Wyższe	183	17,5
Stan zdrowia według własnej oceny Self-assessed health status	Zły	84	8,1
	Słaby	509	48,7
	Dobry	434	41,5
	Bardzo dobry	18	1,7
Sytuacja finansowa Financial situation	Zła	223	21,3
	Słaba	527	50,4
	Dobra	263	25,2
	Bardzo dobra	32	3,1
Palenie tytoniu Smoking	Tak	918	87,8
	Nie	127	12,2

n – liczba osób

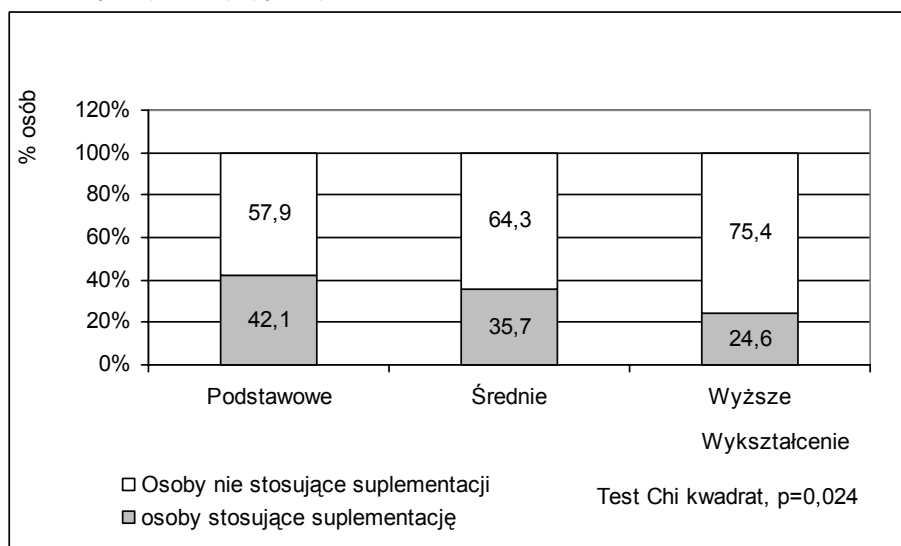
% – odsetek populacji

W grupie 1045 osób starszych suplementy witaminowe-i(lub) mineralne przyjmowało 64.8% badanych. Blisko 40% z nich zażywało je systematycznie w ciągu całego roku. Wśród osób suplementujących wykazano, istotnie większy udział kobiet (69,4%) aniżeli mężczyzn (57,9%) (rys.1).



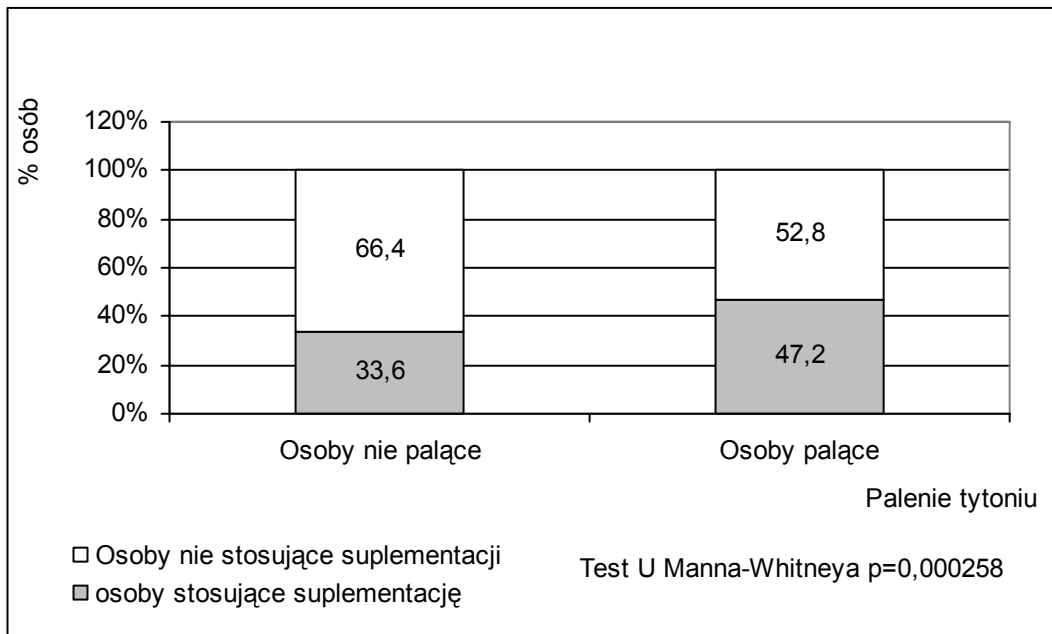
Rys. 1. Wpływ płci na stosowanie suplementów diety przez badaną grupę osób
 Fig. 1. The effect of sex on the use of dietary supplements in the study population

W grupie osób stosujących suplementy największy odsetek stanowiły osoby z wykształceniem wyższym (75,4%), mniejszy z wykształceniem średnim (64,3%) i podstawowym (57,9%) (rys. 2).



Rys. 2. Wpływ wykształcenia na stosowanie suplementów diety przez badaną grupę osób
 Fig. 2. The effect of education on the use of dietary supplements

Suplementy diety stosował istotnie wyższy odsetek osób nie palących tytoniu (66,4%) w porównaniu z osobami palącymi (52,8%) (rys. 3).



Rys. 3. Wpływ palenia tytoniu na stosowanie suplementów diety przez badaną grupę osób
Fig. 3. The effect of smoking on the use of dietary supplements

Nie stwierdzono istotnego statystycznie wpływu na przyjmowanie preparatów takich wskaźników jak: samoocena stanu zdrowia oraz sytuacja finansowa.

Wśród osób stosujących preparaty największy odsetek pobierał je z uwagi na przekonanie, iż poprawiają one stan zdrowia (76,9% osób), zdecydowanie mniejszy uznawał je za środki niezbędne, wspomagające stosowaną terapię farmakologiczną (38,9%). Najmniej liczna grupa osób (26,1%) dokonywała zakupu suplementów diety uważając, iż uzupełniają one występujący w ich diecie niedobór witamin i składników mineralnych (tab. 2).

Nie wykazano przy tym znamienych różnic w postawie kobiet i mężczyzn.

Stwierdzono, iż najczęściej osób (niezależnie od płci) kupowało preparaty w oparciu o własną decyzję (59,7%) i na zlecenie lekarza (49,9%). Zdecydowanie mniej kierowało się opinią farmaceuty (11,5%) i znajomych (2,8%) lub zdaniem innych osób (3,1%).

Z uzyskanych wyników własnych, podobnie jak i z większości badań innych autorów wynika, że suplementacja diety jest szeroko stosowana i najczęściej dotyczy kobiet oraz osób z wyższym wykształceniem [6, 10, 11]. Najprawdopodobniej jest to

spowodowane większym zainteresowaniem kobiet problematyką zdrowotną, dbałością o wygląd zewnętrzny oraz szerszą wiedzą na temat witamin i składników mineralnych, co wykazano w innym badaniu autorów niniejszej pracy (publikacja w druku).

Tabela 2

Przyczyny stosowania suplementów diety
Reasons of using dietary supplements

Analizowane cechy Analyzed features	Analizowane cechy		n	%
Stosowanie suplementów Use of dietary supplements	Stosowanie suplementów	Tak	677	64,8
		Nie	368	35,2
Przyczyny stosowania suplementów witaminowo – i(lub) mineralnych Reasons for use of vitamin-mineral dietary supplements	Przyczyny stosowania suplementów witaminowo – i(lub) mineralnych	Dieta nie dostarcza składników odżywczych w odpowiedniej ilości	177	26,1
		Suplementy poprawiają stan zdrowia	521	76,9
		Suplementy są niezbędne przy stosowanych lekach	264	38,9

n – liczba osób

% – odsetek populacji

Odnotować należy jednak fakt, iż w podobnej analizie przeprowadzonej w Chinach nie stwierdzono zależności pomiędzy stosowaniem preparatów a poziomem wykształcenia [4]. W badaniu własnym ustalono, że suplementację diety istotnie rzadziej stosowały osoby starsze palące papierosy w porównaniu z niepalącymi. Potwierdzono to także w badaniach innych autorów [3, 10]. Jak można przypuszczać wynika to z ogólnie mniejszej dbałości o własny stan zdrowia tej pierwszej grupy osób.

W niniejszej pracy nie potwierdzono natomiast, aby oceniany subiektywnie przez uczestników badania ich stan zdrowia determinował suplementowanie diety. W badaniach innych polskich autorów uwzględniających ten parametr, uzyskano rozbieżne wyniki [9,10]. Analizując przyczyny stosowania suplementów witaminowo-mineralnych ustalono jednak, iż głównym motywem, jakim kierowano się wprowadzając tę formę uzupełniania diety, była chęć poprawy stanu zdrowia. Na podobne uwarunkowania wskazują przeprowadzone w Polsce badania Pietruszki i wsp. oraz w USA Sebastian`a i wsp. [10, 12].

Stwierdzony brak wpływu sytuacji ekonomicznej osób starszych na podjęcie suplementowania diety potwierdzają także wyniki innych polskich autorów [6, 9, 10]. Z kolei odmienny wniosek wynika z jednego z chińskich badań, w którym wykazano zwiększoną tendencję do stosowania suplementów wraz z polepszeniem sytuacji finansowej [4]. Szeroka skala tego zjawiska wśród osób starszych można świadczyć o, dominującej i niezależnej od sytuacji finansowej, potrzebie zachowania sprawności i opóźnienia rozwoju chorób związanych z wiekiem. Potwierdzeniem tego może być

fakt, iż zbliżony odsetek osób zażywających witaminy i składniki mineralne sam podejmował taką decyzję, jak i stosował się do zaleceń lekarza. Podobne dane uzyskano w innych badaniach z tego zakresu [9, 10]. W tym kontekście za niepokojące należy uznać wyniki jednego z badań amerykańskich, w którym wykazano, iż osoby rutynowo zażywające suplementy celowo nie konsultują tego z lekarzem [1]. Powszechne pobieranie suplementów diety, współwystępujące często ze spożywaniem żywności wzbożonej, prowadzić może do nadmiernego spożycia składników odżywczych, w ilościach niebezpiecznych dla zdrowia [7]. W związku z tym, istnieje potrzeba prowadzenia edukacji osób starszych na temat zasad racjonalnego żywienia oraz ewentualnego uzupełniania diety odpowiednimi suplementami.

Wnioski

1. Wśród osób starszych główną przyczyną przyjmowania suplementów witaminowo-mineralnych była chęć poprawy stanu zdrowia.
2. Na stosowanie suplementacji diety witaminami i/lub składnikami mineralnymi największy wpływ miały płeć i poziom wykształcenia badanych osób.
3. Niekontrolowane przyjmowanie suplementów diety przez osoby starsze niesie ze sobą ryzyko ich przedawkowania i potwierdza potrzebę edukacji tych osób w zakresie żywienia i bezpiecznej suplementacji.

Literatura

- [1] Blendon R., DesRoches C., Benson J. i wsp.: Americans' views on the use and regulation of dietary supplements. *Arch. Intern. Med.*, 2001, 161 (6), 805-881.
- [2] Duda G., Saran A.: Polskie rekomendacje dotyczące spożycia witamin i składników mineralnych przez osoby w starszym wieku. *Farm. Współ.*, 2008, (1), 16-23.
- [3] Harrison R, Holt D, Pattison D, i wsp.: Are those in need taking dietary supplements? A survey of 21 923 adults. *Br. J. Nutr.*, 2004, 91 (4), 617-623.
- [4] He Y., Yang Z., Xu J., i wsp.: Analysis of influences factors of dietary supplement used in population aged above 45 years in Beijing, *Chin. J. Prev. Med.*, 2008, 42 (11), 823-826.
- [5] Jarosz M., Bułhak-Jachymczyk B. (pod red.): *Normy żywienia człowieka*, Warszawa, PZWL, 2008.
- [6] Kałuża J., Bagan A., Brzozowska A.: Ocena udziału witamin i składników mineralnych z suplementów osób starszych. *Roczn. PZH*, 2004, 55, 1, 51-61.
- [7] NIH State-of-Science Conference Statement on multivitamin/mineral supplement and chronic disease prevention. *NIH Consens. State. Sci. Statements.*, 2006, 23 (2), 1-30.
- [8] Payete H, Gray-Donald K.: Do vitamin and mineral supplements improve the dietary intake of elderly Canadians? *Can. J. Public. Health*, 1991, 82 (1), 58-60.
- [9] Pietruszka B., Brzozowska A.: Use of nutritional supplements by elderly living in Marki near Warsaw in relation to dietary intake. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1995, 4, 71-79.
- [10] Pietruszka B., Brzozowska A.: Vitamin and mineral supplement use among adults in central and eastern Poland. *Nutr. Research.*, 1999, 19 (6), 817-826.
- [11] Rock C.: Multivitamin-mineral supplements: who use them? *Am. J. Clin. Nutr.*, 2007, 85 (1), 277-279.

- [12] Sebastian R., Cleveland L, Goldman J, i wsp.: Older adults who use vitamin/mineral supplements differ from nonusers in nutrient intake adequacy and dietary attitudes. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2007, 107 (8), 1322-1332.
- [13] Stoś K., Szponar L., Bogusz W. i wsp.: Suplementy diety, jako źródło składników o działaniu odżywczym i innym fizjologicznym. *Żyw. Człow. Metab.* 2007, XXXIV, 3/4, 1036-1040.
- [14] Szponar L., Stoś K., Ołtarzewski M.: Suplementy diety - możliwości ich wykorzystania w prewencji wybranych niedoborów żywieniowych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2004, 31 (supl. cz. I), 441-446.

INFLUENCE OF SELECTED FACTORS ON DIETARY SUPPLEMENTATION BY ELDERLY

Summary

The study was conducted on a sample of 1045 subjects at the age over 60. The use of vitamin and mineral supplements was reported by almost 65% of the respondents. Supplement users were more mostly women, people with higher education and non-smokers. The main reason for supplement use, most frequently during the whole year, was a desire to improve one's health condition. Supplementation practice was mainly the result of a physician's recommendations or the respondents' own decision.

Key words: supplementation, vitamins, minerals, elderly ☒

ANNA GLISZCZYŃSKA-ŚWIGŁO¹, HENRYK SZYMUSIAK²

INTERAKCJE MIĘDZY SKŁADNIKAMI SUPLEMENTÓW DIETY NA PRZYKŁADZIE KWERCETYNY I WITAMINY C

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań nad wpływem pH środowiska na aktywność przeciwrodnikową kwercetyny w obecności witaminy C (kwasu askorbinowego). Stwierdzono, że aktywność przeciwrodnikowa kwercetyny, zmierzona w teście TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity), ulega znacznemu obniżeniu w pH 4,5-9,0 w wyniku interakcji z kwasem askorbinowym. Wykonano odpowiednie obliczenia kwantowo-chemiczne w celu wyjaśnienia obserwowanego antagonistycznego oddziaływania pomiędzy tymi przeciwutleniaczami.

Słowa kluczowe: kwercetyna, witamina C, suplement diety, aktywność przeciwrodnikowa, TEAC.

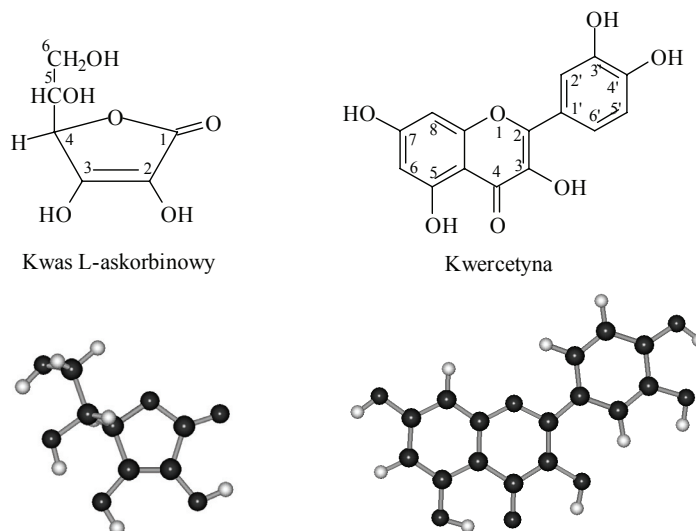
Wprowadzenie

Witamina C (kwas askorbinowy, 2,3-didehydro-L-treo-heksono-1,4-lakton, 3-keto-L-gulofuranolakton; Rys. 1) jest jednym z najważniejszych naturalnych przeciwutleniaczy. Występuje zarówno w płynach pozakomórkowych, jak i wewnątrz komórek. Chroni tkanki i płyny ustrojowe przed większością reaktywnych form tlenu. Bierze udział w unieczynnianiu takich cząsteczek, jak anionorodnik ponadtlenkowy, nadtlenek wodoru, rodnik hydroksylowy i rodniki nadtlenkowe. Wpływa na zachowanie prawidłowego potencjału oksydacyjnego w komórce. Kwas L-askorbinowy jest dodawany do produktów spożywczych w celu wzbogacenia ich w witaminę C oraz jako przeciwutleniacz. Jest również składnikiem wielu preparatów farmaceutycznych i suplementów diety. Jako substancja silnie redukująca ma istotny udział w utrwalaniu naturalnej barwy wielu surowców i produktów. Dzięki działaniu przeciwutleniającemu chroni produkty przed oksydacyjnym brunatnieniem, rozkładem tłuszczów i substancji smakowych [1].

¹ Dr inż. Anna Gliszczyńska-Świgło, Katedra Instrumentalnych Metod Oceny Jakości,

² Dr hab. prof. nadzw. Henryk Szymusiak, Katedra Technologii i Ochrony Środowiska, Wydział Towaroznawstwa, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Aleja Niepodległości 10, 61-875 Poznań,

Kwercetyna (Rys. 1) występuje w kwiatach, liściach i łodygach wielu roślin takich jak herbata, gryka, cebula i brokuł. Posiada zdolność neutralizacji wolnych rodników, a tym samym hamuje oksydacyjne uszkodzenia DNA. Ponadto wykazano, że posiada silne działanie przeciwzapalne poprzez spowolnienie wydzielania histaminy [2]. Kwercetyna (podawana razem z solami wapnia) i jej pochodne (m. in. rutyna, zwłaszcza w preparatach z kwasem askorbinowym) wykazują również właściwości przeciwalergiczne [3]. Kwercetyna i inne flawonoidy znalazły zastosowanie w leczeniu chorób naczyń o charakterze zakrzepowo-zatorowym [4]. Rutyna (3-rutynozyd kwercetyny) i jej pochodne półsyntetyczne są od dawna stosowane w leczeniu jako środki regulujące przepuszczalność naczyń włosowatych i poprawiające krążenie obwodowe.



Rys. 1. Struktury kwasu askorbinowego i kwercetyny
Fig.1. Structures of ascorbic acid and quercetin

Pomiędzy składnikami produktów spożywczych czy suplementów diety mogą zachodzić różne oddziaływania, wpływające na właściwości poszczególnych składników. Na rynku są dostępne suplementy diety zawierające w swym składzie witaminę C i flawonoidy np. „QUERCETIN + VITAMIN C” w postaci kapsułek z mieszaniną witaminy C (1400 mg) i dihydratu kwercetyny (500 mg) lub w postaci mieszaniny witaminy C z bioflawonoidami, np. “C-Plus Flavonoids” i “Lion Kids C”.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu obecności kwasu askorbinowego na aktywność przeciwrodnikową kwercetyny (i *vice versa*). Pomiar aktywności przeciwrodnikowej kwasu askorbinowego, kwercetyny i ich mieszanin w różnych stosunkach wagowych przeprowadzono w zakresie pH 2-9 przy użyciu testu TEAC. Dodatkowo, przeprowadzono modelowe obliczenia kwantowo-chemiczne.

Material i metody badań

Mikroperoksydazę-8 (MP-8) zakupiono w firmie Sigma (St. Louis, MO, USA), 2,2'-azynobis-3-etylobenzotiazolino-6-sulfonian (ABTS) zakupiono w firmie Roche (Indianapolis, USA). Kwas 6-hydroksy-2,3,7,8-tetrametylochromano-2-karboksyłowy (Trolox[®]) zakupiono w firmie Aldrich (Steinheim, Germany). Dihydrat kwercetyny, kwas askorbinowy i H₂O₂ (30%) zakupiono w firmie Merck (Darmstadt, Germany).

Aktywność przeciwrodnikową badanych związków w zależności od pH środowiska wyznaczono zmodyfikowaną metodą TEAC. Metoda TEAC polega na absorpcyjometrycznym ($\lambda=734$ nm) wyznaczeniu zdolności przeciwutleniacza do zmiatania niebieskozielonego kationorodnika ABTS^{•+} w porównaniu z aktywnością troloksu użytego jako antyoksydant wzorcowy [5]. W zmodyfikowanej metodzie TEAC [6] do wytworzenia kationorodnika ABTS^{•+} użyto zamiast metmioglobiny mikroperoksydazę (MP8). Zmodyfikowana metoda TEAC umożliwia pomiar aktywności przeciwutleniającej związków w szerokim zakresie pH [6].

Roztwory kationorodnika ABTS^{•+} o odpowiednim pH (2-9) otrzymano przez zmieszanie w stosunku 1:1 roztworu kationorodnika ABTS^{•+}, przygotowanego jak opisano wcześniej (7), z 0,2 M buforami fosforanowymi o różnym pH.

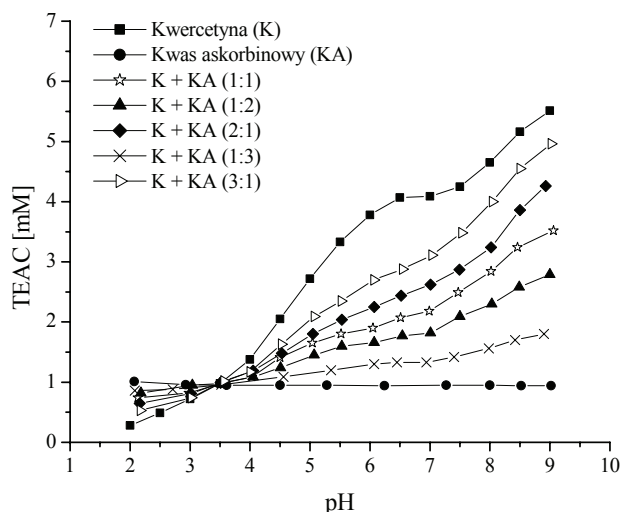
Obliczenia teoretyczne przeprowadzono za pomocą metody DFT/B3LYP dostępnej w programie Gaussian 98. Geometrie cząsteczek kwercetyny, kwasu askorbinowego i kompleksu kwercetyna-kwas askorbinowy, w różnych możliwych konformacjach i stanach redoks, były optymalizowane w atomowej bazie 6-31G(d,p). Parametry molekularne, takie jak energia wiązania OH (BDE), potencjał jonizacji (IP), energia deprotonacji (DE) i energia wiązania kompleksu (BE) obliczono w atomowej bazie 6-311G(d,p). Wartości wszystkich obliczonych parametrów molekularnych zostały wyrażone w kcal/mol i odnoszą się do tzw. obliczeń „w fazie gazowej”. Szczegóły związane z procedurą obliczeń można znaleźć we wcześniejszych pracach, jak np. [8].

Wyniki i dyskusja

Wyniki pomiarów aktywności przeciwrodnikowej kwercetyny, kwasu askorbinowego i ich mieszanin, przy różnych wartościach pH przedstawiono na rys. 2.

Wartości TEAC dla kwasu askorbinowego są stałe w całym zakresie pH, podczas gdy dla kwercetyny wzrastają w miarę wzrostu pH od kwaśnego do zasadowego. Profile zmierzone dla mieszanin kwercetyny i kwasu askorbinowego zawierają się między profilami zmierzonymi dla czystych składników. Obniżenie aktywności przeciwrodnikowej kwercetyny w obecności kwasu askorbinowego obserwuje się przy pH wyższym niż 4,5 przy wszystkich zastosowanych proporcjach wagowych kwercetyny do kwasu askorbinowego ((3:1), (2:1), (1:1), (1:2) i (1:3)). Wynik ten oznacza, że kwercetyna i kwas askorbinowy oddziałują ze sobą w sposób antagonistyczny – w pH powyżej

pK_{a1} kwasu askorbinowego ($pH = 4,17$ dla C3-OH) następuje obniżenie aktywności przeciwrodnikowej kwercetyny. Z profili przedstawionych na Rys. 2 można wywnioskować, że efekt ten zależy od ilości kwasu askorbinowego: im wyższe stężenie kwasu askorbinowego tym większy spadek aktywności przeciwrodnikowej kwercetyny.



Rys. 2. Zależność wartości TEAC od pH środowiska wyznaczona dla kwercetyny, kwasu askorbinowego i ich mieszanin (w różnych stosunkach wagowych)

Fig. 2. Dependence of the TEAC values on pH determined for quercetin, ascorbic acid and their mixtures (at different ratios)

W celu wyjaśnienia antagonistycznego oddziaływania między kwercetyną i kwasem askorbinowym dodatkowo przeprowadzono obliczenia teoretyczne. Obliczono dwa użyteczne w opisie procesów wolnorodnikowych parametry takie, jak potencjał jonizacji (IP) opisujący łatwość oddawania elektronu przez cząsteczkę i energia wiązania grupy OH (BDE) opisująca łatwość odszczepiania atomu wodoru przez daną cząsteczkę (tab. 1). W interpretacji obliczonych dla danej cząsteczki parametrów IP i BDE stosuje się następującą regułę: im niższa wartość IP lub BDE tym, w zależności od dominującego mechanizmu procesu wolnorodnikowego, wyższa aktywność przeciwrodnikowa badanej cząsteczki.

Aby wyjaśnić, dlaczego kwas askorbinowy obniża aktywność przeciwrodnikową kwercetyny założono, że między cząsteczkami kwasu askorbinowego i kwercetyny tworzy się wiązany wodorowo kompleks molekularny. Na Rys. 3 przedstawiono strukturę kompleksu utworzonego między obojętnymi cząsteczkami kwercetyny i kwasu askorbinowego. Zgodnie z wynikami obliczeń najbardziej trwała struktura takiego kompleksu powstaje w wyniku utworzenia wiązań wodorowych między grupą C4'-OH układu katecholowego cząsteczki kwercetyny oraz grupą C2-OH i karbonylowym

atomem tlenu cząsteczki kwasu askorbinowego (rys. 1). Obliczona energia wiązania tego kompleksu (BE) wynosi 12,8 kcal/mol.

Tabela 1

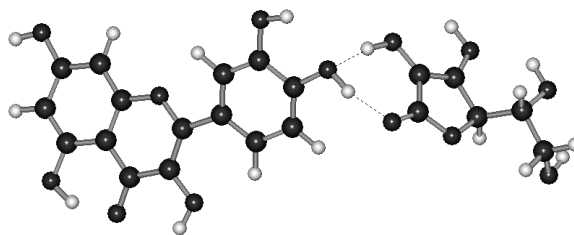
Obliczone wartości potencjału jonizacji (IP), energii wiązania grupy OH (BDE), energii wiązania kompleksu (BE) oraz energii deprotonacji (DE) dla kwasu askorbinowego, kwercetyny i ich obojętnych (N) oraz monoanionowych (A) kompleksów (w kcal/mol).

Calculated values of ionization potential (IP), bond dissociation energy of OH group, binding energy of complex (BE) and deprotonation energy (DE) for ascorbic acid, quercetin and their neutral (N) and monoanionic (A) complexes (in kcal/mol).

	IP(N)	BDE(N)	IP(A)	BDE(A)	BE	DE ^a
Kwas askorbinowy Ascorbic acid	190,2	78,2	65,4	71,0	-	328,0
Kwercetyna Quercetin	161,2	79,8	64,1	78,4	-	330,8
Kompleks obojętny Neutral complex	153,9	78,9	-	-	12,8	-
Kompleks monoanionowy Monoanionic complex	-	-	86,4	74,2	33,2	307,6

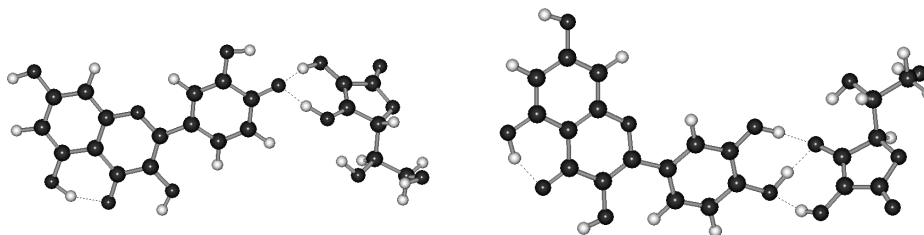
a – dla najłatwiej jonizującej grupy OH (na podstawie obliczeń).

a – for the most easy deprotonated OH group (according to calculations).



Rys. 3. Zoptymalizowana struktura najbardziej trwałego kompleksu kwercetyna-kwas askorbinowy utworzonego z cząsteczek obojętnych. Linią przerywaną oznaczono najsilniejsze wiązania wodorowe.

Fig. 3. Optimized structure of the most stable quercetin-ascorbic acid complex where both components appear in neutral form. Dotted lines indicate strongest H-bondings.



Rys. 4. Zoptymalizowane struktury najbardziej trwałego kompleksu kwercetyna-kwas askorbinowy, w którym jedna z cząsteczek występuje w formie monoanionu. Linią przerywaną oznaczono najsilniejsze wiązania wodorowe.

Fig. 4. Optimized structures of the most stable quercetin-ascorbic acid complex where one of the components appears in monoanionic form. Dotted lines indicate strongest H-bondings.

W roztworze o pH zbliżonym do pK_{a1} kwasu askorbinowego ($pH = 4,17$) i powyżej cząsteczki kwasu askorbinowego występują w formie zdysocjowanej. W tym przypadku możliwe jest utworzenie takiego kompleksu, w którym cząsteczka kwasu askorbinowego będzie występować w formie monoanionu a cząsteczka kwercetyny w formie obojętnej (pK_{a1} dla kwercetyny wynosi $7,03$). Na podstawie obliczeń stwierdzono istnienie dwóch izoenergetycznych struktur takiego kompleksu, przedstawionych na rys. 4. Obliczona wartość energii wiązania tego kompleksu wynosi $33,2$ kcal/mol. Biorąc pod uwagę niską wartość pK_{a1} kwasu askorbinowego kompleksy o strukturze pokazanej na rys. 4 mogą występować w roztworze w prawie całym badanym zakresie pH. Obliczone wartości energii deprotonacji (DE) dla kwasu askorbinowego i kwercetyny i wynoszą odpowiednio $328,0$ kcal/mol i $330,8$ kcal/mol, natomiast obliczona wartość energii deprotonacji dla kompleksu kwercetyna-kwas askorbinowy jest o około 20 kcal/mol niższa od wartości obliczonej dla cząsteczki kwasu askorbinowego (tab. 1). Przewidywana teoretycznie wyższa kwasowość kompleksu w stosunku do pojedynczych jego składników dodatkowo sugeruje, że struktury pokazane na rys. 4 mogą występować w roztworze nawet przy niskich wartościach pH. Interpretacja wyników doświadczalnych przedstawionych na rys. 2 jest utrudniona ze względu na możliwość istnienia równowagi między kompleksem kwercetyna-kwas askorbinowy a wolnymi cząsteczkami kwercetyny i kwasu askorbinowego. Ponadto, stała równowagi może zależeć od pH środowiska. Analiza wyników obliczeń teoretycznych pozwala jednak na wyciągnięcie następujących wniosków. Najbardziej reaktywna grupa OH układu katecholowego w cząsteczce kwercetyny ($C4'-OH$) jest związana wiązaniem wodorowym z polarnymi grupami cząsteczki kwasu askorbinowego i jest mniej dostępna dla reakcji z wolnymi rodnikami. Obliczona wartość parametru BDE(N) (zdolność oddania atomu wodoru) dla grupy $C4'-OH$ wolnej obojętnej cząsteczki kwercetyny praktycznie nie ulega zmianie po jej związaniu się z cząsteczką kwasu askorbinowego w kompleks przedstawiony na rys. 3, natomiast wartość parametru BDE(A) obliczona dla cząsteczki monoanionu kwercetyny maleje o około $4,2$ kcal/mol po jej związaniu się z cząsteczką kwasu askorbinowego w kompleks przedstawiony na rys. 4. Wynik ten jednak zdaje się nie mieć większego znaczenia, gdyż będąca donorem atomów wodoru grupa $C4'-OH$ jest związana mostkami wodorowymi z kwasem askorbinowym, sterycznie przesłonięta i tym samym mniej dostępna dla reakcji z wolnym rodnikiem. Obliczony potencjał jonizacji IP(N) (zdolność oddania elektronu) dla kompleksu złożonego z obojętnych cząsteczek (rys. 3) jest o $36,3$ kcal/mol niższy niż obliczony dla obojętnej cząsteczki kwasu askorbinowego i o $7,3$ kcal/mol niższy niż obliczony dla obojętnej cząsteczki kwercetyny. Natomiast w przypadku kompleksu pokazanego na Rys. 4 obliczona wartość potencjału jonizacji IP(A) jest o około $21,1$ kcal/mol wyższa od wartości obliczonej dla najbardziej trwałej cząsteczki monoanionu kwasu askorbinowego i około $22,3$ kcal/mol wyższa od wartości obliczonej dla najbardziej trwałej cząsteczki

monoanionu kwercetyny. Wyniki badań doświadczalnych i obliczeń teoretycznych wskazują więc, że kwercetyna po utworzeniu kompleksu z kwasem askorbinowym staje się mniej efektywnym zmiataczem rodników w wyniku znacznego obniżenia jej zdolności oddawania elektronu cząsteczce rodnika.

Wnioski

1. Aktywność przeciwrodnikowa kwercetyny, zmierzona w teście TEAC, silnie zależy od pH środowiska i wzrasta w miarę przesuwania się w kierunku pH zasadowego.
2. Aktywność kwercetyny w mieszaninie z kwasem askorbinowym w pH powyżej 4,5 maleje w zależności od proporcji składników w mieszaninie.
3. Na podstawie obliczeń teoretycznych stwierdzono możliwość tworzenia się silnie związanego wodorowo kompleksu molekularnego kwercetyna-kwas askorbinowy. Najbardziej prawdopodobna jest struktura kompleksu, w której jeden ze składników występuje w formie zdysocjowanej (monoanionu). Związanie się cząsteczki kwercetyny z cząsteczką kwasu askorbinowego powoduje obniżenie jej zdolności oddawania elektronu a jej najbardziej reaktywna grupa C4'-OH staje się mniej dostępna dla reakcji wolnorodnikowych.
4. Proponowany mechanizm tworzenia kompleksów kwas askorbinowy-kwercetyna jest próbą wyjaśnienia antagonistycznego oddziaływania obserwowanego między kwercetyną i kwasem askorbinowym w teście TEAC.
5. Ewentualne skutki fizjologiczne przedstawionych w niniejszej pracy antagonistycznych interakcji pomiędzy tymi dwoma popularnymi składnikami suplementów wymagają badań *in vivo*. Poznanie rodzaju oddziaływań zachodzących pomiędzy składnikami żywności, nutraceutyków czy suplementów diety może być użyteczne przy projektowaniu nowych produktów.

Literatura

- [1] Wójtowicz A.: Wpływ dodatku kwasu askorbinowego na teksturę ekstrudowanych makaronów przygotowanych, *Acta Agrophysica*, 2008, 12(1), 245-254.
- [2] Kłódka D., Bońkowski M., Telesiński A.: Kształtowanie się zawartości kwercetyny w naparach różnych rodzajów herbat w zależności od czasu parzenia, *Herba Polonica* 2006, 52(3), 43-44.
- [3] Padilla E., Ruiz E., Redondo S. i wsp.: Relationship between vasodilatation capacity and phenolics content of Spanish wines, *Eur. J. Pharmacol.* 2005, 517, 84-91.
- [4] Ross J.A., Kasum C.M.: Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety, *Annu. Rev. Nutr.* 2002, 22, 19-34.
- [5] Miller N.J., Rice-Evans C.A., Davies M.J. i wsp.: A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates, *Clin. Sci.* 1993, 84, 407-412.
- [6] Tyrakowska B., Soffers A.E.M.F., Szymusiak H. i wsp.: TEAC antioxidant activity of 4-hydroxybenzoates, *Free Radical Biol. Med.* 1999, 27, 1427-1436.
- [7] Gliszczyńska-Świgło A., Muzolf M.: pH-Dependent radical scavenging activity of folates, *J. Agric. Food Chem.* 2007, 55, 8237-8242.

- [8] Borkowski T., Szymusiak H., Gliszczyńska-Świgło A. i wsp.: Radical scavenging capacity of wine anthocyanins is strongly pH-dependent, *J. Agric. Food Chem.* 2005, 53, 5526-5534.

INTERACTIONS BETWEEN COMPONENTS OF DIETARY SUPPLEMENTS: A CASE OF QUERCETIN AND VITAMIN C

Summary

In the present study, the effect of pH of the surrounding medium on the radical-scavenging activity of quercetin in the presence of vitamin C (ascorbic acid) was investigated. It was found that at pH 4.5-9.0 radical-scavenging activity of quercetin in the TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) assay is strongly reduced by ascorbic acid as a result of their interactions. Some relevant quantum-chemical calculations were performed to get some insight into the mechanism of observed antagonistic interaction between these two popular antioxidants.

Keywords: quercetin, vitamin C, dietary supplement, antiradical activity, TEAC. ☒

EWA STEFAŃSKA, LUCYNA OSTROWSKA, DANUTA CZAPSKA,
JAN KARCZEWSKI

OCENA ZAWARTOŚCI WITAMIN W CAŁODZIENNYCH RACJACH POKARMOWYCH KOBIEŃ O PRAWDŁOWEJ MASIE CIAŁA ORAZ Z NADWAGĄ I OTYŁOŚCIĄ

Streszczenie

Dokonano oceny zawartości wybranych witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (A, D, E) oraz w wodzie (B₁, B₂, B₆, B₁₂, niacyna, foliany) w całodziennych racjach pokarmowych 346 kobiet o zróżnicowanym stopniu odżywienia (145 kobiet z prawidłową masą ciała, 73 z nadwagą oraz 128 otyłych). Dieta kobiet z nadwagą lub otyłością w porównaniu z dietą kobiet o prawidłowej masie ciała charakteryzowała się wyższą zawartością wszystkich ocenianych witamin (różnice istotne statystycznie). Ponadto stwierdzono niższą od zalecanych zawartość w jadłospisach wszystkich badanych kobiet folianów i wit. D oraz wit. E u kobiet z prawidłową masą ciała. Nadmierna podaż dotyczyła witamin B₂, B₆ w jadłospisach wszystkich kobiet oraz witamin A, C, B₁₂ i niacyny w racjach pokarmowych kobiet z nadwagą i otyłością.

Słowa kluczowe: kobiety, masa ciała, witaminy

Wprowadzenie

Wyniki licznych badań wskazują na korzystną rolę żywienia, w tym podaży witamin w ograniczaniu czynników ryzyka wielu chorób przewlekłych, w tym chorób układu krążenia, wad cewy nerwowej, nowotworów piersi i okrężnicy czy osteopenii [2, 4, 7]. Wykazano, iż w procesach miażdżycowych często współistniejących z nadmierną masą ciała istotną rolę odgrywają wolne rodniki tlenowe nasilające peroksydację lipidów i uszkodzenie ścian naczyń krwionośnych [6, 8]. W ochronie ustroju przed stresem oksydacyjnym duże znaczenie przypisuje się antyoksydantom żywieniowym, w tym witaminom A, C, E. Witaminy z grupy B pełnią m.in. funkcje koenzymów

*Dr n. med. E. Stefańska, dr n. med. L. Ostrowska, dr n. przyr. D. Czapska, prof. dr hab. J. Karczewski,
Zakład Higieny i Epidemiologii Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku, ul. Mickiewicza 2c, 15-089
Białystok*

uczestniczących w przemianach węglowodanów, białek, hormonów, gospodarce wodnej czy oddychaniu tkankowym. Są one niezbędne do prawidłowego rozwoju układu nerwowego, krwiotwórczego czy odpornościowego [2, 6]. Badania spożycia składników odżywczych prowadzone w naszym kraju wskazują na niezgodną z zaleceniami podaż niektórych witamin odnotowywaną zwłaszcza wśród osób, których sposób żywienia bardzo często odbiega od racjonalnego (osoby z nadwagą lub otyłością) [3, 9, 12, 13]. Jak wykazują badania osoby otyłe często ograniczając spożycie energii przyczyniają się do niedoborów witamin w racjach pokarmowych [9].

Celem pracy była ocena zawartości wybranych witamin w całodziennych racjach pokarmowych kobiet o prawidłowej oraz nadmiernej masie ciała. Próbowano odpowiedzieć na pytanie czy kobiety posiadające należną masę ciała stosujące zwyczajowo diety o niższej wartości energetycznej wymagają dodatkowej suplementacji CRP wybranymi witaminami oraz czy jest to również niezbędne w przypadku dziennych racji pokarmowych kobiet z nadwagą i otyłością.

Material i metody badań

Badania ankietowe przeprowadzono w grupie 346 kobiet dobrowolnie zgłaszających się do Zakładu Higieny i Epidemiologii Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku w ramach programu prowadzonego na terenie Zakładu, dotyczącego oceny stanu odżywienia populacji osób dorosłych. Średni wiek kobiet wynosił $41,1 \pm 13,1$ lat. Na podstawie wskaźnika masy ciała BMI (wyrażonego wzorem: masa ciała w kg podzielona przez wzrost w metrach podniesiony do kwadratu) badane osoby podzielono na grupy: o należnej masie ciała ($BMI < 25,0 \text{ kg/m}^2$, grupa I) oraz z nadwagą ($25,0 \leq BMI \leq 29,9 \text{ kg/m}^2$, grupa II) i otyłością ($BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$, grupa III).

Ocenę zwyczajowo spożywanej całodzienniej racji pokarmowej przeprowadzono metodą wywiadu 24-godz. obejmującego dzień poprzedzający badanie. Wielkość porcji szacowano na podstawie „Albumu fotografii produktów i potraw” [11]. W badanych dziennych racjach pokarmowych przy pomocy programu komputerowego Dieta 2.0 opracowanego w Instytucie Żywności i Żywienia w Warszawie obliczono m. in. zawartości 10 witamin. W obliczeniach uwzględniono straty witamin związane z wpływem procesów technologicznych na zawartość składników odżywczych w produktach i potrawach na poziomie 15% w przypadku witaminy B₂, 20% - wit. B₁, 25% - B₆, 40% - folianów, 25% - wit. A, 30% - wit. E, 55% - wit. C.

W ocenie zgodności spożycia z zaleceniami wykorzystano normy żywienia dla ludności Polski [5]. Dla wszystkich witamin wykorzystano normy ustalone na poziomie zalecanego spożycia (RDA), z wyjątkiem witaminy E i D, dla których wykorzystano normę ustaloną na poziomie wystarczającego spożycia (AI). W wyliczeniach nie uwzględniono dodatkowej suplementacji diety preparatami witaminowymi.

W obliczeniach uwzględniono wartości średnie, odchylenia standardowe oraz wyliczenia procentowe. Statystyczną istotność różnic uzyskanych wyników sprawdzono przy użyciu testu t dla dwóch grup niezależnych, przy pomocy programu komputerowego Statistica v.7.1, firmy StatSoft. Poziom istotności statystycznej ustalono przy $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W badaniach uczestniczyło 346 kobiet o zróżnicowanym stopniu odżywienia. Ocenie poddano zwyczajowo spożywane całodzienne racje pokarmowe pod względem zawartości wybranych witamin. Zwrócono również uwagę na wartość kaloryczną ocenianych jadłospisów. Wykazano, że średnia wartość kaloryczna dziennych racji pokarmowych badanych kobiet o prawidłowej masie ciała wynosiła $1533,2 \pm 563,5$ kcal/dobę, a w przypadku kobiet z nadwagą i otyłością była podobna i wynosiła odpowiednio $1675,1 \pm 647,6$ kcal/dobę i $1686,7 \pm 678,0$ kcal/dobę (różnicę istotną statystycznie odnotowano pomiędzy grupą kobiet z należną masą ciała i otyłością).

W tabeli 1 przedstawiono średnią zawartość ocenianych witamin w CRP trzech grup porównywanych kobiet. Wykazano różnice istotne statystycznie w podaży witamin zwłaszcza pomiędzy grupą kobiet z prawidłową masą ciała i otyłością.

Oceniając spożycie witamin w zależności od wartości wskaźnika BMI wykazano, iż w zwyczajowej diecie kobiet z prawidłową masą ciała przy wartości kalorycznej diety nie pokrywającej zaleceń ($1533,2 \pm 563,5$ kcal/dobę) odnotowano niedobory witamin: E, D oraz folianów. W nadmiarze spożywane były witaminy B₂ oraz B₆. W przypadku kobiet z nadwagą, których wartość kaloryczna całodziennych racji pokarmowych wynosiła $1675,1 \pm 647,6$ kcal/dobę odnotowano zbyt niskie spożycie witaminy D oraz folianów. Nadmierna podaż dotyczyła witamin A, C, B₂, B₆, B₁₂ i niacyny. W przypadku grupy kobiet otyłych, których zwyczajowa dieta charakteryzowała się średnią wartością kaloryczną wynoszącą $1686,7 \pm 678,0$ kcal/dobę odnotowano zbyt niską zawartość w całodziennych racjach pokarmowych witaminy D i folianów. W nadmiarze spożywane były witaminy: A, C, B₁, B₂, B₆, B₁₂ oraz niacyna.

Pomimo wyższej realizacji norm na wszystkie oceniane witaminy w racjach pokarmowych kobiet posiadających nadmierną masę ciała wykazano, iż około 30% racji pokarmowych tych kobiet dostarczało w ilości poniżej normy witamin: A, B₁ oraz niacyny. Jeszcze wyższy odsetek (ok. 40%) racji pokarmowych kobiet z nadwagą lub otyłością dostarczał również w niewystarczającej ilości witamin E, C oraz B₁₂. W przypadku racji pokarmowych kobiet o prawidłowej masie ciała wykazano, iż pomimo realizacji normy na witaminę A i C ok. 50% diet dostarczało tych witamin poniżej zaleceń. Około 30% jadłospisów tych kobiet dostarczało również w niewystarczającej ilości witamin B₁ i niacyny. Natomiast ok. 20% racji dostarczało zbyt mało wit. B₂ oraz B₆. Ponadto za wysoce niepokojący należy uznać fakt dostarczania witaminy D

i folianów poniżej normy przez ponad 80% racji pokarmowych kobiet niezależnie od ich stanu odżywienia.

Tabela 1

Średnia zawartość witamin w całodziennych racjach pokarmowych kobiet.
The average vitamin content in daily food rations of women.

Witaminy Vitamins	Grupa I Kobiety z prawidłową masą ciała n=145 Women with normal mass	Grupa II Kobiety z nadwagą n=73 Woman with overweight	Grupa III Kobiety z otyłością n=128 Woman with obesity	P		
	Średnia±SD Middle	Średnia±SD Middle	Średnia±SD Middle	gr. I vs II	gr. II vs III	gr. I vs III
Witamina A (ekw. retinolu) (µg) Vitamin A (retinol eq.) (µg)	748,0±550,3	831,4±619,6	1034,0±808,9	ns	ns	0,0007
Witamina D (µg) Vitamin D (µg)	1,6±1,4	2,4±4,4	2,3±2,1	0,0466	ns	0,0031
Witamina E (mg) Vitamin E (mg)	5,7±2,2	7,9±5,8	8,5± 6,1	0,0001	ns	0,0000
Witamina C (mg) Vitamin C (mg)	80,4±77,7	88,1±66,4	103,6± 67,7	ns	ns	0,0095
Witamina B ₁ (mg) Vitamin B ₁ (mg)	1,2±0,6	1,2±0,6	1,4±0,7	ns	0,0418	0,0116
Witamina B ₂ (mg) Vitamin B ₂ (mg)	1,3±0,5	1,6±1,3	1,6±1,2	0,0152	ns	0,0063
Witamina B ₆ (mg) Vitamin B ₆ (mg)	1,6±0,7	1,8±0,8	1,9±0,7	ns	ns	0,0005
Witamina B ₁₂ (µg) Vitamin B ₁₂ (µg)	2,5±1,5	3,0±4,5	3,1±3,9	ns	ns	ns
Foliany (µg) Folate (µg)	220,6±111,1	231,8±88,8	251,8±105,9	ns	ns	0,0186
Niacyna (mg) Niacin (mg)	14,7±7,1	18,1±9,2	18,0±7,8	0,0029	ns	0,0003

SD-odchylenie standardowe

SD-standard deviation

p- istotność różnic w grupach o zróżnicowanym BMI

p- significant differences in groups with differentiated BMI

ns- różnice statystycznie nieistotne

ns- non-statistically significant differences

Tabela 2

Realizacja norm spożycia na wybrane witaminy w CRP badanych grup kobiet.

Intake norm realization for chosen vitamins in a daily food ration of the women studied.

Witaminy Vitamins	Normy Norms	Grupa I Kobiety z prawidłową masą ciała Women with normal mass	Grupa II Kobiety z nadwagą Woman with overweight	Grupa III Kobiety z otyłością Woman with obesity
		% realizacji norm	% realizacji norm	% realizacji norm
Witamina A (ekw. retinolu) (µg) Vitamin A (retinol eq.) (µg)	700	106,8	118,8	147,7
Witamina D (µg) Vitamin D (µg)	5	32,0	48,0	46,0
Witamina E (mg) Vitamin E (mg)	8	71,0	98,7	106,2
Witamina C (mg) Vitamin C (mg)	75	107,2	117,5	138,1
Witamina B ₁ (mg) Vitamin B ₁ (mg)	1,1	109,1	109,1	127,3
Witamina B ₂ (mg) Vitamin B ₂ (mg)	1,1	118,2	145,4	145,4
Witamina B ₆ (mg) Vitamin B ₆ (mg)	1,3	130,8	138,5	153,8
Witamina B ₁₂ (µg) Vitamin B ₁₂ (µg)	2,4	97,7	125,0	129,2
Foliany (µg) Folate (µg)	400	55,1	57,9	62,9
Niacyna (mg) Niacin (mg)	14	105,0	129,3	129,3

Jak wykazały wyniki badania WOBASZ przeprowadzonego wśród dorosłej populacji mieszkańców Polski (ponad 50% badanych kobiet posiadało nadwagę lub otyłość) pobranie jedynie witamin antyoksydacyjnych oraz wit. B₆ mieściło się w granicach zalecanych poziomów, natomiast spożycie pozostałych witamin z grupy B nie pokrywało zaleceń [13]. W przeciętnej racji pokarmowej kobiet objętych wyżej cytowanym badaniem podaż witamin C, B₁, B₂ była zbliżona do średniej zawartości tych witamin w CRP ocenianych w niniejszej pracy, natomiast spożycie witamin A, E i B₆ było znacznie wyższe niż uzyskane w wynikach własnych. W badaniach Pol-MONICA BIS wykazano, iż kobiety uczestniczące w badaniu niezależnie od ich stanu odżywienia nie osiągnęły zalecanego poziomu spożycia witamin, zwłaszcza z grupy B. Wykazano ponadto, iż kobiety z nadwagą spożywały także istotnie mniejsze ilości witamin B₁, B₂ oraz E w porównaniu z kobietami o należytym masie ciała [12]. W badaniach własnych

odnotowano tendencję odwrotną (racje pokarmowe kobiet z nadmierną masą ciała dostarczały większych ilości witamin z grupy B jak i wit. E w porównaniu z racjami kobiet o należytym masie ciała). Jak wynika z badań innych autorów wysoce niepokojącym jest niedostateczne spożywanie przez kobiety folianów [1, 13]. Fakt ten potwierdzają również wyniki badań własnych. Niedobory kwasu foliowego, biorącego bezpośredni udział jako koenzym w reakcjach przemiany homocysteiny, mogą przyczyniać się do wzrostu poziomu tego aminokwasu i pośrednio do nasilenia procesów miażdżycowych i zwiększenia ryzyka choroby niedokrwiennej serca i udaru mózgu [2, 6].

Tabela 3

Podział racji pokarmowych kobiet według realizacji zalecanych norm (poniżej normy, w normie, powyżej normy).

Daily rations of women in according to realization of norms (below, norm, above RDA level).

Witaminy Vitamins	% racji % of the ration	Grupa I Kobiety z prawidłową masą ciała n=145 Women with normal mass	Grupa II Kobiety z nadwagą n=73 Woman with overweight	Grupa III Kobiety z otyłością n=128 Woman with obesity
Witamina A (ekw. retinolu) (µg) Vitamin A (retinol eq.) (µg)	poniżej normy bellow norm	49,0	39,7	32,8
	w normie norm	18,6	26,1	18,8
	powyżej normy over norm	32,4	34,2	48,4
Witamina D (µg) Vitamin D (µg)	poniżej normy bellow norm	91,0	90,4	89,1
	w normie norm	6,9	8,2	7,8
	powyżej normy over norm	2,1	1,4	3,1
Witamina E (mg) Vitamin E	poniżej normy bellow norm	71,7	43,8	46,1
	w normie norm	21,4	31,6	28,1
	powyżej normy over norm	6,9	24,6	25,8
Witamina C (mg) Vitamin C	poniżej normy bellow norm	55,2	42,5	30,5
	w normie norm	18,6	21,9	24,2
	powyżej normy over norm	26,2	35,6	45,3
Witamina B ₁ (mg) Vitamin B ₁	poniżej normy bellow norm	31,7	30,1	30,5
	w normie norm	29,7	31,5	24,2
	powyżej normy over norm	38,6	38,4	45,3

Witamina B ₂ (mg) Vitamin B ₂	poniżej normy bellow norm	22,7	20,5	14,8
	w normie norm	29,0	26,0	25,0
	powyżej normy over norm	48,3	53,5	60,2
Witamina B ₆ (mg) Vitamin B ₆	poniżej normy bellow norm	20,7	17,8	14,8
	w normie norm	20,7	21,9	14,8
	powyżej normy over norm	58,6	60,3	70,4
Witamina B ₁₂ (µg) Vitamin B ₁₂	poniżej normy bellow norm	43,4	46,6	45,3
	w normie norm	19,3	17,8	24,2
	powyżej normy over norm	37,3	35,6	30,5
Foliany (µg) Folate (µg)	poniżej normy bellow norm	89,6	83,6	83,7
	w normie norm	9,0	15,0	14,0
	powyżej normy over norm	1,4	1,4	2,3
Niacyna (mg) Niacin (mg)	poniżej normy bellow norm	35,2	24,6	20,3
	w normie norm	26,9	26	27,3
	powyżej normy over norm	37,9	49,4	52,4

Współcześnie rozpowszechnione jest uzupełnianie jadłospisów w formie suplementów diety. Stosowanie suplementacji zalecane jest przy występowaniu niedoborów witaminowych. Jednakże uzupełnianie racji pokarmowej witaminami w postaci preparatów ze względu na niewłaściwy sposób żywienia, stosowanie różnych diet lub występowanie stanów chorobowych, niesie ze sobą konieczność korygowania zawartości witamin w diecie. Ponadto niewłaściwie stosowana długotrwała suplementacja zwłaszcza w przypadku znacznego przekroczenia zalecanych wartości spożycia niesie ze sobą niebezpieczeństwo wywołania w organizmie skutków ubocznych [10, 13].

W przeprowadzonych badaniach własnych wykazano, iż zarówno w dietach kobiet o należytej masie ciała stosujących zwyczajowo diety o niższej kaloryczności jak i w dietach kobiet o nadmiernej masie ciała występują niedobory w spożyciu poszczególnych witamin. Z uwagi na duże rozbieżności w spożyciu ocenianych witamin we wszystkich porównywanych grupach ewentualna profilaktyczna suplementacja preparatami witaminowymi powinna być uwzględniona indywidualnie.

Wnioski

1. Wykazano różnice istotne statystycznie w spożyciu witamin w całodziennych racjach pokarmowych kobiet o zróżnicowanym stopniu odżywienia.
2. Jak wynika z badań dodatkowa suplementacja diety witaminami powinna być wskazana pojedynczym osobom, niezależnie od ich stanu odżywienia.
3. Ze względu na niezadawalające spożycie wybranych witamin wciąż aktualnym problemem pozostaje propagowanie wśród kobiet niezależnie od ich stanu odżywienia zasad racjonalnego żywienia, a zwłaszcza właściwego doboru produktów spożywczych, będących naturalnym źródłem poszczególnych witamin.

Literatura

- [1] Dybkowska E., Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B.: Zawartość witamin w diecie dorosłych mieszkańców Warszawy. *Roczn. PZH*, 2007, 58 (1), 211-215.
- [2] Fletcher R.H., Fairfield K.M.: Vitamins for chronic disease prevention in adults. *Clinical applications. JAMA*, 2002, 287, 3127-3129.
- [3] Friedrich M.: Prozdrowotna edukacja żywieniowa jak czynnik wpływający na zmiany nawyków żywieniowych. Cz. I. Ocena sposobu żywienia zawodowo pracujących mieszkanek Szczecina, w wieku 45-52 lat, z BMI \geq 30,0 i \geq 40,0. *Żyw. Człow. Metab.*, 1997, 24 (3), 279-292.
- [4] Grygiel B., Przysławski J.: Żywieniowe czynniki ryzyka osteoporozy u kobiet otyłych w okresie pomenopauzalnym. *Ann. UMCS SECT. D*, 2004, 59 (14), 244-249.
- [5] Jarosz M., Bułhak-Jachymczyk B. (pod red.): Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych. Wyd. I. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2008.
- [6] Kłosiewicz-Latoszek L., Ziółkowska A.: Znaczenie witamin w profilaktyce i leczeniu chorób sercowo-naczyniowych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, 32 (supl. 1), 1220-1224.
- [7] Kosińska J., Biling-Marczak K., Krotkiewski M.: Nowe nieznanne funkcje witaminy D. *Med. Rodz.*, 2008, 2, 34-47.
- [8] Ostrowska L., Stefańska E., Czapska D., Karczewski J.: Czynniki ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego u osób z nadwagą i otyłością a spożycie głównych składników odżywczych i witamin antyoksydacyjnych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, 30 (3/4), 782-789.
- [9] Pachocka L., Kłosiewicz-Latoszek L.: Zmiany w spożyciu wybranych witamin u osób dorosłych z nadwagą i otyłością po zastosowaniu diety niskoenerygetycznej. *Roczn. PZH*, 2002, 53 (3), 243-252.
- [10] Sygnowska E., Waśkiewicz A.: Rola suplementacji w uzupełnianiu niedoborów witamin i składników mineralnych w diecie Polaków, objętych badaniem WOBASZ. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008, 41 (3), 389-394.
- [11] Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.: Album fotografii produktów i potraw. Wyd. IŻŻ, Warszawa 2000.
- [12] Waśkiewicz A., Sygnowska E.: Ocena sposobu żywienia osób o prawidłowej masie ciała oraz osób z nadwagą i otyłością-badanie Pol-MONICA BIS. *Med. Metab.*, 2003, 7 (2), 35-41.
- [13] Waśkiewicz A., Sygnowska E.: Jakość żywienia dorosłych mieszkańców Polski w aspekcie ryzyka chorób układu krążenia-wyniki badania WOBASZ. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008, 41 (3), 395-398.

ASSESSMENT OF VITAMIN CONTENT IN DAILY FOOD RATIONS OF WOMEN WITH NORMAL BODY WEIGHT, OVERWEIGHT AND OBESITY

Summary

The levels of chosen fat-soluble vitamins (A, D, E) and water-soluble vitamins (B₁, B₂, B₆, B₁₂, niacin, foliates) were assessed in daily food rations of 346 women with differentiated state of nutrition (145 women with normal weight, 73 with overweight and 128 with obesity). The diets of overweighed and obese women, as compared to those with normal weight, were characterized by higher vitamin levels (statistically significant differences). Low dietary contents of foliates and vitamin D were found in all the study participants and of vitamin E in the women with normal body weight. Excessive dietary supplies of vitamin B₂ and B₆ were noted in all the women and of vitamins A, C, B₁₂ and niacin in the overweighed and obese study participants.

Key words: women, state of nutrition, vitamins ☒

ANNA WOJTASIK, HANNA KUNACHOWICZ, JERZY SOCHA

SUPLEMENTY MAGNEZU I POTRZEBA ICH STOSOWANIA W DIETACH DZIECI ZDROWYCH I Z CELIAKIĄ

Streszczenie

Na tle spożycie magnezu w zdrowej populacji dzieci i młodzieży w Polsce przedstawiono spożycie tego składnika przez dzieci chorych na celiakię. Na podstawie testu retencji wykazano pozytywny wpływ suplementacji magnezem w dawce 48 mg/dzień na stan odżywienia dzieci z niedoborami magnezu, pozostających na diecie bezglutenowej.

Słowa kluczowe: dieta bezglutenowa, suplementacja magnezem, stan odżywienia

Wprowadzenie

Zagadnienia dotyczące roli magnezu w prawidłowym przebiegu procesów zachodzących w organizmie, jak też w powiązaniu z występowaniem wielu chorób są przedmiotem szeregu prac w piśmiennictwie. Magnez pełni rolę aktywatora wielu układów enzymatycznych, a także przemian energetycznych w komórce [2]. Istnieją poglądy, że magnez odgrywa pewną rolę w zapobieganiu nadciśnieniu [4,13,15] i niektórym chorobom serca [6]. Wyniki niektórych badań epidemiologicznych i doświadczalnych skłaniają do przypisywania pierwotnemu niedoborowi magnezu miejsca wśród czynników ryzyka powstawania chorób układu sercowo-naczyniowego [wg 3]. Realizowanie normy zalecanego dziennego spożycia magnezu i odpowiedni jego poziom w ustroju mają również duży wpływ na wchłanianie i przemiany w organizmie innych składników mineralnych i witamin.

Biorąc pod uwagę powyższe, ważne jest odpowiednie spożycie magnezu przez ludzi w każdym wieku, a szczególnie przez dzieci i młodzież. Prowadzone w kraju

Dr inż. A. Wojtasik, prof. dr hab. H. Kunachowicz, Zakład Wartości Odżywczych Żywności, Instytut Żywności i Żywienia, ul. Powsińska 61/63, 02-903 Warszawa; prof. dr hab. n. med. J. Socha, Klinika Gastroenterologii, Hepatologii i Immunologii, Instytut „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka”, Al. Dzieci Polskich 20, 04-730 Warszawa

przez Szponara i wsp. badania populacyjne [12] wykazały, że spożycie magnezu wynosiło od 167 mg/osobę/dzień do 393 mg/osobę dzień u chłopców i od 152 mg/osobę/dzień do 273 mg/osobę/dzień u dziewcząt – tabela 1.

Tabela 1

Spożycie magnezu przez dzieci i młodzież w Polsce
Magnesium intake and RDI (norms) realization by children and adolescents in Poland

Wiek Age	CHŁOPCY Boys			DZIEWCZĘTA Girls		
	Spożycie magnezu mg/os/dzień Magnesium intake	% realizacji normy % of RDI realization	% diet niedoborowych w magnez % of Magnesium deficient diets	Spożycie magnezu mg/os/dzień	% realizacji normy	% diet niedoborowych w magnez
1-3	167	137	30	152	122	22,9
4-6	216	145	14,6	205	137	23,8
7-9	242	121	12,9	214	107	19,4
10-12	269	99	56,3	231	82	73,6
13-15	345	124	28	273	98	57,5
16-18	393	112	44,6	270	85	75,4

wg Szponara i wsp. 2003 [12]/ acc. to Szponar et al. 2003 [12]

Większe spożycie i lepszą realizację norm na magnez (jak również na ogół i inne składniki odżywcze) obserwowano u chłopców w porównaniu z dziewczętami. Ogólnie zbyt małe w stosunku do zaleceń spożycie magnezu stwierdzono u dziewcząt w wieku 10-12 i 16-18 lat, jednak należy zwrócić uwagę, że w każdej grupie wiekowej występował znaczny odsetek dzieci i młodzieży, których diety nie realizowały norm na ten składnik. Dotyczy to zwłaszcza starszych dziewcząt oraz chłopców w wieku 10-12 i 16-18 lat, a także małych dzieci (1-3 lata).

Dane te wskazują, że pomimo dobrej średniej realizacji norm na magnez, u dużej grupy dzieci i młodzieży istnieje potrzeba zwiększenia spożycia tego składnika z dietą.

Biorąc pod uwagę zbyt małe spożycie magnezu u znaczącej liczby dzieci i młodzieży polskiej oraz fakt, że głównym źródłem tego pierwiastka są produkty zbożowe wydaje się, że grupą szczególnie narażoną na niedobór magnezu mogą być dzieci z celiakią, spożywające dietę bezglutenową.

Produkty bezglutenowe charakteryzują się na ogół niską zawartością magnezu w porównaniu do tradycyjnych produktów zbożowych [7, 8]. Pieczywo niskobiałkowe ma np. około sześciokrotnie niższą zawartość magnezu niż chleb mieszany pszenno-żytni i pięciokrotnie niższą niż bułki pszenne. Jedynie kasza gryczana zaliczana do produktów zbożowych naturalnie bezglutenowych jest bogata w ten pierwiastek, ale jak wynika z badań jest ona spożywana rzadko i przez niewielką liczbę dzieci [10].

Istnieje szereg suplementów magnezu na polskim rynku. Magnez stanowi jedyny ich składnik, bądź występuje jako jeden z wielu składników odżywczych w suplementach złożonych. Najczęściej stosowaną formą chemiczną jest mleczan magnezu, chociaż dopuszczone jest wiele innych związków o zbliżonej aktywności biologicznej (np. glukonian magnezu, octan magnezu, sole magnezowe kwasu cytrynowego, tlenek magnezu i in.) [9].

Celem pracy było zbadanie stanu odżywienia magnezem dzieci chorych na celiakię, leczonych i nieleczonych dietą bezglutenową, oraz wpływu stosowania suplementacji magnezem na stan odżywienia tym składnikiem.

Material i metody badań

Badania wpływu suplementacji magnezem na stan odżywienia tym składnikiem przeprowadzono u dzieci z celiakią, u których stwierdzono niedobory magnezu na podstawie testu retencji (retencja powyżej 40% podanej dawki), będących pod opieką Poradni Gastroenterologicznej IP CZD. Dzieci zostały podzielone na 2 grupy:

1. Grupa I - DBG (+) - 7 dzieci (z prawidłową śluzówką jelita cienkiego, w wieku 9 9/12 – 18 lat (średnia wieku 13 5/12 lat) leczonych dietą bezglutenową.
2. Grupa II - DBG (-) - 8 dzieci z zanikiem części kosmkowej jelita cienkiego, w wieku 5 6/12 - 15 9/12 lat (średnia wieku 11 2/12 lat), z późno rozpoznaną celiakią, żywionych dietą tradycyjną.

W badanych grupach dzieci zastosowano suplementację diety magnezem w ilości 48mg Mg/dzień za pomocą preparatu Asmag przez okres 3 miesięcy. U pacjentów z grupy DBG (-) zastosowano ponadto zmianę diety na bezglutenową.

Zarówno przed, jak i po okresie suplementacji, u badanych dzieci przeprowadzono ocenę:

1. Spożycia magnezu metodą częstotliwości spożycia, przy zastosowaniu odpowiednio opracowanego kwestionariusza oraz albumu porcji produktów i potraw [11]. Obliczenia prowadzono przy wykorzystaniu programu komputerowego, współpracującego z bazą danych zawierającą informacje dotyczące wartości odżywczej produktów, w tym również bezglutenowych.
2. Poziomu magnezu w surowicy krwi, erytrocytach i włosach (magnez wewnątrz i zewnątrz komórkowy) metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (ASA).
3. Obecności istniejącego (lub nie) niedoboru tkankowego magnezu na podstawie testu retencji po dożylnym obciążeniu magnezem w dawce 30 mmol/1,73m² [1].

Na wyżej wymienione badania uzyskano zgodę rodziców i pacjentów w wieku powyżej 14 roku życia oraz Komisji Etyki Badań Naukowych przy Instytucie Żywności i Żywienia.

Wyniki i dyskusja

Zastosowanie suplementacji diety magnezem spowodowało zwiększenie spożycia tego składnika w grupie DBG (+) - średnio z 404 do 436 mg/dzień oraz nieznacznie stopnia realizacji normy - z 131 do 141% - tabela 2. Nie obserwowano natomiast większych różnic w spożyciu magnezu i realizacji norm na magnez w grupie DBG (-); wynosiło ono 324 i 336 mg magnezu oraz 125 i 122% normy odpowiednio przed i po suplementacji. Zaznaczyć jednak należy, że pomimo dobrej średniej realizacji norm na magnez w obu etapach badania, zbyt małe w stosunku do zaleceń spożycie tego składnika obserwowano u 1/3 dzieci przed suplementacją i u 1/5 dzieci po zastosowaniu suplementacji.

Tabela 2

Spożycie magnezu w badanych grupach dzieci z celiakią przed i po suplementacji
Magnesium intake and RDI realization for Magnesium in investigated groups of celiac children before and after supplementation with this element.

Grupa badana Investigated group		Spożycie magnezu mg/dzień Magnesium intake		Norma ^{*)} RDI mg/dzień	% normy % RDI	Liczba dzieci <normy Number of children <
PRZED SUPLEMENTACJĄ before supplementation						
I	DBG (+) n=7	\bar{x} SD zakres	404 ±157.1 200 - 648	310 290 - 340	131 67 - 223	2 (29%)
II	DBG (-) n=8	\bar{x} SD zakres	324 ±104.4 117 - 472	261 150 - 340	125 78 - 163	3 (38%)
PO SUPLEMENTACJI (48 mg Mg/dzień) after supplementation (48 mg Mg/day)						
I	DBG (+) n=7	\bar{x} SD zakres range	436 ±127.2 319 - 666	310 290 - 340	141 94 - 196	1 (14%)
II	DBG (+)** n=8	\bar{x} SD zakres	336 ±109.0 138 - 480	274 150 - 340	122 84 - 160	2 (25%)

*) średnia ważona/ weighted mean

***) zamiana diety na bezglutenową/ replacement with gluten free diet

W okresie suplementacji wszystkie dzieci spożywały dietę bezglutenową. Analiza udziału grup produktów w dostarczaniu magnezu w tym okresie wykazała, że głównym źródłem tego składnika były produkty z grupy inne, z których pochodziło 22% dziennego spożycia magnezu, ziemniaki (18%) oraz produkty zbożowe (17%). Porównując strukturę spożycia magnezu przed i w czasie suplementacji można stwierdzić, że

nie było istotnych zmian w grupie DBG (+) (w obu przypadkach była to dieta bezglutenowa). W grupie DBG (-) zamiana diety na bezglutenową spowodowała zmniejszenie udziału produktów zbożowych w dostarczaniu magnezu (z 22% na 17%) oraz zwiększenie udziału produktów z grupy „Inne”, do której zalicza się m.in. produkty bogate w magnez, takie jak czekoladę, orzechy, nasiona słonecznika itp. (z 15% do 22%).

U dzieci żywionych dietą bezglutenową DBG (+) nie stwierdzono również znaczących zmian w częstotliwości spożycia produktów bogatych w magnez przed i po okresie suplementacji. Nadal rzadko, lub wcale nie stosowano np. chleba gryczanego (u około 90% dzieci) oraz kaszy gryczanej (u około 70% dzieci).

Tabela 3

Stężenie magnezu w surowicy krwi, erytrocytach i włosach dzieci z celiakią przed i po suplementacji
Magnesium content in serum, erythrocytes and hair of celiac children before and after supplementation

Grupa badana Investigated group			Zawartość magnezu Mg content		
			Surowica serum mmol/l (Norma 0.7-1.04)	Erytrocyty Erythrocytes mmol/l (Norma 1.8-2.4)	Włosy Hair µg/g s.m. µg/g d.w.
PRZED SUPLEMENTACJĄ before supplementation					
I	DBG (+)	n	7	6	7
		\bar{x} mediana zakres range < N ^{**})	0,79 0,72-0,88 0	2,11 1,84-2,60 0	53,2 46,0 31,5 - 133,4
II	DBG (-)	n	7	8	6
		\bar{x} mediana zakres range < N ^{**})	0,78 0,72 - 0,84 0	1,81 1,46 - 2,24 4 (50%)	69,2 64,2 37,8 - 143,3
PO SUPLEMENTACJI after supplementation					
I	DBG (+)	n	7	7	6
		\bar{x} mediana zakres range < N ^{**})	0,81 0,76 - 0,91 0	1,90 1,70 - 2,30 2 (29%)	59,3 63,7 32,7 - 79,6
II	DBG (+) [*]	n	8	8	8
		\bar{x} mediana zakres range < N ^{**})	0,78 0,71 - 1,14 0	1,86 1,54 - 2,12 3 (41%)	35,5 34,3 13,4 - 116,9

^{*}) zamiana diety na bezglutenową Change for gluten free diet

^{**}) poniżej normy below RDI

W przypadku dzieci z niedoborami magnezu, pochodzących z grupy DBG (–), towarzysząca suplementacji magnezem zamiana diety na bezglutenową spowodowała zmianę struktury spożycia na skutek wykluczenia całego szeregu produktów zawierających gluten i wprowadzenia produktów bezglutenowych. W tej grupie dzieci w trakcie suplementacji do diety wprowadzony został chleb gryczany (u 25% dzieci); zmniejszył się również odsetek dzieci, w diecie, których nie występowały w ogóle lub występowały sporadycznie takie produkty, jak orzechy i nasiona (z 57% do 25%) oraz czekolada (z 43% do 25%).

U dzieci pochodzących z grupy DBG (–) w czasie trwania suplementacji ogólnie rzadsze było spożycie takich produktów, jak: banany, nasiona roślin strączkowych, suszone owoce oraz orzechy w porównaniu do dzieci z grupy DBG (+).

Ocena stanu odżywienia magnezem

Po suplementacji stwierdzono wyższe stężenie magnezu w surowicy krwi u dzieci z grupy DBG (+) (0,81 mmol/l wobec 0,79 mmol/l przed suplementacją) oraz w erytrocytach u dzieci z grupy DBG (–) (wzrost z 1,81 mmol/l do 1,86 mmol/l), jednak nie były to różnice statystycznie istotne – tabela 3. W przypadku włosów stwierdzono nieznaczny wzrost zawartości magnezu u dzieci z grupy DBG (+) (z 53,2 do 59,3 mg/g s.m.) oraz obniżenie w grupie DBG (–) (z 69,2 do 35,5 mg/g s.m.). Nie koresponduje to z wielkością spożycia magnezu ani z wykorzystaniem tego pierwiastka z diety. Jest to ważne spostrzeżenie, ponieważ często liczni badacze chcieliby stosować włosy jako łatwy do uzyskania materiał do oceny niedoborów magnezu.

W obu grupach wykazano normalizację w teście retencji magnezu: z 52,2% do 31,9 % zatrzymanego magnezu w DBG (+) oraz z 61,7% do 7,3% w DBG (–) (różnice statystycznie istotne), przy czym prawidłowe wartości (retencja poniżej 40% dawki podanej) uzyskano dla wszystkich dzieci – tabela 4. U dzieci z grupy DBG (–) na poprawę stanu odżywienia magnezem mogła mieć wpływ – obok wprowadzonej suplementacji – również zamiana diety na bezglutenową.

W świetle uzyskanych wyników można stwierdzić, że najbardziej istotna jest racjonalizacja diety bezglutenowej pod względem bardziej świadomego doboru produktów. Ponadto korzystne wydaje się wprowadzanie suplementacji diety bezglutenowej tym składnikiem. Być może pozytywne wyniki dałoby też wzbogacanie produktów bezglutenowych w magnez, ale nie było to przedmiotem niniejszej pracy.

Z powodu spożywania coraz bardziej przetworzonej żywności, zawierającej mniejsze ilości magnezu, spożycie tego składnika z dietą obniża się. Należy również zwrócić uwagę na fakt, że aktualnie zalecane normy na magnez [5], jakkolwiek są niższe dla dzieci oraz dla dziewcząt i chłopców w wieku 10-12 lat, zostały znacznie podwyższone dla starszych grup młodzieży oraz dla osób dorosłych – w porównaniu do norm z roku 2001 [14]. Konieczna jest, zatem modyfikacja diety w kierunku zwiększenia spożycia produktów bogatych w magnez.

Tabela 4

Retencja magnezu w badanych grupach dzieci z celiakią przed i po suplementacji
Magnesium retention in groups of investigated celiac children before and after supplementation

Grupa badana Investigated group		Retencja magnezu Magnesium retention % (Norma < 40%) RDI <40%		Liczba dzieci z retencją > 40% % of children with Mg retention
PRZED SUPLEMENTACJĄ before supplementation				
I	DBG (+)	n mediana zakres range	7 52,2 42,2 - 68,4	7 (100%)
II	DBG (-)	n mediana zakres	8 61,7 49,1 - 81,7	8 (100%)
PO SUPLEMENTACJI after supplementation				
I	DBG (+)	n mediana zakres	7 31,9 10,6 - 39,8	0
II	DBG (+) ^{*)}	n mediana zakres	8 7,3 0 - 30,0	0

*) zamiana diety na bezglutenową - change for gluten free diet

Uzyskane w pracy wyniki wykazały korzystny wpływ suplementacji magnezem u dzieci na diecie bezglutenowej. Wśród zdrowej populacji praktycznie stosowanie suplementów magnezowych jest dość rozpowszechnione, zwłaszcza u osób dorosłych w aspekcie profilaktyki chorób układu krążenia. Wydaje się, że pierwszoplanową rolę w dostarczaniu magnezu ma odpowiednia modyfikacja diety. W uzasadnionych przypadkach okresowe stosowanie suplementów może być pomocne w zapewnieniu odpowiedniego spożycia tego składnika.

Wnioski

1. U dzieci z celiakią po suplementacji diety magnezem wystąpiła poprawa wskaźnika retencji magnezu w obydwu badanych grupach. W grupie DBG (+) mogło to być spowodowane głównie zastosowaną suplementacją, natomiast w grupie DBG (-), gdzie obniżenie retencji było bardziej wyraźne, mogły mieć wpływ dwa czynniki: zastąpienie diety konwencjonalnej dietą bezglutenową oraz dodatek magnezu w formie suplementu.
2. W świetle przeprowadzonych badań korzystne wydaje się, obok wzbogacania produktów bezglutenowych w magnez, wprowadzanie suplementacji diety bezglutenowej tym składnikiem.
3. W przypadku zdrowych dzieci sądzić należy, że najbardziej prawidłową drogą uzupełnienia diety w magnez jest odpowiedni dobór produktów i właściwe ułożenie diety. Suplementacja może być stosowana okresowo, gdy występują trudności w skomponowaniu diety o odpowiedniej zawartości tego składnika.


Literatura

- [1] Berkelhammer Ch., Bear R.A.: A clinical approach to common electrolyte problems: hypomagnesemia. *Can. Med. Assoc. J.* 1985, 132, 360-368.
- [2] Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride. Institute of Medicine (IOM) 1997.
- [3] Durlach J.: *Magnez w praktyce klinicznej*. PZWL, Warszawa 1991.
- [4] Itoh K., Kawasaki T., Nakamura M.: The effects of high oral magnesium supplementation on blood pressure, serum lipids, and related variables in apparently healthy Japanese subjects. *Brit. J. Nutr.* 1997, 78, 737-750.
- [5] Jarosz M., Bułhak-Jachymczyk B. (red.): *Normy żywienia człowieka*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
- [6] Kłósiewicz-Latoszek L.: Niedobór magnezu a choroby serca. *Żyw. Człow. Metab.* 1993, 4 (20), 374-380.
- [7] Kunachowicz H. (red): *Dieta bezglutenowa, co wybrać? Wartość odżywcza produktów i potraw*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001.
- [8] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005.
- [9] Rozporządzenie (WE) Nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 roku w sprawie dodawania do żywności witamin i składników mineralnych oraz niektórych innych substancji.
- [10] Stolarczyk A., Kunachowicz H., Kowalik A., Socha J.: Ocena akceptacji diety bezglutenowej i preferencji produktów bezglutenowych u dzieci chorych na celiakię. *Żyw. Człow. Metab.* 1995, 1 (22), 43-51.
- [11] Szczygłowa H., Szczepańska A., Ners A., Nowicka L.: *Album porcji produktów i potraw*. Warszawa 1991.
- [12] Szponar L., Sekuła W., Rychlik E., Ołtarzewski M., Figurska K.: *Badania indywidualnego spożycia żywności i stanu odżywienia w gospodarstwach domowych*. Prace IŻŻ 101, Warszawa 2003.
- [13] Walasek L., Kawecki K.: *Wspomagający wpływ suplementacji magnezem na leczenie chorych z nadciśnieniem tętniczym*. Materiały z sympozjum "Profilaktyka chorób cywilizacyjnych: Żywność - Żywnienie - Lek". Wydawnictwo Kontekst, Poznań 1996.
- [14] Ziemiański Ś. (red.) *Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001.
- [15] Ziemiański Ś., Wartanowicz M., Potrzebicka K. i wsp.: Effect of calcium and magnesium in diet on the experimental hypertension. *Żyw. Człow. Metab.* 1991, 3 (18), 269.

MAGNESIUM SUPPLEMENTS AND NEED OF THEIR USE IN DIETS OF HEALTHY CHILDREN AND CHILDREN WITH COELIAC DISEASE

Summary

On the background of the magnesium intake in health population of children and adolescents in Poland intake of this element in children with coeliac disease was presented. The benefit influence of supplementation with magnesium in dose of 46 mg/day on the nutritional status of children with magnesium deficiency consuming the gluten-free diet was demonstrated.

Key words: gluten-free diet, magnesium supplementation, nutritional status 

IZABELA BOLESŁAWSKA, JULIUSZ PRZYSŁAWSKI,
MAŁGORZATA SCHLEGEL-ZAWADZKA, MARIAN GRZYMISŁAWSKI

ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W CAŁODZIENNYCH RACJACH POKARMOWYCH Kobiet I MĘŻCZYŹN STOSUJĄCYCH DIETĘ TRADYCYJNĄ I „OPTYMALNĄ” – ANALIZA PORÓWNAWCZA

Streszczenie

Porównano zawartość wapnia, fosforu, magnezu, żelaza, cynku i miedzi w całodziennych racjach pokarmowych kobiet i mężczyzn żywiących się tradycyjnie ŻT oraz stosujących tzw. dietę „optymalną” ŻO. Badaniami objęto całodziennie racje pokarmowe 131 kobiet i 101 mężczyzn stosujących żywienie „optymalne” (ŻO) oraz 260 kobiet i 231 mężczyzn stosujących tradycyjny model żywienia (ŻT). Badania przeprowadzono w latach 2006-2008. Badania przeprowadzono zgodnie z aktualnie obowiązującą metodyką dotyczącą przeprowadzania wywiadu o spożyciu z ostatnich 24 godzin. Do analizy wyników badań wykorzystano komputerowe bazy danych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że z wyjątkiem zawartości fosforu i cynku w całodziennych racjach pokarmowych kobiet, podaż pozostałych analizowanych składników różniła się statystycznie istotnie w zależności od stosowanego modelu żywienia i wykazywała szereg nieprawidłowości, które mogą mieć bardzo poważne konsekwencje zdrowotne zarówno w grupie stosujących dietę tradycyjną jak i „optymalną”.

Słowa kluczowe: składniki mineralne, całodziennie racje pokarmowe, dieta optymalna

Wprowadzenie

Składniki mineralne są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Utrzymujący się przez dłuższy czas zarówno ich niedobór jak i nadmiar może mieć udział w etiologii niektórych metabolicznych chorób cywilizacyjnych. Udokumentowany jest wpływ nieprawidłowej podaży składników mineralnych na rozwój chorób układu sercowo-naczyniowego, osteoporozy, cukrzycy czy niektórych

Dr I. Bolesławska, prof. dr hab. J. Przysławski, Katedra i Zakład Bromatologii UM w Poznaniu, dr hab. Małgorzata Schlegel-Zawadzka, Zakład Żywienia Człowieka CMUJ w Krakowie, prof. dr hab. M. Grzymisławski, Klinika Chorób Wewnętrznych, Metabolicznych i Dietetyki UM w Poznaniu.

postaci nowotworów [1, 7, 11, 12, 14, 18, 21]. Pomimo korzystnych tendencji w sposobie żywienia polskiego społeczeństwa, tradycyjna dieta Polaków wykazuje poważne odstępstwa od zaleceń klasycznego kanonu żywieniowego. Nieprawidłowości te dotyczą m.in. zawartości w całodziennych racjach pokarmowych wapnia, fosforu, magnezu, żelaza, cynku i miedzi [3, 8, 23].

Nieprawidłową podaż składników mineralnych stwierdza się nie tylko w tradycyjnej diecie Polaków. Podobne obserwacje dotyczą innych populacji, także tych, które stosują diety z wyboru – polecane, jako skuteczne remedium w walce z rozwojem wielu chorób [4]. Wśród nich wiele kontrowersji dotyczących bezpieczeństwa stosowania wzbudza tzw. dieta „optymalna”. Pomimo licznych pozytywnych opinii, założenia diety budzą wątpliwości dotyczące korzystnego wpływu tego rodzaju żywienia na zapobieganie rozwojowi czy też skuteczność leczenia metabolicznych chorób cywilizacyjnych [2, 25]. Obawy wynikają przede wszystkim z niezgodnego z klasycznym kanonem żywienia - zbilansowaniem diety, co stawia „optymalny” model żywienia wśród diet niekorzystnie wpływających na zdrowie człowieka.

W świetle przedstawionych faktów podjęto badania mające na celu porównanie podaży wybranych składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych populacji o zróżnicowanych modelach żywienia, w aspekcie istnienia niedoboru bądź nadmiaru wybranych składników mineralnych. Badania przeprowadzono na grupie kobiet i mężczyzn stosujących tradycyjny model żywienia oraz dietę „optymalną”. Podjęto również próbę oceny czy różnice te są na tyle istotne aby uznać któryś z analizowanych modeli żywienia za bardziej lub mniej korzystny dla zachowania zdrowia.

Material i metody badań

Badaniami objęto całodziennie racje pokarmowe 131 kobiet i 101 mężczyzn stosujących żywienie „optymalne” (ŻO) oraz 260 kobiet i 231 mężczyzn stosujących tradycyjny model żywienia (ŻT). Charakterystykę antropometryczną badanych grup kobiet i mężczyzn zamieszczono w tabeli 1. Badania przeprowadzono w latach 2006-2008.

Badania przeprowadzono zgodnie z aktualnie obowiązującą metodyką dotyczącą przeprowadzania wywiadu o spożyciu z ostatnich 24 godzin. Do analizy wyników badań wykorzystano komputerowe bazy danych [17]. Ocena poziomu spożycia przeprowadzono w oparciu o aplikację przygotowaną w programie Microsoft Access 2000. Oceny stopnia realizacji norm żywienia przeprowadzono w oparciu o normy żywienia oraz zalecenia FAO/WHO [20, 27].

Hipotezę o istotności różnic pomiędzy wybranymi składnikami testowano testem U Manna - Whitneya na poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Badania finansowane z projektu badawczego MNiSzW nr N404 088 32/3217.

Tabela 1

Charakterystyka antropometryczna kobiet i mężczyzn stosujących dietę „optymalną” i „tradycyjną”
 Anthropometric characteristics of men and woman under low carbohydrate “optimal” diet

Analizowany składnik Analyzed element	Dieta „optymalna”/”Optimal diet”		Dieta „tradycyjna”/Traditional diet	
	Kobiety/Women X±SD	Mężczyźni/Men X±SD	Kobiety/Women X±SD	Mężczyźni/Men X±SD
Wiek/Age (lata/years)	56,6±15,6	60,2±12,2	58,2±1,88	60,7±1,80
Masa ciała/Body mass (kg)	66,0±11,3	80,3±12,0	67,2±10,1	78,6±10,0
Wysokość ciała/Body height (cm)	162±6,07	175±6,84	162±5,27	174±6,64
BMI (kg/m ²)	25,4±3,83	26,2±3,55	25,5±3,81	26,1±3,12

BMI – Body Mass Index kg/m²

Wyniki i dyskusja

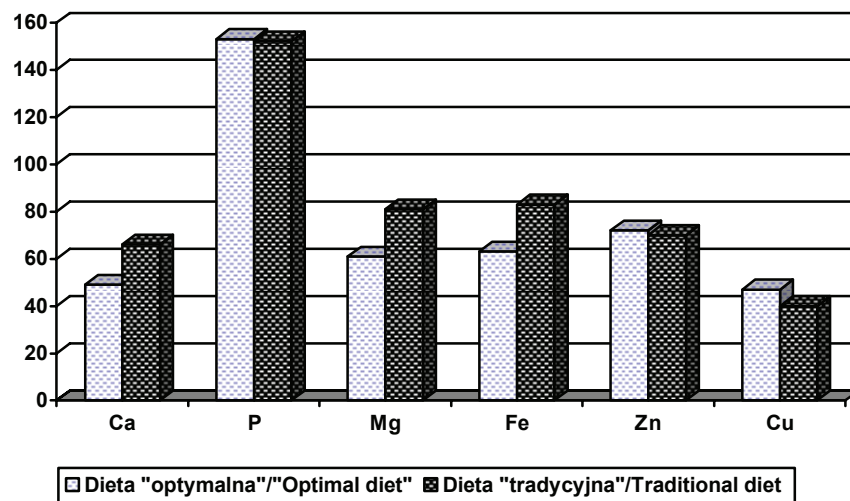
Analiza uzyskanych wyników wykazała, że całodziennie racje pokarmowe zarówno kobiet jak i mężczyzn stosujących tradycyjny model żywienia charakteryzowały się wyższą zawartością wapnia niżeli racje pokarmowe kobiet i mężczyzn stosujących dietę „optymalną”. Różnice te były statystycznie istotne. Zawartość wapnia w całodziennych racjach pokarmowych kobiet stosujących tradycyjny model żywienia kształtowała się na poziomie 592±335 mg pozwalając na realizację zalecanych norm w 65,8%, natomiast w całodziennych racjach pokarmowych kobiet żywiących się optymalnie 444±160 mg czyli zaledwie 49,3 % zalecanej normy (tabela 2, rys. 1). Podobnie było w przypadku mężczyzn - całodziennie racje pokarmowe mężczyzn odżywiających się tradycyjnie charakteryzowały się zawartością wapnia na poziomie 710±401 mg, a mężczyzn odżywiających się „optymalnie” 541±224 mg, co pozwalało na realizację norm na poziomie odpowiednio: 78,9% i 60 % (tab. 3, rys. 2). Stwierdzony niski poziom spożycia wapnia nie jest zjawiskiem korzystnym, ponieważ przy niedoborach pokarmowych wapnia, ich uzupełnianie odbywa się kosztem tkanki kostnej, powodując zwiększenie tempa spadku gęstości masy kostnej [14, 15, 18]. Niedobór wapnia szczególnie niebezpieczny jest dla kobiet, u których utrata masy kostnej z wiekiem jest znacznie większa niżeli w przypadku mężczyzn, na skutek zmniejszania się poziomu estrogenów po menopauzie [1, 21, 24]. Ponadto, pomimo że wchłanianie wapnia z przewodu pokarmowego wzrasta wraz ze spadkiem podaży, to ten adaptacyjny mechanizm słabnie z wiekiem i podaż wapnia poniżej 800 mg/dobę wiąże się z ujemnym bilansem wapniowym [16].

Tabela 2

Zawartość wybranych składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych kobiet stosujących dietę „optymalną” i „tradycyjną”

The level of some mineral components in DFR's taken by women on "optimal" and traditional diet

Analizowany składnik Analyzed element	Dieta „optymalna” "Optimal diet" n=82		Dieta „tradycyjna” Traditional diet n=82		Test U Manna- Whitney'a
	X	SD	X	SD	
Wapń /Calcium(mg)	444	160	592	335	0,0002
Fosfor/Phosphorus (mg)	1073	345	1063	391	0,7556
Magnez/Magnesium (mg)	183	68,5	243	94,8	0,0000
Żelazo/Iron (mg)	15,0	6,34	11,4	5,33	0,0000
Cynk/Zinc (mg)	9,10	3,22	9,36	3,46	0,3272
Miedź/Copper (mg)	0,91	0,34	1,06	0,41	0,0000



Rys. 1. Stopień realizacji zalecanych norm w całodziennych racjach pokarmowych kobiet stosujących dietę „optymalną” i „tradycyjną”

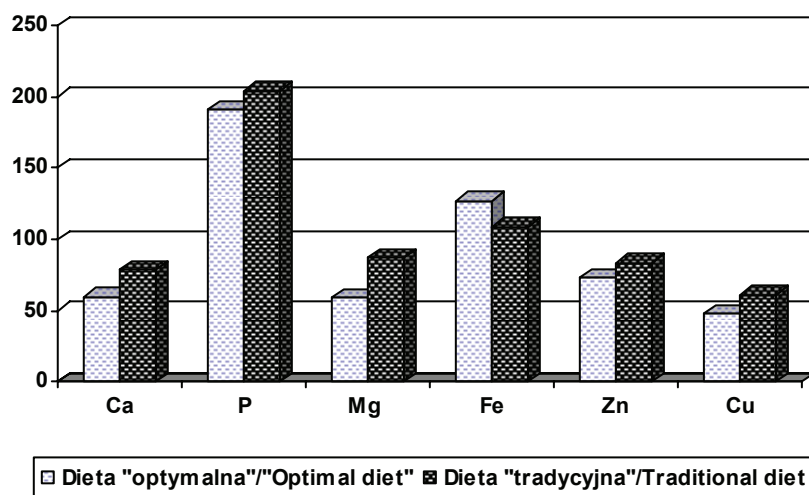
Fig. 1. The extent fulfillment of RDA regarding in the DFR's of women maintaining "optimal" and traditional diet

Tabela 3

Zawartość wybranych składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych mężczyzn stosujących dietę „optymalną” i „tradycyjną”

The level of some mineral components in DFR's taken by men on "optimal" and traditional diet

Analizowany składnik Analyzed element	Dieta „optymalna” "Optimal diet" n=82		Dieta „tradycyjna” Traditional diet n=82		Test U Manna- Whitney'a
	X	SD	X	SD	
Wapń/Calcium (mg)	541	224	710	401	0,0007
Fosfor/Phosphorus (mg)	1336	437	1425	480	0,0298
Magnez/Magnesium (mg)	219	84,7	325	124	0,0000
Żelazo/Iron (mg)	19,1	8,37	16,3	8,21	0,0006
Cynk/Zinc (mg)	11,6	4,15	13,5	4,66	0,0000
Miedź/Copper (mg)	1,09	0,42	1,37	0,50	0,0000



Rys. 2. Stopień realizacji zalecanych norm w całodziennych racjach pokarmowych mężczyzn stosujących dietę „optymalną” i „tradycyjną” (w mg)

Fig. 2. The extent fulfillment of RDA regarding in the DFR's of men maintaining "optimal" and traditional diet (in mg)

Niebezpieczeństwo rozwoju osteoporozy pogłębia się w przypadku, kiedy niskiej podaży wapnia towarzyszy wysoki poziom spożycia fosforu, odpowiedzialnego za wywoływanie ujemnego bilansu wapniowego [9, 15, 24]. Uważa się, że stanowi to znacznie większy czynnik sprawczy osteoporozy aniżeli tylko niski poziom spożycia wapnia. W tym kontekście pomimo podobnego poziomu spożycia tego składnika w CRP badanych grup kobiet i braku istotnych statystycznie różnic w zawartości tego składnika, znacznie wyższy poziom spożycia fosforu w stosunku do wapnia w CRP

kobiet stosujących „optymalny” model żywienia uznać należy za niekorzystny z klinicznego punktu widzenia (ŻT 1063 ± 391 mg vs. ŻO 1073 ± 345 mg). W przypadku mężczyzn, różnice w poziomie spożycia fosforu były statystycznie istotne, w obu przypadkach znacznie przekraczające zalecane normy (ŻT 204 % , ŻO 191 %), jednak poziom spożycia tego składnika był niższy wśród mężczyzn stosujących „optymalny” model żywienia (1336 ± 437 mg) aniżeli mężczyzn pozostających na diecie tradycyjnej (1425 ± 480 mg).

Niedobór wapnia w diecie wpływa także na rozwój chorób układu sercowo-naczyniowego [12]. Zdaniem niektórych autorów zwiększone spożycie wapnia w diecie lub jego suplementacja powoduje obniżenie ciśnienia krwi [5]. Wykazano także, że zbyt małe spożycie wapnia może zwiększać ryzyko udaru mózgu u kobiet w średnim wieku [6].

Nie bez znaczenia dla zdrowia badanej populacji jest też niski - zwłaszcza wśród kobiet i mężczyzn stosujących „optymalny” model żywienia, poziom spożycia magnezu. Podobnie jak w przypadku wapnia, niedobory magnezu prowadzić mogą do wystąpienia wielu groźnych zaburzeń. Stwierdzony zatem niedobór tego składnika może być niekorzystny dla zachowania prawidłowego stanu zdrowia badanej populacji, tym bardziej, że niedobór magnezu oprócz wywoływania objawów neurologicznych, prowadzi do zwiększenia zapadalności na choroby układu sercowo-naczyniowego, niektóre rodzaje nowotworów oraz do niedokrwistości [7, 11, 12]. Zawartość magnezu w CRP kobiet kształtowała się na poziomie $243 \pm 94,8$ mg wśród stosujących tradycyjny model żywienia i $183 \pm 68,5$ mg wśród stosujących dietę „optymalną”, co pozwalało na realizację zalecanych norm na poziomie odpowiednio: 81 % i 61 %. W CRP mężczyzn na diecie tradycyjnej podaż tego składnika była na poziomie 325 ± 124 mg, natomiast w grupie stosujących dietę „optymalną” $219 \pm 84,7$ mg (odpowiednio: 87% i 59% realizacji zalecanej normy). Zawartość magnezu w CRP kobiet i mężczyzn różniła się statystycznie istotnie w zależności od stosowanego modelu żywienia.

Żelazo było jedynym składnikiem mineralnym, którego podaż w CRP mężczyzn kształtowała się na poziomie pozwalającym na prawidłową realizację zalecanych norm (ŻT $16,3 \pm 8,21$ mg i ŻO $19,1 \pm 8,37$ mg). Całodziennie racje pokarmowe kobiet, zarówno stosujących dietę tradycyjną ($11,4 \pm 5,33$ mg) jak i dietę „optymalną” ($15,0 \pm 6,34$ mg) charakteryzowały się już niestety zbyt niską zawartością tego składnika. Prawidłowy poziom spożycia żelaza jest szczególnie istotny w przypadku kobiet z uwagi na wyższe zapotrzebowanie wynikające z dodatkowych strat żelaza na skutek menstruacji, ciąży i laktacji. Ze względu na fakt, że pewien odsetek badanej grupy to kobiety w wieku rozrodczym, nieodpowiednia podaż żelaza może wywołać niepożądane skutki zarówno wśród nich jak i ich potomstwa [22, 26].

Biorąc pod uwagę rolę cynku w licznych przemianach metabolicznych, stwierdzony wśród badanej grupy kobiet niski, nie różniący się statystycznie istotnie, poziom

spożycia tego składnika ($\dot{Z}T$ $9,36 \pm 3,46$ mg, $\dot{Z}O$ $9,10 \pm 3,22$ mg) pozwalający na realizację zalecanych norm na poziomie około 70 % nie jest zjawiskiem korzystnym. CRP mężczyzn, pomimo że różniły się istotnie w zależności od stosowanego modelu żywienia ($\dot{Z}T$ $13,5 \pm 4,66$ mg, $\dot{Z}O$ $11,6 \pm 4,15$ mg), dostarczały tego składnika również na poziomie zbyt niskim w stosunku do zalecanych norm (odpowiednio: 73 % i 84 %). Pozytywna rola cynku dla organizmu człowieka wynika m.in. z faktu, że bierze on udział w eliminacji wolnych rodników powstających w komórce, jest stymulatorem biosyntezy białek, oraz uczestniczy w metabolizmie kwasów tłuszczowych do prostaglandyn [13, 19]. W tym aspekcie fakt niskiego spożycia cynku w badanej grupie osób jest niepokojący, tym bardziej, że niedobór cynku ze względu na jego udział w metabolizmie kwasów tłuszczowych ma bezpośredni wpływ na wydolność układu immunologicznego, zwiększając podatność organizmu na infekcje, alergie oraz niektóre postacie nowotworów [19].

Uzyskane wyniki badań wykazały niebezpiecznie niski, poziom spożycia miedzi, której niedobory mogą powodować ograniczanie wbudowywania żelaza do hemoglobiny. W konsekwencji prowadzić to może do anemii, wywoływać zaburzenia kostnienia oraz zmiany w mięśniach, naczyniach i nerwach, a także zaburzać funkcjonowanie układu immunologicznego. Stwierdzono też udział niedostatecznej podaży miedzi w zmianach miażdżycowych (10). Pomimo stwierdzonych zarówno w CRP badanych kobiet jak i mężczyzn statystycznie istotnych różnicach w podaży tego składnika w zależności od stosowanego modelu żywienia, we wszystkich przypadkach jego zawartość była zbyt niska w stosunku do zalecanych norm i wynosiła $1,06 \pm 0,41$ mg w CRP kobiet na diecie tradycyjnej, $0,91 \pm 0,34$ mg – na diecie „optymalnej”, $1,37 \pm 0,50$ mg – mężczyzn na diecie tradycyjnej i $1,09 \pm 0,42$ mg – na diecie „optymalnej”.

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono szereg nieprawidłowości, które mogą mieć bardzo poważne konsekwencje zdrowotne dotyczących poziomu spożycia analizowanych składników mineralnych w badanej grupie kobiet i mężczyzn stosujących zarówno dietę tradycyjną jak i „dietę optymalną”.

Wnioski

1. Poziom spożycia wapnia, magnezu, cynku i miedzi był zbyt niski bez względu na płeć oraz rodzaj stosowanego modelu żywienia.
2. Zawartość fosforu we wszystkich przypadkach była zbyt wysoka.
3. Podaż żelaza w CRP mężczyzn była na poziomie pozwalającym na realizację zalecanych norm, natomiast w CRP kobiet na poziomie zbyt niskim w stosunku do zaleceń.
4. Podaż wszystkich analizowanych składników mineralnych różniła się statystycznie istotnie w zależności od stosowanego modelu żywienia w grupie badanych mężczyzn. CRP kobiet nie różniły się statystycznie istotnie pod względem zawar-

tości fosforu i cynku, natomiast podaż pozostałych składników mineralnych różniła się istotnie w zależności od rodzaju stosowanej diety.

5. Zarówno w tradycyjnym jak i „optymalnym” modelu żywienia stwierdzono szereg nieprawidłowości dotyczących podaży analizowanych składników mineralnych.

Literatura


- [1] Berg A.O.: Screening for osteoporosis in postmenopausal women: recommendations and rationale. *Am. J. Nurs.*, 2003, 103 (1), 73-80.
- [2] Białkowska M., Szostak W., Chotkowska E., i wsp.: Comparative studies on low-carbohydrate diet and 1000-kcal diet in the treatment of obesity. *Materia Medica Polona*, 1997, 9.
- [3] Bolesławska I., Przysławski J.: Ocena poziomu spożycia wybranych mikropierwiastków występujących w całodziennych racjach pokarmowych mieszkańców Wielkopolski. W: *Żywnienie a zdrowie - interakcje. Materiały Konferencji Naukowej. Kraków 2005.* s. 35.
- [4] Bolesławska I., Przysławski J.: Ocena wartości odżywczej diety niskowęglowodanowej "optymalnej". Cz. 2. - składniki mineralne. *Żyw. Człow.*, 2007, 34, 3-4, 868-872.
- [5] Bourgoin B.P., Evans D.R., Cornett J.R., et. al.: Lead content in 70 brands of dietary calcium supplements. *Am. J. Public Health*, 1993, 83, 8, 1155-1160.
- [6] Elders P.J., Lips P., Netelenbos J. C., et. al.: Long-term effect of calcium supplementation on bone loss in perimenopausal women. *J. Bone Miner. Res.*, 1994, 9, 963-970.
- [7] Graczyk A., Radomska K., Konarski J.: Magnez w fizjologii i patologii człowieka. *Mag. Med.*, 1993, 8(36), 34-38.
- [8] Henning J., Zięba K., Schlegel-Zawadzka M., Zachwieja Z.: Ocena poziomu wapnia i fosforu w całodziennych racjach pokarmowych dzieci leczonych klinicznie na terenie Krakowa. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1990, 23, 1-2, 1-7.
- [9] Jedrzejczyk H.: Żywność do stosowania w profilaktyce i terapii zrzęsotnienia kości (osteoporozy). *Żyw. Żyw. Zdr.*, 1999, 2, 210-214.
- [10] Kleszczewska E., Kleszczewski T.: Miedź - zastosowanie, wchłanianie, zapotrzebowanie, interakcje, przeciwwskazania, działania niepożądane oraz właściwości i oznaczanie. *Biul. Magnezol.*, 1998, 3, 4, 209-216.
- [11] Kłósiewicz-Latoszek L.: Niedobór magnezu a choroby serca. *Żyw. Człow. Metab.*, 1993, 20, 4, 374-380.
- [12] Knypl K.: Znaczenie magnezu oraz wapnia w schorzeniach układu krążenia. *Przew. Lek.*, 2004, 11, 44-48.
- [13] Konarski J., Radomska K., Graczyk A.: Cynk jego rola i funkcje w procesach metabolicznych organizmu człowieka. *Mag. Med.*, 1993, 9(37), 13-19.
- [14] Lorenc R., Kłocińska D.: Znaczenie i rola suplementacji wapniem w zapobieganiu i leczeniu osteoporozy. *Żyw. Człow. Metab.*, 1999, 26, 30S-39S.
- [15] Marcinowska-Suchowierska E.: Miejsce wapnia i witaminy D. *Przew. Lek.*, 2001, 4, 4, 34-41.
- [16] Misiorowski W.: Rola wapnia oraz witaminy D i jej aktywnych metabolitów. *Przew. Lek.*, 2004, 10, 97-101.
- [17] Nadolna B., Kunachowicz M., Iwanow K.: *Potrawy. Skład i wartość odżywcza, IŻŻ, W-wa 1994.*
- [18] Olejniczak T., Opala T., Woźniak J., i wsp.: Osteoporoza - epidemiologia, patogenez, diagnostyka i leczenie. *Przew. Lek.*, 2000, 9, 23, 39-47.
- [19] Pasternak K.: Cynk. *Mag. Med.*, 1998, 5, 93, 34-36.
- [20] Preparation and use of food - based dietary guidelines. Report of a Joint FAO/WHO Consultation WHO. WHO Technical Report Series 880, Geneva 1998.

- [21] Prince R.L., Smith M., Dick I.M., et al.: Prevention of postmenopausal osteoporosis. A comparative study of exercise, calcium supplementation and hormone-replacement therapy. *N. Engl. J. Med.*, 1991, 325, 1189.
- [22] Rafalski H., Świtoniak T.: Rozpowszechnienie i przyczyny niedoboru żelaza u kobiet w wieku rozrodczym. Cz. I. Rozpowszechnienie niedoboru żelaza. *Żyw. Człow. Metab.*, 1993, 20, 4, 1.
- [23] Rogalska – Niedźwiedz M., Charzewska J., Chwojnowska Z., Chabros E.: Zawartość wapnia w dietach młodzieży. *Żyw. Człow. Metab.*, 1992, 19, 4, 244-249.
- [24] Sawicki A., Rutkowska U., Zdrójkowska B., i wsp.: Spożycie wapnia z mleka i jego przetworów w powiązaniu z występowaniem osteoporozy u kobiet. *Nowa Med.* 30-33
- [25] Szostak B., Białkowska M., Cichocka A., i wsp.: Ocena zasadności „Diety optymalnej” w profilaktyce metabolicznych chorób cywilizacyjnych. *IŻŻ*, Warszawa 2004.
- [26] Wartanowicz M., Ziemiański Ś.: Niedokrwistość - czy jest to problem populacyjny? *Nowa Med.*, 1996, 21, 7-12.
- [27] Ziemiański Ś., Bułchak-Jachymczyk B., Budzyńska-Topolowska J. i wsp.: Normy żywienia dla ludności w Polsce. *Nowa Med.*, 1998, 5, 1- 29.

THE CONTENTS OF MINERAL COMPOUNDS IN DAILY FOOD RATIONS TAKEN BY MEN AND WOMAN UNDER TRADITIONAL AND LOW CARBOHYDRATE „OPTIMAL” DIET

Summary

The comparison encompassed involvement of calcium, phosphorus, magnesium, iron, zinc and copper in the daily food rations of the ‘optimals’ (131 fem. 101 mal.), and persons maintaining classical diet (260 fem. 231 mal.). The investigation was conducted between 2006 and 2008. Classical 24 hour- recall method was consistently applied. The data were analyzed with the use of advanced computer programs. The analysis resulted in exposition of serious abnormalities in both groups investigated. The only elements which DFR content turned out to be within recommended limits were phosphorus and zinc.

Key words: mineral compounds, daily food rations, optimal diet 

MAGDALENA CZŁAPKA-MATYASIK, ALEKSANDRA KOSTRZEWA-TARNOWSKA, JOANNA BAJERSKA

POTENCJAŁ ANTYOKSYDACYJNY RACJI POKARMOWYCH PACJENTÓW ZE ZDIAGNOZOWANYMI CHOROBYMI UKŁADU KRAŻENIA

Streszczenie

Analizowano potencjał antyoksydacyjny ORAC dziennych racji pokarmowych (DRP) kobiet z chorobami układu krążenia (n=40) w wieku od 35 do 83 lat. Stan odżywienia kobiet określono wykorzystując wskaźniki BMI, WHR i Bornharda. Badania przeprowadzono wykorzystując półilościowy, zmodyfikowany kwestionariusz częstotliwości spożycia (FFQ) umożliwiający ocenę pobrania w diecie produktów stanowiących źródła naturalnych antyoksydantów. Zdolność racji pokarmowej do przeciwdziałania procesom wolnorodnikowym wyrażono w jednostkach ORAC (oxygen radical absorbance capacity).

Rezultaty wskazały na zbyt niską podaż naturalnych przeciwutleniaczy w racjach pokarmowych i duże zróżnicowanie w potencjale antyoksydacyjnym diet uwarunkowane sezonowością spożycia warzyw, owoców i ich przetworów. O ile w okresie letnim, na tle pozostałych miesięcy, potencjał antyoksydacyjny diety był najwyższy i uwarunkowany spożyciem sezonowych owoców i warzyw, to w okresie zimowym był istotnie ($p < 0,001$) obniżony i uwarunkowany spożyciem owoców cytrusowych (pomarańcze) i soków owocowo-warzywnych. Innym cennym źródłem przeciwutleniaczy bez względu na sezonowość spożycia okazały się przyprawy.

Badania wskazują na konieczność modyfikacji racji pokarmowych w kierunku zwiększenia w nich podaży naturalnych antyoksydantów, szczególnie w okresach ich ograniczonej dostępności na rynku.

Słowa kluczowe: potencjał antyoksydacyjny racji pokarmowych ORAC, choroby układu krążenia.

Wprowadzenie

Liczne prace dowodzą, że podaż w diecie produktów stanowiących naturalne źródło przeciwutleniaczy poprawia status antyoksydacyjny organizmu oraz zmniejsza ryzyko wystąpienia szeregu chorób cywilizacyjnych [1, 2, 3, 4]. Uzyskane do tej pory rezultaty badań eksperymentalnych wskazują, że zwiększenie potencjału antyoksydacyjnego racji pokarmowych o około 20% skutkuje poprawą zdolności organizmu do przeciwdziałania procesom wolnorodnikowym [2]. Biorąc jednak pod uwagę ryzyko

niezbilansowania podaży związków biologicznie czynnych, należących do witamin rozpuszczalnych w tłuszczach, celem jest określenie potencjału antyoksydacyjnego ze szczególnym uwzględnieniem racji pokarmowych chorych cierpiących na choroby, w których etiologii upatruje się zmian na tle wolnorodnikowym (np. chorób układu krążenia CHUK, wybranych nowotworów).

Celem niniejszych badań była ocena stopnia pobrania w diecie substancji o charakterze przeciwutleniaczy, obejmujących nie tylko witaminy o działaniu antyoksydacyjnym, ale także szereg innych związków, których potencjalne działanie przeciwutleniające wyrażono wskaźnikiem ORAC, wykorzystywanym w tym celu w piśmiennictwie.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono w grupie 40 pacjentek w wieku 47 lat ze zdiagnozowanymi chorobami układu krążenia (miażdżycą, nadciśnieniem lub dyslipidemią) w ambulatoryjnym gabinecie lekarskim. Wszystkie badane były leczone z powodu chorób układu krążenia od minimum 5 lat, stosowały farmakoterapię zaleconą przez lekarza prowadzącego i przed rozpoczęciem badań nie były informowane na temat zasad prawidłowego bilansowania dziennych racji pokarmowych (DRP). Charakterystykę antropometryczną badanej grupy przedstawiono w tabeli 1.

W grupie ankietowanych 25 pacjentek (62,5%) zamieszkiwało w mieście do 50 tysięcy mieszkańców, a pozostałe były mieszkankami wsi. Wykształcenie średnie posiadało 55% (n=22) badanych, natomiast wyższe 30% (n=12) respondentek. 60% (n=24) badanych kobiet pracowało zawodowo, 23% (n=9) było emerytkami lub rencistkami a 18% (n=7) poszukiwało pracy.

Tabela 1

Charakterystyka antropometryczna badanej grupy kobiet
Anthropometrical characteristic studied group women

Parametry/Parameters	Mediana (min.-maks.)	Błąd standardowy średniej (SEM)
Wiek (lata)/Age	47 (30-83)	1,73
BMI (kg/m ²)	28,0 (22,6-33,2)	0,42
Obwód talii (cm) circumference waist	96,0 (72-110)	1,7
WHR	0,82 (0,75-1,22)	0,016
Wskaźnik Bernharda / Index Bernhard's	5,42 (3,84-8,28)	0,16

Sposób żywienia kobiet określono z wykorzystaniem półilościowego kwestionariusza częstości spożycia FFQ (Food Frequency Questionnaire) zmodyfikowanego na potrzeby niniejszej pracy (5), z wykorzystaniem albumu fotografii potraw. Ocena spożycia przez respondentki produktów spożywczych stanowiących źródło naturalnych antyoksydantów prowadzono pod kątem sezonowości spożycia warzyw, owoców, na-

pojów, przypraw, orzechów, przetworów zbożowych i tłuszczów roślinnych. Na tej podstawie wyłoniono produkty stanowiące główne źródło potencjału antyoksydacyjnego w racjach pokarmowych. Zdolność DRP do przeciwdziałania procesom wolnorodnikowym wyrażono w jednostkach ORAC (Oxygen radical absorbance, $\mu\text{mol Tx/dzień}$), który określa zdolność absorpcji wolnych rodników tlenowych przez produkty spożywcze [6, 7]. Potencjał antyoksydacyjny ORAC produktów spożywczych określono na podstawie przeglądu piśmiennictwa i stworzonej do celu bazy danych [8, 9, 10, 11]. Dodatkowo prawidłowość zbilansowania racji pokarmowych w podstawowe składniki odżywcze oceniono wykorzystując wskaźnik INQ [12].

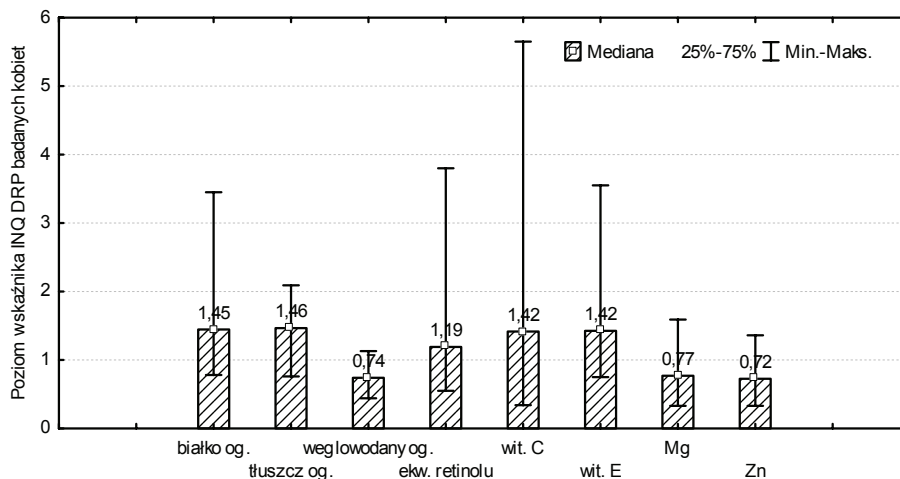
Stan odżywienia badanych określono z wykorzystaniem wskaźników: Bornhardta (WB) (13); oraz WHR i BMI. W interpretacji wskaźnika stanu odżywienia – Bornhardta za wartości prawidłowe, zgodnie z danymi literaturowymi [13], przyjęto poziomy wskaźnika kształtujące się między 3,8 - 6,3, odżywienie bardzo dobre (6,4 - 6,8). Otyłość powyżej 6,9. Weryfikacji statystycznej dokonano wykorzystując program Statistica 7.1.

Wyniki i dyskusja

Z przeprowadzonych badań wynika, że badane kobiety, zgodnie z klasyfikacją WHO charakteryzowała nadwaga (65%; $n=26$) w zakresie $\text{BMI}>24,9\text{kg/m}^2$ lub otyłość (25%; $n=8$). Tylko u 6% badanych BMI wskazywało na prawidłowe proporcje masy ciała i wzrostu. Rezultaty potwierdziły pomiary obwodu talii ($96\text{cm}\pm 1,7$) i wskaźnik WHR ($0,92\pm 0,02$) wskazując na otyłość powiązaną z chorobami układu sercowo naczyniowego. W badaniach określono wskaźnik stanu odżywienia, który u 10% respondentek kształtował się powyżej wartości „6,8” (otyłość).

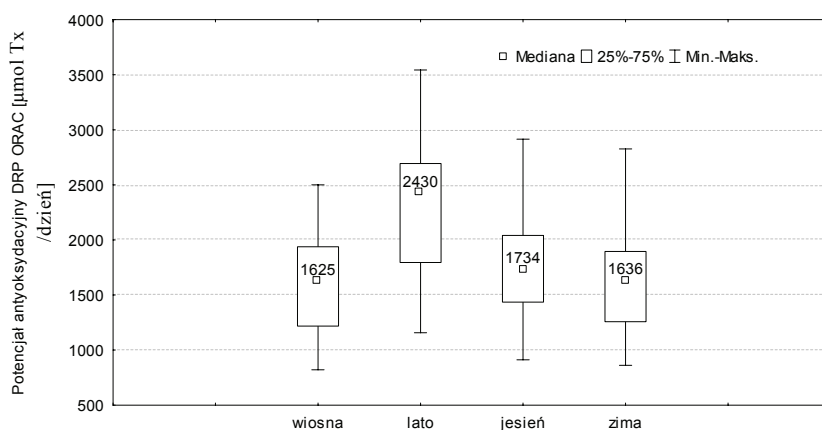
Ocena wartości odżywczej DRP badanych kobiet ujawniła duże nieprawidłowości w ich bilansowaniu. Sposób żywienia badanych charakteryzował zbyt wysoki udział energii pochodzącej z tłuszczów ($44\%\pm 1,19$), przy jednocześnie niskiej podaży węglowodanów złożonych ($42\%\pm 1,34$) i białka ($14\%\pm 0,4$). Podaż energii w diecie ($3331\text{kcal}\pm 117$) istotnie przekraczała zalecenia przy niskim poziomie aktywności fizycznej (2500kcal , PAL 1,6). Jak ujawniła ocena zbilansowania podstawowych składników odżywczych, także tych rzutujących na potencjał antyoksydacyjny DRP, z wykorzystaniem wskaźnika INQ diety badanych kobiet należały do wysokotłuszczowych i niskowęglowodanowych w zakresie węglowodanów złożonych. Były wysokim źródłem witaminy C (INQ: 1,42) oraz E (INQ: 1,42), przy jednoczesnym niezbilansowaniu w magnez (INQ: 0,77) i cynk (INQ: 0,72)

(rys. 1).



Rys. 1. Wskaźnik gęstości żywieniowej INQ w DRP badanych kobiet
Fig. 1. Index nutritional quality INQ in daily diets studied group of women

Całkowity potencjał antyoksydacyjny ORAC DRP badanych kobiet wyniósł średnio $1876 \mu\text{mol Tx/dzień}$ (ORAC), co stanowiło wartości nieznacznie niższe aniżeli cytowane w piśmiennictwie [2,14] i istotnie niższe aniżeli zalecane w DRP (3000-5000 ORAC). Po uwzględnieniu sezonowości spożycia produktów obserwowano dodatkowo znaczne zróżnicowanie w rezultatach (rys. 2).



Rys. 2. Całkowity potencjał antyoksydacyjny DRP badanych w poszczególnych porach roku
Fig. 2. Total antioxidant capacity of daily diets in particular seasons

Najwyższym potencjałem ORAC charakteryzowały się racje pokarmowe badanych w okresie letnim ($2430 \mu\text{mol Tx/dzień}$), przewyższając znamiennie potencjał racji pokarmowych spożywanych wiosną o 33% (ORAC: $1625 \mu\text{mol Tx/dzień}$, $p < 0,001$),

jesienią o 29% (ORAC: 1734 μ mol Tx/dzień; $p < 0,01$) i zimą o 33% (ORAC: 1636 μ mol Tx/dzień; $p < 0,001$) (tab. 2.).

Tabela 2

Potencjał antyoksydacyjny DRP badanych kobiet cierpiących na CHUK
Oxygen radical absorbance capacity daily diets in group of women suffered from cardiovascular diseases

ORAC [μ mol Tx/dzień] / ORAC [μ mol Tx/day]	MEDIANA*	MIN	MAX	\pm SEM
ORAC Całkowity / ORAC total	1876	964	2688	62
Wiosna / Spring	1625 ^d	822	2501	69
Wiosna-Owoce / Spring fruits	416 (26%) ^a	110	1082	44
Wiosna- napoje ogółem / Spring – total beverages	337(21%) ^a	101	855	30
Wiosna-Warzywa / Spring - Vegetables	327 (20%) ^{a,c}	52	656	25
Wiosna-Sałata / Spring - salat	263 (16%)	0	447	22
Wiosna-przyprawy / Spring - spices	143 (9%) ^a	63	309	10
Lato / Summer	2430 ^a	1158	3544	95
Lato-Owoce / Summer - fruits	997(41%) ^c	229	2250	77
Lato-Warzywa / Summer - Vegetables	443 (18%) ^b	106	873	29
Lato-napoje ogółem / Summer – total beverages	348 (14%) ^a	135	825	28
Lato-przyprawy / Summer – spices	156 (6%) ^a	69	305	10
Jesień / Autumn	1734 ^{bd}	912	2915	72
Jesień-śliwki / Autumn - plums	634 (37%)	0	1415	53
Jesień-owoce / Autumn – fruits	605 (35%) ^b	116	1937	66
Jesień-jabłka / Autumn – apples	462 (27%)	129	772	31
Jesień-Warzywa / Autumn – vegetables	342 (20%) ^c	106	792	25
Jesień- napoje ogółem / Autumn – total beverages	325 (19%) ^a	96	655	24
Jesień-przyprawy / Autumn – spices	134 (8%) ^a	22	301	10
Zima / Winter	1636 ^{cd}	862	2827	71
Zima-Owoce / Winter – fruits	542 (33%) ^{ab}	102	1727	61
Zima-pomarańcze / Winter – oranges	440 (27%)	80	519	25
Zima-napoje ogółem / Winter - total beverages	354 (22%) ^a	125	788	26
Zima-Warzywa / Winter - vegetables	252 (15%) ^d	130	540	17
Zima-przyprawy / Winter – spices	136 (8%) ^a	63	303	10

^{abcd} Różnice znamienne statystycznie oznaczono odmiennymi inskrypcjami literowymi.

*w nawiasach podano procentowy udział poszczególnych grup asortymentowych w całkowitym potencjale antyoksydacyjnym racji pokarmowych w określonej porze roku.

We wszystkich porach roku największym źródłem naturalnych antyoksydantów w DRP były owoce. Szczególnie wysoką ich podaż, która znalazła odzwierciedlenie w wartościach ORAC pochodzących z owoców, notowano w okresie letnim (41% całkowitego ORAC). Spadek potencjału antyoksydacyjnego DRP związanego z obecnością w diecie owoców malał jednak odpowiednio w jesienią (35% całkowitego ORAC), zimą (33% całkowitego ORAC) i był najniższy wiosną (26% całkowitego ORAC). Warto tu podkreślić, że źródłem przeciwutleniaczy w diecie badanych w okresie jesiennym były głównie jabłka oraz śliwki (27% ORAC pochodzącego z jabłek, 37% ORAC pochodzącego ze śliwek), w przeciwieństwie do zimy kiedy wysokim źródłem przeciwutleniaczy

okazały się cytrusy, a szczególnie pomarańcze (27% ORAC z pomarańcz). Zdolność racji pokarmowej do przeciwdziałania stresowi oksydacyjnemu w okresie wiosennym była w dużej mierze uwarunkowana większą konsumpcją sałaty, której udział w całkowitym potencjale DRP w tej porze roku sięgał 16%.

W przypadku warzyw obserwowano wyrównaną ich podaż jako źródła naturalnych antyoksydantów w DRP wszystkich pór roku. W okresie wiosennym, letnim, jesiennym i zimowym ich udział jako nośnika naturalnych przeciwutleniaczy w diecie stanowił odpowiednio od 15% do 20% całkowitego potencjału antyoksydacyjnego racji pokarmowych. Niemniej jednak podkreślić należy, że warzywa w okresie letnim stanowiły największe (ORAC: 443 μ mol Tx/dzień; $p < 0,01$) po owocach i na tle pozostałych pór roku źródło naturalnych antyoksydantów w racji pokarmowej. Spadek ich spożycia i tym samym potencjału antyoksydacyjnego racji pokarmowych ORAC, notowano kolejno jesienią (342 μ mol Tx/dzień; $p < 0,01$); wiosną (327 μ mol Tx/dzień; $p < 0,01$) i zimą (252 μ mol Tx/dzień; $p < 0,01$).

Piśmiennictwo donosi także, że w zależności od doboru asortymentowego, na potencjał antyoksydacyjny racji pokarmowych znacząco rzutuje spożycie w diecie soków owocowych i warzywnych, sklasyfikowanych w niniejszych badaniach jako „napoje ogółem”. Ich udział w racjach pokarmowych potwierdził hipotezy na ten temat, bowiem stanowiły one relatywnie wysokie, porównywalne z udziałem warzyw w okresie wiosennym (21% ORAC) i jesiennym (19% ORAC) źródło przeciwutleniaczy. Soki owocowe i warzywne w okresie zimowym okazały się być nawet większym źródłem potencjału antyoksydacyjnego (22% ORAC) aniżeli same warzywa (15% ORAC) spożywane w tym okresie.

Istotnym źródłem przeciwutleniaczy podnoszącym wydatnie wskaźnik zdolności absorpcji wolnych rodników tlenowych w niniejszych badaniach okazały się przyprawy. Stanowiły one wyrównane źródło potencjału antyoksydacyjnego we wszystkich porach roku.

Wnioski

1. Rezultaty przeprowadzonych badań wskazują na duże nieprawidłowości w bilansowaniu racji pokarmowych kobiet cierpiących na choroby układu krążenia oraz potrzebę ich korekty w zakresie podaży tłuszczów pochodzenia zwierzęcego i udziału węglowodanów złożonych.
2. Badana ujawniły także, że pomimo iż diety były wysokim źródłem tokoferoli i karotenoidów (w tym β -karotenu), ich całkowity potencjał przeciwutleniający był niższy aniżeli zalecenia w tym zakresie.
3. Opisane rezultaty mogą zatem, sugerować, że istotnym źródłem antyoksydantów w racji pokarmowej są nie tylko witaminy o opisanym szeroko w tym zakresie

działaniu, ale także związki należące do szerokiej grupy polifenoli, alkaloidów, organicznych związków siarkowych i związków zawierających azot.

4. Koniecznym, zatem wydaje się bilansowanie DRP uwzględniając także ich podaż i wzbogacenie diet pacjentów cierpiących na choroby układu krążenia w produkty stanowiące naturalne ich źródło w jadalospisie, ze szczególnym uwzględnieniem sezonowości spożycia.
5. Celowym też wydaje się opracowanie wskaźnika całkowitego potencjału antyoksydacyjnego DRP, obejmującego obok witamin także nieodżywcze związki przeciwtleniające o działaniu chemoprewencyjnym.

Literatura

- [1] Di Renzo L, Di Pierro D, Bigioni M, Sodi V, Galvano F, Cianci R, La Fauci L, De Lorenzo A.: Is antioxidant plasma status in humans a consequence of the antioxidant food content influence? *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2007 May-Jun;11(3):185-92.
- [2] Cao G, Booth S.L., Sadowski J.A., and R.L.: Prior Increases in human plasma antioxidant capacity after consumption of controlled diets high in fruit and vegetables *Am J Clin Nutr*, Nov 1998; 68: 1081 - 1087.
- [3] Agudo A., Cabrera L., Amiano P. et al.: Fruit and vegetable intakes, dietary antioxidant nutrients, and total mortality in Spanish adults: findings from the Spanish cohort of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-Spain) *Am J Clin Nutr*, Jun 2007; 85: 1634 - 1642.
- [4] Prior R.: Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage *Am J Clin Nutr*, Sep 2003; 78: 570S - 578S.
- [5] Rautiainen S, Serafini M, Morgenstern R. et al.: The validity and reproducibility of food-frequency questionnaire-based total antioxidant capacity estimates in Swedish women. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1247-53.
- [6] Cao G.; Alessio H. M.; Cutler R. G.: Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biol Med* 1993, 14, 303-311.
- [7] Ou B. Hampsch-Woodill M. et al.: Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *J Agric Food Chem* 2001, 49, 4619-4926.
- [8] Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods – 2007; Nutrient Data Laboratory Beltsville Human Nutrition Research Center (BHNRC) Agricultural Research Service (ARS) U.S. Department of Agriculture (USDA) November 2007.
- [9] Ou B. Huang D. Hampsch-Woodill M. et al.: Analysis of Antioxidant Activities of Common Vegetables Employing Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assays: A Comparative Study. *J Agric Food Chem* 2002, 50, 3122-3128.
- [10] Wang S. Hsin-Shan Lin.: Antioxidant Activity in Fruits and Leaves of Blackberry, Raspberry, and Strawberry Varies with Cultivar and Developmental Stage. *J Agric Food Chem*. 2000, 48, 140-146.
- [11] Dejian Huang, Boxin Ou and Ronald L.: PRIOR. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *J Agric Food Chem* 2005, 53, 1841-1856.
- [12] Sorenson A.W., Wyse B.W., Wittwer A.J. et al.: An Index of Nutritional Quality for a balanced diet. New help for an old problem. *J Am Diet Assoc* 1976 Mar;68(3):236-42.
- [13] Malinowski A., Bożiłow W.: Podstawy antropometrii. Metody, techniki, normy. Wydawnictwo Naukowe PWN, W-wa- Łódź, 1997.
- [14] Zawadzka-Bartczak E.: Ocena aktywności dysmutazy ponadtlenkowej (SOD), peroksydazy glutationowej (GPx) i całkowitej zdolności antyoksydacyjnej osocza (TAS) oraz stężenia lipidów osocza w odniesieniu do stopnia zaawansowania zmian miażdżycowych w tętnicach wieńcowych, *Polski Przegląd Medycyny Lotniczej* nr 2, tom 10, kwiecień - czerwiec 2004.

**DIET ANTIOXIDANT CAPACITY IN THE GROUP OF PATIENTS WITH DIAGNOSED
CARDIOVASCULAR DISEASES**

S u m m a r y

Total antioxidant capacity of daily diets women (age 35-83y) suffered from cardiovascular diseases(n=40) was analyzed. Nutritional status was evaluated by BMI, WHR and Bornhard indicator. The antioxidant capacity of diets was evaluated by modified semi quantitative food frequency questionnaire (FFQ) with opportunity to analyze sources of antioxidants in daily diet. Possibility of daily diet to prevent free radical reactions in organism was expressed by ORAC (oxygen radical absorbance capacity) indicator.

Results showed insufficient supply natural antioxidants in daily diet and variety in antioxidant capacity determined by seasonality of the consumption in diet fruits, vegetables and their products. As far as in summer season the highest ORAC was determined by consumption of seasonal fruits and vegetables, in winter studied group consumed more oranges, and fruit-vegetable juices. The other valuable sources antioxidants irrespective of seasonality of the consumption were spices.

Studies showed necessity of diets modification to increase total antioxidant diet capacity especially in periods of their limited availability.

Key words: cardiovascular system diseases, diet antioxidant capacity ORAC ☒

DANUTA GÓRECKA, JOLANTA CZARNOCIŃSKA, MAREK IDZIKOWSKI,
JUSTYNA KOWALEC

POSTAWY OSÓB DOROSŁYCH WOBEC ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ W ZALEŻNOŚCI OD WIEKU I PŁCI

Streszczenie

Określono postawy osób dorosłych wobec żywności funkcjonalnej w zależności od wieku i płci. Badania przeprowadzono wśród 935 osób w wieku 20 - 70 lat. Przeważająca część respondentów kupowała żywność funkcjonalną i jednocześnie uznała jej cenę za wysoką, a ofertę za umiarkowaną. Wraz z wiekiem zwiększał się odsetek osób zwracających uwagę na zawartość tłuszczu w kupowanym mleku i mięsie, a także na rodzaj kwasów tłuszczowych w nabywanych produktach. Ponadto istotnie więcej kobiet niż mężczyźni brało pod uwagę zawartość i rodzaj składników w kupowanych produktach.

Słowa kluczowe: żywność funkcjonalna, kobiety, mężczyźni, postawy

Wprowadzenie

Fizjologiczne uwarunkowania zachowań żywieniowych ujawniają się między innymi w sprawności wzrokowej, kinetycznej i umysłowej, percepcji smaku i zapachu, preferencjach pokarmowych, podwzgórzowej ekspresji głodu oraz wrodzonych i nabytych preferencjach smakowych i zapachowych [8]. Duże znaczenie w kształtowaniu zachowań żywieniowych ma stan fizjologiczny charakteryzujący daną jednostkę [7]. Pojęcie to odnosi się do naturalnych procesów zachodzących w organizmie, np. dojrzewanie, ciąża, laktacja, starzenie się, ale też do zaburzeń prawidłowego funkcjonowania organizmu.

Płeć, podobnie jak wiek, są ważnymi zmiennymi wyjaśniającymi postawy w stosunku do żywności. Płeć uważana jest również za istotną determinantę w zachowaniu odnoszącym się do spożycia żywności. Wraz z wiekiem zmienia się zapotrzebowanie na określone składniki odżywcze, co uwidacznia się w zmianach sposobu żywienia.

*Dr hab. D. Górecka, mgr M. Idzikowski, mgr J. Kowalec, Katedra Technologii Żywności Człowieka,
dr J. Czarnocińska, Katedra Higieny Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul.
Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań*

Osoby młode, nastawione na osiągnięcie pożądanego statusu społecznego i materialnego, z większym zaangażowaniem poświęcają się pracy zawodowej, często kosztem czasu wolnego, także kosztem prawidłowego zaspokajania potrzeb organizmu [1]. Pojawienie się na szeroką skalę chorób dietozależnych ukierunkowało producentów żywności na żywność funkcjonalną [9, 10, 15]. Termin ten obejmuje żywność zawierającą prozdrowotne składniki, o udowodnionym korzystnym wpływie na jedną lub więcej funkcji organizmu ponad efekt odżywczy, który to wpływ polega na poprawie stanu zdrowia oraz samopoczucia i/lub zmniejszeniu ryzyka chorób. Wśród produktów o właściwościach prozdrowotnych wyróżnia się: naturalną żywność bogatą w składniki prozdrowotne, żywność, do której dodano składnik prozdrowotny, żywność z której usunięto niekorzystne z punktu widzenia żywienia substancje oraz żywność, w której zwiększono biodostępność prozdrowotnych składników [6]. Największą grupę produktów zaliczanych do żywności funkcjonalnej na polskim rynku stanowią przetwory mleczarskie, a także soki i napoje z dodatkiem witamin, składników mineralnych, błonnika pokarmowego i inuliny [12].

Celem niniejszej pracy była ocena postaw osób dorosłych wobec żywności funkcjonalnej w zależności od wieku i płci.

Material i metody badań

Badaniami objęto 935 osób dorosłych w wieku 20-70 lat, mieszkańców dwóch województw – wielkopolskiego i kujawsko-pomorskiego. Wśród badanych było 59% kobiet i 41% mężczyzn, których podzielono na cztery klasy wiekowe: 20-29 lat (49,7%), 30-39 lat (23,1%), 40-54 lat (18,8%) i 55-70 lat (8,4%). Badania przeprowadzono w oparciu o kwestionariusz, który zawierał pytania typu zamkniętego, a do analizy statystycznej uzyskanych wyników wykorzystano test chi kwadrat (χ^2).

Wyniki i dyskusja

Wykazano, iż żywność funkcjonalna była kupowana przez ponad połowę ankietowanych, przy czym istotnie więcej kobiet niż mężczyzn nabywało żywność tego rodzaju (tabela 1). Uzyskane wyniki dobrze korespondują z pracami innych autorów, którzy również zaobserwowali, że kobiety należą do głównych konsumentów żywności funkcjonalnej [3, 4]. Nie stwierdzono natomiast istotnego związku wieku badanych z kupnem żywności funkcjonalnej. Przeważająca część respondentów uznała cenę żywności funkcjonalnej za wysoką, a jej ofertę za umiarkowaną..

Tabela 1

Zachowania osób dorosłych na rynku żywności funkcjonalnej w zależności od wieku i płci badanej populacji (%).
The dietary attitudes towards functional food depending on the age and sex (%).

Żywność funkcjonalna Functional food	Grupa wiekowa Group of age				Test χ^2 p	Płeć Sex		Test χ^2 p
	20-29 lat 20-29 age	30-39 lat 30-39 age	40-54 lat 40-54 age	55-70 lat 55-70 age		Kobiety Women	Mężczyźni Men	
Kupowanie / Buying	55,8	51,6	56,8	53,8	ni	63,4	42,5	<0,0001
Cena/Price								
niska/low	1,5	2,4	2,0	1,8		0,4	4,2	
odpowiednia/adequate	48,9	33,9	35,8	38,6	<0,05	43,1	41,1	<0,001
wysoka/high	49,6	63,7	62,2	59,6		56,5	54,7	
Oferta/Offer								
uboga/poor	11,8	17,6	16,5	23,7		9,5	23,0	
umiarkowana/average	68,4	63,0	64,8	68,4	<0,05	70,9	60,1	<0,0001
bogata/rich	19,8	19,4	18,8	7,9		19,6	16,9	
Wskazywane marki produktów Indicated trademark of products								
Activia	63,9	62,6	63,1	56,4	ni	69,0	53,8	<0,0001
Flora pro-activ	57,8	61,2	52,3	61,5	ni	62,7	50,9	<0,001
Benecol	49,2	51,9	42,6	57,7	ni	50,2	48,0	ni
Jogobella	49,2	48,6	48,3	37,2	ni	44,9	52,2	<0,05
Lubella	17,0	15,9	21,6	21,8	ni	16,1	20,7	ni
Sokolów	16,1	19,2	25,0	29,5	<0,01	17,9	22,1	ni
Isostar	15,3	18,7	9,7	9,0	<0,05	8,5	23,1	<0,0001

Objaśnienia/Explanatory notes: ni – różnice statystycznie nieistotne/ni – statistically insignificant differences

Opinia dotycząca ceny może wynikać z faktu, iż uznaje się ją za jeden z najważniejszych czynników wpływających na wybór żywności, co wykazano na podstawie badań przeprowadzonych w krajach Unii Europejskiej [11].

Deklaracje odnośnie do ceny i oferty żywności funkcjonalnej były istotnie zależne od wieku i płci badanych. Najwięcej osób najmłodszych uznało, że cena żywności funkcjonalnej jest odpowiednia, a najmniej osób najstarszych stwierdziło, że oferta tego typu żywności jest bogata. Biorąc pod uwagę płeć, to istotnie więcej mężczyzn niż kobiet wskazało, że żywność funkcjonalna jest tania, a jej oferta uboga. Ponad połowa badanych kojarzyła z żywnością funkcjonalną dwie marki produktów, takie jak Activia oraz Flora pro-activ. Kolejne dwie marki produktów, Benecol i Jogobella, były kojarzone z żywnością funkcjonalną przez blisko połowę respondentów, zaś pozostałe – Lubella, Sokołów oraz Isostar – przez mniej niż 20% ankietowanych. Markę Sokołów łączyło z żywnością funkcjonalną istotnie więcej osób w wieku 55-70 lat i 40-54 lat, w przeciwieństwie do marki Isostar, która kojarzona była z żywnością funkcjonalną przez znamienne więcej osób w wieku 30-49 lat i 20-29 lat. Zdecydowanie więcej kobiet niż mężczyzn łączyło z żywnością funkcjonalną takie marki produktów, jak Activia oraz Flora pro-activ. Z kolei w odniesieniu do takich marek, jak Jogobella oraz Isostar, uzyskano wyniki odwrotne.

Robiąc zakupy produktów spożywczych, ponad połowa badanych zwracała uwagę na zawartość witamin w produktach i tłuszczu w mleku, a blisko połowa respondentów brała pod uwagę zawartość tłuszczu w mięsie (tabela 2). Zbliżone wyniki uzyskali Zandstra i wsp. [16], Bower i wsp. [2] oraz Szczepaniak i wsp. [14]. Autorzy ci dowiedli, iż większe znaczenie w profilaktyce chorób dietozależnych mają produkty o zmniejszonej zawartości tłuszczu i cholesterolu niż produkty o zmniejszonej zawartości cukru i soli. Również znaczna część ankietowanych zwracała uwagę na zawartość składników mineralnych i błonnika pokarmowego w kupowanych produktach, odpowiednio 40% i 32%. Około 27% badanych, podczas zakupu żywności, brało pod uwagę rodzaj mikroorganizmów znajdujących się w mlecznych napojach, a 22% zwracało uwagę na rodzaj kwasów tłuszczowych zawartych w kupowanych produktach spożywczych. Wykazano istotny, dodatni związek wieku respondentów z braniem pod uwagę zawartości tłuszczu w kupowanym mleku i mięsie. Natomiast na rodzaj kwasów tłuszczowych w kupowanych produktach zwracało uwagę znamienne więcej osób w wieku 55-70 lat i 40-54 lat, a mniej młodszych osób, zwłaszcza w wieku 30-39 lat. Zaobserwowano także istotny związek płci ankietowanych z braniem pod uwagę zawartości i rodzaju wszystkich analizowanych składników w kupowanych produktach, przy czym okazało się, że brało je pod uwagę więcej kobiet niż mężczyzn.

Reasumując powyższe można stwierdzić, że wiek i płeć żeńska sprzyjały prozdrowotnym postawom badanej populacji wobec kupowanej żywności. Nie jest wykluczone, że o korzystniejszych postawach żywieniowych kobiet i osób starszych zdecy-

dowała ich większa wiedza żywieniowa [5, 13]. Innym wyjaśnieniem może być wpływ czynników sensorycznych, które są ważnymi determinantami wyboru większości produktów [1].

Wnioski

1. Ponad połowa badanych kupowała żywność funkcjonalną, niezależnie od wieku, ale istotnie więcej kobiet niż mężczyzn nabywało żywność tego rodzaju. Przeważająca część respondentów uznała cenę żywności funkcjonalnej za wysoką, a jej ofertę za umiarkowaną.
2. Activia, Flora pro-activ, Benecol oraz Jogobella okazały się markami produktów kojarzonymi z żywnością funkcjonalną przez znaczną część ankietowanych, przy czym jedynie marka Benecol łączona była z tego typu żywnością niezależnie od wieku i płci badanych.
3. Wraz z wiekiem zwiększał się odsetek osób zwracających uwagę na zawartość tłuszczu w kupowanym mleku i mięsie, a także na rodzaj kwasów tłuszczowych w nabywanych produktach. Ponadto istotnie więcej kobiet niż mężczyzn brało pod uwagę zawartość i rodzaj składników w kupowanych produktach. Sugeruje to, że wiek i płeć żeńska sprzyjają prozdrowotnym postawom osób dorosłych wobec kupowanej żywności.

Tabela 2

Zwracanie uwagi na zawartość i rodzaj składników w kupowanych produktach spożywczych w zależności od wieku i płci badanej populacji (%)
 Paying attention to the content and kind of component content in buying products depending on the age and sex (%)

Składnik/Component	Grupa wiekowa Group of age				Test χ^2	Płeć Sex		Test χ^2 p
	20-29 lat 20-29 age	30-39 lat 30-39 age	40-54 lat 40-54 age	55-70 lat 55-70 age		Kobiety Women	Mężczyźni Men	
Zawartość witamin Vitamins content	60,0	55,6	59,1	56,4	ni	67,2	45,9	<0,0001
Zawartość tłuszczu w mleku Content of fat in milk	50,4	63,9	72,2	74,4	<0,0001	70,8	43,4	<0,0001
Zawartość składników mineralnych Minerals content	39,4	35,4	43,2	42,3	ni	45,9	29,9	<0,0001
Zawartość tłuszczu w mięsie Content of fat in meat	39,2	47,2	58,5	61,5	<0,0001	54,5	35,0	<0,0001
Zawartość błonnika pokarmowego Dietary fiber content	29,1	31,5	36,9	39,7	ni	39,5	21,1	<0,0001
Rodzaj mikroorganizmów w mlecznych napojach/Kind of microorganism in dairy beverage	25,0	24,1	30,1	37,2	ni	29,6	22,6	<0,05
Rodzaj kwasów tłuszczowych Kind of fatty acids	20,9	16,2	27,3	32,0	<0,01	26,0	16,0	<0,001

Objaśnienia:/Explanatory notes:

ni – różnice statystycznie nieistotne/ni – statistically insignificant differences


Literatura

- [1] Babicz-Zielińska E.: Jakość żywności w ocenie konsumenckiej. Wyd. Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk 2006.
- [2] Bower J.A., Saadat M.A., Whitten C.: Effect of liking, information and consumer characteristics on purchase intention and willingness to pay more for a fat spread with a proven health benefit. *Food Qual. Prefer.*, 2003, 14, 65-74.
- [3] Childs N.M.: Functional foods and the food industry: consumer, economic and product development issues. *J. Nutraceutic. Funct. Med. Foods*, 1997, 1, 25-43.
- [4] Czapska M., Jeznach M., Święcicka A.: Zachowania konsumentów na rynku żywności funkcjonalnej. *Handel Wewn.*, 2002, 48, 30-33.
- [5] Fagerli R.A., Wandel M.: Gender differences in opinions and practices with regard to a "healthy diet". *Appetite*, 1999, 32, 171-190.
- [6] Jeznach M.: Stan i perspektywy rozwoju rynku żywności funkcjonalnej. Wyd. SGGW, Warszawa 2003.
- [7] Jezewska-Zychowicz M.: Zachowania żywieniowe i ich uwarunkowania. Wyd. SGGW, Warszawa 2004.
- [8] Keller S.: Podstawy fizjologii żywienia człowieka. Wyd. SGGW, Warszawa 2000.
- [9] Kolanowski W.: Żywność funkcjonalna. *Gosp. Mięś.*, 2005, 4, 6-9.
- [10] Krygier K., Florkowska A.: Żywność funkcjonalna obecnie i w przyszłości. *Przem. Spoż.*, 2008, 5, 2-6.
- [11] Lennernäs M., Fjellström C., Becker W., Giachetti I., Schmitt A., Remaut de Winter A., Kearney M.: Influences on food choice perceived to be important by nationally representative samples of adults in the European Union. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 1997, 51, (Suppl 2), 8-15.
- [12] Sojkin B., Małecka M., Olejniczak T., Bakalarska M.: Konsument wobec innowacji produktowych na rynku żywności. Wyd. Uniwersytet Ekonomiczny, Poznań 2009.
- [13] Sosińska E., Terlicka K., Krygier K.: Żywność funkcjonalna w opinii polskich i belgijskich konsumentów. *Przem. Spoż.*, 2006, 10, 49-52.
- [14] Szczepaniak B., Górecka D., Flaczyk E.: Postawy konsumentów wobec prozdrowotnych artykułów żywnościowych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, 30, 1158-1162.
- [15] Szwacka J., Skórniewska M.: Kierunki rozwoju rynku żywności funkcjonalnej w Polsce. *Rocz. Nauk. Stow. Ekonom. Rol. Agrobiz.*, 2005, 7, 186-191.
- [16] Zandstra E.H., De Graaf C., Van Staveren W.A.: Influence of health and taste attitudes on consumption of low- and high-fat foods. *Food Qual. Prefer.*, 2001, 12, 75-82.

DIETARY ATTITUDES OF ADULTS IN RELATION TO FUNCTIONAL FOOD DEPENDING ON THE AGE AND SEX

Summary

The aim of this study was to determine the influence of the age and sex on dietary attitudes towards functional food. The research was carried out on the group of 935 people at the age range from 20 to 70. The majority of the respondents bought functional food, at the same time considering its price as high and the offer as rather poor. Along with the increasing age of the respondents the number of people who paid attention to the fat content in the milk and meat as well as to the kind of fatty acids in the products increased. Furthermore, considerably more women than men took into consideration the content and the components of the products they bought.

Key words: functional foods, women, men, attitudes 

BEATA SZCZEPAŃSKA, JADWIGA MALCZEWSKA-LENCZOWSKA,
JAN GAJEWSKI

ZASADNOŚĆ STOSOWANIA ODŻYWEK PRZEZ REPREZENTANTÓW KADRY NARODOWEJ SENIORÓW PODNOŠENIA CIĘŻARÓW NA ZGRUPOWANIU TRENINGOWYM

Streszczenie

Badania, miały na celu sprawdzenie zasadności stosowania odżywek przez reprezentantów kadry narodowej podnoszenia ciężarów. Przebadano 13 zawodników przebywających na zgrupowaniu treningowym pod kątem spożycia energii i wybranych składników odżywczych. Badania przeprowadzono na podstawie indywidualnych wywiadów żywieniowych o spożyciu z ostatnich 24 godzin. Zawartość energii, białka, tłuszczu i węglowodanów oraz wybranych składników mineralnych (potas, wapń, fosfor, magnez, żelazo, cynk, miedź) i witamin (A, E, B₁, B₂, B₆, B₁₂, PP i C) w spożywanej diecie obliczono w oparciu o aktualne „Tabele składu i wartości odżywczej żywności”, natomiast ilości suplementowanych składników odżywczych na podstawie składu deklarowanego przez producentów odżywek. Otrzymane wyniki dotyczące spożycia składników odżywczych z dietą oraz łącznie z suplementami odniesiono do aktualnych norm żywienia człowieka na poziomie średniego zapotrzebowania grupy (EAR) oraz zaleceń dla sportowców.

Wyniki badań wykazały niedostateczne spożycie energii, białka i węglowodanów, które wynosiło odpowiednio 80,3%; 83,0% i 60,4% zaleceń oraz niewłaściwe proporcje składników dostarczających energii w diecie. Suplementacja odżywkami była celowa w tym zakresie, gdyż uzupełniła energię i brakujące składniki oraz przywróciła właściwe proporcje białka, tłuszczów i węglowodanów w dostarczaniu energii. Spożywana przez zawodników dieta (bez odżywek) zawierała odpowiednią, w stosunku do zaleceń, ilość witamin i składników mineralnych, z wyjątkiem potasu, dlatego dodatkowe ich spożycie z odżywkami było nieuzasadnione, a w przypadku magnezu przekroczyło górny tolerowany poziom spożycia (UL).

Słowa kluczowe: składniki odżywcze, suplementacja, sportowcy

Wprowadzenie

Wzmożony wysiłek fizyczny, towarzyszący uprawianiu sportu, powoduje zwiększone zapotrzebowanie na energię i niektóre składniki odżywcze [1, 11, 13, 20]. Ży-

mgr inż. B. Szczepańska, dr J. Malczewska-Lenczowska, Zakład Fizjologii Żywienia, Instytut Sportu ul. Trylogii 2/16, 01-982 Warszawa, dr hab. Jan Gajewski, Zakład Biomechaniki, Instytut Sportu ul. Trylogii 2/16, 01-982 Warszawa, Zakład Statystyki i Informatyki, Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego, ul Marymoncka 34, 00-968 Warszawa 45

wieniowcy są zgodni, że prawidłowo skomponowana dieta, dostosowana do dyscypliny sportu i obciążenia treningowego, może dostarczyć wszystkich składników pokarmowych niezbędnych do osiągnięcia optymalnej zdolności wysiłkowej [11]. Sportowcy jednak często korzystają z bogatej oferty firm farmaceutycznych wierząc, że wspomaganie diety suplementami zabezpieczy ich przed niedoborami składników pokarmowych, poprawi efekty treningowe w postaci zwiększenia siły lub wytrzymałości fizycznej oraz poprawi komponenty składu ciała. Nie bez znaczenia jest fakt, że odżywki są wygodną i szybką formą uzupełnienia diety w węglowodany lub inne składniki odżywcze, jednakże zawodnicy często przeceniają rolę odżywek przeznaczonych dla sportowców, przedkładając je nad pożywienie oparte na naturalnych produktach. Wielu sportowców odżywia się nieracjonalnie, zapominając, że ważne jest przede wszystkim to, co jedzą, a nie to, jakie stosują odżywki. Dlatego za celowe uznano zbadanie zasadności stosowania odżywek przez reprezentantów kadry narodowej podnoszenia ciężarów przebywających na zgrupowaniu treningowym.

Material i metody badań

Przebadano 13 zawodników, reprezentantów kadry narodowej podnoszenia ciężarów, przebywających na zgrupowaniu treningowym, pod kątem spożycia energii i wybranych składników w naturalnej diecie oraz w diecie łącznie z odżywkami. Wszyscy zawodnicy stosowali odżywki. U każdego badanego wykonano pomiary masy i wysokości ciała oraz grubości 4 fałdów skórno-tłuszczowych (na bicepsie, tricepsie, pod łopatką i nad talerzem biodrowym). Na podstawie uzyskanych wyników obliczono wskaźnik wagowo-wzrostowy BMI i zawartość tkanki tłuszczowej, według metody Durnina i Womersleya [5]. Charakterystykę badanych zawodników przedstawiono w tab. 1.

Badania przeprowadzono na podstawie indywidualnych wywiadów żywieniowych o spożyciu z ostatnich 24 godzin. Zawartość energii, białka, tłuszczu i węglowodanów oraz wybranych składników mineralnych (potas, wapń, fosfor, magnez, żelazo, cynk, miedź) i witamin (A, E, B₁, B₂, B₆, B₁₂, PP i C) w spożywanej diecie obliczono w oparciu o aktualne „Tabele składu i wartości odżywczej żywności” [10], natomiast ilości suplementowanych składników odżywczych na podstawie składu deklarowanego przez producentów odżywek. Otrzymane wyniki dotyczące dziennego spożycia energii, białka, węglowodanów oraz witamin B₁, B₂, B₆ i PP z dietą bez suplementów oraz z dietą wraz z odżywkami (patrz tabela 2) odniesiono do zaleceń żywieniowych dla sportowców [1, 3, 15], a pozostałe witaminy i składniki mineralne do obowiązujących norm żywienia człowieka [8] na poziomie średniego zapotrzebowania grupy (EAR).

Tabela 1

Charakterystyka badanych zawodników podnoszenia ciężarów (n=13)
Mean values (\pm SD) and ranges of variables recorded in Polish elite weightlifters (n=13)

Wskaźnik/ Variable	Średnia \pm SD/ Mean \pm SD	Zakres/ Range
Wiek (lata)/ Age (years)	27,1 \pm 4,0	20,4 – 34,8
Masa ciała/ Body mass (kg)	96,9 \pm 21,3	58,5 – 137,3
Wysokość ciała/ Body height (cm)	174,1 \pm 10,6	145,0 – 185,0
BMI (kg/m ²)	31,7 \pm 4,7	27,5 – 41,5
Zawartość tkanki tłuszczowej/ Body fat content (%)	19,7 \pm 6,4	9,3 – 31,1
Zawartość tkanki tłuszczowej/ Body fat content (kg)	20,1 \pm 10,8	7,4 \pm 42,7

Z uwagi na duże zróżnicowanie badanych zawodników pod względem masy ciała, wyniki dotyczące energii, białka, tłuszczu i węglowodanów przeliczono na kg mc./dobę.

Tabela 2

Zalecenia dziennego spożycia energii, podstawowych składników odżywczych i witamin dla sportowców dyscyplin siłowych
Amounts of energy, macronutrients and vitamins recommended to athletes practicing strength and power sports

Energia i składniki odżywcze Energy and nutrient	Jednostka/Unit	Ilość/Amount
Energia/ Energy	kcal/kg mc./24h	40 - 45
Białko/ Protein	g/kg mc./24h	1,6 - 2,0
Tłuszcz/ Fat	g/kg mc./24h	<1,5
Węglowodany/ Carbohydrates	g/kg mc./24h	5 - 7
Witamina B ₁ / Vitamin B ₁	mg/1000 kcal/24h	0,5
Witamina B ₂ / Vitamin B ₂	mg/1000 kcal/24h	0,6
Witamina PP/ Vitamin PP	mg/1000 kcal/24h	6,7
Witamina B ₆ / Vitamin B ₆	mg/1g białka/protein/24h	0,02

Wyniki dotyczące spożycia energii i wybranych składników odżywczych z diety oraz z diety łącznie z odżywkami poddano analizie statystycznej za pomocą pakietu Statistica 8.0 PL firmy StatSoft Inc. USA z zastosowaniem nieparametrycznego testu kolejności par Wilcoxon dla prób zależnych, przyjmując poziom istotności $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Zawodnicy startowali w różnych kategoriach wagowych, od najniższej (do 56 kg) do najwyższej (powyżej 105 kg), w związku z czym byli znacznie zróżnicowani pod względem masy i wysokości ciała, a także wieku, BMI i zawartości tkanki tłuszczowej (tabela 1). U wszystkich badanych wskaźnik masy ciała przekraczał rekomen-

dowane zakresy [18], co wynikało z siłowego charakteru tej dyscypliny, ale u większości z nich także z nadmiernej zawartości tkanki tłuszczowej. Średnia procentowa zawartość tkanki tłuszczowej wynosiła $19,7 \pm 6,4\%$ i była wyższa od obserwowanej wcześniej ($12,98 \pm 5,26\%$) u polskich zawodników podnoszenia ciężarów [9], a także u reprezentantów tej dyscypliny innych krajów, u których obserwowano ją w zakresie 5-12% [19]. Analiza składu ciała wykazała, że u 69% zawodników zawartość tkanki tłuszczowej przekraczała rekomendowane wartości [6], co świadczy o tym, że zwyczajowo spożywali oni zbyt dużą ilość energii w stosunku do zapotrzebowania.

Tabela 3

Średnie (\pm SD) dzienne spożycie energii i podstawowych składników odżywczych w diecie bez odżywek oraz w diecie łącznie z odżywkami

Mean (\pm SD) intakes of energy and macronutrients in non-supplemented or supplemented diets

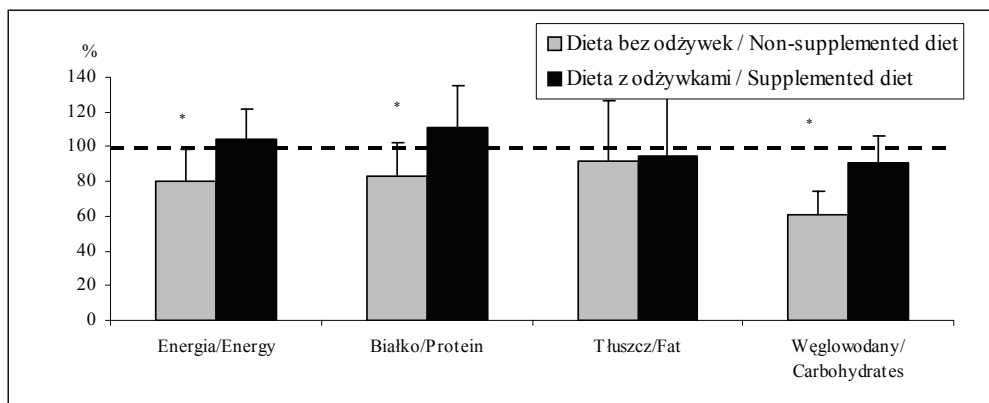
Analizowany składnik Analyzed component	Jednostka Unit	Dieta / Non-supplemented diet średnia \pm SD/ mean \pm SD		Dieta z odżywkami/ Supplemented diet średnia \pm SD/ mean \pm SD	
		na osobę / on person	kg/mc./24h	na osobę / on person	kg/mc./24h
Energia*/Energy	kcal	3171 \pm 899	32,8 \pm 7,5	4097 \pm 968	42,5 \pm 7,2
	MJ/KJ	13,3 \pm 3,8	137 \pm 31	17, \pm 4,1	178 \pm 30
Białko*/ Protein	g	143,5 \pm 42,9	1,5 \pm 0,3	190,8 \pm 49,9	2,0 \pm 0,4
Tłuszcze/ Fat	g	131,1 \pm 50,1	1,4 \pm 0,5	135,4 \pm 49,2	1,4 \pm 0,5
Węglowodany* Carbohydrates	g	354,2 \pm 108,6	3,6 \pm 0,8	528,7 \pm 132,8	5,4 \pm 0,9
Energia z białka Energy from protein	%	18,5 \pm 3,7		18,9 \pm 3,3	
	%	36,8 \pm 7,9		29,6 \pm 7,1	
tłuszczu/ fat	%	36,8 \pm 7,9		29,6 \pm 7,1	
węglowodanów carbohydrates	%	44,6 \pm 7,9		51,6 \pm 7,5	

*Różnice statystycznie istotne pomiędzy dietą bez odżywek i dietą z odżywkami przy $p < 0,05$ /
Significantly different between non-supplemented and supplemented diets at $p < 0.05$

Średnie dzienne spożycie energii oraz podstawowych składników odżywczych (białka, tłuszczu, węglowodanów) w naturalnej diecie oraz w diecie łącznie z odżywkami w grupie badanych zawodników przedstawiono w tabeli 3, natomiast stopień realizacji normy na te składniki na rys.1.

Spożycie energii, białka i węglowodanów z naturalną dietą było niewystarczające i wynosiło odpowiednio 80,3%; 83,0% i 60,4% normy. Niedostateczne spożycie węglowodanów ($3,6 \pm 0,8$ g/kg mc.) było przyczyną niewłaściwego zbilansowania diety, gdyż węglowodany dostarczały za mało ($44,6 \pm 7,9\%$), a tłuszcze za dużo ($36,8 \pm 7,9\%$) energii, pomimo, że spożycie tłuszczu w gramach nie było nadmierne ($1,4 \pm 0,5$ g/kg mc.). Zbyt niskie, w stosunku do zaleceń, spożycie węglowodanów obserwowali także inni autorzy [2,17] wśród wysokiej klasy zawodników australijskich i holenderskich trenujących tę samą dyscyplinę, którzy spożywali odpowiednio 4,8 i 4,2 g

tego składnika na jeden kilogram masy ciała. Podobnie niskie spożycie obserwowano także u sportowców innych dyscyplin siłowych, na przykład trenujących rzuty, reprezentantów Południowej Afryki i Chin, u których spożycie węglowodanów wynosiło odpowiednio 3,6 i 4,1 g/kg mc. [4, 7].



*Różnice statystycznie istotne pomiędzy dietą bez odżywek i dietą z odżywkami przy $p < 0,05$ / Significantly different between non-supplemented and supplemented diets at $p < 0.05$

Rys. 1. Stopień realizacji (średnia \pm SD) zaleceń dla sportowców przez zawodników podnoszenia ciężarów dla energii, białka, tłuszczu i węglowodanów w diecie bez odżywek oraz łącznie z odżywkami
Fig. 1. Mean (\pm SD) percent daily intakes of energy, proteins, fat and carbohydrates from non-supplemented or supplemented diets as related to the amounts recommended to weightlifters

Średnie dzienne spożycie białka w naturalnej diecie było niewystarczające i wynosiło $1,5 \pm 0,3$ g/kg mc., co stanowiło $83,0 \pm 19,4\%$ w stosunku do średniego zalecanego spożycia tego składnika dla sportowców dyscyplin siłowych. U większości zawodników (76,9% badanych) spożycie białka było poniżej dolnego zakresu wartości zalecanych (1,6 g/kg mc.).

Spożycie odżywek uzupełniło niedobory energii, białka i węglowodanów oraz poprawiło zbilansowanie diety. Po suplementacji procentowy udział energii z białka, tłuszczu i węglowodanów wynosił odpowiednio 18,9%; 29,6%; 51,6%. Na uwagę zasługuje korzystny efekt uzupełniania węglowodanów, gdyż po suplementacji ich spożycie mieściło się w zalecanym zakresie. Jest to ważne, gdyż węglowodany stanowią podstawowe i najbardziej ekonomiczne źródło energii podczas wysiłku fizycznego [1, 11, 13]. Jednocześnie należy zwrócić uwagę na dużą suplementację białka, konsekwencją, której było nadmierne spożycie tego składnika. U ponad połowy badanych (54%) dzienne spożycie białka w suplementowanej diecie przekraczało 2 g/kg mc., co zwiększało ryzyko wykorzystania tego składnika na cele energetyczne. Podobne, do obserwowanego w naszych badaniach, spożycie białka stwierdzono także u australijskich zawodników kadry narodowej podnoszenia ciężarów ($1,9 \pm 0,6$ g/kg mc), choć

w dyscyplinach siłowych zawodnicy przywiązują nadmierną wagę do białka i często obserwowane jest jeszcze wyższe spożycie tego składnika. Phillips S.M. i wsp. [12] podkreślają, że codzienne spożycie białka w dyscyplinach siłowych i kulturystyce zazwyczaj mieści się w zakresie 2 - 2,5g/kg mc i dochodzi nawet do 3 g/kg mc., a u reprezentantów Chin i Niemiec w podnoszeniu ciężarów obserwowano jeszcze wyższe spożycie tego składnika, wynoszące powyżej 3 g/kg mc.[1]. W świetle piśmiennictwa tak duże spożycie tego składnika nie jest uzasadnione, choć jak dotychczas nie został ustalony górny tolerowany poziom spożycia (UL) białka [12].

Tabela 4

Średnie (\pm SD) codzienne spożycie wybranych witamin i składników mineralnych w diecie bez odżywek oraz w diecie łącznie z odżywkami

Mean (\pm SD) daily intakes of selected vitamins and minerals from non-supplemented or supplemented diets

Witaminy i składniki mineralne Vitamins and minerals	Jednostka Unit	Dieta bez odżywek/ Non-supplemented diet Średnia \pm SD/ Mean \pm SD	Dieta z odżywkami/ Supplemented diet Średnia \pm SD/ Mean \pm SD	Górny tolerowany poziom spożycia ¹ Tolerable Upper Intake Level
Witamina A*/ Vitamin A	μ g	1091,4 \pm 425,8	2449,6 \pm 985,5	3000
Witamina E*/ Vitamin E	mg	14,5 \pm 9,3	58,7 \pm 17,9	300
Witamina B ₁ */ Vitamin B ₁	mg	2,6 \pm 1,1	8,4 \pm 2,4	100 ²
Witamina B ₂ */ Vitamin B ₂	mg	2,6 \pm 0,7	8,9 \pm 2,5	40 ²
Niacyna*/ Niacin	mg	29,7 \pm 10,7	62,1 \pm 11,9	910
Witamina B ₆ */ Vitamin B ₆	mg	3,2 \pm 0,9	14,0 \pm 4,2	25
Witamina C*/ Vitamin C	mg	149,4 \pm 71,1	315,1 \pm 68,3	1000 ² ; 2000 ³
Witamina B ₁₂ */ Vitamin B ₁₂	μ g	5,3 \pm 2,7	24,8 \pm 25,0	2000 ²
Potas*/ Potassium	mg	4020,5 \pm 1151,3	5549,8 \pm 1008,5	-
Wapń*/ Calcium	mg	1064,7 \pm 509,0	1979,7 \pm 642,3	2500
Fosfor*/ Phosphorus	mg	1970,9 \pm 628,8	2940,9 \pm 829,3	2400 ² ; 4000 ³
Magnez*/ Magnesium	mg	414,5 \pm 94,1	951,6 \pm 272,5 w tym w / in suppl. 537,1 \pm 247,0	w suppl. 250 w suppl 400 ^{2, 4}
Żelazo*/ Iron	mg	21,2 \pm 5,1	38,4 \pm 11,5	17 ² ; 45 ³
Cynk*/ Zinc	mg	17,3 \pm 6,5	24,4 \pm 7,9	25
Miedź*/ Copper	mg	2,0 \pm 0,6	3,6 \pm 1,2	5

¹ - Naukowy Komitet ds. Żywności UE (SCF)/ Scientific Committee on Food

² - Grupa Ekspertów ds. Witamin i Składników Mineralnych Wielkiej Brytanii (UK EVM)/ UK Expert Group for Vitamins and Minerals

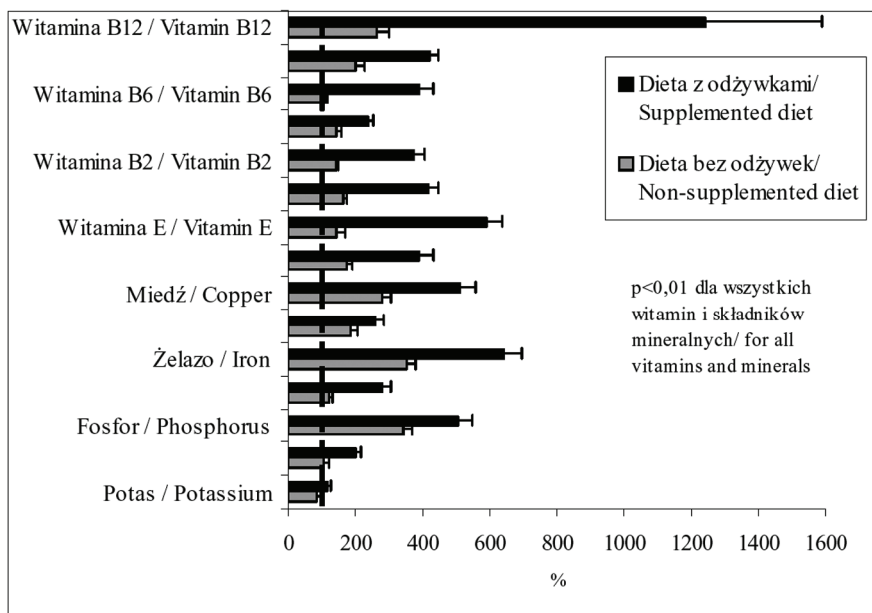
³ - Rada ds. Żywności i Żywienia Instytutu Medycyny USA (FNB IM)/ Food and Nutrition Board (FNB) Institute of Medicine (IOM)

⁴ - Górny poziom spożycia pochodzący z żywności wzbogaconej/ Tolerable Upper Intake Level from fortified food

W diecie bez suplementacji wykazano niedostateczne średnie spożycie potasu (85,5% normy), 69 % badanych spożywało ten pierwiastek w ilościach mniejszych niż wskazania normy żywieniowej. Średnie spożycie pozostałych składników mineralnych

i witamin w naturalnej diecie było prawidłowe. Dodatek odżywek spowodował istotny wzrost średniego spożycia tych składników pokarmowych, uzupełnił niedobory potasu oraz, obserwowane u 46% zawodników, niedostateczne spożycie wapnia. Z drugiej strony zaobserwowano także negatywne efekty ich stosowania, gdyż w przypadku magnezu suplementacja przekroczyła UL u 76,9% badanych.

O ile duże dawki magnezu z naturalnych produktów spożywczych nie są niebezpieczne dla człowieka z prawidłową funkcją nerek, to z suplementów mogą wywołać efekty niepożądane w postaci biegunki, a w przypadku przewlekłego spożywania – nawet zatrucie.



Średnie dzienne spożycie wybranych witamin i składników mineralnych wiennej racji pokarmowej bez odżywek oraz łącznie z odżywkami przedstawiono w tabeli 4, natomiast stopień realizacji norm na te składniki na ryc.2.

Rys. 2. Stopień realizacji (średnia \pm SE) zaleceń dla sportowców przez zawodników podnoszenia ciężarów dla witamin i składników mineralnych w diecie bez odżywek oraz w diecie łącznie z odżywkami ($p < 0,01$ dla wszystkich witamin i składników mineralnych)

Fig. 2. Mean (\pm SE) percent daily intakes of vitamins and minerals from non-supplemented or supplemented diets as related to the amounts recommended to weightlifters ($p < 0.01$ for all vitamins and minerals)

Z niepożądanych reakcji można wymienić także alkalozę, hipokaliemię, odwodnienie, trudności w oddychaniu, oraz zaburzenia pracy serca. Rozpatrując wyniki indywidualnie, przekroczenie UL stwierdzono także w przypadku cynku u 38,5% badanych, żelaza u 23,1%, miedzi i fosforu u 15,4% oraz u pojedynczych osób wapnia oraz

witamin A i B₁₂. Obserwowane przypadki nadmiernej suplementacji składników mineralnych i witamin są niepokojące i wskazują na potrzebę monitorowania spożycia suplementów diety wśród sportowców. Na taką potrzebę w odniesieniu do młodzieży i ogółu populacji wskazują także inni autorzy [14, 16]. Niezmiernie ważna jest także edukacja sportowców w zakresie racjonalnego żywienia, która powinna uświadamiać zawodnikom, że dieta oparta na naturalnych produktach jest dużym źródłem rezerw i ważne jest przede wszystkim to, co jedzą na co dzień, a nie to jakie stosują odżywki. Prawidłowo skomponowana dieta dostosowana do dyscypliny sportowej może dostarczyć wszystkich potrzebnych składników pokarmowych, bez potrzeby ich suplementacji. Nie bez znaczenia jest też fakt, że przy spożywaniu naturalnej diety nie zachodzi niebezpieczeństwo przedawkowania witamin i składników mineralnych oraz ich wzajemnych interakcji, w przeciwieństwie do stosowania suplementów diety. Przedstawione badania wskazują, że przy wdrożeniu zasad racjonalnego żywienia nie zachodzi potrzeba stosowania tak dużej ilości suplementów diety, jaką obserwowano w badanej grupie zawodników podnoszenia ciężarów.

Wnioski

1. Średnia dzienna racja pokarmowa bez odżywek, spożywana przez zawodników dostarczała niewystarczających ilości energii, białka i węglowodanów.
2. Konsekwencją niedostatecznego spożycia węglowodanów było niewłaściwe zbilansowanie diety.
3. W związku z niedostatecznym spożyciem węglowodanów z dietą, uzupełnienie tego składnika było uzasadnione. Przyjmowane z odżywkami węglowodany w większości przypadków uzupełniły niedobory tego składnika w diecie i znacznie poprawiły jej zbilansowanie.
4. Dodatkowe spożycie białka było także uzasadnione, jednakże suplementacja tego składnika była nieco za wysoka u blisko połowy badanych przekraczała 2,0g/kg.mc./dobę), co zwiększało ryzyko wykorzystania tego składnika na cele energetyczne, nie zaś budulcowe.
5. Spośród analizowanych witamin i składników mineralnych, zasadna była jedynie suplementacja potasem, gdyż pozostałe składniki spożywane były w odpowiednich ilościach z dietą.
6. Niepokojące ze względów zdrowotnych są zaobserwowane częste przypadki nadmiernej suplementacji, zwłaszcza składników mineralnych, przekraczającej górne tolerowane poziomy spożycia. Wskazuje to na potrzebę monitorowania spożycia suplementów diety wśród sportowców.
7. Edukacja zawodników w zakresie racjonalnego żywienia, mogłaby doprowadzić do poprawy składu diety i zmniejszyć suplementację składników odżywczych, nawet tych, których uzupełnianie uznano za uzasadnione.

Literatura

- [1] Burke L.: Practical sports nutrition. Belconnen, Australia, Human Kinetics 2007.
- [2] Burke L.M., Gollan R.A., Read R.S.D.: Dietary intakes and food use of groups of elite of Australian male athletes. *Int. J. Sport Nutr.* 1991, 1: 378-394.
- [3] Campbell B., Kreider R.B., Ziegenfuss T. i wsp.: International Society of Sports Nutrition - position stand: protein and exercise. *JISSN* 2007, 4: 8, 2-7.
- [4] Chen J.D., Wang J.F., Li K.J. i wsp.: Nutritional problems and measures in elite and amateur athletes. *Am. J. Clin. Nutr.* 1989, 49, 1084-1089.
- [5] Durnin J.V.G.A., Wormersley J.: Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br. J. Nutr.* 1974, 34, 77.
- [6] Durnin J.V.G.A., McKay F.C., Webster C.I.: A new method of assessing fatness and desirable weight, for use in the Armed Services Army Department, Ministry of Defence, 1985.
- [7] Faber M., Spinnler-Benade A.J., Daubitzer A.: Dietary intake, anthropometric measurements and plasma lipid levels in throwing field athletes. *Int. J. Sports Med.* 1990, 10: 140-145.
- [8] Jarosz M., Bułhak-Jachymczyk B., (red.) Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych. Warszawa, PZWL, 2008.
- [9] Krawczyk B., Skład M., Majle B.: Body components of male and female athletes representing various sports. *Biology of Sport*, 1995, vol 12 nr 4.
- [10] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Warszawa, PZWL, 2005.
- [11] Maughan R.J., Burke L.M.: Żywnienie, a zdolność do wysiłku. Kraków, Medicina Sportiva, 2000.
- [12] Phillips S.M., Moore D.R., Tang J.E.: A Critical Examination of Dietary Protein Requirements, Benefits, and Excesses in Athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2007, 17, S58-S76.
- [13] Raczyński G., Raczyńska B.: Sport i żywienie. Warszawa, Centralny Ośrodek Sportu, Resortowe Centrum Metodyczno-Szkoleniowe Kultury Fizycznej i Sportu, 1996.
- [14] Rogalska-Niedźwiedz M., Charzewska J., Chabros E. i wsp.: Suplementy diety, jako źródło składników mineralnych w dietach młodzieży. *Żyw. Człow. Metab.* 2005, XXXII suplement 1- cz. II 1275-1284.
- [15] Scientific Committee on Food. Report on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen. SCF/CS/NUT/SPORT/5, Brussels 28 February 2001.
- [16] Stoś K., Szponar L., Bogusz W. i wsp.: Suplementy diety, jako źródło składników o działaniu odżywczym i innym fizjologicznym. *Żyw. Człow. Metab.* 2007, XXXIV, nr ¼, 1036-1040.
- [17] Van Erp-Baart A.M.J., Saris W.H.M., Binkhorst R.A. i wsp.: Nationwide survey on nutritional habits in elite athletes. Part I: Energy, carbohydrate, protein, and fat intake. *Int. J. Sports Med.* 1989, 10: S3-S10.
- [18] WHO: Obesity. Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity, Geneva, 3-5 June 1997. Geneva 1998.
- [19] Willmore J.H., Costill D.L.: Optimal Body Weight for Performance. Chapter 16 w: Physiology of sport and exercise. *Human Kinetics* 1994, 380-398.
- [20] Ziemiański Ś., Niedźwiecka-Kącik D.: Zalecenia żywieniowe i zdrowotne dla sportowców. Warszawa, Centralny Ośrodek Sportu, Resortowe Centrum Metodyczno-Szkoleniowe Kultury Fizycznej i Sportu, 1997.

IS IT SENSIBLE TO ADMINISTER FOOD SUPPLEMENTS TO POLISH ELITE WEIGHTLIFTERS ON A TRAINING CAMP?**S u m m a r y**

The aim of this study was to assess the usefulness of administering food supplements to male weightlifters ($n = 13$), members of the Polish National team, while on a training camp. The intakes of energy, protein, fat, carbohydrates, selected minerals (Ca, P, Mg, Fe, K, Zn, Cu) and vitamins (A, C, E, B₁, B₂, B₆, B₁₂ and niacin) were assessed from 24 h dietary recalls for the preceding day. The data concerning energy and selected nutrients in the diets was calculated from the current "Food Composition Tables" and in case of food supplements – from compositions declared by manufacturers; these were related to the official Polish norms of the estimated average requirements (EAR) and special recommendations for athletes. The results of the study indicated insufficient intakes of energy, proteins and carbohydrates (80,3; 83,0 and 60,4%, respectively) and inadequate proportions of macronutrient energy sources. The administered food supplements compensated for insufficient supplies of energy and food components and for inappropriate proportions of energy sources. The intakes of selected vitamins and minerals in diets without supplementation were adequate, for with the exception of potassium. Thus, the application of food supplements proved to be unnecessary except for the latter component. In case of magnesium supplementation exceed tolerable upper intake level (UL).

Key words: nutrients, supplementation, athletes ✠

ILONA POKORA¹, STANISŁAW POPRZĘCKI²

ZMIANY STĘŻENIA ALDOSTERONU W OSOCZU PODCZAS REHYDRATAcji PROWADZONEJ PO DZIAŁANIU STRESU CIEPŁA: WPLYW RODZAJU STOSOWANEGO NAPOJU

Streszczenie

Celem badań była ocena zmian stężenia aldosteronu podczas rehydratacji prowadzonej po stresie ciepła, w warunkach przyjmowania we wczesnym okresie rehydratacji: wody (DH/T-H₂O), roztworu izotonicznego (DH/T-GET) lub bez uzupełniania strat wody w organizmie (DH/T-NF). Stres ciepła-egzogenny (HS) indukowano pobytem w suchej saunie (temperatura ok. 80°C, wilgotność względna ok 25%) przez 60 minut. Od 2h do 24h rehydratacji badani spożywali wodę ad libitum. Wyniki uzyskane w badaniach wykazały, że stres ciepła spowodował ok. 1,6°C wzrost temperatury wewnętrznej ciała, 1% redukcję masy ciała, około 3% redukcję objętości osocza i istotny wzrost stężenia aldosteronu w osoczu. Stężenie aldosteronu było istotnie statystycznie różnicowane rodzajem napoju spożywanego w okresie rehydratacji. Odnotowano istotnie niższe stężenie aldosteronu w 24h restytucji w grupie spożywającej roztwór izotoniczny w porównaniu do grupy DH/T-NF jednak nie różniło się ono istotnie od grupy spożywającej wodę.

Wyniki uzyskane w badaniach wskazały, że rodzaj spożywanych napojów w okresie wczesnej rehydratacji 0-2h nie wpływa istotnie na zmiany stężenia aldosteronu po stresie cieplnym a szybkie przywracanie izowolemii podczas rehydratacji ogranicza wzrost stężenia aldosteronu po stresie ciepła.

Słowa kluczowe: aldosteron, rehydratacja, stres ciepła, odwodnienie cieplne

Wprowadzenie

Aldosteron (ALDO) jest hormonem, który reguluje zawartość jonów sodowych w organizmie poprzez wpływ na resorpcję zwrotną sodu w nerkach. U ludzi hormon ten może także stymulować absorpcję zwrotną sodu w gruczołach potowych. Stężenie ALDO w osoczu zależy od pozycji ciała badanych i ilości wprowadzanego wraz z dietą sodu [2]. Przyjmowanie sodu w dużych ilościach (4,5 - 31 g/d) zmniejsza sekrecję aldosteronu. Kontrolę nad sekrecją aldosteronu sprawują baro-, chemo- i wolumoreceptory umiejscowione w samych nerkach lub poza nimi. Zmniejszenie objętości

¹ Dr I. Pokora, Zakład Fizjologii,

² dr hab. S. Poprzęcki, Zakład Biochemii, Katedra Nauk Fizjologiczno-Medycznych, AWF, ul. Mikołowska 72a, Katowice

krwi krążącej, ciśnienia krwi, ukrwienia nerek, zubożenie ustroju w sód, stymulacja układu adrenergicznego oraz zwiększenie ładunku sodowego docierającego do płamki gęstej aparatu przykłębuszkowego zwiększają wydzielanie reniny. Renina zwiększając stężenie angiotensyny I, a następnie II i III nasila wydzielanie aldosteronu [14]. Poziom aldosteronu we krwi podlega wahaniom w cyklu dobowym, co prawdopodobnie związane jest z dobowym rytmem obciążania organizmu sodem [11].

Zwiększenie sekrecji ALDO obserwuje się także podczas długotrwałych wysiłków, które przebiegają bez prawidłowej rehydratacji [2, 3, 4, 5]. Wśród pierwotnych przyczyn współistniejących ze wzrostem sekrecji tego hormonu, wskazuje się: obniżenie objętości osocza (PV), zwiększenie osmolalności i stężenia sodu (Na) oraz zwiększenie aktywności reniny [5, 8, 18]. Synteza aldosteronu w korze nadnerczy zależy od aktywności enzymu konwertującego przemiań cholesterolu do aldosteronu. Ekspresja genu kodującego ten enzym (CYP11B2) jest kontrolowana przez stężenie sodu oraz aktywację systemu renina-angiotensyna (RAS) [25]. Transkrypcja genu CYP11B2 wzrasta w warunkach deficytu sodu i angiotensyny II we krwi oraz zwiększonej podaży potasu w diecie. Hamująco na syntezę ALDO wpływa długotrwałe podawanie dużych dawek hormonu adrenokortykotropowego ACTH.

Stres ciepła, któremu nie towarzyszy rehydratacja może powodować hiperosmolalność, hipowolemię i zwiększać sekrecję aldosteronu [1, 8]. Właściwie prowadzona rehydratacja podczas i po zakończeniu wysiłku, lub stresu ciepła, ogranicza sekrecję aldosteronu [12, 13]. Ograniczenie sekrecji aldosteronu poprawia przywracanie izowolemii poprzez zwiększenie diurezy i natriurezy. Przypuszcza się, że wpływ na ograniczenie sekrecji ALDO może wywierać rodzaj spożywanego napoju. Francesconi i wsp. [9] stosując po wysiłku przebiegającym z odwodnieniem wodę, lub roztwory elektrolitowe-wodne obserwowali w obu analizowanych procesach rehydratacji obniżenie stężenia aldosteronu we krwi. Można przypuszczać, że stosowanie w okresie uwadniania organizmu, roztworów o różnym ładunku osmotycznym, może różnicować przebieg uwadniania organizmu i wpływać na sekrecję aldosteronu po działaniu ciepła.

Costil i Sparks [6] stosując po odwodnieniu termicznym roztwór glukozy oraz roztwory elektrolitowe stwierdzili, że rehydratacja przebiegała sprawniej po ich spożyciu niż po zastosowaniu czystej wody. Kenefick i wsp. [12] uważają, że zarówno infuzja, jak i przyjmowanie roztworów zawierających sód, przyspiesza proces uwadniania organizmu, występuję jednak różnice w szybkości odnowy zasobów wody w organizmie po zastosowaniu r-ru 0.9% i 0.45% r-ru NaCl. Nose i wsp. [22] uważają, że stosowanie podczas rehydratacji napoju wzbogaconego w sód, w porównaniu do czystej wody, poprawia szybkość odnowy objętości osocza (PV) i obniża aktywność osoczową reniny (co ogranicza wzrost sekrecji aldosteronu).

Uważa się, że skuteczność rehydratacji organizmu uzależniona jest od rodzaju napoju i jego efektywności w indukowaniu zmian w kierunku działania siły osmotycz-

nej i klirensie czystej wody. W przypadku stosowania roztworów o zwiększonej molalności oczekiwać można zwiększenia skuteczności odnowy objętości PV w porównaniu do napojów o małej toniczności. Biorąc powyższe pod uwagę wydaje się, że spożywanie, napojów o zbliżonej objętości, ale różnej molalności może wpływać na tempo odnowy zasobów wodnych i oddziaływać na wielkość syntezy i/lub uwalnianie aldosteronu do krwi.

Celem badań była ocena zmian stężenia aldosteronu w osoczu w okresie rehydracji po stresie ciepła po wprowadzeniu (we wczesnym okresie rehydracji): 1) wody oraz 2) roztworu elektrolitowo-węglowodanowo-wodnego i porównanie otrzymanych wyników z przebiegiem rehydracji bez uzupełniania płynów (we wczesnym okresie jego trwania).

Material i metody badań

W badaniach uczestniczyło 12 zdrowych mężczyzn (wiek $21,01 \pm 1,2$ lat, masa ciała $73,12 \pm 4,9$ kg, wysokość ciała $179,3 \pm 6,12$ cm, powierzchnia ciała $1,94 \pm 0,09$ m², zawartość tkanki tłuszczowej $14,2 \pm 2,6\%$, VO_{2max} $54,43 \pm 2,2$ ml kg⁻¹ min⁻¹), którzy nie uprawiali sportu wyczynowo i nie byli aklimowani do ciepła. Mężczyźni brali udział w trzech doświadczeniach. W każdym z nich poddani zostali egzogennemu stresowi cieplnemu (HS), który indukowano pobytem w suchej saunie (temperatura w saunie $85 - 90^{\circ}C$, wilgotność względna 25%), 3-krotnie po 15 minut z kilkuminutową przerwą na zimny tusz. Podczas pobytu w saunie badani nie uzupełniali utraconych płynów.

Po zakończeniu działania HS aż do końca 2h odpoczynku uzupełniali utracone płyny spożywając w doświadczeniu **I** - czystą wodę (DH/T-H₂O), w doświadczeniu **II** roztwór izotoniczny Getorade (DH/T-GET), a w doświadczeniu **III** do zakończenia 2h wypoczynku badani nie uzupełniali strat masy ciała (DH/T-NF). Ilości przyjmowanych płynów w doświadczeniu I i II odpowiadały wielkościom utraconej po HS masy ciała. Po zakończeniu szybkiej fazy wypoczynku (0-2h) aż do 24h restytucji badani spożywali płyny niskoelektrolitowe ad libitum. Przez trzy dni przed udziałem w badaniach oraz do 24h restytucji badani pozostawali na diecie mieszanej. Dokonano oceny ilości sodu i potasu wprowadzanego wraz z dietą do organizmu (Dietetyk 2): sod w ilościach 3,98 ng/d i potas 3,75 ng/d.

Przed stresem cieplnym, po stresie, po odpoczynku oraz w 24h restytucji badanych ważono (waga BIA, Tanita), mierzono temperaturę kanału słuchowego (termometr Ellab, Dania) oraz dokonywano oceny składu ciała (BodyStaat 1500, UK). Ponadto pobierano badanym próbki krwi z żyły odłokciowej w których oznaczano: stężenie hemoglobiny (HB- Hemocue-Hb, Szwecja) oraz wartości wskaźnika hematokrytowego (HCT). W oparciu o wyżej wzmiankowane parametry obliczano zmiany objętości osocza krwi $\Delta PV\%$ [7]. Z pomiaru zmian termicznych ciała oceniano wielkość zaburzeń termicznych, który były konsekwencją ekspozycji badanych na stres ciepła.

Zmiany stężenia aldosteronu oceniano za pomocą zestawu diagnostycznego RIA, Aldosterone DSL-8600, UK. Stężenie jonów sodowych w osoczu (Na^+), oznaczano fotometrycznie (Eppendorf-EFOX, Niemcy). Osmolalności osocza oznaczano osmometrem (osmometr, Vapor-Wescor, USA).

Bezwzględne stężenia aldosteronu oraz stężenia jonów sodowych korygowano o zmiany objętości osocza.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Dla każdego ocenianego parametru przeprowadzono test Shapiro-Wilka sprawdzając zgodność jego rozkładu z rozkładem normalnym. W przypadku zmiennych mających rozkład zbliżony do normalnego wykorzystano: dwuczynnikową analizę wariancji z powtarzanymi pomiarami (ANOVA-MANOVA,) oraz test post-hoc Tukey'a. Przeprowadzenie powyższych analiz poprzedzono testem Levene'a sprawdzającym jednorodność wariancji.

Wyniki i dyskusja

Wyniki uzyskane w badaniach wykazały, że zastosowany stres ciepła spowodował ok. $1,6^{\circ}\text{C}$ wzrost temperatury wewnętrznej ciała, 1% redukcję masy ciała i istotny wzrost stężenia aldosteronu w osoczu (tab. 2). Analiza wariancji prowadzona dla oceny zmian stężenia aldosteronu w osoczu wykazała, że rodzaj napoju spożywanego w okresie rehydratacji ($p < 0,05$ $F=16,2$) istotnie statystycznie różnicuje jego stężenie w osoczu. Efektywność oddziaływania napoju zależy od czasu oceny stężenia ALDO podczas rehydratacji ($p < 0,001$ $F=132$). Stwierdzono statystycznie istotną wzajemną interakcję w oddziaływaniu charakteru rehydratacji i czasem jej trwania (rodzaj napoju \times czas trwania rehydratacji) na stężenie aldosteronu w przeprowadzonym doświadczeniu ($p < 0,005$ $F=4,36$).

Tabela 1

Charakterystyka zawartości całkowitej wody (TBW), objętości wody pozakomórkowej (ECV), objętość wody wewnątrzkomórkowej (ICV), stężenia jonów sodowych (Na) oraz osmolalności osocza (Osm) badanych przed ekspozycją na działanie ciepła
Characteristics of: total body water (TBW), extracellular (ECV) and intracellular (ICV) water volume, plasma sodium concentration (Na) and plasma osmolality (Osm) in tested subjects before heat stress.

Na ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) K ($\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)	146.2 \pm 3.75 4.2 \pm 0.58
TBW (L)	43.6
ECV (L)	14.4
ICV (L)	29.22
Osmolalność ICV i ECF	284.1
Całkowita ilość osmomoli	8593.6

Ocena zmian objętości osocza (PV%) po HS wykazała, że badani w wyniku zastosowanego odwodnienia termicznego utracili ok. 3% objętości osocza (tab. 2). Przyjmuje się, że nie przyjmowanie płynów po stresie cieplnym, niewłaściwy skład napojów lub opóźnione uzupełnianie strat wody znacząco wydłuża czas działania skut-

ków hipertermii na organizm i wpływa na charakter zaburzeń wodno-elektrolitowych powstających w organizmie [4, 16]. W przeprowadzonych badaniach nie odnotowano istotnych różnic w stężeniu jonów sodowych oraz osmolalności osocza w 2h i 24h rehydratacji pomiędzy badanymi grupami, jakkolwiek w każdej z analizowanych grup były one istotnie wyższe po HS i w 2h rehydratacji niż w spoczynku (tab. 2).

Charakter spożywanych płynów we wczesnym okresie rehydratacji miał istotny wpływ na stężenie aldosteronu w osoczu ($p < 0.05$ $F = 16,2$). Odnotowano istotnie niższe stężenie ALDO w 24h restytucji w grupie spożywającej roztwór izotoniczny w porównaniu do grupy NF ($p < 0.05$). Stężenie analizowanego hormonu nie różniło się jednak istotnie w porównaniu do grupy spożywającej wodę (tab. 2). Convertino i wsp. [2] uważają, że zmiany aktywności reniny (PRA) (podczas wysiłku) pozostają niezależne od zmian objętości osocza, stężenia jonów sodowych i wzrostu osmolalności. Autorzy sądzą, że najsilniejszym stymulatorem uwalniania reniny w tych warunkach jest aktywacja układu współczulnego towarzysząca wysiłkowi fizycznemu oraz bezpośredni jej wpływ na aparat przykłębuszkowy w nerkach. Wyniki ich badań dowiodły, że możliwe są zmiany w sekrecji aldosteronu niezależne od zaburzeń związanych z objętością osocza czy ilością jonów sodowych. Zdaniem McDougall (17) sekrecja aldosteronu zależy głównie od zmian stężenia potasu i aktywacji systemu renina –angiotensyna, w mniejszym stopniu od wzrostu stężenia sodu. Wyniki uzyskane w badaniach pozostają w zgodzie z obserwacjami cytowanych autorów stwierdzono bowiem zbliżone stężenia ALDO w grupie DH/T-NF i DH/T-GET w 2h rehydratacji. W 24h rehydratacji stężenie ALDO było istotnie niższe w grupie DH/T-GET w porównaniu do grupy DH/T-NF, co wskazuje na zróżnicowanie w obu warunkach aktywacji systemu renina-angiotensyna.

Rico-Sanz i wsp. [23] twierdzą, że przyjmowanie czystej wody w okresie rehydratacji powoduje szybki spadek stężenia sodu i osmolalności osocza. Obniżenie molalności osocza zmniejsza pragnienie, hamuje sekrecję wazopresyny i przyjmowanie płynów, co sprzyja zwiększonej produkcji moczu. Przyjmowanie napojów wodnych w okresie rehydratacji nie spowodowało obniżenie osmolalności osocza w porównaniu do wartości spoczynkowych nie odnotowano również istotnych różnic w molalności osocza zależnych od charakteru spożywanego napoju ($p > 0,05$ $F = 0,38$). W obu badanych grupach spożywających roztwór izotoniczny (DH/T-GET) oraz wodę (DH/T-H₂O) w 2h rehydratacji odnotowano zwiększenie objętości osocza ($\Delta PV\%$; tab. 2). W grupie DH/T-NF niedobór objętości osocza był mniejszy niż bezpośrednio po HS jednak nadal w tej grupie badani nie odnowili zasobów wody osocza.

Zwykle po stresie ciepła wzrasta osmolalność i stężenie jonów sodowych w osoczu [19, 21]. Podobne wyniki otrzymano w niniejszych badaniach (Tabela 2) wykazano w nich jednak, że bez względu na rodzaj spożywanego napoju w 2h rehydratacji analizowane wskaźniki osiągały wartości zbliżone do spoczynku.

Stosując w swoich badaniach stres ciepła, któremu towarzyszyła ok. 3% redukcja masy ciała Kenefick i wsp. [13] obserwowali, hiperosmotyczność, hipowolemię zwiększone stężenie aldosteronu w osoczu. Cytowani autorzy podobnie jak w obecnym doświadczeniu nie stwierdzili istotnych różnic w objętości osocza, bezwzględnych zmianach molalności osocza i stężeniu aldosteronu zależnych od rodzaju napoju stosowanego w okresie rehydratacji. Zdaniem autorów przyjmowanie zbliżonych objętości płynów może maskować wpływ charakteru spożywanego napoju na analizowane parametry.

Tabela 2

Ocena wybranych wskaźników charakteryzujących cechy odwodnienia termicznego po działaniu stresu ciepła (HS) i przebieg rehydratacji u badanych (spożywających wodę; DH/T-H₂O, spożywających roztwór izotoniczny- DH/T-GET, bez uzupełniania płynów we wczesnym okresie rehydratacji 0-2h DH/T-NF).
Estimation of selected parameters characteristics: thermal dehydration after heat stress (HS) and time course of rehydration in tested subjects (water DH/T-H₂O, isotonic solution DH/T-GET, and without drink in early phase of rehydration 0-2h DH/T-NF)

	DH/T-H ₂ O	DH/T -GET	DH/T - NF
Przed DH/T			
Osocze:			
Aldosteron (pmol/L)	479±65	325±95	317±40
Osm (mOsM)	289,7±15,8	284,7±8,4	286,66±11,5
Na ⁺ (mmol/L)	145,2±3,1	144,7±1,0	147,55±1,3 [#]
Bezpośrednio po DH/T del PV% = -2,97%			
Osocze:			
Aldosteron (pmol/L)	1734±177*	1533±270* [†]	1537±225*
Osm (mOsM)	303±1,9*	298±2,7* [†]	295±2,5* ^{&}
Na ⁺ (mmol/L)	147,1±1,2*	145,4±3,1*	148,9±3,9* [#]
Po 2h rehydratacji del PV%=4,4% del PV%=1,5% del PV%=-1,34%			
Osocze:			
Aldosteron (pmol/L)	1200±234*	1010±358*	1100±315*
Osm (mOsM)	285,1±6,7	285,1±3,2	284,8±2,8
Na ⁺ (mmol/L)	143,1±0,7	146,1±1,2	145,98±0,49
Po 24h rehydratacji del PV%=-0,7% del PV%=-0,5% del PV%=-1,2%			
Osocze:			
Aldosteron (pmol/L)	600±190*	587,9±78*	717±150* [#]
Osm (mOsM)	283±3,7	287,3±3,0	287,3±6,5
Na ⁺ (mmol/kg H ₂ O _{osocza})	142,8±3,3	145,2±2,7	144,1±2,3

p<0,05 różnice pomiędzy grupą DH/T -GET i DH/T- H₂O

DH/T- H₂O- grupa stosująca wodę w procesie rehydratacji

DH/T-GET- grupa stosująca w procesie rehydratacji roztwór izotoniczny „Gatorade”

DH/T-NF- grupa nie przyjmująca do 2h po działaniu stresu ciepła na organizm żadnych napojów

del PV% przyrost objętości osocza

* p<0,05 różnice w porównaniu do wartości spoczynkowych

p<0,05 różnice pomiędzy grupą DH/T-NF i DH/T -GET

& p<0,05 różnice pomiędzy grupą DH/T-NF i DH/T- H₂O

Wyniki obecnej pracy pozostają w zgodzie ze spostrzeżeniami Kenefick i wsp. [13], w których badacze obserwowali, że przyjmowanie napojów w ilościach odpowiadających utraconej masie ciała powoduje występowanie podobnych zmian w sekrecji aldosteronu w grupie spożywającej roztwory izotoniczne i wodę.

Wyniki uzyskane w obecnej pracy uwypuklają znaczącą rolę przebiegu rehydracji (szybkości) w przywracaniu izowolemii i wskazują, że rodzaj spożywanego napoju we wczesnym okresie rehydracji nie wpływa na wielkość sekrecji aldosteronu po stresie ciepła. Wyniki świadczą również, że zmiany wolemii różnicowane podczas rehydracji i zależne od rodzaju stosowanego uwadniania są najsilniejszym oddziaływaniem regulującym wielkość sekrecji aldosteronu po stresie ciepła.

Wnioski

1. Rodzaj spożywanych napojów w okresie wczesnej rehydracji od 0 - 2h nie wpływa istotnie na zmiany stężenia aldosteronu po stresie cieplnym.
2. Szybkie przywracanie izowolemii podczas rehydracji ogranicza wzrost stężenia aldosteronu po stresie ciepła.

Literatura

- [1] Caldwell J., Ahonen E., Nousiainen U.: Differential effects of sauna-, diuretic-, and exercise-induced hypohydration. *J.Appl. Physiol.* 1984, 57; 1018
- [2] Convertino V.A., Keil L.C., Bernauer E.M., Greenleaf J.E.: Plasma volume, osmolarity, vasopressin, and rennin activity during graded exercise in man. *J.Appl.Physiol.* 1981, 50, 123
- [3] Convertino V., Brock P., Keil L., Bernauer E., Greenleaf J.: Exercise training-induced hypovolemia: role of plasma albumin, rennin and vasopressin. *J.Appl.Physiol.* 1980, 48; 665
- [4] Costil D., Cote R., Fink W., Van Handel P.: Muscle water and electrolyte distribution during prolonged exercise *Int.J.Sports Medicine* 1981, 2, 130
- [5] Costill D.L., Braham G., Fink W., Nelson R.: Exercise induced sodium conservation: changes in plasma rennin and aldosterone. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1976, 8, 209
- [6] Costill D.L., Sparks K.E.: Rapid fluid replacement following thermal dehydration. *J.Appl.Physiol.* 1973, 34, 299
- [7] Dill D., Costill D.: Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J. Appl. Physiol* 1974, 37: 247
- [8] Francesconi R.P., Hubbard R.W.: Chronic low-sodium diet in rats: responses to severe heat exposure. *J.Appl.Physiol.* 1985, 58, 152
- [9] Francesconi R.P., Sawka M.N., Pandolf K.B.: Hypohydration and heat acclimation: plasma rennin and aldosterone during exercise. *J.Appl.Physiol.* 1983, 55, 1790
- [10] Gisolfi C.V., Summers R.D., Schedl H.P., Bleiler T.L., Oppliger R.A.: Human intestinal water absorption: direct vs. indirect measurements. *Am.J.Physiol.* 1990, G216-G222.
- [11] Katz F.H., Romfh P., Smith J.A.: Diurnal variation of plasma aldosterone, cortisol and renin activity in supine man. *J.Clin.Endocrinol.Metab.* 1975, 40, 125
- [12] Kenefick R.W., Maresh C.M., Armstrong L.E., Castellani J.W. et al.: Plasma vasopressin and aldosterone responses to oral and intravenous saline rehydration. *J.Appl.Physiol.* 2000, 89, 2117
- [13] Kenefick R.W., Maresh C.M., Armstrong L.E., Riebe D. et al.: Rehydration with fluid of varying tonicities: effects on fluid regulatory hormones and exercise performance in the heat. *J.Appl.Physiol.* 2007, 102, 1899

- [14] Kokot F.: *Gospodarka wodno-elektrolitowa i kwasowo-zasadowa w stanach fizjologii i patologii* PZWL Warszawa 1993
- [15] Kozłowski S., Greenleaf J., Turlejska E., Nazar K.: Extracellular hyperosmolality and body temperature during physical exercise in dogs. *Am. J. Physiol.* 1980, 239, R180
- [16] McConell G.K., Burge C.M., Skinner S.L., Hargreaves M.: Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise. *Acta Physiol. Scand.* 1997, 160, 149
- [17] McDougall J.G.: Physiology of aldosterone secretion. *NIPS*, 1987, 2, 126. 18. Mielin B., Koulmann N., Jimenez Ch., Savourey G., et. all. Comparison of passive heat or exercise-induced dehydration on renal water and electrolyte excretion: the hormonal involvement. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2001, 85, 250
- [18] Montain S.J., Coyle E.F.: Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume. *J. Appl. Physiol.* 1992, 73, 903
- [19] Moses A.M., Miller M., Streeten D.H.P.: Quantitative influence of blood volume expansion on the osmotic threshold for vasopressin release. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1967, 27, 655
- [20] Nielsen B.: Effects of changes in plasma volume and osmolality on thermoregulation during exercise. *Acta Physiol. Scand.* 1974, 90, 725
- [21] Nose H., Mack G., Shi X., Nadel E.: Role of osmolality and plasma volume during rehydration in humans. *J. Appl. Physiol.* 1988, 65, 325
- [22] Rico-Sanz J., Frontera W., Rivera M., Riviera-Brawn A., Mole P., Meredith C.: Effects of hyperhydration on total body water temperature regulation and performance of elite young soccer players in a warm climate. *Int. J. Sports Med.* 1996, 17/2, : 85
- [23] Yang R., Mack G., Wolfe R., Nadel E.: Albumin synthesis after intense intermittent exercise in human subjects. *J. Appl. Physiol.* 1998, 84, 584
- [24] Ye P., Kenyon Ch.J., Mackenzie S.M., Seckl J.R., Fraser R., Connell J.M.C., Davies E.: Regulation of aldosterone synthase gene expression in the rat adrenal gland and central nervous system by sodium and angiotensin II. *Endocrinology* 2003, 144, 3321-3328

CHANGES OF PLASMA ALDOSTERONE CONCENTRATION DURING REHYDRATION AFTER HEAT STRESS: AN INFLUENCE OF KIND INGESTED DRINK

Summary

The aim of this study was to examine changes of plasma aldosterone concentration during rehydration after heat stress.

This experiment consisted with three circumstances of effective rehydration accepting in early phase: water consumption (DH/T-H₂O), isotonic solution (DH/T-GET) and (DH/T-NF) or without supplementing drink during early phase (0-2h) of rehydration to replacement water lost after heat stress. After 2h recovery to 24h rehydration all subjects intake water ad libitum.

The subjects were exposed to heat stress (HS) for 60 min in a sauna bath (80 °C, rh 25%) and then rehydrated to 24h. Heat stress caused an increase of body temperature (1,6 °C), reduction of body mass (1%), reduction of plasma volume (3%) and significant increase of plasma aldosterone concentration. With start rehydration plasma volume increased. Aldosterone concentration at 24h recovery was significantly lower in DH/T-GET in comparison to DH/T-NF group, however did not differ significantly from DH/T-H₂O group.

Results obtained in this study showed, that kind of consumed drink during early phase of rehydration did not influence significantly on plasma aldosterone concentration after heat stress. Increase of effectively rehydration in restoration whole body water balance limits aldosterone secretion after heat stress

Key words: aldosterone, heat stress, rehydration, thermal dehydration ☒

GRAŻYNA PODLASZEWSKA, MARIOLA FRIEDRICH, JOANNA SADOWSKA

OCENA WPŁYWU SKŁADU DIETY I JEJ UZUPEŁNIANIA WYBRANYMI SKŁADNIKAMI MINERALNYMI NA STĘŻENIE KORTYKOSTERONU I BILANS WODNY U SAMCÓW SZCZURA

Streszczenie

Celem badań była ocena wpływu składu diety, w której pełne ziarna zbóż zamieniono na białą mąkę i sacharozę, i jej suplementacji składnikami mineralnymi, na stężenia kortykosteronu i wybrane wskaźniki gospodarki wodno-mineralnej u samców szczura.

Analiza uzyskanych wyników pozwoliła na stwierdzenie, że zmiana składu diety spowodowała istotny spadek stężenia kortykosteronu w surowicy krwi badanych zwierząt, natomiast zastosowanie suplementacji takiej diety wybranymi składnikami mineralnymi, powodowało istotny wzrost stężenia kortykosteronu w porównaniu do grupy niesuplementowanej. Analiza uzyskanych wyników nie wykazała istotnego wpływu zmiany składu diety i zastosowanej suplementacji na ilości pobieranej wody i wydalanego moczu u badanych samców. Natomiast różnice pomiędzy ilością spożytych płynów a ilością wydalanego moczu były statystycznie istotne większe w grupie samców żywionych paszą zmodyfikowaną niesuplementowaną, w porównaniu do zwierząt z grupy żywionej paszą podstawową. Stwierdzono również istotny wpływ zastosowanej suplementacji na zawartość suchej masy w mięśniach badanych zwierząt.

Słowa kluczowe: szczury, suplementacja, składniki mineralne, kortykosteron, gospodarka wodno-mineralna

Wprowadzenie

Wyniki wcześniejszych badań wskazują na istotny wpływ składu diety i jej suplementacji wybranymi składnikami mineralnymi na gospodarkę lipidową u szczura. Stwierdzono, że zastosowanie suplementacji diety składnikami mineralnymi (wapniem, magnezem, cynkiem i chromem) powodowało, przy zmniejszonych przyrostach masy ciała, nie tylko istotny wzrost ilości i zmianę lokalizacji gromadzonej tkanki

Mgr inż. G. Podlaszewska, prof. dr hab. M. Friedrich, dr inż. J. Sadowska, Zakład Fizjologii Żywności Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin

tłuszczowej, ale też zmianę składu kwasów tłuszczowych okołonarządowej tkanki tłuszczowej [2].

Tkanka tłuszczowa jest tkanką bardzo aktywną metabolicznie. Zachodzą w niej nieustannie procesy syntezy i rozkładu triacylogliceroli, a uwalniane kwasy tłuszczowe wywierają na organizm różnorodny wpływ, między innymi poprzez zmiany biosyntezy, wydzielania i transportu glikokortykoidów [1].

Dlatego postanowiono zbadać, na modelu zwierzęcym, czy zastosowane dieta i rodzaj suplementacji, wpływające na stężenia kortykosteronu [3, 4], wywierają również wpływ na wybrane wskaźniki gospodarki wodno-mineralnej.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono po uzyskaniu zgody Lokalnej Komisji Etycznej, na 36 samcach szczura szczepu SPRD/MolLod, w wieku 5 - 6 miesięcy, o wyjściowej masie ciała $490 \pm 27,9$ g. Zwierzęta podzielono na trzy równoliczne grupy żywieniowe, które żywiono *ad libitum* granulowanymi mieszankami wyprodukowanymi w Wytwórni Pasz i Koncentratów w Kcyni. Grupa I otrzymywała mieszankę podstawową, która zawierała m. in. pełne ziarna pszenicy i kukurydzy, grupy II i III mieszankę zmodyfikowaną, w której, w stosunku do mieszanki podstawowej, część pełnych ziaren zbóż zastąpiono mąką pszenną i sacharozą (tab. 1). Zamiana składników paszy zubażała lub pozbawiała ją zastosowanych w suplementacji składników mineralnych, obecnych w okrywie owocowo-nasiennej ziarniaków. Pasze były izokaloryczne i izotłuszczowe (tab. 2).

Do picia zwierzęta grupy I i II otrzymywały odstaną wodę wodociągową. Zwierzęta grupy III, w porze wzmożonej aktywności, otrzymywały 30 ml wodnego roztworu składników mineralnych (wapnia, magnezu, cynku i chromu). Ilość podawanych składników, wyliczana w stosunku do ilości spożywanej codziennie przez zwierzęta paszy, 2 - 4 razy przewyższała różnicę pomiędzy zawartością tych składników w paszy podstawowej i w paszy zmodyfikowanej. Po wypiciu roztworu składników mineralnych zwierzęta dopajano czystą odstaną wodą wodociągową.

Doświadczenie trwało 7 tygodni. W szóstym tygodniu doświadczenia zwierzęta umieszczano w klatkach metabolicznych i po 48 godzinnym kondycjonowaniu, przez okres 24 h określano ilość pobranej wody i wydalonego moczu. Podstawowy bilans wodny wyliczono poprzez odjęcie od ilości wypitych płynów ilości wydalonego moczu.

Po zakończeniu doświadczenia zwierzęta usypiano anestetykiem Ketanest i pobierano krew, w której oznaczano wartość wskaźnika hematokrytowego, a w uzyskanej przez odwirowanie skrzepu surowicy krwi stężenie kortykosteronu – metodą radioimmunologiczną, przy użyciu zestawu odczynników firmy Biomedicals, dostosowanych do analiz krwi szczurów.

Tabela 1

Skład surowcowy pasz zastosowanych w doświadczeniu
Component composition of feeds used in the experiment

Nazwa komponentu Component	Pasza podstawowa [%] Basic feed [%]	Pasza zmodyfikowana [%] Modified feed [%]
Pszenvica / Wheat	36,4	6
Kukurydza / Corn grain	20	10
Otręby pszenne / Wheat bran	20	20
Serwatka suszona / Dry whey	3	3
Sól pastewna / Fodder salt	0,3	0,3
Śruta sojowa 48% / Soya-bean grain 48%	17	17
Kreda pastewna / Fodder chalk	1,5	1,5
Fosforan 2-CA	0,8	0,8
Premiks LRM	1	1
Mąka pszenna / Wheat flour	-	30,4
Sacharoza / Saccharose	-	10

Tabela 2

Skład chemiczny pasz zastosowanych w doświadczeniu
Chemical composition of feeds used in the experiment

Składnik Component	Pasza podstawowa [%] Basic feed [%]	Pasza zmodyfikowana [%] Modified feed [%]
Białko ogólne / Total protein	19,1	18,5
Tłuszcz surowy / Crude fat	2,8	2,6
Węglowodany / Carbohydrates	63,8	65,2
Sucha masa / Dry matter	91,8	92,3
Popiół ogólny / Total ash	6,1	6,0
Energia brutto / Brutto energy		
[kcal/g]	3,99	3,98
[kJ/g]	16,73	16,67
Energia metaboliczna / Metabolic energy		
[kcal/g]	3,57	3,52
[kJ/g]	14,95	14,74

Do badań pobrano również tkankę mięśniową (*m. quadriceps femoris*), w której oznaczano zawartość suchej masy według PN-ISO 1442:2000 [7].

Uzyskane wyniki poddano obliczeniom statystycznym przy użyciu komputerowego programu statystycznego Statistica 8.0 z zastosowaniem testu Duncana przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ i $\alpha=0,01$.

Wyniki i dyskusja

Analiza uzyskanych wyników pozwoliła na stwierdzenie, że zmiana składu diety spowodowała istotny spadek stężenia kortykosteronu w surowicy krwi badanych zwierząt, natomiast zastosowanie suplementacji takiej diety wybranymi składnikami mineralnymi, powodowało istotny wzrost stężenia kortykosteronu w porównaniu do grupy niesuplementowanej. Stężenie to było również wyższe od obserwowanego u samców na paszy podstawowej, ale zmiany te nie uzyskały potwierdzenia statystycznego (tab. 3).

Analiza uzyskanych wyników nie wykazała istotnego wpływu zmiany składu diety i zastosowanej suplementacji na ilość pobieranej wody i wydalanego moczu przez badane samce (tab. 3). Natomiast różnice pomiędzy ilością spożytych płynów a ilością wydalanego moczu były statystycznie istotne większe w grupie samców żywionych paszą zmodyfikowaną niesuplementowaną, w porównaniu do zwierząt z grupy żywionej paszą podstawową. Stwierdzono również istotny wpływ zastosowanej suplementacji na zawartość suchej masy w mięśniach.

Nie stwierdzono wpływu badanych czynników na wartości wskaźnika hematokrytowego.

Stwierdzono, że zamiana pełnych ziaren zbóż na mąkę pszenną i sacharozę powodowała istotny spadek stężenia kortykosteronu we krwi badanych zwierząt. W kontekście wpływu składu zastosowanej diety na stężenia glukozy (6) i co za tym idzie insuliny, stymulującej korę nadnerczy do biosyntezy glikokortykoidów, efekt ten jest trudny do wytłumaczenia. Jednak podobny efekt wpływu obecności w diecie łatwo przyswajalnych węglowodanów na stężenie tego hormonu we krwi, obserwowano u oseków bydłęcych Friedrich (5). Stwierdzono natomiast, że zmiana składu diety sprzyjała zatrzymaniu wody w organizmie badanych zwierząt. I chociaż uważa się, że warunkach fizjologicznych w utrzymywaniu stałej objętości i rozmieszczenia płynów, zawartość takich związków jak glukoza i mocznik ma mniejsze znaczenie, to jednak efekt wpływu zmiany składu diety w tym kontekście okazał się istotny.

Analizując wpływ zastosowanej suplementacji stwierdzono, że istotnie stymulowała ona wzrost stężenia kortykosteronu we krwi. Wydaje się, że przyczyną obserwowanych zmian mogła być, stwierdzona we wcześniejszych badaniach, zmiana składu kwasów tłuszczowych gromadzonej, pod wpływem diety i zastosowanej suplementacji, tkanki tłuszczowej wisceralnej [2], których jedną z fizjologicznych funkcji jest wpływ na biosyntezę, wydzielanie, transport i recepcję w tkankach glikokortykoidów [8].

Tabela 3

Wpływ składu diety i jej suplementacji wybranymi składnikami mineralnymi na stężenia kortykosteronu, bilans wodny, wartość wskaźnika hematokrytowego i zawartość suchej masy w mięśniach u samców szczura, ($\bar{x} \pm SD$, n=36)

The influence of diet type and its supplementation of chosen mineral elements on blood concentration of corticosterone, water balance, the value of haematocrit and dry matter content in muscle at male rats ($\bar{x} \pm SD$, n=36)

Badany parametr Examined trait	Pasza podstawowa Basic feed a	Pasza zmodyfikowana Modified feed b	Pasza zmodyfikowana + suplementacja Modified feed + supplementation c	Istotność różnic Statistical significant
Kortykosteron / Corticosterone [ng/ml]	115 ± 54,7	44,9 ± 29,8	155 ± 40,2	a-b**, b-c**
Ilość pobranych płynów / Volume of received liquids [ml]	27,7 ± 5,67	31,3 ± 5,5	29,6 ± 5,54	-
Ilość moczu / Volume of urine [ml]	13,0 ± 7,25	11,2 ± 3,35	11,7 ± 3,31	-
Bilans wodny / Water balance [ml]	14,7 ± 8,86	20,1 ± 6,5	17,9 ± 3,89	a-b*
Zawartość suchej masy w mięśniach / Dry matter in muscles [%]	28,18±0,39	28,49±0,49	29,24±0,53	a-c **, b-c**
Hematokryt / Haematocrit [%]	41,5 ± 1,5	42,6 ± 1,7	41,4 ± 1,51	-

*,** - różnice statystycznie istotne, * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$

*,** - difference significant, * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$

Wykazano już, że glikokortykoidy, poza wpływem na różne torę metabolizmu pośredniego, wywierają również istotny wpływ na funkcjonowanie wielu narządów, w tym na nerkę. Ich wpływ na gospodarkę wodno-mineralną polega na zwiększaniu filtracji kłębuszkowej i diurezy oraz hamowaniu uwalniania hormonu antydiuretycznego (ADH). Wywierają one również istotny wpływ na wielkość przestrzeni wodnych.

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że pomimo istotnego wzrostu stężenia kortykosteronu we krwi suplementowanych samców, jego wpływ na gospodarkę wodną ustroju nie do końca zaznaczył się zgodnie z oczekiwaniami. Biorąc pod uwagę ilość wydalonego moczu i bilans wodny można stwierdzić, że w tym zakresie kortykosteron nie wywarł żadnego wpływu. Być może było to związane z faktem, że aktywność glikokortykoidów nie jest tylko związana ze stężeniem wolnych hormonów we krwi, ale też z występowaniem różnych typów 11 β -hydroksysteroidowej dehydrogenazy, determinujących wewnątrzkomórkową aktywność glikokortykoidów [9]. Wskazywałyby na to wyniki wcześniejszych badań własnych, w których obserwowano gromadzenie wisceralnej tkanki tłuszczowej i tłuszczu w komórkach wątroby [6].

Analizując natomiast stałość wartości wskaźnika hematokrytowego, przy istotnym wzroście zawartości suchej masy w tkance mięśniowej tej grupy zwierząt, można przypuszczać, że efekt działania hormonu, polegający na przesunięciu płynu wewnątrzkomórkowego do przestrzeni zewnątrzkomórkowych, mógł być wymuszony przez homeostatyczny mechanizm zachowania izowolemii w łożysku naczyniowym i homeostazy osmotycznej.

Wniosek

Reasumując można stwierdzić, że zmiana składu diety polegająca na zamianie pełnych ziaren zbóż na mąkę pszenną i sacharozę oraz suplementacja takiej diety wybranymi składnikami mineralnymi (Ca, Mg, Zn, Cr) wywiera na organizm tak szeroki i wielotorowy wpływ [2, 3], że może on maskować lub modyfikować wpływ obserwowanego wzrostu stężenia badanego hormonu w zakresie gospodarki wodnej.

Literatura

- [1] Björntorp P.: Metabolic difference between visceral fat and subcutaneous abdominal fat. *Diabetes Metab.*, 2000, 26, Suppl 3, 10-12.
- [2] Friedrich M., Serwotka J.: Effects of diet composition and supplementation with selected minerals on the content and composition of fatty acids in the perivisceral fat tissue of rats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, 15/ 56, 4, 469-475.
- [3] Friedrich M., Serwotka J.: Wpływ suplementowania diety składnikami mineralnymi na gromadzenie tkanki tłuszczowej i stężenia hormonów aktywujących wewnątrzwydzielnicze czynniki lipolityczne u samców szczura. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, 30, ¾, 726-729.
- [4] Friedrich M.: Effect of dietary carbohydrate source and type of on the concentrations of lipolysis-enhancing hormones in rats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2004, 13/54, 2: 209-214.
- [5] Friedrich M.: Effects of diet enrichment with glucose and casein on blood cortisol concentration of calves in early postnatal period. *Arch. Vet. Pol.*, 1995, 35, 117-125.
- [6] Munchow J.: Wpływ składu diety i rodzaju jej suplementacji składnikami mineralnymi na przemiany węglowodanowo-lipidowe u szczura. Rozprawa doktorska, AR Szczecin, 2003.
- [7] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
- [8] Sarel I., Widmaier E.P.: Stimulation of steroidogenesis in cultured rat adrenocortical cells by unsaturated fatty acids. *Am. J. Physiol.*, 1995, 268, 6Pt2, R1484-R1490.
- [9] Sukhija R., Kahor P., Metha J.L.: Enhanced 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase activity, the metabolic syndrome and systemic hypertension. *Am. J. Cardiol.*, 2006, 98, 544-548.

THE ESTIMATION OF THE EFFECT OF DIET COMPOSITION AND ITS SUPPLEMENTATION WITH CHOSEN MINERAL ELEMENTS ON THE CONCENTRATION OF CORTICOSTERONE AND THE WATER BALANCE AT MALE RATS

Summary

The aim of a study was the estimation the influence of the composition of the diet and its supplementation with mineral components, on the concentration of corticosterone and chosen indicators of the water-

mineral balance at male rats. Untreated wheat, corn grains, and barley grits in the original diet were isocalorically substituted with wheat flour and sucrose.

Analysis of the results allowed to conclude, that the change in diet composition resulted in a significant reduction in the serum corticosterone concentration. Supplementation of the modified diet with selected minerals resulted in a significant increase of the corticosterone concentration, compared to the animals fed the modified diet without supplementation. The change in diet composition and the supplementation applied did not affect the water uptake and urine excretion in the males. On the other hand, differences between the water uptake and the urine excretion were significantly higher in the males fed the modified diet without supplementation, compared to the animals fed the basic diet. The supplementation applied was found to have affected the muscle tissue dry weight of the animals examined.

Key words: rats, supplementation, mineral elements, corticosterone, water-mineral balance ☒

MIKOŁAJ A. GRALAK¹, JERZY BERTRANDT², ANNA KŁOS²,
ANNA B. STRYCZEK, BOGDAN DĘBSKI

WPLYW TRENINGU I DODATKU WITAMINY C NA ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W WĄTROBIE SZCZURÓW

Streszczenie

Przeprowadzono badania wpływu wysiłku i dodatku witaminy C na zawartość wapnia, magnezu, żelaza, cynku, manganu i miedzi w wątrobach szczurów. Zwierzęta były podzielone na cztery grupy i przez 90 dni żywione były *ad libitum* dietami półsyntetycznymi o wartości energetycznej 1,47 kJ/100 g (350 kcal/100 g), z czego 20% energii pochodziło z białka. Dwie grupy szczurów otrzymywały powyższą dietę z dodatkiem witaminy C. Diety te zawierały 375 mg tej witaminy/kg diety, co stanowiło 15-o krotność poziomu w dietach bez dodatku witaminy C. Szczury z dwóch grup spośród wyżej wymienionych czterech, z jednej bez dodatku i z jednej otrzymującej dodatek witaminy C, były codziennie trenowane przez godzinę na bieżni. U trenowanych szczurów obserwowano wzrost stężenia badanych pierwiastków w wątrobie, z wyjątkiem żelaza. Istotnie wyższe stężenia stwierdzono u szczurów w przypadku: Mg (288 ± 12 i 329 ± 13 mg/kg), Zn ($48,8 \pm 1,8$ i $57,9 \pm 1,9$ mg/kg) oraz Cu ($4,50 \pm 0,18$ i $5,36 \pm 0,19$ mg/kg). Stężenie Cu u zwierząt nietrenowanych karmionych dietą z wysoką zawartością witaminy C było także istotnie wyższe ($5,38 \pm 0,27$ mg/kg) niż w grupie nietrenowanych szczurów nieotrzymujących witaminy C ($3,63 \pm 0,24$ mg/kg).

Słowa kluczowe: składniki mineralne, wysiłek, witamina C

Wprowadzenie

Po wysiłku następuje wzrost TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) w osoczu, co sugeruje zaburzenie równowagi między powstawaniem i eliminacją wolnych rodników tlenowych (ROS). Temu procesowi towarzyszy obniżenie stężenia Mg, Zn i Cu w osoczu krwi, ale także wzrost stężenia Mg, Fe, Cu i Se w krwinkach czerwonych [15]. Stwierdzono także w badaniach na ludziach i zwierzętach, że po wysiłku wzrasta wydalanie Zn, Cu, Se i Cr w moczu oraz w pocie [1, 2, 3, 5, 12, 20]. Z drugiej

¹ Dr hab. M. A. Gralak, mgr inż. A. B. Stryczek, dr hab. B. Dębski Katedra Nauk Fizjologicznych, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, SGGW, Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa,

² Dr hab. n. farm. J. Bertrandt, dr n. farm. A. Kłos, Zakład Higieny i Fizjologii, Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, Kozielska 4, 01-163 Warszawa

strony wiadomo, że wysiłek i ruch, poprawia mineralizację kości, nawet u ludzi starszych w wieku powyżej 60 lat [16].

Wydaje się, że witamina C może mieć bezpośredni wpływ na metabolizm składników mineralnych, ze względu na swoje właściwości redukujące i chelatujące [13]. Niedobór witaminy C może zaburzyć tworzenie poprzecznych mostków w strukturze kolagenu [4], umożliwiających wychwytywanie i zatrzymywanie składników nieorganicznych w kości. Wydaje się, że najlepiej poznany jest wpływ witaminy C na wchłanianie i metabolizm żelaza. Jednak nie wszystko jest jasne i dlatego związek metabolizmu witaminy C i żelaza jest nadal przedmiotem wielu badań [21; 23]. Jednocześnie wiadomo, że składniki mineralne we krwi stanowią ułamek procenta z ich całkowitej zawartości w organizmie, a ich stężenie w osoczu jest względnie stale ze względu między innymi na aktywność wątroby, przez którą migrują wszystkie składniki mineralne wchłonięte w przewodzie pokarmowym.

Biorąc pod uwagę dane literaturowe na temat interakcji między wysiłkiem, witaminą C i składnikami mineralnymi, postanowiono zbadać wpływ dodatku witaminy C do diety oraz wpływ treningu na stężenie wapnia, magnezu, żelaza, cynku, manganu i miedzi w wątrobie szczurów karmionych *ad libitum*.

Material i metody badań

Doświadczenie wykonano na 90 rosnących samcach, szczurach szczepu Wistar o początkowej masie około 150 g. Zwierzęta były podzielone na cztery grupy i utrzymywane indywidualnie w plastikowych klatkach umieszczonych w klimatyzowanym pomieszczeniu (23°C), z zachowaniem 12-godzinnej cyklu świetlnego. Zwierzęta otrzymywały *ad libitum* półsyntetyczną dietę o wartości energetycznej diety 3500 kcal/kg (1466,5 kJ/100 g), przy czym 20% energii pochodziło z białka a 15% z tłuszczów (tab.1).

Zawartość witaminy C w dwóch dawkach wynosiła 250 mg/kg diety. Dwie grupy szczurów otrzymywały dietę z dodatkiem witaminy C. Diety te zawierały 3,75 g tej witaminy/kg diety, co stanowiło 15-krotność poziomu w dietach bez dodatku witaminy C. Szczury z dwóch grup spośród wyżej wymienionych czterech, z jednej bez dodatku i z jednej otrzymującej dodatek witaminy C, były codziennie trenowane przez godzinę na bieżni.

W trakcie trwania doświadczenia kontrolowano zmiany masy ciała oraz ilość spożytej paszy dwukrotnie w ciągu tygodnia. 12 godzin przed końcem doświadczenia zwierzęta odstawiano od karmy. Szczury uśmiercano przez przerwanie rdzenia kręgowego po uprzednim uśpieniu eterem etylowym i pobrano wątroby do dalszych badań. Próbki wątroby (0,5 - 1 g) umieszczano w wysokociśnieniowych naczyniach teflonowych i dodawano do nich 5 ml HNO₃ (Merck 1.00441) oraz 1 ml H₂O₂ (Merck 107298). Mineralizację przeprowadzano w laboratoryjnym systemie mikrofalowym

Ethos 900 firmy Milestone, USA - Włochy. Po mineralizacji próbek, pierwiastki były oznaczane metodą płomieniowej absorpcji atomowej na aparacie Perkin-Elmer 1100B, przy użyciu próżniowych lamp katodowych.

Tabela 1

Skład diety szczurów.
Composition of the rat diet.

Składnik Component	g/kg	kcal
Kazeina Casein	189,7	607,0
Suszone jaja Egg powder	16,1	93,3
Mąka pszenna Wheat flour	194,3	676,1
Skrobia pszenna Wheat starch	300	1200
Skrobia ziemniaczana Potato starch	91,4	-
Sacharoza Sucrose	100	399
Olej słonecznikowy Sunflower oil	3,6	32,4
Smalec Lard	54,9	492,6
Premiks mineralny Mineral mixture*	40	-
Witaminy Vitamins**	10	-

* 1000 g premiksu mineralnego zawiera: KHPO_4 -322,0g, CaCO_3 -300,0g, NaCl -167,0g, MgSO_4 -102,0g, CaHPO_4 -75,0g, $\text{FeC}_6\text{P}_5\text{O}_7$ -27,5g, MnSO_4 -5,1g, KJ -0,8g, CuSO_4 -0,3g, ZnCl_2 -0,25g, CoCl_2 -0,05g.

* 1000 g mineral mixture contains: KHPO_4 -322,0g, CaCO_3 -300,0g, NaCl -167,0g, MgSO_4 -102,0g, CaHPO_4 -75,0g, $\text{FeC}_6\text{P}_5\text{O}_7$ -27,5g, MnSO_4 -5,1g, KJ -0,8g, CuSO_4 -0,3g, ZnCl_2 -0,25g, CoCl_2 -0,05g.

** 1000 g premiksu witaminowego zawiera: wit. D_3 -545000 IU, wit. K-1,0g, wit. B_{12} -30 μg , chlorek cholicy-10,0g, kwas foliowy-1,01g, biotyna-0,03g, inozytol 10,0g, PABA-10,0g, wit. A-1250000 IU, wit. B_6 -5g, wit. E-2,5g, wit. B_1 -5,0g, wit. C-25g, wit. PP-5,0g, wit. B_2 -2,5g, pantotenian wapnia -25,0g.

** 1000 g vitamin mixture contains: Vit. D_3 -545000 IU, Vit. K-1,0g, Vit. B_{12} -30 μg , Choline chloride-10,0g, Folic acid-0,03g, Biotin-0,03g, Inositol 10,0g, PABA-10,0g, Vit. A-1250000 IU, Vit. B_6 -1,5g, Vit. E-2,5g, Vit. B_1 -5,0g, Vit. C-25g, Vit. PP-5,0g, Vit. B_2 -2,5g, Calcium panthotenate-25,0g.

Ocena statystyczna uzyskanych wyników obejmowała jednoczynnikową (grupa) i dwuczynnikową (trening*witamina C) analizę wariancji. W celu zbadania równości wariancji w grupach przeprowadzono test Levene'a. Ponieważ wariancje w grupach różniły się od siebie istotnie to do porównania średnich zastosowano test Tamhane'a. Do obliczeń użyto programu SPSS 12.0 PL.

Wyniki i dyskusja

Średnie spożycie paszy w czasie doświadczenia wynosiło 23,5 g/dzień. Spożycie składników mineralnych było podobne we wszystkich grupach. Stężenie wapnia, magnezu, żelaza, cynku, manganu i miedzi w wątrobie wraz z wynikami analizy statystycznej są przedstawione w tabelach 2 – 7, osobno dla każdego pierwiastka. W tabelach podano średnie i błąd standardowy średniej (SEM).

Tabela 2

Stężenie wapnia w wątrobie szczurów ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej tkanki).
Liver calcium content in rats ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ fresh tissue).

Grupa Group	n	Bez treningu Without training	n	Trening Training	n	Średnia ogólna Overall mean
Bez witaminy C Without vitamin C	26	48,16 \pm 3,40	20	53,87 \pm 4,08	46	51,01 \pm 2,66
Z dodatkiem wit. C With vitamin C	19	54,85 \pm 3,97	19	54,66 \pm 3,97	38	54,76 \pm 2,81
Średnia ogólna Overall mean	45	51,50 \pm 2,61	39	54,27 \pm 2,85	84	52,88 \pm 1,93

Tabela 3

Zawartość magnezu w wątrobie szczurów ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej tkanki).
Liver magnesium content in rats ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ fresh tissue).

Grupa Group	n	Bez treningu Without training	n	Trening Training	n	Średnia ogólna Overall mean
Bez witaminy C Without vitamin C	27	276,8 \pm 15,6	20	306,9 \pm 18,2	47	291,8 \pm 12,0
Z dodatkiem wit. C With vitamin C	20	300,4 \pm 18,2	20	351,6 \pm 18,2	40	326,0 \pm 12,8
Średnia ogólna Overall mean	47	288,6 ^A \pm 12,0	40	329,3 ^B \pm 12,8	87	308,9 \pm 8,8

^{A,B} średnie ogólne oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ (test F)

^{A,B} overall means followed by the different superscript differ significantly at $P \leq 0.05$ (test F)

Wysiłek podwyższył ($P \leq 0,05$) zawartość magnezu (Tab. 3), cynku (Tab. 5) i miedzi (Tab. 7) w wątrobie. W przypadku pozostałych pierwiastków: wapnia, żelaza i manganu zmiany stężeń były statystycznie nieistotne. U szczurów poddanych treningowi zawartość magnezu w wątrobie wzrosło o 14,1%, cynku o 18,8% i miedzi aż o 19,3%. Ciekawe, że zawartość żelaza w wątrobie było najwyższe w grupie niepoddawanej treningowi i nieotrzymującej dodatku witaminy C (Tab. 4). Dodatek witaminy C nie miał wpływu na wzrost zawartości żelaza w wątrobie, chociaż wiadomo, że witamina C zwiększa wchłanianie tego pierwiastka z przewodu pokarmowego [13; 19]. Jednak skuteczność dodatku witaminy C na wchłanianie żelaza zależy również od rozpuszczalności związku, w jakim żelazo występuje [22]. Zwiększając dwukrotnie stosunek żelaza do witaminy C w mieszankach dla dzieci z 1:2.1 do 1:4.2 można zwiększyć

wchłanianie tego pierwiastka z 14,8 do 22,1% [7]. Być może w niniejszym doświadczeniu dawka witaminy C była zbyt duża i stąd jego niższe ($P > 0,05$) zawartość w wątrobie. Podobnie Oladipo i wsp. [17] obserwowali u ludzi obniżenie biodostępności żelaza pod wpływem dodatku witaminy C do racji pokarmowych.

Tabela 4

Zawartość żelaza w wątrobie szczurów ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ świeżej tkanki).
Liver iron content in rats ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ fresh tissue).

Grupa Group	n	Bez treningu Without training	n	Trening Training	n	Średnia ogólna Overall mean
Bez witaminy C Without vitamin C	27	342,7 ±19,0	20	316,8 ±22,0	47	329,7 ±14,5
Z dodatkiem wit. C With vitamin C	20	305,6 ±22,0	20	318,3 ±22,0	40	312,0 ±15,6
Średnia ogólna Overall mean	47	324,2 ±14,5	40	317,5 ±15,6	87	320,8 ±10,7

Tabela 5

Zawartość cynku w wątrobie szczurów ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ świeżej tkanki).
Liver zinc content in rats ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ fresh tissue).

Grupa Group	n	Bez treningu Without training	n	Trening Training	n	Średnia ogólna Overall mean
Bez witaminy C Without vitamin C	27	45,78 ^a ±2,35	20	59,06 ^b ±2,73	47	52,42 ±1,80
Z dodatkiem wit. C With vitamin C	20	51,75 ^{ab} ±2,73	20	56,83 ^b ±2,73	40	54,29 ±1,93
Średnia ogólna Overall mean	47	48,76 ^A ±1,80	40	57,94 ^B ±1,93	87	53,35 ±1,32

^{a,b} średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ (test Tamhane'a)

^{a,b} means followed by the different superscript differ significantly at $P \leq 0.05$ (test Tamhane'a)

^{A,B} średnie ogólne oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ (test F)

^{A,B} overall means followed by the different superscript differ significantly at $P \leq 0.05$ (test F)

Chociaż zawartość manganu nie uległo zmianom pod wpływem treningu, to był to jedyny pierwiastek, którego zawartość istotnie wzrosło pod wpływem dodatku witaminy C do dawki pokarmowej (Tab. 6). Wiadomo, że dodatek manganu zwiększa syntezę witaminy C w wątrobie z mannozy, galaktozy i glukozy [9]. Jednocześnie Davidsson i wsp. [6] doszli do wniosku, że dodatek witaminy C nie ma wpływu na wchłanianie manganu z przewodu pokarmowego. Można więc przypuszczać, że dodatek witaminy C prawdopodobnie ograniczył jej syntezę w wątrobie i zmniejszył wydalanie manganu z żółcią. We wcześniejszych badaniach stwierdziliśmy istotną korelację między zawartościami żelaza i manganu [11], ale zależność taka nie została potwierdzona w tym badaniu. W obecnym doświadczeniu nie zaobserwowano by dodatek witaminy C miał wpływ na zawartości wapnia, magnezu, cynku i miedzi, chociaż w literaturze można

znaleźć przykłady, niekiedy przeciwstawne, na istnienie zależności między witaminą C a składnikami mineralnymi. Prawdopodobnie zależy to także od dawki witaminy C.

Tabela 6

Zawartość manganu w wątrobie szczurów ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ świeżej tkanki).
Liver manganese content in rats ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ fresh tissue).

Grupa Group	n	Bez treningu Without training	n	Trening Training	n	Średnia ogólna Overall mean
Bez witaminy C Without vitamin C	27	2,69 ^a ±0,14	20	2,79 ^a ±0,17	47	2,74 ^A ±0,11
Z dodatkiem wit. C With vitamin C	20	3,40 ^b ±0,17	20	3,62 ^b ±0,17	40	3,51 ^B ±0,12
Średnia ogólna Overall mean	47	3,04 ±0,11	40	3,20 ±0,12	87	3,12 ±0,08

^{a,b} średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ (test Tamhane'a)

^{a,b} means followed by the different superscript differ significantly at $P \leq 0.05$ (test Tamhane'a)

^{A,B} średnie ogólne oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ (test F)

^{A,B} overall means followed by the different superscript differ significantly at $P \leq 0.05$ (test F)

U ludzi żywionych dietą zawierającą rośliny strączkowe, dawki witaminy C w ilości do 100 mg na dobę wpływały pozytywnie na biodostępność wapnia, magnezu, żelaza i cynku, ale nie miały wpływu na biodostępność miedzi [17]. Ci sami autorzy stwierdzili, że dawki witaminy C powyżej 100 mg na dobę obniżały biodostępność tych składników mineralnych. Natomiast w przypadku diety z amarantusem dodatek witaminy C (50 - 300 mg/d) obniżył jedynie biodostępność miedzi. To może także świadczyć o nieznannej interakcji między witaminą C a składnikami diety. W naszym doświadczeniu szczury spożywały średnio 8,5 – 9,0 mg witaminy C na dzień (30 mg/kg m.c.), co spowodowało wzrost ($P > 0,05$) zawartości magnezu w wątrobie o 11,7% z 291,8 do 326,0 mg/kg. Zmiany w zawartości zarówno magnezu, jak i manganu w wątrobie mogą świadczyć o przesunięciu *pool*'i tych pierwiastków w organizmie zwierząt otrzymujących diety wzbogacone w tę witaminę. Z drugiej strony, biorąc pod uwagę udział kwasu askorbinowego w metabolizmie kolagenu [4] i witaminy D₃ [19] można sądzić, że dodatek witaminy C miał hamujące działanie na resorpcję kości. Jednak toksyczne dawki witaminy C (200 mg/dzień) u świnek morskich mogą wywołać demineralizację kości [18]. W naszym doświadczeniu dodatek witaminy C do dawki pokarmowej szczurów nie miał wpływu na zawartość wapnia, żelaza, cynku i miedzi w wątrobie.

Zastosowanie obu badanych czynników, treningu i witaminy C, zwiększyło ($P > 0,05$) dalej stężenie jedynie magnezu ($351,6 \pm 18,2$) w stosunku do grupy nietreningowanej, karmionej bez dodatku witaminy C ($276,8 \pm 15,6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). W przypadku miedzi (Tab. 7), kombinacja treningu i dodatku witaminy C spowodowała obniżenie

($P > 0,05$) stężenia tego pierwiastka w wątrobie w stosunku do grup, w których czynniki te były stosowane oddzielnie.

Tabela 7

Zawartość miedzi w wątrobie szczurów ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ świeżej tkanki).
Liver copper content in rats ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ fresh tissue).

Grupa Group	n	Bez treningu Without training	n	Trening Training	n	Średnia ogólna Overall mean
Bez witaminy C Without vitamin C	27	3,63 ^a ± 0,24	20	5,79 ^b ± 0,27	47	4,71 ± 0,18
Z dodatkiem wit. C With vitamin C	20	5,38 ^b ± 0,27	20	4,93 ^b ± 0,27	40	5,15 ± 0,19
Średnia ogólna Overall mean	47	4,50 ^A ± 0,18	40	5,36 ^B ± 0,19	87	4,93 ± 0,13

^{a,b} średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ (test Tamhane'a)

^{a,b} means followed by the different superscript differ significantly at $P \leq 0.05$ (test Tamhane'a)

^{A,B} średnie ogólne oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ (test F)

^{A,B} overall means followed by the different superscript differ significantly at $P \leq 0.05$ (test F)

Wnioski

1. Trening odgrywa ważną rolę w metabolizmie składników mineralnych podwyższając stężenie magnezu, cynku i miedzi w wątrobie.
2. Dodatek witaminy C do diety (3,75 g/kg) podwyższa stężenie manganu ($p \leq 0,05$) i magnezu ($p > 0,05$) w wątrobie.

Literatura

- [1] Anderson R.A.: New insights on trace elements, chromium, copper, and zinc, and exercise. In: Advances in nutrition and top sport, Med. Sport. Science. M. Hebbelinck, R.J. Sheppard Eds. S. Karger, Basel, Switzerland 1991, pp. 38-58.
- [2] Anderson R.A., Bryden N.A., Polansky M.M., Deuster P.A.: Exercise effects on chromium excretion of trained and untrained men consuming a constant diet. J. Appl. Physiol., 1988, 64, 249-252.
- [3] Antczak A., Gralak M.A.: Diabeł tkwi w szczegółach, czyli dlaczego warto chronić konie przed stresem. Cz. I. Hodowca i Jeździec 2003, 1 (1), 13-4.
- [4] Bates C.J., Tsuchiya H.: Comparison of vitamin C deficiency with food restriction on collagen cross-link rations in bone, urine and skin of weanling guinea-pigs. Br. J. Nutr., 2003, 89, 303-10.
- [5] Córdova A., Navas F.J.: Effect of training on zinc metabolism: Changes in Serum and Sweat Zinc Concentrations in Sportsmen. Ann. Nutr. Metab., 1998, 42, 274-282.
- [6] Davidsson L., Almgren A., Juillerat M.A., Hurrell R.F.: Manganese absorption in humans: The effect of phytic acid and ascorbic acid in soy formula. Am. J. Clin. Nutr., 1995, 62, 984-987.
- [7] Davidsson L., Dimitriou T., Walczyk T., Hurrell R.F.: Iron absorption from experimental infant formulas based on pea (*Pisum sativum*)-protein isolate: the effect of phytic acid and ascorbic acid. Br. J. Nutr., 2001, 85, 59-63.
- [8] Davidsson L., Galan P., Kastenmayer P., Cherouvrier F., Juillerat M.A., Herberg S., Hurrell R.F.: Iron bioavailability studied in infants: the influence of phytic acid and ascorbic acid in infant formulas based on soy isolate. Pediatr. Res., 1994, 36 (6), 816-822.


- [9] Gralak M.A.: Absorption of certain trace elements in different nutritional conditions. In: Biology of intestine in growing animals. R. Zabielski, P.C. Gregory, B. Weström Eds. Elsevier Science B.V., Amsterdam, 2002, pp. 579-604.
- [10] Gralak M.A., Bertrand J., Klos A., Stryczek A.: Wpływ głodzenia szczurów na stężenie makro- i mikroelementów w wątrobie. *Żyw. Człow. i Metab.*, 2001, 28, suppl., 469-474.
- [11] Gralak M.A., Bertrand J., Klos A., Stryczek A., Piastowska A.W., Morka A., Debski B.: Effect of restricted feed intake and addition of the vitamins B2, B6 and folic acid on the liver concentration of iron and manganese in rats. In: Metal Ions in Biology and Medicine 8. M.A. Cser, I. Sziklai Laszlo, J.-C. Etienne, J. Maynard, J. Centeno, L. Khassanova, Ph. Collery Eds. John Libbey Eurotext, Paris, 2004, pp. 299-302.
- [12] Lukaski H.C., Hoverson B.S., Gallagher S.K., Bolonchuk W.W.: Physical training and copper, iron and zinc status of swimmers. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1990, 51, 1093-1099.
- [13] McDowell L.R.: Vitamins in animal nutrition. Comparative aspects to human nutrition. Academic Press, Inc., San Diego 1989.
- [14] Milne D.B., Klevay L.M., Hunt J.R.: Effects of ascorbic acid supplements and a diet marginal in copper on indices of copper nutriture in women. *Nutr. Res.*, 1988, 8, 865-873.
- [15] Monteiro C.P., Palmeira A., Felisberto G.M., Vaz C., Rodrigues A., Barata J., Laires M.J.: Magnesium, calcium, trace elements and lipid profile in trained volleyball players: Influence of training. In: Current research in magnesium. M.J. Halpern, J. Durlach Eds. John Libbey & Company Ltd, London 1996, pp. 231-5.
- [16] Nguyen T.V., Sambrook P.N., Eisman J.A.: Bone loss, physical activity, and weight change in elderly women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *J. Bone Miner. Res.*, 1998, 13, 1458-1467.
- [17] Oladipo A., Falade M.S., Otemuyiwa I.O., Adewusi S.R.: Ascorbic acid and mineral availability in two Nigerian plant foods. *Afr. J. Med. Sci.*, 2004, 33, 171-175.
- [18] Parker C.M., Sharma R.P., Shupe J.L.: The interaction of dietary vitamin C, protein and calcium with fluoride: effects in guinea pigs in relation to breaking strength and radiodensity of bone. *Den. Tech.*, 1979, 15, 301-311.
- [19] Puls R.: Vitamin levels in animal health. Diagnostic data and bibliographies. Sherpa International, Clearbrook, British Columbia 1994.
- [20] Rubin M.A., Miller J.P., Ryan A.S., Treuth M.S., Patterson K.Y., Pratley R.E., Hurley B.F., Veillon C., Moser-Veillon P.B., Anderson R.A.: Acute and chronic resistive exercise increase urinary chromium excretion in men as measured with an enriched chromium stable isotope. *J. Nutr.*, 1998, 128, 73-78.
- [21] Sturm B., Laggner H., Ternes N., Goldenberg H., Scheiber-Mojdehkar B.: Intravenous iron preparations and ascorbic acid: Effects on chelatable and bioavailable iron. *Kidney Int.*, 2005, 67, 1161-1170.
- [22] Swain J.H., Johnson L.K., Hunt J.R.: An irradiated electrolytic iron fortificant is poorly absorbed by humans and is less responsive than FeSO₄ to the enhancing effect of ascorbic acid. *J. Nutr.*, 2006, 136, 2167-2174.
- [23] Teucher B., Olivares M., Cori H.: Enhancers of iron absorption: ascorbic acid and other organic acids. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 2004, 74, 403-419.

INFLUENCE OF TRAINING AND VITAMIN C SUPPLEMENTATION ON LIVER MINERAL CONTENT IN RATS

Summary

The objective was to study the effect of training and vitamin C supplementation on hepatic Ca, Mg, Fe, Zn, Mn and Cu concentration in rats. Animals were randomly divided into four groups fed *ad libitum* for 90 days with semipurified diets containing 1.47 MJ brutto energy per 100 g (350 kcal/100 g) and 20% of energy originated from protein. Two groups of rats were offered above diets enriched with

vitamin C (375 mg/kg diet in total). It was the 15 fold higher concentration than in groups without supplementation. Rats of two groups, one fed without addition of vitamin C and the other supplemented with vitamin C, were trained for one hour daily. In trained rats higher liver concentration of minerals was observed, except iron. The significantly higher concentration was stated in case of: Mg (288 ± 12 i 329 ± 13 mg/kg), Zn (48.8 ± 1.8 i 57.9 ± 1.9 mg/kg) and Cu (4.50 ± 0.18 i 5.36 ± 0.19 mg/kg). Liver Cu concentration in untrained animals supplemented with vitamin C was also significantly higher (5.38 ± 0.27 mg/kg) than in untrained group fed diet with normal vitamin C content (3.63 ± 0.24 mg/kg).

Key words: minerals, training, vitamin C 

MARIOLA FRIEDRICH, JOANNA SADOWSKA,
ZUZANNA GOLUCH-KONIUSZY

OCENA WPLYWU SKŁADU DIETY I JEJ UZUPEŁNIANIA WITAMINAMI Z GRUPY B NA STĘŻENIE INSULINY I WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW PRZEMIAN BIAŁKOWYCH U SAMIC SZCZURA

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu suplementacji diety, w której pełne ziarna zbóż zamieniono na białą mąkę i sacharozę, witaminami z grupy B, na stężenie insuliny i wybranych wskaźników przemian białkowych u samic szczura.

Analiza uzyskanych wyników pozwoliła na stwierdzenie, że zmiana składu diety powodowała wzrost stężenia insuliny w surowicy krwi badanych samic, a zastosowana suplementacja nasilała obserwowane zmiany. Stwierdzono także istotny wpływ zmiany składu diety i zastosowanej suplementacji na wybrane wskaźniki przemian białkowych u badanych zwierząt. Zamiana składu diety powodowała statystycznie istotny wzrost stężenia białka ogólnego w surowicy krwi badanych samic, natomiast zastosowana suplementacja obniżała jego stężenie do wartości obserwowanych u samic na paszy podstawowej. Obserwowanym zmianom towarzyszył wzrost stężenia AspAT oraz spadek stężenia AlAT i mocznika w surowicy krwi samic żywionych paszą zmodyfikowaną, tak niesuplementowaną jak i suplementowaną, w porównaniu do zwierząt na paszy podstawowej. W grupach zwierząt żywionych paszą zmodyfikowaną mniejsza była także zawartość białka w mięśniach.

Słowa kluczowe: szczury, suplementacja, witaminy, insulina, przemiany białkowe

Wprowadzenie

Powodem podjęcia badań były obserwacje Friedrich i Sadowskiej [1], które stwierdziły, że stosowanie suplementacji witaminami z grupy B sprzyja zwiększonemu gromadzeniu wisceralnej tkanki tłuszczowej.

Dowiedziano już, że tkanka ta jest bardzo aktywna metabolicznie, i że jej nadmiar sprzyja m. in. rozwojowi insulinoporności [8]. Oddziaływanie tłuszczu trzewnego

Prof. dr hab. M. Friedrich, dr inż. J. Sadowska, dr inż. Z. Goluch-Koniuszy, Zakład Fizjologii Żywienia Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin

wynika z uwalniania wolnych kwasów tłuszczowych (WKT), glicerolu i adipokin bezpośrednio do krążenia wrotnego. W wątrobie WKT nasilają glukoneogenezę, prowadząc do wzrostu stężenia glukozy we krwi. Natomiast kwasy tłuszczowe uwolnione do krążenia ogólnego, zmniejszają powinowactwo receptorów insulinowych błon komórkowych i interferują z przekaznictwem wewnątrzkomórkowych sygnałów insuliny [7]. Zarówno wzrost stężenia glukozy we krwi jak i insulinooporność prowadzą do hiperinsulinemii. Jednak insulina jest hormonem biorącym udział nie tylko w metabolizmie węglowodanowo-lipidowy, ale także białkowym. Dlatego postanowiono zbadać, jaki wpływ wywiera suplementacja diety witaminami z grupy B na stężenie insuliny i wybranych wskaźników przemian białkowych u samic szczura.

Material i metody badań

Badania, po uzyskaniu zgody Lokalnej Komisji Etycznej (nr zgody 7/2005), przeprowadzono na 36 samicach szczura szczepu SPRD/MoLLod, w wieku 5-6 miesięcy, o wyjściowej masie ciała $232 \pm 19,8$ g. Zwierzęta podzielono na trzy równoliczne grupy żywieniowe, które żywiono *ad libitum* granulowanymi mieszankami wyprodukowanymi w Wytwórni Pasz i Koncentratów w Kcyni. Grupa I otrzymywała mieszankę podstawową, która zawierała m. in. pełne ziarna pszenicy i kukurydzy, grupy II i III mieszankę zmodyfikowaną, w której, w stosunku do mieszanki podstawowej, część pełnych ziaren zastąpiono mąką pszenną i sacharozą (tab. 1). Pasze były izokaloryczne (tab. 2).

Do picia zwierzęta grupy I i II otrzymywały odstaną wodę wodociągową. Zwierzęta grupy III, w porze wzmożonej aktywności, otrzymywały 30 cm^3 wodnego roztworu witamin, w ilościach: tiamina – $0,133 \text{ mg}/30 \text{ cm}^3$, ryboflawina – $0,038 \text{ mg}/30 \text{ cm}^3$, pirydoksyna – $0,106 \text{ mg}/30 \text{ cm}^3$ i niacyna – $0,374 \text{ mg}/30 \text{ cm}^3$. Ilość podawanych witamin, wyliczana w stosunku do ilości spożywanej przez zwierzęta paszy, trzykrotnie przewyższała różnicę pomiędzy zawartością tych składników w paszy podstawowej i w paszy zmodyfikowanej, co do pewnego stopnia imitowało sposób suplementacji u ludzi. Po wypiciu roztworu witamin zwierzęta dopajano czystą, odstaną wodą wodociągową.

Doświadczenie, po tygodniowym kondycjonowaniu zwierząt, trwało 6 tygodni, w trakcie, których na bieżąco określano ilość spożytej paszy, a raz na tydzień kontrolowano masę ciała zwierząt.

Po zakończeniu doświadczenia zwierzęta uśpiono anestetykiem Ketanest i pobrano krew z serca. Wypreparowano także tkankę mięśniową (*m. quadriceps femoris*) i wątrobę. W uzyskanej surowicy krwi oznaczono stężenia: insuliny (metodą radioimmunologiczną), białka całkowitego (metodą biuretową), albumin (metodą elektroforetyczną), aminotransferazy asparaginowej (AspAT) i alaninowej (AlAT) (metodą kinetyczną, enzymatyczną) oraz mocznika (metodą kinetyczną, enzymatyczną). W wypre-

parowanej tkance mięśniowej i wątrobie oznaczono zawartości białka ogólnego według PN-A-04018:1975 [6].

Tabela 1

Skład surowcowy pasz zastosowanych w doświadczeniu [g/100 g]
Component composition of feeds used in the experiment [g/100 g]

Nazwa komponentu Component	Pasza podstawowa Basic feed	Pasza zmodyfikowana Modified feed
Pszonica / Wheat	36,4	6
Kukurydza / Corn grain	20	10
Otręby pszenne / Wheat bran	20	20
Serwatka suszona / Dry whey	3	3
Sól pastewna / Fodder salt	0,3	0,3
Śruta sojowa 48% / Soya-bean grain 48%	17	17
Kreda pastewna / Fodder chalk	1,5	1,5
Fosforan 2-CA	0,8	0,8
Premiks LRM	1	1
Mąka pszenna / Wheat flour	-	30,4
Sacharoza / Saccharose	-	10

Tabela 2

Skład chemiczny pasz zastosowanych w doświadczeniu
Chemical composition of feeds used in the experiment

Składnik Component	Pasza podstawowa Basic feed	Pasza zmodyfikowana Modified feed
Białko ogólne / Total protein	18,1	17,5
Tłuszcz surowy / Crude fat	2,10	2,19
Węglowodany / Carbohydrates	65,8	66,2
Sucha masa / Dry matter	92,1	91,6
Popiół ogólny / Total ash	6,08	5,69
Energia brutto / Brutto energy		
[kcal/g]	3,95	3,94
[kJ/g]	16,5	16,5
Energia metaboliczna / Metabolic energy		
[kcal/g]	3,54	3,54
[kJ/g]	14,8	14,8

Uzyskane wyniki poddano obliczeniom statystycznym przy użyciu komputerowego programu statystycznego Statistica 8.0 z zastosowaniem testu Duncana przy poziomach istotności $\alpha=0,05$ i $\alpha=0,01$, aby uzyskać wyższy poziom wiarygodności hipotezy alternatywnej.

Wyniki i dyskusja

Analiza uzyskanych wyników pozwoliła na stwierdzenie, że zmiana składu diety powodowała wzrost stężenia insuliny w surowicy krwi badanych samic, jednak zmiany te nie były statystycznie istotne. Zastosowana suplementacja nasilała ten wzrost, co spowodowało, że stężenie insuliny w surowicy krwi samic żywionych paszą zmodyfikowaną suplementowaną witaminami było statystycznie istotnie wyższe w porównaniu do obserwowanego u zwierząt na paszy podstawowej (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B na stężenie insuliny i wybranych wskaźników przemian białkowych u samic szczura, ($\bar{x} \pm SD$, n=36)

The influence of diet type and its supplementation of B vitamins on blood concentration of insulin and chosen indicators of protein transmutation at female rats ($\bar{x} \pm SD$, n=36)

Cecha Trait	Pasza podstawowa Basic feed a	Pasza zmodyfikowana Modified feed b	Pasza zmodyfikowana + suplementacja Modified feed + supplementation c	Istotność różnic Statistical significant
Insulina / Insulin [μ U/ml]	2,22 \pm 0,52	2,56 \pm 0,39	3,01 \pm 0,75	a-c**
Białko całkowite / Total protein [g/l]	61,9 \pm 2,90	65,4 \pm 0,40	60,0 \pm 2,90	a-b*, b-c*-
Albuminy / Albumin [g/l]	29,7 \pm 1,9	30,8 \pm 2,3	28,5 \pm 1,5	a-c*, b-c*
AspAT [U/l]	48,1 \pm 4,0	57,6 \pm 8,2	61,9 \pm 10,4	a-b,c*
AlAT [U/l]	27,7 \pm 7,6	21,8 \pm 4,8	21,4 \pm 4,8	a-b,c**
Mocznik / Urea [mg/dl]	46,2 \pm 5,6	21,0 \pm 2,8	17,8 \pm 3,4	a-b,c**
Białko w mięśniach / Protein in muscle [%]	22,0 \pm 0,21	21,1 \pm 0,05	21,1 \pm 0,10	a-b,c**
Białko w wątrobie / Protein in liver [%]	18,2 \pm 0,48	18,1 \pm 0,40	18,1 \pm 0,4	-
Spożycie białka/ Protein consumption [g/100 g m.c./6 tyg.]	48,9 \pm 2,3	45,1 \pm 1,2	43,9 \pm 2,4	a-b*, a-c**

*,** - różnica statystycznie istotna, * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$

*,** - statistically significant difference, * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$

Stwierdzono, że zamiana składu diety powodowała statystycznie istotny wzrost stężenia białka ogólnego w surowicy krwi badanych samic, natomiast zastosowana suplementacja tej diety obniżała jego stężenie do wartości obserwowanych u samic na paszy podstawowej. W przypadku albumin istotny wpływ zaznaczył się tylko przy

suplementacji, która obniżała ich stężenie w porównaniu do stężeń obserwowanych w grupach zwierząt bez suplementacji (tab. 3).

Obserwowanym zmianom towarzyszył wzrost stężenia AspAT oraz spadek stężenia AlAT i mocznika w surowicy krwi samic żywionych paszą zmodyfikowaną, tak niesuplementowaną jak i suplementowaną, w porównaniu do zwierząt na paszy podstawowej. W grupach zwierząt żywionych paszą zmodyfikowaną mniejsza była także zawartość białka w mięśniach. Nie stwierdzono wpływu badanych czynników na zawartość białka w tkance wątrobowej (tab. 3).

Prawidłowe stężenie białka całkowitego we krwi zależy głównie od równowagi między syntezą a degradacją dwóch głównych frakcji białkowych – albumin i gamma-globulin. W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono, że pomimo zmniejszonego spożycia białka przez samice będące na paszy zmodyfikowanej niesuplementowanej, stężenie tego składnika we krwi istotnie wzrosło i, częściowo, związane było to ze wzrostem stężenia frakcji albumin. Zjawisku temu towarzyszyło nieznaczne ale statystycznie istotne zmniejszenie zawartości białka w mięśniach.

Analizując stężenie albumin, pełniących rolę niespecyficznego systemu transportowego, można przypuszczać, że ich wzrost mógł być związany m.in. ze wzrostem stężenia wolnych kwasów tłuszczowych w osoczu krwi, wynikającym z natężenia przemian lipidowych pod wpływem składu diety [5].

Biorąc natomiast pod uwagę skład zastosowanej w doświadczeniu paszy, zawierającej łatwo trawione i szybko wchłaniane węglowodany oraz związany z tym wzrost stężenia insuliny, która zwiększa m.in. wchłanianie aminokwasów do komórek, obserwowane w tkance mięśniowej zmiany zawartości białka powinny mieć odmienny charakter, szczególnie w grupie samic suplementowanych.

Z wcześniejszych badań własnych wynika jednak, że zastosowana zmiana składu diety, pozbawiająca ją pewnej części błonnika pokarmowego oraz chromu wchodzącego w skład czynnika tolerancji glukozy, sprzyja u samic szczura insulinooporności, na co wskazywał również obserwowany przez nas istotny wzrost stężenia glukozy we krwi badanych zwierząt [3] i co potwierdzają wyniki badań innych autorów [4]. Taki mechanizm wpływu zmiany składu diety mógłby tłumaczyć obserwowane zjawisko, wskazując dodatkowo na brak normalizującego wpływu, w tym zakresie, zastosowanej suplementacji. Pogląd ten mogłyby też potwierdzać obserwowane, pod wpływem zmiany składu diety i jej suplementacji, wzrost aktywności AspAT i spadek aktywności AlAT oraz spadek stężenia mocznika, wskazujące na wzrost tempa przemian aminokwasów w komórce, przy bardzo zmniejszonym ich katabolizmie.

Oceniając zaistniałe zmiany należy jednak zdawać sobie sprawę, że mogą one wynikać również ze zmiany ilości spożywanego przez zwierzęta białka. Sugeruje to spadek aktywności AlAT, która jest enzymem odpowiedzialnym za kierowanie amino-

kwasów na szlaki kataboliczne oraz spadek stężenia głównego końcowego produktu metabolizmu białka – mocznika.

Przy analizie obserwowanych zmian, nie można wykluczyć również wpływu samego faktu zmiany diety i jej suplementacji, które poprzez wymuszanie odmiennej aktywności enzymatycznej i metabolicznej, mogą być odbierane przez organizm jako czynniki agresji środowiskowej, co manifestuje się m. in. zmianami stężenia glikokortykoidów we krwi [2], uważanych za wybitnie nasilające katabolizm białek ustrojowych. Jedną z ich funkcji jest zapewnienie puli wolnych aminokwasów do adaptacyjnej syntezy białka, co wiąże się z indukcją syntezy enzymów różnych torów przemian aminokwasów. W przeprowadzonym doświadczeniu mógłby na to wskazywać wzrost aktywności AspAT.

Reasumując można stwierdzić, że obserwowane zmiany badanych parametrów wskazują na istotny wpływ tak zastosowanej zmiany składu diety jak i jej suplementacji witaminami z grupy B na metabolizm białkowy.

Wnioski

1. Obserwowany, pod wpływem zmiany składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B, wzrost stężenia insuliny nie przekładał się na inkorporację aminokwasów w badane tkanki - mięśniową i wątroby, co może sugerować insulino oporność.
2. Obserwowane zmiany aktywności AlAT, AspAT i stężenia mocznika mogą wskazywać na istotny wpływ samego faktu zmiany składu diety i jej suplementacji oraz wynikającego stąd zmniejszonego spożycia białka, na jego metabolizm w organizmie szczura.

Literatura

- [1] Friedrich M., Sadowska J.: Effects of diet supplementation with B-complex vitamins on fatty tissue accumulation in rats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, 14 (55), 189-194.
- [2] Wajchenberg B.L.: Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocr. Rev.*, 2000, 21 (6), 697-738.
- [3] Unger R.M.: Minireview: weapons of lean body mass destruction: the role of ectopic lipids in the metabolic syndrome. *Endocr.*, 2003, 144, 5159-5165.
- [4] PN-75/A-04018. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [5] Mateńczuk C.: Wpływ izokalorycznej zamiany rodzaju i źródła węglowodanów w diecie na metabolizm węglowodanowo-lipidowy i odkładanie się tkanki tłuszczowej u szczura. Rozprawa doktorska, AR Szczecin, 2001.
- [6] Friedrich M.: Effects of dietary carbohydrate source and type on the concentrations of lipolysis-enhancing hormones in rats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2004, 13 (54), 209-214.
- [7] Kim J.Y., Nolte L.A., Hansen P.A., Han D.H., Ferguson K., Thompson P.A., Holloszy J.L.: High fat diet induced muscle insulin resistance: relationship to visceral fat mass. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 2000, 279 (6), R2057-R2065.


- [8] Friedrich M.: Effects of diet enrichment with glucose and casein on blood cortisol concentration of calves in early postnatal period. Arch. Vet. Pol., 1995, 35, 117-125.

**THE ESTIMATION OF THE EFFECT OF DIET COMPOSITION AND
ITS SUPPLEMENTATION WITH B VITAMINS ON THE LEVEL OF INSULINE
AND CHOSEN INDICATORS OF PROTEIN TRANSMUTATION AT FEMALE RATS**

S u m m a r y

The study was aimed at assessing effects of diet composition and its vitamin B supplementation on the level of insuline and chosen indicators of protein transmutation at female rats.

Analysis of the results allowed to conclude that the change in diet composition enhanced the serum insulin concentration in the females, and that the supplementation applied intensified the changes observed. Moreover, the change in diet composition and the supplementation were found to have significantly affected the selected indicators of protein metabolism in the animals studied. The change in diet composition resulted in a statistically significant increase in the serum crude protein content in the females, the supplementation reducing the crude protein content down to the values shown by the females kept on the basic diet. The changes observed were accompanied by an increased AspAT concentration and by a reduction in the serum AlAT and urea concentrations in those females fed the modified diet, both supplemented and not supplemented, compared to the animals fed the basic diet. The females fed the modified diet showed a lower muscle protein content.

Key words: rats, supplementation, vitamins, insulin, protein transmutation 

EDYTA MAŚLAK, RENATA B. KOSTOGRYS,
MAGDALENA FRAN CZYK-ŻARÓW, PAWEŁ M. PISULEWSKI¹

W PŁYW DIETY Z DODATKIEM FRUKTOZY I SPRZĘŻONYCH DIENÓW KWASU LINOŁOWEGO (CLA) NA MASĘ CIAŁA I WĄTROBY ORAZ STĘŻENIE AMINOTRANSFERAZY ALANINOWEJ (ALT) U SZCZURÓW

Streszczenie

W ostatnich latach zwraca się uwagę na fakt, że zwiększone spożycie fruktozy wywołuje negatywne skutki dla zdrowia tj przerost i stłuszczenie wątroby. Jednocześnie literatura donosi o korzystnych właściwościach sprzężonych dienów kwasu linolowego (CLA) tj. redukcja odłożonego w wątrobie tłuszczu.

Z tego względu celem pracy było określenie wpływu diety z dodatkiem fruktozy oraz sprzężonych dienów kwasu linolowego (CLA) na przyrost masy ciała, masę wątroby oraz poziom aminotransferazy alaninowej u szczurów rasy Wistar.

Stwierdzono, że dodatek fruktozy do diety zwierząt, istotnie statystycznie zwiększa masę wątroby, przy braku wpływu na masę ciała oraz stężenie aminotransferazy alaninowej (ALT). Natomiast dodatek do diety CLA nie ma wpływu na badane parametry.

Słowa kluczowe: fruktoza, CLA, aminotransferaza alaninowa, szczury

Wprowadzenie

Sposób żywienia ma fundamentalne znaczenie dla rozwoju i funkcjonowania organizmu. W okresie ostatnich 20 lat zwraca się uwagę na rosnące spożycie środków słodzących, w tym fruktozy. Fruktaza jest cukrem prostym występującym głównie w owocach i miodzie. Wraz z glukozą wchodzi w skład cukru spożywczego-sacharozy. W związku z tym, że fruktoza charakteryzuje się większą siłą słodzącą niż sacharoza, związek ten znalazł szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym. Fruktazę słodzi się napoje, soki owocowe, mleczne napoje fermentowane. Stosowana jest również do wyrobu lodów, dżemów, galaretek, słodczy oraz produktów o obniżonej ilości kalorii

Mgr inż. Edyta Maślak, dr inż. Magdalena Franczyk-Żarów, dr Renata Kostogrys, prof. dr hab. Paweł Pisulewski, Katedra Żywienia Człowieka Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

[7]. Obecnie notuje się wysokie spożycie fruktozy, które negatywnie wpływa na organizm żywy.

Metabolizm fruktozy zachodzi w wątrobie, jednak jest on odmienny od metabolizmu glukozy. Fruktaza omija bowiem etap glikolizy regulowany fosfofruktokinazą podczas którego glukoza może zostać przekształcona w glikogen zamiast ulec dalej glikolizie. Rezultatem tego jest zwiększona produkcja kwasu pirogronowego oraz synteza triacylogliceroli [7].

Liczne badania z udziałem ludzi i zwierząt doświadczalnych potwierdzają, że zwiększone spożycie fruktozy, skutkuje obniżeniem wrażliwości organizmu na insulinę, hipertriglicerydemią oraz stłuszczeniem wątroby [2, 3, 14]. Najnowsze wytyczne żywieniowe zalecają więc redukcję spożycia cukrów prostych do wartości < 10%. Dodatkowo wskazują również, aby do większości posiłków stosować oleje roślinne [22]. Stanowią one bowiem doskonałe źródło niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), do których zaliczamy m.in. kwasy omega-6 [6]. Głównym przedstawicielem rodziny tych kwasów, jest kwas linolowy, będący prekursorem CLA (sprzężonych dienów kwasu linolowego). CLA obejmuje grupę izomerów pozycyjnych i geometrycznych kwasu linolowego, z których najbardziej aktywne biologicznie są izomery: *cis*-9, *trans*-11 oraz *trans*-10, *cis*-12. Wykazują one istotne, korzystne oddziaływanie na zdrowie, obserwowane przede wszystkim w badaniach na zwierzętach doświadczalnych oraz w mniejszym stopniu na ludziach. Badania dowodzą, że CLA działa przeciwkancerogennie [3,10] i przeciwaterogennie [13, 20], a także przeciwdziała rozwojowi cukrzycy typu II [15, 19] oraz otyłości [8, 15]. Najnowsze doniesienia wskazują również na korzystny wpływ CLA w przypadku takich chorób jak zwłóknienie (23) czy niealkoholowe stłuszczenie wątroby (NAFLD) [16,18].

Biorąc pod uwagę wymienione aspekty, celem doświadczenia było określenie wpływu fruktozy i mieszaniny izomerów CLA na masę ciała oraz wątroby, a także na stężenie aminotransferazy alaninowej u szczurów.

Material i metody badań

W doświadczeniu wykorzystano 36 szczurów, samców rasy Wistar, o początkowej średniej masie ciała ok. 100 g. Doświadczenie przeprowadzono po pozytywnym zaopiniowaniu badań przez Lokalną Komisję Etyczną nr I w Krakowie. Zwierzęta podzielono na 4 grupy (po 9 szczurów w każdej) i umieszczono w klatkach z trocinami oraz nieograniczonym dostępem do diety i wody. Doświadczenie prowadzono w pomieszczeniu o temperaturze 22 - 25°C, w którym zachowywano 12 godzinny cykl światła i ciemności. Zwierzęta żywiono przez 3 miesiące standardową dietą AIN-93G wg Reeves (1993) (K) oraz jej modyfikacjami: dietą wysokofruktozową (F), dietą wzbogaconą w CLA (K + CLA) oraz dietą wysokofruktozową z dodatkiem CLA (F + CLA). Skład diet doświadczalnych przedstawiono w Tabeli 1. Dietę wysokofruktozo-

wą przygotowano kosztem sacharozy i skrobi kukurydzianej, natomiast diety wzbogacone preparatem CLA kosztem oleju sojowego (tab. 1). Po upływie czasu żywienia, zwierzęta zważono i poddano eutanazji metodą dootrzewnowej iniekcji (Thiopental; 25 mg/100g m.c.). Od szczurów pobrano krew z serca i wycięto wątroby. We krwi oznaczono stężenie aminotransferazy alaninowej (ALT) wykorzystując aparat Cobas Integraf 400/800 firmy Roche, natomiast wątroby zważono na wadze technicznej w celu określenia wpływu diety na masę narządu.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej, stosując dwuczynnikową analizę wariancji; istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi określono testem Dun-cana wykorzystując program komputerowy STATISTICA 8.0.

Tabela 1

Skład diet eksperymentalnych.
Composition of experimental diets.

SKŁADNIKI INGREDIENTS	K	F	K + CLA	F + CLA
	AIN-93G	AIN-93G + 60% Fruktozy	AIN-93G + 1% CLA	AIN-93G + 60% Fruktozy + 1% CLA
	g/kg			
Skrobia kukurydziana Cornstarch	532,486	-	532,486	-
Kazeina Casein	200	200	200	200
Sacharoza Sucrose	100	-	100	-
Olej sojowy Soybean oil	70	70	53,33	53,33
Błonnik pokarmowy Fibre	50	50	50	50
Mieszanka mineralna Mineral mix	35	35	35	35
Mieszanka witaminowa Vitamin mix	10	10	10	10
Cholina Choline bitartrate	2,5	2,5	2,5	2,5
Tert- butylohydrochinon Tert-butylhydroquinone	0,014	0,014	0,014	0,014
Fruktoza Fructose	-	632,486	-	632,486
CLA Conjugated Linoleic Acid	-	-	16,67	16,67

Wyniki i dyskusja

Analiza statystyczna uzyskanych wyników nie wykazała istotnych różnic w masie ciała oraz aktywności aminotransferazy alaninowej pomiędzy grupami. Stwierdzono natomiast, że dodatek do diety fruktozy, zwiększa przyrost masy wątroby, przy braku wpływu izomerów CLA na ten parametr (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ rodzaju diety na masę ciała, masę wątroby oraz stężenie aminotransferazy alaninowej u szczurów ($X \pm SD$, $n=9$).

Effects of different types of diets on body weight, liver weight and alanine aminotransferase concentration in rats ($X \pm SD$, $n=9$).

Dieta Diet	K	F	K + CLA	F + CLA
Parametr Parameter				
Masa Ciała [g] Body Weight [g]	559,33 ± 72,72	526,33 ± 31,2	565,66 ± 91,6	527,44 ± 46,6
Masa Wątroby [g] Liver Weight [g]	2,87 ± 0,6 ^a	3,42 ± 0,3 ^b	2,82 ± 0,2 ^a	3,29 ± 0,2 ^b
Aminotransferaza alaninowa [U/l] Alanine aminotransferase [U/l]	34,33 ± 13,9	52,33 ± 48,1	25,77 ± 3,4	50,77 ± 55,4

a, b – różnica istotna statystycznie $p \leq 0,05$

a, b – significant difference $p \leq 0,05$

We wszystkich grupach fruktozowych odnotowano istotny przyrost masy wątroby oraz nieistotny wzrost poziomu ALT. Równocześnie, grupy te charakteryzowały się nieistotnie niższą masą ciała od pozostałych. Obniżoną masę ciała oraz wzrost masy wątroby u szczurów rasy Sprague-Dawley, po podaniu diety fruktozowej, zaobserwowali również Koo H.-Y. i wsp. [11]. Stwierdzili oni, że przyrost masy wątroby u zwierząt był skutkiem przerostu tego gruczołu. Przyczyną hepatomegalii może być m. in. stłuszczenie wątroby objawiające się nadmierną kumulacją tłuszczu w hepatocytach oraz zwiększonym poziomem triacylogliceroli w surowicy. Benado i wsp. [4] odnotowali tendencyjny przyrost masy wątroby oraz istotny statystycznie wzrost poziomu triacylogliceroli w surowicy na skutek rosnącego udziału fruktozy w diecie zwierząt. Także Ackerman i wsp. [1] wykazali tendencję wzrostową w masie wątroby u szczurów na skutek podaży diety wysokofruktozowej. Odnotowali oni ponadto nieistotny wzrost poziomu ALT w surowicy krwi oraz istotnie większą kumulację tłuszczu w wątrobie zwierząt z tej grupy żywieniowej. ALT należy do grupy enzymów wskaźnikowych uszkodzenia komórki wątrobowej związanego np. ze stłuszczeniem. Jego wysoki poziom, w przypadku wykluczenia toksycznego działania alkoholu na organizm, wskazuje na niealkoholowe stłuszczenie wątroby (NAFLD) [5, 12, 21]. Jednym

z objawów NAFLD jest przerost wątroby (hepatomegalia) związany z kumulacją w niej tłuszczu. W większości przypadków odkładane są głównie triacyloglicerole, których wątrobowa synteza pobudzana jest m.in. przez podaż fruktozy [7, 12, 14]. Fakt ten, obserwowany również w badaniach Akerman i wsp. [1], może tłumaczyć, wykazany przez nas, wzrost masy wątroby szczurów żywionych dietą wysokofruktozową. Dodatkowo wzrost poziomu ALT w surowicy, choć nieistotny może sugerować początek niekorzystnych zmian chorobowych u szczurów.

Badanie nie wykazało wpływu mieszaniny izomerów CLA na masę ciała oraz wątroby. Dodatek CLA nie miał również istotnego wpływu na poziom ALT. Odnotowano jedynie tendencyjny spadek stężenia tego enzymu w surowicy krwi zwierząt żywionych dietą AIN-93 G wzbogaconą w izomery CLA. Otrzymane wyniki nie są zgodne z uzyskanymi w badaniach innych naukowców. W doświadczeniu Nagao i wsp. [16] odnotowano bowiem istotny spadek masy wątroby oraz aktywności ALT po podaniu szczurom mieszaniny izomerów CLA, natomiast badania Ferramosca i wsp. [9] wykazały istotny wzrost masy wątroby przy znaczącym spadku masy ciała myszy. Ponadto, dodatek do diety fruktozowej, mieszaniny izomerów CLA, nie korygował negatywnych skutków wywołanych fruktozą, co może wskazywać na różne mechanizmy działania tych związków lub zbyt małą podaż z dietą mieszaniny izomerów CLA. Brak jest jednak, badań dotyczących wpływu fruktozy i CLA, podanych równocześnie, na żywy organizm. Dlatego też, niezbędne jest przeprowadzenie dalszych badań nad współdziałaniem fruktozy oraz CLA jako składników żywności odgrywających ważną rolę dla zdrowia człowieka.

Wnioski

1. Analiza uzyskanych wyników pozwoliła na stwierdzenie, że dodatek do diety fruktozy spowodował przyrost masy wątroby, nieistotny wzrost poziomu aminotransferazy alaninowej oraz nieistotny spadek masy ciała szczurów.
2. Może to wskazywać na rozwój zmian chorobowych tj. stłuszczenie wątroby.
3. Jednocześnie CLA nie korygowało negatywnych skutków wywołanych fruktozą.
4. Zaobserwowano natomiast jego wpływ na poziom ALT, który uwidaczniał się nieistotnym spadkiem poziomu tego enzymu w surowicy krwi szczurów.

Literatura

- [1] Ackerman Z., Oron-Herman M., Grozovski M. i wsp.: Fructose-Induced Fatty Liver Disease. Hepatic Effects of Blood Pressure and Plasma Triglyceride Reduction. *Hypertension*. 2005; 45, 1012-1018.
- [2] Armutcu F., Kanter M., Gurela A. i wsp.: Excessive Dietary Fructose is Responsible for Lipid Peroxidation and Steatosis in the Rat Liver Tissues. *Turkiye Klinikleri J Med Sci*. 2007, 27:164-169.
- [3] Belury M.A.: Inhibition of carcinogenesis by conjugated linoleic acid: Potential mechanisms of action. *J. Nutr.* 2002; 132(10):2995-2998.

- [4] Benado M., Alcantara C., De la Rosa R. i wsp.: Effects of various levels of dietary fructose on blood lipids of rats. *Nutrition Research*. 2004; 24, 565-571.
- [5] Białek P., Kocylowski R., Libudziec M.: Wpływ zagrożenia życia płodu podczas porodu na obecność i stężenie aminotransferazy alaninowej, asparaginowej oraz troponiny I we krwi pępowinowej po urodzeniu. *Perinatologia, Neonatologia i Ginekologia*. 2008; tom 1, zeszyt 3, 193-196.
- [6] Ciborowska H., Rudnicka A.: *Dietetyka, Żywnienie Zdrowego i Chorego Człowieka*. Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2004.
- [7] Ciok J., Talikowski T., Wyrobek I.: Fruktaza jako czynnik ryzyka przewlekłych chorób metabolicznych. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*. 2004; XXXI, nr 1, 88-96.
- [8] Evans M., Brown J.M., McIntosh M.K.: Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. *J. Nutr. Biochem*. 2002; 13(9):508-516.
- [9] Ferramosca A., Savy V., Conte L. i wsp.: Conjugated linoleic acid and hepatic lipogenesis in mouse: role of the mitochondrial citrate carrier. *J. Lipid Res*. 2006, 47: 1994-2003.
- [10] Kemp M.Q., Jeffy BD, Romagnolo D.F.: Conjugated linoleic acid inhibits cell proliferation through a p53-dependent mechanism: Effects on the expression of G1-restriction points in breast and colon cancer cells. *J. Nutr*. 2003; 133(11):3670-3677.
- [11] Koo H.-Y., Wallig M.A., Chung B.H.: Dietary fructose induces a wide range of genes with distinct shift in carbohydrate and lipid metabolism in fed and fasted rat liver. *Biochim Biophys Acta*. 2008; 1782 (5):341-348.
- [12] Kozłowska-Wojciechowska M.: Niealkoholowa choroba stłuszczeniowa wątroby- zwiastun czy konsekwencja zespołu metabolicznego? *Czynniki Ryzyka*. 2007; nr 3, 19.
- [13] Kritchevsky D., Tepper S.A., Wright S. i wsp.: Influence of conjugated linoleic acid (CLA) on establishment and progression of atherosclerosis in rabbits. *J. Am. Coll. Nutr*. 2000; 19:472S-477S.
- [14] Lee O., Bruce W.R., Dong Q.: Fructose and carbonyl metabolites as endogenous toxins. *Chem Biol Interact*. 2009; Mar 16 ;178 (1-3):332-339.
- [15] Mersmann H.J.: Mechanism for conjugated linoleic acid-mediated reduction in fat deposition. *J. Anim. Sci*. 2002; 80 (E. Suppl. 2):E126-E134.
- [16] Nagao K., Inoue N., Wang Y.: Dietary Conjugated Linoleic Acid Alleviates Nonalcoholic Fatty Liver Disease in Zucker (fa/fa) Rats. *J. Nutr*. 2005; 135:9-13.
- [17] Noto A., Zahradka P., Ryz N.R. i wsp.: Dietary conjugated linoleic acid preserves pancreatic function and reduces inflammatory markers in obese, insulin-resistant rats. *Metab. Clin. Experimental*, 2007; 56(1):142-151.
- [18] Purushotham A., Shrode G., Wendel A., i wsp.: Conjugated linoleic acid does not reduce body fat but decreases hepatic steatosis in adult Wistar rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2007; 18 (10): 676-684.
- [19] Ryder J.W., Portocarrero C.P., Song X.M. i wsp.: Isomer-specific antidiabetic properties of conjugated linoleic acid - Improved glucose tolerance, skeletal muscle insulin action, and UCP-2 gene expression. *Diabetes*. 2001; 50:1149-1157.
- [20] Toomey S., Harhen B., Roche H.M. i wsp.: Profound resolution of early atherosclerosis with conjugated linoleic acid. *Atherosclerosis*. 2006; 187(1):40-49.
- [21] Wegwu M.O., Ayalogu E.O., Sule O.J.: Anti-Oxidant Protective Effects of Cassia Alata in Rats Exposed to Carbon Tetrachloride, *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 2005; 9 (3):77-80.
- [22] Willett W.C., Stampfer M.J.: Rebuilding the Food Pyramid. *Scientific American Magazine*. 2003; 288, 164-169.
- [23] Yun H-S., Do S-H., Jeong W-I. i wsp.: Cytotoxic effects of the conjugated linoleic acid isomers t10c12, c9tl 1-CLA and mixed form on rat hepatic stellate cells and CCl4-induced hepatic fibrosis. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2008; 19, 175-183.

**EFFECT OF FRUCTOSE AND CONJUGATED LINOLEIC ACID (CLA) SUPPLEMENTATION
ON BODY WEIGHT, LIVER WEIGHT AND ALANINE AMINOTRANSFERASE
(ALT) CONCENTRATION IN RATS**

S u m m a r y

It is noticed that increase amount in consumed fructose, especially during last 20 years, have negative effects on our health such as hepatomegaly and liver steatosis. Simultaneously, data indicates that conjugated linoleic acid has beneficial biological effects in reducing liver fat.

The aim of this study was to evaluate the effect of dietary fructose and conjugated linoleic acid (CLA) on body weight, liver weight and alanine aminotransferase concentration in rats.

In conclusion, high-fructose diet (60%) significantly increased liver weight, but had no effects on body weight and on alanine aminotransferase concentration. The diet supplement with 1% of CLA had no effects on the investigated parameters.

Key words: fructose, CLA, alanine aminotransferase, rats ☒

MAŁGORZATA SCHLEGEL-ZAWADZKA, MAGDALENA BARTECZKO

OCENA STOSOWANIA SUPLEMENTÓW DIETY POCHODZENIA NATURALNEGO W CELACH PROZDROWOTNYCH PRZEZ OSOBY DOROSŁE

Streszczenie

Suplementy są stosowane, celem zróżnicowania i uzupełnienia diety. Naturalne suplementy pochodzenia zwierzęcego czy roślinnego są bardzo popularne w naszej diecie.

Celem niniejszej pracy była ocena stosowania naturalnych suplementów przez osoby dorosłe, aby poprawić własny stan zdrowia.

Badana grupa 107 dorosłych osób z Małopolski była zróżnicowana pod względem wieku, płci, miejsca zamieszkania, wykształcenia i zainteresowań, a także dostępu do produktów naturalnych. Analiza objęła częstość i przyczynę stosowania suplementów. Oceniano wiedzę o produktach pochodzenia naturalnego, niebezpieczeństwa związane z ich stosowaniem, a także wzajemny wpływ członków rodziny na częstość sięgania po suplementy diety. Zbieranie danych odbywało się przy pomocy kwestionariusza. W celu oceny statystycznej wyników posłużono się testem U Manna-Whitneya oraz testem ANOVA rang Kruskala-Wallisa. Uzyskano następujące wyniki: a) kobiety posiadały wyższe wykształcenie od mężczyzn; b) kobiety stosowały częściej suplementy w celu odchudzenia; c) miejsce zamieszkania było istotnym czynnikiem wpływającym na różnice w: częstości stosowania suplementów diety w sposób okazjonalny i w razie wystąpienia dolegliwości, dostępie do źródeł produktów pochodzenia naturalnego oraz wykorzystaniu reklamy jako głównego źródła informacji o suplementach diety.

Słowa kluczowe: suplementacja, dieta, suplementy pochodzenia naturalnego

Wprowadzenie

Powszechnie przyjmowanym celem suplementacji żywności jest poprawa jej cech prozdrowotnych poprzez wzbogacenie. Prozdrowotnymi komponentami mogą być witaminy, składniki mineralne (np. wapń, żelazo, magnez), pro- i prebiotyki, błonnik, niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT typu n-3 i n-6), białko sojowe, izo flawony (np. genisteina), melatonina, biosteron (DHEA) i inne [15].

Dr hab. n. farm. Małgorzata Schlegel-Zawadzka, mgr biol. lic. piel. Magdalena Barteczko, Zakład Żywienia Człowieka, Instytut Zdrowia Publicznego, Wydział Nauk o Zdrowiu, UJ CM ul. Grzegorzewska 20, 31-531 Kraków

Suplementy diety mogą zawierać rośliny wspomagające działanie organizmu człowieka, np. w kuracji odchudzającej [2]. Są one, więc źródłem substancji odżywczych – witamin i składników mineralnych, ale także składników występujących w diecie, na które nie ma określonego zapotrzebowania, np. flawonoidów, fitoestrogenów oraz wprowadzają zioła i ich wyciągi, które występowały rzadko w diecie człowieka [6]. Liczne badania pokazują, że spożywanie suplementów diety staje się coraz częstsze, a w niektórych badanych grupach przekracza 50% ankietowanych [6]. Również niejasności w zaklasyfikowaniu danej substancji do grupy leków roślinnych lub suplementów diety mogą stanowić niebezpieczeństwo dla człowieka. Jest to związane z tym, że suplement diety nie może stanowić środka fitoterapeutycznego i nie może być stosowany w zastępstwie leku roślinnego [5].

Stosowanie składników roślinnych w suplementacji diety jest popularnym tematem licznych spotkań i konferencji naukowych. Omawia się na nich znaczenie tych produktów w zapobieganiu rozwojowi nowotworów. Jako główny mechanizm działania wskazuje się na ich wpływ na ekspresję onkogenów i antyonkogenów przez między innymi takie substancje jak: genisteinę uzyskiwaną z soi i EGCG otrzymaną z zielonej herbaty oraz kurkuminę i gingerol z imbiru, kapsaicynę z papryki, resweratrol z winogron, czy indolo-3-karbinol z kapusty. Podobne znaczenie mają produkty pochodzące z mleka, białego sera i baraniny (aminokwasy i kwasy organiczne). Aktywują one antyonkogeny, dzięki czemu zapobiegają powstawaniu nowotworów sutka, płuca i wątroby u zwierząt. Wśród ziołowej żywności funkcjonalnej ujmuje się specjalną grupę produktów utworzoną poprzez wprowadzenie do pożywienia roślin i ziół, a także wyizolowanych z nich substancji czynnych. Wśród tych dodatków do żywności wymienia się: pokrzyk wilczą jagodę (*Atropa belladonna*), przęśl chińską (*Ephedra chinensis*), pieprz metystynowy (*Kava-kava*), ogórecznik lekarski (*Borago officinalis*). Często stosowana jest też soja [1].

Skład surowcowy suplementów diety jest bardzo zróżnicowany, jednak najczęściej stosowanymi produktami są rośliny lub ich ekstrakty, które nie wykazują silnego działania farmakologicznego. Są one dodawane do suplementów w ilościach wielokrotnie niższych od dawek leczniczych. Najczęściej stosowanymi roślinami są: głóg (*Crataegus monogyna* i *C. oxyacantha*), miłorząb japoński (*Ginko biloba*), żeń-szeń (*Panax ginseng*), jeżówka purpurowa (*Echinacea purpurea*), czosnek pospolity (*Allium sativum*). Suplementy diety wzbogacone w składniki roślinne, o określonych dopuszczalnych poziomach substancji aktywnych biologicznie, stanowią więc cenne uzupełnienie codziennej diety [1].

Ważne dla badań dietetycznych wydaje się zjawisko używania roślin przyprawowych, ze względu na dużą częstość ich stosowania. Rośliny te, prócz poprawy walorów smakowych potraw, zwiększania ich trwałości, wpływają korzystnie także na funkcjonowanie organizmu człowieka. Największą grupę stanowią surowce

poprawiające trawienie i przyswajanie składników pokarmowych, poprzez zwiększanie produkcji soków trawiennych i żółci (ułatwia to trawienie tłustych potraw) oraz spazmolityczne działanie na mięśnie gładkie przewodu pokarmowego. Zaliczamy tutaj głównie rośliny olejkowe i olejkowo-goryczowe: liść bazylii (*Ocimum basilicum*), owoc anyżu (*Pimpinella anisum*), ziele bylicy estragonu (*Artemisia dracunculus*), cebulę jadalną (*Allium cepa*), czosnek pospolity (*Allium sativum*), nasiona gorczycy białej (*Brassica alba*), kłącze imbiru (*Zingiber officinalis*), owoc kminku lekarskiego (*Carum carvi*), owoc kolendry siewnej (*Coriandrum sativum*), ziele majeranku ogrodowego (*Majorana hortensis*), liść mięty pieprzowej (*Mentha piperita*), kłącze ostryżu (*Curcuma longa*), owoc papryki gałęziastej (*Capsicum frutescens*), owoc pieprzu czarnego (*Piper nigrum*) [9]. Prócz tego wiele roślin przyprawowych wykazuje silne właściwości bakteriostatyczne i bakteriobójcze, przez co hamują rozwój drobnoustrojów patogennych w przewodzie pokarmowym. Do takich roślin można zaliczyć np. cebulę, czosnek, korę cynamonowca właściwego (*Cinnamomum zeylanicum*), pączki kwiatowe goździkowca korzennego (*Syzygium aromaticum*), ziele tymianku (*Thymus vulgaris*). Rośliny przyprawowe mają również działanie antyoksydacyjne [1].

Różnica między lekiem roślinnym a suplementem diety

Należy pamiętać, że lek roślinny składa się z wielu związków chemicznych – jest to w zasadzie ich kompozycja obecna w roślinie [5]. Aktualnie lek roślinny wytwarzany jest z atestowanych surowców i półproduktów. Podlega podobnie jak lek syntetyczny określonym wymogom chemicznym, farmakologicznym i klinicznym [5]. Substancje te zgodnie z Prawem farmaceutycznym (Dz.U. 2004, Nr 53, poz. 533) są zaliczane do kategorii produktów leczniczych, czyli takich, którym przypisuje się właściwości zapobiegania, leczenia chorób, podawanych m.in. w celu przywrócenia, poprawienia lub modyfikacji fizjologicznych funkcji organizmu [2]. Tym samym producent leku jest zobowiązany do przekazania informacji dotyczących działania, działań niepożądanych, wskazania sposobu użycia i dawkowania. Inne zasady stosuje się do suplementu diety, gdzie producent podaje tylko sposób użycia i dawkowania [5]. Stąd też wynika ryzyko, że suplement diety, który nie spełnia podstawowych wymagań w zakresie jakości, skuteczności i bezpieczeństwa przewidzianych dla fitofarmaceutyku, może zastąpić wysokiej jakości lek roślinny. Krauze-Baranowska [5] już w 2006 roku zwracała uwagę, że prostsza i niekosztowna droga do wprowadzenia suplementu na krajowy, zawierającego lecznicze surowce farmaceutyczne stanowi niebezpieczeństwo zastępowania fitofarmaceutyków przez suplementy diety. Zagrożenie to jest szczególne w przypadku nieprzestrzegania norm jakości dla znanych i stosowanych leczniczych surowców pochodzenia roślinnego, jak również coraz częstszej obecności na naszym rynku surowców medycyny wschodniej, które mogą

stanowić realne zagrożenie dla zdrowia klienta [5]. Decyzje o zakwalifikowaniu roślin do użycia w środkach spożywczych lub ich obecności wyłącznie w produktach leczniczych podejmuje Komisja do Spraw Kwalifikacji Produktów z Pogranicza [2, 16]. Według jej rozporządzeń, jeśli substancja roślinna jest stosowana w roślinnych produktach leczniczych, to nie może być stosowana w suplementie diety w żadnej dawce [16]. Jednak coraz częściej zdarza się, że roślinne preparaty o statusie suplementu diety zawierają rośliny lecznicze, co jest niezgodne z powyższymi normami [2].

Niebezpieczeństwa ze stosowania naturalnych produktów prozdrowotnych

Wprowadzenie na rynek produktów przygotowywanych przemysłowo jest regulowane szeregiem dokumentów prawnych. Natomiast możliwość nieograniczonego dostępu do produktów naturalnych (głównie ziół) sprawia, że to wiedza osoby korzystającej z takich źródeł pełni nadrzędną rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa używania tych suplementów. W ziołolecznictwie stosuje się leki w najróżniejszych formach: jako herbatki, soki roślinne, wina ziołowe, dodatki do kąpieli, czy w formie gotowych leków, z których łatwiej korzystać i które są standaryzowane, tzn. każde opakowanie leku ziołowego ma taki sam skład i takie samo stężenie składników. W przypadku tych leków należy zwracać uwagę na ich ograniczoną trwałość i przydatność do spożycia. Zarówno suche zioła, jak i wytworzone z nich leki gotowe mają trwałość nieprzekraczającą 2-3 lat [11].

Mimo wielu zalet suplementów diety pochodzenia roślinnego, wśród osób zajmujących się tym problemem pojawiają się wątpliwości, czy tak szerokie stosowanie jest na pewno bezpieczne dla osób ich używających. Wynika to z braku odpowiedniej jakości informacji związanych z oceną odległych skutków, w tym toksycznego działania na nerki, wątrobę, czy działania alergizującego (zbyt krótki okres obserwacji). Problem ten jest związany z kompleksowością wielu zjawisk spowodowanych tym, że w skład surowców wchodzi wiele związków nadal o nieznanym budowie. Zalecane dzienne spożycie tego typu produktów zostało określone tylko dla niektórych z nich (np. wypicie 4-6 filiżanek zielonej herbaty dziennie wskazane jest w celu obniżenia ryzyka zachorowania na nowotwory przewodu pokarmowego) [9].

Celem niniejszej pracy było poznanie częstości i przyczyn stosowania suplementów diety opartych na składnikach pochodzenia roślinnego/zwierzęcego oraz wiedzy na temat ich działania wśród dorosłych mieszkańców z Małopolski.

Material i metody badań

Badanie przeprowadzono przy pomocy kwestionariusza ankiety, zawierającego pytania sprawdzające wiedzę badanych z zakresu znajomości roślin leczniczych i produktów pochodzenia zwierzęcego oraz celu ich stosowania. Ankieta badała

również znajomość działań ubocznych wynikających ze stosowania naturalnych produktów leczniczych. Pytania dotyczyły także przekonań osób badanych odnośnie skuteczności działania omawianych produktów oraz źródeł wiedzy odnośnie ich działania. Ponadto osoby badane pytano o częstość stosowania naturalnych produktów leczniczych, cel ich stosowania, formę w jakiej się je stosuje oraz źródła ich uzyskiwania. Próbowano również pośrednio uzyskać informacje związane z niebezpieczeństwem wystąpienia interakcji suplementów diety ze stosowanymi przez badanych lekami lub zagrożeń związanych z używaniem suplementów w czasie trwania chorób przewlekłych. Analizowano także indywidualne doświadczenia badanych związane z ubocznymi skutkami działania suplementów diety, a także próbowano określić, czy w poszczególnych rodzinach daje się zaobserwować korelacja między pokrewieństwem a stosowaniem naturalnych produktów leczniczych.

Badania przeprowadzono w drugiej połowie 2007 roku w rodzinach studentów uczących się w Krakowie w różnych uczelniach. Badaniami objęto 103 ankietowanych (76 kobiet – 73,8%, 27 mężczyzn – 26,2%), należących do trzech grup wiekowych:

- 19-30 lat (38 kobiet – 36,9%, 10 mężczyzn – 9,7%),
- 31-60 lat (30 kobiet – 29,1%, 13 mężczyzn – 12,6%),
- powyżej 61 lat (8 kobiet – 7,8%, 4 mężczyzn – 3,9%).

Spośród wszystkich badanych mieszkańcy wsi stanowili 37,9% ankietowanych, taką samą liczebnie grupę stanowili mieszkańcy małych miast (37,9%), natomiast duże miasta zamieszkiwało 24,2% badanych. Większość badanych (50,5%) stanowiły osoby z wykształceniem średnim, 20,4% badanych miało wykształcenie wyższe, 14,6% osób – zawodowe, a 10,7% – podstawowe.

Porównując ze sobą populacje kobiet i mężczyzn stwierdzono istotnie wyższe wykształcenie kobiet (z wyższym wykształceniem; 27% kobiet, 7% mężczyzn; $p=0,0462$).

W ocenie różnic między badanymi grupami posłużono się testem U Manna-Whitneya. Decyzje o istnieniu różnic statystycznie istotnych przyjmowano na poziomie $\alpha=0,05$. W celu analizy wariancji dla wartości nieparametrycznych (oceniając różnice w badanej populacji zależne od miejsca zamieszkania) wykorzystano test ANOVA rang Kruskala-Wallisa. Wszystkie dane zostały wprowadzone do przygotowanej wcześniej bazy danych w programie Excel 2000. Analizy statystyczne otrzymanych wyników sporządzono w programie STATISTICA PL 8.0 firmy StatSoft.

Wyniki i dyskusja

Większość badanych (98,0%) stosowała suplementy diety pochodzenia naturalnego, co nie było związane z zainteresowaniami badanych tematyką biologiczną (58,2% osób nie interesowało się). Wynik ten jest związany z tym, że większość badanych (94,2%) była przekonana o skuteczności działania stosowanych przez nich

suplementów, w tym 25,2%, że te produkty są „zdecydowanie skuteczne”, a 25,2%, że „raczej tak”. Nie wiedziało nic o skuteczności 4,9% osób a tylko jedna osoba (1%) uważała je za nieskuteczne.

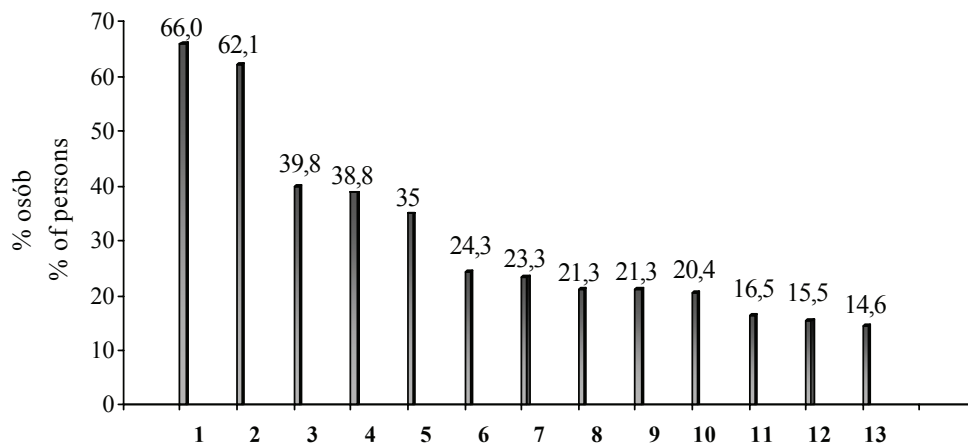
Deklarowana liczebność produktów roślinnych stosowanych przez kobiety była istotnie wyższa ($6,21 \pm 2,88$) w porównaniu do mężczyzn ($4,5 \pm 2,99$; $p=0,0137$). Statystycznie istotnie różnice wykazano również, analizując cele stosowania produktów naturalnych. W populacji kobiet 13,0% (17 osób) zadeklarowało, że stosuje produkty naturalne w celu wspomagania odchudzania. W populacji mężczyzn żaden nie zadeklarował tego celu stosowania suplementów diety. Pozostałe odpowiedzi nie różnicowały grupy kobiet i mężczyzn.

Wśród ankietowanych 66% osób deklarowało, że nie cierpi na schorzenia wymagające stosowania leków. Pozostałe 34%, które chorowały na choroby przewlekłe takie jak np. nadciśnienie tętnicze czy wrzody żołądka, stosowały wspomaganie leczenia przez naturalne suplementy. Grupa 70% osób najczęściej suplementowała się w momencie wystąpienia dolegliwości, co odpowiadało wynikom dotyczącym celu stosowania suplementów. Ankietowani najczęściej stosowali suplementy diety w przypadku dolegliwości występujących okresowo, tj. przy spadku odporności (63,1%), zaburzeniach trawienia (54,3%), celem poprawy samopoczucia (35,9%), oczyszczenia organizmu (29,1%), poprawie koncentracji pamięci (24,3%), obniżeniu poziomu cukru i cholesterolu we krwi (11,7%), wspomagania odchudzania (9,7%) i uspokojenie, aby móc zasnąć (3,9%). Pozostałe wymieniane przyczyny jak np. wzmocnienie skóry, włosów i paznokci, działania przeciw zapaleniom błony śluzowej jamy ustnej, czy przyspieszenie gojenia się ran oraz w stłuczeniach były wskazywane przez mniej niż 3% osób.

Miejsce zamieszkania nie wpływało w sposób istotny na częstość stosowania suplementów diety pochodzenia naturalnego.

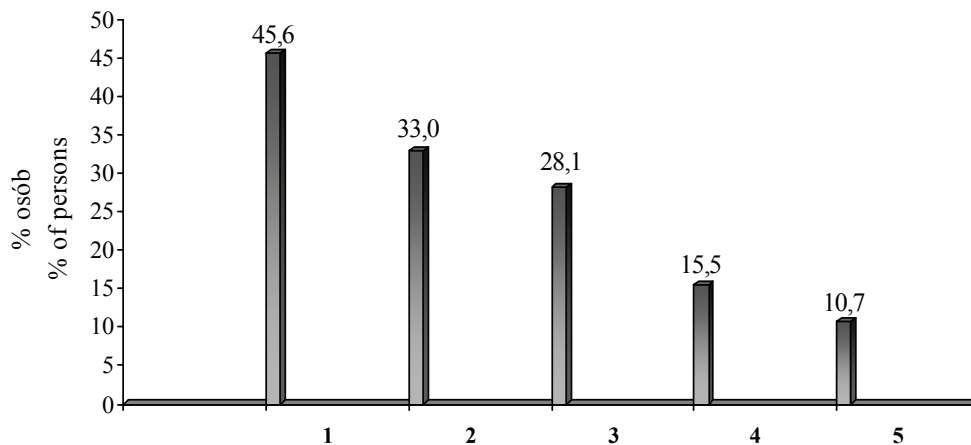
Najbardziej znanymi roślinami leczniczymi wśród badanych były: rumianek, mięta, melisa i czosnek (rys. 1), przy czym lepszą znajomością roślin leczniczych wykazały się badane kobiety. Wśród suplementów pochodzenia zwierzęcego, ankietowani najczęściej wymieniali tłuszcze zwierzęce, miód, mleko i jego przetwory, jaja kurze (rys. 2). Ankietowani zawsze prawidłowo określali cel, kiedy można je stosować.

Większość badanych (66,0%) nie знаła zagrożeń wynikających z niekontrolowanego przyjmowania naturalnych suplementów diety, co odpowiadało częstości doświadczania przez ankietowanych skutków ubocznych działania substancji naturalnych (u 91,3% badanych osób skutki uboczne nigdy nie wystąpiły). U tych osób, u których wystąpiły były to najczęściej bóle brzucha, bóle głowy, nudności, osłabienie, tachykardia, wysypka i przebarwienia na skórze oraz nieprzyjemny zapach z ust.



Rys. 1. Rośliny lecznicze najczęściej wymieniane przez badane osoby (1-rumianek, 2-mięta, 3-melisa, 4-czosnek, 5-szałwia, 6-cebula, 7-skrzyp, 8-dziurawiec, 9-pokrzywa, 10-kwiat lipy, 11-aloes, 12-żywakost, 13-malina).

Fig. 1. Medicinal herbs mentioned the most frequently by study persons (1-camomile, peppermint, 3-melissa, 4-garlic, 5-sage, 6-onion, 7-horsetail, 8-St. John's wort, 9-nettle, 10-linden flower, 11-aloe, 12-comfrey, 13-raspberry).

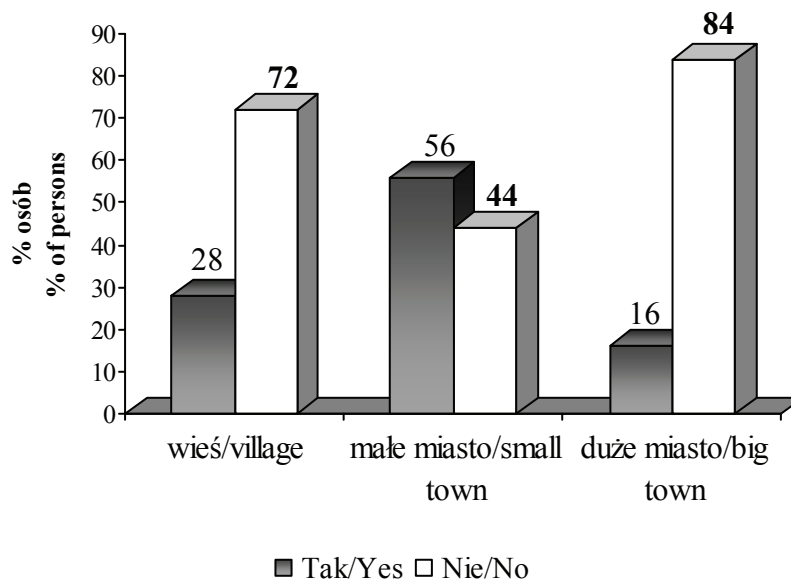


Rys. 2. Składniki pochodzenia zwierzęcego najczęściej wymieniane przez badane osoby (1-tran, 2-tłuszcze zwierzęce, 3-miód, 4-mleko i przetwory, 5-jajo kurze).

Fig. 2. Components of the animals origin mentioned the most frequently by study persons (1-fish oil, 2-animal's fats, 3-honey, 4-milk and milk products, 5-hen's egg).

Niefachowe źródła informacji, takie jak rozmowy z osobami niepowiązanymi z naukami medycznymi (39,8%), popularne czasopisma (43,7%), reklama (36,9%), czy Internet (27,2%), okazały się być podstawą wiedzy ankietowanych o substancjach naturalnych, stosowanych jako suplementy diety. Istotną różnicę statystyczną stwier-

dzono w wykorzystaniu reklamy jako źródła informacji w zależności od miejsca zamieszkania (większość mieszkańców małych miast, tj. ok. 56,0%, najczęściej korzystała z tego źródła informacji o działaniu naturalnych produktów leczniczych; $p < 0,05$) (rys. 3). Rozmowa z lekarzem lub farmaceutą i fachowa literatura, jako pewne źródła informacji o działaniu naturalnych suplementów diety wskazane zostały kolejno przez 45,6% oraz 33,0% całej populacji badanych. Prócz powyższych przyczyn zagrożeń związanych z niekontrolowanym przyjmowaniem suplementów naturalnych, także doświadczenie ubocznych skutków działania suplementów przez 8,7% badanych oraz występowanie schorzeń wymagających stosowania leków u 66,0% badanych, zwiększało ryzyko groźnych dla zdrowia powikłań.



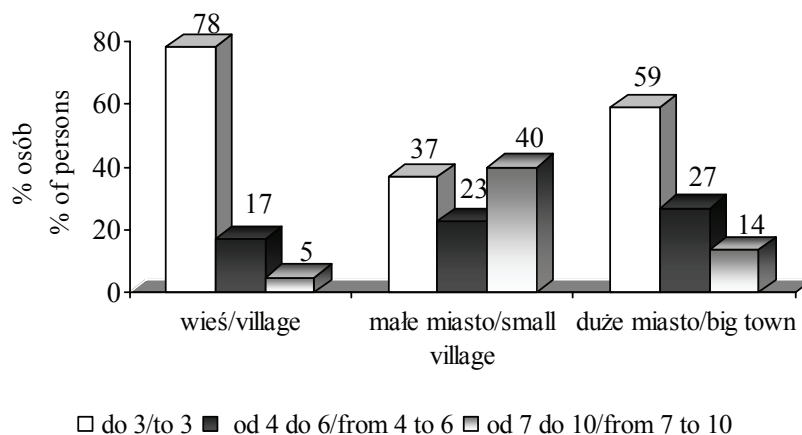
Rys. 3. Różnice w wykorzystaniu reklamy jako źródła informacji o produktach pochodzenia naturalnego przez badanych w zależności od miejsca zamieszkania ($p=0,0021$).

Fig. 3. Differences in the usage of advertisements as the information source about products of natural origin by study persons according to the place of residence ($p=0.0021$).

Najczęściej stosowanymi formami suplementów diety były herbatka (70,0% osób), syrop (52,4% osoby) i napar (48,5% osób), tabletki (42,7%), nalewki (32,0%), maść (29,1%), kompres (25,2%) i kapsułki (23,3%) czyli formy wyprodukowane przemysłowo, których stosowanie przynajmniej jednego z nich deklarowało 91,3% badanych. Produkty przyrządzane domowym sposobem wykorzystywało 72,8% osób, w tym 4,9% tylko te produkty. W związku z tym istotne okazało się przeanalizowanie dostępu do źródeł tych produktów.

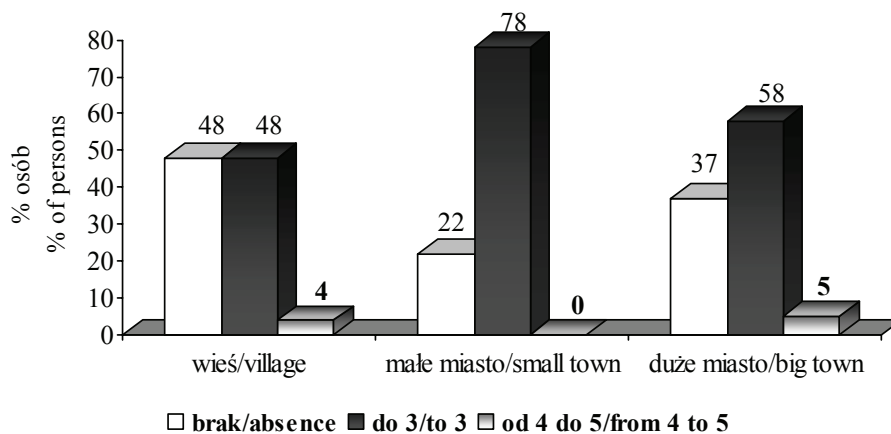
Ankietowani najczęściej wskazywali kolejno: apteki, sklepy zielarskie, supermarkety, jako źródła stosowanych przez nich suplementów diety. Są to, więc

źródła suplementów przygotowanych przemysłowo. Przeprowadzone wśród ankietowanych badania pokazały, że największy dostęp do źródeł, z których można uzyskać suplementy diety, zależności od miejsca zamieszkania, posiadali kolejno: mieszkańcy małych miast, dużych miast i mieszkańcy wsi (rys. 4 i 5).



Rys. 4. Różnice w liczbie aptek dostępnych dla badanych w zależności od miejsca zamieszkania ($p < 0,00001$).

Fig. 4. Differences between the number of drug-stores available for study persons, according to the place of residence ($p < 0.00001$).



Rys. 5. Różnice w liczbie sklepów zielarskich dostępnych dla badanych w zależności od miejsca zamieszkania ($p = 0,0384$).

Fig. 5. Differences between the number of the medicinal herb shops available for the study person according to the place of residence ($p = 0.0384$).

Wśród badanych 55,3 % osób twierdziło, że świadomie (42,7 % osób) lub nieświadomie (12,6 % osób) przekazuje swoje nawyki używania naturalnych suplementów diety na osoby z najbliższego otoczenia, czyli najczęściej na członków swojej rodziny. Uzasadniali to najczęściej przekonaniem o skuteczności działania, bezpieczeństwie (nieškodliwości) produktów naturalnych, sprawdzonym działaniem, brakiem konserwantów, niższą ceną oraz lepszym smakiem i dobrą tolerancją przez organizm w porównaniu do preparatów farmaceutycznych.

Cechą różnicującą badaną populację, biorąc pod uwagę płeć i miejsce zamieszkania, było jej wykształcenie. Kobiety oraz mieszkańcy dużych miast byli grupami najlepiej wykształconymi.

Dostępność wyrażona w liczbie aptek i sklepów zielarskich oraz związana z tym częstość stosowania naturalnych suplementów diety także zależały od miejsca zamieszkania. Najlepszy dostęp do naturalnych suplementów diety, deklarowali mieszkańcy małych miast. Ta sama grupa badanych najczęściej stosowała suplementację diety okazjonalnie, w razie wystąpienia dolegliwości.

Wykorzystanie reklamy jako głównego źródła informacji o suplementach diety najczęściej deklarowali mieszkańcy dużych miast.

Zjawisko samoleczenia prawdopodobnie związane jest z sytuacją utrudnionego dostępu badanych do lekarza, a zwłaszcza lekarza specjalisty. Według niektórych autorów [2, 7], jest to tendencja pozytywna, dlatego że prowadzi nie tylko do obniżenia kosztów leczenia, ale również zapewnia większy komfort osobom, które mają świadomość potrzeby i niezależności dbania o własne zdrowie [2]. Wyniki badań niniejszej pracy pokazały, że główną przyczyną powszechnego stosowania produktów naturalnych jako suplementów diety i substancji leczniczych jest przekonanie wśród badanych o skuteczności działania tego typu produktów oraz pewność bezpieczeństwa ich stosowania. Najczęściej badani sądzili, że tego typu produkty nie mają żadnych niebezpiecznych działań ubocznych. Ważnym argumentem za stosowaniem produktów naturalnych były również ich sprawdzone działanie, brak konserwantów, niska cena i dobra tolerancja przez organizm. Rzadziej wymieniane były: niezależność od decyzji lekarza oraz poleganie na własnej wiedzy i doświadczeniu.

Jeśli chodzi o częstość stosowania przemysłowo produkowanych suplementów diety typu preparatów witaminowo - mineralnych badania tego rodzaju były prowadzone w grupie dzieci i młodzieży. Według ich wyników stwierdzono, że spożycie tych produktów osiąga wielkość ok. 15 % wśród badanych [12, 13]. Jest to, więc w porównaniu do częstości stosowania suplementów pochodzenia naturalnego wartość znacznie mniejsza. Aby jednak móc dokładnie porównać częstość zjawiska suplementacji „sztucznej” i stosowania suplementów pochodzenia naturalnego należałoby wykonać badania na młodszej wiekowo grupie badanych.

Inne badania dowodzą, że daje się zaobserwować zjawisko coraz częstszego stosowania przez Polaków suplementów diety zawierających długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3, głównie w postaci kapsułek. Zjawisko to można nazwać sezonowym, nasilonym w okresie zimowym. Najczęściej kupowane są tłuszcze z grupy tranów, a powodem ich stosowania w dużej mierze jest zalecenie lekarskie [3]. Te wyniki pozostają w zgodzie z wynikami uzyskanymi w niniejszej pracy, gdyż tutaj badani także deklarowali stosowanie suplementów diety głównie okazjonalnie, w razie wystąpienia dolegliwości, a także, korzystając głównie z wiedzy przekazanej przez lekarza lub farmaceutę.

Najbardziej popularnymi formami przyjmowania roślinnych suplementów diety, wymienianymi w literaturze, są napary i herbatki [11]. Niniejsze badania potwierdzają tezę, że herbata i napar są jednymi z najczęściej stosowanych form przyjmowania substancji roślinnych. Warto jednak pamiętać, że zioła należą także do substancji, które mają zastosowanie we wzbogacaniu żywności [6]. Badania dotyczące częstości, przyczyn stosowania oraz źródeł wiedzy na temat produktów wzbogacanych przez młodzież szkół średnich, pokazały, że większość badanych (2/3 badanych) spożywa takie produkty, co koreluje z miejscem zamieszkania tych osób (mieszkańcy dużych miast stosują produkty wzbogacane najczęściej), większą aktywnością fizyczną oraz jednoczesnym stosowaniem suplementów diety. Osoby te spożywały produkty wzbogacane głównie ze względów zdrowotnych [4]. Wyniki badań w niniejszej pracy pokazują, że częstość stosowania suplementów diety wśród badanych także zależała od miejsca zamieszkania (suplementy diety najczęściej stosują mieszkańcy małych miast), co związane było głównie z dostępnością do źródeł tych produktów. Głównym celem spożywania przez badanych suplementów diety było zapobieganie występującym okazjonalnie dolegliwościom, przy czym badani stosowali te produkty kierując się głównie własną wiedzą na temat ich działania. Badania zespołu Kołajtis-Dołowy pokazały, że głównym źródłem wiedzy badanych odnośnie produktów wzbogacanych jest reklama [4]. Wyniki te są zgodne z wynikami z niniejszej pracy, gdzie stwierdzono, że reklama również była dominującym źródłem wiedzy badanych na temat działania suplementów diety.

Analiza pozwoliła na ocenę różnic statystycznie istotnych m.in. w zakresie wykształcenia w zależności od płci oraz od miejsca zamieszkania. Pokazała ona, podobnie jak w szeregu naukowych analizach statystycznych [8], że kobiety są lepiej wykształcone niż mężczyźni, a także mieszkańcy dużych miast mają lepsze wykształcenie. Dowiedziono również, że istnieją statystycznie istotne różnice między mieszkańcami wsi, małych i dużych miast, a dotyczą one dostępności do suplementów „gotowych”. Związane jest to z różną liczbą aptek i sklepów zielarskich w zależności od miejsca zamieszkania. Różnice stwierdzono także w częstości stosowania

suplementów naturalnych oraz w wykorzystaniu reklamy jako podstawowego źródła informacji o tych produktach.

Prace różnych zespołów badawczych nad częstością stosowania suplementacji witamin i składników mineralnych wykazały, że około 20% badanych wśród dorosłych stosuje suplementację diety [13], a wśród młodzieży ok. 50% badanych [10]. Niebezpieczne jest to, że, jak wynika z tych samych badań, 70% badanych jednocześnie z suplementami diety stosuje także produkty wzbogacane [10]. Stąd w tej grupie badawczej rośnie ryzyko przekroczenia limitu bezpiecznego spożycia. Badania prowadzone w wybranych krajach europejskich pokazały jednak, że zastosowanie takiej żywności nie przekracza 3% [6].

Niniejsze badania, pomimo że nie uwzględniły faktu jednoczesnego stosowania przez badanych żywności wzbogacanej, pokazały, że w przypadku stosowania suplementów „naturalnych”, tj. składników roślinnych i zwierzęcych, większość badanych stosowała je (ok. 98%), ale było to zjawisko, które w większości przypadków (ok. 70% badanych) występowało okresowo (okazjonalnie i w razie wystąpienia dolegliwości).

Wnioski

1. Badane kobiety, które były lepiej wykształcone od mężczyzn, wykazywały lepszą znajomość produktów roślinnych stosowanych jako suplementy diety oraz częściej niż mężczyźni stosowały je w celu odchudzenia.
2. Miejsce zamieszkania było istotnym czynnikiem mającym wpływ na:
 - a) częstość stosowania suplementów diety w sposób okazjonalny i w razie wystąpienia dolegliwości (dominuje w grupie mieszkańców małych miast);
 - b) dostęp do źródeł suplementów diety pochodzenia naturalnego (zakupy w aptekach, sklepach zielarskich (najlepiej wśród mieszkańców małych miast);
 - c) korzystanie z reklamy, jako głównego źródła informacji o suplementach diety (najczęściej mieszkańcy dużych miast).

Literatura

- [1] Hołderna-Kędzia E.: Suplementy diety i żywność funkcjonalna. II Kongres nt: Żywność, żywienie a zdrowie w Polsce zintegrowanej z Unią Europejską, Warszawa 2004. Post. Fitoter., 2004, 3 (13), 153-155.
- [2] Klaudel L.: Pogranicze pomiędzy lekiem a suplementem diety. Panacea Leki Ziołowe 2006, 2, 6-7.
- [3] Kolanowski W., Mówińska W.: Ocena jakości żywieniowej suplementów długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 obecnych na polskim rynku farmaceutycznym. Bromat. Chem. Toksykol. 2006, 39 (2), 155-164.
- [4] Kołajtis-Dołowy A., Pietruszka B., Chmara-Pawlińska R.: Produkty wzbogacane - spożywanie oraz źródła informacji wśród młodzieży z wybranych rejonów Polski. Bromat. Chem. Toksykol. 2004, 37, 149-154.


- [5] Krauze-Baranowska M.: Lek roślinny czy suplement diety? *Racjonalna Fitoterapia*. *Panacea Lekki Ziołowe* 2006, 3, 6-7.
- [6] Kunachowicz H., Troszczyńska A.: Żywność wzbogacana i suplementy witaminowo-mineralne a ich rola w prawidłowej diecie człowieka. *Now. Lek.*, 2005, 74 (4), 533-538.
- [7] Lutomski J.: Granice samoleczenia ziołowego. *Panacea* 2003, 1 (2), 10-13.
- [8] Mały rocznik statystyczny Polski 2007. Warszawa 2007. Zakład Wydawnictw Statystycznych.
- [9] Nazaruk J.: Surowce roślinne w żywności i kosmetykach – nowe trendy. *Farm. Pol.*, 2006, 62 (14), 659-666.
- [10] Pietruszka B., Kołajtis-Dołowy A., Chmara-Pawlińska R.: Suplementacja diety i spożycie produktów wzbogacanych w witaminy i/lub składniki mineralne przez młodzież w wieku 16-19 lat. *Żyw. Człow. Metab.* 2003, 30, 441-446.
- [11] Straburzyński G.: *Księga przyrodolecznictwa*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1997.
- [12] Szponar L., Rychlik E., Ołtarzewski M.: Spożycie witaminy C z diety i suplementów przez dzieci i młodzież w Polsce. *Ped. Pol.*, 2005, 80 (4), 372-380.
- [13] Szponar L., Stoś K., Ołtarzewski M.: Suplementy diety – możliwości ich wykorzystania w prewencji wybranych niedoborów żywieniowych. *Żyw. Człow. Metab.* 2004, 31, 252.
- [14] Szponar L., Stoś K., Ołtarzewski M.: Suplementy diety w żywieniu dzieci i młodzieży. *Ped. Współcz., Gastroenterol., Hepatol. Żyw. Dziecka*, 2007, 9 (1), 41-44.
- [15] Wolski T., Karwat I.D., Najda A.: Kontaminacja i suplementacja żywności a zdrowie. *Post. Fitoter.* 2005, 1 (15), 35-41.
- [16] Zarządzenie Ministra Zdrowia z dnia 24 maja 2005 r. w sprawie powołania Komisji ds. Kwalifikacji Produktów z Pogranicza.

EVALUATION OF THE NATURAL SUPPLEMENTS USAGE BY ADULTS FOR WHOLESOME PURPOSES

Summary

Supplements are used for making food more varied. Natural supplements like animal's and plant's products are very popular in our diet.

The aim of this study was the evaluation of natural supplements usage by adults for making their health better. The study group consisted of 107 adults from the Małopolska region was varied in their age, sex, place of their living, level of their education, interests and availability of natural supplements. The evaluation was based on the frequency and reason of using supplements. Knowledge about natural products, danger of its uncontrolled using and the family's members influence on frequency of supplements intake were analyzed. The questionnaire was implemented for data collection. For statistical evaluation the U Mann-Whitney test and ANOVA Kruskal-Wallis test were used. The results were as following: a) women were better educated than men; b) women used supplements for slimming more frequently; c) the place of living was the significant factor influencing on: occasionally usage of supplements and in case of discomfort; access to sources of supplements and the advertisements' usage as the main source of information about supplements.

Key words: supplementation, diet, supplements natural origin 

AGNIESZKA KABACIŃSKA, EWA BABICZ-ZIELIŃSKA

WPŁYW MARKI NA AKCEPTACJĘ CECH SENSORYCZNYCH JOGURTÓW

Streszczenie

Marka jest jednym z kryteriów wyboru, który odgrywa coraz większą rolę w zachowaniach nabywczych konsumentów na rynku produktów żywnościowych. Jak wykazały wielokrotne wcześniejsze badania, konsumenci nie zawsze są świadomi jej roli. Często uważają, że dokonują wyboru produktów zupełnie obiektywnie.

W przeprowadzonym badaniu obrano za cel weryfikację hipotezy, która zakładała, że niezależnie od deklaracji konsumenta, marka wpływa na ogólną akceptację produktu oraz na akceptację jego poszczególnych cech sensorycznych.

Do badań konieczny był produkt, którego rynek cechuje koncentracja silnych marek. Wybór padł na rynek jogurtów brzoskwiniowych. Metodą profilowania sensorycznego dokonano oceny pięciu marek wybranego produktu. Trzy spośród nich: Bakoma, Jogobella i Campina były spożywane często i cechowały się wysoką rozpoznawalnością. Dwie pozostałe: Maćkowy i marka handlowa Tesco były spożywane rzadko lub wcale. Badanie przeprowadzone przez 32 osobowy panel konsumencki polegało na ocenie 10 cech sensorycznych oraz na ocenie ogólnej akceptacji produktów. Najpierw panel konsumencki ocenił zakodowane próby, następnie odkodowane - ze znajomością marki.

Stwierdzono, iż znajomość marki produktu wpłynęła w znaczący sposób na ocenę sensoryczną jogurtów brzoskwiniowych.

Słowa kluczowe: akceptacja, marka, wyróżniki sensoryczne, metoda profilowania sensorycznego, jogurt.

Wprowadzenie

Właściwości sensoryczne produktu są traktowane jako główna determinanta wyborów konsumenckich. Jednak również inne czynniki, takie jak cena, stosunek do produktu, informacje o nim, odgrywają istotną rolę w procesie wyboru. Wpływ informacji o produkcie na wybory konsumenckie był szeroko analizowany [5, 7, 11], pokazując jej ważny wpływ na indywidualne oczekiwania i ocenę hedoniczną. Jedną z najczęściej występujących i najważniejszych informacji o produkcie jest nazwa marki [6].

Mgr inż. A. Kabacińska, prof. dr hab. E. Babicz-Zielińska, Katedra Handlu i Usług, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa, Akademia Morska w Gdyni, Ul. Morska 83-87, 81-225 Gdynia

Wpływ marki na wybór żywności, jej akceptację i oczekiwania konsumentów wykazano w wielu badaniach [3,4]. Dowiedziono, że marka miała zróżnicowany wpływ na zakup poszczególnych produktów spożywczych.

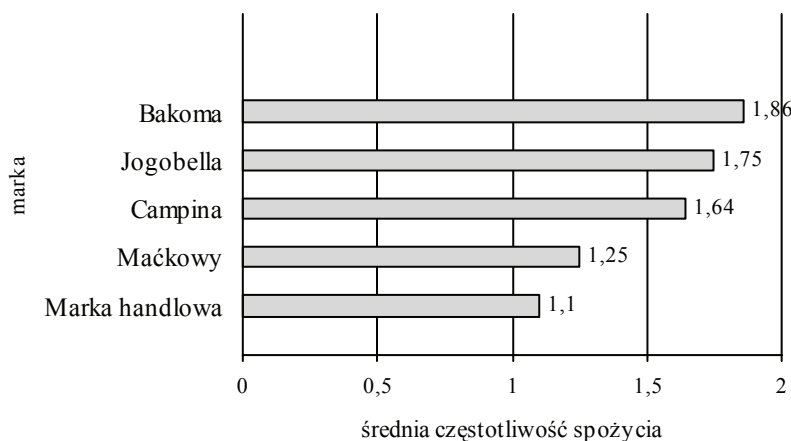
Można przypuszczać, że podobnie jak to ma miejsce podczas wyboru produktu tak i przy odbiorze cech sensorycznych marka wywiera wpływ na konsumenta. Weryfikacja hipotezy na powyższy temat była celem pracy.

Do badań konieczny był produkt, którego rynek cechuje koncentracja silnych marek oraz wysoka spontaniczna znajomość marki przez konsumentów. Opierając się na opracowaniach innych autorów stwierdzono, iż marki soków, czekolad i produktów mlecznych zajmują najwyższe pozycje zarówno w jednym jak i drugim przypadku [10]. Wybór padł na rynek jogurtów.

Material i metody badań

Przed przystąpieniem do oceny należało określić najczęściej spożywane smaki jogurtów i ich marki. Badanie ankietowe przeprowadzono w 150 osobowej grupie studentów.

Do oceny przyjęto pięć marek jogurtów brzoskwiniowych. Trzy spośród nich: Bakoma, Jogobella i Campina były spożywane często i cechowały się wysoką rozpoznawalnością. Dwie pozostałe: Maćkowy i marka handlowa Tesco były spożywane rzadko lub wcale (rys. 1).



Rys. 1. Marki jogurtów najczęściej spożywane przez respondentów.

Fig. 1. The brands of yogurts most frequently eaten by consumers.

Ocenę akceptacji przeprowadził 32 osobowy panel konsumencki. Wcześniejsze szkolenie w zakresie stosowania metody profilowej pozwoliło na potraktowanie grupy jako zespołu oceniających zgodnie z normą ISO [9].

Badanie polegało na ocenie 10 cech sensorycznych wybranych zgodnie z normą ISO [4] oraz na ocenie ogólnej akceptacji produktów. Najpierw panel konsumencki ocenił zakodowane próby, następnie odkodowane - ze znajomością marki.

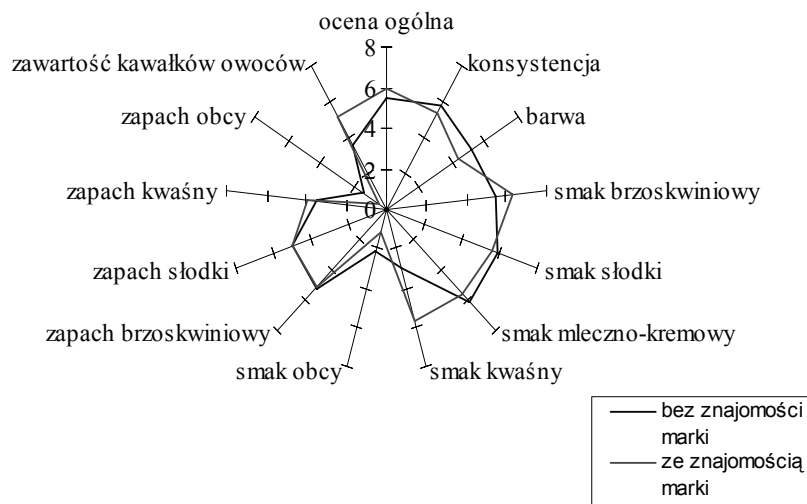
Ze względu na charakter badań (ocenę ze znajomością i bez znajomości marki) zamiast deskryptora „wygląd ogólny” zastosowano „ocenę ogólną”. Stanowiła ona ogólną akceptację badanych produktów w oparciu o wszystkie uwzględnione deskryptory zapachu, smaku, barwy i konsystencji.

Badający podawali swoją ocenę na kartach ze skalą liniową 10 cm (przyjętą następnie jako 10 jednostek umownych), niestrukturowaną z oznaczeniami na obu jej końcach: na lewym (0 jednostek) „bardzo nie lubię” i na prawym (10 jednostek) „bardzo lubię” [2, 8]. W przypadku oceny smaku i zapachu obcego oznaczeniami brzegowymi były: „niewyczuwalny - bardzo intensywny”.

Najbardziej rozpowszechnionym sposobem graficznym przedstawiania wyników uzyskanych metodą profilowania sensorycznego są wykresy biegunowe, w oparciu o które prowadzić można interpretację wyników [1, 8].

Wyniki i dyskusja

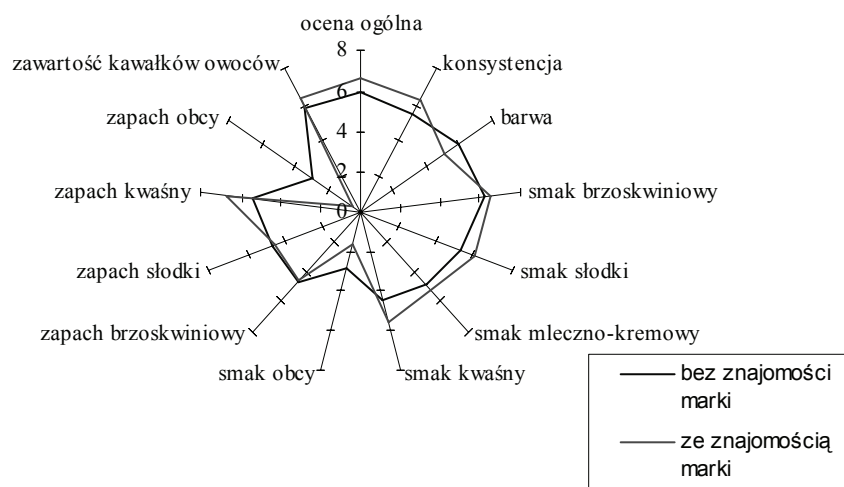
Rys.: 2, 3, 4, 5 i 6 obrazują, w jaki sposób kształtowała się ocena jogurtów poszczególnych marek w badanej grupie, przed odkodowaniem prób oraz po ich odkodowaniu.



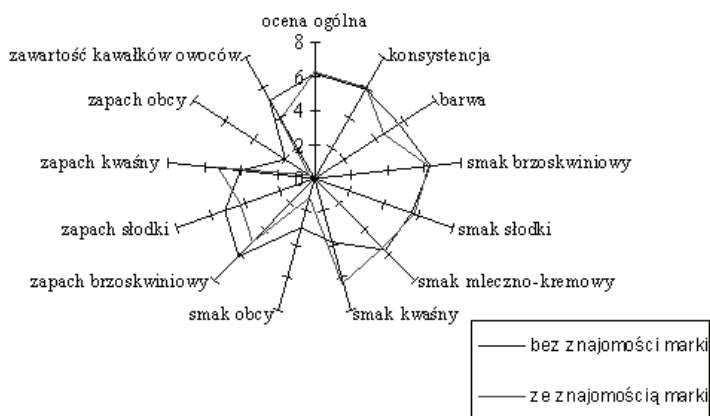
Rys. 2. Akceptacja jogurtu brzoskwiniowego marki Bakoma bez znajomości i ze znajomością marki.
Fig. 2. The acceptance of peach yogurt (Bakoma brand) with and without the knowledge of the brand.

Jogurt brzoskwiinowy Bakoma został po odkodowaniu ogólnie oceniony lepiej. Największe zmiany w poszczególnych ocenach to zdecydowany wzrost akceptacji dla smaku kwaśnego i dla zawartości kawałków owoców oraz spadek wyczuwalności zapachu i smaku obcego (rys. 2).

Po odkodowaniu jogurtu brzoskwiinowego Jogobella wzrosła akceptacja większości wyróżników przy jednoczesnym spadku wyczuwalności smaku i zapachu obcego. Przełożyło się to również w tym przypadku na wzrost ogólnej akceptacji (rys. 3).

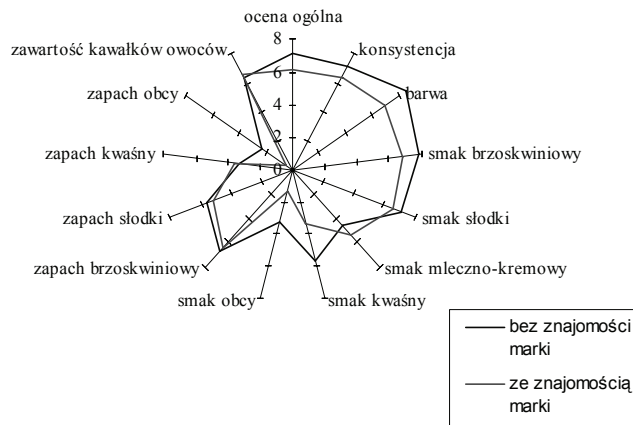


Rys. 3. Akceptacja jogurtu brzoskwiinowego marki Jogobella bez znajomości i ze znajomością marki.
Fig. 3. The acceptance of peach yogurt (Jogobella brand) with and without the knowledge of the brand.

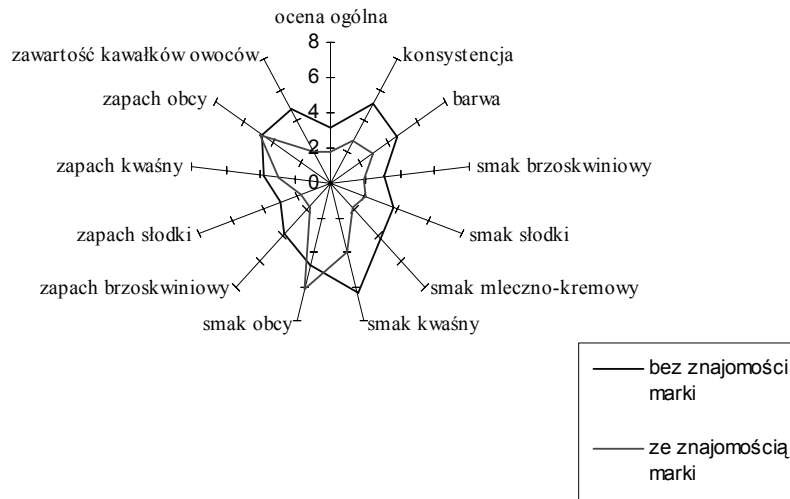


Rys. 4. Akceptacja jogurtu brzoskwiinowego marki Campina bez znajomości i ze znajomością marki.
Fig. 4. The acceptance of peach yogurt (Campina brand) with and without knowledge of the brand.

Odkodowanie próbek jogurtu brzoskwiowego Camping spowodowało spadek akceptacji dla zawartości kawałków owoców, zapachu i smaku brzoskwiowego, smaku słodkiego i barwy. Z tego powodu mimo jednoczesnego spadku wyczuwalności smaku i zapachu obcego oraz większej akceptacji smaku i zapachu kwaśnego uzyskał on ocenę ogólną jedynie nieznacznie większą (rys. 4).



Rys. 5. Akceptacja jogurtu brzoskwiowego marki Maćkowy bez znajomości i ze znajomością marki.
Fig. 5. The acceptance of peach yogurt (Mackowy brand) with and without the knowledge of the brand.



Rys. 6. Akceptacja jogurtu brzoskwiowego marki handlowej Tesco bez znajomości i ze znajomością marki.
Fig. 6. The acceptance of peach yogurt (commercial brand Tesco) with and without the knowledge of the brand.

Obydwa rzadko spożywane jogurty uzyskały po odkodowaniu ocenę ogólną niższą niż przed odkodowaniem. Ocena jogurtu Maćkowy była jednak obiektywnie i tak bardzo wysoka. Podobnie jak w przypadku jogurtów często spożywanych stwierdzono spadek wyczuwalności smaku i zapachu obcego. Decydujący okazał się spadek akceptacji większości pozostałych cech sensorycznych (rys. 5).

Jogurt brzoskwiniowy marki handlowej Tesco wypadł w ocenie sensorycznej naj słabiej podobnie jak w przypadku badania częstotliwości spożycia. Jego cechy sensoryczne zostały zarówno przed jak i po odkodowaniu ocenione bardzo nisko. Po odkodowaniu wzrosła wyczuwalność smaku i zapachu obcego (rys. 6).

Wnioski

1. Stwierdzono, iż znajomość marki produktu wpłynęła w znaczący sposób na ocenę sensoryczną jogurtów brzoskwiniowych.
2. Po odkodowaniu marek często spożywanych nastąpił wzrost ich akceptacji. Po odkodowaniu marek rzadko spożywanych akceptacja spadła.

Literatura

- [1] Baryłko-Pikielna N.: Nowe i znowelizowane metody analizy sensorycznej stosowane w pracach badawczych nad żywnością, Postęp w analizie żywności, Warszawa 1990, tom 2, 1-13.
- [2] Baryłko-Pikielna N.: Sensoryczna ocena profilowa i ocena konsumenta w opracowywaniu nowych produktów żywnościowych, Materiały konferencji „Ford Produkt Development – Opracowywanie nowych produktów żywnościowych” Akademia Rolnicza, Poznań, 1995, 207-220.
- [3] Cardello A.V., Bell R., Kramer F.M.: Attitudes of consumers toward military and other institutional foods, *Food Quality and Preference*, 1996, 7, 7-20.
- [4] Cheng H.W., Clarke A.D., Heymann H.: Influence of selected marketing factors on consumer response to restructured beef steaks: a conjoint analysis, *Journal of Sensory Studies*, 1990, 4(3), 165-178.
- [5] Deliza R., Mac Fie H.J.H.: The generation of sensory expectation by external cues and its effects on sensory perception and hedonic ratings: a review, *Journal of Sensory Studies*, 1996, 11, 103-128.
- [6] Guerrero L.: Does the consumer read and understand the product information? Product information and acceptability, Air-Cat Workshop, Lillehammer 1995.
- [7] Kahkonen P., Tuorila H., Rita H.: How information enhance acceptability of a low-fat spread, *Food Quality and Preference*, 1996, 7(2), 87-94.
- [8] Matuszewska I.: Przydatność sensorycznej metody profilowej w interpretacji preferencji konsumentów wybranych produktów, *Żywność. Technologia. Jakość*, 1998, 1(14), 5-21.
- [9] PN ISO 11035: Sensory analysis – Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach. 1999.
- [10] PN ISO 6564: Sensory analysis – Methodology – Flavour profile methods. 1999.
- [11] Solheim R., Lawless T.: Consumer purchase probability affected by attitude towards low-fat foods, liking, private body consciousness and information on fat and price, *Food Quality and Preference*, 1996, 7, 137-143.

THE INFLUENCE OF BRAND ON THE ACCEPTANCE OF YOGURTS

S u m m a r y

The brand is one of the selection criteria which plays an increasing role in consumers' purchasing behaviour on the market of food products. As previous numerous studies have shown, the consumers are not always conscious of the role of the brand. They often think that they choose products totally objectively.

The main aim of the study was to verify the hypothesis which assumed that irrespectively of the consumer's declarations, the brand influences the general acceptance of the product as well as the acceptance of its separate sensory attributes.

It was necessary to select a product whose market was characterized by a concentration of strong brands. The market of peach yogurts was selected. Five brands of the selected product were evaluated using the sensory profiling method. Three of them: Bakoma, Jogobella and Campina were often eaten and were characterized by strong brand recognition. Two other: Mackowy and commercial brand Tesco were rarely or not at all eaten. The study carried out by 32-persons consumer panel was based on the evaluation of 10 sensory attributes (relating to taste, smell, and colour) as well as the general evaluation of products' acceptance. At first the consumer panel evaluated the encoded tests, and then the decoded ones – with the knowledge of the brand.

It has been concluded that the knowledge of the brand of the product significantly influenced the sensory evaluation of peach yogurts.

Key words: acceptance, brand, sensory attributes, sensory profiling, yogurt. ☒

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOSCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP oraz w Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na 15 lipca 2009 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 27 maja 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu znakowania nieprzeznaczonych bezpośrednio dla konsumenta finalnego niektórych grup i rodzajów opakowanych artykułów rolno-spożywczych lub artykułów rolno-spożywczych bez opakowań (Dz. U. 2009 r. Nr 92, poz. 758).

Został ustalony szczegółowy zakres i sposób znakowania następujących artykułów rolno-spożywczych:

- głęboko mrożone środki spożywcze nieprzeznaczone bezpośrednio dla konsumenta finalnego znakuje się na opakowaniu, pojemniku lub załączonej etykiecie,
- zagęszczony sok owocowy nieprzeznaczony bezpośrednio dla konsumenta finalnego znakuje się na opakowaniu, na załączonej etykiecie lub w dokumentach towarzyszących opakowaniu,
- miód filtrowany i miód piekarniczy znakuje się na pojemniku do jego przewożenia luzem, opakowaniu lub w dokumentach handlowych,
- kazeinę kwasową spożywczą, kazeinę podpuszczkową spożywczą oraz kazeiny spożywcze, nieprzeznaczone bezpośrednio dla konsumenta finalnego, znakuje się na opakowaniu, pojemniku lub załączonej etykiecie,

- jaja wyprodukowane na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej nieprzeznaczone bezpośrednio dla konsumenta finalnego.
- 2. Ustawa z dnia 21 grudnia 1990 r. o zawodzie lekarza weterynarii i izbach lekarsko-weterynaryjnych (Dz. U. 2009 r. Nr 93, poz. 767).
Został ogłoszony jednolity tekst ustawy z dnia 21 grudnia 1990 r. o zawodzie lekarza weterynarii i izbach lekarsko-weterynaryjnych.
- 3. Ustawa z dnia 22 maja 2009 r. o funduszach promocji produktów rolno-spożywczych (Dz. U. 2009 r. Nr 97, poz. 799).
Ustawa reguluje tworzenie, zadania, zasady finansowania, organizację i funkcjonowanie funduszy promocji produktów rolno-spożywczych. W celu wspierania marketingu rolnego, wzrostu spożycia i promocji produktów rolno-spożywczych tworzy się następujące fundusze promocji: Fundusz Promocji Mleka, Fundusz Promocji Mięsa Wieprzowego, Fundusz Promocji Mięsa Wołowego, Fundusz Promocji Mięsa Końskiego, Fundusz Promocji Mięsa Owczego, Fundusz Promocji Ziarna Zbóż i Przetworów Zbożowych, Fundusz Promocji Owoców i Warzyw, Fundusz Promocji Mięsa Drobiowego, Fundusz Promocji Ryb.
- 4. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 15 czerwca 2009 r. w sprawie połączenia Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, Instytutu Przemysłu Cukrowniczego oraz Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego (Dz. U. 2009 r. Nr 99, poz. 831).
Zostały połączone następujące jednostki badawczo-rozwojowe: Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, Instytut Przemysłu Cukrowniczego oraz Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego. Połączenie jednostek nastąpiło przez włączenie Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego oraz Instytutu Przemysłu Cukrowniczego do Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego. Jednostka powstała w wyniku połączenia jednostek zachowuje nazwę Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 581/2009 z dn. 3 lipca 2009 r. zmieniające załącznik I do rozporządzenia Rady (EWG) nr 2377/90 ustanawiającego wspólną procedurę dla określania maksymalnego limitu pozostałości weterynaryjnych produktów leczniczych w środkach spożywczych pochodzenia zwierzęcego w odniesieniu do gamitromycyny (Dz. Urz. UE L 2009 r. Nr 175, s. 3).
Został określony nowy maksymalny limit pozostałości gamitromycyny w tłuszczu, wątrobie i nerce bydła.
2. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 582/2009 z dn. 3 lipca 2009 r. zmieniające załącznik I do rozporządzenia Rady (EWG) nr 2377/90 ustanawiającego wspólno-

towa procedurę dla określania maksymalnego limitu pozostałości weterynaryjnych produktów leczniczych w środkach spożywczych pochodzenia zwierzęcego w odniesieniu do diklofenaku (Dz. Urz. UE L 2009 r. Nr 175, s. 5).

Został określony nowy maksymalny limit pozostałości diklofenaku w mięsie, tłuszczu, wątrobie, nerce, mleku bydła oraz mięsie, skórze, wątrobie, nerce trzody chlewnej. ☒

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR

WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOŚCI

Prezentujemy 38. część haseł Współczesnego leksykonu wiedzy o żywności. Druk leksykonu rozpoczęliśmy w *Żywności* nr 3 (28), 2001.

ADDUKT / ADDUCT – indywidualne chemiczne – połączenie dwóch lub więcej związków chemicznych, na skutek tworzenia się między nimi wiązań wodorowych lub innego rodzaju oddziaływań międzycząsteczkowych

DEKSTRYNY GRANICZNE / LIMITET DEXTRIN – rozgałęzione cząsteczki złożone z ośmiu jednostek glukozy połączonych przez jedno lub więcej wiązań glikozydowych α 1-6

FOTOLIAZA DNA / PHOTOLYASE OF DNA – enzym występujący u wszystkich organizmów z wyjątkiem ssaków łożyskowych, rozcina wiązania kowalencyjne biorące udział w tworzeniu dimerów tymina-tymina. Enzym ten jest aktywowany przez światło widzialne o długości fali 400-600 nm

GLOBOZYDY / GLOBOSIDE – są to ceramidozowe oligosacharydy, które zawierają co najmniej dwie cząsteczki galaktozy, glukozy lub N-acetylogalaktozaminy przyłączone do ceramidu. Są one obecne w surowicy krwi, śledzionie, wątrobie i erytrocytach

KWAS FITANOWY / PHYTANIC ACID – prekursorem jest prawdopodobnie chlorofil, a dostarczany jest do organizmu człowieka z mlekiem krowim i tłuszczami zwierzęcymi. Gromadzi się w organizmie osób chorych (choroba

Refsuma). Nie może podlegać β -oksydacji, gdyż zawiera grupę metylową w pozycji β

LUTEINA / LUTEINE – jeden z najbardziej rozpowszechnionych ksantofilii, tj. karotenoidów, znajdujących się w większości roślin, niektórych algach, żółtku jaja i ciała żółtym. Jest antyoksydantem i stanowi naturalny filtr ochronny siatkówki oka przed promieniowaniem UV i UVB

MUTAZA / MUTASE – enzym przenoszący grupy pomiędzy atomami w obrębie jednej cząsteczki

REASOCJACJA DNA / REASSOCIATION OF DNA – nici podwójnej spirali DNA wykazują wyjątkową zdolność do oddzielania się od siebie – dysocjacji i powtórnego łączenia się – reasocjacji. W celu wystąpienia asocjacji denatrowane komplementarne nici DNA muszą znajdować się w takim ułożeniu, aby nastąpił kontakt początkowych par. Po tym jak sparowanie nastąpi na krótkim początkowym odcinku, następuje szybki proces denaturacji pozostałej cząsteczki DNA, podobnie jak zapinanie zamka błyskawicznego

SELENOID / SELENOID – substancja występująca w jądrze komórkowym, zbudowana z 8 histonów tworzących oktamer histonowy oraz zespiralizowanego łańcucha DNA. Selenoid wraz z białkami niehistonowymi jest częścią składową chromosomów

TYROZYNIEMIA / TYROSINEMIA – choroba genetyczna będąca skutkiem recesywnej mutacji autosomalnej. Istnieją dwie postaci choroby: tyrozyzemia I, w której efektem tej mutacji jest brak enzymu hydroksylazy fumaroloacetoctanowej (FAH) oraz tyrozyzemia II z niedoborem aminotransferazy tyrozyznowej. W moczu chorego pojawia się nadmiar tyrozyzyny i jej metabolitów. Skutkiem jest opóźnienie rozwoju umysłowego i uszkodzenie narządu wzroku, także uszkodzenie wątroby z rozwojem raka wątroby oraz uszkodzenie nerek z krzywicą hipofosfatemiczną. Leczenie: dieta uboga w tyrozyznę i fenyloalaninę

ŻYWIENIE POZAJELITOWE / PARENTERAL NUTRITION – jedna z form leczenia żywieniowego, które polega na podawaniu składników odżywczych: węglowodanów, i tłuszczów, białka, wody, elektrolitów oraz pierwiastków śladowych drogą dożylną ☒

NOWE KSIĄŻKI

Advances in Food Dehydration

[Postępy w odwadnianiu żywności]

Ratti c.

Wydawnictwo: CRC Press Inc , 2008, ISBN 978-1-4200-5252-7, stron 568, cena € 113,40

Zamówienia: www.crcpress.com

Dehydratacja jest tradycyjną metodą konserwacji żywności, w której w ostatnich dekadach dokonał się znaczący postęp, będący wynikiem nowych metod odwadniania, nowoczesnych technik analitycznych i ulepszonego modelowania matematycznego. W książce zawarto praktyczną wiedzę pozwalającą na zrozumienie dehydratacji oraz przedstawiono najnowsze jej zastosowania w przemyśle spożywczym. Autor omówił zmiany strukturalne i fizykochemiczne, które zachodzą w żywności podczas dehydratacji oraz przedstawił sposoby optymalizacji procesu. Książka zawiera również wyniki badań wpływu suszenia na związki odżywcze, zasady odwadniania żywności i oddziaływania na drobnoustroje podczas suszenia oraz ich stabilność podczas przechowywania. Ponadto opisane zostały niekonwencjonalne źródła ciepła takie, jak: mikrofalę, podczerwień i częstotliwości radiowe.

Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods

[Technologie opakowań inteligentnych przeznaczonych do produktów szybkiego spożycia]

Kerry J., Wiley J. & Sons

Wydawnictwo: CRC Press Inc , 2008, ISBN 978-0-470-02802-5, stron 360, cena € 86,30

Zamówienia: www.crcpress.com

Wyzwaniem dla przemysłu opakowań jest opracowanie i wprowadzenie na rynek nowych i ulepszonych produktów. Opakowania inteligentne to szeroki termin, który

obejmuje zarówno inteligentne, jak też aktywne opakowania i odnosi się do opakowania, które nie tylko zawiera, chroni i informuje o produkcie. Jest to kompleksowy system opakowań, które współdziałają z produktem żywnościowym, zwiększając jego bezpieczeństwo zdrowotne, tym samym zapewniając wyższą jakość i dłuższy okres przechowywania lub większą wygodę użytkowania. Książka dokumentuje najnowsze postępy i zastosowania technologii opakowań inteligentnych. Jest przeznaczona dla studentów, naukowców i badaczy zajmujących się różnymi aspektami opakowań (szczególnie opakowań żywności i napojów). Książka zainteresuje również profesjonalistów pracujących w działach badawczo-rozwojowych firm spożywczych albo dostawców rozwiązań i zastosowań dotyczących opakowań.

Substancje dodatkowe w przetwórstwie mięsa

Uchman W. (pod red.)

Wydawnictwo: Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań 2008, ISBN 9788371604973, stron 320, cena 57,00 zł

Autorzy książki skupili się na następujących zagadnieniach: emulgowanie i jego rola w przetwórstwie mięsa, właściwości żelujące białek i metody ich oceny, rola substancji dodatkowych w przetwórstwie mięsa, substancje dodatkowe a jakość i trwałość wyrobów mięsnych, charakterystyka substancji utrwalających, modyfikacja smakowitości wyrobów mięsnych, proces tworzenia i modyfikowania barwy wyrobów mięsnych, hydrokoloidy jako substancje modyfikujące jakość, zastosowanie preparatów białkowych, skrobia natywna i modyfikowana, fosforany i ich funkcje technologiczne w mięsie, zamienniki tłuszczu stosowane w technologii mięsa, prawne aspekty stosowania substancji dodatkowych.

Sensoryczna ocena jakości żywności

Babicz-Zielińska E., Rybowska A., Obniska W.

Wydawnictwo: Akademia Morska, Gdynia 2008, ISBN: 83-74210386, stron 166, cena 29,07 zł

Cechy sensoryczne są podstawowym czynnikiem decydujących o wyborze żywności i jej spożyciu. Coraz bardziej wymagający rynek żywności sprawia, że wprowadzenie nowych czy też utrzymanie już obecnych produktów na rynku wymaga ze strony producenta stałego doskonalenia i podnoszenia standardów jakościowych. Zastosowanie analizy sensorycznej pozwala na stałe monitorowanie (kontrolę jakości) zarówno przy opracowywaniu nowych, jak i ulepszaniu już istniejących produktów. Jest to możliwe

dzięki wykorzystaniu człowieka jako elementu analitycznego. Książka obejmuje swoim zakresem między innymi analizę sensoryczną, konsumencką ocenę jakości, ocenę jakości towarów i usług. Składa się z trzech części. W pierwszej omówiono funkcjonowanie aparatu zmysłów, w drugiej – metody stosowane w analizie sensorycznej. Część trzecia dotyczy zagadnień doświadczalnych i stanowi podstawę do przeprowadzenia ćwiczeń z przedmiotu.

Opracował: *Stanisław Popek*

TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 19 Nr 4

wrzesień 2009

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Oddział Wielkopolski

W dniach 26 czerwca - 1 lipca 2009 r., w Poznaniu, odbyła się XXXIX Sesja Komitetu Nauk o Żywności PAN nt. „Postęp w wytwarzaniu i ocenie żywności”. Organizatorami Konferencji byli: Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu oraz Oddział Wielkopolski PTTŻ. Na program Konferencji złożyły się: sesja plenarna, na której wygłoszono 4 wykłady oraz obrady w 4 sekcjach, w których wygłoszono 39 referatów i zaprezentowano 178 posterów. W sesji uczestniczyło 220 osób.

Oddziały PTTŻ

W II kwartale bieżącego roku w Oddziałach PTTŻ odbyły się wybory nowych zarządów. Prezesami Oddziałów, wybranymi na VIII kadencję, zostali:

- Oddział Gdański: dr hab. Maria Śmiechowska, prof. AM,
- Oddział Małopolski: dr hab. inż. Grażyna Jaworska, prof. UR,
- Oddział Lubelski: dr inż. Joanna Stadnik,
- Oddział Łódzki: prof. dr hab. Lucjan Krala,
- Oddział Olsztyński: dr hab. inż. Katarzyna Majewska, prof. UWM,
- Oddział Warszawski: dr inż. Dorota Nowak,
- Oddział Wielkopolski: Dr hab. Grażyna Lewandowicz,
- Oddział Wrocławski: dr hab. inż. Agnieszka Kita.

WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE KONFERENCJE NAUKOWE W 2009 r.

Wrzesień

- 24 – 25 **WROCLAW, IV Międzynarodowa Konferencja z cyklu” “Quality and safety in food production chain”**. Organizator: Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.
Kontakt: tel./fax: (071) 32 05 140; www..up.wroc.pl

Listopad

- 25 – 26 OLSZTYN, Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Promocyjna “Żywność regionalna i tradycyjna – aspekty surowcowe, technologiczne i ekonomiczne”.**
Organizator: Centrum Badań Żywności Naturalnej i Tradycyjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Samorząd Województwa Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Komitet Nauk o Żywności Polskiej Akademii Nauk
Kontakt: tel.: (089) 523 43 22; e-mail: klepak@uwm.edu.pl

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 4 (65)/2009 Biuletynu podano według stanu informacji do 1 sierpnia 2009 r. Materiały do Nr 5(65) /2009 prosimy nadsyłać do 1 października 2009 r. na adres Redakcji Czasopisma.

KOMUNIKAT

Informujemy P.T. Autorów, że aktualne *Informacje dla Autorów oraz wymagania redakcyjne* publikujemy na stronie **www.pttz.org**

CONTENTS

From the Editor	3
<i>Aneta Prędka, Anna Gronowska-Senger</i> : Antioxidant properties of selected vegetables from organic and conventional system of cultivation in reducing oxidative stress.....	9
<i>Marzanna Heś, Józef Korczak, Jan Pyrcz, Ryszard Kowalski</i> : Influence of lipid stabilization on the retention of available lysine and methionine in stored raw polish sausage	19
<i>Krzysztof Lipiński, Jan Tywończuk, Andrzej Siwicki</i> : Effect of dietary (mannan) oligosaccharides on health status and meat quality of broiler chickens	26
<i>Eugeniusz R. Grela, Edyta Kowalczyk</i> : Content of nutrients and fatty acid composition in meat and pork-butcher's meat from organic pig production	34
<i>Ewa Flaczyk, Danuta Górecka, Joanna Kobus, Krystyna Szymandera-Buszk</i> : The influence of inulin addition as fat substitute on reducing energy value and consumer acceptance of model pork eatballs	41
<i>Marzena Jeżewska-Zychowicz</i> : Acceptance of genetic modification in production of food with increased content of vitamin and minerals	47
<i>Aneta Koronowicz, Joanna Dulińska-Litewka, Paweł Pisulewski, Piotr Laidler</i> : Effect of lipids originating from egg yolk enriched with conjugated linoleic acid isomers on proliferation of mammary cancer cells	55
<i>Eleonora Lampart-Szczapa, Piotr Konieczny, Izabela Kossowska, Małgorzata Nogala-Kałucka, Renata Zawirska-Wojtasiak, Anna Hoffmann</i> : Sensory attributes in relation to tannin content in fermented and extruded lupin preparations	62
<i>Małgorzata Nogala-Kałucka, Eleonora Lampart-Szczapa, Inga Krzyżostaniak, Aleksander Siger</i> : Native antioxidant biocomponents of lupin preparations	70
<i>Julita Reguła</i> : Nutritive value and organoleptic properties of cookies with the addition of dried shiitake mushroom (<i>lentinula edodes</i>)	79
<i>Andrzej Kot, Stanisław Zaręba, Lucyna Wyszogrodzka-Koma</i> : Assessment of lead contamination in cereals, cereal products and potatoes from lublin region	86
<i>Jan Pikul, Małgorzata Nogala-Kałucka, Aleksander Siger</i> : The profile of tocochromanols in selected dairy products with addition of plant oils	92
<i>Krzysztof Baranowski, Elżbieta Baca, Agnieszka Salamon, Dorota Michałowska, Dorota Meller, Marcin Karaś</i> : Possibilities of retrieving and making a practical use of phenolic compounds from the waste products: blackcurrant and chokeberry pomace and spent hops	100
<i>Joanna Kobus, Ewa Flaczyk, Zbigniew Krejpcio, Halina Staniek</i> : The effect of vegetation period on contents of elements affecting antioxidant capacity of extracts from Ginkgo Biloba L	110

<i>Mirosław Krośniak, Maciej Gąstoł, Przemysław Banach, Anna Pytel: Qualitative parameters of grapes grown in southern Poland</i>	116
<i>Elżbieta Baca, Krystyna Skibniewska, Krzysztof Baranowski, Janusz Zakrzewski, Elżbieta Słowik, Dorota Meller, Marcin Karaś, Małgorzata Mielcarz: The influence of technological conditions of bread production on a degree of phytic acids' decomposition</i>	122
<i>Małgorzata Woźniak, Katarzyna Ostrowska, Łukasz Szymański, Katarzyna Wybieralska, Ryszard Zieliński: Antiradical activity of sage and rosemary extracts</i>	133
<i>Anna Czech, Agnieszka Malik, Iwona Pitucha, Aleksandra Woźnica: Comparison of bioactive compound contents in red wines from different European countries</i>	142
<i>Waldemar Żyngiel, Halina Kolenda: The influence of high pressures on content of saccharides in pressurized carrot juices</i>	149
<i>Grzegorz Mielcarz, Aleksander Barinow – Wojewódzki, Krzysztof Linke: Effect of red wine extract supplementation on antioxidant and fibrynolytic properties in people</i>	163
<i>Jacek Aniola, Joanna Le Thanh, Grażyna Lewandowicz: The estimation of digestibility of a new physically modified starch preparation in research on the rats</i>	170
<i>Zbigniew Krejpcio, Rafał W. Wójciak, Halina Staniek, Julia Wiśniewska: Effect of dietary supplementation with inulin-type fructans and chromium(III) on magnesium metabolic indices in rat</i>	175
<i>Sławomir Lewicki, Dariusz Rattman, Tomasz Kurył, Marek Snochowski, Bogdan Dębski: The effect of chromium (III) on fatty acid metabolism and insulin path related gene expression in mouse myocytes cell line C2C12</i>	183
<i>Ewa Zimna-Walendzik, Agnieszka Kolmaga, Elżbieta Tafalska: Lifestyle – physical activity and nutritional preferences of children leaving primary school</i>	195
<i>Jan Gawęcki, Marta Twardowska, Dorota Łoboda: Beverage consumption habits among academic youth – initial studies</i>	204
<i>Joanna Bajerska, Małgorzata Woźniewicz, Jan Jeszka, Ewelina Wierzejska: Frequency of energy drinks intake vs. physical activity and incidence of overweight and obesity among high school students</i>	211
<i>Izabela Steinka: Acceptance of unconventional food for young consumers</i>	218
<i>Wioletta Semeniuk: Eating habits of students of the university of life sciences in Lublin using alternative diets</i>	227
<i>Aneta Sigłowa, Bartosz Bertrandt, Małgorzata Conder, Karolina Bertrandt, Anna Lisiecka, Paulina Kubiak, Aleksandra Urbańska: Diet supplementation among students</i>	236
<i>Krystyna A. Skibniewska, Monika Radzymińska, Maria M. Jaworska, Ewa Babicz-Zielińska: Studies on dietary habits of Polish and Belgian students</i>	250
<i>Maria Dymkowska-Malesa, Aldona Bać, Agnieszka Pławgo, Kazimiera Zgórska: Studies on dietary habits of Polish and Belgian students</i>	259

<i>Tomasz Matuszewski, Krzysztof Kłos, Józef Kędziora, Maciej Rutkowski, Sławomir Tokarski:</i> Assessment of influence of the A, E and C vitamins diet supplementation on their contents of advanced age people blood plasma	264
<i>Agnieszka Saran, Grażyna Duda:</i> Influence of selected factors on dietary supplementation by elderly	271
<i>Anna Gliszczyńska-Świgło, Henryk Szymusiak:</i> Interactions between components of dietary supplements: a case of quercetin and vitamin C	278
<i>Ewa Stefańska, Lucyna Ostrowska, Danuta Czapska, Jan Karczewski:</i> Assessment of vitamin content in daily food rations of women with normal body weight, overweight and obesity	286
<i>Anna Wojtasik, Hanna Kunachowicz, Jerzy Socha:</i> Magnesium supplements and need of their use in diets of healthy children and children with coeliac disease	295
<i>Izabela Bolesławska, Juliusz Przysławski, Małgorzata Schlegel-Zawadzka, Marian Grzymisławski:</i> The contents of mineral compounds in daily food rations taken by men and woman under traditional and low carbohydrate „optimal” diet	303
<i>Magdalena Człapka-Matyasik, Aleksandra Kostrzewa-Tarnowska, Joanna Bajerska:</i> Diet antioxidant capacity in the group of patients with diagnosed cardiovascular diseases	312
<i>Danuta Górecka, Jolanta Czarnocińska, Marek Idzikowski, Justyna Kowalec:</i> Dietary attitudes of adults in relation to functional food depending on the age and sex	320
<i>Beata Szczepańska, Jadwiga Malczewska-Lenczowska, Jan Gajewski:</i> Is it sensible to administer food supplements to Polish elite weightlifters on a training camp?	327
<i>Ilona Pokora, Stanisław Poprzęcki:</i> Changes of plasma aldosterone concentration during rehydration after heat stress: an influence of kind ingested drink	337
<i>Grażyna Podlaszewska, Mariola Friedrich, Joanna Sadowska:</i> The estimation of the effect of diet composition and its supplementation with chosen mineral elements on the concentration of corticosterone and the water balance at male rats	345
<i>Mikołaj A. Gralak, Jerzy Bertrandt, Anna Kłos, Anna B. Stryczek, Bogdan Dębski:</i> Influence of training and vitamin c supplementation on liver mineral content in rats	352
<i>Mariola Friedrich, Joanna Sadowska, Zuzanna Goluch-Koniuszy:</i> The estimation of the effect of diet composition and its supplementation with b vitamins on the level of insuline and chosen indicators of protein transmutation at female rats	361
<i>Edyta Maślak, Renata B. Kostogryś, Magdalena Franczyk-Żarów, Paweł M. Pisulewski:</i> Effect of fructose and conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on body weight, liver weight and alanine aminotransferase (Alat) concentration in rats	368
<i>Małgorzata Schlegel-Zawadzka, Magdalena Barteczko:</i> Evaluation of the natural supplements usage by adults for wholesome purposes	375
<i>Agnieszka Kabacińska, Ewa Babicz-Zielińska:</i> The influence of brand on the acceptance of yogurts	388
<i>Grażyna Morkis:</i> Food Problems in Polish and EU Legislation	395

<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór: Food Science Lexicon</i>	398
<i>Stanisław Popek: Book reviews</i>	400
The Food Technologist	403