

**PRACE MŁODYCH PRACOWNIKÓW NAUKI I DOKTORANTÓW
WYDZIAŁU TECHNOLOGII ŻYWNOSCI
UNIwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
SERIA MONOGRAFIE
TOM 4**

**POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI
ODDZIAŁ MAŁOPOLSKI**

**WYDZIAŁ TECHNOLOGII ŻYWNOSCI
UNIwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie**

WYBRANE ZAGADNIENIA NAUKI O ŻYWNOSCI I ŻYWIENIU

Praca zbiorowa pod redakcją:

Mariusza Witczaka, Marty Skoczylas-Liszki, Teresy Witczak

ISBN 978-83-946796-5-1

Recenzenci Naukowi

Dr inż. Adam Florkiewicz, Prof. dr hab. inż. Lesław Juszcak, Prof. dr hab. Renata Kostogrys, Dr inż. Marta Skoczylas-Liszka, Dr Kinga Topolska, Dr hab. inż. Mariusz Witczak, Dr inż. Teresa Witczak

Redakcja

Mariusz Witczak
Marta Skoczylas-Liszka
Teresa Witczak

Redakcja techniczna i opracowanie graficzne

Mariusz Witczak

Wydawca:

Polskie Towarzystwo Technologów Żywności
Oddział Małopolski

*© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności
Oddział Małopolski, Kraków 2018*

ISBN 978-83-946796-5-1

Za treść umieszczonych prac odpowiadają ich autorzy

WYDZIAŁ TECHNOLOGII ŻYWNOSCI
UNIwersYTET Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

PRACE MŁODYCH PRACOWNIKÓW NAUKI I DOKTORANTÓW
TOM 4

SPIS TREŚCI

Rozdział 1	Ocena sposobu żywienia kobiet z chorobą Hashimoto <i>Olga Sularz, Gabriela Górka, Teresa Leszczyńska, Aneta Koronowicz, Mariola Drozdowska, Joanna Skoczylas</i>	5
Rozdział 2	Częstotliwość spożycia napojów energetyzujących wśród młodzieży szkolnej <i>Magdalena Gurgul, Sławomir Pietrzyk</i>	18
Rozdział 3	Skład podstawowy słodkiego ziela Azteków (<i>Lippia dulcis</i>) <i>Ewelina Piasna-Słupecka, Martyna Niemczyk, Teresa Leszczyńska, Aneta Koronowicz, Mariola Drozdowska</i>	31
Rozdział 4	Częstotliwość spożycia wybranych grup produktów spożywczych przez osoby o zwiększonej aktywności fizycznej <i>Joanna Skoczylas, Klaudia Łabuzek, Aneta Kopeć, Olga Sularz, Paulina Zegartowska</i>	40
Rozdział 5	Biomasa owadów jako źródło inozyli <i>Dagmara Poniewska, Krzysztof Żyła, Joanna Bednarska</i>	50
Rozdział 6	Charakterystyka warzyw na przykładzie ogórków w aspekcie ich znaczenia w diecie człowieka i w przemyśle <i>Paulina Zegartowska, Anna Korus, Mariola Drozdowska, Joanna Skoczylas</i>	59

Rozdział 7	Dieta jako istotny czynnik w zapaleniu tarczycy Hashimoto <i>Mariola Drozdowska, Aleksandra Fruga, Aneta Koronowicz, Ewelina Piasna-Słupecka, Olga Sularz, Paulina Zegartowska</i>	68
Rozdział 8	Jakość nalewek z surowca pochodzenia etnobotanicznego <i>Michał Stojak, Jacek Słupski, Marcin Widlak, Anna Tomf-Sarna, Łukasz Skoczylas</i>	78
Rozdział 9	Tofu jako alternatywne źródło białka <i>Paulina Korpak, Halina Gambuś, Wiktor Berski</i>	85
Rozdział 10	Wpływ Apoproteiny C-III (APOC-III) na zaburzenie metabolizmu lipidów <i>Anna Antończyk, Magdalena Mika</i>	101
Rozdział 11	Ocena wpływu promieniowania elektromagnetycznego, soku z buraka oraz soku z granatu na parametry kości u myszy genetycznie zmodyfikowanych ApoE/LDLR^{-/-} <i>Maria Kaczmarczyk, Elżbieta Wojtyto, Adam Florkiewicz, Marek Sady, Kinga Topolska, Agnieszka Filipiak-Florkiewicz, Magdalena Franczyk-Żarów, Renata B. Kostogryś</i>	110
Rozdział 12	Wpływ promieniowania emitowanego przez telefony komórkowe na zdrowie a antyoksydanty w żywności <i>Maria Kaczmarczyk</i>	120

Rozdział 1

Olga Sularz, Gabriela Górka, Teresa Leszczyńska,
Aneta Koronowicz, Mariola Drozdowska, Joanna Skoczylas

*Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*

Kierownik katedry/promotor: prof. dr hab. inż. Teresa Leszczyńska

OCENA SPOSOBU ŻYWIENIA Kobiet Z CHOROBA HASHIMOTO

Streszczenie

Celem pracy była analiza oraz ocena sposobu żywienia kobiet z chorobą Hashimoto. Oceniano także wpływ spożycia składników odżywczych na syntezę hormonów tarczycy. Badania zostały przeprowadzone wśród 74 kobiet w wieku 19-65 lat, z rozpoznany autoimmunologicznym zapaleniem tarczycy. Do oceny zagadnień dotyczących stylu życia oraz sposobu żywienia wykorzystano badania ankietowe oraz 24-godzinny wywiad żywieniowy. Na podstawie kwestionariusza ankiety wykonano analizę statystyczną otrzymanych wyników, w której stwierdzono, że sposób żywienia u badanej grupy kobiet cechował się niedostatecznym poborem energii, w tym węglowodanów, jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, a także błonnika pokarmowego. Ponadto w badanej grupie kobiet wykazano niewystarczającą podaż potasu, wapnia i witaminy D. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że pomimo niedostatecznej podaży energii wśród badanych kobiet duży odsetek stanowiły osoby z nadwagą i otyłością. Może to świadczyć o konieczności modyfikacji sposobu żywienia kobiet z chorobą Hashimoto.

Słowa kluczowe: choroba Hashimoto, dieta, składniki odżywcze, kobiety

Wprowadzenie

Bardzo istotnym elementem uzupełniającym leczenie jest stosowanie odpowiednio zbilansowanej diety, zapewniającej wszystkie niezbędne składniki odżywcze oraz wyeliminowanie produktów oddziałujących negatywnie na funkcjonowanie gruczołu tarczowego. Częstość problemem pacjentów ze współtowarzyszącą niedoczynnością tarczycy są zaburzenia lipidowe oraz niewłaściwa

masa ciała. Dlatego też kaloryczność diety należy dostosować do stylu życia oraz aktywności fizycznej, gdyż u osób chorych, nadmiar spożywanej energii akumulowany jest w postaci tkanki tłuszczowej [Zakrzewska i in., 2015]. Udział białka w diecie powinien uwzględniać pokrycie dodatkowej energii (nawet do 25%) niezbędnej do zwiększenia tempa procesów metabolicznych. Wytwarzanie prekursorów właściwych hormonów tarczycy uzależnione jest bowiem od obecności tyrozyny, której źródłem w organizmie człowieka jest pełnowartościowe białko [Zakrzewska i in., 2015]. Ze względu na częste występowanie u pacjentów ze schorzeniami tarczycy insulinooporności oraz cukrzycy dieta powinna zawierać produkty węglowodanowe o niskim indeksie glikemicznym [Omeliński i in., 2011].

Osoby cierpiące na chorobę Hashimoto powinny dostarczać w diecie także odpowiednią ilość składników mineralnych tj. jod, żelazo, cynk czy selen, które jako kofaktory uczestniczą w syntezie hormonów tarczycy [Kus i in., 2016]. Obniżona podaż jodu skutkuje zmniejszeniem stężenia hormonów tarczycy we krwi oraz zwiększeniem poziomu hormonu tyreotropowego. Niebezpieczny jest również nadmiar jodu w diecie, gdyż może nasilać odpowiedź układu immunologicznego [Łącka i Maciejewski, 2012; Zakrzewska i in., 2015]. Ważnym składnikiem diety u osób z autoimmunologicznym zapaleniem tarczycy jest witamina D, która ze względu na właściwości immunomodulujące odgrywa dużą rolę w patogenezie tej choroby. Witamina D reguluje procesy proliferacji i różnicowania komórek układu immunologicznego. Dieta pacjentów z chorobą Hashimoto powinna uwzględniać również odpowiednią ilość witamin antyoksydacyjnych tj. witamina A, C oraz E, których zadaniem jest obniżenie poziomu stresu oksydacyjnego poprzez przeciwdziałanie wolnym rodnikom [Zakrzewska i in., 2015].

Układając jadłospis dla osoby cierpiącej na schorzenia tarczycy należy zwrócić szczególną uwagę na produkty zawierające substancje wolotwórcze, zwane także goitrogenami. Mianem substancji goitrogennych określa się związki, które wiążąc się z jodem utrudniają proces wbudowywania tego pierwiastka do cząsteczki tyrozyny, a tym samym syntezę hormonów tarczycy [Drutel i in., 2013; Jarosz i in., 2016]. Do związków goitrogennych zaliczane są tioglikozydy, które występują w warzywach kapustnych, takich jak: brokuł, kalafior, brukselka czy kapusta [Zakrzewska i in., 2015]. Zaburzenia funkcjonowania gruczołu tarczowego nie wiążą się z koniecznością całkowitej rezygnacji ze spożywania produktów goitrogennych [Fruzza i in., 2012]. Zaleca się jednak przyjmowanie ich w umiarkowanych ilościach, wraz z produktami niwelującymi ich negatywny wpływ na zdrowie. Wyjątek stanowi soja i produkty z niej wytworzone, które

ze względu na obecność izoflawonów sojowych (genisteiny i daidzeiny) hamują procesy syntezy hormonów tarczycy i powinny być wykluczone całkowicie [Jarosz i in., 2016].

Materiały i metody badań

Celem badania była ocena sposobu odżywiania kobiet z chorobą Hashimoto. Jako metodę badawczą zastosowano badania ankietowe, w tym technikę ankiety przesyłanej za pomocą portali społecznościowych oraz poradni dietetycznych w Krakowie, a także 24-godzinny wywiad żywieniowy. Narzędzie badawcze stanowił kwestionariusz ankiety zawierający pytania zamknięte. W niniejszej pracy przedstawiono pytania dotyczące występowania nadczynności lub niedoczynności tarczycy, stosowania preparatów farmaceutycznych oraz zmiany sposobu odżywiania po zdiagnozowaniu choroby Hashimoto. Wywiad żywieniowy przeprowadzony z każdą z badanych kobiet dotyczył trzech dni tygodnia. W badaniu wzięły udział 74 kobiety w wieku 19-65 lat (średnia 34,7 ± 11,4 lat) z rozpoznaną chorobą Hashimoto. Do oszacowania wielkości porcji pokarmowych zastosowano "Album fotografii produktów i potraw" [Szponar i in., 2000].

Otrzymane wyniki analizowano w oparciu o program "Dieta 5.0", opracowany przez Instytut Żywności i Żywienia. Obliczono wartość energetyczną diety, a także poddano ocenie zawartość wody oraz składników odżywczych, w tym białka, tłuszczu ogółem, nasyconych kwasów tłuszczowych (NKT), jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (JNKT), wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WNKT), cholesterolu, witamin składników mineralnych oraz błonnika pokarmowego. Uzyskane wyniki zostały uśrednione oraz porównane z normami żywieniowymi [Jarosz, 2012]. Ponadto obliczono procentowy udział energii pochodzącej z tłuszczu, węglowodanów i białek, a także wskaźnik masy ciała (BMI).

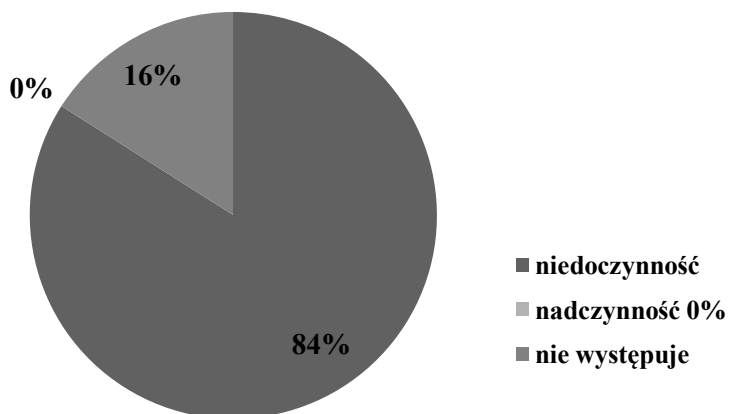
Wyniki i dyskusja

Badania ankietowe

Pytanie 1: Czy występuje u Pani również niedoczynność lub nadczynność tarczycy?

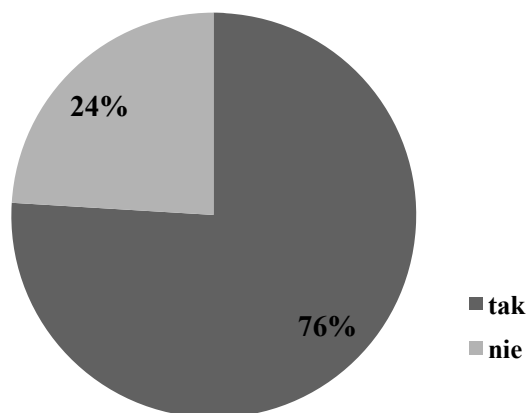
Zdecydowana większość (84%) badanych kobiet z chorobą Hashimoto chorowała także na niedoczynność tarczycy. Znacznie mniejszy odsetek (16%) stanowiły kobiety, u których nie występowała żadna z wymienionych chorób. Żadna z respondentek nie chorowała na nadczynność tarczycy (Rys. 1). Jak wynika z danych literaturowych, choroba Hashimoto jest jedną z przyczyn występowania niedoczynności tarczycy

i częściej dotyczy kobiet niż mężczyzn [Bossowski i Otto-Buczowska, 2007; Przybylik-Mazurek i in., 2007].



Rysunek 1. Występowanie niedoczynności lub nadczynności tarczycy u kobiet z chorobą Hashimoto.

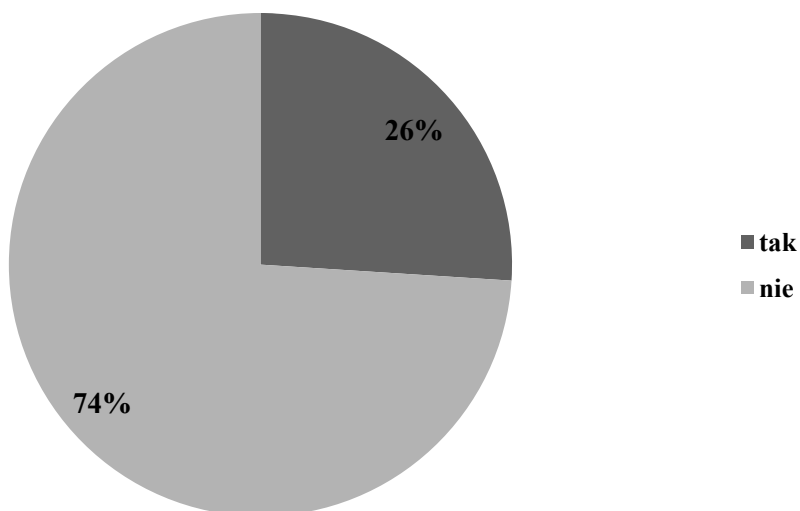
Pytanie 2: Czy stosuje Pani leki farmakologiczne?



Rysunek 2. Stosowanie leków farmakologicznych przez kobiety z chorobą Hashimoto.

Spośród badanych kobiet z chorobą Hashimoto, 76% stosowała leki w celu leczenia chorób tarczycy (Rys. 2). Podobne wyniki uzyskano w badaniach przeprowadzonych przez Kus i in. [2016] w których wykazano zażywanie leków z lewotyrosyną przez 88% respondentów.

Pytanie 3: Czy wprowadziła Pani zmiany w sposobie odżywiania po zdiagnozowaniu choroby Hashimoto?



Rysunek 3. Wprowadzenie zmian w sposobie odżywiania po zdiagnozowaniu choroby Hashimoto.

Po rozpoznaniu choroby Hashimoto, tylko 26% respondentek deklarowała zmianę sposobu odżywiania (Rys. 3).

Wskaźnik BMI oraz dane o spożyciu z ostatnich 24 godzin

W tabeli 1 zaprezentowano procentowy rozkład kobiet z chorobą Hashimoto pod względem wskaźnika masy ciała BMI u. W celu analizy wyników posłużono się standardami Światowej Organizacji Zdrowia, które zostały określone dla osób z niedowagą, o poprawnej masie ciała, z nadwagą oraz otyłością [Cieślik i Kopeć, 2008].

Tabela 1. Rozkład wskaźnika masy ciała BMI u kobiet z chorobą Hashimoto.

Wskaźnik masy ciała BMI	Liczba	[%]
Niedowaga (<18,5 kg/m ²)	6	8,1
Norma (18,5-24,99 kg/m ²)	29	39,1
Nadwaga (25-29,99 kg/m ²)	24	32,5
Otyłość (≥30 kg/m ²)	15	20,3

Z analizy powyższych danych wynika, że wskaźnik BMI u 39,1% badanych kobiet mieścił się w zakresie uznawanym za prawidłowy. Podobny odsetek (32,5%) stanowiły osoby z nadwagą. U pozostałych stwierdzono niedowagę (8,1%) oraz otyłość (20,3%). Porównywalne wyniki uzyskali Omeljaniuk i in. [2011], którzy w swoim badaniu wykazali występowanie nieprawidłowej masy ciała u ponad połowy respondentek (35% nadwaga, 28% otyłość, 3% niedowaga). U 35% pacjentek z autoimmunologicznym zapaleniem tarczycy stwierdzono występowanie prawidłowej masy ciała.

Wartość energetyczną całodziennych racji pokarmowych wraz z procentowym udziałem węglowodanów, tłuszczów i białek oraz ich udział w pokryciu normy na energię przedstawiono w tabeli 2. Na podstawie otrzymanych wyników wyliczono odsetek kobiet o niedostatecznym, prawidłowym oraz nadmiernym pobraniu wraz z dietą energii i pozostałych omawianych składników (Tabela 3).

Średnia wartość energetyczna całodziennych racji pokarmowych kobiet z chorobą Hashimoto wynosiła 1859,5±501,0 kcal. U 56,8% badanych, wartość energetyczna dostarczanych produktów była niewystarczająca i nie pokrywała zapotrzebowania na energię. Omeljaniuk i in. [2011] w swoich badaniach wykazali, że średnia wartość energetyczna diet u kobiet z autoimmunologicznym zapaleniem tarczycy wynosiła 1596 ± 598 kcal, przy czym 82% racji pokarmowych nie zapewniało odpowiedniej podaży energii.

Zgodnie z aktualnymi normami żywienia [Jarosz, 2012], udział energii z białka w diecie powinien wynosić 10-15%. W racjach pokarmowych badanych kobiet wartość ta została przekroczona i kształtowała się na poziomie 18,4±3,7%. Średnie spożycie białka wynosiło 82,6±22,1 g i zostało przekroczone przez 90,5% badanych kobiet. W dietach kobiet cierpiących na chorobę Hashimoto udział energii pochodzącej ze spożycia białka wynosił 17,19%. Omeljaniuk i in. [2011] w swoich badaniach zaobserwowali podobną tendencję.

Tabela 2. Wartość energetyczna i zawartość podstawowych składników pokarmowych w dietach kobiet z chorobą Hashimoto.

Nazwa składnika	Średnia \pm SD*	Min.–Max.	Mediana	Norma	Pokrycie normy [%]
Energia [kcal]	1859,5 \pm 501,0	1117,7-3392,8	1733,4	2083,1	89,3
Białko ogółem [g]	82,6 \pm 22,1	46,4-140,2	78,5	51,7	159,8
Tłuszcz [g]	62,6 \pm 27,6	26,0-147,8	55,5	69,4	90,1
NKT [g]	18,8 \pm 10,3	3,6-39,1	16,7	18,5	101,9
JNKT [g]	25,3 \pm 11,7	10,1-62,2	23,5	34,7	72,8
WNKT [g]	12,5 \pm 8,2	5,7-47,2	10,3	16,2	76,9
Cholesterol [mg]	280,1 \pm 125,6	38,0-564,8	293,4	>300	-
Węglowodany ogółem [g]	266,1 \pm 73,1	165,7-516,7	264,7	321,8	82,7
Błonnik pokarmowy [g]	29,1 \pm 8,2	15,5-46,3	28,4	>25	-
Woda [ml]	1804,1 \pm 743,9	500,0-3000,0	1833,3	2275,6	79,3
Energia z białka [%]	18,4 \pm 3,7	11,0-26,5	17,5	10-15%	-
Energia z tłuszczu [%]	29,1 \pm 7,3	19,8-50,6	29,2	20-35%	-
Energia z węglowodanów [%]	52,0 \pm 7,5	35,1-63,6	51,1	50-70%	-

*SD - odchylenie standardowe.

Zawartość tłuszczu w diecie kobiet stanowiła 29,1 \pm 7,3% wartości energetycznej całodiennej racji pokarmowej i mieściła się w zalecanym zakresie wynoszącym 20-35%. Średnie dzienne spożycie tłuszczów stanowiło 90,1% normy i wynosiło 62,6 \pm 27,6 g. Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że jedynie 16,2% badanych osób miało zapewnione pokrycie zalecanej normy spożycia tłuszczu. W diecie osób cierpiących na autoimmunologiczne zapalenie tarczycy istotna jest odpowiednia podaż jedno- i wielonienasycone kwasów tłuszczowych. U większości respondentek (82,4% i 85,1%) ich spożycie było niedostateczne.

W badaniach Omeljaniuk i in. [2011] udział energii pochodzącej z tłuszczu wynosił 29,44% i był w normie. Przeważająca część analizowanych racji pokarmowych (87%) charakteryzowała się niedostateczną podażą tłuszczu. W 96% badanych diet, zawartość WNKT była poniżej zalecanej normy dziennego spożycia i wynosiła $6,758 \pm 3,99$ g.

Tabela 3. Odsetek kobiet z chorobą Hashimoto o niedostatecznym, prawidłowym i nadmiernym spożyciu energii i podstawowych składników pokarmowych.

Nazwa składnika	Norma	Pokrycie normy [%]	Niedostateczne spożycie		Prawidłowe spożycie		Nadmierne spożycie	
			Ilość osób	[%]	Ilość osób	[%]	Ilość osób	[%]
Energia [kcal]	2083,1	89,3	42	56,8	22	29,7	10	13,5
Białko ogółem [g]	51,7	159,8	1	1,4	6	8,1	67	90,5
Tłuszcz [g]	69,4	90,1	41	55,4	12	16,2	21	28,4
NKT [g]	18,5	101,9	43	58,1	-	-	31	41,9
JNKT [g]	34,7	72,8	61	82,4	-	-	13	17,6
WNKT [g]	16,2	76,9	63	85,1	-	-	11	14,9
Cholesterol [mg]	>300	-	-	-	40	54,1	34	45,9
Węglowodany ogółem [g]	321,8	82,7	53	71,6	18	24,3	3	4,1
Błonnik pokarmowy [g]	>25	-	49	66,2	25	33,8	-	-
Woda [ml]	2275,6	79,3	24	32,4	38	51,4	12	16,2

Procentowy udział węglowodanów mieścił się w zakresie dziennego spożycia i wynosił $52,0 \pm 7,5\%$. Średnia zawartość węglowodanów w diecie badanych kobiet wynosiła $266,1 \pm 73,1$ g, co stanowiło 82,7% zalecanej normy. U 71,6% kobiet zaobserwowano niedostateczne spożycie tych składników pokarmowych.

W badaniu analizowano także spożycie błonnika pokarmowego. Średnia podaż tego składnika kształtowała się na poziomie $29,1 \pm 8,2$ g/osobę/dobę. Zalecana dzienna norma spożycia błonnika wynosi nie mniej niż 25 g, co oznacza, że uzyskane wartości mieszczą się w zalecanej normie. Odmienne wyniki uzyskali Omeljaniuk i in. [2011],

którzy w swoich badaniach wykazali deficyt błonnika w racjach pokarmowych 84% badanych pacjentek.

W tabeli 4 i Tabeli 5 przedstawione zostały wyniki dotyczące zawartości witamin i składników mineralnych w dietach kobiet z chorobą Hashimoto oraz odsetek badanych o niedostatecznym i dostatecznym spożyciu tych składników odżywczych.

Tabela 4. Zawartość witamin i składników mineralnych w dietach kobiet z chorobą Hashimoto.

Nazwa składnika	Średnia ± SD*	Min.–Max.	Mediana	Rodzaj normy	Wartość normy	Pokrycie normy [%]
Sód [mg]	2650,2±1048,6	966,1-4881,1	2475,6	AI	1500	176,7
Potas [mg]	4245,4±1319,5	2778,8-8274,4	3701,7	AI	4700	90,3
Wapń [mg]	667,7±310,2	242,2-1371,2	651,3	EAR	800	83,5
Fosfor [mg]	1596,3±447,8	971,3-2924,2	1560,8	EAR	580	275,2
Magnez [mg]	402,6±110,1	285,2-717,2	389,0	EAR	265	151,9
Żelazo [mg]	17,2±5,7	10,1-30,6	16,7	EAR	8	215,3
Jod [µg]	97,7±40,7	28,3-159,5	101,0	EAR	95	102,8
Cynk [mg]	10,9±3,0	7,5-18,2	9,3	EAR	6,8	159,7
Witamina A [µg]	1291,4±543,5	685,4-2837,6	1131,2	EAR	500	258,3
Witamina E [mg]	12,7±6,4	6,9-38,0	11,1	AI	8	159,3
Tiamina [mg]	1,5±0,5	0,9-2,6	1,5	EAR	0,9	169,6
Ryboflawina [mg]	1,8±0,5	1,0-3,2	1,7	EAR	0,9	196,3
Witamina B ₆ [mg]	2,6±0,7	1,7-5,0	2,4	EAR	1,1	232,5
Foliany [µg]	388,4±138,7	187,6-850,7	371,2	EAR	320	121,4
Witamina B ₁₂ [µg]	4,1±1,7	0,7-7,3	4,1	EAR	2	204,0
Witamina D [µg]	3,7±2,1	0,4-6,8	3,0	AI	5	73,4
Witamina C [mg]	182,0±97,5	36,8-488,8	154,6	EAR	60	303,3

*SD - odchylenie standardowe.

Tabela 5. Odsetek kobiet z chorobą Hashimoto o niedostatecznym oraz dostatecznym spożyciu witamin i składników mineralnych.

Nazwa składnika	Rodzaj normy	Wartość normy	Niedostateczne spożycie*		Dostateczne spożycie**	
			Liczba osób	[%]	Liczba osób	[%]
Sód [mg]	AI	1500	-	-	63	85,1
Potas [mg]	AI	4700	-	-	19	25,7
Wapń [mg]	EAR	800	47,0	63,5	-	-
Fosfor [mg]	EAR	580	0,0	0,0	-	-
Magnez [mg]	EAR	265	0,0	0,0	-	-
Żelazo [mg]	EAR	8	0,0	0,0	-	-
Jod [µg]	EAR	95	34,0	45,9	-	-
Cynk [mg]	EAR	6,8	0,0	0,0	-	-
Witamina A [µg]	EAR	500	0,0	0,0	-	-
Witamina E [mg]	AI	8	-	-	61	82,4
Tiamina [mg]	EAR	0,9	3,0	4,1	-	-
Ryboflawina [mg]	EAR	0,9	0,0	0,0	-	-
Witamina B ₆ [mg]	EAR	1,1	0,0	0,0	-	-
Foliany [µg]	EAR	320	28,0	37,8	-	-
Witamina B ₁₂ [µg]	EAR	2	9,0	12,2	-	-
Witamina D [µg]	AI	5	-	-	20	27,0
Witamina C [mg]	EAR	60	3,0	4,1	-	-

* Odsetek osób z niedostatecznym spożyciem w stosunku do wartości normy na poziomie EAR ,

**Odsetek osób z dostatecznym spożyciem w stosunku do wartości normy na poziomie AI.

Na podstawie analizy 24-godzinnych wywiadów żywieniowych wyliczono średnią zawartość składników mineralnych oraz witamin w diecie badanych kobiet z chorobą Hashimoto. Średnie spożycie potasu i wapnia w diecie respondentek było niższe od zalecanej normy i wynosiło odpowiednio 4245,4±1319,5 mg i 667,7±310,2 mg,

co stanowi odpowiednio 90,3% i 83,5% normy. W odniesieniu do normy AI, spożycie sodu było dostateczne, a jego średnia zawartość w racji pokarmowej osiągnęła 176,7% wartości normy. Zawartość pozostałych składników mineralnych tj. fosfor, żelazo, cynk i magnez w analizowanych dietach utrzymywana była na dostatecznym poziomie. Pomimo, że średnie spożycie jodu wraz z dietą zapewniało pokrycie zapotrzebowania i wynosiło $97,7 \pm 40,7$ mg/osobę/dobę, u 45,9% badanych kobiet stwierdzono niedostateczne spożycie tego składnika mineralnego.

W badaniach Naliwajko i in. [2011] uzyskano podobne wyniki. Średnie pobieranie sodu u pacjentek z chorobą Hashimoto znacznie przekraczało zakres normy dziennego spożycia i wynosiło $2914,73 \pm 1117,2$ mg/dobę. Niedostateczną podaż zaobserwowano w przypadku potasu i wapnia, których średnie spożycie było niższe od obowiązujących norm.

W niniejszej pracy dokonano także analizy spożycia witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (A, D, E), oraz witamin rozpuszczalnych w wodzie (B_1 , B_2 , B_6 , B_{12} , foliany, witamina C). Spośród badanych związków jedynie pobranie witaminy D nie było na zalecanym poziomie, gdyż stanowiło jedynie 73,4% wartości rekomendowanej normy. U części badanych kobiet dodatkowo zaobserwowano niedostateczne spożycie folianów i witaminy B_{12} (odpowiednio 37,8% i 12,2%). Średnie spożycie witaminy E wraz z dietą wynosiło $12,7 \pm 6,4$ mg, co stanowiło 159,3% normy. Wysokie spożycie dotyczyło również witaminy C, witaminy A oraz witamin z grupy B (B_6 , B_{12} , B_1).

Porównywalne wyniki dotyczące spożycia witamin z grupy B uzyskano w pracy Markiewicz-Żukowskiej i in. [2011], gdzie u kobiet z chorobą Hashimoto średnie spożycie witamin B_1 , B_2 oraz B_6 było znacznie wyższe od poziomów normy. W przypadku witaminy B_{12} uzyskano odmienny wynik, gdyż 41,7% stanowiły kobiety o niewystarczającym jej spożyciu. Odmienne wyniki do przedstawionych w niniejszej pracy uzyskano natomiast dla spożycia witaminy C oraz E. W przypadku witaminy C ponad połowa badanych kobiet (58,3%) nie pokrywała dziennego zapotrzebowania na ten związek. Zauważono także niedostateczne pobieranie witaminy E, gdyż tylko u 15,6% respondentek jej podaż kształtowała się na dostatecznym poziomie.

Wnioski

1. Sposób odżywiania badanej grupy kobiet z chorobą Hashimoto cechował się:
 - niedostatecznym poborem energii, węglowodanów, błonnika oraz jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, przy jednoczesnym nadmiernym spożyciu białka ogółem,
 - zbyt niską podażą potasu, wapnia oraz witaminy D.

2. Odsetek badanych kobiet u których wskaźnik pomiaru masy ciała wskazywał na nadwagę lub otyłość był znaczący i wynosił odpowiednio 32,5% oraz 30,3%.
3. W sposobie żywienia badanej grupy kobiet z chorobą Hashimoto zaleca się wprowadzenie modyfikacji dotyczących: zwiększenia spożycia produktów zawierających deficytowe składniki odżywcze wskazane przy chorobie Hashimoto (JNKT, WNKT, witamina D, wapń, błonnik pokarmowy) oraz zmniejszenia spożycia produktów wolotwórczych, które negatywnie oddziałują na funkcjonowanie gruczołu tarczowego.

Literatura

1. Bossowski A., Otto-Buczowska E. (Eds). Schorzenia tarczycy o podłożu autoimmunologicznym. *Pediatrics - co nowego?* Wrocław, Cornetis, 2007, 108-120.
2. Cieślik E., Kopeć A. Ocena stanu odżywienia, choroby powstające na tle wadliwego żywienia. W: Pisulewski P.M., Pysz M. (Eds.), *Żywność Człowieka Zbiór ćwiczeń*, 2008, (159-163), AR Kraków.
3. Drutel A., Archambeaud F., Caron P. Selenium and the thyroid gland: more good news for clinicians. *Clinical Endocrinology*, 2013, 78, 155-164.
4. Fruzza A. G., Demeterco-Berggren C., Jones K. L. Unawareness of the effects of soy intake on the management of congenital hypothyroidism. *Pediatrics*, 2012, 130(3), 699-702.
5. Jarosz M. (red.). *Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja*. Warszawa, Instytut Żywności i Żywienia, 2012.
6. Jarosz M., Stolińska H., Wolańska D. *Żywność w niedoczynności tarczycy*. Warszawa, PWN, 2016.
7. Kus K., Zielińska K., Zaprutko T., Ratajczak P., Nowakowska E. Choroba Hashimoto – efektywność diety bezglutenowej. *Polski Przegląd Nauk o Zdrowiu*, 2016, 4 (49), 370-376.
8. Łącka K., Maciejewski A. Rola procesu apoptozy w etiopatogenezie autoimmunologicznego zapalenia tarczycy. *Polski Merkuriusz Lekarski*, 2012, 32(188), 87-92.
9. Markiewicz-Żukowska R., Naliwajko S. K., Bartosiuk E., Sawicka E., Omeljaniuk W., Borawska M. Zawartość witamin w dietach kobiet z chorobą Hashimoto. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2011, 44(3), 539-543.
10. Naliwajko S., Markiewicz-Żukowska R., Sawicka E., Bartosiuk E., Omeljaniuk W. J., Borawska M. Składniki mineralne w diecie pacjentek z chorobą Hashimoto. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2011, 44(3), 544–549.

11. Omeljaniuk W. J., Dziemianowicz M., Naliwajko S., Bartosiuk E., Markiewicz-Żukowska R., Borawska M. Ocena sposobu żywienia pacjentek z chorobą Hashimoto. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2011, 44(3), 428-433.
12. Przybylik-Mazurek E., Hubalewska-Dydejczyk A., Huszno B., Hubalewska-Dydejczyk A. Niedoczynność tarczycy na tle autoimmunologicznym. *Alergologia Immunologia*, 2007, 4(3-4), 64-69.
13. Ratajczak A.E., Moszak M., Grzymisławski M. Zalecenia żywieniowe w niedoczynności tarczycy i chorobie Hashimoto. *Pielęgniarstwo i Zdrowie Publiczne*, 2017, 7(4): 305–311.
14. Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E. Album fotografii potraw i produktów. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa, 2000.
15. Zakrzewska E., Zegan M., Michota-Katulska E. Zalecenia dietetyczne w niedoczynności tarczycy przy współwystępowaniu choroby Hashimoto. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2015, 48(2), 117-127.

Rozdział 2

Magdalena Gurgul, Sławomir Pietrzyk

*Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*

Kierownik katedry: prof. dr hab. Teresa Fortuna

Promotor: dr hab. inż. Sławomir Pietrzyk

CZĘSTOTLIWOŚĆ SPOŻYCIA NAPOJÓW ENERGETYZUJĄCYCH WŚRÓD MŁODZIEŻY SZKOLNEJ

Streszczenie

Na polskim rynku obserwuje się dużą różnorodność środków spożywczych wzbogaconych w składniki aktywne, których zadaniem jest szybkie dostarczenie energii i wzmocnienie koncentracji. Do tego typu żywności funkcjonalnej zalicza się napoje energetyzujące. Intensywne kampanie reklamowe promujące „energy drinki”, łatwa dostępność oraz przystępna cena sprawiają, że po tego typu napoje bardzo chętnie sięgają dzieci. W celu oceny spożycia napojów energetyzujących przez młodzież przeprowadzono wśród gimnazjalistów badania ankietowe. Uzyskane wyniki wskazują, że młodzież bardzo chętnie sięga po napoje energetyzujące. Niepokojące jest jednak to, że nie wszyscy mają pełną świadomość szkodliwego wpływu „energy drinków” na zdrowie oraz fakt, że są one często utożsamiane z napojami izotonicznymi. Dlatego istnieje potrzeba prowadzenia akcji edukacyjnych wśród dzieci i młodzieży odnośnie składu chemicznego napojów energetyzujących oraz zagrożeń zdrowotnych wywołanych ich nadmiernym spożyciem.

Słowa kluczowe: napoje energetyzujące, kofeina, częstotliwość spożycia, młodzież

Wprowadzenie

Szybkie tempo życia oraz stres są czynnikami wywierającymi negatywny wpływ na zdrowie i życie człowieka. Poczucie senności, utrata sił, osłabienie koncentracji i pogorszenie pamięci sprawiają, że ludzie coraz częściej sięgają po używki wzbogacone w kofeinę i inne składniki aktywne zwiększające wydajność organizmu. Napoje energetyzujące to produkty dietetyczne zaliczane są do tzw. „żywności funkcjonalnej”.

Przeznaczone są głównie dla osób pragnących poprawić swoją sprawność fizyczną, psychofizyczną i zdolność koncentracji w krótkim czasie [Rath, 2012]. W Polsce po raz pierwszy pojawiły się w latach 90 XX wieku i od tego czasu zyskują coraz większe rzesze konsumentów [Szotowska i in., 2013]. Głównym składnikiem napojów energetyzujących są cukry proste (10 g w 250 ml), a ich wartość energetyczna wynosi 45 kcal/100 ml [Godala i in., 2013]. Tego typu napoje zawierają w swoim składzie również: kofeinę, taurynę, L-karnitynę, glukuronolakton i ekstrakty roślinne typu żeń-szeń i wyciąg z miłorzębu japońskiego [Kopacz i in., 2012]. Ponadto, mogą być wzbogacone w witaminy z grupy B: niacynę (Wit. B3), kwas pantotenowy (Wit. B5), pirydoksynę (Wit. B6) i kobalaminę (Wit. B12) [Witkowska i in., 2011]. Producenci zapewniają, że odpowiednia kombinacja tych składników zwiększa wydajność organizmu, poprawia koncentrację i redukuje uczucie zmęczenia [Michota-Katulska i in., 2014]. Obecnie Polska zajmuje szóste miejsce w konsumpcji „energy drinków” w Europie [Michota-Katulska, 2014]. Głównymi nabywcami tego typu napojów są ludzie młodzi i aktywni fizycznie [Semeniuk, 2011]. Niepokojącym zjawiskiem jest jednak coraz większe zainteresowanie tego typu napojami wśród dzieci i młodzieży. Jak wynika z badań Błaszczuk i in. [2013] przeprowadzonych wśród uczniów z województwa mazowieckiego i łódzkiego, po „energy drinki” sięga od 17% gimnazjalistów do 24% uczniów szkół ponadgimnazjalnych. Wysoka popularność napojów energetyzujących jest efektem licznych kampanii reklamowych z udziałem znanych sportowców promujących tego typu napoje jako niewyczerpane źródło energii. Chęć sięgania po tego typu napoje jest często wynikiem panującego trendu i presji rówieśniczej. Niedostateczna wiedza najmłodszych konsumentów sprawia, że „energy drinki” niejednokrotnie bywają mylone z napojami izotonicznymi, których celem jest wyrównanie poziomu wody i elektrolitów oraz uzupełnienie niedoborów witamin i składników mineralnych u osób aktywnych fizycznie [Cichocki, 2012]. Napoje energetyzujące mogą być okazjonalnie spożywane przez osoby dorosłe w sytuacjach wzmożonego wysiłku psychofizycznego. Jednak ich nadużywanie może stać się przyczyną przykrych dolegliwości zdrowotnych. Tego typu napoje są absolutnie niewskazane dla dzieci, które nie do końca zdają sobie sprawę z ich szkodliwości [Kruk i in., 2014].

Z uwagi na wysoką zawartość składników pobudzających znajdujących się w napojach energetyzujących ich spożycie powinno być kontrolowane. Tego typu napoje mogą być przyczyną odwodnienia organizmu i bezsenności. Osoby nadmiernie spożywające „energy drinki” narażone są na nadciśnienie tętnicze i zaburzenia neurologiczne [Semeniuk, 2011]. Mogą pojawić się również bóle żołądka, głowy, mdłości, kołatanie serca i poczucie rozbicia [Błaszczuk i in., 2013]. W badaniach

przeprowadzonych przez Kopacz i in. [2012] stwierdzono niepożądane działanie napojów energetyzujących takie jak: kołatanie serca, bezsenność, drżenie rąk, niepokój i nadmierna drażliwość. W innych badaniach [Witkowska i in., 2011] udowodniono, że spożycie tego typu napojów powoduje nadmierną agregacją płytek krwi i dysfunkcje śródbłonna naczyniowego. Cavalcanti i in. [2010] przedstawia, że napoje te zwiększają kwasowość w jamie ustnej, co w połączeniu z wysoką zawartością sacharozy wywołuje erozję szkliwa nazębnego. Innym negatywnym skutkiem spożywania „energy drinków” jest ryzyko związane z wystąpieniem insulinooporności, co może w konsekwencji doprowadzić do cukrzycy i otyłości [Cichocki, 2012]. Badania Szotowskiej i in. [2013] wskazują, że przyjmowanie większych dawek napojów energetyzujących wpływa niekorzystnie na układ sercowo - naczyniowy i nerwowy u zdrowych osób. Stwierdzono wzrost ciśnienia tętniczego krwi, kołatanie serca i uczucie niepokoju. Nadmierne spożycie kofeiny może pogarszać jakość snu u młodych ludzi, co powoduje przemęczenie i osłabienie organizmu, a także częste zmiany nastroju oraz zaostrzenie astmy oskrzelowej [Cichocki, 2012]. Ponadto mogą pojawić się problemy żołądkowo - jelitowe, zawroty głowy, nadmierna nerwowość, wzmożona agresja i trudności w skupieniu uwagi [Błaszczyk i in., 2013].

Material i metody badań

Anonimowe badania ankietowe przeprowadzono wśród młodzieży gimnazjalnej w roku szkolnym 2015/2016. Wzięło w nich udział 50 uczniów klasy pierwszej (z czego 45% stanowiły dziewczęta, a 55% chłopcy) i 59 uczniów trzeciej klasy (obejmującej 58% dziewcząt i 42% chłopców) jednego z krakowskich gimnazjów. Ankieta zawierała 10 pytań. Uzyskane wyniki poddano analizie wykorzystując w tym celu arkusz kalkulacyjny Microsoft Office Excel 2007. Za pomocą testu niezależności Chi-kwadrat (TEST χ^2), na poziomie istotności $\alpha=0,05$ sprawdzono autentyczność dwóch hipotez badawczych. Pierwsza z nich zakładała, że spożycie napojów energetyzujących jest zależne od płci. Drugą natomiast było przypuszczenie, że spożycie napojów energetyzujących było uzależnione od wieku.

Wyniki i dyskusja

Większe spożycie napojów energetyzujących (Tabela 1) występowało w klasie pierwszej (54,5%). Spośród badanych, którzy przyznali się do picia napojów energetyzujących przeważali chłopcy (63% w klasie pierwszej i 60% w klasie trzeciej).

Podobną zależność zaobserwował Cichocki [2012], którego wyniki badań obrazowały liczniejsze spożycie napojów energetyzujących wśród chłopców (ponad 70%).

Pierwszoklasiści nieznacznie częściej sięgali po napoje energetyzujące niż uczniowie klasy trzeciej. 13% uczniów klasy pierwszej piło „energy drinki” kilka razy dziennie, wśród trzecioklasistów przyznało się do tego niespełna 3%. Większość chłopców w obu badanych grupach spożywało napoje energetyzujące najczęściej kilka razy w tygodniu (42% w klasie pierwszej i 33% w klasie trzeciej), natomiast dziewczęta sięgały po tego typu napoje kilka razy w miesiącu lub rzadziej (zadeklarowało to 55% uczennic klasy pierwszej i 72% klasy trzeciej). Wg Cichockiego [2012] największy procent ankietowanych (ponad 40%) sięgało po napoje energetyzujące rzadko, kilka razy w miesiącu. Do regularnego spożywania tego typu napojów przyznało się 25% uczniów. Z badań Semeniuk [2011] wynika, iż studenci spożywali napoje energetyzujące okresowo, w czasie sesji egzaminacyjnej, choć 10% badanych przyznało się do częstego spożywania tego typu napojów.

Największy procent respondentów w obu badanych grupach sięgało po napoje energetyzujące w sytuacjach wzmożonego wysiłku fizycznego (53% pierwszoklasistów i 52% trzecioklasistów). Duży odsetek badanych (20% uczniów pierwszej i 28% uczniów trzeciej klasy) przyznało chęć wypicia tego typu napoju by zaspokoić swe pragnienie. Jest to o tyle niebezpieczne, z uwagi na moczopędne działanie kofeiny, co w rezultacie może prowadzić do odwodnienia organizmu [Rój i in., 2011]. W celu zwiększenia koncentracji podczas nauki po „energy drinki” sięgało zaledwie 10% badanych zarówno w pierwszej jak i w trzeciej klasie. W badaniach Semeniuk [2011] i Kopacz i in. [2012] wykazano, że najczęstszą przyczyną sięgania po napoje energetyzujące była chęć zmniejszenia senności (54,7%). Wg Semeniuk [2011] do wypijania tego typu napojów w sytuacjach wzmożonego wysiłku fizycznego przyznało się 32,7% respondentów. Badania Kopacz i in. [2012] potwierdziły, że studenci chętnie sięgali po „energy drinki” w celu zwiększenia wydajności umysłowej. Inne powody jakie wskazali respondenci to zwiększenie wydolności fizycznej i poprawa nastroju. Wg Joachimiak i in. [2013] większość ankietowanych (65%) przyznało, że najczęściej pije napoje energetyzujące w trakcie bądź tuż po zakończeniu wysiłku fizycznego. Kolejnym ważnym powodem sięgania po „energy drinki” był wzmożony wysiłek umysłowy. Podobne wyniki uzyskała w swoich badaniach Rój i in. [2011], w których to zdecydowana większość deklaruwała spożycie napojów energetyzujących w celu zwiększenia aktywności fizycznej oraz pozbycia się uczucia senności. Jak widać młodzież sięga po napoje energetyzujące w różnych sytuacjach, jednak niewątpliwie najczęstszą przyczyną tego stanu rzeczy jest chęć zregenerowania sił po ciężkim wysiłku fizycznym. Zapewne jest to wynik

przeświadczenia, że tego typu napoje korzystnie wpływają na poprawę koncentracji i sprawności psychofizycznej. Należy jednak pamiętać, że napoje energetyzujące dają krótkotrwały przyływ energii, po czym uczucie zmęczenia wraca.

Tabela 1. Odpowiedzi ankietowanych osób na pytania dotyczące częstotliwości oraz powodów spożycia napojów energetyzujących, w zależności od wieku i płci [opracowania własne].

Wariant odpowiedzi	Klasa I			Klasa III		
	% ankietowanych osób			% ankietowanych osób		
	Dziewczynki	Chłopcy	Ogółem	Dziewczynki	Chłopcy	Ogółem
Czy kiedykolwiek spożywałeś (i/lub nadal spożywasz) napoje energetyzujące?						
Tak	44	63	54,5	41	60	49
Nie	56	37	45,5	59	40	51
Jak często pijesz napoje energetyzujące?						
Kilka razy dziennie	0	21	13	7	0	3
Raz dziennie	0	10,5	7	0	40	21
Kilka razy w tygodniu	9	42	30	7	33	21
Raz w tygodniu	36	16	23	14	7	10
Kilka razy w miesiącu lub rzadziej	55	10,5	27	72	20	45
Z jakiego powodu sięgasz po napoje energetyzujące?						
W celu zaspokojenia pragnienia	18	21	20	36	20	28
W sytuacji wzmózonego wysiłku fizycznego	46	58	53	29	73	52
W celu poprawy koncentracji w trakcie nauki	18	5	10	14	7	10
W celu poprawy samopoczucia	18	16	17	21	0	10
Spożywanie napojów energetyzujących jest „trendy”	0	0	0	0	0	0

Przy wyborze napoju energetyzującego zarówno uczniowie pierwszej jak i trzeciej klasy sugerowali się smakiem (57% pierwszoklasistów i 52% trzecioklasistów) (Tabela 2). Drugim kryterium wyboru była cena, bowiem sugerowało się nią już 20% pierwszo- i 17% trzecioklasistów. Tylko 7% uczniów klasy pierwszej i 14% uczniów

klasy trzeciej wzięło pod uwagę markę. Trzecioklasiści swoich preferencji nie uzależniali od reklamy i funkcjonalności opakowania. Wg innych badań [Semeniuk, 2011] przeprowadzonych na studentach najczęstszym kryterium wyboru napoju energetyzującego była cena, co potwierdziło 45,3% badanych, natomiast 7,3% studentów wybierała te napoje z uwagi na ich smak. Przedstawione w tej pracy wyniki są zgodne z uzyskanymi w badaniach Wolak [2010] i Błaszczuk i in. [2013], w których studenci przyznali, że przy wyborze napoju energetyzującego kierowali się głównie smakiem i ceną.

Tabela 2. Odpowiedzi ankietowanych osób na pytania dotyczące preferencji uczniów co do wyboru napoju energetyzującego, w zależności od wieku i płci [opracowania własne].

Wariant odpowiedzi	Klasa I			Klasa III		
	% ankietowanych osób			% ankietowanych osób		
	Dziewczynki	Chłopcy	Ogółem	Dziewczynki	Chłopcy	Ogółem
Czym przede wszystkim sugerujesz się wybierając napój energetyzujący?						
Smakiem	55	58	57	57	47	52
Składem chemicznym	9	11	10	22	13	17
Marką	9	5	7	7	20	14
Reklamą	0	5	3	0	0	0
Ceną	18	21	20	14	20	17
Funkcjonalnością opakowania (wygląd, pojemność, itp.)	9	0	3	0	0	0

Głównym źródłem informacji na temat zastosowania napojów energetyzujących był Internet, co potwierdziło 40% uczniów klasy pierwszej i 38% uczniów klasy trzeciej (Tabela 3). Następnym bardzo ważnym źródłem informacji była telewizja (27,5%) i znajomi (27%). Podobne wyniki uzyskała Semeniuk [2011]. Badani przez nią studenci przyznali, że o napojach energetyzujących dowiadywali się głównie z telewizji (70,7%), z kolei wg Cichockiego [2012] najczęstszym źródłem wiedzy na temat napojów energetyzujących były reklama i znajomi. Z badań przeprowadzonych przez Rój i in. [2011] wynika, iż wiedza uczniów na temat napojów energetyzujących pochodzi głównie z informacji przekazywanych w radio i telewizji.

Z przeprowadzonych badań wynika, iż środki masowego przekazu są w głównej mierze odpowiedzialne za rozpowszechnianie informacji na temat napojów energetyzujących. Panujący wśród rówieśników trend oraz podatność młodego

organizmu na oddziaływanie mediów stają się przyczyną coraz większego rozpropagowania „energy drinków” wśród młodzieży.

Tabela 3. Odpowiedzi ankietowanych osób na pytania dotyczące źródła wiedzy na temat napojów energetyzujących, w zależności od wieku i płci [opracowania własne].

Wariant odpowiedzi	Klasa I			Klasa III		
	% ankietowanych osób			% ankietowanych osób		
	Dziewczynki	Chłopcy	Ogółem	Dziewczynki	Chłopcy	Ogółem
Skąd czerpiesz informacje na temat stosowania napojów energetyzujących?						
Telewizja	9	11	10	36	20	27,5
Prasa	9	0	3	7	0	3,5
Internet	36	42	40	36	40	38
Znajomi	28	26	27	0	20	10
Ulotki	0	0	0	0	0	0
Inne	18	21	20	21	20	21

W obu badanych grupach (Tabela 4) uczniowie zwracali uwagę na skład chemiczny napojów energetyzujących, na co odpowiedziało 57% pierwszoklasistów i 59% trzecioklasistów, jednak nie wszystkie związki chemiczne były uczniom znane. Aż 43% ankietowanych z klasy pierwszej i 41% klasy trzeciej nie interesowało się składem owych napojów. W żadnej z badanych grup nie znalazła się osoba posiadająca pełną wiedzę na temat składu chemicznego „energy drinków”. Z badań przeprowadzonych przez Godała i in. [2013] wynika, że co drugi ankietowany nie potrafił wskazać przybliżonej zawartości kofeiny w porcji napoju energetyzującego. Wg Błaszczyk i in. [2013] prawie połowa badanych nie czytała informacji znajdujących się na etykiecie produktu. Brak wiedzy na temat składu chemicznego „energy drinków” może stwarzać ryzyko przedawkowania określonych związków, w tym kofeiny. Europejskie Prawo Żywnościowe nakłada na producentów napojów energetyzujących obowiązek informowania konsumenta o zawartości kofeiny w porcji napoju. Na uwagę zasługuje fakt, iż dodawana do większości napojów energetyzujących guarana sama w sobie stanowi źródło kofeiny, jednak nie jest ona uwzględniana w całkowitej zawartości kofeiny deklarowanej na etykiecie [Godała i in., 2013].

Tabela 4. Odpowiedzi ankietowanych osób na pytania dotyczące znajomości składu chemicznego napojów energetyzujących, w zależności od wieku i płci [opracowania własne].

Wariant odpowiedzi	Klasa I			Klasa III		
	% ankietowanych osób			% ankietowanych osób		
	Dziewczynki	Chłopcy	Ogółem	Dziewczynki	Chłopcy	Ogółem
Czy zwracasz uwagę na skład chemiczny napojów energetycznych znajdujący się na opakowaniu i czy znasz znaczenie każdego związku chemicznego w nim występującego?						
Tak	0	0	0	0	0	0
Tak, ale nie wszystkie związki chemiczne są mi znane	45	63	57	50	67	59
Nie zwracam na to uwagi	55	37	43	50	33	41

Największą zaletą wynikającą ze spożycia napojów energetyzujących jest redukcja zmęczenia (Tabela 5), taką odpowiedź udzieliło 54% ankietowanych z klasy pierwszej i 46% z klasy trzeciej. Podobne wyniki uzyskała Semeniuk [2012]. Badani przez nią studenci sięgali po napoje energetyzujące w celu zniwelowania senności i zmęczenia. Wśród badanych gimnazjalistów 22% uczniów klasy pierwszej i 27% trzecioklasistów uważało, że napoje energetyzujące uzupełniają niedobory elektrolitów i dostarczają witamin. Uzyskane wyniki świadczą o niedostatecznej wiedzy ok. 25% gimnazjalistów na temat korzyści spożywania napojów energetyzujących. Przypuszczać można, że napoje te mylone są przez uczniów z napojami izotonicznymi, których zadaniem jest uzupełnienie niedoboru elektrolitów i witamin traconych w czasie intensywnego wysiłku fizycznego. Podobną zależność zaobserwowała Joachimiak i in. [2013], której wyniki badań pokazały, że dzieci często nie odróżniają napojów energetyzujących od izotonicznych.

Uzyskane wyniki (Tabela 5) wskazują, że 22% pierwszoklasistów i 27% trzecioklasistów uważało napoje energetyzujące jako niebezpieczne dla zdrowia. Większość uczniów przyznało, że szkodliwość tego typu napojów jest uzależniona od ilości spożycia, co potwierdziło 64% uczniów pierwszej i 71% uczniów klasy trzeciej. Podobne wyniki w swoich badaniach uzyskał Cichocki [2012], w których młodzież uzależniała szkodliwość napojów energetyzujących od częstotliwości spożycia.

Brak negatywnego oddziaływania „energy drinków” na zdrowie wskazało 14% pierwszoklasistów, podczas gdy takiej odpowiedzi udzieliło zaledwie 2%

trzecioklasistów. W badaniach Cichockiego [2012] o bezpieczeństwie napojów energetyzujących było przekonanych około 10% badanych. Wg Godała i in. [2013] wśród respondentów znalazły się osoby, które nie posiadały wiedzy na temat szkodliwego wpływu napojów energetyzujących. Podobne wyniki uzyskano w badaniach Semeniuk [2011], w których co piąty student przyznał brak wiedzy na temat niepożądanych skutków nadmiernej podaży napojów energetyzujących.

Tabela 5. Odpowiedzi ankietowanych osób na pytania dotyczące korzyści wynikających ze spożywania napojów energetyzujących oraz ich potencjalnej szkodliwości dla zdrowia, w zależności od wieku i płci [opracowania własne].

Wariant odpowiedzi	Klasa I			Klasa III		
	% ankietowanych osób			% ankietowanych osób		
	Dziewczynki	Chłopcy	Ogółem	Dziewczynki	Chłopcy	Ogółem
Jaką główną korzyść Twoim zdaniem niesie ze sobą spożycie napojów energetyzujących?						
Poprawiają koncentrację	12	10	11	6	8	7
Uzupełniają niedobór elektrolitów i dostarczają witamin	16	27	22	26	28	27
Gaszą pragnienie	16	7	11	6	20	12
Przyspieszają metabolizm	0	0	0	0	0	0
Zwiększają szybkość reakcji	0	3	2	6	12	8
Redukują zmęczenie	56	53	54	56	32	46
Czy uważasz, że napoje energetyzujące są szkodliwe dla zdrowia?						
Tak, są szkodliwe	18	17	22	23,5	32	27
Nie są szkodliwe	8	23	14	3	0	2
Zależy od ilości spożycia	74	60	64	73,5	68	71

Najczęściej wskazanym przez respondentów skutkiem ubocznym spożywania napojów energetyzujących była przyspieszona praca serca, taką odpowiedź udzieliło 50% ankietowanych z klasy pierwszej i 56% z klasy trzeciej (Tabela 6). Podobne objawy zgłaszali studenci w badaniach Kopacz i in. [2012]. Wg Semeniuk [2012] część studentów odczuwała niepokój i zdenerwowanie po spożyciu napojów energetyzujących, natomiast w badaniach Malinauskas i in. [2007] ankietowani zgłaszali ból głowy i zaburzenia pracy serca. Wg Kopacz i in. [2012] najczęstszym działaniem niepożądanym napojów energetyzujących jest bezsenność i drżenie rąk. Z badań przeprowadzonych przez Rój i in. [2011] wynika, że niemal połowa badanych (47%) odczuwała negatywne skutki działania napojów energetyzujących w postaci bólu brzucha, bólu głowy, pojawiły

się także drżenie rąk i kołatanie serca. Uzyskane wyniki wskazują, że nadmierne i częste spożycie napojów energetyzujących wiąże się z niebezpieczeństwem pojawienia się wielu przykrych skutków dla zdrowia, z czego ankietowani zdawali sobie sprawę (Tabela 6).

Tabela 6. Odpowiedzi ankietowanych osób na pytania dotyczące negatywnych skutków, jakie odnotowano po spożyciu napojów energetyzujących, w zależności od wieku i płci [opracowania własne].

Jakie negatywne skutki zaobserwowałeś po ich spożyciu napojów energetyzujących?		
	Klasa I	Klasa III
✓ Ból głowy	17	0
✓ Bezsennosc	17	19
✓ Niepokój	0	0
✓ Trzęsące się ręce	11	12
✓ Rozdrażnienie	5	12,5
✓ Przyspieszona praca serca	50	56

Analiza statystyczna przeprowadzona za pomocą testu Chi-kwadrat (Tabela 7) wykazała, że spożycie napojów energetyzujących było determinowane przez płeć. Chłopcy w większym stopniu spożywali tego typu napoje. Podobne wyniki uzyskała w badaniach Błaszczyk [2013], w których chłopcy istotnie częściej niż dziewczęta sięgali po "energy drinki".

Przyjęte hipotezy:

Hipoteza zerowa H_0 : brak zależności między badanymi cechami,

Hipoteza alternatywna H_1 : badane cechy są zależne.

Tabela 7. Obliczenie wyniku testu niezależności chi kwadrat uwzględniającego płeć [opracowanie własne].

Płeć	Deklaracja	Wartość obserwowana O_j	Wartość oczekiwana E_j	Wynik testu chi kwadrat wynosi:	Stopnie swobody	Poziom prawdopodobieństwa p:
Dziewczyny	Pijący	25	30,54	4,311	1	0,038
	Niepijący	34	28,46			
Chłopcy	Pijący	34	28,46			
	Niepijący	21	26,54			

Wartość krytyczna z tablicy rozkładu chi-kwadrat, odczytana przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ i przy $(r-1)*(p-1)$ stopniach swobody: $\chi^2_{\alpha;(r-1)(p-1)}=1,074$.

Ponieważ $4,311 > 1,074$, zatem należy odrzucić hipotezę zerową H_0 na rzecz hipotezy alternatywnej H_1 , $0,038 < 0,05$, zatem wyniki są istotne statystycznie.

Wyniki badań (Tabela 8) wykazały, iż hipoteza głosząca zależność pomiędzy częstotliwością spożycia napojów energetyzujących, a wiekiem konsumentów nie potwierdziła się. Zarówno uczniowie klasy pierwszej jak i trzeciej w porównywalnym stopniu sięgali po napoje energetyzujące.

Przyjęte hipotezy:

Hipoteza zerowa H_0 : brak zależności między badanymi cechami,

Hipoteza alternatywna H_1 : badane cechy są zależne.

Tabela 8. Obliczenie wyniku testu niezależności chi kwadrat uwzględniającego wiek [opracowanie własne].

Wiek	Deklaracja	Wartość obserwowana O_j	Wartość oczekiwana E_j	Wynik testu chi kwadrat wynosi:	Stopnie swobody	Poziom prawdopodobieństwa p:
Klasa I	Pijący	30	28,46	0,332	1	0,565
	Nie pijący	25	26,54			
Klasa III	Pijący	29	30,54			
	Nie pijący	30	28,46			

Wartość krytyczna z tablicy rozkładu chi-kwadrat, odczytana przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ i przy $(r-1)*(p-1)$ stopniach swobody: $\chi^2_{\alpha;(r-1)(p-1)}=0,455$.

Ponieważ $0,332 < 0,445$, zatem brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej H_0 , $0,565 > 0,05$, zatem wyniki nie są istotne statystycznie

Wnioski

Płeć była istotnym statystycznie czynnikiem decydującym o spożyciu napojów energetyzujących.

Napoje energetyzujące cieszą się dużą popularnością wśród młodzieży gimnazjalnej, co potwierdziło stosunkowo częste spożycie tego typu wyrobów.

Gimnazjaliści chętnie sięgali po „energy drinki” w sytuacjach wzmożonego wysiłku fizycznego, a kupując napój energetyzujący uczniowie kierowali się głównie smakiem.

Aż 2/5 młodzieży uczestniczącej w badaniu zadeklarowało brak zainteresowania składem chemicznym „energy drinków”.

Najczęstszym wskazanym przez uczniów skutkiem ubocznym picia napojów energetyzujących była przyspieszona praca serca.

Literatura

1. Błaszczak E., Piórecka B., Jagielski P., Schlegel-Zawadzka M., (2013), Konsumpcja napojów energetyzujących i zachowania z nią związane wśród młodzieży wiejskiej, *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 94(4), s. 816-818.
2. Cavalcanti A. L., Costa Oliveira M., Florentino V. G., (2010), Short communication: In vitro assessment of erosive potential of energy drinks, *European Archives of Paediatric Dentistry*, 11, s. 253.
3. Cichocki M., (2012), Napoje energetyzujące – współczesne zagrożenie zdrowotne dzieci i młodzieży, *Przegląd Lekarski*, 69(10), s. 856-857.
4. Godała M., Szymańska A., Materek- Kuśmierkiewicz I., Szatko F., (2013), Spożycie napojów energetyzujących przez sportowców. Cz. II. Znajomość składu napojów energetyzujących, *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 94(2), s. 273-247.
5. Joachimiak I., Szołtysek K., (2013), Świadomość, stan wiedzy oraz częstotliwość spożycia napojów energetyzujących i izotonicznych przez osoby młode, czynnie uprawiające sport, *Nauki Inżynierskie i Technologie*, 1(8), s. 31-32.
6. Kopacz A., Wawrzyniak A., Hamułka J., Górnicka M., (2012), Badania uwarunkowane spożyciem napojów energetyzujących przez studentów, *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 4, s. 492.
7. Kruk W., Cichocka I., Zajac K., Hubert- Lutecka A., (2014), Problem stosowania substancji uzależniających (dopalacze, narkotyki, napoje energetyzujące) wśród studentów wybranych uczelni rzeszowskich, *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 95(4), s. 882-883.
8. Malinuskans B. M, Aeby V. G i in. (2007), A survey of energy drink consumption patterns among college students, *Journal home: Nature*, s. 1-7.
9. Michota- Katulska E., Zegan M., Sińska B., Kucharska A., (2014), Zachowania wybranej grupy studentów wobec napojów energetyzujących stosowanych w czasie wzmożonego wysiłku psychofizycznego, *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 95(3), s. 783-784.

10. Rath M.,(2012), Energy drinks. What is all the hype? The dangers of energy drink consumption, *Journal of the American Academy Nurse Practiciones*, 24, s. 70–76.
11. Rój A., Stasiuk E., Dorsz B., (2011), Ocena popularności napojów energetyzujących wśród młodzieży regularnie uprawiającej sport, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 44, s. 1020.
12. Semeniuk W., (2011), Spożywanie napojów energetyzujących wśród studentów Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 92(4), s. 966-968.
13. Szotowska M., Bartmańska M., Wyskida K., Bąba M., Tarski M., Adamczak A., Więcek A., (2013), Wpływ jednorazowej dawki tak zwanego napoju energetyzującego na ciśnienie tętnicze i częstość tętna u młodych, zdrowych osób dorosłych, *Via Medica*, 17(2), s. 169-173.
14. Witkowska A., Zujko M., Mirończuk- Chodakowska I., (2011), Właściwości napojów energetyzujących, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 46(3), s. 355.
15. Wolak A., (2010), Analiza preferencji konsumenckich dotyczących napojów energetyzujących, W: Żuchowski J., Zieliński R., *Wybrane problemy jakości żywności*, Naukowy Instytut Technologii Eksploatacji, Radom, s. 4.

Rozdział 3

Ewelina Piasna-Słupecka, Martyna Niemczyk, Teresa Leszczyńska,
Aneta Koronowicz, Mariola Drozdowska

*Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*

Kierownik katedry/promotor: prof. dr hab. inż. Teresa Leszczyńska

SKŁAD PODSTAWOWY SŁODKIEGO ZIELA AZTEKÓW (*LIPPIA DULCIS*)

Streszczenie

Środki intensywnie słodzące, dostępne obecnie na rynku, są głównie związkami syntetycznymi. Wiele z nich może wpływać na cechy organoleptyczne produktu, pogarszając jego smak, a także powodować negatywne skutki dla zdrowia człowieka. Dlatego na przestrzeni ostatnich lat znacznie wzrosło zapotrzebowanie na naturalne środki słodzące. Przykładem takiej rośliny może być słodkie ziele Azteków (*Lippia dulcis* L.). Celem przeprowadzonych badań było określenie składu podstawowego słodkiego ziele Azteków. Badania obejmowały analizę zawartości suchej masy, sumy związków mineralnych w postaci popiołu, białka ogółem, węglowodanów ogółem oraz tłuszczu. W rezultacie przeprowadzonych analiz uzyskano zróżnicowane wartości oznaczanych składników w zależności od pochodzenia materiału badawczego (dostawcy). Najwięcej istotnych różnic zaobserwowano w zawartości suchej masy oraz tłuszczu.

Słowa kluczowe: *Lippia dulcis* L., skład podstawowy, białko, tłuszcz, węglowodany, sucha masa, popiół

Wprowadzenie

Od tysięcy lat dieta człowieka bogata jest w węglowodany naturalnie występujące w wielu owocach oraz miodzie. Wpływają one bezpośrednio na nasze zmysły i decydują o akceptacji bądź odrzuceniu danego produktu spożywczego. Wraz z początkiem XX wieku głównym środkiem słodzącym, wybieranym przez przemysł spożywczy oraz konsumentów, jest sacharoza, pochodząca z upraw trzciny cukrowej oraz buraków cukrowych. Poza względami smakowymi ma również wiele innych pożądaných

właściwości jako składnik żywności – jest dobrze rozpuszczalna w wodzie, stabilna termicznie oraz tania w produkcji [Priya i in., 2011].

Obecnie sposób żywienia znacznej części ludności opiera się głównie na spożywaniu nadmiernej ilości przetworzonej żywności bogatej w cukier. Nieprawidłowo zbilansowana dieta, a w tym nadmierny w niej udział cukru, może być czynnikiem wpływającym na wystąpienie problemów zdrowotnych. Przedstawione zachowania żywieniowe mogą przyczyniać się do rozwoju nadwagi, a także wiązać się ze zwiększonym ryzykiem wystąpienia przewlekłych chorób niezakaźnych, takich jak otyłość, cukrzyca typu 2 lub choroba niedokrwienna serca [Tilman i Clark, 2014]. Z drugiej strony, współczesne społeczeństwo coraz częściej zwraca uwagę na zmianę nawyków żywieniowych oraz wprowadzanie zasad racjonalnego żywienia. Epidemia osób cierpiących z powodu otyłości oraz cukrzycy typu 2 spowodowały konieczność zmiany dotychczasowego stylu życia, jak również zwiększenie świadomości konsumentów na temat żywienia. Dlatego od wielu lat poszukuje się substancji stanowiących alternatywę dla sacharozy, które odznaczają się niską kalorycznością oraz dużą siłą słodzącą. Do jednych z najpopularniejszych dodatków do żywności, stanowiących substytut sacharozy, należą substancje intensywnie słodzące. Dzięki ich zastosowaniu możliwe jest uzyskanie produktu spożywczego o dużo niższej kaloryczności w porównaniu z produktem zawierającym w swoim składzie sacharozę.

Środki intensywnie słodzące, dostępne obecnie na rynku, są głównie związkami syntetycznymi. Wiele z nich może wpływać na cechy organoleptyczne produktu, pogarszając jego smak, a także powodować negatywne skutki dla zdrowia człowieka [Świąder i in., 2011]. Dlatego na przestrzeni ostatnich lat znacznie wzrosło zapotrzebowanie na naturalne środki słodzące, które powszechnie uznawane są za bezpieczne. Coraz większe zainteresowanie zyskują surowce roślinne m.in. stewia, której liście stanowią źródło glikozydów stewiolowych, wykazujących właściwości słodzące. Innym przykładem rośliny zawierającej naturalne związki słodzące, która może stanowić alternatywę dla sacharozy, jest *Lippia dulcis* L. (słodkie ziele Azteków).

Słodkie azteckie ziele (syn. *Phyla scaberrima*, *Lippia scaberrima* i *Zapania scaberrima*), to tradycyjna roślina lecznicza z rodziny werbenowatych o długiej historii stosowania w Ameryce. Jest silnie aromatycznym ziołem o intensywnie słodkich liściach i kwiatach, typowym dla klimatu równikowego [Oliveira i in., 2006]. Ziele to używane jest od wielu lat głównie na terenie Ameryki Środkowej oraz Południowej, jako środek stosowany w medycynie naturalnej, natomiast w Europie zostało dostrzeżone dopiero w ostatnich latach. [Braga i in., 2005].

Lippia dulcis L. była używana przez lud Azteków jako lek na kaszel oraz niedrożność dróg moczowych. W Ameryce Środowej, Meksyku oraz na Kubie ziele azteckie stosowało się przy dolegliwościach, takich jak: katar, zapalenie oskrzeli, astma czy kolka. W niektórych częściach Meksyku roślinę używano jako środek poronny. Portorykańczycy pili wywar roślinny w leczeniu zapalenia oskrzeli, jako środek uspokajający, oraz w celu przewyciężenia kaszlu i kolki żołądkowo-jelitowej. Nalewkę z *Lippia dulcis* L. stosowali również lekarze w Stanach Zjednoczonych pod koniec XIX wieku w leczeniu zapalenia oskrzeli oraz przy schorzeniach układu oddechowego (głównie w ostrym nieżycie nosa) [Görnemann i in., 2008].

Zwiększone zainteresowanie tą rośliną wiąże się z koniecznością przeprowadzenia badań jej składu podstawowego. Dlatego celem pracy było przeprowadzenie analiz podstawowego składu chemicznego, tj. zawartości suchej masy, popiołu, białka, węglowodanów oraz tłuszczu słodkiego ziela Azteków (*Lippia dulcis* L.).

Material i metody

Materiał badawczy stanowiły kilkutygodniowe pędy (młode, elastyczne łodygi, liście oraz kwiaty) słodkiego ziela Azteków (*Lippia dulcis* L.), pozyskane wiosną 2018 roku. Analizie poddano rośliny pochodzące z upraw trzech różnych dostawców: Ogrodów Ziółowych z terenu Kątów Wrocławskich w województwie dolnośląskim (dostawca A), Firmy Handlowo-Usługowej TIM z Czeladzi w województwie śląskim (dostawca B) oraz Gospodarstwa Ogrodniczego w Gumowie w województwie mazowieckim (dostawca C). Ziola uprawiano w warunkach szklarniowych, w doniczkach o pojemności 0,7 dm³ (dostawca A i dostawca C) oraz 0,5 dm³ (dostawca B) w okresie od drugiej dekady marca do maja, z sadzonek rozmnażanych wegetatywnie.

Pobrany materiał badawczy dokładnie rozdrobiono, w celu przeprowadzenia analiz zawartości suchej masy oraz popiołu. Do oznaczenia białka oraz tłuszczu ogółem przygotowano próbki liofilizatów.

W świeżym materiale roślinnym oznaczono zawartość suchej masy metodą suszarkową [Fortuna i in., 2003]. Sumę związków mineralnych w postaci popiołu oznaczono przy użyciu pieca muflowego [Pisulewski i Pysz, 2008]. Z przygotowanych wcześniej, zliofilizowanych próbek *Lippia dulcis* L. przeprowadzono analizę zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla, wykorzystując aparat analityczny 2200 Kjeltec Auto Distillation (Foss Tecator). Analizę zawartości tłuszczu przeprowadzono w aparacie Soxleta 2050 Soxtec (Foss Tecator), umożliwiającym prowadzenie ekstrakcji w sposób ciągły. Zawartość tłuszczu w analizowanej próbce obliczono na podstawie masy otrzymanego w wyniku ekstrakcji, tłuszczu [Bączkiewicz i in., 2012]. Procentową

zawartość węglowodanów ogółem obliczono korzystając ze wzoru: % węglowodanów ogółem = % suchej masy – (% popiołu + % białka ogółem + % tłuszczu).

Wszystkie analizy próbek słodkiego azteckiego ziela od dostawców A, B oraz C wykonano w trzech powtórzeniach. W celu przeprowadzenia statystycznej analizy uzyskanych wyników zawartości suchej masy, białek, popiołu, tłuszczu oraz węglowodanów, wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Do określenia istotności różnic między wartościami średnimi zastosowano test Duncana przy założonym poziomie istotności $\alpha=0,05$. Dla otrzymanych wyników obliczono także odchylenie standardowe (SD). Analizy statystyczne przeprowadzono przy użyciu programu Statistica 13.1 (StatSoft, Polska).

Wyniki

W rezultacie przeprowadzonych analiz uzyskano zróżnicowane wartości oznaczanych składników w zależności od pochodzenia materiału badawczego (dostawcy). Wyniki badań zawartości suchej masy, popiołu, białka, tłuszczu oraz węglowodanów w słodkim azteckim ziele przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zawartość suchej masy, popiołu, białka, tłuszczu oraz węglowodanów ogółem w częściach nadziemnych słodkiego azteckiego ziela (*Lippia dulcis* L.)

Dostawca	Sucha masa	Popiół	Białko [%]	Tłuszcz	Węglowodany
A	33,89 ^a ± 0,56	2,07 ^a ± 0,04	4,68 ^a ± 0,01	0,63 ^a ± 0,03	26,51 ^a ± 0,52
B	28,15 ^b ± 0,60	2,99 ^b ± 0,17	5,55 ^b ± 0,13	0,48 ^b ± 0,03	19,13 ^b ± 0,34
C	26,04 ^c ± 0,43	2,72 ^b ± 0,21	5,86 ^b ± 0,05	0,36 ^c ± 0,02	17,10 ^b ± 0,28
Średnia	29,36 ± 4,06	2,59 ± 0,47	5,36 ± 0,61	0,49 ± 0,13	20,91 ± 4,95

Wyniki podane jako średnia ± odchylenie standardowe. Statystycznie istotne różnice (przy $p \leq 0,05$) pomiędzy poszczególnymi dostawcami oznaczono różnymi literami (a, b, c).

Dyskusja

W dostępnym piśmiennictwie naukowym nie można znaleźć informacji na temat danych dotyczących składu podstawowego *Lippia dulcis* L. (zawartości suchej masy, popiołu, białka, tłuszczu oraz węglowodanów). Z tego względu uzyskane w trakcie przeprowadzonych badań wartości porównano z wynikami innego surowca roślinnego o zbliżonych właściwościach i pochodzeniu geograficznym – *Stevia rebaudiana* Bert.

Zawartość suchej masy w świeżych młodych pędach słodkiego ziele Azteków pozyskanych od trzech różnych dostawców kształtowała się na poziomie 26,04-33,89 g/100 g s.m. W przypadku analiz *Stevia rebaudiana* Bert. w badaniach przeprowadzonych przez Najda i in. [2014] zaobserwowano niższą zawartość suchej masy w surowcach, równą 22,71 g/100 g s.m.. Podobnie jak w niniejszej pracy materiał roślinny pochodził z upraw polskich, a zbiór liści nastąpił w czerwcu, w okresie początkowego wzrostu surowca. Według Sharma i in. [2006] świeże liście stewii charakteryzują się niższymi wartościami suchej masy (od 15-20 g/100 g s.m.), jednakże materiał badawczy pochodził z upraw zagranicznych. Wiele danych literaturowych obejmuje również wyniki analiz laboratoryjnych liści *Stevia rebaudiana* Bert. poddanych procesowi suszenia. Abou-Arab i in. [2010] poddali badaniu suche liście *Stevia rebaudiana* Bert., uzyskując wynik równy 94,63 g/100 g s.m. Podobną zawartość suchej masy otrzymali Goyal i in. (95,35 g/100 g s.m.) [2010]. Wysoką zawartość wody w liściach roślin o właściwościach słodzących zaobserwowali także Savita i wsp. [2004], wynoszącą 93,0 g/100 g s.m. Identyczny wynik uzyskano w badaniach przeprowadzonych przez Mishra i in. [2010]. Otrzymane w niniejszej pracy wyniki analiz suchej masy świeżych pędów słodkiego azteckiego ziele (*Lippia dulcis* L.) różnych dostawców są nieznacznie wyższe niż wartości przedstawione w literaturze, dotyczące badań *Stevia rebaudiana* Bert. Różnice w zawartości suchej masy, poza zróżnicowaniem gatunkowym, mogą wynikać z różnych warunków uprawy, w tym strefy klimatycznej, ilości opadów, insolacji czy składu podłoża. Podobna sytuacja dotyczy różnic pomiędzy poszczególnymi uprawami dostawców, stąd zróżnicowane wyniki analiz suchej masy poszczególnych próbek.

Badania własne wykazały zawartość związków mineralnych w postaci popiołu w świeżym materiale roślinnym w ilości 2,07% (dostawca A), 2,99% (dostawca B) oraz 2,72% (dostawca C). Dużo wyższą zawartością badanego składnika charakteryzują się liście *Stevia rebaudiana* Bert. Jedną z niższych wyników uzyskano w badaniach na Uniwersytecie w Indiach, gdzie próbki suszonych liści stewii zawierały w swoim składzie 6,3% popiołu, do którego wliczały się takie składniki mineralne, jak: potas, wapń, magnez, fosfor, mangan i inne [Goyal i in., 2010]. Nieznacznie wyższy wynik otrzymali Abou-Arab i in. [2010], równy 7,41%. Badany materiał z upraw egipskich zawierał potas (21,15 mg/100 g s.m.), wapń (17,70 mg/100 g s.m.), sód (14,93 mg/100 g s.m.), jak również magnez (3,25 mg/100 g s.m.). W badaniu tym liście *Stevia rebaudiana* Bert. charakteryzowały się wysoką zawartością żelaza – 5,89 mg/100 g s.m. W skład popiołu wchodziły także inne mikroskładniki, jak: mangan (2,89 mg/100 g s.m.), cynk (1,26 mg/ 100 g s.m.) oraz miedź (0,73 mg/100 g s.m.). Wyższą zawartość popiołu

(8,4%) zaobserwowali Kaushik i in. [2010]. Liście zawierały dużą ilość wapnia oraz potasu, odpowiednio: 772,0 mg/100 g s.m. i 839,0 mg/100 g s.m. Żelazo stanowiło również jeden z kluczowych składników popiołu, którego zawartość wynosiła 31,1 mg/100 g s.m, podobnie, jak sód (32,7 mg/100 g s.m.). Zasobne w związki mineralne były również liście stewii, analizowane przez Savita i in. [2004] oraz Mishra i in. [2010] – 10,5% oraz 11%. Więcej popiołu, bo 13,12%, zawierały liście *Stevia rebaudiana* Bert., pochodzące z upraw indyjskich, cechujące się dużą ilością wapnia, potasu oraz fosforu [Tadhani i Subhash, 2006]. Najwyższą zawartość składników mineralnych zaobserwowali Atteh i in. [2011] w badaniach przeprowadzonych w 2011 roku. Analizy wykazały bardzo wysoką (15,5%) zawartość popiołu w liściach stewii, w skład którego wchodziły m.in.: potas (17,3 mg/100 g s.m.), cynk (20 mg/100 g s.m.) oraz żelazo (366 mg/100 g s.m.). W oparciu o dane literaturowe, dotyczące *Stevia rebaudiana* Bert., należy stwierdzić, iż analizowane świeże liście *Lippia dulcis* L. charakteryzują się dużo niższą zawartością składników mineralnych niż liście stewii.

Średnia zawartość białka ogółem w badanych świeżych liściach słodkiego ziela Azteków (*Lippia dulcis* L.) z upraw polskich trzech dostawców wyniosła kolejno: 4,68 g/100 g s.m. (dostawca A), 5,55 g/100 g s.m. (dostawca B), 5,86 g/100 g s.m. (dostawca C). Wyniki analiz dla prób pochodzących od dostawców B oraz C były zbliżone. Mniej zasobne w białko są świeże liście *Stevia rebaudiana* Bert.. Najda i in. [2014] dowiedli, iż zawartość tego składnika w badanej roślinie wyniosła 3,84 g/100 g s.m. Liczne analizy laboratoryjne wskazują na zawartość białka w suszu z liści stewii w granicach od 11 do 16 g/100 g s.m [Goyal i in., 2010; Serio, 2010; Atteh i in., 2011]. Według badań Abou-Arab i in. [2010] w skład białek liści *Stevia rebaudiana* wchodzi aminokwasy, takie jak: metionina, histydyna, treonina, leucyna, fenyloalanina, lizyna, walina, arginina oraz izoleucyna. Obecność tych aminokwasów, poza metioniną, w białkach zawartych w liściach *Stevia rebaudiana* potwierdzają również analizy Li i in. [2011]. Najwyższą zawartość białka (20,4 g/100 g s.m.) w suszonych liściach *Stevia rebaudiana* Bert. uzyskali Tadhani i Subhash [2006]. Otrzymane wyniki badań zawartości białka w *Lippia dulcis* L. są zbliżone do wartości uzyskanych dla świeżych liści stewii, jednakże znacznie odbiegają od tych, uzyskanych z suszu roślin z upraw zagranicznych, na co wpływ ma zawartość wody w analizowanym materiale, ale też m. in. pora zbioru [Šic Žlabur i in., 2013].

Badania zawartości tłuszczu wykazały znaczące różnice między poszczególnymi analizowanymi próbkami świeżych liści słodkiego azteckiego ziela. Najwięcej tłuszczu zawierały liście rośliny pochodzącej z upraw dostawcy A (0,63 g/100 g s.m.). O połowę mniejszy wynik uzyskano w próbce dostawcy C (0,36 g/100 g s.m.). Wartość

pośrednią stanowiła zawartość tłuszczu w liściach *Lippia dulcis* L. od dostawcy B (0,48 g/100 g ś.m.). Pomimo, iż badane rośliny pochodziły z upraw polskich, ich zróżnicowanie w wynikach analiz może być spowodowane warunkami glebowo-klimatycznymi [Kopiński i in., 2013]. W porównaniu do wyników pracy własnej, większą zawartość tłuszczu stwierdzono w suchych liściach *Stevia rebaudiana* Bert, w skład których wchodzi: kwas palmitynowy, kwas linolenowy, kwas linolowy, kwas oleinowy, kwas oleopalmitynowy oraz kwas stearynowy [Lemus-Mondaca i in., 2011]. Goyal i in. [2010], badając liście stewii, określili zawartość tłuszczu na poziomie 1,9 g/100 g s.m., natomiast Atteh i in. [2011] – 2,6 g/100 g s.m oraz Abou-Arab i in. [2010] – 3,73 g/100 g s.m. Najwyższą zawartością lipidów charakteryzowały się rośliny analizowane przez Serio [2010] – 5,6 g/100 g s.m.

Podsumowanie

1. Młode pędy *Lippia dulcis* L., pochodzące z upraw dostawcy A, charakteryzowały się znacznie wyższą zawartością suchej masy, tłuszczu oraz węglowodanów w porównaniu do roślin z upraw dostawców B i C.
2. Wykazano, iż materiał badawczy z *Lippia dulcis* L., pozyskany z upraw dostawcy C, zawierał istotnie więcej białka w porównaniu z pozostałymi próbkami z dostaw A i B.
3. Młode pędy słodkiego ziela Azteków z upraw dostawcy B charakteryzowały się wyższą zawartością składników mineralnych w postaci popiołu w porównaniu do pozostałych próbek.

Literatura

1. Abou-Arab A.E., Abou-Arab A., Abu-Salem M.F. Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant. African Journal of Food Science, 2010, 4(5), 269-281.
2. Atteh J., Onagbesan O., Tona K., Buyse J., Decuypere E., Geuns J. Potential use of *Stevia rebaudiana* in animal feeds. Archivos Zootecnia, 2011, 60, 133-136.
3. Bączkiewicz M., Fortuna T., Juszcak L., Sobolewska-Zielińska J. Podstawy analizy i oceny jakości żywności. Skrypt do ćwiczeń. Wyd. UR, Kraków 2012.
4. Braga M.E.M, Ehlert P.A.D., Ming L.C., Meireles M.A.A. Supercritical fluid extraction from *Lippia alba*: global yields, kinetic data, and extract chemical composition. The Journal of Supercritical Fluids, 2005, 2(34), 149-156.
5. Fortuna T., Juszcak L., Sobolewska-Zielińska J. Podstawy analizy żywności: skrypt do ćwiczeń. Wyd. AR, Kraków 2003.

6. Görnemann T., Nayal R., Pertz H.H., Melzig M.F. Antispasmodic activity of essential oil from *Lippia dulcis* Trev. *Journal of Ethnopharmacology*, 2008, 117, 166-169.
7. Goyal S.K., Goyal R.K., Samsher R. *Stevia (Stevia rebaudiana)* a biosweetener: a review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2010, 61(1), 1-10.
8. Kaushik R., Pradeep N., Vamshi V., Geetha M., Usha A. Nutrient composition of cultivated stevia leaves and the influence of polyphenols and plant pigments on sensory and antioxidant properties of leaf extracts. *Journal of Food Science and Technology*, 2010, 47(1), 27–33.
9. Kopiński J., Nieróbca A., Ochal P. Ocena wpływu warunków pogodowych i zakwaszenia gleb w Polsce na kształtowanie produktywności roślinnej. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie*, 2013, 13(2), 53-63.
10. Lemus-Mondaca R., Vega-Galez A., Zura-Bravo L., Ah-Hen K. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 2011, 132, 1121-1132.
11. Li G., Wang R., Quampah A.J., Rong Z., Shi C., Wu J. Calibration and prediction of amino acids in stevia leaf powder using near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2011, 59(24), 13065-13071.
12. Mishra P., Singh R., Kumar U., Prakash V. *Stevia rebaudiana* – A magical sweetener. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry*, 2010, 5, 62-74.
13. Najda A., Balant S., Bekier J., Gruszkiewicz D. Zawartość składników chemicznych w świeżych liściach stewii (*Stevia rebaudiana* Bertoni), *Episteme. Czasopismo Naukowo-Kulturalne*, 2014, 25, 87-94.
14. Oliveira D.R., Leitao G.G., Santos S.S., Bizzo H.R., Lopes D., Alviano C.S., Alviano D.S., Leitao S.G. Ethnopharmacological study of two *Lippia* species from Oriximiná, Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, 2006, 1(108), 103-108.
15. Pisulewski P., Pysz M. *Żywnienie człowieka. Zbiór ćwiczeń*. Wyd. AR, Kraków 2008.
16. Priya K., Srikanth K. Natural Sweeteners: a complete review. *Journal of Pharmacy Research*, 2011, 4(7), 2034-2039.
17. Savita S., Sheela K., Sunanda S., Shankar A., Ramakrishna P. *Stevia rebaudiana* – A functional component for food industry. *Journal of human ecology*, 2004, 15, 261-264.
18. Serio L. La *Stevia rebaudiana*, une alternative au sucre. *Phytotherapie*, 2010, 8, 26–32.

19. Sharma N., Kaushal N., Chawla A., Mohan M., Sethi A., Sharma Y. *Stevia rebaudiana* - A review. *Agrobios Newsletter*, 2006, 5(7), 46-48.
20. Šic Žlabur J., Voća S., Dobričević N., Ježek D., Bosiljkov T., Brncic M. *Stevia Rebaudiana* Bertoni - A review of nutritional and biochemical properties of natural sweetener. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 2013, 78(1), 25-30.
21. Świąder K., Wasziewicz-Robak B., Świdorski F. Substancje intensywnie słodzące – korzyści i zagrożenia. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 2011, 92(3), 392-396.
22. Tadhani M., Subhash R. Preliminary studies on *Stevia rebaudiana* leaves; proximal composition, mineral analysis and phytochemical screening. *Journal of Medical Sciences*, 2006, 6(3), 321-326.
23. Tilman D., Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 2014, 515(7528), 518-522.

Rozdział 4

Joanna Skoczylas, Klaudia Łabuzek, Aneta Kopeć,
Olga Sularz, Paulina Zegartowska

*Katedra Żywnie Człowieka, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*

*Kierownik katedry: prof. dr hab. inż. Teresa Leszczyńska
Promotor: dr hab. inż. Aneta Kopeć*

CZĘSTOTLIWOŚĆ SPOŻYCIA WYBRANYCH GRUP PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH PRZEZ OSOBY O ZWIĘKSZONEJ AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ

Streszczenie

Celem niniejszej pracy była ocena częstotliwości spożycia wybranych grup produktów spożywczych przez osoby o zwiększonej aktywności fizycznej. Przeprowadzono badania ankietowe, w których wzięło 197 osób. Na podstawie ankiet stwierdzono, że osoby o zwiększonej aktywności fizycznej popełniają liczne błędy żywieniowe. Do najczęstszych można zaliczyć zbyt małą ilość wypijanej wody w ciągu dnia oraz zbyt małą ilość spożywanych warzyw i owoców.

Słowa kluczowe: zwiększona aktywność fizyczna, badania ankietowe, częstotliwość spożycia

Wprowadzenie

Sposób odżywiania ma ogromny wpływ na rozwój i ogólny stan zdrowia człowieka. Nieprawidłowe nawyki żywieniowe mogą przyczynić się do powstania wielu chorób oraz zaburzeń w organizmie. Na przestrzeni ostatnich lat stwierdzono pozytywne zmiany wśród polskich konsumentów, dotyczące zmiany nawyków żywieniowych i zwiększonej aktywności fizycznej. Zaobserwowano częstsze spożycie owoców i warzyw oraz ich przetworów, a także większe zainteresowanie sportem i aktywnością fizyczną [Goryńska-Goldman i Ratajczak, 2010].

Największą zaletą sportu rekreacyjnego jest możliwość utrzymania właściwej masy ciała przez zwiększony wydatek energetyczny oraz poprawa wydolności organizmu poprzez ustabilizowaną pracę układu krążenia i oddechowego. Zwiększona aktywność

fizyczna jest istotnym czynnikiem ograniczającym ryzyko zachorowania na przewlekłe choroby niezakaźne przez poprawę profilu lipidowego, zwiększenie wrażliwości tkanek na insulinę, ustabilizowanie poziomu glukozy w surowicy krwi i obniżenie ciśnienia krwi. Ponadto regularna aktywność fizyczna wiąże się z poprawą samopoczucia, ponieważ zmniejsza się poziom stresu a zwiększa produkcję endorfin, które wprowadzają człowieka w dobry nastrój [Kaźmierczak i in., 2015].

W 2008 roku w Lozannie został zaproponowany przez Szwajcarskie Towarzystwo Żywniowe nowy model żywieniowy dla sportowców. Piramida szwajcarska została opracowana jako rozszerzenie istniejących już zaleceń żywieniowych. Wprowadzone zmiany w ilości spożywanych produktów zostały uwzględnione dla osób uprawiających sport minimum 5 godzin tygodniowo [Frączek i in., 2013].

Szwajcarska piramida żywieniowa została przygotowana w takich sposób, aby pomóc sportowcom planować prawidłowo jadłospisy. W wyżej wymienionym modelu żywieniowym przedstawiono ilość dodatkowych porcji pożywienia w stosunku do ilości godzin przeznaczonych na umiarkowaną aktywność fizyczną w ciągu każdego dnia. U podstaw piramidy znalazły się niesłodzone napoje, ponieważ nawodnienie organizmu odgrywa kluczową rolę w żywieniu każdego człowieka. Szwajcarscy naukowcy zalecają, aby na każdą dodatkową godzinę treningu spożywać od 400 do 800 ml wody mineralnej lub napojów izotonicznych. Kolejne miejsce w piramidzie zajmują warzywa i owoce. Następne piętro piramidy stanowią pełnoziarniste produkty oraz nasiona roślin strączkowych. Kolejny segment zajmują takie produkty jak mleko i jego przetwory, mięso, ryby oraz jaja. Na samej górze piramidy znajdują się słodkie, słone przekąski, kolorowe napoje oraz alkohol. Tak samo jak w przypadku osób o małej aktywności fizycznej wśród sportowców te produkty również powinny zostać ograniczone [Mettler i in., 2010]. Celem niniejszej pracy była ocena częstotliwości spożycia wybranych grup produktów spożywczych przez osoby o zwiększonej aktywności fizycznej.

Material i metodyka badań

W celu określenia częstotliwości spożycia wybranych produktów spożywczych przez osoby o zwiększonej aktywności fizycznej jesienią 2017 roku przeprowadzono badania ankietowe wśród 197 mieszkańców gminy Miasta Kraków i Krzeszowice. Kwestionariusz został przygotowany w Katedrze Żywności Człowieka, Wydział Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie. Ankieta zawierała 36 pytań, które zostały podzielone ze względu na częstotliwości spożywanych posiłków i wybranych produktów spożywczych oraz ilość i rodzaj spożywanych napojów

przez respondentów. Największą grupę respondentów stanowiły osoby wykonujące trening siłowy – 36%, następnie osoby preferujące aktywność aerobowo-wytrzymałościową – 29,9%, taneczno-gimnastyczną - 18,8% oraz sporty drużynowe - 12,6%. Do typu „inne” zostało zaklasyfikowanych 2,5% ankietowanych.

Dane z kwestionariusza poddano analizie statystycznej za pomocą testu Chi-kwadrat przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Analizę statystyczną wykonano przy użyciu programu „Statistica” (StatSoft USA). Za pomocą analizy statystycznej sprawdzono czy rodzaj aktywności fizycznej (trening: siłowy, aerobowo-wytrzymałościowy, taneczno-gimnastyczny, sporty drużynowe i inne formy aktywności fizycznej np. joga) mają wpływ na częstotliwość spożycia wybranych grup produktów spożywczych.

Wyniki

Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej stwierdzono, że rodzaj aktywności fizycznej nie miał istotnego wpływu na częstotliwość spożycia wybranych grup produktów spożywczych.

Jeden posiłek w ciągu dnia był spożywany przez 1,4% ankietowanych wykonujących trening siłowy. Spożycie dwóch posiłków zadeklarowało 4% respondentów trenujących sporty drużynowe, 3,4% wykonujących trening aerobowo-wytrzymałościowy, 2,8% siłowy oraz 2,7% taneczno-gimnastyczny. 3 posiłki były spożywane przez największą liczbę ankietowanych trenujących sporty drużynowe (28%) oraz najmniejszą przez respondentów trenujących siłowo (9,9%). Cztery posiłki były zjadane przez 52,1% respondentów trenujących siłowo, 44% aerobowo-wytrzymałościowo, 40% osób uprawiających sporty drużynowe oraz 29,7% respondentów wykonujących trening taneczno-gimnastyczny. Ponadto 60% osób trenujących inne dyscypliny sportowe stwierdziło, że spożywa cztery posiłki w ciągu dnia.

Ponad $\frac{1}{4}$ osób trenujących sporty siłowe spożywała jasne pieczywo, kluski i makarony z częstotliwością 1-2 oraz 3-4 razy w ciągu tygodnia. Codzienne spożycie tych produktów deklarowało 16,9% osób. Ciemne pieczywo było konsumowane codziennie przez 22,5% osób trenujących siłowo. Natomiast 1-2 razy w ciągu tygodnia spożycie ciemnego pieczywa deklarowało 24% badanych wyżej wymienionej grupy. Sery twarogowe oraz żółte codziennie spożywało 5,6% badanych. Ponad 36% ankietowanych nie spożywało serów twarogowych, a topionych oraz żółtych 29,6%. Mleko codziennie wypijało ponad 30% ankietowanych ćwiczących siłowo, a 8,4% całkowicie z niego zrezygnowało (tab. 1.).

Jasne pieczywo spożywało codziennie 18,6% ankietowanych trenujących sporty aerobowo-wytrzymałościowe, a 20,3% całkowicie wykluczyło wyżej wymienione produkty ze swojego planu żywieniowego. Razowe produkty zbożowe najczęściej spożywano 1-2 razy (28,8%) oraz 3-4 razy w ciągu tygodnia (27,1%). Niecałe 17% w ogóle nie spożywało ciemnego pieczywa, kasz i ryżu. Serów twarogowych nie spożywało 39% ankietowanych. Sery żółte konsumowano 1-2 razy w ciągu tygodnia – 33,9%. 20,3% badanych deklarowało codzienne spożycie mleka. 13,6% nie piło w ogóle mleka (tab. 1.).

Codziennie jasne pieczywo spożywało 29,7% respondentów wykonujących trening taneczno-gimnastyczny. Razowe pieczywo, kasze oraz ryż w tej grupie najchętniej spożywano 1-2 razy w ciągu tygodnia (32,4%) oraz codziennie (27%). 8% ankietowanych nie spożywało w ogóle produktów razowych. Sery twarogowe (40,5%) oraz żółte (35,1%) były najczęściej eliminowane oraz nie spożywane przez ankietowanych. 10,8% ankietowanych sięgało po twaróg codziennie, a 2,7% po sery żółte. Codziennie mleko wypijało prawie 30% badanych. Dla 16,2% badanych mleko pojawiała się w planie żywieniowym 1 do 2 razy lub w ogóle (tab. 1.).

Wśród osób trenujących sporty drużynowe 32% deklarowało codzienne spożycie jasnego pieczywa. Pozostałe 28% całkowicie wykluczyło jasne pieczywo, kluski oraz makarony ze swojego jadłospisu. Ciemne pieczywo, ryż oraz kasze 1 do 2 razy tygodniowo konsumowało – 36% osób. Sery twarogowe (32%) oraz żółte (36%) najczęściej spożywano 1-2 razy w ciągu tygodnia. Codzienne spożycie serów twarogowych zadeklarowało 4% ankietowanych trenujących sporty drużynowe, a żółtych 8% (tab. 1.).

Respondenci trenujący „inne” dyscypliny sportowe w 60% deklarowali codzienne spożycie jasnego pieczywa, klusek oraz makaronów. Wśród respondentów 40% konsumowało sery twarogowe oraz żółte z częstotliwością 1 lub 2 razy w ciągu całego tygodnia (tab. 1.).

Tabela 1. Częstotliwość spożycia pieczywa, serów oraz mleka przez respondentów w zależności od aktywności fizycznej respondentów.

	Częstotliwość spożycia	% trening siłowy	% trening aerobowo-wytrzymałościowy	% trening taneczno-gimnastyczny	% sporty drużynowe	% inne
Pieczywo jasne, kruski, makarony	Codziennie	16,90	18,64	29,73	32,00	20,00
	5-6 razy tygodniowo	11,27	16,95	18,92	20,00	0,00
	3-4 razy tygodniowo	26,76	15,25	13,51	12,00	60,00
	1-2 razy tygodniowo	26,76	28,81	21,62	8,00	0,00
	nie spożywałem/am	18,31	20,34	16,22	28,00	20,00
Pieczywo (ciemne) razowe, kasze, ryże	Codziennie	22,54	13,56	27,03	8,00	0,00
	5-6 razy tygodniowo	12,68	13,56	10,81	16,00	40,00
	3-4 razy tygodniowo	32,39	27,12	21,62	20,00	0,00
	1-2 razy tygodniowo	23,94	28,81	32,43	36,00	40,00
	nie spożywałem/am	8,45	16,95	8,11	20,00	20,00
Sery twarogowe	Codziennie	5,63	5,08	10,81	4,00	0,00
	5-6 razy tygodniowo	8,45	11,86	8,11	12,00	20,00
	3-4 razy tygodniowo	21,13	18,64	13,51	24,00	0,00
	1-2 razy tygodniowo	28,17	25,42	27,03	32,00	40,00
	nie spożywałem/am	36,62	38,98	40,54	28,00	40,00
Sery żółty, topione	Codziennie	5,63	3,39	2,70	8,00	0,00
	5-6 razy tygodniowo	21,13	16,95	8,11	8,00	20,00
	3-4 razy tygodniowo	18,78	16,95	21,62	12,00	0,00
	1-2 razy tygodniowo	29,44	33,90	32,43	36,00	40,00
	nie spożywałem/am	30,96	28,81	35,14	36,00	40,00
Mleko	Codziennie	25,89	20,34	29,73	16,00	40,00
	5-6 razy tygodniowo	14,72	15,25	18,92	8,00	20,00
	3-4 razy tygodniowo	27,41	30,51	18,92	32,00	0,00
	1-2 razy tygodniowo	20,81	20,34	16,22	36,00	40,00
	nie spożywałem/am	11,17	13,56	16,22	8,00	0,00

Zaledwie 1,4% ankietowanych trenujących siłowo deklarowało codzienne spożycie ryb. 1-2 razy w tygodniu ryby zjadało 68% trenujących sporty drużynowe, 50,7% sporty siłowe, 49,1% aerobowo – wytrzymałościowe, 48,6% sporty taneczno-gimnastyczne oraz 40% „inne” dyscypliny sportowe (tab. 2).

Każda z grup, czy to wykonująca trening siłowy, aerobowo-wytrzymałościowy, taneczno-gimnastyczny, trenująca sporty drużynowe czy też sporty zaliczana do „innych” (joga) deklarowała, że codzienne spożywała surowe warzywa i owoce. Po te produkty sięgało najwięcej respondentów uprawiających trening taneczno-gimnastyczny – 45,9%, a najmniej trenujących siłowo – 29,6%. Najrzadziej te produkty konsumowali ankietowani grający w piłkę nożną i inne sporty drużynowe – 12% (tab.2).

Tabela 2. Częstotliwość spożycia ryb, warzyw i owoców oraz przez respondentów w zależności od aktywności fizycznej respondentów.

	Częstotliwość spożycia	% trening siłowy	% trening aerobowo-wytrzymałościowy	% trening taneczno-gimnastyczny	% sporty drużynowe	% inne
Ryby	Codziennie	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00
	5-6 razy tygodniowo	4,23	6,78	5,41	4,00	0,00
	3-4 razy tygodniowo	15,49	10,17	2,70	4,00	0,00
	1-2 razy tygodniowo	50,70	49,15	48,65	68,00	40,00
	nie spożywałem/am	28,17	33,90	43,24	24,00	60,00
Warzywa, owoce surowe	Codziennie	29,58	35,59	45,95	32,00	40,00
	5-6 razy tygodniowo	23,94	30,51	18,92	28,00	0,00
	3-4 razy tygodniowo	26,76	18,64	24,32	28,00	20,00
	1-2 razy tygodniowo	12,68	10,17	10,81	12,00	20,00
	nie spożywałem/am	8,45	5,08	0,00	0,00	20,00

Wśród respondentów trenujących siłowo 19,2% spożywało 0,5 litra wody w ciągu dnia, 37% ankietowanych spożywało 1 litr, 22,8 % wypijało 1,5 litra wody, a 21% respondentów zadeklarowało, że w ciągu dnia wypija więcej niż 1,5 litra wody.

Osoby trenujące sporty aerobowo-wytrzymałościowe spożywały wodę w ciągu dnia w ilościach: 0,5 litra – 27,1%, 1 litr – 30,5%, 1,5 litra – 20,3%, powyżej 1,5 litra – 22%. 37,8% ankietowanych wybierających trening taneczno-gymnastyczny deklarowało, że spożywa 1 litr wody na dobę. 16,2% - 0,5 litra na dobę, a 21,6% - 1,5 litra na dobę. 24,3% ankietowanych zadeklarowało, że spożywa więcej niż 1,5 litra wody na dobę. 44% osób wybierających sporty drużynowe spożywało 1 litr wody dziennie. 1,5 litra – 24% ankietowanych, a 0,5 litra tylko 20%. Więcej niż 1,5 litra wody w ciągu dnia wypijało 12% badanych w tej grupie. Wśród ankietowanych wybierających inną aktywność fizyczną 40% deklarowało, że wypijało 0,5 lub 1 litr w ciągu doby, a 20%, że wypijało więcej niż 1 litr wody na dobę.

Z ankietowanych trenujących dyscypliny taneczno-gymnastyczne 48% odpowiadało, że ich nawyki żywieniowe są poprawne, zgodne z zaleceniami żywieniowymi. Takiej samej odpowiedzi udzieliło 42,4% respondentów wykonujących trening aerobowo-wytrzymałościowy, 40% trenujących sporty drużynowe, 39,4% wykonujących trening siłowy oraz 20% trenujących „inne” dyscypliny sportowe. 60% ankietowanych trenujących inne dyscypliny sportowe oraz 42,4% wykonujących trening aerobowo-wytrzymałościowy uważało, że ich nawyki żywieniowe nie są zdrowe i zgodne z aktualnymi zaleceniami żywieniowymi. Taką samą odpowiedź zadeklarowało 30% respondentów trenujących sporty taneczno-gymnastycznie oraz siłowe.

Dyskusja

Według przeprowadzonych badań respondenci najczęściej spożywali od 4 do 5 posiłków w ciągu dnia. Podobne dane opublikowali Malczyk i in. [2015] w badaniach przeprowadzonych z udziałem kobiet uczęszczających na zajęcia fitness. Respondentki zjadały 4 lub 5 posiłków dziennie. Kopeć i in. [2013] stwierdzili, że sportowcy uprawiający piłkę nożną najczęściej spożywali 3 lub 4 posiłki dziennie. Także Szczepańska i Spałkowska [2012] wykazali, że osoby trenujące siatkówkę oraz koszykówkę spożywały 3-4 posiłki w ciągu dnia.

Pieczywo jasne, kluski i makarony spożywane były przez ankietowanych najczęściej codziennie oraz 1-2 razy w ciągu tygodnia a ciemne (razowe) pieczywo, ryż i kasza 1-2 razy oraz 3-4 w tygodniu. Kopeć i in [2013] wykazali, że piłkarze IV i VI ligi spożywali pieczywo średnio 1-2 razy w tygodniu. W badaniach przeprowadzonych przez Radziejewicz-Głuhn i Pałacik [2012] wykazano, że młodzież zdecydowanie częściej spożywała jasne pieczywo niż ciemne. Malczyk i in. [2015] stwierdziła, że instruktorki fitness pieczywo oraz produkty zbożowe spożywały zgodnie z zaleceniami.

Sery żółte, topione oraz twarogowe w planie żywieniowym respondentów najczęściej pojawiały się 1 lub 2 w ciągu 7 dni. Według Nowackiej i in. [2010] kajakarze oraz strzelcy sery twarogowe spożywali najczęściej 3-4 razy w tygodniu. Ponadto ani razu nie uwzględnili w swoim jadłospisie serów topionych oraz żółtych. W przypadku osób trenujących piłkę nożną sery twarogowe również były zjadane z częstotliwością od 1 do 2 razy w tygodniu, a żółte oraz topione 1-2 lub 3-4 razy w ciągu 7 dni [Kopeć i in., 2013]. Ankietowani biorący udział w badaniu zadeklarowali, że mleko oraz produkty mleczne najczęściej spożywają codziennie oraz 3-4 razy w tygodniu. Zaledwie 17,9% strzelców oraz 26,3% kajakarzy konsumowało mleko oraz przetwory mleczne codziennie [Nowacka i in., 2010]. Kopeć i in [2013] stwierdzili, że osoby trenujące piłkę nożną spożywają zbyt mało mleka oraz jego przetworów. Z kolei Malczyk i in. [2015] informuje, że 33% respondentek trenujących fitness spożywały tego typu produkty kilka razy dziennie.

Wśród respondentów 52% zadeklarowało spożycie ryb 1-2 razy w tygodniu. Na podstawie badań przeprowadzonych wśród siatkarzy, koszykarzy, kobiet trenujących fitness oraz uczennic szkoły baletowej, wykazano że osoby uprawiające wyżej wymienione dyscypliny sportowe spożywają ryby kilka razy w tygodniu [Szczepańska i Spałkowska, 2012; Malczyk i in., 2015; Gacek i Frączek, 2010]. Studenci Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie zadeklarowali spożycie ryb 1-2 razy w ciągu 7 dni [Rodziewicz-Gruhn i Pałacki, 2013], a sportowcy, którzy zakończyli karierę sportową odpowiedzieli, że ryby spożywali kilka razy w miesiącu [Hołowko i in., 2016].

Warzywa i owoce w formie surowej były częściej spożywane przez respondentów niż w formie gotowanej. Według Kopeć i in. [2013] osoby trenujące piłkę nożną spożywały owoce i warzywa w formie surowej oraz gotowanej 5-6 razy lub 3-4 razy w ciągu tygodnia. Szczepańska i Spałkowska [2012] stwierdziły, że siatkarze oraz koszykarze chętniej zjadali warzywa i owoce w formie surowej niż gotowanej.

W niniejszej pracy stwierdzono, że ankietowani spożywali zdecydowanie za mało wody, ponieważ zazwyczaj wypijali 1 litr w ciągu całego dnia. Zbyt niskie spożycie wody również wykazały Szczepańska i Spałkowska [2012] u osób trenujących siatkówkę oraz koszykówkę oraz Malczyk i in. [2015] u kobiet trenujących fitness, ponieważ zaledwie 20% wypijało więcej niż 2 litry w ciągu dnia. Z kolei w badaniach przeprowadzonych wśród zawodnikami uprawiających różne dyscypliny sportowe prawie 90% zadeklarowało, że wypijało od 1 do 3 litrów płynów w ciągu dnia [Kozirok i Babicz-Zielińska, 2013].

Dla 41% respondentów posiadane nawyki żywieniowe były prawidłowe, a ¼ nie potrafiło określić czy wiedza na temat żywienia jest odpowiednia. Według CBOS [2014]

81% badanych Polaków oceniło swoją dietę oraz nawyki żywieniowe jako prawidłowe, a nieliczna grupa 5% jako zdrowe, bardzo prawidłowe. Ponadto jak twierdzi Panasiewicz i Grochowicz [2016] 60% mężczyzn trenujący kulturystykę uważało, że odżywia się zdrowo, a 12% ankietowanych stwierdziło, że popełnia błędy żywieniowe.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych wykazano, że osoby o zwiększonej aktywności fizycznej popełniały liczne błędy żywieniowe. Jednocześnie około 50% badanych osób określiło swoje nawyki żywieniowe jako prawidłowe. Ilość posiłków oraz czas pomiędzy poszczególnymi posiłkami spożywanymi przez respondentów był zgodny z aktualnymi zaleceniami żywieniowymi. Ankietowani zadeklarowali częste pojadanie owoców. Zaobserwowano zbyt małe spożycie mleka, produktów mlecznych, ryb oraz warzyw i owoców. Respondenci spożywali zbyt mało wody oraz innych płynów.

Badania zostały sfinansowane z dotacji przeznaczonej przez MNiSW na działalność statutową.

Literatura

1. Frączek B., Brzozowska E., Morawska M. Ocena zachowań żywieniowych zawodników trenujących gry zespołowe w świetle rekomendacji piramidy żywieniowej dla sportowców. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 2013, 94(2), 280-285.
2. Gacek M., Frączek B. Zachowania żywieniowe i postrzeganie własnej sylwetki przez uczennice szkoły baletowej. *Medycyna Sportowa*, 2010, 26(3), 134-143.
3. Goryńska-Goldmann E., Ratajczak P. Świadomość żywieniowa a zachowania żywieniowe konsumentów. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 2010, 4(18), 41-48.
4. Hołowko J., Czerwińska M., Wysokiński P., Maciejewska D., Banaszcak M., Ficek K., Wilk K., Stachowska E. Jak żywią się sportowcy po zakończeniu kariery sportowej? *Pomeranian Journal of Life Sciences*, 2016, 62(2), 44-51.
5. Kaźmierczak U., Radzimińska A., Dzierżanowski M., Bułatowicz I., Strojek K., Srokowski G., Zukow W. Korzyści z podejmowania regularnej aktywności fizycznej przez osoby starsze. *Journal of Education, Health and Sport*, 2015, 5(1), 56-58.

6. Kopeć A., Nowacka E., Klaja A., Leszczyńska T. Częstotliwość spożycia wybranych grup produktów spożywczych przez sportowców trenujących piłkę nożną. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 2013, 94(1), 151-157.
7. Kozirok W., Babicz-Zielińska. Ocena spożycia wody i napojów przez zawodników różnych dyscyplin sportowych. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 2013, 94 (2), 262-265.
8. Malczyk E., Zołoteńka-Synowiec M., Misiarz M., Wyka., Mielnik K. Nawyki żywieniowe kobiet uczęszczających na zajęcia fitness. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2015, 48(3), 445-451.
9. Mettler S. 2010. Food Pyramids in Sports Nutrition. *Sport Information Resource Centre*, 29(1), 12-18.
10. Nowacka E., Polaszczyk S., Kopeć A., Leszczyńska T., Morawska K., Pysz-Izdebska K. Częstotliwość spożycia wybranych grup produktów spożywczych przez sportowców trenujących strzelectwo sportowe i kajakerstwo slalomowe. *Med. Sport*, 2010, 26, 144-150.
11. Panasiewicz M., Grochowicz J. Ocena sposobów odżywiania i aktywności fizycznej w uprawianiu kulturystki. *Zeszyty Naukowe. Turystyka i Rekreacja*, 2016, 1(17), 53-68.
12. Rodziewicz-Gruhn J., Połacik J. Diagnoza nawyków żywieniowych studentów różnych kierunków studiów Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie. *Prace naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie*, 2013, 12, 2, 173-191.
13. Szczepańska E., Spałkowska A. Zachowania żywieniowe sportowców wyczynowo uprawiających siatkówkę i koszykówkę. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* ISSN 0035-7715, 2012, 63(4), 491- 497.

Rozdział 5

Dagmara Poniewska, Krzysztof Żyła, Joanna Bednarska

*Katedra Biotechnologii Żywności, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*

Kierownik katedry/promotor: prof. dr hab. inż. Krzysztof Żyła

BIOMASA OWADÓW JAKO ŹRÓDŁO INOZYTOLI

Streszczenie

Wzrost populacji ludzi na świecie zmusza do poszukiwania alternatywnych źródeł pożywienia. Hodowla biomasy owadów jest jednym z innowacyjnych rozwiązań prowadzących do zwiększenia podaży pokarmu dla ludzi i zwierząt gospodarskich. Biomasa owadów charakteryzują się wysoką wartością odżywczą, szczególnie znaczącą ilością białka, jak również zawartością związków o właściwościach prozdrowotnych w tym również inozytoli. Związki te zaliczane są do węglowodanów, pełniących ważną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu człowieka.

Celem badań było oznaczenie stężenia *D-chiro*-inozytolu, oraz *mio*-inozytolu w biomacie owadów, a także sprawdzenie efektywności preparatów enzymatycznych w uwalnianiu inozytoli z bardziej złożonych struktur. Materiał do badań stanowiły odtłuszczone oraz nieodtłuszczone mączki biomasy czterech gatunków owadów: *Hermetia illucens*, *Tenebrio molitor*, *Acheta domesticus* oraz *Shelfordella lateralis*. Analizy wykazały, że badane mączki mogą stanowić bogate źródła *mio*-inozytolu. Preparaty enzymatyczne zastosowane do badań wpływają korzystnie na uwolnienie *mio*-inozytolu wolnego w mączce nieodtłuszczonej gatunku *Hermetia illucens*.

Słowa kluczowe: inozytol, biomasa owadów, enzymy

Wprowadzenie

Owady (*Insecta*) to gromada stawonogów uznana za najliczniejszy element środowiska naturalnego. W porównaniu z innymi gatunkami zwierząt, stanowią one największą część biomasy i charakteryzują się największą bioróżnorodnością. Liczbę gatunków owadów, które występują na kuli ziemskiej szacuje się na około 2 miliony [Boczek i Pruszyński, 2015]. Surowiec ten we wszystkich stadiach rozwojowych

charakteryzuje się wysokim stężeniem białka (8 – 91%), co czyni je potencjalnym zamiennikiem tradycyjnych produktów wysokobiałkowych [Pruszyński, 2009; Józefiak i Endberg, 2015;]. Biomasa owadów jest również dobrym źródłem tłuszczu w szczególności nienasyconych kwasów tłuszczowych, witamin, minerałów, aminokwasów i żelaza. Niektóre gatunki stanowią również bogate źródło witamin z grupy B, witaminy E oraz beta-karotenu [Boczek i Pruszyński, 2013; De Marco i in., 2015]. Większość owadów zawiera układ enzymów pozwalający na syntezę i epimeryzację naturalnie występujących izomerów inozytolu, co powoduje wysokie stężenie inozytoli w tym surowcu [Rocksten i Moris, 1978].

Inozytol jest organicznym związkiem chemicznym, zaliczanym do polialkoholi. Epimeryzacja sześciu grup hydroksylowych powoduje, że występuje w formie dziewięciu stereoizomerów. Spośród wszystkich izomerów epi-, allo- i cis-inozytol jako jedyne nie występują w warunkach naturalnych [Loewus i Murthy, 2000]. Najczęściej występującymi formami inozytoli są natomiast mio- oraz D-chiro-inozytol [Merchant i in. 2006].

Mio-inozytol jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu oraz sprzyja w utrzymaniu prawidłowego metabolizmu. Bierze udział w syntezie lipidów błonowych, transdukcji sygnałów wewnątrzkomórkowych, a także pomaga utrzymać prawidłowy poziom insuliny we krwi [Poniewska i Żyła, 2016; Duliński i Starzyńska-Janiszewska 2011]. Mio-inozytol wykorzystywany jest w leczeniu raka piersi, gruczołu krokowego, jelita grubego, wątroby, trzustki i płuc. Stosuje się go także w profilaktyce zaćmy, neuropatii oraz zaburzeń psychiatrycznych [Pazourek, 2014; Stadmean i in., 2001]. D-chiro-inozytol to izomer występujący głównie w narządach, w których magazynowany jest glikogen, takich jak tkanka tłuszczowa, wątroba i mięśnie [Nam i in, 2013; Facchinetti i in., 2015]. Pochodne D-chiro inozytolu, D-ononitol oraz D-pinitol, biorą udział w odpowiedzi komórek na stres osmotyczny oraz zbyt wysokie stężenie soli w organizmie [Hirano i in., 2015].

Ze względu na skład chemiczny analizowanych mączek owadów, najlepszym sposobem zwiększenia wydajności ekstrakcji inozytoli wydaje się być zastosowanie enzymów z klasy hydrolaz (proteazy i lipazy) hydrolizujących składniki stanowiące największą część biomasy surowca.

Proteazy (enzymy proteolityczne) to enzymy należące do klasy hydrolaz, pełniące ważną rolę w życiu człowieka. Biorąc udział w wielu istotnych procesach tj.: zapłodnieniu, mechanizmie wzrostu, dojrzewaniu, starzeniu się, a nawet śmierci organizmu. Uczestniczą w trawieniu, krzepnięciu krwi, biosyntezie kolagenu, wytwarzaniu nowych naczyń włosowatych i innych reakcjach immunologicznych.

Alkalaza jest proteazą typu serynowego, posiadającą szeroką specyficzność substratową i zdolność hydrolizowania większości wiązań peptydowych w cząsteczce białka. Enzym ten jest aktywny przy pH 6,6-8,8, a optymalna temperatura to 60°C [Ferrier i in., 1998; Tokarzewicz i Gorodkiewicz, 2015].

Lipazy (enzymy lipolityczne) to grupa enzymów katalizujących hydrolizę tłuszczów do glicerolu i wolnych kwasów tłuszczowych. Lipazy mikrobiologiczne są aktywne w środowisku zasadowym, ich optymalne pH wynosi 7 - 9. Aktywność tych enzymów w dużym stopniu zależy od zmian pH w mieszaninie reakcyjnej. Jony metali ciężkich są efektywnymi antagonistami i modulatorami lipaz, natomiast czynniki chelatujące, takie jak EDTA, hamują ich aktywność [Lasoń i Ogonowski, 2010].

Materiały i metody badawcze

Materiał badawczy

Materiał zwierzęcy stanowiły wysuszona oraz zmielona biomasa owadów (Rys 1.): *Hermetia illucens*, *Tenebrio molitor* (mącznik młynarek), *Acheta domesticus* (świerszcz bananowy), *Shelfordella lateralis* (karaczan turecki).



Rys 1. Mączki z owadów, od lewej: mącznik młynarek, karaczan turecki, świerszcz bananowy, *Hermetia illucens*.

Alcalase – proteaza z *Bacillus licheniformis*, preparat o aktywności Protazy o deklarowanej przez producenta aktywność: 2,4 U/g wyprodukowane przez Novozyme Corp,

Lipolase 100 I ex – lipaza z *Humicola lanuginosa*, preparat o aktywności lipazy, o deklarowana przez producenta aktywność: 100 U/g, wyprodukowany przez Novo Nordisk (poprzednia nazwa Novozyme Corp.).

Oznaczenie inozytolu ogółem

Naważki mączki biomasy owadów (150mg) poddawano hydrolizie przy użyciu 2ml 1M roztworu HCl w probówkach Durana, przez 48 godzin w temperaturze 123°C. Po ochłodzeniu próbki przygotowano dalej zgodnie z metodą Norris i Darbre (1956). pH próbek ustalono na poziomie 4,8-5,0, a następnie oznaczono zawartość inozytolu w hydrolizacie z wykorzystaniem metody HPIC.

Oznaczenie inozytolu wolnego

Próbkę (1,00g) mączki biomasy owadów homogenizowano ultradźwiękami i ekstrahowano 10 ml 0,04M HCl według metody Norris i Darbre (1956). pH próbek doprowadzono do 4,8-5,0, a następnie analizowano wykorzystując HPIC.

Ekstrakcja enzymatyczna z zastosowaniem lipazy i alkalozy

Do analizy zawartości inozytoli z użyciem preparatów enzymatycznych wykorzystano próbkę nieodtłuszczonego gatunku *Hermetia illucens*.

Ekstrakcję wspomaganą enzymatycznie przeprowadzono sporządzając zawiesinę mączki w 10 ml buforu Mc'Ilvaina (pH 8,0; 0,1M) z dodatkiem 200 µl: preparatu Lipolase 100 XL, Alcalase lub obu enzymów. Reakcję prowadzono przez 30 minut, po czym ekstrakcję przerywano 10% TCA.

Analiza HPIC

Otrzymane próbki zanalizowano wykorzystując wysokosprawną chromatografię jonową z detekcją elektrochemiczną (HPIC - High Performance Ion Chromatography) na kolumnie Carbo-Pack MA 1 firmy Dionex-ThermoFisher Scientific (250 mm x 4 mm, wielkość porów 7,5µm) sprzężonej z detektorem ED50A pracującym w trybie pulsacyjnej detekcji amperometrycznej (elektroda pracująca – Au, elektroda odniesienia – Ag/AgCl) (Tab.1). Jako eluent wykorzystano 50% roztwór NaOH. Realizacja gradientu następowała poprzez zmieszanie odpowiednich proporcji eluentów (A) 1M NaOH oraz (B) wody dejonizowanej przy zastosowaniu poniższego programu: 0 - 4 min, 8 % A, 92 % B; 4 - 15,1 min, 8 - 70 % A, 92 - 30 % B; 15,1 - 25,1 min, 70 % A, 30 % B; 25,1 - 26,3 min, 70 - 8 % A, 30 - 92 % B; 26,3 - 30 min, 8 % A, 92 % B.

Tabela 1. Ustawienia detektora ED50a do analizy węglowodanów techniką chromatografii jonowej za pomocą elektrody złotej.

Czas (s)	Potencjał (V)
0.00	0,05
0.40	0,05
0.41	0,75
0.60	0,75
0.61	-0,15
1.00	-0,15

Prędkość przepływu eluentu oraz reagenta wynosił 0,4 ml/min. Rozdziały przeprowadzono w temperaturze 25 °C.

Analiza statystyczna

Dane eksperymentalne poddano jednoczynnikowej analizie wariancji (ANOVA) celem wyznaczenia istotnych różnic pomiędzy średnimi. Istotność różnic pomiędzy średnimi wyznaczono testem Tukey'a przy $p < 0.05$ za pomocą oprogramowania Statistica for Windows, wer. 12.5 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA). Uzyskane wyniki przedstawiono jako średnie statystyczne i odchylenia standardowe. Analizy wykonano w trzech powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

Mączki owadów poddane analizie w sposób istotny różniły się stężeniem inozytoli. Zawartość mio- oraz D-chiro-inozytoli przedstawiono w tabeli 2.

Na podstawie badań stwierdzono, że *Hermetia illucens* charakteryzuje się najwyższą zawartością wolnego mio-inozytoli (6,1062 mg/g). W porównaniu do pozostałych badanych próbek zawiera on od 27 do 41% więcej mio-inozytoli wolnego. Z kolei zawartość mio-inozytoli całkowitego gatunku *Hermetia illucens* (13,2080 mg/g), stanowiła od 36 do 46% więcej w stosunku do ilości tego składnika u reszty badanych owadów. Mimo znacznej różnicy zawartości mio-inozytoli między badanymi owadami, wszystkie charakteryzowała bardzo duża zawartość tego składnika w porównaniu z innymi surowcami, uznawanymi za bogate źródło inozytoli, produktami

takimi jak: gryka, nasiona roślin strączkowych, orzechy, owoce i warzywa [Tagliaferri i in. 2000; Wieczorek i Lahuta, 2007].

Tabela 2. Zawartość mio-inozytolu oraz D-chiro-inozytolu w biomasie owadów.

gatunek owada	mączka odtłuszczona/nieodtłuszczona	mio-inozytol wolny [mg/g]	mio-inozytol całkowity [mg/g]	D-chiro-inozytol wolny [mg/g]	D-chiro-inozytol całkowity [mg/g]
Hermetia illucens	nieodtłuszczona	6,1062 ^a	13,2080 ^{b,c}	0,0250 ^a	0,6065 ^{a,b}
Hermetia illucens	odtłuszczona	2,2234 ^{a,b}	5,2732 ^a	0,0285 ^a	0,7541 ^c
Karaczan turecki	nieodtłuszczona	4,4153 ^c	8,4788 ^d	0,1182 ^{b,c}	0,6152 ^{a,b}
Karaczan turecki	odtłuszczona	2,4510 ^e	7,2549 ^f	0,3391 ^e	0,6722 ^{b,c}
Świerszcz bananowy	nieodtłuszczona	3,5804 ^c	7,1670 ^c	0,1699 ^c	0,5371 ^a
Świerszcz bananowy	odtłuszczona	3,2970 ^d	6,5157 ^e	0,2554 ^d	0,5726 ^{a,b}
Mącznik młynarek	nieodtłuszczona	4,1136 ^b	7,4815 ^d	0,0343 ^a	0,5253 ^a
Mącznik młynarek	odtłuszczona	1,8983 ^{a,b}	4,175 ^{a,b}	0,1102 ^b	0,6070 ^{a,b}

Oznaczone stężenie D-chiro-inozytolu w owadach jest niewielkie, w niektórych przypadkach wręcz śladowe. Wartości D-chiro-inozytolu oscylowały w granicach 0,0250 - 0,3391 mg/g w przypadku D-chiro-inozytolu wolnego oraz 0,5253 - 0,7541 mg/g inozytolu całkowitego. Bogatym źródłem D-chiro-inozytolu są orzeszki arachidowe, dla których wartość wynosi 3,90 mg/g oraz gryka 2,03 mg/g [McDonald i in., 2012]. Zawartości te jest zdecydowanie wyższe, dlatego badana biomasa nie stanowi dobrego źródła D-chiro-inozytolu.

Zastosowanie preparatów enzymatycznych w istotny sposób wpłynęło na ilość uwolnionego mio-inozytolu z mączki owada *Hermetia illucens*. W przypadku tego gatunku stężenie mio-inozytolu wolnego wynosiło 6,1062 mg/g, natomiast mio-inozytol całkowity oznaczono na poziomie 13,2080 mg/g. Dodatek preparatu „Alcalase” spowodował wzrost ilości mio-inozytolu wolnego o 53% (12,9617 mg/g). Wzrost ilości wolnego mio-inozytolu po zastosowaniu alkalazy sugerować może, że znacząca ilość mio-inozytolu w biomasie owadów występuje w formie kompleksów z białkami. W przypadku preparatu „Lipolase”, jego użycie przyczyniło się do wzrostu mio-inozytolu wolnego do wartości 8,3614 mg/g, (wzrost o 27%). Zastosowanie obu enzymów

jednocześnie nie powoduje znaczącego wzrostu w porównaniu do uwalniania otrzymanego w przypadku preparatu „Alcalase”. Może to świadczyć, iż lipaza działała inhibitująco na proteazę.

Tabela 3. Zawartość mio- inozytoli po ekstrakcji wspomaganiej enzymatycznie.

mio-inozytol wolny [mg/g]	mio-inozytol całkowity [mg/g]	mio-inozytol wolny „Alcalase” [mg/g]	mio-inozytol wolny „Lipolase” [mg/g]	mio-inozytol wolny po „Alcalase + Lipolase” [mg/g]
6,1062	13,208	12,9617	8,3614	11,2711

Podsumowanie

Biomasa owadów może stanowić bogate źródło mio-inozytoli, ze względu na jego wysoką całkowitą zawartość w badanych mączkach. Natomiast nie stanowi potencjalnego źródła D-chiro-inozytoli. Proces odtłuszczania nie wpływa korzystnie na zawartość inozytoli. Zastosowane preparaty pozwalają na zwiększenie ilości wolnego mio-inozytoli. Potrzebne są jednak dalsze badania, które pozwolą lepiej poznać kompleksy inozytoli w mączkach owadów.

Literatura

1. Boczek J., Pruszyński G., 2015. Pozytywna rola owaów w gospodarce i życiu człowieka. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego. 1, 98-105.
2. De Marco M, Martínez S, Hernandez F, Madrid J, Gai F, Rotolo L., 2015. Nutritional value of two insect meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. *Animal Feed Science Technology*; 209, 211–218.
3. Duliński R., Starzyńska-Janiszewska A., 2011. Zastosowanie chromatografii jonowej sprzężonej z pulsacyjną detekcją amperometryczną do oznaczania zawartości mio-inozytoli w materiałach paszowych pochodzenia roślinnego. *Nauka. Technologia. Jakość* 3: 173 – 185.

4. Facchinetti F., M. Bizzarri, S. Benvenega et al., 2015. "Results from the international consensus conference on Myo-inositol and d-chiro-inositol in obstetrics and gynecology: the link between metabolic syndrome and PCOS," *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology*, vol. 195, pp. 72–76.
5. Ferrier C. M., Van Muijen G. N. P., Ruiter D. J., 1998. Proteases in cutaneous melanoma. *Ann. Med.*, 30, 431–42.
6. Gorodkiewicz E., Regulaska E., 2010. SPR Imaging Biosensor for Aspartyl Cathepsins, *Sensor Development and Application for Biological Material. Protein Pept. Lett.*, 17, 1148–54.
7. Hirano T., Munnik T., Sato M. H., 2015. Phosphatidylinositol 3-phosphate 5-kinase, FAB1/PKfyv kinase mediates endosome maturation to establish endosome-cortical microtubule interaction in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 169, 1961–1974.
8. Józefiak D., Engberg R. M., 2015. Insects as poultry feed. *European Symposium on Poultry Nutrition*.
9. Lasoń E., Ogonowski J., 2010. Lipaza – charakterystyka, zastosowanie, sposoby immobilizacji – Instytut Chemii i Techn. Organicznej, Politechnika Krakowska, CHEMIK, 64, 2.
10. Loewus F. A., Murthy P. P. N., 2000. *myo*-Inositol metabolism in plants. *Plant Science* 150:1 – 19.
11. McDonald L. W., Goheen S. C., Donald P. A., Campbell J. A., 2012. Identification and quantitation of various inositols and o-methylinositols present in plant roots related to soybean cyst nematode host status. *Nematopica*, 2012, 42 (1), 1-8.
12. Merchant, A., Tausz, M., Arndt, S.K., Adams, M.A., Cyclitols and carbohydrates in leaves and roots of 13 Eucalyptus species suggest contrasting physiological responses to water deficit. *Plant Cell Environ.* 29, 2017–2029.
13. Nam H, Hwang I. K, Jung H, Kwon S. H, Park O. K, Suh J. G., 2013. Fagopyritol, a Derivative of D-*chiro*-inositol, Induces GLUT4 Translocation via Actin Filament Remodeling in L6-GLUT4myc Skeletal Muscle Cells. *J. of Life Science* 23: 1163 – 1169.
14. Norris F.W., Darbre A., 1956. The microbiological assay of inositol with a strain of *Schizosaccharomyces pombe*. *Analyst* 81, 394-400.
15. Pazourek J., 2014. Fast separation and determination of free myo-inositol by hydrophilic liquid chromatograph. *Carbohydr. Res.*, 391, pp. 55-60.
16. Poniewska D., Żyła K., 2016. Prace młodych pracowników nauki i doktorantów Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, 2 (7); 71-88.

17. Rocksten M., Morris ed., 1978. Biochemistry of insects, 1ST edition, Academic Press, NY, 650.
18. Tagliaferri E. G., Bonetti G., Blake C. J., 2000. Ion chromatographic determination of inositol in infant formulae and clinical products for enteral feeding. *J.of Chromatography a* 879:129 – 15.
19. Tokarzewicz A., Gorodkiewicz E., 2015. Proteazy: znaczenie, rola i oznaczanie – Zakład Elektrochemii, Instytut Chemii, Uniwersytet w Białymstoku, CHEMIK, 69, 2, 81–88.
20. Wieczorek C., Lahuta L. B, 2007. Wpływ niektórych zabiegów kulinarnych na zmiany poziomów węglowodanów rozpuszczalnych w nasionach soczewicy i ciecierzycy. *Żywnosc. Nauka. Technologia*, 52, 3, 159-172.
21. Steadman K. J., Burgoon M. S., Lewis B. A., Edwardson S. E., Obendorf R. L., (2001) Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions, *Journal of the Science of Food Agriculture* 81, 1094.

Abstract

The increase in the world's population forces us to look for alternative sources of food. Insect biomass is breeding one of the innovative solutions leading to increased supply of food for humans and farm animals. Insect biomass is characterized by high nutritional value, especially a significant amount of protein, as well as the content of compounds with health-promoting properties, including inositol. These compounds are classified as carbohydrates, which play an important role in the proper functioning of the human body.

The aim of the study was to determine the concentration of D-chiro-inositol, and myo-inositol in biomass of insects, as well as to check the efficiency of enzyme preparations in the release of inositol from more complex structures. The test material consisted of defatted and non-fat meal of biomass of four species of insects: *Hermetia illucens*, *Tenebrio molitor*, *Acheta domesticus* and *Shelfordella lateralis*. Analyzes have shown that the tested meals can be rich sources of myo-inositol. The enzyme preparations used for the research favor the release of free myo-inositol in the non-fat meal of the species *Hermetia illucens*.

Key words: inositol, insect biomass, enzymes

Rozdział 6

Paulina Zegartowska, Anna Korus, Mariola Drozdowska, Joanna Skoczylas

*Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Grzybów, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*

*Kierownik katedry: dr hab. inż. Piotr Gębczyński
Promotor: dr hab. inż. Anna Korus*

CHARAKTERYSTYKA WARZYW NA PRZYKŁADZIE OGÓRKÓW W ASPEKTCIE ICH ZNACZENIA W DIECIE CZŁOWIEKA I W PRZEMYSŁE

Streszczenie

Ogórek (*Cucumis* L.) zalicza się do najstarszych roślin warzywnych, znany jest od ponad 3 tysięcy lat. Uważa się, że pochodzi z Indii, jego dzikie odmiany rosną na południowych stokach Himalajów. Świeże ogórki mogą być dodatkiem do sałatek, kanapek i mizerii. Nadają się również do marynowania oraz kiszenia. Kiszenie jest biologiczną metodą utrwalania surowca, która jest oparta na beztlenowym procesie fermentacji mlekowej. Substratem reakcji są cukry zawarte w surowcu, a czynnikiem utrwalającym produkt kwas mlekowy wytworzony na drodze fermentacji z udziałem bakterii kwasu mlekowego. Celem pracy była ocena wykorzystania ogórków w żywieniu człowieka i w przetwórstwie. W pracy zostały także przedstawione zalety spożycia warzyw, wpływ obróbki technologicznej na zawartość składników odżywczych.

Słowa kluczowe: ogórki, wartość odżywcza, fermentacja mlekowa, przemysł spożywczy

Wprowadzenie

Świeże warzywa charakteryzują się niską wartością energetyczną oraz wysoką zawartością składników odżywczych takich jak witaminy i składniki mineralne. Głównie z tego powodu udział warzyw w żywieniu człowieka nie służy zaspakajaniu wydatków energetycznych organizmu ze względu na niską kaloryczność ale dostarczeniu organizmowi składników bioaktywnych. Ogórki, ze względu na bardzo niską wartość energetyczną, mogą znaleźć zastosowanie w przypadku diet redukcyjnych. Warzywa są głównym źródłem witamin (głównie witaminy C, A, B₁, B₂, B₆), składników mineralnych, błonnika, pierwiastków śladowych oraz związków takich jak terpenoidy, flawonoidy, garbniki i chinony. Dlatego warzywna powinny być stałym składnikiem diety, ze względu na właściwości prozdrowotne.

Ogórki są często spożywanym warzywem w różnej postaci. Stanowią dodatek do dań np. w formie mizerii, czy po kiszeniu. Ważnym elementem determinującym powodzenie kiszenia jest właściwy dobór odmiany. Ogórki do kiszenia powinny charakteryzować się wysokim plonem przemysłowym oraz odznaczać się wysoką odpornością na patogeny atakujące ogórka. Owoce powinny być znormalizowane ze względu na wielkość, aby móc poprawnie dobrać warunki kwaszenia. Zawartość cukrów w ogórkach świeżych przeznaczonych do kiszenia powinna wynosić powyżej 2 % [Gawęcki i in., 2007]. Dodatkowo, takie ogórki powinny charakteryzować się niską skłonnością do tworzenia pustych komór nasiennych, które niekorzystnie wpływają na ocenę organoleptyczną.

Zawartość metali ciężkich w warzywach

Szczególną uwagę zwraca się na zanieczyszczenia kadmem, ołowiem i rtęcią. Wymienione pierwiastki stwarzają zagrożenie dla zdrowia, ze względu na zdolność kumulacji w organizmie, podczas gdy inne metale ciężkie są wydalane z organizmu [Piotrowski i in., 2008]. Określono, że dawkę toksyczną dla zdrowia metale ciężkie stanowią wówczas, kiedy ich poziom przekroczy stężenie progowe tj.: PC (paralysis concentration), które prowadzi do powstawania zaburzeń pracy narządów. Wątroba oraz nerki, czyli narządy odpowiadające za odtruwanie są szczególnie narażone na toksyczną dawkę [Manahan i in., 2006]. W organizmie metale śladowe występują w dwóch formach, utlenionej bądź związanej. Posiadają zdolność do przyłączania się do niektórych anionów występujących w płynach ustrojowych. Dzięki temu możliwa jest ich migracja po całym organizmie. Efektem odkładania się metali ciężkich jest między innymi blokowanie enzymów, zaburzenia w przepuszczalności błon biologicznych, czy syntezy białka, wytwarzanie ATP, co może skutkować powstaniem trwałych uszkodzeń w łańcuchach kwasów nukleinowych (DNA oraz RNA). Metale ciężkie posiadają także zdolność wypierania innych metali z połączeń w metaloenzymach. Z kolei jeśli występują w postaci nieorganicznych kationów charakteryzują się silną zdolnością do wiązania z białkami [Janssen i in., 2003].

Ilość pierwiastka skumulowanego i wprowadzonego do organizmu determinuje skalę zaburzeń. Toksyczność pierwiastków jest uzależniona od czynników takich jak: rodzaj związków w jakich dany metal występuje, od jego formy chemicznej, czasu ekspozycji danego pierwiastka, zdolności do rozpuszczania w lipidach oraz płynach ustrojowych oraz formy chemicznej w jakiej występuje dany pierwiastek [Ociepa-Kubicka i in., 2012]. Metale w postaci nieorganicznych kationów wykazują w większości przypadków skłonności do silnego powiązania z białkami i innymi tkankami. Wiązanie

takie zwiększa zdolność do kumulacji związków toksycznych dla tkanek organizmu i hamuje ich wydzielanie z organizmu. Jony metali najczęściej wiążą się z aminokwasami [Piontek i in., 2012]. Dla zdrowia i życia człowieka rzeczywistym zagrożeniem są pierwiastki, których stężenie jest wyższe, w porównaniu do ich naturalnego poziomu, co często wynika z działalności człowieka. W latach 2001-2003 Bednarek i in. [2007] przeprowadzili badania środowiskowe terenie Lubelszczyzny. Badania obejmowały kolejno tereny: Lublina (1), Łęcznej (2), Lubartowa (3), Chełma (4), Zamościa (5), Radzyna (6), Białej Podlaskiej (7), w których do analizy składu chemicznego pobrano owoce ogórka oraz próbki gleby z głębokości 0-20 cm. Wyniki zawartości metali ciężkich w ogórkach zostały przedstawione w Tabeli 1.

Tabela 1. Zawartość metali ciężkich w ogórkach z różnych rejonów uprawy ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.).

Region uprawy	Pb	Cd	Ni	Zn	Cu	As* 10^{-2}	Hg* 10^{-4}
1	0,012	0,006	0,109	1,630	0,300	0,789	0,78
2	0,018	0,005	0,120	1,926	0,318	0,433	1,00
3	0,009	0,006	0,130	1,833	0,289	0,378	0,89
4	0,014	0,007	0,111	1,920	0,323	0,444	0,89
5	0,019	0,010	0,237	1,936	0,397	0,344	0,67
6	0,013	0,009	0,142	1,813	0,413	0,622	0,78
7	0,008	0,006	0,141	1,843	0,301	0,5000	0,67
NIR	0,014	0,004	0,221	0,762	0,030	0,461	0,70

Spożycie warzyw i sposób ich obróbki

W Państwach Unii Europejskiej obserwuje się rosnące zapotrzebowanie konsumentów na produkty zdrowe, ekologiczne, w wyniku czego istnieje konieczność stosowania odpowiednich metod ich przetwarzania. W najbardziej rozwiniętych krajach notuje się dość niskie spożycie owoców i warzyw, co jest bardzo niekorzystne, ponieważ zarówno owoce, jak i warzywa skutecznie chronią przed wystąpieniem chorób cywilizacyjnych. O ile zarówno cena, jak i dostępność, nie stanowią problemu dla konsumentów, to częsta konieczność obróbki wstępnej już tak. Głównie warzywa

wymagają mycia, obierania, rozdrabniania czy gotowania, co często budzi niechęć konsumentów [Kidoń i in., 2007]. Najnowsza piramida żywienia została zmodyfikowana na korzyść ilości spożycia warzyw i owoców, które zastąpiły produkty zbożowe. Doniesienia naukowe dowodzą, że warzywa i owoce są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania organizmu. Są źródłem witamin, przeciwutleniaczy tj.: antocyjanów, karotenoidów, polifenoli, oraz składników mineralnych. Działają prewencyjnie w przypadku chorób układu krążenia, nowotworów, sprzyjają utrzymaniu prawidłowej masy ciała za sprawą błonnika w który obfitują, a także zmniejszają ryzyko insulinooporności oraz cukrzycy. Według najnowszej piramidy warzywa i owoce powinny stanowić przynajmniej połowę naszego codziennego pożywienia, z czego 75% to warzywa, a 25% owoce. Skuteczną metodą przetwarzania, oraz utrwalania surowców roślinnych jest ich fermentowanie. Kiszonki warzywne są popularne wśród konsumentów. Pod względem smaku są produktami bardziej atrakcyjnymi dla konsumentów niż warzywa poddane obróbce termicznej. Dodatkowo ich atutem są ich właściwości prozdrowotne. Przetwory fermentowane są zalecane przez lekarzy jak i dietetyków ze względu na ich właściwości prozdrowotne [Franco i in., 2012]. Występujące w surowcu mikroorganizmy warunkują jakość i wartość kiszonek. Bez względu na sposób uprawy warzywa są w różnym stopniu skażone drobnoustrojami, które niekorzystnie wpływają na procesy kiszenia, głównie są to bakterie z rodzaju *Enterobacteriaceae*. Dlatego tak istotnym elementem kiszenia jest wykorzystanie wyselekcjonowanych kultur starterowych w celu rozwoju właściwej mikroflory oraz uzyskania wysokiej jakości sensorycznej kiszonek.

Kiszenie należy do biologicznych metod utrwalania żywności. Podstawę metody stanowi beztlenowy proces fermentacji mlekowej. Kiszenie znane jest od wielu tysięcy lat i uznawane za jedną z najlepszych metod utrwalania żywności. Wynika to z faktu, że podczas trwania procesu wytwarzane są bakterie kwasu mlekowego, które pozytywnie oddziałują na organizm człowieka. Po przeprowadzeniu procesu produkty stanowią źródło witaminy C. W wyniku prawidłowo przeprowadzonej fermentacji powstają kwasy organiczne, które również są korzystne dla człowieka [Kraszewska i in., 2005]. Kiszonki stanowią źródło witamin, ale także poprawiają mikroflorę układu pokarmowego [Arnoldi i in., 2004]. W czasie trwania procesu powstaje w głównej mierze kwas mlekowy, ale również niewielkie ilości kwasu octowego, aldehydu octowego, butanodiolu, diacetylu oraz dwutlenku węgla. W wyniku fermentacji mlekowej dochodzi do rozkładu węglowodanów, które są zawarte w surowcu, do kwasu mlekowego w ilości 1,0 – 1,8% w produkcie gotowym. Czas trwania procesu fermentacji jest uzależniony przede wszystkim od temperatury otoczenia, ilości soli, która została dodana przy sporządzeniu

zalewy, ilości bakterii fermentacji mlekowej, zawartości wody [Chlebowska-Śmigiel i in., 2013; Klewicka i in., 2004].

Największą zaletą warzyw kiszonych jest to, że należą do produktów niskokalorycznych, zatem spełniają swą rolę w przypadku diet redukcyjnych, ponieważ zawarty w świeżych warzywach cukier zostaje w dużej mierze zużyty w procesie fermentacji. Obecny w kiszonkach kwas mlekowy, obniża pH w jelitach, tym samym stwarza idealne warunki do rozwoju mikroflory jelitowej, która wykazuje zdolności w zakresie syntezy enzymów, w wyniku czego dochodzi do rozkładu powstających w jelitach związków potencjalnie kancerogennych.

Kiszone warzywa są także źródłem witaminy C i witamin z grupy B. Z uwagi na rosnące zainteresowanie wydłużaniem terminu przydatności do spożycia i bezpieczeństwem żywności powstało pojęcie biokonserwacji, co oznacza wykorzystanie żywych mikroorganizmów ewentualnie ich metabolitów w celu zapobiegania psuciu się produktów spożywczych lub wydłużania czasu ich przydatności do spożycia. Badania przeprowadzone przez Coda i in. [2012] pozwoliły na wytypowanie dwóch szczepów *LAB* do włączenia w skład kultur starterowych do kiszenia ogórków ekologicznych. Stwierdzono ich zdolność do hamowania wzrostu drożdży kożuchujących. Kolejnym szczepem wykazującym podobne właściwości okazał się *L. diolivorans KKP 2036P*, z uwagi na jego wysoką aktywność skierowaną przeciw szczepom patogennym i niepożądanym w procesie technologicznym. Szczep ten jest zdolny do hamowania wzrostu ośmiu z jedenastu szczepów bakterii wskaźnikowych. Aktywność antymikrobiologiczna *LAB*, zwłaszcza przeciwgrzybicza nie jest cechą charakteryzującą ten gatunek bakterii. Określa ona właściwości mające charakter szczepowy. Dlatego poszukuje się bakterii o takich właściwościach, w celu zastosowania ich w funkcjonalnych kulturach starterowych lub w biokonserwacji [Leroy i in., 2004].

W produktach roślinnych uprawianych w systemie ekologicznym istnieje wyższe ryzyko wystąpienia niekorzystnej mikroflory, w porównaniu do produktów z upraw konwencjonalnych. Można zaobserwować występowanie w nich bakterii z rodzajów *Salmonella* i *Clostridium*, bakterii z grupy coli oraz pleśni zdolnych do syntezy mikotoksyn [Holley i in., 2006]. Jednak w przypadku ogórków wykazano, że mikroflora tego surowca z upraw ekologicznych i konwencjonalnych nie wykazywała istotnych różnic. Jedyne różnice zaobserwowano w przypadku bakterii z grupy coli, których było znacznie mniej w ogórkach uprawianych w systemach ekologicznych oraz w przypadku bakterii przetrwalnikujących z rodzaju *Clostridium*, które zostały wykryte w dwóch, z trzech badanych partii surowca ekologicznego. Nie wykazano ich obecności w ogórkach z upraw konwencjonalnych.

Aminy biogenne w ogórkach kiszonych

Aminy biogenne w żywych komórkach zarówno u ludzi, jak i u zwierząt powstają w efekcie naturalnie przebiegających procesów biochemicznych, które zachodzą już na poziomie komórkowym. Aminy występujące w produktach żywnościowych powstają z udziałem bakterii w procesie dekarboksylacji wolnych aminokwasów. Najwyższe stężenia wykazano w produktach fermentowanych, długo dojrzewających. Pełnią one ważne funkcje w organizmie człowieka. Naturalnie uczestniczą w syntezie hormonów, alkaloidów, białek i kwasów nukleinowych. Ponadto wpływają na przepuszczalność błon komórkowych oraz na replikację DNA. Odgrywają istotną rolę w regulacji temperatury ciała, aktywności mózgu i ciśnienia tętniczego, jednak ich zbyt duża kumulacja w wyniku spożywania żywności bogatej w aminy może spowodować toksyczny efekt. Histamina, putrescyna i tyramina, to główne aminy odpowiedzialne za zatrucia. Wysokie spożycie zwłaszcza histaminy powoduje szereg skutków ubocznych i to właśnie ona jest najbardziej szkodliwa. Badania przeprowadzone przez Garwarską i in. [2012] wykazały, że owoce, warzywa oraz ich produkty zawierały cztery aminy biogenne takie jak: putrescyna, tyramina, kadaweryna oraz histamina. Wysokie zawartości putrescyny oznaczono w kiszonych ogórkach tj. 179,7 mg/kg. Stężenie amin biogennych zawartych w kiszonych przetworach jest zależne od rodzaju bakterii zastosowanych w procesie fermentacji, od czasu trwania fermentacji. Na stężenie ma także wpływ zawartość chlorku sodu (NaCl), użytego we wczesnej fazie kiszenia (mniejsze stężenie amin biogennych występuje w przypadku zastosowania 0,5% NaCl w stosunku do 1,5% NaCl). Wpływ na kumulację amin ma także czas przechowywania kiszonek. Im dłuższy czas przechowywania tym wyższe stężenie amin. Putrescyna czyli 1,4-diaminobutan jest diamina występującą głównie w produktach pochodzenia roślinnego, Jej prekursorem jest aminokwas niebiałkowy- ornityna, który powstaje z argininy. Niedobór składników mineralnych czy wody, może powodować wzrost aktywności arginazy i kumulację putrescyny. Badania wykazały, że putrescyna spożyta z żywnością jest łatwo wchłaniana z przewodu pokarmowego. Bierze udział w procesie kancerogenezy oraz angiogenezy w komórkach zwierzęcych. Badania wykonane *in vitro* wykazały wzmożoną syntezę ornityny i poliamin, w tym putrescyny, służącą różnicowaniu komórek nowotworowych oraz nowych naczyń krwionośnych w guzach nowotworowych. Badania oznaczenia zawartości amin biogennych wykazały, że to właśnie putrescyna jest najczęściej identyfikowana aminą, która występuje w produktach roślinnych, w tym w produktach poddanych fermentacji. Podobny poziom został oznaczony w produktach utrwalonych za pomocą pasteryzacji. Jej nadmiar powoduje toksyczne oddziaływanie na organizm. Putrescyna czy kadaweryna nie są

bezpośrednio toksyczne, ale mogą wpływać na histaminę i tym samym zwiększać jej negatywny wpływ na organizm. Dlatego też zanieczyszczenie jakimikolwiek aminami biogennymi może prowadzić do zatrucia pokarmowego, a nawet do innych niepożądanych schorzeń takich jak np. alergię itp. Główne efekty toksyczne histaminy to rozszerzenie naczyń krwionośnych, choroby sercowo- naczyniowe, częste bóle głowy i uderzenia gorąca. Z kolei nietolerancja histaminy przez organizm może wywołać astmatyczny oddech, pokrzywkę, arytmie, krwotoki czy świąd. Nie ma określonej dawki histaminy, która spowoduje wystąpienie reakcji alergicznej, ponieważ jest to uwarunkowane indywidualną predyspozycją organizmu. Wykazano, że pobranie z pożywieniem dawki 5-10 mg histaminy może wywołać reakcję u alergików. Jednak mimo to dawka 10 mg uważana jest za dopuszczalny limit 100 mg jest to ustalona dawka uznawana jako średnio toksyczna, z kolei 1000 mg jest uznawane za dawkę bardzo toksyczną wywołującą szereg skutków groźnych dla zdrowia i życia. U osób ze zdiagnozowanymi schorzeniami układu oddechowego takimi jak np. dychawica oskrzelowa czy nieżyt dawka mniejsza 50 mg może wywołać napady ze strony układu oddechowego, łącznie z wystąpieniem obrzęków błony śluzowej oskrzeli i znacznie zwiększonym wydzielaniem gruczołów śluzowych. Na zlecenie EFSA już od 2009 roku są gromadzone informacje oraz badania dotyczące poziomu amin biogennych w różnych grupach produktów spożywczych. Zauważono, że zarówno nieprawidłowe przechowywanie jak i zastosowanie niskiej jakości surowców zanieczyszczonych mikrobiologicznie wpływa na wzrost wystąpienia i kumulacji amin biogennych, natomiast nadal ustalenie konkretnego toksycznego poziomu amin biogennych jest skomplikowane, ponieważ jest on indywidualny dla człowieka [Cieślik i in., 2011].

Podsumowanie

Ogórki są często spożywanym warzywem w różnej postaci. Mogą stanowić dodatek do dań lub być surowcem podstawowym. Z uwagi na coraz większą świadomość konsumentów z zakresu zdrowego odżywiania obserwuje się rosnące zapotrzebowanie na produkty zdrowe, ekologiczne, w wyniku czego istnieje konieczność stosowania odpowiednich metod przetwarzania owoców i warzyw. Kiszenie jest jedną z najstarszych i lepszych metod utrwalania żywności. Wynika to z faktu, że podczas jej trwania wytwarzane są bakterie kwasu mlekowego, które pozytywnie oddziałują na organizm człowieka. Zauważono wzrost zainteresowania konsumentów zdrową, ekologiczną żywnością w wyniku czego istnieje konieczność stosowania odpowiednich metod ich przetwarzania. W krajach rozwiniętych odnotowano niskie spożycie zarówno owoców,

jak i warzyw, co jest bardzo niekorzystne ponieważ owoce i warzywa, ze względu na swój skład skutecznie chronią przed wystąpieniem chorób cywilizacyjnych.

Literatura

1. Gawęcki J., Baryłko-Pikielna N. Zmysły a jakość żywności i żywienia. Wyd. Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu 2007, 192.
2. Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I. Sensoryczne badania żywności. Podstawy-metody-zastosowanie. Wyd. Naukowe PTTŻ Kraków, 2009, 17-47.
3. Piotrowski J. Podstawy toksykologii. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa. Wyd. 2, 2008, 10-18.
4. Manahan S.E. Toksykologia środowiska, Wyd. PWN, Warszawa, 2006, 268-276.
5. Janssen, C.R., Heijerick, D.G. Environmental risk assessment of metals: tools for incorporating bioavailability. *Environment International*, 2003, 28, 793–800.
6. Ociepa-Kubicka A, Ociepa E. Toksyczne oddziaływanie metali ciężkich na rośliny, zwierzęta i ludzi. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, 2012, 2, 169-180.
7. Piontek m., Walczak B., Czyżewska W. Lechów B. Miedź, kadm i cynk w pyłe drogowym miast oraz określenie toksyczności związków tych metali metodą biologiczną. *Problemy Nauk Biologicznych*, 2012, 61, 3, 409-415.
8. Bednarek W, Tkaczyk P, Dresle S. Zawartość metali ciężkich jako kryterium oceny jakości ogórka. *Acta Agrophysica*, 2007, 10(2), 273-285.
9. Kidoń M., Czapski J. Wpływ obróbki termicznej na zawartość barwników betalainowych i zdolność przeciwutleniającą buraka ćwikłowego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2007, 1(50), 124-131.
10. Franco W., Perez-Diaz I., Johanningsmeier S., McFeeters R. Characteristic of spoilage-associated econdary cucumber fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 2012, 78(4), 1273-1284.
11. Kraszewska, J., Wzorek, W., Sztando E., Raczyńska-Cabaj A. Aktywność antagonistyczna bakterii fermentacji mlekowej z gatunku *Lactobacillus plantarum*. *ACTA Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria*, 2005, 4, 39-52.
12. Arnoldi, A. Functional foods. Cardiovascular disease and diabetes. *Food Science and Technology*, 2004, 4, 450-451.
13. Chlebowska-Śmigiel, A., Gniewosz, M. 2013. Próba zastosowania pullulanu jako stymulatora wzrostu wybranych bakterii probiotycznych i potencjalnie probiotycznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, 3(88), 111 - 124.

14. Klewicka E., Motyl I., Libudzisz Z. Antagonistyczna aktywność bakterii *Lactobacillus brevis* Lock 0944 w fermentowanym soku buraczanym. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny, 2004, 12, 34-35.
15. Coda R., Cassone A., Rizzello C., Nionelli I., Cardinali G., Gobetti M. Antifungal activity of *Wickerhamomyces anomalus* and *Lactobacillus plantarum* during sourdough fermentation: identification of novel compounds and long term effect during storage of wheat bread. Applied and Environmental Microbiology, 2011, 77(10), 3484-3492.
16. Leroy F., De Vuyst L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. Trends in Food Science and Technology, 2004, 15, 67-78.
17. Holley R., Arrus K., Omiński K.H., Tenuta M., Blank G. Salmonella survival in manure treated soils during simulated seasonal temperature exposure. Journal of Environmental Quality, 2006, 35, 1170-1180.
18. Gawarska H., Sawilska-Rautenstrauch D., Ścieżyńska H., Minorczyk M., Postupolski J. Występowanie wolnych amin biogennych: histaminy, tyraminy, putrescyny i kadaweryny w owocach i warzywach oraz ich produktach. Bromatologia Chemia Toksykologiczna, 2012, 2, 105- 110.
19. Cieslik I., Migdał W. Aminy biogenne w żywności. Bromatologia Chemia Toksykologiczna, 2011, 4, 1087- 1096.

Summary

Cucumber is one of the oldest vegetable plants, known for over 3,000 years. It is believed to be native to India, its wild varieties grow on the southern slopes of the Himalayas. Fresh cucumbers can be an addition to salads and sandwiches. They are also suitable for marinating and pickling. Pickling is a biological method of fixing the raw material, which is based on the anaerobic lactic fermentation process. The substrate of the reaction is the sugars contained in the raw material. Lactic acid produced by fermentation with various *Lactobacillus* species preserve product.

Keywords: cucumber, nutritional value, lactic acid fermentation, food industry

Rozdział 7

Mariola Drozdowska, Aleksandra Fruga, Aneta Koronowicz, Ewelina Piasna-Słupecka,
Olga Sularz, Paulina Zegartowska

*Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*

Kierownik katedry/promotor: prof. dr hab. inż. Teresa Leszczyńska

DIETA JAKO ISTOTNY CZYNNIK W ZAPALENIU TARCZYCY HASHIMOTO

Streszczenie

Przewlekłe limfocytowe zapalenie tarczycy Hashimoto to choroba, której głównym podłożem są zaburzenia autoimmunologiczne. Prawidłowo zbilansowana dieta, uwzględniająca podaż pełnowartościowego białka, węglowodanów o niskim indeksie glikemicznym i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz realizująca zapotrzebowanie na: jod, selen, żelazo, cynk oraz witaminę D, B12 i witaminy antyoksydacyjne jest ważnym elementem wspomagającym leczenie farmakologiczne oraz wspierającym prawidłowe funkcjonowanie gruczołu tarczowego.

Słowa kluczowe: choroba Hashimoto, tarczyca, dieta

Wprowadzenie

Hashimoto to przewlekła choroba tarczycy o podłożu autoimmunologicznym, związana z upośledzeniem funkcji produkowania hormonów (tyroksyny i trójjodotyroniny) oraz postępującą destrukcją gruczołu. Choroba ta jest najczęstszym typem zapalenia tarczycy, diagnozowanym głównie u osób w wieku 45-55 lat [Liontiris i Mazokopakis, 2017]. Schorzenie to objawia się między innymi spowolnioną przemianą materii prowadzącą do nadmiernego kumulowania tkanki tłuszczowej. Rolą odpowiedniej diety jest utrzymanie prawidłowej masy ciała oraz zapewnienie właściwej podaży składników odżywczych, takich jak jod, selen, cynk, żelazo i witamina D, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania gruczołu tarczowego. Ponadto, właściwe żywienie poprawia skuteczność farmakoterapii, zmniejsza szybkość postępowania procesu zapalnego oraz poprawia kondycję fizyczną i psychiczną chorego [Skrzyńska, 2018].

Tarczyca - budowa i funkcje

Tarczyca to gruczoł wydzielania wewnętrznego składający się z dwóch płatów połączonych wężyną. Jednostki budulcowe tarczycy stanowią pęcherzyki tarczycy, tzw. gronka, wypełnione koloidem, zawierającym glikoproteid - tyreoglobulinę, posiadającą w swojej budowie aminokwas tyrozynę. Tyreoglobulina stanowi rezerwuuar hormonów tarczycy - trójiodotyroniny (T3) i tyroksyny (T4), których wytwarzanie należy do funkcji gruczołu tarczowego [Kąkol, 2010]. Hormony te należą do grupy pochodnych aminokwasu tyrozyny. Składają się z dwóch połączonych ze sobą cząsteczek tyrozyny, a różnice w ich budowie wynikają z ilości atomów jodu przyłączonych do pierścieni aromatycznych - trójiodotyronina posiada trzy takie atomy, natomiast tyroksyna cztery. Poza komórkami pęcherzykowatymi, w narządzie występują także komórki C, a ich zadaniem jest produkcja kalcytoniny, polipeptydu będącego trzecim hormonem tarczycy [Brook i Marshall, 2000].

Jod transportowany z osocza krwi do tarczycy jest utleniany w obecności peroksydazy tarczycowej (TPO) do formy aktywnej, z jednoczesnym wydzieleniem nadtlenu wodoru. Hormon tyreotropowy przysadki (TSH) pobudza jodowanie, czyli przyłączanie się jodu do cząsteczek tyrozyny, w wyniku czego powstaje monojodotyrozyna (MIT) oraz dwujodotyrozyna (DIT). Poprzez kondensację jednej cząsteczki MIT z jedną cząsteczką DIT wytwarzana jest trójiodotyronina, a w następstwie łączenia dwóch cząsteczek DIT powstaje tyroksyna [Konturek, 2013]. Mechanizmem wydzielania hormonów tarczycy steruje układ podwzgórzowo-przysadkowy. Podwzgórze wydziela tyreoliberynę (TRH), która stymuluje wytwarzanie hormonu tyreotropowego (TSH). TSH z kolei bezpośrednio pobudza produkcję T3 i T4 w tarczycy. Wydzielanie hormonów powoduje natomiast zahamowanie syntezy TSH na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego [Kąkol, 2010].

Tyroksyna i trójiodotyronina są niezbędne do prawidłowego przebiegu procesów metabolicznych. Hormony te biorą udział w zwiększaniu szybkości podstawowej przemiany materii [Brook i Marshall, 2000]. Stymulują również proces dojrzewania i różnicowania komórek, obniżają poziom cholesterolu we krwi, zwiększają wydzielanie hormonu wzrostu i pobudzają proces tworzenia otoczek mielinowych aksonów w komórkach nerwowych [Kąkol, 2010]. Funkcja kalcytoniny sprowadza się do udziału w regulacji gospodarki wapniowo-fosforanowej [Konturek, 2013].

Choroba Hashimoto

Choroba Hashimoto to przewlekłe zapalenie tarczycy o podłożu autoimmunologicznym związanym z aktywnością przeciwciał przeciwko tyreoperoksydazie (anty-TPO) i - bardzo często - przeciwko tyreoglobulinie (anty-Tg) oraz naciekami limfocytowymi w tarczycy. Jej skutkiem jest upośledzenie produkcji hormonów tarczycy, spowodowane postępującą destrukcją gruczołu. Istotną rolę w inicjowaniu choroby Hashimoto odgrywa interakcja pomiędzy czynnikami genetycznymi oraz środowiskowymi [Gołkowski, 2016]. Do tych drugich zaliczyć można m.in. zakażenie wirusem WZW typu C bądź inne infekcje wirusowe, stres, czy też infekcje bakteryjne. Do czynników żywieniowych indukujących chorobę Hashimoto zalicza się przede wszystkim niedobór selenu i nadmiar jodu w diecie, przyjmowanie niektórych leków i alergenów pokarmowych dodatkowo nasilające odpowiedź immunologiczną (np. gluten) [Liontiris i Mazokopakis, 2017].

Poprzez działanie czynnika wyzwalającego, komórki pęcherzykowate tarczycy ulegają niszczeniu, a następnie układ odpornościowy, w reakcji na sygnał o zachodzących w gruczole procesach destrukcji, produkuje przeciwciała przeciwko peroksydazie tarczycowej (anty-TPO), które oznakowując uszkodzane komórki, umożliwiają cytotoksycznym limfocytom T i B zaatakowanie już uszkodzonego gruczołu. Miejsce mięszu nabłonkowego zajmują nacieki limfocytarne. W tarczycy następuje rozrost tkanki włóknistej oraz kumulacja makrofagów [Zagrodzki i Kryczyk, 2012]. Pacjenci cierpiący na autoimmunologiczne zapalenie tarczycy mogą przez wiele miesięcy nie wykazywać objawów klinicznych [Przybylik-Mazurek, 2007]. Choroba prowadzi do zmian zachodzących w obrębie gruczołu tarczowego: powstania dużych nacieków z limfocytów, które układają się w grudki chłonne, zaniku pęcherzyków oraz rozrostu tkanki łącznej. Ogólne objawy niedoczynności gruczołu tarczowego mają charakter zróżnicowany oraz zależą od przyczyny choroby, czasu trwania, nasilenia zaburzeń wydzielania hormonów oraz dynamiki rozwoju. W zaawansowanym stadium schorzenia obserwuje się charakterystyczne objawy tj. spadek napędu życiowego, stany depresyjne, pogorszenie słuchu oraz sprawności intelektualnej [Szwajkosz i in., 2017]. Farmakologiczne leczenie opisywanego schorzenia obejmuje stosowanie leków zawierających syntetyczne hormony tarczycy, czyli preparatu tyroksyny lub złożonych preparatów tyroksyny i trójiodotyroniny [Przybylik-Mazurek i in., 2007].

Przed wprowadzeniem diety do terapii opisywanej choroby, niezbędna jest normalizacja stężenia hormonów gruczołu tarczowego, których niedobór może spowodować zahamowanie tempa przemiany materii [Kawicka i Regulska-Ilow, 2015].

Prawidłowo zbilansowana dieta, dostarczająca niezbędnych składników odżywczych wykorzystywanych do syntezy hormonów gruczołu tarczowego, ma istotne znaczenie we wspomaganiu leczenia. Dieta powinna być dobrana indywidualnie i uwzględniać dokładną ocenę stanu odżywienia chorego [Zakrzewska i in., 2015].

Składniki odżywcze istotne dla prawidłowego funkcjonowania tarczycy

Do prawidłowego funkcjonowania tarczycy niezbędne jest dostarczenie wraz z dietą niektórych witamin oraz składników mineralnych, które pełnią rolę kofaktorów umożliwiających zachodzenie reakcji enzymatycznych niezbędnych w produkcji hormonów. Podkreślana jest głównie rola jodu i selenu, jako czynników żywieniowych biorących udział zarówno w prawidłowej funkcji tarczycy jak również w patogenezie schorzeń tego gruczołu [Stolińska i Wolańska, 2012].

Jod jest mikroelementem niezbędnym do syntezy hormonów tarczycy oraz do prawidłowego funkcjonowania tego narządu [Liontiris, Mazokopakis 2017]. U człowieka tarczyca jest głównym magazynem dla jodu, zawiera ona 70-80% całkowitej ilości tego pierwiastka, który w organizmie ludzkim występuje w ilości 15-20 mg [Stolińska i Wolańska, 2012]. Po wchłonięciu z przewodu pokarmowego, w formie jonu jodkowego, trafia do osocza krwi, a jego wychwytywanie przez tarczycę odbywa się poprzez pompę jodową, na zasadzie czynnego transportu. [Konturek, 2013]. Niedobór jodu skutkuje najpierw wzrostem stężenia TSH, a następnie obniżeniem poziomu tyroksyny i trójjodotyroniny [Zou i in., 2012]. Może to prowadzić do powiększenia gruczołu tarczycy i powstania wola oraz ograniczenia wzrostu i rozwoju organizmu [Kawicka i Regulska-Ilow, 2015]. Także zwiększona ilość jodu w diecie osób z chorobą Hashimoto może okazać się szkodliwa. Nadmiar jodu prowadzi do hamowania syntezy hormonów tarczycy, może zaostrzać immunoreaktywność tyreoglobuliny, powodować załamanie mechanizmów tolerancji oraz wzmacniać odpowiedź zapalną przeciw własnym antygenom tarczycy [Zakrzewska i in., 2015]. Głównym źródłem jodu w pożywieniu są ryby (szczególnie dorsz, halibut, makrela) oraz owoce morza (ostrygi, małże). Ważnym źródłem tego mikroelementu są również otręby pszenne, brokuły, orzechy laskowe, ale również mleko i jego przetwory, jaja oraz sól jodowana [Kurosad i in., 2005].

Selen jako składnik enzymu dejodynazy jest niezbędny do przemiany tyroksyny w aktywną formę hormonu – trójjodotyroniny. Selen jest także konieczny do budowy selenoprotein (np. peroksydazy glutationowej), które biorą udział w metabolizmie hormonów tarczycy [Gołkowski, 2016]. Selenoproteiny uczestniczą dodatkowo w ochronie tarczycy przed reaktywnymi formami tlenu i nadmiarem wodorotlenku

wodoru, które mogą uszkadzać komórki narządu [Ventura i in., 2017]. Selen przyczynia się także do prawidłowego funkcjonowania układu odpornościowego, jest odpowiedzialny m.in. za namnażanie się limfocytów T, czy też nasilenie aktywności komórek NK i limfocytów cytotoksycznych [Gier, 2016]. Konsekwencją niedostatecznej podaży selenu, poza hamowaniem syntezy i aktywności dejodynaz oraz uszkodzeniem komórek tarczycy spowodowanym szkodliwym działaniem nadtlenu wodoru, może być dodatkowo, pogorszona przyswajalność jodu. Wśród produktów bogatych w ten mikroelement można wyróżnić orzechy brazylijskie, jajka, ryby i skorupiaki, mięso, cebulę, czosnek i grzyby [Brończyk-Puzoń, 2014].

Żelazo wchodzi w skład peroksydazy tarczycowej, enzymu biorącego udział w jodowaniu tyreoglobuliny i sprzęganiu jodotyrozyn, dlatego jego odpowiednia podaż jest ważna do prawidłowego funkcjonowania gruczołu tarczowego [Jarosz i in., 2016]. Niedobór żelaza prowadzi do zmniejszenia syntezy hormonów tarczycy w osoczu krwi, wzrostu wydzielania TSH oraz powiększenia gruczołu [Kawicka i Regulska-Iłow, 2015]. Dwie główne przyczyny występowania deficytów żelaza to zaburzenia jego wchłaniania w przewodzie pokarmowym oraz zbyt niska podaż z pożywieniem dobrze przyswajalnych form tego mikroelementu [Stolińska i Wolańska, 2012]. Najlepszymi źródłami tego pierwiastka są wątróbka, mięso i żółtko jaja oraz nasiona lnu, pestki dyni oraz otręby pszenne [Kunachowicz i in., 2016].

Pozytywny wpływ cynku na czynność tarczycy wynika z jego funkcji przeciwzapalnej i przeciwutleniającej. Deficyt tego pierwiastka skutkuje wzrostem poziomu przeciwciał przeciw tarczycowym [Zakrzewska i in., 2015]. Ponadto, jako składnik białek receptorowych hormonu trójiodotyroniny, wpływa na jego wiązanie. Konsekwencją niedostatecznego spożycia cynku może być również spowolnienie tempa przemiany materii oraz osłabienie układu immunologicznego. Dobrym źródłem cynku są zarodki pszenne, nasiona lnu, kasze, czy też pieczywo pełnoziarniste) [Stolińska i Wolańska, 2012].

Witamina D w znaczący sposób wpływa na funkcjonowanie układu immunologicznego, a jej deficyt jest jednym z czynników powstawania chorób o tym podłożu [Galant i in., 2016]. Stymulując system immunologiczny, wpływa na regulację namnażania się i różnicowania limfocytów T, a także zmniejsza produkcję substancji prozapalnych. Źródłami tej witaminy w pożywieniu są przede wszystkim ryby – łosoś, makrela, tuńczyk. W mniejszych ilościach znaleźć ją można również w margarynach i żółtku jaja kurzego [Kivity i in., 2011].

Witaminy A, C, E pełnią funkcję antyoksydacyjną, wspomagają układ immunologiczny oraz chronią gruczoł tarczowy przed wolnymi rodnikami tlenowymi

[Skrzyńska, 2018]. Produkty obfitujące w witaminę C to m.in. czerwona papryka, kapusta głowiasta biała, nać pietruszki, jarmuż i czarna porzeczka. Z produktów bogatych w witaminę A wyróżnić można wątróbkę, marchew, morele suszone i żółtko jaja. Witamina E w dużych ilościach występuje w oleju rzepakowym, pestkach słonecznika i dyni, orzechach laskowych [Kunachowicz i in., 2016].

Dieta w chorobie Hashimoto

Ze względu na przewlekły stan zapalny toczący się w organizmie osoby chorej na Hashimoto, dieta powinna dostarczać produkty o charakterze przeciwzapalnym. Dodatkowo, aby uniknąć pobudzenia układu odpornościowego, należy wyeliminować podaż antygenów pokarmowych, które mogą nasilić produkcję przeciwciał i atakować tkankę tarczycy. Do produktów, które mogą pobudzać układ immunologiczny należą m.in. zboża zawierające gluten, mleko krowie, czy też nasiona roślin strączkowych. Dieta dostosowana do osoby chorej powinna uwzględniać również współistniejące alergie oraz nietolerancje pokarmowe [Kawicka i Regulska-Illow, 2015].

Efektom spowolnionej przemiany materii, towarzyszącej chorobie Hashimoto jest nadmierne gromadzenie energii z pożywienia w postaci tkanki tłuszczowej, co w połączeniu z istniejącym stanem zapalnym powoduje niepożądany przyrost masy ciała. Odpowiedni sposób żywienia powinien być zaplanowany tak, aby przy jednoczesnym deficycie energetycznym, zapewnić właściwą podaż składników odżywczych [Skrzyńska, 2018]. Regularnie spożywane posiłki mogą zapobiec spowolnieniu tempa przemiany materii u osób chorych na Hashimoto. Dieta powinna obfitować w produkty świeże, o jak najmniejszym stopniu przetworzenia. Warto zwrócić uwagę na dostarczenie odpowiedniej ilości jodu, selenu, cynku, żelaza, witaminy D i witamin antyoksydacyjnych. W jadłospisie należy uwzględnić prawidłową podaż pełnowartościowego białka, nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz węglowodanów złożonych o niskim indeksie glikemicznym. W razie konieczności powinna zostać zastosowana dieta eliminacyjna, pozbawiona alergenów pokarmowych np. glutenu. Istotne jest spożywanie dużej ilości płynów, około 2 litrów dziennie, z czego większość powinna być dostarczana w postaci wody mineralnej [Rychłowska, 2014].

W jadłospisie osoby chorej na autoimmunologiczne zapalenie tarczycy ważna jest odpowiednio zwiększona podaż pełnowartościowego białka. Białko stanowi substrat do syntezy hormonów tarczycy. Tyrozyna łącząc się z atomowym jodem prowadzi do powstawania prekursorów właściwych hormonów. Wykorzystanie białka pochodzącego z diety przez organizm osoby cierpiącej na Hashimoto wymaga dodatkowej ilości energii, która jest niezbędna do podwyższenia metabolizmu. Jest

to efekt korzystny, biorąc pod uwagę obniżony metabolizm chorych. Podaż białka powinna stanowić 15-25% dziennego zapotrzebowania energetycznego na ten składnik odżywczy [Zakrzewska i in., 2015]. Białko stanowi także źródło keratyny, a tym samym może hamować wypadanie włosów i wzmacniać osłabione paznokcie [Rychłowska, 2014]. Głównym źródłem białka dla osoby chorej na Hashimoto powinny być produkty odzwierzęce, takie jak jaja, ryby morskie, drób i cielęcina [Omeljaniuk i in., 2011].

U osób z autoimmunologicznym zapaleniem tarczycy ważna jest ilość i jakość tłuszczów dostarczanych z pożywieniem [Zakrzewska i in. 2015]. Nie należy stosować diety o bardzo niskiej zawartości tłuszczów, są one bowiem cennym źródłem witamin A, D, E i K. Kierunkiem modyfikacji powinna być zwiększona podaż nienasyconych kwasów tłuszczowych, a szczególnie wielonienasyconych z rodziny omega-3 [Skrzyńska, 2018]. Ich korzystne działanie wynika ze zdolności do pobudzania przemian tyroksyny do trójiodotyroniny w wątrobie oraz zwiększają wrażliwość tkanek na działanie hormonów gruczołu tarczowego [Rychłowska, 2014]. Dodatkowo kwasy omega-3 stymulują produkcję cytokin przeciwzapalnych, a także hamują wytwarzanie mediatorów prozapalnych, co jest istotne w zapobieganiu i leczeniu chorób autoimmunologicznych. Do najcenniejszych źródeł tłuszczów w diecie chorych na Hashimoto należą ryby morskie, oleje (lniany, rzepakowy), oliwa z oliwek, awokado oraz orzechy i pestki dyni [Skrzyńska, 2018].

W związku z częstymi problemami na tle metabolizmu węglowodanów u osób chorych na Hashimoto, korzystnym rozwiązaniem jest zmniejszenie ich podaży w diecie [Skrzyńska, 2018]. Zasadnym jest zwiększenie spożycia węglowodanów złożonych, o niskim ładunku glikemicznym i ograniczenie produktów bogatych w cukry proste. Pozwala to na zminimalizowanie ryzyka wystąpienia niekontrolowanych wahań stężenia glukozy we krwi i obniżenie hiperinsulinemii poposiłkowej [Rychłowska, 2014]. Ponadto, posiłki obfitujące w węglowodany złożone są cennym źródłem witamin i składników mineralnych, a także błonnika pokarmowego. W jadłospisie należy uwzględnić zatem wszelkiego rodzaju kasze, pełnoziarniste pieczywo i razowe makarony [Zakrzewska i in., 2015].

Okazuje się, że część trójiodotyroniny przekształcana jest z tyroksyny w jelicie, przy udziale flory bakteryjnej. Należy zatem dostarczyć wraz z dietą produkty bogate w probiotyki, np. kiszonki, a czasem wprowadzić dodatkową suplementację [Gackowska, 2016].

Warzywa kapustne, spożywane w dużej ilości, mogą powodować ograniczone przyswajanie jodu w organizmie. Jest to związane z zawartością w tych roślinach glukozynolanów, czyli związków siarkowych, wykazujących działanie goitrogenne, czyli

wolotwórcze. Również rośliny strączkowe, zwłaszcza soja, wykazują potencjał wolotwórczy z uwagi na zawartość izoflawonów sojowych, które mogą hamować produkcję hormonów tarczycowych. Jeśli jadłospis jest urozmaicony i poprawnie zbilansowany, ryzyko szkodliwego działania produktów wolotwórczych na funkcję gruczołu tarczowego jest niskie [Higdon i in., 2007].

Podsumowanie

Choroba Hashimoto to wieloczynnikowa jednostka chorobowa o złożonej etiopatogenezie. Jest najczęstszym typem zapalenia tarczycy, którego istotą jest autoimmunologiczna odpowiedź skierowana przeciwko komórkom pęcherzykowym gruczołu tarczowego [Effraimidis i Wiersinga, 2014]. W przebiegu autoimmunologicznego zapalenia tarczycy istotne znaczenie ma odpowiednio zbilansowana dieta. Podaż niezbędnych składników odżywczych, które są wykorzystywane do syntezy hormonów gruczołu tarczowego oraz ograniczenie lub wyeliminowanie produktów, mogących zaburzyć ten proces, stanowią istotny element wspomagający leczenie farmakologiczne [Zakrzewska i in., 2015].

Bibliografia

1. Brończyk-Puzoń A. Skutki niedoboru selenu w diecie. *Food Forum*, 2014, 2(5), 94-96.
2. Brook C., Marshall N. Podstawy endokrynologii. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner. Wrocław 2000.
3. Effraimidis G., Wiersinga W. Autoimmune thyroid disease: old and new players. *European Journal of Endocrinology*, 2014, 170(6), 241-252.
4. Gackowska M. Interpretacja wyników badań laboratoryjnych w praktyce dietetyka. Część III 0 zalecenia diagnostyczne – żywieniowe w chorobie Hashimoto, *Food Forum*, 2016, 3(13), 86-90.
5. Galant K., Barg E., Kazanowska B. Witamina D a choroby metaboliczne, autoimmunologiczne i nowotworowe. *Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism*, 2016, 24(1), 31-37.
6. Gier D. Selen i jod. Ich znaczenie w chorobie Hashimoto. *Food Forum*, 2016, 5(15), 6-12.
7. Gołkowski F.. Aktualne skojarzenie na etiopatogenezę i aspekty kliniczne choroby Hashimoto. *Państwo i Społeczeństwo*, 2016, XVI(4), 101-114.

8. Higdon J.V., Delage B., Williams D.E., Dashwood R.H. Cruciferous vegetables and human cancer risk: epidemiologic evidence and mechanistic basis. *Pharmacological Research*, 2007, 55, 224–236.
9. Jarosz M., Stolińska H., Wolańska D. *Żywnienie w niedoczynności tarczycy*. PZWL, Warszawa 2016.
10. Kawicka A., Regulska-Illow B. Metabolic disorders and nutritional status in autoimmune thyroid diseases. *Postepy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 2015, 69, 80-90.
11. Kąkol P.T. *Fizjologia i podstawy budowy organizmów*. W: Kąkol P.T., *Biologia* (461-462). Świat Książki, Warszawa 2010.
12. Kivity S., Agmon-Levin N., Zisappl M., Shapira Y., Nagy E. V., Dank K., Szekanez Z., Langevitz P., Shoenfeld Y. Vitamin D and autoimmune thyroid disease, *Cellular & Molecular Immunology*, 2011, 8, 243-247.
13. Konturek S.J. *Fizjologia wydzielania wewnętrznego*. W: Szlachcic A., Konturek S.J., *Fizjologia człowieka* (526-531). Edra Urban & Partner, Wrocław 2013.
14. Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B. *Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw*. PZWL, Warszawa 2016.
15. Kurosad A., Nicpoń J., Kubiak K., Jankowski M., Kungl K. Występowanie, obieg i obszary niedoboru jodu oraz główne jego źródła w żywieniu człowieka i zwierząt. *Advances in Clinical Experimental Medicine*, 2005, 14(5), 1019-1025.
16. Lontiris M.I., Mazokopakis E.E. A concise review of Hashimoto thyroiditis (HT) and the importance of iodine, selenium, vitamin D and gluten on the autoimmunity and dietary management of HT patients. *Hellenic Journal of Nuclear Medicine*, 2017, 20(1), 51-56.
17. Omeljaniuk W., Dziemianowicz M., Naliwajko S., Bartosiuk E., Markiewicz-Żukowska R., Borawska M. Ocena sposobu żywienia pacjentek z chorobą Hashimoto. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2011, 44(3), 428-433.
18. Przybylik-Mazurek E., Hubalewska-Dydejczyk A., Huszno B. Niedoczynność tarczycy na tle autoimmunologicznym. *Alergologia i Immunologia*, 2007 4(3-4), 64-69.
19. Rychłowska A. Wskazania żywieniowe w chorobach tarczycy. *Food Forum*, 2014, 2(5), 54-61.
20. Skrzyńska S. Choroba Hashimoto. *Immunologia w gabinecie dietetyka*. *Współczesna Dietetyka*, 2018,15.
21. Stolińska H., Wolańska D. Składniki pokarmowe istotne w niedoczynności tarczycy. *Żywnienie człowieka i metabolizm*, 2012, XXXIX(3), 221-231.

22. Sz wajkosz K., Wawryniuk A., Sawicka K., Łuczyk R., Tomaszewski A. Hypothyroidism being caused by chronic autoimmune inflammation of the thyroid gland. *Journal of Education, Health and Sport*, 2017, 7, 41-54
23. Ventura M., Melo M., Carrilho F. Selenium and Thyroid Disease: From Pathophysiology to Treatment. *International Journal of Endocrinology*, 2017, 2017:1297658.
24. Zagrodzki P., Kryczyk J. Znaczenie selenu w leczeniu choroby Hashimoto. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 2012, 68, 1129-1137.
25. Zakrzewska E., Zegan M., Michota-Katulska E. Zalecenia dietetyczne w niedoczynności tarczycy przy współwystępowaniu choroby Hashimoto. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2015, XLVIII(2), 117-127.
26. Zou W., Wu F., Gou Ch., Song J., Huang C., Zhu Z., Yu H., Gou Y., Lu X., Ruan Y. 2012. Iodine Nutrition and the Prevalence of Thyroid Disease after Salt Iodization: A Cross Sectional Survey in Shanghai, a Coastal Area in China. *PlosOne*, 7, 7, 1-8.

Rozdział 8

Michał Stojak¹, Jacek Słupski¹, Marcin Widlak², Anna Tomf-Sarna¹, Łukasz Skoczylas¹

¹*Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Grzybów; Wydział Technologii Żywności*

²*Zakład Bioróżnorodności Leśnej, Instytut Ekologii i Hodowli Lasu Wydział Leśny
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie*

Kierownik katedry: dr hab. inż. Piotr Gębczyński

JAKOŚĆ NALEWEK Z SUROWCA POCHODZENIA ETNOBOTANICZNEGO

Streszczenie

Nalewkarstwo jest głęboko zakorzenione w polskiej kulturze. Produkcja nalewek w staropolskich domach była powszechna i traktowana na równi z przygotowywaniem przetworów domowych jak marmolady czy soki. W związku z bardzo starym procederem ich produkcji z niektórymi nalewkami, jak również z surowcem, po który sięgano przy produkcji tych trunków, związane są różnego rodzaju zwyczaje, przesady czy tradycje. Celem pracy było porównanie aktywności przeciwutleniającej wobec FRAP nalewek z surowców etnobotanicznych, związanych z tradycją lub folklorem ludowym. Analizie poddano nalewki z owoców dzikiej róży, kwiatów i owoców bzu czarnego, kwiatów lipy, jarzębiny i orzechów włoskich zbieranych na terenach Podkarpacia i Ślądecczyzny.

Słowa kluczowe: nalewki staropolskie, etnobotanika, żenicha, aktywność przeciwutleniająca, FRAP

Wprowadzenie

Tradycja produkcji i wytwarzania nalewek jest w Polsce bardzo stara i powszechna. Pierwsze znane zapiski sięgają 1543 roku, w którym Stefana Falimirz opublikował zielnik (Falimirz, 1543). Rozkwit tradycji nalewkarских przypada na okres XVIII i XIX wieku, [Rogała, 2007]. Przygotowywanie nalewek w staropolskim domu było zajęciem powszechnym i dostojnym [Szydłowska, 2012].

Do produkcji nalewek wykorzystywano dostępne powszechnie owoce, zioła, miody a jako alkohol służył samogon. Z czasem samogon został zastąpiony przez spirytus, miód przez cukier, a do bukietu owoców i ziół włączano coraz częściej egzotyczne surowce. Ze względu na głębokie zakorzenienie nalewkarstwa w Polskiej kulturze z wieloma nalewkami związane są różnego rodzaju tradycje, obrzędy i wierzenia

[Rogała, 2007; Szydłowska, 2012]. Do produkcji nalewek wykorzystywano również surowiec pochodzenia etnobotanicznego to znaczy związany z wierzeniami i przesądami [Rogała, 2007; Styczyński, 2012].

Etnobotanika należy do dziedzin wiedzy na pograniczu etnologii i botaniki. W swym kręgu zainteresowań łączy poznanie sposobów i mechanizmów, które wspólnie tworzą wielopłaszczyznowy kulturowy kontekst użytkowania roślin przez społeczeństwo [Styczyński, 2012]. Jedną z płaszczyzn tej szerokiej dziedziny wiedzy są nalewki, które stanowią w kulturze danego regionu istotny element tradycji związanej z roślinami i ich wykorzystaniem do celów konsumpcyjnych, medycznych, oraz magicznych. Poznanie tej gałęzi wiedzy etnobotanicznej jest jednym z elementów rozwoju kulinarnego i kulturowego. Wśród wielu historycznie wykorzystywanych przez społeczeństwo nalewek można wybrać kilka, wśród których na szczególną uwagę zwracają: nalewka z orzecha włoskiego, jarzębiak, żenicha kresowa, czyli nalewka z dzikiej róży, nalewka z lipy, nalewka z czarnego bzu.

Jarząb pospolicie *Sorbus aucuparia* L. zawdzięcza swą nazwę kurakowi leśnemu - jarząbkowi, który gustuje w jej owocach, jednak starsza pierwotna nazwa to skorucha [Rostafiński 1900]. Roślina ta używana była od najdawniejszych czasów, jako panaceum na wiele dolegliwości. Owoce jarzębu zwane jarzębiną często używano do łagodzenia bólu zębów. W tym celu zjadano owoce jarzębiny, jednak aby zapobiec nawrotom bólu nie wolno było tego czynić więcej niż raz z jednego drzewa. Stosowano również okłady z jarzębiny, którą uprzednio moczo w spirytusie. Tak przygotowane panaceum stosowano także na biegunki, hemoroidy czy kaszel. Tak powszechne stosowanie tego owocu, często w formie odwarów na alkoholu, rozpowszechniło z czasem wykorzystywanie tej rośliny do produkcji nalewek, które miały służyć do ułatwienia trawienia, zapobiegając niestrawności i chorobom przewodu pokarmowego. Nalewka z jarzębiny jest nazywana „Jarzębiakiem”. W wierzeniach ludowych jarząb postrzegano jako drzewo wróżebne. Po ilości i wielkości zawiązanych wiosną owoców można było wnioskować o nadchodzącym urodzaju lub świadczyło o nadchodzącym głodzie [Udziela, 1891; Komisja Antropologiczna, 1919; Kujawska i in., 2016].

Do drzew o szerokim zastosowaniu ludowym należy również pochodzący z Zakarpacia orzech włoski (*Juglans regia* L.) sprowadzony na ziemie polskie przez lud włoski, któremu zawdzięcza dzisiejszą nazwę. Roślina ta, podobnie jak poprzednia, miała szerokie zastosowanie w medycynie ludowej. Stosowano ją w formie wywarów i nalewów alkoholowych do łagodzenia nieżytów jelit oraz jako środek przeciwko próchnicy zębów. W kosmetyce, ponadto, zielone orzechy służyły do farbowania włosów a w przemyśle włókienniczym do barwienia tkanin. Orzech włoski w wierzeniach

ludowych miał negatywne znaczenie. Uważano, że gdy korzenie drzewa wrosną pod zabudowę gospodarczą zginie w nich bydło. Z tego powodu orzechy sadzono daleko od budynków gospodarczych [Styczyński, 2012].

Jednak nie wszystkim drzewom przypisywano zły wpływ na otoczenie. Do drzew pozytywnie wpływających należała lipa, która na terenie Polski występuje w dwóch gatunkach: lipa drobnolistna (*Tilia cordata* Mill.) oraz lipa szerokolistna (*Tilia platyphyllos* L.). Drzewa te były uważane za opiekunów gospodarstw i życia rodzinnego. Kwiaty natomiast, miały szerokie zastosowanie w leczeniu chorób górnych dróg oddechowych, przeziębień i gorączki. Ponadto, podobnie jak w przypadku jarzębu i orzecha, napary lipowe wykorzystywano do zapobiegania nieżytom żołądka często stosując je również w postaci nalewów na alkoholu, które były prawdopodobnie protoplastami dzisiejszych ludowych nalewek [Rokossowska, 1889; Łuczaj, 2004; Styczyński, 2012; Klepacki, 2016].

Gatunkiem znajdującym się w czołówce roślin o największym znaczeniu oraz powszechnym zastosowaniu ludowym był dziki bez czarny (*Sambucus nigra* L.). Ma on cechy, które wyróżniały go spośród innych drzew i krzewów w kulturze Słowian. Był rośliną magiczną, świętą, ale i przekłętą, a na dodatek charakteryzował się licznymi właściwościami leczniczymi. Stosowano go w formie odwarów z owoców i kwiatów na schorzenia górnych dróg oddechowych głównie na chrypki, nieżyty nosa oraz na kaszel. Właściwości te przyczyniły się do upowszechnienia zastosowania tej rośliny w formie nalewów, których używano w okresach zimowych, gdy ww. dolegliwości były szczególnie dokuczliwe a o świeże owoce tej rośliny było trudno [Kujawska i in., 2016].

Kolejnym gatunkiem, który zajmował wysoką pozycję w kulturze ludowej była dzika róża (*Rosa canina* L.). Owoców tej rośliny, podobnie jak bzu czarnego, używano przy leczeniu wielu dolegliwości związanych z kaszlem a nawet kokluszem. Również często stosowano tę roślinę do okładów oczu, na kamienie nerkowe oraz, dzięki wysokiej zawartości witaminy C, przy leczeniu szkorbutu,. Prozdrowotne właściwości owoców dzikiej róży wpłynęły na rozpowszechnienie jej jako surowca w produkcji przetworów: dżemów i nalewek, a także suszy, które stanowiły doskonałe źródło witamin na przednówku [Styczyński, 2012; Kujawska i in., 2016]. Żenicha kresowa, czyli nalewka z owoców dzikiej róży, spełniała w pewnym sensie zadanie anonsu matrymonialnego. Przygotowywano ją w domach, gdzie mieszkały panny, które samodzielnie zbierały owoce dzikiej róży, a dojrzewającą nalewkę wystawiano w oknie domostwa od frontu, dzięki czemu potencjalny kawaler wiedział, w którym domostwie są panny na wydaniu. Dodatkowo symbolem akceptacji przez rodzinę panny dla potencjalnego kandydata było poczęstowanie go właśnie żenicą [Rogała, 2007; Styczyński, 2012].

Material i metody

Materiał badawczy stanowiło sześć staropolskich nalewek, które sporządzono według tradycyjnych receptur pochodzących z okolic Podkarpacia i Sądeckizny. Wszystkie nalewki zostały przygotowane w 2017 roku według przepisów podanych przez Szydłowską [2012]. Do produkcji nalewek użyto komercyjnego spirytusu spożywczego 96%.

Nalewkę ze świeżych owoców czarnego bzu (*Sambucus nigra* L.) zebranych w okolicach Kamionki Wielkiej sporządzono poprzez gotowanie przez 15 minut 1 kg owoców bzu bez baldachów i szypulek, z dodatkiem 8 liści wiśni. Następnie wywar odcedzono, a do owoców dodano 1 kg cukru w sposób warstwowy (warstwa owoców/warstwa cukru), po czym odstawiono na okres 21 dni. Po tym czasie zlano syrop i dodano do niego 1 l spirytusu oraz 1 l wody.

Nalewkę z kwiatów czarnego bzu (*Sambucus nigra* L.) zebranych w okolicach Kamionki Wielkiej przygotowano z około 500 g kwiatów odciętych od baldachów i przeniesionych do słoja z dodatkiem 0,5 l 96% spirytusu, 0,5 l wody i 1 kg cukru. Następnie po upływie tygodnia zlano nalew, uzupełniono go o 0,5 l spirytusu, 0,5 l wody i dodano jedną pokrojoną w plasterki cytrynę.

Nalewkę z orzecha włoskiego (*Juglans regia* L.) sporządzono z owoców zebranych w okolicach Jedlicza. 1 kg zielonych owoców orzecha włoskiego umyto i pokrojono. Całość zasypano warstwowo 1 kg cukru i pozostawiono na 4 tygodnie. Po upływie tego czasu zlano syrop, dodano 1 l 96% spirytusu i 1 l wody.

Nalewkę z kwiatów lipy (*Tilia cordata* Mill.), zebranych w okolicach Krosna, sporządzono poprzez zalanie 500 g kwiatów mieszaniną 0,5 l spirytusu, 0,5 l wody i 1 l miodu lipowego. Po upływie tygodnia zlano nalew, uzupełniono go o 0,5 l spirytusu, 0,5 l wody i dodano cytrynę pokrojoną w plasterki.

Nalewkę z owoców dzikiej róży (*Rosa canina* L.), zebranych w okolicach Chorkówki, sporządzono z 1 kg owoców, które zalano 1 l 96% spirytusu i 1 l wody. Po upływie 3 miesięcy zlano nalew, a owoce zasypano warstwowo 1 kg cukru. Po rozpuszczeniu się cukru zlano syrop i połączono z wcześniejszym nalewem wodno-spirytusowym.

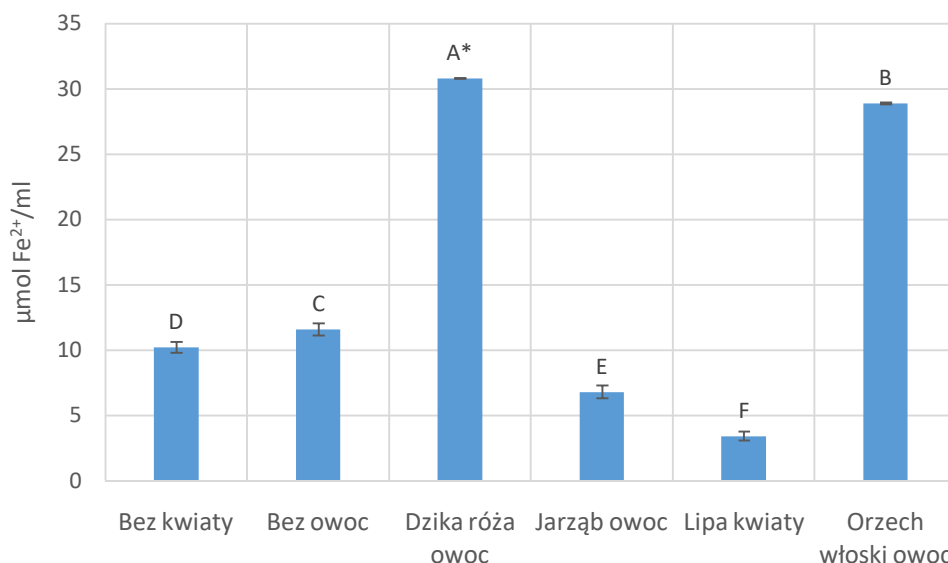
Nalewkę z owoców jarzębiny (*Sorbus aucuparia* L.), zebranych w okolicach Grybowa, sporządzono poprzez gotowanie przez 15 minut 1 kg owoców. Następnie wywar ostudzono i przecedzono, a obgotowane owoce zalano roztworem 0,5 l 96% spirytusu, 1 l wody i pozostawiono na 6 miesięcy. Po upływie tego czasu nalew przecedzono i dodano 0,5 l spirytusu.

Tak przygotowane nalewki przechowywano przez okres 12 miesięcy w temperaturze pokojowej, bez dostępu światła. Jako spirytus za każdym razem użyto 96% spirytus komercyjny z Polmos Stalowa Wola, oraz cukru z „Cukrowni Ropczyce”.

Aktywność antyoksydacyjną nalewek oznaczono metodą Benzie i Strain [1996]. Oznaczenie wykonano w trzech powtórzeniach. Analizę statystyczną otrzymanych wyników wykonano z użyciem programu komputerowego STATISTICA 12 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji, a istotność różnic między wartościami średnimi określono testem Duncana przy $P < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Analizowane nalewki były nalewkami klarownymi, o ładnej charakterystycznej barwie adekwatnej do surowca, z którego pochodziły. Nalewki z owoców były trunkami ciemnymi i intensywnymi w barwie, natomiast nalewki kwiatowe były jasne i o mniejszej intensywności barwy. Najbardziej intensywną i wyrazistą w barwie były kolejno nalewka z owoców orzecha, dzikiej róży, owoców bzu, jarzębu, kwiatów lipy i kwiatów czarnego bzu.



Ryc. 1. Aktywność przeciwutleniająca nalewek po 12 miesiącach składowania mierzona metodą FRAP (* Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie przy $P < 0,05$).

Nalewka z owoców dzikiej róży charakteryzowała się najwyższą aktywnością przeciwutleniającą na poziomie 30,82 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{ml}$ co było wartością stosunkowo wysoką w porównaniu do aktywności świeżych owoców 127,8 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ wykazanych w badaniach Jabłońskiej-Ryś i in. [2009]. We wcześniejszych badaniach [Stojak i in., 2017] wykazano, że aktywność przeciwutleniająca owoców dzikiej róży wobec DPPH była znacznie niższa niż owoców orzecha włoskiego. W badaniach Hukkanen i in. [2006] aktywność przeciwutleniająca świeżych owoców jarzębu mieściła się w zakresie 61–105 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ natomiast aktywność nalewki z owoców tego gatunku w przedstawionych badaniach wyniosła tylko 6,79 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{ml}$ co stanowiło ponad dziesięciokrotne obniżenie poziomu tego wskaźnika. Jedną z wyższych aktywności antyoksydacyjnych nalewki z owoców orzecha włoskiego, na poziomie 28,91 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{ml}$, wynika z wysokiej aktywności świeżych owoców (418,92–1067,94 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$) wykazanej w badaniach Shah i in. [2018]. Wysoką aktywność przeciwutleniającą nalewki z orzecha włoskiego na tle nalewki z czarnego bzu i kwiatów lipy potwierdzają również wcześniejsze wyniki przedstawione przez Stojaka i in. [2017]. Z kolei stosunkowo wysoką aktywność przeciwutleniającą wykazały nalewki z kwiatów i owoców bzu czarnego (odpowiednio 10,22 i 11,58 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{ml}$) w stosunku do aktywności świeżych owoców – 24,1 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ wykazanej przez Viapiana i Wesolowskiego [2017]. Znalazło to również potwierdzenie w wynikach uzyskanych przez Stojaka i in. [2017].

Wnioski

Wśród badanych nalewek analizowanych po 12 miesiącach składowania najwyższą aktywnością przeciwutleniającą wobec wolnego rodnika FRAP charakteryzowała się nalewka z dzikiej róży – 30,82 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{ml}$, a najniższa nalewka z kwiatów lipy 3,41 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{ml}$. Nalewki kwiatowe charakteryzowały się niższą aktywnością przeciwutleniającą od nalewek owocowych.

Literatura

1. Benzie, I. Strain, J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of Antioxidant Power: The FRAP Assay”. *Analytical Biochemistry*, 1996, 239, 70-76.
2. Falimirz S. O ziołach y o moczy gich, o paleniu wodek z zioł, o oleykach przyprawianiu, o rzeczach zamorskich [...]. Kraków 1534.
3. Hukkanen, A. T., Pölönen, S. S., Kärenlampi, S. O., Kokko, H. I. Antioxidant capacity and phenolic content of sweet rowanberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, 54(1), 112-119.

4. Jabłońska-Ryś, E., Zalewska-Korona, M., Kalbarczyk, J. Antioxidant capacity, ascorbic acid and phenolics content in wild edible fruits. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 2009, 17(2), 115-120.
5. Klepacki P. Rośliny użytkowe w Puszczy Knyszyńskiej i Beskidzie Niskim. *Etnobiologia Polska*, 2016, 6.
6. Komisja Antropologiczna. Materiały Antropologiczno-Archeologiczne i Etnograficzne wydawane staraniem Komisji Antropologicznej Akademii Umiejętności w Krakowie, t. I-XIV, 1896-1919.
7. Kujawska M. Łuczaj Ł. Sosnowska J. Klepacki P. Rośliny w wierzeniach i zwyczajach ludowych. Słownik Adama Fischera. Polskie Towarzystwo Ludoznawcze, Wrocław 2016.
8. Łuczaj Ł. Dzikie rośliny jadalne Polski: przewodnik survivalowy; Wyd. Chemigrafia, Krosno, 2004.
9. Rogala J. Wielka księga nalewek. Wyd. BAOBAB, Warszawa 2007.
10. Rokossowska Z. O świecie roślinnym wyobrażenia, wierzenia i podania ludu ruskiego na Wołyniu we wsi Jurkowszczyźnie pow. Zwiąhelskim. Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 1889; ss. 39.
11. Rostafiński J. Słownik polskich imion, rodzajów oraz wyższych skupień roślin, poprzedzony historyczną rozprawą o źródłach. Akademia Umiejętności, Kraków, 1900.
12. Shah, U. N., Mir, J. I., Ahmed, N., Jan, S., Fazili, K. M. Bioefficacy potential of different genotypes of walnut *Juglans regia* L. *Journal of Food Science and Technology*, 2018, 55(2), 605-618.
13. Stojak M., Słupski J., Tomf-Sarna A., Widlak M. Aktywność przeciwutleniająca wybranych nalewek staropolskich z terenów Podkarpacia. *Prace młodych pracowników naukowych i doktorantów Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, ser. Monografie, Wyd. Polskie Towarzystwo Technologów Żywności Oddział Małopolski*, 2017, 3, 148-156.
14. Styczyński M. Zielnik podróżny. Rośliny w tradycji Karpat i Bałkanów. Przewodnik alternatywny - wprowadzenie do etnobotaniki; Wyd. Ruthenus, Krosno 2012; 320.
15. Szydłowska M. Nalewki domowe. Leksykon. Nalewki, likiery, miody Wyd. SBM, Warszawa 2012.
16. Udziela M. Medycyna i przesady lecznicze ludu polskiego: przyczynek do etnografii polskiej. Kraków, 1891.
17. Viapiana, A., Wesolowski, M. The phenolic contents and antioxidant activities of infusions of *Sambucus nigra* L. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2017, 72, 82-87.

Rozdział 9

Paulina Korpak, Halina Gambuś, Wiktor Berski

*Katedra Technologii Węglowodanów, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*

Kierownik katedry: dr hab. inż. Marcin Łukasiewicz

TOFU JAKO ALTERNATYWNE ŹRÓDŁO BIAŁKA

Streszczenie

Coraz częściej spotykamy się z problemem nietolerancji mleka krowiego. Może on wynikać z obecności w składzie mleka cukru mlecznego - laktozy, lub alergii na białka mleka krowiego [Feyerer, 2006]. Obserwuje się również wzrost liczby osób dobrowolnie rezygnujących na co dzień ze spożywania produktów pochodzenia zwierzęcego. Na rynku dostępnych jest wiele alternatyw mleka krowiego, jednak największym uznaniem cieszy się napój sojowy. Zarówno sam napój, jak i serek tofu z niego wytwarzany jest źródłem pełnowartościowego białka i nienasyconych kwasów tłuszczowych. Uznaje się, że napój sojowy może być składnikiem zdrowej, zbilansowanej diety [Anglin i In., 2013].

Słowa kluczowe: mleko, sery, nietolerancja laktozy, alergia na białka mleka, mleko sojowe, tofu

Wprowadzenie

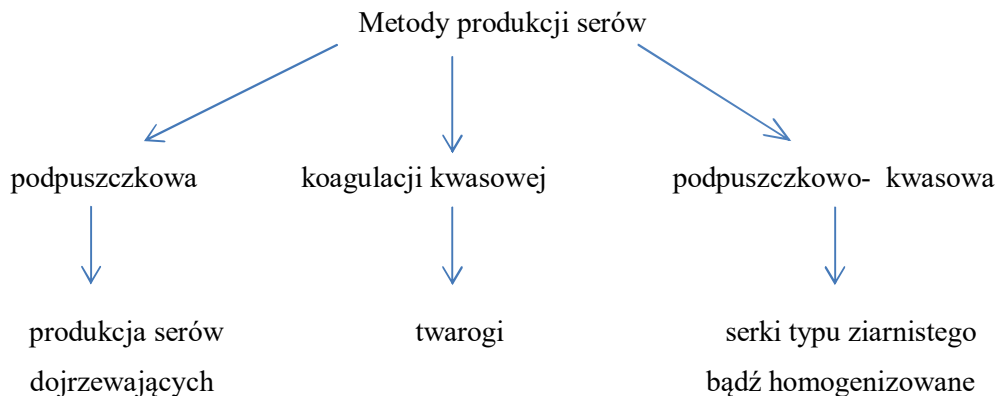
Już sam Hipokrates mówił, że „mleko jest pokarmem bliskim doskonałości” [Górska, 2009]. Obserwując historię wyrobów mleczarskich można zauważyć, iż w Polsce bardzo popularne były (i nadal są) sery, zwłaszcza twarogowe. Główną zaletą serów twarogowych jest niewielka wartość energetyczna przy jednoczesnej bardzo dużej zawartości pełnowartościowego białka oraz lekkostrawnego tłuszczu mlecznego. Dodatkowo, koszty ponoszone przy produkcji twarogu są stosunkowo niskie.

Wg Obrusiewicza [1982] „sery są produktem żywnościowym pochodzenia zwierzęcego, zawierającym wszystkie składniki niezbędne dla organizmu”. Ser jest silnie odwodnionym skrzepem, którego głównym składnikiem jest kazeina. Oprócz niej, w zależności od metody przygotowania produktu, mogą znaleźć się w nim białka

serwatkowe. Współcześnie sery wytwarza się zarówno z mleka pełnego, częściowo odtłuszczonego jak i odtłuszczonego.

Metody produkcji serów

Sery są produkowane trzema metodami, pokazanymi na schemacie 1 [Pijanowski, 1984; Ziajka, 1997].



Schemat 1. Metody produkcji serów.

Metoda podpuszczkowa

Metoda podpuszczkowa jest stosowana przy produkcji serów dojrzewających. Do koagulacji kazeiny dochodzi dzięki enzymowi chymozynie, zawartym w preparacie zwanym podpuszczką, przy niezmiennym bądź nieco niższym od mleka wskaźniku pH.

Metoda koagulacji kwasowej

Do koagulacji kwasowej kazeiny dochodzi poprzez uzyskanie pH o wartości jej punktu izoelektrycznego - 4,6. Po zakwaszeniu kazeina staje się kazeiną izoelektryczną, co powoduje przejście mleka w formę żelu i zbitie cząsteczek kazeiny. Metodę koagulacji kwasowej wykorzystuje się przy produkcji między innymi serów twarogowych.

Metoda podpuszczkowo-kwasowa

Metoda podpuszczkowo-kwasowa jest wykorzystywana przy produkcji tak zwanych serków wiejskich bądź serków homogenizowanych - z wsadem lub naturalnych. Podczas niej dochodzi zarówno do krzepnięcia podpuszczkowego, jak i kwasowego [Budślawski, 1973; Pijanowski, 1984; <http://seryrzemieslnicze.com/edukacja/sery-klasyfikacja-rodzaje>].

Podpuszczka

Podpuszczką nazywa się głównie enzym wytwarzany w trawieńcach młodych cieląt karmionych mlekiem matki- chymozynę. Charakteryzuje się ona zdolnością do przeprowadzania kazeiny z postaci płynnej w skrzep. Przemysłowo stosuje się podpuszczkę uzyskiwaną mikrobiologicznie. Stwierdzono, iż niektóre szczepy bakterii są zdolne do wytwarzania enzymów przypominających podpuszczkę naturalną, która jest z kolei uzyskiwana z żołądków młodych cieląt. Na rynku są również dostępne sery wytwarzane przy użyciu dużo tańszych enzymów, takich jak pepsyna wołowa lub wieprzowa. Preparaty podpuszczkowe występują w formie płynów lub proszków [Pijanowski, 1984; Ziąjka, 1997].

Tofu

Tofu to serek uzyskiwany w procesie przetwórstwa napoju sojowego. Jest stosowany od wielu lat w kuchni azjatyckiej, zyskując jednocześnie coraz większą popularność w Europie, ze względu na znaczne walory prozdrowotne. Stanowi źródło pełnowartościowego białka i minerałów.

Legendy głoszą, iż tofu zostało odkryte w starożytnych w Chinach na skutek przypadkowego ukwaszenia napoju sojowego. Twarożek ten cieszy się popularnością ze względu na uniwersalne walory kulinarne (neutralny smak). Zawiera 80–90 kalorii w 100 g i posiada niski indeks glikemiczny (IG=15).

Aby wytworzyć tofu, trzeba najpierw pozyskać mleko sojowe. W tym celu wymoczone ziarna soi zostają zmielone, a następnie wytłoczone. Tak powstały napój roślinny podgrzewa się i łączy z koagulantem, np. z sokiem z cytryny. Powoduje to oddzielanie się od serwatki białek mleka. Powstały twaróg ma neutralny smak i zwartą konsystencję

Tofu – wartości odżywcze

Tofu stanowi źródło pełnowartościowego białka, zawierającego niezbędne dla organizmu aminokwasy egzogenne. 100 g porcja jest w stanie zaspokoić około 1 / 5 przeciętnego dziennego zapotrzebowania człowieka dorosłego na białko.

Soja zawiera głównie nienasycone kwasy tłuszczowe, w które jest również bogate tofu. Serek sojowy charakteryzuje się dużą zawartością wapnia i żelaza.

W składzie tofu znajdują się fitoestrogeny– substancje o działaniu zbliżonym do żeńskich hormonów płciowych. Przyczyniają się one do obniżenia poziomu frakcji

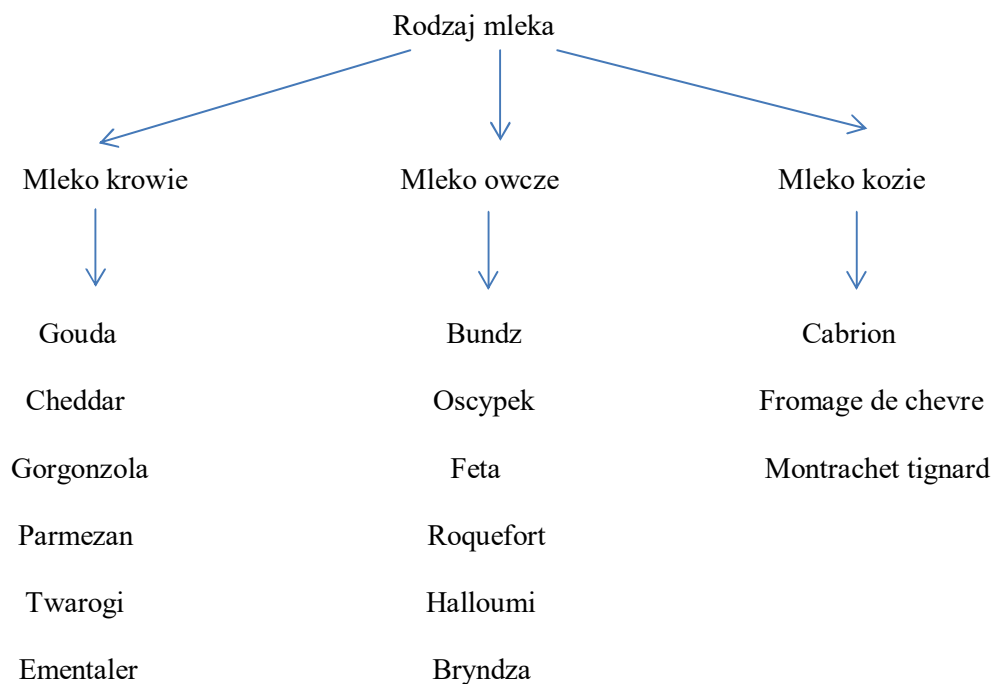
cholesterolu (LDL) i trójglicerydów. [<https://www.poradnikzdrowie.pl/diety-i-zywienie/co-jesz/tofu-wlasciwosci-odzywcze-i-przepisy-jak-jesc-tofu-aa-UBh7-4kb8-aLyz.html>].

Cel pracy

Celem pracy było scharakteryzowanie i porównanie serów z mleka pochodzenia zwierzęcego z tofu, które jednocześnie zaprezentowano jako alternatywne źródło białka.

Składniki odżywcze i skład chemiczny serów

Sery można podzielić na kilka kategorii. Ich klasyfikację ze względu na najczęściej wykorzystywane rodzaje mleka pokazano na schemacie 2.



Schemat 2. Rodzaje serów.

W Polsce najczęściej spożywane są sery z mleka krowiego, ze względu między innymi na najniższą cenę.

Wartość odżywcza sera jest ściśle powiązana z rodzajem mleka, z którego został on wyprodukowany. Sery są bogatym źródłem białka, tłuszczu, składników mineralnych

i witamin. Największą wartością energetyczną charakteryzują się sery podpuszczkowe dojrzewające, najmniejszą zaś chude sery przygotowane metodą kwasową [Pijanowski, 1984].

W tabeli 1 przedstawiono dla porównania wartość odżywczą sera podpuszczkowego Cheddar z twarogiem chudym.

Tabela 1. Wartość odżywcza sera Cheddar i chudego twarogu (g/100g).

	Cheddar	Twaróg
Wartość energetyczna (kcal)	403	86
Białko	26,2	18
Węglowodany	1,5	4
Tłuszcz	33,1	0,3
Błonnik pokarmowy	0	0
Popiół	3	0,8
Sucha masa	63,3	22

[<http://frida.fooddata.dk> ; <http://kalkulatorkalorii.net>].

Ser Cheddar charakteryzuje się znacznie większą wartością energetyczną niż twaróg. Wynika ona przede wszystkim z różnicy w zawartości tłuszczu - 1 g tłuszczu dostarcza bowiem aż 9 kcal. Dodatkowo, sery te wyróżnia zawartość suchej masy. Podpuszczkowy Cheddar jest serem suchym (skrzepem odwodnionym), twarogi zaś zaliczają się do serów o dużej zawartości wody. Zawartość białka w Cheddarze jest ponad 2,5 razy większa niż w twarogu. Wynika ona głównie z różnic w procesie technologicznym tych serów [Pijanowski, 1984].

W tabeli 2 podano zawartość poszczególnych aminokwasów w różnych rodzajach serów.

Stwierdzono, iż w serach podpuszczkowych występuje więcej aminokwasów niż w twarogach. Wynika to przede wszystkim z większej zawartości białka i mniejszej zawartości wody niż w serach twarogowych.

Sery są bogatym źródłem pełnowartościowego białka, jednak nie są pozbawione wad. Sery podpuszczkowe, ze względu na wysoką zawartość suchej masy, zawierają zwykle bardzo dużo tłuszczu - osobną gałąź stanowi tu produkcja wyrobów typu „light” [<http://portal.abczdrowie.pl>]. Dodatkowo, w przeważającym stopniu na tłuszcz ten składają się kwasy tłuszczowe nasycone, których spożycie w diecie powinno być na możliwie najniższym poziomie.

Tabela 2. Zawartość aminokwasów w serach (mg/100g).

Aminokwas/Ser	Brie	Camembert	Cheddar	Twaróg	Roquefort
Izoleucyna	991	1068	1437	502	1103
Leucyna	1670	1800	2423	845	1859
Lizyna	1443	1556	2095	731	1607
Metionina	509	549	739	258	567
Cysteina	65	70	94	33	72
Fenylalanina	934	1007	1355	473	1040
Tyrozyna	991	1068	1437	502	1103
Treonina	623	671	904	315	693
Tryptofan	249	268	361	126	277
Walina	1217	1312	1766	616	1355
Arginina	566	610	821	287	630
Histydyna	509	549	738	258	567
Alanina	566	610	821	287	630
Kwas asparaginowy	1274	1373	1848	645	1418
Kwas glutaminowy	3538	3814	5134	1791	3938
Glicyna	368	397	534	186	410
Prolina	1896	2044	2752	960	2111
Seryna	1019	1098	1479	516	1134

[<http://frida.fooddata.dk>].

Popularyzacja wyrobów wegetariańskich

Wyroby mleczarskie od wieków uznawano za pokarm sprzyjający zdrowiu i sile witalnej człowieka. Jednak w ostatnich latach zaobserwowano nasilający się trend poszukiwania roślinnych zamienników mleka i jego przetworów. Początkowo wynikał on głównie z nietolerancji pokarmowej; alergii na laktozę lub białka mleka krowiego u dzieci, zwłaszcza niemowląt. Później doszło do upowszechnienia roślinnych substytutów mleka także u osób dorosłych, w dużej mierze popularyzowanych przez środki masowego przekazu. Modny stał się początkowo wegetarianizm, a następnie weganizm. W telewizji i prasie pojawiło się mnóstwo doniesień mówiących o tym, iż spożywanie produktów pochodzenia zwierzęcego jest szkodliwe [<http://veganworkout.org.pl>]. Przedstawiano również argumenty, że hodowla bydła jest nieekonomiczna i szkodzi środowisku naturalnemu. Mimo wątpliwości, które budzą tego rodzaju opinie - często słabo uzasadnione, nie należy jednak zapomnieć o przypadkach rzeczywistej niemożności spożywania mleka, wynikającej z fizjologii człowieka, a dokładniej z zaburzeń pracy organizmu.

Nietolerancja pokarmowa

Jako nietolerancję pokarmową określa się każdą negatywną reakcją na pokarm, której testy immunologiczne nie określają jako alergii. Reakcje immunologiczne, mogące zachodzić w organizmie, nie wywołują pozytywnych wyników testów skórnych. Badania wskazują, iż około 45% mieszkańców całego globu cierpi na nieustającą chroniczną nietolerancję pokarmową [Obrusiewicz, 1982; Brostoff, Gamlin, 1994].

Nietolerancja laktozy

Nietolerancja laktozy to niemożność przyswajania cukru mlecznego. Aktualne badania dowodzą, iż około co siódmy Europejczyk cierpi na nietolerancję laktozy. Schorzenie to jest uznawane za najpowszechniejszą dysfunkcję genetyczną [Schleip, 2006]. Może występować w postaci wrodzonej, pierwotnej bądź wtórnej. Do objawów tej nietolerancji należą zaburzenia trawienia - bóle brzucha, wymioty, biegunki, wzdęcia. U chorych stwierdza się także zaburzenia o charakterze ogólnym, takie jak problemy ze snem, uczucie ciągłego zmęczenia lub stany depresyjne [Freston, 2014]. Dolegliwości związane z nietolerancją laktozy często łagodzi przyjmowanie preparatów farmakologicznych, zawierających enzym rozkładający cukier mleczny (laktazę). Enzym ten u osób chorych nie jest wytwarzany w sposób prawidłowy, co prowadzi do występowania objawów chorobowych [Schleip, 2006].

Alergia na białka mleka

Alergia na białka mleka jest jedną z najwcześniejszych typów alergii. Badania wskazują, iż występuje ona już w życiu płodowym, choć częściej pojawia się w okresie niemowlęcym. Uczulenie na białka mleka ustępuje zwykle po osiągnięciu 3 roku życia [Dean, 1995].

Szacuj się, iż alergią na białka mleka dotkniętych jest 0,5-7,5% wszystkich ludzi, z czego 3-5% dotyka niemowląt i małych dzieci [Dean, 1995].

Alergia ta objawia się zwykle wymiotami, biegunką, bólami brzucha bądź zmianami skórnymi pojawiającymi się po spożyciu mleka lub jego przetworów. Do jej powikłań należą zaburzenia wzrostu, niedostateczne uwapnienie kości, gorączka, obrzęk języka i warg, niepokój bądź drgawki. Podstawą leczenia jest, tak jak w poprzednich przypadkach, dieta eliminująca mleko z diety [Feyerer, 2006].

Alternatywa dla wyrobów pochodzenia zwierzęcego

Wyżej wymienione dolegliwości oraz panująca moda na zdrowe odżywianie sprawiły, iż u schyłku XX wieku bardzo popularny stał się najpierw wegetarianizm, a później jedna z jego odmian, którą jest weganizm. W obydwu przypadkach dochodzi do substytucji białka zwierzęcego białkiem roślinnym. Dlaczego jednak postanowiono eliminować z diety białko zwierzęce? Oprócz względów etycznych, skłaniających niektórych wegetarian do powstrzymywania się od produktów, których wytwarzanie może wiązać się z cierpieniem zwierząt, pojawiają się kwestie zdrowotne. Badacze oskarżają białko zwierzęce o powstawanie miażdżycy i otyłość [[http://czytelniamedyczna.pl / 5647,wplyw-spozywania-nadmiaru-miesia-na-zdrowie-czlowieka.html](http://czytelniamedyczna.pl/5647,wplyw-spozywania-nadmiaru-miesia-na-zdrowie-czlowieka.html)]. Niektórzy z nich są zdania, iż spożywanie mięsa wywołuje problemy trawienne - ma ono, ich zdaniem, zalegać w układzie pokarmowym; fermentować, powodując wzdęcia i bóle brzucha [<http://infozdrowie24.pl>]. Fakt, że mleko jest pierwszym pokarmem spożywanym przez dzieci, zazwyczaj zbywany jest stwierdzeniem, iż człowiek jest jedynym ssakiem, spożywającym mleko inne niż wytworzone przez jego gatunek [<http://czytelniamedyczna.pl/5647,wplyw-spozywania-nadmiaru-miesia-na-zdrowie-czlowieka.html>; <http://dziecisawazne.pl/10-powodow-dlaczego-nie-warto-pic-mleka>].

Wegetarianizm

Wegetarianizm jest świadomą decyzją o rezygnacji ze spożywania mięsa, ryb i owoców morza. Większość wegetarian wyłącza ze swojej diety także smalec i żelatynę [Hever, 2016; Stone, 2013]. Wegetarianie mogą jednak spożywać wyroby mleczarskie, jaja i miód.

Sam wegetarianizm nie jest powodowany wyłącznie kwestiami ekonomicznymi, np. stosunkowo wysoką ceną mięsa. Wynika on również z pobudek moralnych (oszczędzenie domniemanego cierpienia zwierząt) bądź ekologicznych. Przyjmuje się, iż odpowiednio zróżnicowana dieta wegetariańska jest w stanie zaspokoić potrzeby osób w każdym wieku. Należy jednak pamiętać o odpowiedniej ilości i jakości spożytego białka [<http://portal.abczdrowie.pl>; Ziemiański, 1998]. Przeglądając strony internetowe popularyzujące wegetarianizm można zauważyć, iż niektóre z nich odnoszą się do spożywania mięsa w sposób wręcz agresywny. Na wielu stronach internetowych dotyczących wegetarianizmu cytuje się słowa Helmuta Kaplana, który spożywanie mięsa nazywa holokaustem. Portal Poradnikzdrowie.pl [<http://poradnikzdrowie.pl>] podaje natomiast, iż wegetarianizm to „zdrowy styl życia, który opiera się na swoistej filozofii, moralności i poglądach dotyczących żywienia”. Na stronie tej został nadmieniony fakt,

iż aby dieta wegetariańska była zdrowa, musi być odpowiednio suplementowana różnymi zamiennikami, między innymi roślinnymi bądź mlecznymi.

Często dochodzi jednak do niedoborów niektórych składników odżywczych, takich jak: witamina B12, witamina D, cynk oraz żelazo. Dieta wegetariańska jest również bardziej uboga w białko. Dodatkowym minusem jest fakt, iż białko roślinne nie jest tak wartościowe jak zwierzęce, ponieważ zawiera mniej metioniny, lizyny, tryptofanu i waliny [Barnes, 1998]. Wegetarianizm wykazuje jednak niewątpliwie także swoje zalety. Niektóre badania wskazują, iż wegetarianie rzadziej cierpią na miażdżycę, choroby serca, cukrzycę i otyłość [Melina i in, 2016]. Dieta wegetariańska oznacza również zwiększone spożycie jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, błonnika i antyoksydantów. Kolejnym plusem jest obniżenie poziomu cholesterolu we krwi [Hever, 2016; Stone, 2013; Makarewicz-Wujec, Kozłowska-Wojciechowska, 2000].

Weganizm

W ostatnich latach zaobserwowano wzrastającą modę na jedną z odmian wegetarianizmu- weganizm. Weganizm zaleca całkowitą rezygnację z produktów pochodzenia zwierzęcego. Weganie nie tylko nie jedzą mięsa, ale również nie noszą futer, a także nie używają kosmetyków testowanych na zwierzętach. Pojęcie weganizm powstało w 1944 roku, kiedy założono Towarzystwo Wegańskie (ang. Vegan Society) [<http://vegansociety.com>].

Dla większości wegan oczywistym staje się fakt, że białko zwierzęce trzeba jakoś zastąpić. Tylko w skrajnych przypadkach dochodzi do niedoborów tego składnika w organizmie. Urozmaicona dieta, składająca się z owoców, warzyw, roślin strączkowych i produktów zbożowych może w pełni wystarczyć, aby zapewnić wszystkie wymagania wynikające z fizjologii człowieka. Na polskiej stronie internetowej poświęconej weganizmowi [<http://veganworkout.org.pl>] podkreślono, iż należy pamiętać o spożywaniu produktów pełnoziarnistych, pestek i orzechów. Często jednak przeciętny konsument myli chleb barwiony np. melasą z chlebem razowym. Uważa się, że produkt jest zdrowy z powodu tego, iż jest „ciemny”. Pełnoziarniste produkty nie są jednak zalecane wyłącznie wegetarianom lub weganom. Węglowodany złożone nie powodują nagłego wzrostu poziomu cukru we krwi, a dzięki wolniejszemu trawieniu energia pozyskiwana z nich jest wykorzystywana dłużej. Nie dostarczają pustych kalorii, w związku z czym są dobrą profilaktyką chorób serca, otyłości i cukrzycy [Freston, 2014].

Soja

Najbardziej popularnym zamiennikiem mleka krowiego jest mleko sojowe. Soja należy do rodziny bobowatych. Jest rośliną strączkową, występującą w 16 odmianach. W przetwórstwie wykorzystywana jest głównie soja warzywna, inaczej owłosiona lub zwyczajna. Pochodzi ona z południowo-wschodniej Azji. Nasiona soi są użytkowane jako składnik pasz, ale także pożywienie dla człowieka. Z soi wytwarza się napój sojowy, olej sojowy, mączkę i kaszę sojową, lecytynę, tofu bądź tempeh. Preparaty z soi są dodawane do wielu produktów, takich jak na przykład wędliny. Zabieg ten ma poprawić ich wartość odżywczą [<http://poradnikzdrowie.pl>].

Nasiona soi są cennym źródłem pełnowartościowego białka. Różne doniesienia podają, iż zawartość protein w tych nasionach waha się w przedziale 30-80%. Zawierają one także wiele tłuszczu, w tym dużo kwasów jedno- i wielonienasyconych. W związku z tym faktem soja jest przedstawiana jako jedna z najważniejszych roślin oleistych [Stevens, 2001].

Nasiona soi mają jednak także swoje wady. Statystyki z roku 2008 pokazały, iż 70 % upraw soi na świecie stanowiła soja genetycznie modyfikowana. Badania wskazują, iż z każdym rokiem ten procent wzrasta [Anglin i in, 2013].

Napój sojowy

Napój sojowy jest bardzo ceniony przez konsumentów. Prawdłowo przyrządzony charakteryzuje się gładką konsystencją, mlecznym kolorem i swoistym, charakterystycznym słodkim smakiem i zapachem. Jego wartość odżywcza jest bardzo podobna do mleka krowiego. Przemysłowy napój sojowy zawiera w 100 ml około 3 g białka, 1,8 g tłuszczu i 2,5 g węglowodanów [<http://alpro.com/pl/produkty/napoje/sojowe/oryginalny>]. Napój sojowy jest źródłem pełnowartościowego białka, wapnia, żelaza, witamin z grupy B i nienasyconych kwasów tłuszczowych. Oczywiście produkt sporządzony samodzielnie przez konsumenta, będzie się charakteryzował nieco inną zawartością składników odżywczych. Może on bowiem decydować o ilości dodawanych nasion soi do wody, co wpływa na skład chemiczny napoju.

Białko sojowe zawiera wszystkie aminokwasy niezbędne dla organizmu człowieka. Z tego względu jest zalecane osobom aktywnie uprawiającym sport - jego spożycie wspomaga wzrost masy mięśniowej. Jest dobrym źródłem potasu. Nie zawiera w swoim składzie cholesterolu, glutenu ani laktozy. W związku z tym jest coraz bardziej

popularne w przemyśle spożywczym. Renomowane kawiarnie wprowadzają mleko sojowe jako dodatek do kawy czy deserów. Postępując w ten sposób czynią swe produkty atrakcyjnymi dla osób z różnymi nietolerancjami pokarmowymi. Zaletą napoju sojowego, oprócz składu, jest jego zdolność do spieniania i koagulacji [<http://vegansociety.com>].

Nasiona soi budzą jednak również kontrowersje. Głównym argumentem przeciwników soi jest to, iż większość wyrobów znajdujących się na rynku pochodzi z upraw genetycznie modyfikowanych. Nasiona soi oskarża się również o działanie kancerogenne i negatywny wpływ na gospodarkę hormonalną. Z tego właśnie względu nawet wegetarianie i weganie przyjmują, iż należy je spożywać z pewnymi ograniczeniami. Napój sojowy również często powoduje występowanie alergii. Fitoestrogeny zawarte w nasionach soi mogą zaburzać wytwarzanie testosteronu u mężczyzn. Izoflawony natomiast oskarża się o wywoływanie raka. Nasiona soi są również ciężkostrawne, dlatego nie powinny być spożywana przez małe dzieci [<http://kalkulatorkalorii.net>].

Tofu

Ze zdolnością mleka sojowego do koagulacji wiąże się powstawanie tofu. Tofu to ser przypominający swoim wyglądem i właściwościami twaróg z mleka krowiego. Uzyskuje się go poprzez dodanie do mleka sojowego koagulantu, a następnie oddzielenie powstałego skrzepu. Według legendy tofu zostało wynalezione w Chinach przez księcia Liu Ana. Nie jest to jednak prawda. W pracach związanych z Liu Anem nie znaleziono żadnej wzmianki o napoju sojowym czy tofu [<http://soyinfocenter.com/HSS/tofu1.php>].

Rodzaje tofu

W sklepach spotyka się tofu głównie w postaci naturalnej albo wędzonej. Naturalne może występować w formie stałej (tzw. tofu twarde) bądź kremowej. Tofu twarde charakteryzuje się zwartą konsystencją. Z tego względu ze wszystkich przetworów sojowych jest ono najbardziej kaloryczne. Jego smak często porównuje się do mięsa kurczaka. Biorąc pod uwagę bardzo neutralny smak, przed podaniem na stół powinno być ono doprawiane [Albrzykowski, 2005; Białołecka, 2009].

Tofu jedwabiste z kolei ma konsystencję śmietany i w tej postaci wykorzystywane jest jako jej zamiennik. Półpłynna konsystencja umożliwia również zastosowanie go do deserów i zup [<http://poradnikzdrowie.pl>].

Zaleca się kupowanie tofu w sklepach ze zdrową żywnością; wtedy konsument może mieć pewność, iż soja użyta do przygotowania twarożku nie pochodzi z upraw

genetycznie modyfikowanych. Tofu bardzo chłonie obce aromaty, co jest szczególnie uznawane w kuchni. Przyjmuje się, że do produkcji tofu powinny być wykorzystywane wyłącznie woda, nasiona soi i koagulanty - np. sól lub sok z cytryny [Mullin in., 2001].

Właściwości odżywcze

Tofu jest pomocne w profilaktyce i leczeniu wielu przewlekłych chorób niezakaźnych, zwanych cywilizacyjnymi, ponieważ jest źródłem kwasów tłuszczowych nienasyconych. Nie zawiera cholesterolu, laktozy ani glutenu. Z tego względu może być spożywane przez osoby, których układ pokarmowy nie toleruje mleka i jego przetworów. Jest bogatym źródłem białka zawierającego aminokwasy egzogenne [Wang i Cavins, 1989]. W tabeli 3 podano wartość odżywczą tofu, z kolei w tabeli 4 zawartość aminokwasów.

Tabela 3. Wartość odżywcza tofu.

	Tofu
Wartość energetyczna (kcal)	130
Białko	12
Węglowodany	1
Tłuszcz	8
Błonnik pokarmowy	0
Popiół	0,8
Sucha masa	15

[<http://kalkulatorkalorii.net>].

Stosunek zawartości aminokwasów egzogennych do zawartości wszystkich aminokwasów wynosi 0,39. Dla porównania, w mleku sojowym współczynnik ten ma wartość 0,38, a w nasionach soi 0,36 [Wang, Cavins, 1989].

Tofu jest również stosowane w profilaktyce osteoporozy, ponieważ zawiera w swoim składzie dużą ilość wapnia. Magnez, lecytyna i witaminy z grupy B wpływają na prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego. Tofu odznacza się również niskim indeksem glikemicznym [Albrzykowski, 2005; Białołecka, 2009].

Tabela 4. Zawartość aminokwasów w tofu w g/16g N.

Kwas asparaginowy	11,7
Treonina	4
Seryna	5,32
Kwas glutaminowy	19,26
Prolina	5,47
Glicyna	4,14
Alanina	4,11
Walina	4,99
Cysteina	śladowe ilości
Metionina	1,43
Izoleucyna	4,85
Leucyna	8,32
Tyrozyna	3,99
Fenylalanina	5,41
Lizyna	6,14
Histydyna	2,64
Arginina	8,52

[<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=24096&content=PDF>].

Mimo wielu zalet, nie jest jednak pozbawione wad. Tofu jest źródłem fitoestrogenów, czyli hormonów roślinnych. Stwierdzono, iż nadmierne spożycie produktów sojowych może powodować u mężczyzn obniżenie poziomu testosteronu we krwi. Soja jest także źródłem triglikozydów. Związki te wpływają negatywnie na pracę tarczycy, mogąc prowadzić do powstawania wola. Gotowanie napoju sojowego zmniejsza ilość tych związków, jednak jedynie o około 30 procent [Melina i in., 2016].

Sery z mleka pochodzenia zwierzęcego zawierają znaczną ilość tłuszczów nasyconych, które nie są polecane dla osób z nadciśnieniem czy miażdżycą. Należy jednak wspomnieć o tym, iż tłuszcz mlekowy jest stosunkowo lekkostrawny i rzadziej wywołuje uczulenie niż soja- źródło tłuszczów nienasyconych, ale także bogactwo fitoestrogenów. Z tego względu, produkty sojowe nie powinny być spożywane u osób, u których stwierdzono zaburzoną równowagę hormonalną.

Podsumowanie

Stwierdzono, iż wśród produktów obecnych na rynku konsumenckim tofu może z powodzeniem zastępować sery z mleka krowiego -zarówno twarogi, jak i dojrzewające. Twarożek sojowy jest bogaty w składniki odżywcze i pełnowartościowe białko. W codziennej diecie powinni go docenić nie tylko wegetarianie, ale także osoby spożywające mięso. Tofu ze względu na neutralny smak może być dodawane do wielu rodzajów potraw. Spożywane jest zarówno na surowo, jak i w wersji gotowanej bądź smażonej. Zalecane jest ludziom cierpiącym na takie schorzenia jak skaza białkowa bądź nietolerancja laktozy. Twarożek tofu można wykonać samodzielnie w domu, co czyni go jeszcze bardziej przystępnym dla konsumenta.

Literatura

1. Albrzykowski P. Tofu w kuchniach Dalekiego Wschodu. Wyd. Skorpion. Warszawa 2005.
2. Anglin R., Samaan Z, Walter SD, McDonald SD. Vitamin D deficiency and depression in adults: systematic review and meta-analysis. *The British Journal of Psychiatry*, 2013, 2, 100–107. DOI: 10.1192/bjp.bp.111.106666, PMID: 23377209 [dostęp 2016-12-29] (ang.).
3. Barnes S. Evolution of the health benefits of soy isoflavones. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 217(3):386-92. Society for Experimental Biology, 1998.
4. Leroy F., De Vuyst L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science and Technology*, 2004, 15, 67-78.
5. Białołecka M. Zaskakujące tofu. Wyd. Czerwony Słoń, Gdańsk 2009.
6. Brostoff J., Gamlin L. Alergia i nietolerancja pokarmowa. Wyd. Litera, Kraków 1994.
7. Budślawski J. Badanie mleka i jego przetworów. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1973.
8. Dean T. Cow's milk allergy: therapeutic options and Immunological aspects. *European Journal of Clinical Nutrition*, 1995. 49: 19-25.
9. Feyerer G. Alergia na mleko. Agencja Wydawnicza Jerzy Mostowski, Warszawa 2006.
10. Freston K. Weganizm. Wyd. Studio Astropsychologii, 2014 Białystok.

11. Hutyra T., Iwańczak B. Nietolerancja laktozy: patofizjologia, objawy kliniczne, rozpoznanie i leczenie. *Polski Merkurusz Lekarski*, 2009 XXVI (152).
12. Górska J. Od kopcieszka do księżniczki. *Forum Mleczarskie Handel*, 2009. 4, 35, 1-9.
13. Hever U. *Dieta Roślinna na co dzień*. Wyd. Galaktyka. Łódź, 2016.
14. <http://alpro.com/pl/produkty/napoje/sojowe/oryginalny>.
15. [.http://czytelniamedyczna.pl/5647,wplyw-spozywania-nadmiaru-miesa-na-zdrowie-czlowieka.html](http://czytelniamedyczna.pl/5647,wplyw-spozywania-nadmiaru-miesa-na-zdrowie-czlowieka.html).
16. <http://dziecisawazne.pl/10-powodow-dlaczego-nie-warto-pic-mleka/>.
17. <http://frida.fooddata.dk/>.
18. <http://infozdrowie24.pl/>.
19. <http://kalkulatorkalorii.net>.
20. <http://polki.pl>.
21. <http://poradnikzdrowie.pl>.
22. <http://portal.abczdrowie.pl>.
23. <http://seryrzemieslnicze.com/edukacja/sery-klasyfikacja-rodzaje/>.
24. <http://soyinfocenter.com/HSS/tofu1.php>.
25. <http://vegansociety.com>.
26. <http://veganworkout.org.pl>.
27. ISAAA Report on Global Status of Biotech/GM Crops. 2008. W: ISAAA [on-line] [dostęp 2012-02-28]
28. Kunachowicz H., Czarnowska-Miszta E., Turlejska H. *Zasady żywienia człowieka*. Sklep Wyd. Szkolnego i Pedagogicznego. 2013.
29. Makarewicz-Wujec M., Kozłowska-Wojciechowska M. Plusy i minusy wegetarianizmu. *Przegląd Gastronomiczny*, 2000, 53(02), 12-13.
30. Melina V., Craig W., Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets, *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 2016. 116(12):1970-1980. doi: 10.1016/j.jand.2016.09.025.
31. Mullin W.J., Fregeau-Reid J.A., Butler M., Poysa V., Woodrow L., Jessopa D.B., Raymond D. An interlaboratory test of a procedure to assess soybean quality for soymilk and tofu production. *Food Research International*, 2013, 4, 8, 669-677.
32. Obrusiewicz T. *Mleczarstwo cz. 2*. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne. Warszawa, 1982.
33. Obuchowicz K. *Alergologia praktyczna*. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa, 2001.
34. Pijanowski E. *Zarys chemii i technologii mleczarstwa T. 1. Powszechne* Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1984.

35. Schleip T. Cukier mleczny przyczyną chorób. Oficyna Wydawnicza „ABA”. Warszawa, 2006.
36. Stevens P.F. Angiosperm Phylogeny Website/Fabaceae (ang.). 2001. [dostęp 2010-02-26].
37. Stone G. Widelec zamiast noża. Wyd. Galaktyka. Łódź, 2013.
38. Wang H. L., Cavins J. F. Yield and amino acid composition of fractions obtained during tofu production. *Cereal Chemistry*, 1989, 66, 5, 359- 361.
39. Ziajka S. Mleczarstwo zagadnienia wybrane. T. II. Wyd. ART, Olsztyn, 1997.
40. Ziemiański Ś. Wegetarianizm - sposób na życie. *Problemy Higieny*, 1998, 49, 242-251.

Rozdział 10

Anna Antończyk, Magdalena Mika

*Katedra Biotechnologii Żywności, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*

Kierownik katedry: prof. dr hab. Krzysztof Żyła

Promotor: dr hab. Magdalena Mika

WPLYW APOPROTEINY C-III (APOC-III) NA ZABURZENIE METABOLIZMU LIPIDÓW

Streszczenie

Dostarczany z posiłkiem tłuszcz w przewodzie pokarmowym ulega hydrolizie uwalniając wolne kwasy tłuszczowe i monoacyloglicerole, które w enterocytach są wykorzystane do resyntezy triacylogliceroli i syntezy chylomikronów (CM). Cząsteczki te przede wszystkim pozwalają na transport hydrofobowych lipidów w krwioobiegu. Szybkość usuwania składników tworzących chylomikrony odgrywa rolę w patogenezie chorób układu krążenia. W procesie metabolizmu lipidów ważną funkcję spełniają apoproteiny. Za jeden z czynników świadczących o zaburzeniu przemian lipidów uważane jest wysokie stężenie apoproteiny C-III.

Słowa kluczowe: chylomikrony, lipoproteiny, apoproteina C-III

Wprowadzenie

Na trawienie tłuszczu w przewodzie pokarmowym składają się dwa procesy, tj. emulgacja oraz hydroliza prowadząca do uwolnienia dostępnych dla enterocytów wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) i monoacylogliceroli (MA). Ilość cząsteczek podlegających wchłonięciu w jelicie może ulec zmniejszeniu na skutek ograniczenia dostępności substratu dla enzymu (emulgacja) lub inhibicji enzymu. Proces emulgacji, zachodzący zarówno w żołądku, jak i dwunastnicy zapewnia odpowiednie zdyspergowanie tłuszczu w środowisku wodnym. Jak opisano wielkość kropeł tłuszczu wpływa na aktywność lipazy trzustkowej po przez ograniczenie dostępu enzymu do substratu. Wzrost średnicy kropeł tłuszczu w emulsji z 0,7 do 10 μm powoduje spadek poziomu lipolizy z 73,3 do 46,3 % [Armand i in., 1999]. Każda modyfikacja emulsji tworzonej w przewodzie pokarmowym wpływa na procesy trawienne, a w konsekwencji na wchłanianie składników odżywczych.

Kluczowym enzymem przewodu pokarmowego hydrolizującym lipidy jest lipaza trzustkowa. W jelicie cienkim uwolnione w wyniku jej akcji katalitycznej wolne kwasy tłuszczowe i monoacyloglicerole są absorbowane do komórek jelita (enterocytów). Powierzchnia chłonna enterocytów zwiększona jest przez obecność mikrokosmków czyli rąbka szczoteczki. Ponadto w błonie rąbka szczoteczki (BBM) obecne są enzymy biorą udział w ostatnim etapie trawienia cukrów oraz peptydów.

Transport kwasów tłuszczowych przez błonę komórek absorpcyjnych odbywa się na zasadzie swobodnego przepływu zgodnie z gradientem stężeń. Proces dyfuzji wspomagany jest przez znajdujące się w błonie białkowe transportery kwasów tłuszczowych. Wewnątrz komórki, w cytoplazmie, obecny jest transporter, który przemieszcza kwasy tłuszczowe do siateczki śródplazmatycznej gładkiej gdzie służą do syntezy lipidów [Stahl i in., 1999; Nassir i in., 2007].

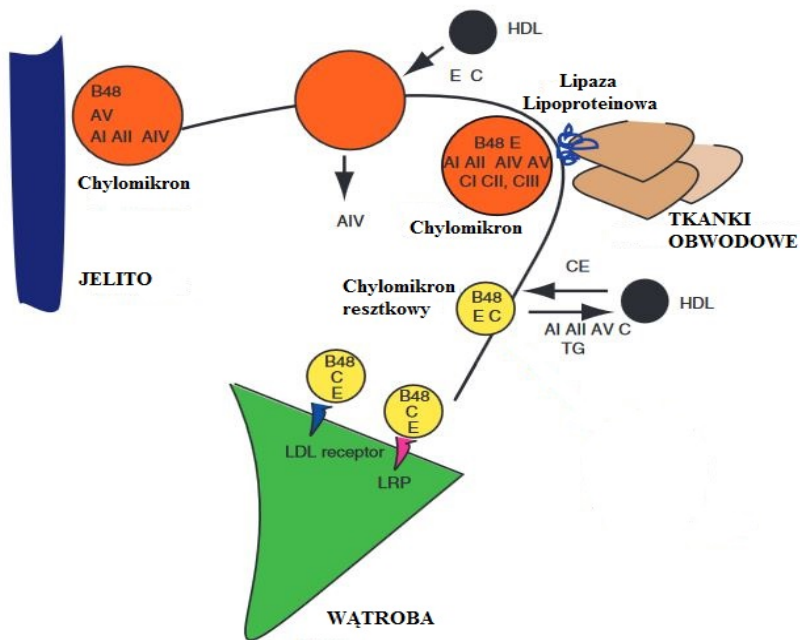
Synteza lipidów w enterocytach odbywa się za pośrednictwem: szlaku monoacylglicerolu (zapewnia 75-80% powstających triacyloglicerole) i szlaku kwasu fosfatydylowego. Substratami w głównym szlaku są zaktywowane kwasy tłuszczowe w postaci acylokoenzymu A (FA-CoA) i monoacyloglicerole. Natomiast w szlaku kwasu fosfatydylowego substratami jest glukoza i FA-CoA. Ostatecznymi produktami obu szlaków są triacyloglicerole, które służą do syntezy chylomikronów (CM) [Coleman i Lee, 2004].

W syntezie chylomikronów biorą udział triacyloglicerole oraz powstające na szorstkiej siateczce endoplazmatycznej (ER) białka zwane apolipoproteinami (apo) apoB48, apoA-I i apoA-IV.

W procesie powstawania chylomikronów możemy wyróżnić dwa etapy: lipidację i ich dojrzewanie. W etapie lipidacji powstają pierwotne chylomikrony zawierające lipidy, cholesterol i apoB48, istotną rolę w ich tworzeniu spełnia microsomalne białko transportujące triacyloglicerole (MTP). Dojrzewanie CM zachodzi w aparacie Golgiego. Dojrzałe chylomikrony w procesie egzocytozy dostają się do włosowatych naczyń limfatycznych i wraz z limfą przedostają się do krwi [Hussain i in., 1996].

Po posiłku w krwiobiegu wzrasta stężenie chylomikronów. Obecność apolipoprotein zapewnia transport lipidów w wodnym środowisku krwi. Katabolizm CM rozpoczyna się w naczyniach włosowatych tkanki tłuszczowej od hydrolizy triacylogliceroli, katalizowanej przez lipaza lipoproteinową (LPL), enzym obecny w śródbłonku naczyniowym. Aktywność LPL regulowana jest przez apoC, białko syntetyzowane w komórkach wątroby. Źródłem tych apoprotein są cząsteczki HDL krążące w osoczu. Przeniesienie apoC-II z HDL na CM aktywuje LPL, natomiast wyższe stężenie apoC-III działa inhibującą na ten enzym. Pozbawione lipidów chylomikrony

(CM resztkowe, ang. remnant) nadal posiadają składnik białkowy apoB48. W drugim etapie katabolizmu chylomikronów ważną rolę odgrywa przeniesione z HDL apoE, które wraz z apoB48 umożliwia CM resztkowym zwiążanie z receptorami (LDL i LRP) i szybkie pobieranie przez komórki wątroby [Schaefer i in., 1986]. Udział poszczególnych białek w metabolizmie chylomikronów przedstawiono na rys 1.



Rys 1. Schemat przedstawiający udział apoprotein w metabolizmie chylomikronów [Dominiczak i Caslake, 2011].

Budowa apoproteiny C-III

Apolipoproteina C-III (apoC-III) pierwszy raz została odkryta w 1969 roku jako glikoproteina osocza zwiążana z lipoproteinami bogatymi w triacyloglicerole tj. chylomikrony czy VLDL [Brown i in., 1969]. Jest ona syntetyzowana, jako peptyd składający się z 99 aminokwasów, głównie w komórkach wątroby oraz w mniejszym stopniu w komórkach jelita. W procesie dojrzewania traci fragment składający się z 20 aminokwasów aby ostatecznie uzyskać masę cząsteczkową 8,8 kDa. Transkrypcja genu kodującego apoC-III regulowana jest m.in. przez stężenie glukozy i insuliny we krwi. Jednakże zwiążki te wykazują odmienny wpływ na ilość syntetyzowanej apoC-III.

Glukoza powoduje wzrost ekspresji genu natomiast insulina przyczynia się od obniżenia ekspresji [Caron i in., 2011].

ApoC-III podlega również modyfikacji postranslacyjnej polegającej na przyłączeniu reszt cukrowych do treoniny 74 w łańcuchy polipeptydowym. Badania z wykorzystaniem spektrometrii mas pozwoliły wykazać, że reszta cukrowa przyłączana do apoC-III składa się z galaktozy, N-acylogalaktozaminy oraz kwasu sjałowego [Ito i in., 1989]. Liczba monomerów kwasu sjałowego (od 0 do 2 monomerów) obecnych w dołączonym oligosacharydzie pozwala wyodrębnić trzy izoformy białka: apoC-III0, apoC-III1, apoC-III2. Początkowo uważano, że izoformy apoC-III wykazują różny wpływ na aktywność lipazy lipoproteinowej (pozbawiona kwasu sjałowego apoproteina w mniejszym stopniu ogranicza oddziaływanie enzymu z substratem) [Chan i in., 2002]. Natomiast najnowsze badania wykazują, że inaktywacja LPL przez apoC-III zależy od całkowitego stężenia apoproteiny a nie od udziału poszczególnych frakcji [Sukonina i in., 2006].

Rola apoproteiny C-III w metabolizmie lipidów

W zaburzeniach przemian lipidów prowadzących między innymi do występowania chorób serca czy otyłości ważną rolę odgrywa szybkość usuwania z krwioobiegu triacylogliceroli, transportowanych w formie chylomikronów lub VLDL. Obecność w tych lipoproteinach apoC-III skutkuje spowolnieniem usuwania ich z krwioobiegu i wydłużenie czasu hipertriglicydemii występującej po spożyciu posiłku. Wykazano że u osób otyłych w porównaniu z osobami o prawidłowej masie ciała w osoczu krwi po posiłku, jak i w stanie głodu, występuje wyższe stężenie apoC-III [Mekki i in., 1999; Dominiczak i Caslake, 2011].

Apoproteina C-III reguluje metabolizm lipidów za pośrednictwem mechanizmu związanego z lipazą lipoproteinową (LPL) oraz mechanizmów pośrednich tj. wydłużenie czasu usuwania chylomikronów resztkowych, zmiana funkcji HDL czy sprzyjanie syntezy VLDL bogatszych w lipidy [Mekki i in., 1999; Dominiczak i Caslake, 2011].

Inhibicja lipazy lipoproteinowej (LPL)

Lipaza lipoproteinowa odgrywa kluczową rolę w regulacji poziomu lipidów w osoczu krwi. Katalizuje hydrolizę triacylogliceroli tworzących cząsteczki chylomikronów i VLDL. Inhibicja LPL była pierwszą opisaną funkcją apoproteiny C-III [Brown i Baginsky, 1972]. Skutkiem działania apoC-III jest wystąpienie hipertriglicydemii po spożyciu posiłku. Jak pokazują badania na zwierzętach zmiana

ekspresji genu kodującego apoC-III, a tym samym zmiana poziomu białka w osoczu, wpływa na tempo usuwania lipidów z krwioobiegu [Wei i in., 2012; Larsson i in., 2013]. Wykazano, że zwierzęta, z obniżoną ekspresją genu kodującego apoC-III, charakteryzują się w porównaniu ze zwierzętami niezmodyfikowanymi genetycznie, niższym poziomem triacylogliceroli zarówno w stanie głodu jak również po posiłku.

Kluczową rolę w regulacji aktywności LPL odgrywa budowa apoC-III. Obecność hydrofobowych reszt aminokwasów centralnie umieszczonych w cząsteczce umożliwia wiązanie białka do powierzchni lipoprotein bogatych w lipidy. Zapewnia to obniżenie aktywności lipolitycznej LPL, ponieważ przyłączenie apoC-III do powierzchni lipidów ogranicza enzymowi dostęp do substratu. Ponadto związanie apoC-III z cząsteczkami triacylogliceroli drastycznie zwiększa podatność LPL na inne czynniki inaktywujące np. angiopoetyna 4 (angptl4), która powoduje dysocjację aktywnych katalitycznie dimerów lipazy lipoproteinowej do nieaktywnych monomerów [Silva i in., 1994].

Zaburzenie procesu usuwania chylomikronów reszkowych

Chylomikrony reszkowe pozbawione triacylogliceroli nadal posiadają markerowy składnik białkowy czyli apoB48. Usunięcie reszkowych CM z krwioobiegu odbywa się przez komórki wątroby, które są wyposażone w receptory LRP i LDL wykazujące powinowactwo do apoproteiny E. Prawdopodobnie nadwyżka apoC-III przyczynia się do upośledzenia wiązania apoE z lipoproteinami, a więc wydłużenia czasu usuwania chylomikronów reszkowych z krwioobiegu. Cząstki pozbawione apoE nie mogą wiązać się z receptorami wątroby [Zheng i in., 2010; Gordts i in., 2016; Michajlik i Bartnikowska, 1999].

Zaburzenie funkcji cząsteczek HDL

Cząsteczki lipoprotein o dużej gęstości (HDL) to kuliste micelle, które składają się z niepolarnego jądra lipidowego otoczonego fosfolipidami oraz apoproteinami (A-I, A-IV, C-II/C-III, E). Ich funkcją jest pobieranie cholesterolu z tkanek obwodowych i transport do wątroby. Proces ten nazywany jest odwrotnym transportem cholesterolu i uważany jest za mechanizm zapobiegający występowaniu miażdżycy i chorób serca. Główną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu transportu cholesterolu z cząsteczkami HDL odgrywa apoA-I. Białko to rozpoznawane jest przez receptory błonowe komórek umożliwiając wiązanie cholesterolu frakcji HDL. Cholesterol obecny w błonie komórkowej przekazywany jest do lipoprotein, co wymusza jego transport z cytoplazmy do błony [Jensen i in., 2012].

Skład białkowy frakcji HDL decyduje o zdolności tych cząsteczek do pełnienia ich funkcji. Obecność apoA-I zwiększa zdolność frakcji HDL do pobierania cholesterolu z komórek tkanek obwodowych. Natomiast apoC-III nagromadzone na powierzchni frakcji HDL ogranicza zdolność do transportu cholesterolu zwiększając ryzyko wystąpienia chorób serca [Sundaram i in., 2010].

Badania osocza krwi ludzi chorych na miażdżycę wykazały, że w obrębie frakcji HDL wyodrębnić można dwa typy cząsteczek: zawierające apoC-III i nieposiadające tej apoproteiny. U pacjentów z chorobami serca obserwowano nie tylko wysoki poziom apoC-III w osoczu krwi, ale również cząsteczek HDL wzbogaconych w apoC-III (ze względu na swoje niewielkie rozmiary może gromadzić się na powierzchni HDL) [Riwanto i in., 2013; Xiong i in., 2015; Luo i in., 2017].

Synteza frakcji VLDL bogatej w lipidy

Lipoproteiny o bardzo małej gęstości (VLDL) powstają w wątrobie. Głównym ich składnikiem białkowym jest apoB100. VLDL transportują lipidy endogenne do tkanek obwodowych w celu ich zmagazynowania lub pozyskania energii w procesie beta-oksydacji z zawartych w nich kwasów tłuszczowych [Jensen i in., 2012].

Hipertriglicerydemia wywołana wzrostem stężenia apoC-III może być wynikiem nie tylko inhibicji LPL ale również procesu syntezy frakcji VLDL. Jak pokazują badania *in vitro* w warunkach wysokiego poziomu apoC-III wzrasta stężenie bogatej w lipidy frakcji VLDL. Mechanizm według którego apoC-III stymuluje komórki do intensywniejszego składania i wydzielania frakcji VLDL może dotyczyć: wzrostu wydzielania apoB100 oraz wzrostu poziomu i aktywności mikrosomalnego białka transportującego triacyloglicerole (MTP; białko odpowiedzialne za lipidację czyli dodanie triacylogliceroli do apoB100) [Mendivil i in., 2010]. Ponadto apoC-III zaburza proces usuwania z krwioobiegu apoprotein z rodziny B (np. obecnych w chylomikronach). Następstwem wysokiego poziomu apoB jest wzbogacanie ich w lipidy i produkcja frakcji VLDL [Olivieri i in., 2018].

Podsumowanie

Wysokie stężenie apoC-III w osoczu może przyczyniać się do wzrostu występowania przewlekłych chorób niezakaźnych związanych z nieprawidłowym stężeniem lipidów we krwi. Zaburzenie metabolizmu lipidów związane z tą apoproteiną jest wynikiem: inhibicji lipazy lipoproteinowej, wydłużenia czasu usuwania

chylomikronów resztkowych, zakłócenia transportu cholesterolu z cząsteczkami HDL oraz stymulacji produkcji frakcji VLDL.

Literatura

1. Armand M, Pasquier B, André M, Borel P, Senft M, Peyrot J, Salducci J, Portugal H, Jaussan V, Lairon D. (1999). Digestion and absorption of 2 fat emulsions with different droplet sizes in the human digestive tract. *Am J Clin Nutr*, 70: 1096–106.
2. Stahl A, Hirsh DJ, Gimeno RE, Punreddy S, Ge P, Watson N, Patel S, Kotler M, Raimondi A, Tartaglia LA, Lodish HF. (1999). Identification of the major intestinal fatty acid transport protein. *Molecular Cell*, 4: 299-308.
3. Nassir F, Wilson B, Han X, Gross RW, Abumrad NA. (2007). CD36 is important for fatty acid and cholesterol uptake by the proximal but not distal intestine. *The Journal of Biological Chemistry*, 28: 19493-19501.
4. Coleman RA, Lee DP. (2004). Enzymes of triacylglycerol synthesis and their regulation. *Progress in Lipid Research*, 43: 134-176.
5. Hussain MM, Kancha RK, Zhou Z, Luchoomun J, Zu H, Bakillah A. (1996). Chylomicron assembly and catabolism role of apolipoproteins and receptors. *Biochemica et Biophysica Acta*, 1300: 151-170.
6. Schaefer EJ, Gregg RE, Ghiselli G, Forte TM, Ordovas JM, Zech LA, Brewer HB. (1986). Familial Apolipoprotein E Deficiency. *J. Clin. Invest.*, 78: 1206-1219.
7. Brown WV, Levy RI, Fredrickson DS. (1969). Studies of the proteins in human plasma very low density lipoproteins. *J Biol Chem.*, 244 (20): 5687–94.
8. Caron S, Verrijken A, Mertens I, Samanez CH, Mautino G, Haas JT, Duran-Sandoval D, Prawitt J, Francque S, Vallez E, Muhr-Tailleux A, Berard I, Kuipers F, Kuivenhoven JA, Biddinger SB, Taskinen M-R, Gaal LV, Staels B. (2011). Transcriptional Activation of Apolipoprotein CIII Expression by Glucose May Contribute to Diabetic Dyslipidemia. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.*, 31: 513-519.
9. Ito Y, Breslow JL, Chait BT. (1989). Apolipoprotein C-III lacks carbohydrate residues: use of mass spectrometry to study apolipoprotein structure. *Journal of Lipids Research*, 30, 1781-1787.
10. Chan DC, Watts GF, Barrett PH, Mamo JCL, Redgrave TG. (2002). Markers of triglyceride-rich lipoprotein remnant metabolism in visceral obesity. *Clinical Chemistry*, 48: (2) 278–283.
11. Mekki N, Christofilis MA, Charbonnier M, Atlan-Gepner C, Defoort C, Juhel C, Borel P, Portugal H, Pauli AM, Vialettes B, Lairon D. (1999). Influence of obesity

- and body fat distribution on postprandial lipemia and triglyceride-rich lipoproteins in adult women. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 84:1.
12. Dominiczak MH, Caslake MJ. (2011). Apolipoproteins: metabolic role and clinical biochemistry applications. *Ann Clin Biochem*, 48:498-515.
 13. Brown WV, Baginsky ML. (1972). Inhibition of lipoprotein lipase by an apoprotein of human very low density lipoprotein. *Biochem Biophys Res Commun*, 46(2):375-382.
 14. Maeda N, Li H, Lee D, Oliver P, Quarfordt SH, Osadan J. (1994). Targeted Disruption of the Apolipoprotein C-III Gene in Mice Results in Hypotriglyceridemia and Protection from Postprandial Hypertriglyceridemia. *The Journal of Biological Chemistry*, 269(38): 23610-23616.
 15. Wei J, Ouyang H, Wang Y, Pang D, Cong NX, Wang T, Leng B, Li D, Li X, Wu R, Ding Y, Gao F, Deng Y, Liu B, Li Z, Lai L, Feng H, Liu G, Deng X. (2012). Characterization of a hypertriglyceridemic transgenic miniature pig model expressing human apolipoprotein CIII. *FEBS Journal*, 279:91-99.
 16. Larsson M, Vorrsjo E, Talmud P, Lookene A, Olivecrona G. (2013). Apolipoproteins C-I and C-III Inhibit Lipoprotein Lipase Activity by Displacement of the Enzyme from Lipid Droplets. *The Journal Of Biological Chemistry*, 288(47), 33997-34008.
 17. Silva HV, Lauer SJ, Wan J, Sirnonet WS, Weisgraber KH, Mahley RW, Taylor JM. (1994). Overexpression of Human Apolipoprotein C-II1 in Transgenic Mice Results in an Accumulation of Apolipoprotein B48 Remnants That Is Corrected by Excess Apolipoprotein E. *Journal of Biological Chemistry*, 269(3), 2324-2335.
 18. Zheng, Chunyu, Christina Khoo, Jeremy Furtado, Frank M. Sacks. (2010). Apolipoprotein C-III and the metabolic basis for hypertriglyceridemia and the dense low-density lipoprotein phenotype. *Circulation*, 121, 15, 1722-1734.
 19. Gordts PLSM, Nock R, Son N-H, Ramms B, Lew I, Gonzales JC, Thacker BE, Basu D, Lee RG, Mullick AE, Graham MJ, Goldberg IJ, Crooke RM, Witztum JL, Esko JD. (2016). ApoC-III inhibits clearance of triglyceride-rich lipoproteins through LDL family receptors. *The Journal of Clinical Investigation*, 126(8) 2855-2866.
 20. Michajlik A, Bartnikowska E. (1999). *Lipidy i lipoproteiny osocza*, Wydawnictwo Lekarskie, PZWL, ISBN 83-200-2240-1.
 21. Jensen MK, Rimm EB, Furtado JD, Sacks FM. (2012). Apolipoprotein C-III as a Potential Modulator of the Association Between HDL-Cholesterol and Incident Coronary Heart Disease. *Journal of the American Heart Association*, DOI: 10.1161/JAHA.111.000232.

22. Riwanto M, Rohrer L, Roschitzki B, Besler C, Mocharla P, Mueller M, Perisa D, Heinrich K, Altwegg L, Eckardstein AV, Lüscher TF, Landmesser U. (2013). Altered Activation of Endothelial Anti- and Proapoptotic Pathways by High-Density Lipoprotein from Patients with Coronary Artery Disease. Role of High-Density Lipoprotein-Proteome Remodeling. *Circulation* DOI: 10.1161 /CIRCULATIONAHA.112.108753.
23. Xiong X, Liu H, Hua L, Zhao H, Wang D, Li Y. (2015). The association of HDL-apoCIII with coronary heart disease and the effect of statin treatment on it. *Lipids in Health and Diseases* 14: 127.
24. Luo M, Liu A, Wang S, Wang T, Hu D, Wu S, Peng D. (2017). ApoCIII enrichment in HDL impairs HDL-mediated cholesterol efflux capacity. *Scientific reports*, 7(1): 2312.
25. Sundaram M, Zhong S, Khalil MB, Links PH, Zhao Y, Iqbal J, Hussain MM, Parks RJ, Wang Y, Yao Z. (2010). Expression of apolipoprotein C-III in McA-RH7777 cells enhances VLDL assembly and secretion under lipid-rich conditions. *Journal of lipids research*, 51(1): 150-61.
26. Mendivil CO, Zheng C, Furtado J, Lel J, Sacks FM. (2010). Metabolism of Very-Low-Density Lipoprotein and Low-Density Lipoprotein Containing Apolipoprotein C-III and Not Other Small Apolipoproteins. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.*, 30: 239-245.
27. Olivieri O, Chiariello C, Martinelli N, Castagna A, Speziali G, Girelli D, Pizzolo F, Bassi A, Cecconi D, Robotti E, Manfredi M, Conte E, Marengo E. (2018). Sialylated isoforms of apolipoprotein C-III and plasma lipids in subjects with coronary artery disease. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 56:9
28. Sukonina V, Lookene A, Olivecrona T, Olivecrona G. (2006). Angiopoietin-like protein 4 converts lipoprotein lipase to inactive monomers and modulates lipase activity in adipose tissue. *PNAS*, 103(46): 17450-17455.

Rozdział 11

Maria Kaczmarczyk¹, Elżbieta Wojtyła¹, Adam Florkiewicz²,
Marek Sady³, Kinga Topolska⁴, Agnieszka Filipiak-Florkiewicz⁴,
Magdalena Franczyk-Żarów¹, Renata B. Kostogrys¹

¹Katedra Żywienia Człowieka,

²Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności,

³Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych,

⁴Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji

Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Kierownik katedry/promotor: prof. dr hab. inż. Teresa Leszczyńska

OCENA WPŁYWU PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO, SOKU Z BURAKA ORAZ SOKU Z GRANATU NA PARAMETRY KOŚCI U MYSZY GENETYCZNIE ZMODYFIKOWANYCH APOE/LDLR^{-/-}

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu promieniowania elektromagnetycznego oraz soku z buraka lub soku z granatu na wybrane parametry kości udowej, tj. masę, długość, wytrzymałość, jak również zawartość wapnia i magnezu u myszy genetycznie zmodyfikowanych ApoE/LDLR^{-/-}.

W przeprowadzonym doświadczeniu nie wykazano istotnego wpływu badanego pola elektromagnetycznego na masę ciała i parametry kostne w omawianym zakresie. Zaobserwowano statystycznie istotny wpływ soku z buraka na obniżenie masy ciała zwierząt oraz długość i masę kości udowej. Nie wykazano istotnego wpływu soków na wytrzymałość kości oraz zawartość badanych pierwiastków.

Słowa kluczowe: promieniowanie elektromagnetyczne, sok z buraka, sok z granatu, myszy ApoE/LDLR^{-/-}, twardość kości

Key words: electromagnetic field, beetroot juice, pomegranate juice, ApoE/LDLR^{-/-} mice, hardness of bone

Wprowadzenie

Promieniowanie elektromagnetyczne (EMR - *ang.* electromagnetic radiation), pochodzące zarówno ze środowiska naturalnego, jak i z urządzeń przemysłowych

codziennego użytku, oddziałuje nieustannie na ludzki organizm. Pole elektromagnetyczne emitowane przez telefony komórkowe, wynoszące przeważnie 900 oraz 1800 MHz, zaliczane jest do częstotliwości radiowej. 80% społeczeństwa Europy jest posiadaczami telefonów komórkowych, przy czym z roku na rok liczba ta drastycznie wzrasta [Lewicka i in., 2008]. Aktualnie w Polsce jest zarejestrowanych ok. 55 mln aktywnych telefonów komórkowych, które mogą okazać się istotnym zagrożeniem zdrowotnym. W 2001 roku Światowa Organizacja Zdrowia zaklasyfikowała telefony komórkowe do grupy urządzeń o możliwym działaniu nowotworogennym [Doe, 2010]. Pojawia się bowiem coraz więcej dowodów na to, że fale elektromagnetyczne emitowane przez telefony komórkowe przyczyniają się do tworzenia wolnych rodników. Nadmierne ilości reaktywnych form tlenu indukując stres oksydacyjny podnoszą ryzyko wystąpienia cukrzycy, chorób układu pokarmowego oraz chorób Alzheimera i Parkinsona [Blank i Goodman, 2004]. Co więcej, pod wpływem utleniania cholesterolu frakcji LDL (*ang.* Low Density Lipoproteins) zmiany zachodzące w naczyniach krwionośnych przyczyniają się do rozwoju schorzeń układu sercowo – naczyniowego, w tym miażdżycy [Bartosz, 2004]. Najnowsze badania wskazują również, że stres oksydacyjny wywołany reaktywnym tlenem (ROS) jest związany z patofizjologią osteoporozy. Nadmierna akumulacja ROS może hamować różnicowanie i proliferację osteoblastów, wzmacniać różnicowanie osteoklastów, a ostatecznie prowadzić do zwiększonej resorpcji kości. Uważa się, że suplementacja diety antyoksydantami jest skutecznym sposobem na poprawę uszkodzeń spowodowanych nadmiernym ROS [Geng i in., 2019].

Celem pracy było określenie wpływu promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez telefony komórkowe na parametry kości u myszy ApoE/LDLR^{-/-} oraz efekty działania diety bogatej w antyoksydanty.

Material i metody

W doświadczeniu, przeprowadzonym za zgodą Lokalnej Komisji Etycznej nr 1 w Krakowie, wykorzystano myszy genetycznie zmodyfikowane szczepu Apolipoprotein E-deficient and Low-Density Lipoprotein Receptor Knockout Mice (ApoE/LDLR^{-/-}). Wybór modelu zwierzęcego podyktowany był faktem, że pomiędzy osteoporozą a miażdżycą występuje ścisła zależność (Danilevicius, 2007).

2-miesięczne myszy przez okres 8 tygodni żywiono *ad libitum* dietą AIN-93G [Reeves, 1993]. Zwierzęta otrzymywały *ad libitum* wodę do picia (K), bądź w wodzie pitnej otrzymywały antyoksydanty, które uzyskano w wyniku rozcieńczenia 0,625 ml soku z granatu (PJ) w 100 ml wody bądź 2,5 ml soku z buraka (BJ) w 100 ml wody. Część zwierząt narażano na działanie generatora emitującego pole elektromagnetyczne

o częstotliwości zbliżonej do telefonów komórkowych (EMR, 1800 MHz, 9 minut, 8 razy dziennie). Myszy przebywały w pomieszczeniu o temperaturze 22-25°C i wilgotności 40%, z zachowaniem 12-godzinne go cyklu światła i ciemności. Masę ciała zwierząt kontrolowano raz w tygodniu. Po zakończeniu doświadczenia zwierzęta zostały nastrzyknięte heparyną, a następnie poddane eutanazji (ketamina i ksyłazyna). Następnie zważono je i pobrano od nich prawą kość udową. Pobrane kości udowe wypreparowano (tj. oczyszczono z tkanki mięśniowej), po czym zważono je, zmierzono ich długość. Materiał przechowywano w temp. -20 °C. Przy użyciu teksturometru TA-XT plus (Texture Analyser - Stable Micro Systems) z przystawką Warnera-Bratzlera testem trzypunktowego zginania zbadano wytrzymałość mechaniczną kości (parametr wyrażono jako siłę potrzebną do złamania kości w połowie jej długości). Prędkość przesuwu noża wynosiła 5,0 mm/s. Pomiar zawartości wapnia i magnezu w analizowanym materiale badawczym wykonano przy użyciu atomowej spektrometrii absorpcyjnej ASA z atomizacją w płomieniu urządzeniem Varian AA240FS.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, z wykorzystaniem dwuczynnikowej analizy wariancji i testu Tukeya (STATISTICA v. 10.0), po wcześniejszym sprawdzeniu założeń, przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Wyniki i ich omówienie

Wpływ antyoksydantów oraz promieniowania elektromagnetycznego na masę ciała myszy ApoE/LDLR^{-/-}

Na podstawie uzyskanych wyników pomiaru masy ciała zwierząt doświadczalnych (tabela 1) wykazano, że masa ciała myszy otrzymujących sok z buraka była istotnie statystycznie niższa w stosunku do masy ciała myszy kontrolnych. Nie wykazano wpływu EMR na badany parametr. Ponadto równoczesne napromieniowanie zwierząt i podawanie antyoksydantów spowodowało nieznaczny spadek ich masy ciała.

Al-Muammar i Khan [2012] zaobserwowali zmniejszenie spożycia diety u myszy otrzymujących sok z granatu powodując tym samym spadek masy ciała zwierząt. Hosseini i in. [2016] wykazali, iż spożywanie ekstraktu z granatu wpływa korzystnie na masę ciała osób z nadwagą nie powodując równoczesnego przyrostu tkanki tłuszczowej.

Biorąc pod uwagę badania przeprowadzone na modelach zwierzęcych stwierdza się, iż spożywanie polifenoli zmniejsza masę ciała oraz ilość tkanki tłuszczowej [Wang i in., 2014]. Uzyskane wyniki wykazały, iż związki te pobudzają proces β -oksydacji kwasów tłuszczowych oraz przeciwdziałają gromadzeniu się triacylogliceroli.

Tabela 1. Wpływ antyoksydantów oraz promieniowania elektromagnetycznego na masę ciała oraz parametry kości myszy ApoE/LDLR^{-/-}; K – woda, BJ – sok z buraka, PJ – sok z granatu, EMR – fale elektromagnetyczne + woda, BJ+EMR – fale elektromagnetyczne + sok z buraka, PJ+EMR – fale elektromagnetyczne + sok z granatu, J – sok.

	-EMR			+EMR			Efekt		
	<u>K</u>	<u>BJ</u>	<u>PJ</u>	<u>EMR</u>	<u>BJ+EMR</u>	<u>PJ+EMR</u>	<u>EMR</u>	<u>J</u>	<u>EMR_{xJ}</u>
Masa ciała [g]	20,43±1,56	18,10±1,71	19,69±1,40	20,21±1,65	18,76±1,23	18,87±1,79	0,80	0,015	0,47
Długość kości udowej [cm]	7,66±0,63	8,61±0,68	8,01±0,42	7,58±0,47	8,53±0,73	8,21±0,71	0,96	0,002	0,81
Masa kości udowej [g]	0,26±0,03	0,30±0,03	0,28±0,03	0,25±0,03	0,26±0,01	0,27±0,02	0,06	0,022	0,40
Długość kości piszczelowej [cm]	9,17±0,70	9,54±1,28	9,50±0,54	9,00±0,39	9,75±0,78	9,72±0,96	0,74	0,16	0,79
Masa kości piszczelowej [g]	0,21±0,03	0,21±0,04	0,21±0,02	0,19±0,02	0,21±0,01	0,21±0,03+	0,52	0,64	0,50

Wpływ antyoksydantów oraz promieniowania elektromagnetycznego na masę i długość kości u myszy ApoE/LDLR^{-/-}

W przeprowadzonym eksperymencie wykazano istotne statystycznie różnice między poszczególnymi grupami eksperymentalnymi zarówno w masie, jak i długości kości udowej myszy (tabela 1). Myszy, którym podawano sok z buraka charakteryzowały się istotnie statystycznie wyższą masą kości udowej w porównaniu do grupy kontrolnej (w przeliczeniu na 100 g masy ciała myszy). Nie wykazano wpływu fal EMR na badany parametr.

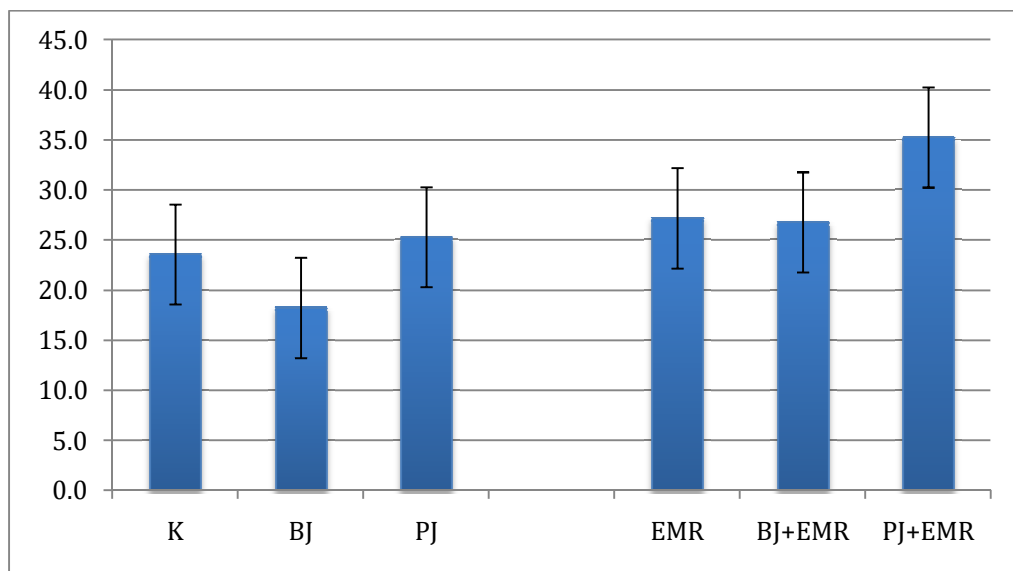
Myszy, które żywione były sokiem z buraka charakteryzowały się dłuższą kością udową w stosunku do grupy kontrolnej. Nie wykazano istotnego wpływu fal elektromagnetycznych na badane parametry.

Istnieje szereg badań potwierdzających korzystny wpływ suplementacji diety produktami zawierającymi bioaktywne składniki na procesy kościotwórcze zachodzące w organizmach żywych. Mori-Okamoto i in. [2004] analizował wpływ substancji przeciwutleniających na stan kości myszy. Zwierzętom, które zostały pozbawione jajników podawano przez okres dwóch tygodni ekstrakt z granatu. Autorzy pracy zaobserwowali nie tylko wzrost objętości kości, ale także zmniejszenie odległości pomiędzy poszczególnymi beleczkami kostnymi w grupie zwierząt eksperymentalnych.

Wpływ promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez telefony komórkowe o częstotliwości 900 MHz na układ kostny szczurów szczepu Wistar badali Sieroń-Słotny i in. [2015]. Dwudziestoosmiodniowa ekspozycja na promieniowanie elektromagnetyczne spowodowała zmianę masy kości zwierząt. Uzyskane wyniki wykazały spadek masy kostnej kości udowej w odniesieniu do grupy kontrolnej. Jednocześnie odnotowany został niewielki wzrost długości kości udowej. Aslan i in. [2011] wykazali, że bez względu na czas ekspozycji na pole elektromagnetyczne o częstotliwości 900 MHz nie następują zmiany w tkance kostnej szczurów.

Wpływ antyoksydantów oraz promieniowania elektromagnetycznego na wytrzymałość mechaniczną kości udowej u myszy ApoE/LDLR^{-/-}

Pomiar twardości kości udowej myszy (tabela 1) nie wykazał różnic w ich wytrzymałości mechanicznej w zależności od podawanych antyoksydantów oraz działania fal elektromagnetycznych.



Wykres 1. Wpływ antyoksydantów oraz fal elektromagnetycznych na wytrzymałość mechaniczną kości udowej u myszy ApoE/LDLR^{-/-}; K – woda, BJ - sok z buraka, PJ - sok z granatu, EMR - fale elektromagnetyczne + woda, BJ+EMR - fale elektromagnetyczne + sok z buraka, PJ+EMR - fale elektromagnetyczne + sok z granatu.

W literaturze przedmiotu istnieje wiele badań dotyczących wpływu promieniowania elektromagnetycznego generowanego przez telefony komórkowe na procesy zachodzące w obrębie układu kostnego organizmów żywych. Autorzy licznych badań potwierdzają zmniejszoną odporność na złamania spowodowaną ekspozycją na pole elektromagnetyczne.

Yildiz i in. [2006] przez okres 28 dni poddawali szczury działaniu promieniowania elektromagnetycznego generowanego przez telefony komórkowe. Przeprowadzone doświadczenie potwierdziło spadek gęstości kości udowej w grupie napromieniowanych zwierząt. Ciętek i in. [2009] również wykazali zmniejszenie wytrzymałości na złamania wśród szczurów narażonych na EMR.

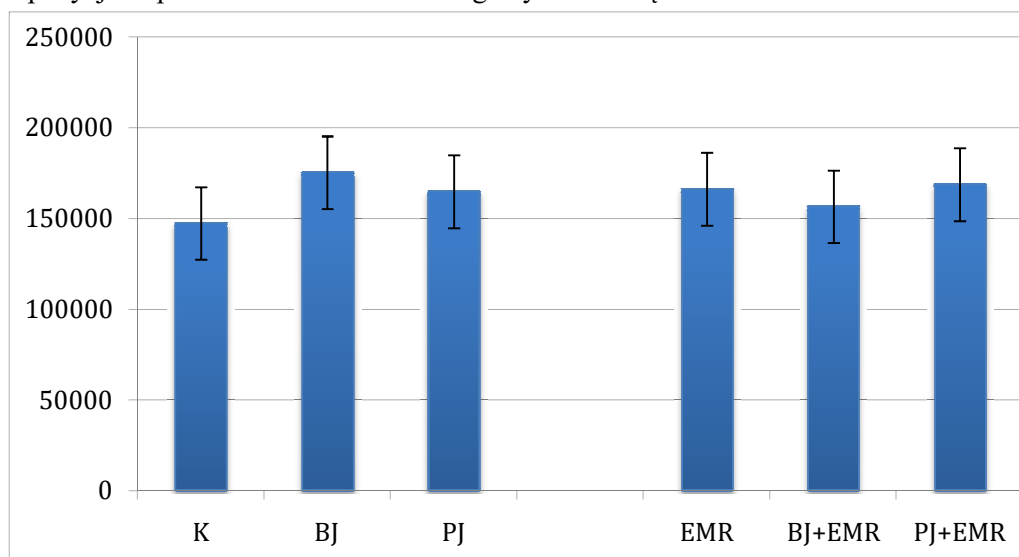
Odmienne wyniki uzyskali Sieroń-Słotny i in. [2015]. Działanie pola elektromagnetycznego o częstotliwości 900 MHz na 10-tygodniowe szczury nie wywołało istotnych zmian w właściwościach mechanicznych kości. Nastąpił jedynie spadek napięcia u nasady bliższej kości piszczelowej spowodowany maksymalną siłą łamiącą.

W opublikowanych dotąd badaniach wykazano również związek między suplementacją diety wyciągiem z granatu a procesami zachodzącymi w obrębie tkanki

kostnej. Według autorów zawarte w nim substancje mają wpływ na niską gęstość mineralną kości spowodowaną usunięciem jajników samicom myszy [Mori-Okamoto i in., 2004].

Wpływ antyoksydantów oraz promieniowania elektromagnetycznego na zawartość wapnia i magnezu w kości udowej u myszy ApoE/LDLR^{-/-}

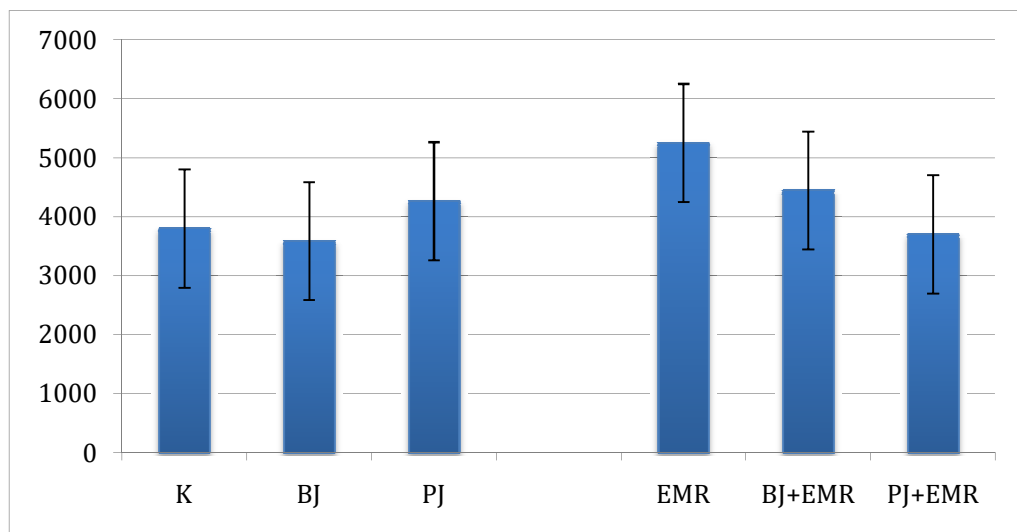
Pomiar zawartości wapnia w kościach nie wykazał różnic pomiędzy poszczególnymi grupami doświadczalnymi. Myszy żywione antyoksydantami charakteryzowały się nieznacznie wyższą zawartością wapnia w kościach w stosunku do zwierząt z grupy kontrolnej. Podobne zjawisko zaobserwowano u zwierząt poddanych ekspozycji na promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości 1800 MHz.



Wykres 2. Wpływ antyoksydantów oraz fal elektromagnetycznych na zawartość wapnia w kości udowej u myszy ApoE/LDLR^{-/-}; K – woda, BJ - sok z buraka, PJ - sok z granatu, EMR - fale elektromagnetyczne + woda, BJ+EMR - fale elektromagnetyczne + sok z buraka, PJ+EMR - fale elektromagnetyczne + sok z granatu.

Po upływie 8 tygodni nie zaobserwowano różnic w zawartości magnezu w kościach zwierząt doświadczalnych.

Wykazane w przeprowadzonej analizie niewielkie różnice w zawartości wapnia i magnezu w kości udowej zwierząt nie były istotnie statystycznie.



Wykres 3. Wpływ antyoksydantów oraz fal elektromagnetycznych na zawartość magnezu w kości udowej u myszy ApoE/LDLR^{-/-}; K – woda, BJ - sok z buraka, PJ - sok z granatu, EMR - fale elektromagnetyczne + woda, BJ+EMR - fale elektromagnetyczne + sok z buraka, PJ+EMR - fale elektromagnetyczne + sok z granatu.

Wyniki uzyskane przez Sieroń-Słotny i in. [2015] sugerują spadek stosunku wapnia i fosforu w analizowanych kościach piszczelowych szczurów (w 100 mg substancji mineralnej kości) napromieniowanych falami o częstotliwości 900 MHz. Nie zaobserwowano jednak wpływu EMR na stężenie całkowitego wapnia i fosforu we krwi. Monsefi i in. [2012] badali natomiast wpływ antyoksydantów zawartych w owocach granatu na poziom wapnia w tkance kostnej. Wykazali, że podawanie ciężarnym myszom ekstraktu z soku z granatu prowadziło do zwiększenia zawartości tego pierwiastka w ich kościach.

Wnioski

1. Podawanie myszom ApoE/LDLR^{-/-} soku z buraka spowodowało spadek masy ciała, oraz zwiększenie masy i długości kości udowej zwierząt eksperymentalnych.
2. Ekspozycja myszy ApoE/LDLR^{-/-} na promieniowanie elektromagnetyczne generowane przez telefony komórkowe nie miała istotnego wpływu na wytrzymałość mechaniczną analizowanych kości udowych.
3. Spożywanie antyoksydantów oraz napromieniowanie zwierząt nie wykazało istotnego wpływu na zawartość wapnia i magnezu w kościach.

Projekt został sfinansowany ze środków MNiSW przyznanych na działalność statutową BM-2709.

Literatura

2. Al- Muammar M.N., Khan F. (2012). Obesity: The preventive role of the pomegranate (*Punica granatum*). Nutrition, 28, 595-604.
3. Aslan A., Aydoğan N. H., Atay T., Çömlekçi S. (2011). The effects of electromagnetic field exposure at short and long term of 900 MHz frequency emitted from mobile phones on rat bone tissue. Dicle Medical Journal, 38, 452-457.
4. Bartosz G. (2004). Druga twarz tlenu. Warszawa, PWN.
5. Blank M., Goodman R. (2004). Comment: a biological guide for electromagnetic safety: the stress response. Bioelectromagnetics, 25, 642-646.
6. Çiçek E., Gokalp O., Varol R., Cesur G. (2009). Influence of Electromagnetic Fields on Bone Fracture in Rats: Role of CAPE. Biomedical and Environmental Sciences, 22(2), 157-160.
7. Danilevicius CF, Lopes JB, Pereira RM. (2007). Bone metabolism and vascular calcification. Braz J Med Biol Res., 40(4):435-42.
8. Doe N. (2010). Electromagnetic radiation and health. SHALE, 23,19–33.
9. Geng Q, Gao H, Yang R, Guo K, Miao D. (2019). Pyrroloquinoline Quinone Prevents Estrogen Deficiency-Induced Osteoporosis by Inhibiting Oxidative Stress and Osteocyte Senescence. Int J Biol Sci. 1;15(1):58-68.
10. Hosseini B., Saedisomeolia A., Wood L.G., Yaseri M., Tavasoli S. (2016). Effects of pomegranate extract supplementation on inflammation in overweight and obese individuals: A randomized controlled clinical trial. Complementary Therapies in Clinical Practice, 22, 44-50.
11. Lewicka M., Dziedziczak-Buczyńska M., Buczyński A. (2008). Wpływ promieniowania elektromagnetycznego na organizmy żywe. Polskie Towarzystwo Medycyny i Techniki Hiperbarycznej, 4(25), 33-42.
12. Monsefi M, Parvin F, Talaei-Khozani T. (2012). Effects of pomegranate extracts on cartilage, bone and mesenchymal cells of mouse fetuses. Br J Nutr., 107(5):683-90.
13. Mori-Okamoto J., Otawara-Hamamoto Y., Yamato H., Yoshimura H. (2004). Pomegranate extract improves a depressive state and bone properties in menopausal syndrome model ovariectomized mice. Journal of Ethnopharmacology, 92(1), 93-101.

14. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC (1993). 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(11):1939-51.
15. Sieroń-Stołtny K., Teister Ł., Cieślar G., Sieroń D., Śliwinski Z., Kucharzewski M., Sieroń A. (2015). The influence of Electromagnetic Radiation Generated by a Mobile Phone on the Skeletal System of Rats, 1-11.
16. Wang S., Moustaid-Moussa N., Chen L., Mo H., Shastri, Ni R., Bapat P., Kwun I., Shen C.L. (2014). Novel insight of dietary polyphenols and obesity. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 25, 1-18.
17. Yildiz M., Cicek E., Cerci S. S., Cerci C., Oral B., Koyu A. (2006). Influence of electromagnetic fields and protective effect of CAPE on bone mineral density in rats. *Archives of Medical Research*, 37, 7, 818-821.

Rozdział 12

Maria Kaczmarczyk

*Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*

Kierownik katedry: prof. dr hab. inż. Teresa Leszczyńska

WPŁYW PROMIENIOWANIA EMITOWANEGO PRZEZ TELEFONY KOMÓRKOWE NA ZDROWIE A ANTYOKSYDANTY W ŻYWNOCI

Streszczenie

Korzystanie z urządzeń nowej technologii, w tym z telefonów komórkowych, jest obecnie niezwykle powszechne. Dodatkowo wzrost zapotrzebowania na te urządzenia jest coraz większy. To prowadzi do zwiększonej emisji pola elektromagnetycznego, które ma niekorzystny wpływ na zdrowie człowieka. Przeprowadzone badania wykazały negatywne skutki korzystania z telefonów komórkowych. Badania z ostatnich lat potwierdzają, że fale elektromagnetyczne emitowane przez telefony komórkowe przyczyniają się do tworzenia wolnych rodników i tym samym indukując stres oksydacyjny podnoszą ryzyko wystąpienia cukrzycy, miażdżycy, osteoporozy, chorób układu pokarmowego, jak również chorób Alzheimera i Parkinsona. Dodatkowo wykazano negatywny wpływ na płodność. Poszukuje się więc czynników mających korzystne oddziaływanie na zdrowie. Do takich zalicza się antyoksydanty, które są dostępne m.in. w owocach, warzywach, miodzie, a także herbacie i kawie. Uważa się, że naturalnie występujące przeciwutleniacze mogą niwelować niekorzystne działanie fal elektromagnetycznych emitowanych z telefonów komórkowych.

Słowa kluczowe: Pole elektromagnetyczne, antyoksydanty, telefony komórkowe

Wprowadzenie

Termin pole elektromagnetyczne (EMF) odnosi się do połączonych właściwości pola elektrycznego i magnetycznego. Szerokie spektrum fal elektromagnetycznych, oprócz wielu systemów elektrycznych obecnych w środowisku, jest obecnie emitowanych przez urządzenia komunikacyjne, radary, stacje bazowe telefonii komórkowej, linie wysokiego napięcia, nadajniki radiowe i telewizyjne, jak również

podstacje i urządzenia elektryczne w domu i pracy [Feychting i in., 1993]. Globalny system łączności komórkowej (GSM, 850 – 900 MHz i 1850 – 1900 MHz) jest obecnie najbardziej rozbudowanym systemem dla telekomunikacji komórkowej na świecie [Ozguner i in., 2005, Valberg i in., 2007].

Wpływ promieniowania elektromagnetycznego na organizm

Ponad 3 miliardy ludzi na całym świecie jest narażonych na działanie pól elektromagnetycznych [Fragopoulou i in., 2010]. Zwiększenie wykorzystania telefonów komórkowych jest jednym z czynników ryzyka mających wpływ na zdrowie populacji [Fatehi i in., 2018]. Badania ostatnich lat wyraźnie pokazują, że promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez telefony komórkowe może mieć negatywny wpływ na organizm. Częstotliwości fal telefonu komórkowego (MF) należą do częstotliwości radiowej i wynoszą zwykle 900/1800 MHz. Okazuje się, że takie promieniowanie może potencjalnie spowodować uszkodzenie tkanek [Bauer i in., 2019]. Przeprowadzone dotychczas badania potwierdzają szkodliwość promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez telefony komórkowe. W 2001 roku Światowa Organizacja Zdrowia zaklasyfikowała je do grupy urządzeń o możliwym działaniu kancerogennym [Doe, 2010]. Wywołane przez EMF zmiany na poziomie komórkowym mogą prowadzić do tworzenia wolnych rodników, w efekcie do uszkodzenia DNA czy nieprawidłowego fałdowania białka [Gamze, 2018]. Badania pokazują, że pole elektromagnetyczne przyczynia się do tworzenia stresu oksydacyjnego w wielu tkankach organizmu. Irmak i in. [2002] badali wpływ promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez cyfrowe telefony komórkowe GSM (900 MHz) na poziom utleniaczy i przeciwutleniaczy u królików. Wykazano, że w porównaniu do grupy kontrolnej aktywność dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) w surowicy uległa zwiększeniu, a poziomy tlenku azotu (NO) uległ obniżeniu u zwierząt narażonych na EMR. Badanie to potwierdziło zwiększenie stresu oksydacyjnego u zwierząt narażonych na działanie EMR. Kauser i in. [2000] wykazali, że brak endogennego NO jest ważnym czynnikiem progresji miażdżycy u myszy apoE-KO.

Pole elektromagnetyczne emitowane przez telefony komórkowe (900 MHz) modyfikuje także procesy mineralizacji i resorpcji kości oddziałując tym samym na ich wytrzymałość mechaniczną [Sieroń - Stołtny i in., 2015]. Wg Saravi [2011] osoby używające przez dłuższy czas telefonu komórkowego posiadają mniejszą gęstością mineralną kości udowej bezpośrednio narażonej na działanie tego pola. Zaobserwowano także związek między EMR a pojawianiem się zwapnień czaszki i żeber u myszy [Fragopoulou i in., 2010]. Yildiz i in. [2006] potwierdzili spadek gęstości kości udowej

w grupie napromieniowanych zwierząt, tj. szczurów, które przez okres 28 dni narażone były na fale elektromagnetyczne generowane przez telefony komórkowe.

Szerokim zainteresowaniem objęto badania dotyczące rozrodczości. W przeciągu wielu lat liczba badań dotyczących wpływu EMR na płodność znacznie wzrosła [Sepehrimanesh i in., 2014]. Niektóre badania sugerują, że pole elektromagnetyczne ma niekorzystny wpływ na płodność u mężczyzn, natomiast inne dowodzą, że EMF nie ma żadnego lub tylko częściowy wpływ na tkankę i funkcje jąder. Rozbieżności w przeprowadzonych eksperymentach mogą wynikać z faktu, że badacze stosowali różne częstotliwości, amplitudy, gęstości mocy. Dodatkowo różniły się od siebie czasy ekspozycji [Belyaev, 2005; Dasdag i in., 2003, Desai i in., 2009b, Yan i in., 2007]. Autorzy wykazali, że promieniowanie emitowane przez telefony komórkowe może powodować strukturalne i funkcjonalne uszkodzenie jąder, zmiany parametrów nasienia i zmniejszone stężenie plemników w najądrzu [Kang i in., 2010]. Odnotowano zmniejszenie wielkości jąder, jak również zmniejszenie średnicy i grubości nabłonka kanalików nasiennych [Dasdag i in., 1999; Ozguner i in., 2005; Salama i in., 2010].

Oprócz szkodliwego działania fal elektromagnetycznych na tkanki organizmu zauważono negatywne skutki objawiające się pogorszeniem zdrowia psychicznego u ludzi. Jest to związane z uzależnieniem od telefonów komórkowych. Nadmierne korzystanie z telefonów uważa się za wielopłaszczyznowy zespół [Billieux i in., 2015] i jest określany jako uzależnienie behawioralne, takie jak na przykład patologiczny hazard.

Wolne rodniki

Reaktywne formy tlenu (ROS) to szereg wysoce aktywnych rodników, które mają pojedynczy niesparowany elektron w ich zewnętrznej powłoce. Zalicza się tu wolne rodniki tlenowe, takie jak anion ponadtlenkowy, rodnik hydroksylowy, wolny tlen oraz nadtlenek wodoru, wodoronadtlenki organiczne i kwas podchlorawy [Wang i in., 2017]. Wewnątrzkomórkowe poziomy ROS zależą od dynamicznej równowagi między generowaniem i eliminacją ROS [Wang i in., 2017]. Powszechnie przyjmuje się, że ROS w niskich stężeniach może działać jako drugi przekaźnik i aktywować kaskady sygnałowe w odpowiedzi na ekspresję genów, proliferację komórek, apoptozę i inne szlaki wewnątrzkomórkowe [Allen i in., 2000]. Występujące w komórkach ssaków reaktywne formy tlenu (ROS) uczestniczą bowiem w różnych komórkowych szlakach sygnałowych. Z drugiej strony nadmierne ROS mogą oddziaływać na fosfolipidy błony komórkowej, zaburzać funkcjonowanie mitochondriów i uszkadzać białka, lipidy, DNA, RNA, zaburzając podstawowe procesy komórkowe [Yin i in., 2016].

Organizmy żywe mają złożony system ochronny, który jest aktywowany, aby zapobiec uszkodzeniom oksydacyjnym. Większość organizmów żywych wypracowała system obrony antyoksydacyjnej, aby chronić komórki przed nadmiernym ROS, który obejmuje dysmutazę ponadtlenkową (SOD), katalazę (CAT), peroksydazę glutationową (GSH-Px), reduktazę glutationu (GSH-R). Dodatkowo poziom produktów peroksydacji lipidów (LPO) (dialdehyd malonowy i 4-hydroksynonenal) jest kolejnym wskaźnikiem uszkodzenia oksydacyjnego [Storz i in., 2005].

Doniesienia naukowe pokazują, że detoksykacja ROS jest ułatwiona dzięki nieenzymatycznym cząsteczkom, tj. glutationu (GSH), witamin A, C i E.

Obecnie obserwuje się coraz większe zainteresowanie naturalnymi składnikami diety. Owoce i warzywa mają w swoim składzie dużą ilość naturalnych przeciwutleniaczy, zwłaszcza witaminę C i E. Regularne spożywanie produktów o wysokiej zawartości przeciwutleniaczy zapewnia równowagę w organizmie i tym samym chroni przed rozwojem przewlekłych chorób niezakaźnych, w tym również osteoporozy czy chorób układu sercowo - naczyniowego. Najnowsze dowody sugerują, że przeciwutleniacze zmniejszają potencjalne ryzyko działania EMF i są skuteczne nawet po wdrożeniu w krótkim okresie.

Witamina E (tokoferol) jest jednym z najważniejszych przeciwutleniaczy. Ich główną funkcją przeciwutleniającą jest zapobieganie peroksydacji lipidów [Ralston i in., 2008]. Liczne badania wykazały korzystne działanie witaminy E przy narażeniu na promieniowanie emitowane przez telefony komórkowe [Kivrak i in., 2017; Zhang i in., 2011]. Ghambari i in. [2016] zaobserwowali, że ekspozycja na pole elektromagnetyczne prowadziła do zwiększenia stresu oksydacyjnego przez zmniejszanie aktywności SOD. Natomiast dodatek witaminy E zapobiegał peroksydacji lipidów w strukturach mózgu [Mohammadnejad i in., 2011]. Mohammadnejad i in. [2011] badali zmiany grasicy po ekspozycji na EMF i ochronne działanie witaminy E w zapobieganiu tej zmianie na modelu szczurzym. Ekspozycja na EMF powodowała uszkodzenie układu odpornościowego, natomiast witamina E zapobiegała strukturalnym zmianom w tkance [Ghanbari i in., 2016]. Ghodbane i in. [2015] udowodnili, że dostarczanie witaminy E do organizmu ma korzystny wpływ na stężenie malonyldialdehydu (marker stresu oksydacyjnego) w nerce szczura.

Kolejnym związkem mającym korzystne działanie przy narażeniu na promieniowanie emitowane przez telefony komórkowe jest kwas foliowy. Pełni on funkcję kofaktora w różnych reakcjach biologicznych. Jest potrzebny organizmowi do tworzenia DNA, naprawy i do metylacji DNA. Jest to szczególnie ważne podczas podziału komórek i wzrostu komórkowego. Kwas foliowy jest szczególnie potrzebny

w okresie ciąży i rozwoju mózgu noworodka. Jest również konieczne do tworzenia nowych komórek [Wang i in., 2003]. Ponadto kwas foliowy ma również właściwości przeciwutleniające [Traber, 2007]. Badania dowodzą, że FA zapobiegał niekorzystnemu wpływowi ekspozycji na EMF, zapobiegając zmniejszeniu liczby komórek w mózdzku i mózgu. Kivrak [2014] wykazał, że promieniowanie elektromagnetyczne przyczyniło się do uszkodzeń oksydacyjnych, zwiększając poziomy aktywności katalazy (CAT) i zmniejszając aktywność peroksydazy glutationowej. Jednakże zmiany te były odwrócone w wyniku suplementacji kwasem foliowym, co w konsekwencji istotnie zapobiegało uszkodzeniom oksydacyjnym mózgu [Kivrak, 2017].

Korzyści zdrowotne związane z polifenolami winogron, spowodowały rosnące zainteresowanie jakością odżywczą i bioaktywnym potencjałem soku z winogron [Dani i in., 2007]. Winogrono (*Vitis* sp.) zawiera różnorodne fitochemiczne polifenole, które działają na fizjologię człowieka, wywołując korzystne funkcje przeciwutleniające, przeciwnowotworowe, przeciwzapalne i neuroprotektoryjne [Bagchi i in., 2000; Chira i in., 2008]. Badania epidemiologiczne wykazały, że związki te wywierają działanie ochronne na uszkodzenia oksydacyjne wywołane przez wolne rodniki obecne w komórkach i tkankach [O'Byrne i in., 2002]. Przeprowadzone badania wykazują, że spożycie soków winogronowych przez pacjentów przyczyniło się do znacznego obniżenia poziomów wodoronadtlenków lipidowych, reaktywnego kwasu tiobarbiturowego, a także wzrost aktywności przeciwutleniającej polifenoli w sokach winogronowych na biomarkery stresu oksydacyjnego w warunkach *in vivo* [Toaldo i in., 2015].

Wnioski

Spożywanie produktów bogatych w antyoksydanty może skutecznie chronić organizm człowieka przed nadmiernym tworzeniem się wolnych rodników, zapobiegać chorobom układu krwionośnego i wielu innym, jak na przykład nowotworom. Dieta bogata w przeciwutleniacze, pomoże obniżyć negatywne działanie fal elektromagnetycznych pochodzących z telefonów komórkowych.

Literatura

1. Allen R.G., Tresini M. Oxidative stress and gene regulation. *Free Radic. Biol. Med.* 2000; 28: 463–499. doi: 10.1016/S0891-5849(99)00242-7.
2. Bagchi D., Bagchi M., Stohs S.J., Das D.K., Ray S.D., Kuszynski C.A., Joshi S.S., Pruess H.G. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. *Toxicology*, 2000, 148 (2-3):187-97.

3. Bauer J., O'Mahony C., Chovan D., Mulcahy J., Silien C., Tofail. SA. Thermal effects of mobile phones on human auricle region. *Journal of thermal biology*, 2019, 79:56-68.
4. Belyaev I. Nonthermal biological effects of microwaves: current knowledge, further perspective, and urgent needs. *Electromagn. Biol. Med.*, 2005, 24, 375–403.
5. Billieux J., Maurage P., Lopez-Fernandez O., Kuss D. J., Griffiths M. D. Can disordered mobile phone use be considered a behavioral addiction? An update on current evidence and a comprehensive model for future research. *Current Addiction Reports*, 2015, 2(2), 156–162.
6. Chira J.H., Suh C., Saucier P.L., Teissèdre Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, 2008, 6, 75-82.
7. Dani C., Oliboni L.S., Vanderlinde R., Bonatto D., Salvador M., Henriques J.A. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically-or conventionally-produced grapes. *Food and Chemical Toxicology*, 2007, 45(12): 2574-80.
8. Dasdag S., Ketani M.A., Akdag Z., Ersay A.R., Sari I., Demirtas O.C., Celik M.S. Whole-body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats. *Urol. Res.*, 1999, 27, 219–223.
9. Dasdag S., Zulkuf Akdag M., Aksen F., Yilmaz F., Bashan M., Mutlu Dasdag M., Salih Celik M. Whole body exposure of rats to microwaves emitted from a mobile phone does not affect the testes. *Bioelectromagnetics*, 2003, 24, 182–188.
10. Desai N.R., Kesari K.K., Agarwal A. Pathophysiology of mobile phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system. *Reprod. Biol. Endocrinol.*, 2009b, 7, 114.
11. Doe N. Electromagnetic radiation and health. *SHALE*, 2010, 23,19–33.
12. Fatehi D., Anjomshoa M., Mohammadi M., Seify M., Rostamzadeh A. Biological effects of cell-phone radiofrequency waves exposure on fertilization in mice; an *in vivo* and *in vitro* study. *Middle East Fertility Society Journal*, 2018, 23(2): 148-53.
13. Feychting M., Ahlbom A. Pola magnetyczne i nowotwory u dzieci przebywających w pobliżu szwedzkich linii wysokiego napięcia. *Am J Epidemiol*, 1993, 138, 467-481.
14. Fragopoulou A.F., Koussoulakos S.L., Margaritis L.H. Cranial and postcranial skeletal variations induced in mouse embryos by mobile phone radiation. *Pathophysiology*, 2010, 17(3): 169-77.
15. Gamze A., Deniz Ö.G., Yurt K.K., Davis D., Kaplan S. Effects of mobile phone exposure on metabolomics in the male and female reproductive systems. *Environmental research*, 2018, 168, 700-707.

16. Ghanbari A.A., Shabani K., Nejad D.M. Protective effects of vitamin E consumption against 3MT electromagnetic field effects on oxidative parameters in *substantia nigra* in rats. *Basic and clinical neuroscience*, 2016, 315-322.
17. Ghodbane S., Lahbib A., Ammari M., Sakly M., Abdelmelek H. Does static magnetic field-exposure induced oxidative stress and apoptosis in rat kidney and muscle? Effect of vitamin E and selenium supplementations. *Gen Physiol Biophys*, 2015, 34(1): 23-32.
18. Irmak M.K.; Fadillioglu E.; Gulec M.; Erdogan H.; Yagmurca M., Akyol, O. Effects of electromagnetic, 2002, 20, 279–283.
19. Kang N., Shang X.J., Huang Y.F. Impact of mobile phone radiation on male reproduction. *Natl. J. Androl.*, 2010, 16, 1027–1030.
20. Kauser K., da Cunha V., Fitch R., Mallari C., Rubanyi G.M. 2000. Role of endogenous nitric oxide in progression of atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.*, 2000, 278(5): H1679-85.
21. Kivrak E.G. Investigation of the effects of *boswellia sacra* and folic acid on hippocampus with electromagnetic fields Master thesis. Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey (2014).
22. Kivrak E.G., Yurt K.K., Kaplan A.A., Alkan I., Altun G.. Effects of electromagnetic fields exposure on the antioxidant defense system. *Journal of Microscopy and Ultrastructure*, 2017, 5(4): 167-76.
23. Mohammadnejad D.A., Rad J.S., Azami A., Lotfi A.. Role of vitamin E in prevention of damages in the thymus induced by electromagnetic field: ultrastructural and light microscopic studies. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 2011, 55: 111-5.
24. O'Byrne D.J., Devaraj S., Grundy S.M., Jialal I. Comparison of the antioxidant effects of Concord grape juice flavonoids α -tocopherol on markers of oxidative stress in healthy adults. *The American journal of clinical nutrition*, 2002, 76(6): 1367-74.
25. Ozguner M., Koyu A., Cesur G., Ural M., Ozguner F., Gokcimen A., Delibas N. Biological and morphological effects on the reproductive organ of rats after exposure to electromagnetic field. *Saudi Med. J.*, 2005, 26, 405–410.
26. Ralston N.V., Ralston C.R., Blackwell III J.L., Raymond L.J. Dietary and tissue selenium in relation to methylmercury toxicity. *Neurotoxicology*, 2008, 29(5): 802-11.
27. Salama N., Kishimoto T., Kanayama H.O. Effects of exposure to a mobile phone on testicular function and structure in adult rabbit. *Int. J. Androl.*, 2010, 33, 88–94.

28. Saraví F.D. Asymmetries in hip mineralization in mobile cellular phone users. *J Craniofac Surg.*, 2011, 22(2): 706-10. doi: 10.1097/SCS.0b013e318207b79a.
29. Sepehrimanesh M., Saeb M., Nazifi S., Kazemipour N., Jelodar G., Saeb S. Impact of 900 MHz electromagnetic field exposure on main male reproductive hormone levels: a *Rattus norvegicus* model. *Int. J. Biometeorol.*, 2014, 58, 1657–1663.
30. Sieroń-Stołtny K., Teister Ł., Cieślar G., Sieroń D., Śliwinski Z., Kucharzewski M., Sieroń A. The influence of electromagnetic radiation generated by a mobile phone on the skeletal system of rats. *BioMed research international*, 2015; Article ID 896019, 11 pages.
31. Storz P. Reactive oxygen species in tumor progression. *Front. Biosci.*, 2005, 10:1881–1896. doi: 10.2741/1667.
32. Toaldo I.M., Cruz F.A., de Lima Alves T., de Gois J.S., Borges D.L., Cunha H.P., da Silva E.L., Bordignon-Luiz M.T. Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil: Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects. *Food chemistry*, 2015, 173:527-35.
33. Traber M.G. Vitamin E regulatory mechanisms. *Annu Rev Nutr*, 2007, 27, 347-362.
34. Valberg PA, van Deventer TE, Repacholi MH., 2007. Workgroup report: base stations and wireless networks-radiofrequency (RF) exposures and health consequences. *Environ Health Perspect.* 2007 Mar;115(3):416-24.
35. Wang H., Zhang X. Magnetic fields and reactive oxygen species. *International journal of molecular sciences*, 2017, 18(10): 2175.
36. Wang X., Fenech, M. A comparison of folic acid and 5-methyltetrahydrofolate for prevention of DNA damage and cell death in human lymphocytes in vitro. *Mutagenesis*, 2003, 18, 81-86.
37. Yan J.G., Agresti M., Bruce T., Yan Y.H., Granlund A., Matloub H.S. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertil. Steril.*, 2007, 88, 957–964.
38. Yıldız M., Cicek E., Cerci S.S., Cerci C., Oral B., Koyu A. Influence of electromagnetic fields and protective effect of CAPE on bone mineral density in rats. *Archives of medical research*, 2006, 37(7): 818-21.
39. Yin C., Luo X., Duan Y., Duan W., Zhang H., He Y., Sun G., Sun X. Neuroprotective effects of lotus seedpod procyanidins on extremely low frequency electromagnetic field-induced neurotoxicity in primary cultured hippocampal neurons. *Biomed. Pharmacother.*, 2016; 82:628–639.
40. Zhang J., Zhang Y.H., Jiang R.P., Lian Z.S., Wang H., Luo R., Guo D.M., Cui X. Protective effects of vitamin E against electromagnetic radiation from cell phones in pregnant and fetal rats' brain tissues. *Journal of Shandong University (Health Sciences)*, 2011; 9: 9-14.