

BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA

Czasopismo poświęcone zagadnieniom badań ochrony
zdrowia i środowiska

Wersja internetowa wydawanego czasopisma jest wersją pierwotną

TOM XLIX

2016

Nr 4

TREŚĆ

<i>J. Florczak, A. Karmańska, B. Karwowski</i> : Badanie zawartości związków polifenolowych oraz aktywności przeciwutleniającej niektórych jadalnych gatunków grzybów wielkoowocnikowych . . .	719
<i>K. Toczek, P. Glibowski, E. Matyjaszczyk</i> : Właściwości fizykochemiczne powideł śliwkowych dostępnych na rynku	725
<i>K. Szulc, A. Lenart</i> : Wpływ parametrów suszenia rozpyłowego na barwę proszków z czarnego bzu	732
<i>A. Filipiak-Florkiewicz, A. Florkiewicz, J. Filipek, W. Berski, I. Mentel, M. Dymińska-Czyż, M. Brzegowy</i> : Żywność funkcjonalna w opinii osób regularnie uczęszczających na zajęcia sportowe. Cz. II. Ocena preferencji i motywów wyboru tej żywności	736
<i>B. Wójcik-Stopczyńska, J. Czajka, P. Kiedos</i> : Wpływ obróbki wstępnej i zamrażania na zmiany zawartości związków odżywczych i azotanów(V) w korzeniach pietruszki	748
<i>B. Paszczyk</i> : Skład kwasów tłuszczowych w masłach i tłuszczach mieszanych	756
<i>I. Steinka</i> : Ocena zdolności hamowania wzrostu <i>S. aureus</i> przez soki pozyskane z ananasów i mandarynek	764
<i>A. E. Charkiewicz, W. J. Omeljaniuk</i> : Ocena wartości energetycznej i zawartości wybranych składników odżywczych w dietach mężczyzn uczęszczających regularnie na siłownie	770
<i>E. Malczyk, Z. Całyniuk, M. Syc</i> : Ocena częstości spożycia warzyw i owoców przez studentów Uniwersytetu Medycznego w Lublinie	780
<i>U. Balon, J. M. Dziadkowiec, T. Sikora</i> : Cechy jakości żywności a decyzje zakupowe polskich konsumentów soków owocowych	788
<i>M. Kopeć, D. Głąbowski, M. Mazurek-Mochol, A. Pawlik</i> : Jak jeść zdrowo? Przegląd pokarmów obniżających ryzyko rozwoju miażdżycy	795
<i>M. Kopeć, D. Głąbowski, M. Mazurek-Mochol, A. Pawlik</i> : Znaczenie kwasów omega-3 i oleju rybnego w diecie	801
<i>R. Balwierz, A. Kurek-Górecka, Z. Dzierżewicz, D. Marciniak, A. Jasińska-Balwierz, J. Pluta, J. Mazur</i> : Afrodyzjaki w tradycyjnej kuchni śląskiej. Zapomniana legenda	809
<i>B. Klecha, B. Bukowska</i> : Selen w organizmie człowieka – charakterystyka pierwiastka i potencjalne zastosowanie terapeutyczne	818

Jolanta Florczak, Aleksandra Karmańska, Bolesław Karwowski

BADANIE ZAWARTOŚCI ZWIĄZKÓW POLIFENOLOWYCH ORAZ AKTYWNOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCEJ NIEKTÓRYCH JADALNYCH GATUNKÓW GRZYBÓW WIELKOOWOCNIKOWYCH*

Zakład Bromatologii

Katedry Bromatologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Kierownik: dr hab. prof. nadzw. B. Karwowski

*Oznaczono zawartość związków polifenolowych oraz aktywność przeciwutleniającą pięciu gatunków grzybów dziko rosnących: bocznik ostrygowaty (*Pleurotus ostreatus*), uszak bżowy (*Hirneola auricula – judae*), zimówka aksamitnotrzonowa (*Flammulina velutipes*), żagiew luskowata (*Polyporus squamosus*) i żółciak siarkowy (*Laetiporus sulphureus*). Związki polifenolowe oznaczono z odczynnikiem Folina-Ciocalteu'a w przeliczeniu na kwas galusowy, a aktywność antyoksydacyjną grzybów za pomocą odczynnika DPPH.*

Hasła kluczowe: grzyby jadalne, polifenole, aktywność przeciwutleniająca – DPPH.
Key words: edible mushrooms, polyphenols, antioxidant activity – DPPH.

Grzyby wielkoowocnikowe ceniono dawniej za walory smakowo-zapachowe i aromatyczne. Obecnie coraz większą uwagę zwraca się na właściwości lecznicze i obecność cennych metabolitów wtórnych. Znaczenie w lecznictwie gromady *Basidiomycota* jest doceniane w państwach azjatyckich, w których tradycja stosowania w terapii różnych chorób preparatów pochodzenia grzybowego liczy kilka tysięcy lat. Spośród podstawczaków, do których należą tzw. grzyby wyższe ok. 700 biosyntetyzuje metabolity o działaniu immunomodulacyjnym, przeciwnowotworowym, przeciwwirusowym, przeciwgrzybiczym, przeciwbakteryjnym, przeciwzapalnym, przeciwutleniającym, przeciwcukrzycowym, nerwotonicznym, hepatoprotekcyjnym, obniżającym poziom triglicerydów i cholesterolu we krwi oraz obniżających ciśnienie krwi (1–4).

Wśród poznanych i opisanych grzybów leczniczych do najważniejszych należy ok. 30 gatunków w tym: żółciak siarkowy, bocznik ostrygowaty czy zimówka aksamitnotrzonowa. Grzyby jadalne mogą być cennym źródłem związków biologicznie czynnych wykorzystywanych zarówno w zapobieganiu, jak i leczeniu wielu jednostek chorobowych, co pozwala uznać je za żywność funkcjonalną i surowiec do produkcji nutraceutyków. Grzyby jadalne zarówno uprawiane, jak i pozyskiwane ze stanowisk naturalnych są źródłem przeciwutleniaczy. Największą grupę przeciwutleniaczy stanowią polifenole, a jedną z najważniejszych ich klas są flawonoidy.

* Praca finansowana z działalności statutowej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi (Nr 503/3-045-02/503-01)

Mają zdolność wychwytywania rodników hydroksylowych i lipidowych, anionów nadtlennokowych, a także chronią enzymy, które uczestniczą w mechanizmie antyoksydacyjnym organizmu (5–6). Wykazują szeroki zakres działania. Ograniczają lub hamują utlenianie frakcji LDL, zwiększają zawartość cholesterolu HDL, hamują proces tworzenia blaszek miażdżycowych. Ponadto, grupa związków należąca do flawonoli ma aktywność przeciwmutageną. Zmniejszają one ryzyko powstawania oraz rozwoju guzów nowotworowych. Kolejną grupą związków o działaniu przeciwutleniającym obecną w grzybach są kwasy fenolowe, stwierdzono obecność: kwasu p-kumarowego, p-hydroksybenzoowego, protokatechowego, cynamonowego i dwa izomery kwasu wanilinowego (3). W otaczającym środowisku nie brak czynników, które mają wpływ na wzrost poziomu wolnych rodników w organizmie człowieka. Dlatego podejmowane są badania zmierzające do wykrycia nowych źródeł substancji o właściwościach przeciwutleniających. Grzyby wielkoowocnikowe również zawierają te substancje, o czym donoszą inni autorzy (7–10).

Celem pracy było oznaczenie w pięciu gatunkach grzybów wielkoowocnikowych pochodzących ze środowiska naturalnego całkowitej zawartości polifenoli z odczynnikiem *Folina-Ciocalteu'a* w przeliczeniu na kwas galusowy oraz aktywności antyoksydacyjnej grzybów za pomocą odczynnika DPPH.

MATERIAŁ I METODY

Owocniki grzybów zebrano jesienią 2015 r. w miejskim parku łódzkiego osiedla Retkinia. Należą do nich: bocznik ostrygowaty – *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm, uszak bżowy – *Hirneola auricula – judae* (Bull.) Quel., zimówka aksamitnotrzonowa – *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer, żagiew łuskowata *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr., żółciak siarkowy – *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill (11). W badaniach wykorzystano z suszu grzybowego (odważono 10 g suszu), z którego przygotowano ekstrakty wodne i etanolowe wg *Gan* i współpr. (12). Przed przystąpieniem do oznaczania polifenoli i aktywności przeciwutleniającej osady wodne rozpuszczono w 25 cm³ wody, a etanolowe w 25 cm³ etanolu.

Całkowitą zawartość polifenoli oznaczono za pomocą metody spektrofotometrycznej z użyciem odczynnika *Folina-Ciocalteu'a* wg *Singleton* i współpr. (13). Zawartość związków fenolowych ogółem obliczano z krzywej kalibracyjnej wykonanej z użyciem kwasu galusowego jako wzorca. Oznaczenia wykonano w 6 powtórzeniach. Wyniki wyrażono jako mg równoważnika kwasu galusowego w przeliczeniu na 100 g/suszu.

Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu STATISTICAS 9,0, stosując test Studenta. Różnice istotne pomiędzy ekstraktami wodnymi i etanolowymi w obrębie jednego gatunku weryfikowano przy poziomie istotności $p \leq 0,001$. Dla wykazania różnic pomiędzy poszczególnymi gatunkami wykonano test Anova przy poziomie istotności $p < 0,01$. Odmiennie litery występujące w tabeli wskazują na różnice pomiędzy ekstraktami (w – wodne, e – etanolowe) w obrębie jednego gatunku (a,b) oraz pomiędzy poszczególnymi gatunkami (A, B, C, D).

Aktywność antyoksydacyjną oznaczano wg zmodyfikowanej metody *Brandana-Wiliamsa* i współpr. z użyciem syntetycznego rodnika DPPH[•] (1,1-difenylo-2-pirylohydrazyl, Sigma) (14, 15, 16).

Całkowitą zdolność redukowania rodnika DPPH• obliczono korzystając ze wzoru:

$$I = 100 (A_0 - A_t) / A_0$$

gdzie:

I – % inhibicji, zdolność do „zmiatania wolnych rodników”;

A₀ – początkowa absorbanca rodnika DPPH•;

A_t – absorbanca rodnika DPPH• po reakcji z wyciągiem grzybowym.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Całkowita zawartość związków polifenolowych w badanych grzybach (oznaczona z odczynnikiem *Folina-Ciocalteu'a* w przeliczeniu na kwas galusowy) jest różna i zależy od gatunku (tab. I). Badane gatunki odznaczały się zróżnicowaną zawartością związków fenolowych ogółem, co można tłumaczyć naturalną zmiennością gatunkową wynikającą np. z różnych warunków wzrostu grzybów. Zaobserwowano, że rodzaj użytego rozpuszczalnika ma wpływ na właściwości przeciwutleniające i ogólną zawartość związków polifenolowych w ekstraktach. Większą ilość polifenoli oznaczono w wodnych ekstraktach niż w ekstraktach etanolowych. Najwięcej polifenoli oznaczono zarówno w ekstrakcie wodnym (166,43 mg/ 100 g suszu), jak i etanolowym (77,25 mg/100 g suszu) żagwi łuskowatej, ekstrakcie wodnym boczniaka ostrygowatego (43,43 mg/100 g suszu) i żółciaka siarkowego (43,88 mg/100 g suszu). Najmniejszą zawartość polifenoli w ekstraktach wodnych oznaczono w: uchu bżowym (30,38 mg/100 g suszu) i zimówce aksamitnotrzonowej (30,19 mg/100 g s. m.). Najmniej związków polifenolowych oznaczono w ekstraktach etanolowych zimówki aksamitnotrzonowej (8,93 mg /100 g suszu) i żółciaka siarkowego (9,84 mg/100 g suszu). Między badanymi gatunkami grzybów występują różnice istotne statystycznie (przy poziomie istotności $p \leq 0,001$).

Tab e l a I. Zawartość polifenoli w wyciągach etanolowych i wodnych badanych grzybów

Table I. Contents of total phenols of ethanolic and water extracts of mushroom species

Gatunek grzyba	Zawartość polifenoli mg GAE*/100 g suszu	
	roztwory wodne	roztwory etanolowe
Bocznik ostrygowaty	43,43 ± 1,46 ^{Aa}	20,96 ± 0,55 ^{Ab}
Uszak bżowy	30,38 ± 0,52 ^{Ba}	18,63 ± 0,35 ^{Ab}
Zimówka aksamitnotrzonowa	30,19 ± 1,15 ^{Ba}	8,93 ± 0,53 ^{Bb}
Żagiew łuskowata	166,43 ± 2,44 ^{Ca}	77,25 ± 0,89 ^{Cb}
Żółciak siarkowy	43,88 ± 1,64 ^{Da}	9,84 ± 0,13 ^{Bb}

GAE* – kwas galusowy; (a,b) – różnice statystycznie istotne w obrębie jednego gatunku; (A,B,C,D) – różnice statystycznie istotne pomiędzy poszczególnymi gatunkami.

Właściwości przeciwutleniające określono na podstawie zdolności do wygaszania rodnika DPPH•. Zdolność do neutralizacji wolnych rodników określa też parametr EC₅₀ (ang. efficient concentration), oznaczający stężenie przeciwutleniacza niezbędne do neutralizacji 50% wolnych rodników w środowisku reakcji. Im wyższa jest

wartość EC, tym mniej efektywny jest dany przeciwutleniacz (należy pamiętać, że parametr ten jest właściwością charakterystyczną dla danego antyutleniacza tylko w określonych warunkach).

Wyniki oznaczonej aktywności antyoksydacyjnej z użyciem syntetycznego rodnika DPPH• wyrażono jako liczbę mg suszu grzybowego w 0,1 cm³ wyciągu wodnego lub etanolowego, który redukuje 50% rodnika DPPH•. Najsilniejsze właściwości antyoksydacyjne stwierdzono w wyciągu wodnym i etanolowym żagwi łuskowatej, najslabsze w wyciągu etanolowym uszaka bzowego. W przypadku zimówki aksamitnotrzonowej zarówno w wyciągu wodnym jak i etanolowym 50% inhibicji rodnika DPPH• zaobserwowano w zbliżonych stężeniach (ok. 8 mg/0,1 cm³). Wyciągi wodne bocznika i żółciaka wykazują podobną aktywność przeciwutleniającą. Pomimo mniejszej zawartości polifenoli w ekstraktach etanolowych tych grzybów, aktywność przeciwutleniająca jest zachowana (50% inhibicja rodnika DPPH• występuje w zbliżonych stężeniach wyciągów (ok. 8 mg/0,1 cm³) (tab. II i III).

Tab e l a II. Procent inhibicji rodnika DPPH• przez etanolowe ekstrakty badanych grzybów

Tab l e II. Scavenging effect (%) of the mushroom species on DPPH• ethanol extracts

Gatunek grzyba	PROCENT INHIBICJI				
	stężenie wyciągu grzybowego w próbce mg/0,1 cm ³				
	2	4	8	12	16
Bocznik ostrygowaty	8,27±0,79	16,50±0,38	38,83±0,87	51,86±1,27	64,64±1,76
Uszak bzowy	6,25±0,48	13,70±0,23	31,61±0,65	34,98±0,87	39,48±0,99
Zimówka aksamitnotrzonowa	26,05±0,42	33,39±0,86	55,42±1,09	70,87±1,92	94,50±2,96
Żagiew łuskowata	14,73±0,78	25,36±0,65	61,70±1,34	92,55±2,28	nie oznaczono
Żółciak siarkowy	12,12±0,38	30,15±0,53	55,00±1,01	60,00±1,98	80,43±2,13

Tab e l a III. Procent inhibicji rodnika DPPH• przez ekstrakty wodne badanych grzybów

Tab l e III. Scavenging effect (%) of the mushroom species on DPPH• water extracts

Gatunek grzyba	PROCENT INHIBICJI				
	stężenie wyciągu grzybowego w próbce mg/0,1 cm ³				
	2	4	8	12	16
Bocznik ostrygowaty	25,98±0,81	45,59±0,36	55,02±0,90	65,32±1,86	72,43±2,16
Uszak bzowy	19,77±0,48	39,53±0,23	31,61±0,65	60,73±0,87	69,31±0,99
Zimówka aksamitnotrzonowa	26,96±0,42	28,70±0,86	55,42±1,09	58,79±1,92	78,40±3,12
Żagiew łuskowata	37,93±0,78	44,27±0,65	50,37±1,34	75,56±2,28	98,70±2,72
Żółciak siarkowy	29,46±0,38	38,17±0,53	45,92±1,01	65,97±1,98	89,54±1,95

Podsumowując należy stwierdzić, że badane gatunki grzybów (szczególnie żagiew łuskowata i żółciak siarkowy) mogą być źródłem związków polifenolowych. Na przykładzie żagwi widać wyraźną zależność pomiędzy poziomem polifenoli a aktywnością przeciwutleniającą. Zaobserwowano korelację pomiędzy zawartością polifenoli, a aktywnością przeciwutleniającą ekstraktów wodnych i etanolowych.

WNIOSKI

1. Wykazano, że badane gatunki grzybów odznaczają się zróżnicowaną zawartością związków fenolowych ogółem oraz różnymi właściwościami przeciwutleniającymi.
2. Oznaczono większą zawartość związków polifenolowych w ekstraktach wodnych niż etanolowych.
3. Stwierdzono zależność pomiędzy całkowitą zawartością związków polifenolowych, a zdolnością badanych grzybów do inaktywacji rodnika DPPH[•].
4. Badane grzyby mogą być źródłem polifenoli w diecie.

J. Florczak, A. Karmańska, B. Karwowski

A STUDY OF THE CONTENTS OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SOME SPECIES OF EDIBLE MACROFUNGI

Summary

The antioxidant activity of five species of wild-growing mushrooms was investigated in this study. The mushrooms to be tested were collected in autumn 2015, in the city park of Lodz-Retkinia housing estate. These were: oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), wood ear (*Hirneola auricula-judae*), enokitake (*Flammulina velutipes*) Dryad's saddle (*Polyporus squamosus*), sulphur shelf (*Laetiporus sulphureus*). The authors determined total polyphenol content in terms of gallic acid using Folin-Ciocalteu reagent, and the antioxidant activity of the fungi using DPPH reagent. Aqueous and ethanol extracts were prepared. All steps were repeated for all six fungal extracts. The content of polyphenolic compounds in the aqueous extracts was higher than in the ethanol extracts. The highest quantities of the polyphenolic compounds were determined in aqueous extract of *Polyporus squamosus*, and the lowest in the ethanol extract of *Flammulina velutipes*. The highest antioxidant activity was found in the water extract of *Polyporus squamosus*, while the lowest in the ethanol extract of *Hirneola auricula-judae*. A relationship has been found to occur between the total polyphenol compounds and the ability of the tested fungi to inactivate the DPPH radicals. The higher was the content of polyphenolic compounds, the better were the antioxidant properties.

PIŚMIENNICTWO

1. Turło J.: Grzyby wielkoowocnikowe – niedocenione źródło substancji leczniczych, Studia i Materiały CEPL w Rogowie 2015; 44(3): 138-151. – 2. Turło J.: Biotechnologia grzybów. Zastosowanie w farmacji i suplementacji. Biuletyn Wydziału Farmaceutycznego WUM, 2013; 3: 18-26. – 3. Sulkowska-Ziaja K., Muszyńska B., Ekiert H.: Związki bezazotowe w owocnikach grzybów z gromady *Basidiomycota*. Postępy Fitoterapii, 2013; 3: 182-190. – 4. Kalbarczyk J., Radzki W.: Uprawiane grzyby wyższe jako cenny składnik diety oraz źródło substancji aktywnych. Herba Polonica, 2009; 55(4): 224-232. – 5. Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego, ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2004; 4(41): 5-28. – 6. Grajek W.: Naturalne przeciwutleniacze: od surowca do organizmu, Konferencja naukowa, Poznań, 2007. – 7. Sławińska A., Radzki, Kalbarczyk J.: Antioxidant activities and polyphenolics content of *Flammulina velutipes* mushroom extracts. Herba Polonica, 2013; 59(3): 26-35. – 8. Radzki W., Sławińska A., Jabłońska-Ryś E. and Michalak-Majewska M.: Effect of blanching and cooking on antioxidant capacity of cultivated edible mushrooms: A comparative study. International Food Research Journal, 2016; 23(2): 599-605. – 9. Popescu M.-L., Costea T., Nencu I., Dutu L. E., Gird C. E.: Polyphenols contents and antioxidant activity of some Romanian wild edible mushrooms, FARMACIA, 2016; 64(2): 231-236. – 10. Robaszkiewicz A., Bartosz G., Lawrynówicz M., Soszyński M.: The Role of Polyphenols, β -Carotene, and Lycopene in the Antioxidative Action of the Extracts of Dried, Edible Mushrooms. J. Nutr. Metab. 2010; 173-274.

11. Index Fungorum data base [Internet] 2015 [cited 2015 december] Available from: <http://www.indexfungorum.com>. – 12. *Gan, C. H., Nurul Amira, B. and Asmah, R.* Antioxidant analysis of different types of edible mushrooms (*Agaricus bisporous* and *Agaricus brasiliensis*). International Food Research Journal 2013; 20(3): 1095-1102. – 13. *Singleton V.L., Rossi J.A.*: Colorimetry of total phenolics with phospho-molybdicphosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Viticult. 1965; 16: 144-158. – 14. *Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C.*: Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm Wiss Technology 1995; 28: 25-30. – 15. *Polak J., Bartoszek M., Stanimirova I.* : A study of the antioxidant properties of beers using electron paramagnetic resonance. Food Chemistry 2013; 141(3): 3042-3049. – 16. *Molyneux P.*: The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. J. Scitechnol, 2004; 26(2): 211-19.

Adres: 90-151 Łódź, ul. Muszyńskiego

Toczek Kamil, Paweł Glibowski, Emilia Matyjaszczyk

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE POWIDEL ŚLIWKOWYCH DOSTĘPNYCH NA RYNKU

Katedra Biotechnologii, Żywienia Człowieka i Towaroznawstwa Żywności
Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
Kierownik: prof. dr hab. Z. Targoński

Jednym z najbardziej popularnych przetworów owocowych są powidła śliwkowe. Produkcji powideł towarzyszy nieodłącznie kontrola techniczno-analityczna. Celem pracy było określenie właściwości fizykochemicznych powideł śliwkowych dostępnych na rynku. Zakres pracy obejmował analizę kwasowości ogólnej i czynnej, ekstraktu ogólnego, zawartości pektyn, suchej masy oraz smarowności. Ponadto wykonano pomiary krzywych płynięcia, analizę lepkości pozornej, modułów stratności i zachowawczego.

Słowa kluczowe: powidła śliwkowe, właściwości fizykochemiczne, konsument.
Key words: plum jam, physicochemical properties, consumer.

Powidła śliwkowe są to przetwory otrzymane przez zagęszczenie pulp i przecierów śliwkowych lub odpestkowanych owoców całych, z dodatkiem cukru i ewentualnie konserwantów. Powidła, są popularnym koncentratem z przecieru owocowego o charakterystycznym aromacie i barwie oraz smarownej konsystencji (1). Przez wiele lat w kraju powidła śliwkowe wytwarzano sposobem domowym lub rzemieślniczym zwykle bez dodatku cukru, używając najczęściej śliwek węgierek (2). Do produkcji przemysłowej powideł mogą być użyte owoce świeże (pozbawione pestek), mrożone, pasteryzowane oraz pulpa lub przecier śliwkowy, konserwowane chemicznie lub niekonserwowane (3). Cały proces produkcji, jak i wszelkie dodatki mają istotny wpływ na jego końcowe walory smakowe i konsystencję. W Polskich Normach (PN-93/A-75102), zdefiniowano powidła jak i ich właściwe cechy. Barwa powinna być brunatna z odcieniem czerwonym. Smak i zapach – słodko-kwaśny, charakterystyczny dla powideł, z posmakiem karmelu i użytych dodatków, bez posmaków i zapachów obcych. Konsystencja i wygląd – gęsta, smarowna masa z ewentualnymi fragmentami miąższu owoców, skórek i innych użytych składników. Skład chemiczny powideł śliwkowych zależy przede wszystkim od stopnia zagęszczania miąższu. Poważne zmiany wywołuje również domieszka cukru, w mniejszym zaś stopniu ewentualne dodatki przyprawowe i zmiany składników w wyniku ogrzewania (4). Celem pracy było określenie właściwości fizykochemicznych powideł śliwkowych dostępnych na rynku.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły powidła śliwkowe pochodzące od różnych producentów (tab. I), z których cztery należały do grupy produktów z tak zwanej marki własnej supermarketów (powidła marki własnej 1–4). Cztery pozostałe były to produkty firmowe występujące pod nazwą producenta (powidła firmowe 1–4). Do badań wykorzystano po 3 opakowania z każdego rodzaju powideł.

Tabela I. Charakterystyka materiału badawczego

Table I. Characteristics of the research material

L.p.	Nazwa	Nazwa skrócona	Liczba (g) owoców, z jakiej sporządzono 100 g produktu
1.	Powidła marki własnej 1	PMW1	212,5
2.	Powidła marki własnej 2	PMW2	180,0
3.	Powidła marki własnej 3	PMW3	182,0
4.	Powidła marki własnej 4	PMW4	165,0
5.	Powidła firmowe 1	PF1	180,0
6.	Powidła firmowe 2	PF2	182,0
7.	Powidła firmowe 3	PF3	190,0
8.	Powidła firmowe 4	PF4	180,0

Kwasowość ogólną powideł oznaczono metodą miareczkową (PN-A-75101-04:1990; PN-A-75101-04:1990/Az1:2002). Wyniki podano w przeliczeniu na procentową zawartość dominującego w przetworach ze śliwek kwasu jabłkowego. Kwasowość czynną mierzono za pomocą pehametru.

Oznaczanie ekstraktu ogólnego polegało na pomiarze współczynnika załamania światła w badanym roztworze za pomocą refraktometru i bezpośrednim odczycie zawartości ekstraktu w refraktometrze ze skalą cukrową (PN-90/A-75101/02; PN-A-75101-02:1990/Az1:2002)

Zawartość suchej masy oznaczono metodą suszarkową. Naczynka z 1 g powideł umieszczono w suszarce i suszono w temp. 60°C do uzyskania stałej masy. Oznaczenie wykonano w 3 powtórzeniach dla każdego badanego rodzaju powideł.

Zawartość pektyn oznaczono metodą wagową po rozpuszczeniu powideł w ciepłej wodzie, przesączeniu, a następnie dodaniu do przesączu roztworów kwasu octowego, chlorku wapnia i wodorotlenku sodu w celu wydzielenia pektynianu wapnia. Zawartość pektyn wyrażono jako ilość pektynianu wapnia.

Próbki powideł do pomiaru smarowności wyjmowano z chłodziarki i po osiągnięciu przez nie temp. 20°C umieszczano je w pojemnikach do pomiaru smarowności. Pomiaru smarowności wykonano za pomocą analizatora tekstury TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Wielka Brytania), z zastosowaniem przystawki do smarowności złożonej ze stożkowej końcówki zanurzającej się z prędkością 3 mm·s⁻¹ w pojemniku o kształcie odwróconego stożka na głębokość pozostawiającą 0,5 mm przerwy pomiędzy obiema częściami. Badania przeprowadzono w 2 powtórzeniach.

Badania reologiczne prowadzono w układzie współosiowym płytka-płytką za pomocą reometru RS 300 (Haake, Karlsruhe, Niemcy). Szerokość szczeliny między ząbkowanymi płytkami o średnicy 35 mm wynosiła 1 mm. Wszystkie pomiary wykonano w temp. 21°C, utrzymanej dzięki cyrkulacyjnej łaźni wodnej Haake DC30 (Haake, Karlsruhe, Niemcy). Wyniki rejestrowano komputerowo wykorzystując program Rheo Win Pro 2.91 (Haake, Karlsruhe, Niemcy).

W reologicznych badaniach oscylacyjnych określono wartości modułu zachowawczego i modułu stratności, w funkcji częstotliwości drgań, w zakresie od 0,1 do 100 Hz, przy odkształceniu 0,001 (0,1%), po wcześniejszej analizie krzywych odkształcenia. Do celów analitycznych użyto wartości modułów uzyskane w warunkach częstotliwości 1 Hz.

Lepkość pozorną oznaczono stosując szybkość ścinania 20 s⁻¹ przez 2 min. Do celów analitycznych wyznaczano średnią wartość lepkości w 90-, 105- i 120- sek. pomiaru.

Krzywe płynięcia wyznaczono przy szybkości ścinania 0,1–100 s⁻¹ w 5 etapach, co 2 min. Po osiągnięciu wartości maksymalnej przez 120 sek. Utrzymano ją na stałym poziomie, po czym zmniejszono ze 100 do 0,1 s⁻¹, również w 5 etapach co 2 min. Otrzymane krzywe opisano modelami *Herschley-Bulkley'a* oraz wyznaczono pole powierzchni histerezy tiksotropii.

Wartości średnich, odchyłeń standardowych oraz istotności różnic między średnimi dokonano stosując procedurę ANOVA z wykorzystaniem testu rozstępu *Studenta-Newmana-Keulsa*. Analizy prowadzono wykorzystując program SAS Enterprise Guide 3.0.3.414.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Konsumenci przy podejmowaniu decyzji o zakupie wielu produktów najczęściej kierują się względami ekonomicznymi. Zamożni klienci zazwyczaj kupują towar o wyższej cenie, gdyż kojarzy się im ona z wysoką jakością. Natomiast osoby o niskich dochodach decydują się na zakup tańszego produktu. W pracy dokonano oceny jakości 2 typów produktów: powideł marek własnych supermarketów (powidła tańsze), powideł sygnowanych nazwą wiodących na rynku producentów, zwanych dalej powidłami firmowymi (droższe).

W tab. II przedstawiono uzyskane wartości kwasowości ogólnej, które mieściły się w zakresie od 0,198 do 0,434 g/100 g. Według normy PN-93/A-75102 kwasowość ogólna w przeliczeniu na kwas jabłkowy nie powinna wynosić mniej niż 0,9%. Najniższą kwasowość oznaczono w PMW 4, natomiast najwyższą w PMW 1. Wszystkie badane powidła śliwkowe odznaczały się niższą kwasowością niż zaleca Polska Norma. Kwasowość ogólna stanowi istotny wskaźnik jakościowy produktów owocowych i jest sumą występujących w nich kwasów (obecnych naturalnie i dodanych) (5). Niektóre kwasy są celowo wprowadzane do produktów spożywczych. Powodują one obniżenie wartości pH produktu spożywczego, a w konsekwencji przedłużenie przydatności do spożycia danego produktu. Jony wodorowe hamują rozwój wielu gatunków bakterii i drożdży, dlatego do różnego rodzaju marynat wprowadza się kwas octowy, a do soków – kwas askorbinowy, często również środki utrwalające,

np. kwas mlekowy, cytrynowy lub fosforowy. Dlatego niska kwasowość powideł może być związana z dodatkiem obniżającym kwasowość na etapie produkcji powideł (6). W literaturze nie występuje zbyt wiele opracowań na temat powideł jednak wykonano kilka analiz dotyczących dżemów. Toczek i współpr. (7) badając kwasowość ogólną w dżemie wiśniowym otrzymali kwasowość ogólną na poziomie ok. 0,9%. Do podobnych wniosków w swojej pracy dotyczącej oceny jakościowej dżemów z dyni wzbogacanych pigwowcem, dereniem i truskawkami doszła Nawirska-Olszańska i współpr. (8).

Tab e l a II. Wyniki analizy fizykochemicznej dla analizowanych powideł

Tab l e II. Physicochemical results of the tested plum jam

Produkt	Pektyny (%)	Kwasowość ogólna (g/100 g)	Sucha masa (%)	Ekstrakt ogólny (%)	pH
PMW 1	0,202 ^{cde} ±0,139	0,434 ^a ±0,047	57,943 ^b ±0,370	47,9	3,24
PMW 2	0,046 ^e ±0,005	0,316 ^b ±0,038	59,260 ^{ab} ±1,555	49,9	3,33
PMW 3	0,583 ^a ±0,006	0,373 ^{ab} ±0,028	57,683 ^{bc} ±0,316	50,9	3,30
PMW 4	0,309 ^{dc} ±0,019	0,198 ^c ±0,006	61,573 ^a ±1,234	54,8	3,12
PF 1	0,548 ^{ab} ±0,004	0,291 ^{bc} ±0,019	57,623 ^{bc} ±0,405	46,9	3,24
PF 2	0,359 ^{bc} ±0,262	0,347 ^{ab} ±0,028	60,093 ^{ab} ±0,080	51,0	3,22
PF 3	0,136 ^{de} ±0,047	0,318 ^b ±0,018	58,413 ^b ±0,752	54,8	3,56
PF 4	0,303 ^{cd} ±0,011	0,281 ^{bc} ±0,004	55,390 ^c ±1,240	46,8	3,73

* a-e wartości średnie oznaczone różnymi literami w tej samej kolumnie różnią się w sposób statystycznie istotny przy $p \leq 0,05$

Wartości pH kształtowały się w zakresie od 3,12 w PMW 4 do 3,73 w PF 4, nie różniły się więc znacząco. Wartość pH powideł oraz dżemów jest ważnym czynnikiem w celu uzyskania optymalnych warunków do tworzenia żelu (9). Oznaczone pH było odpowiednie do wytworzenia się żelu.

Zawartość suchej masy badanych powideł wahała się w granicach od 55 w PMW 4 do 61% w PF 4. Hlavá (10) badał właściwości powideł śliwkowych w zależności od czasu gotowania. Zawartość suchej masy zwiększała się wraz z czasem gotowania i po 1 godz. gotowania wynosiła 33%, natomiast po 8 godz. gotowania 52%.

Według normy PN-93/A-75102 zawartość ekstraktu ogólnego oznaczonego refraktometrycznie nie powinna być mniejsza niż 54%. Zawartość ekstraktu ogólnego w wybranych powidłach śliwkowych (tab. II) tylko w przypadku PF 3 i PMW 4 była zbliżona do tego poziomu. Pozostała część powideł znajdowała się poniżej wymagań zawartych w normie. Zaniżona zawartość ekstraktu ogólnego może świadczyć o zmniejszonej w stosunku do deklarowanej zawartości owoców w produkcji lub zastosowaniu w trakcie procesu technologicznego mniejszej ilości cukru. W skład ekstraktu wchodzi głównie cukry, kwasy organiczne i substancje mineralne. Według Walkowiak-Tomczak i współpr. (11) zawartość ekstraktu w owocach śliwki odmiany Węgierka Zwykła wynosi 18,1%.

Zawartość pektyn nie jest określona normami, można natomiast stwierdzić, iż oznaczona ilość pektyn w większości badanych powideł jest stosunkowo duża, co

potwierdza tezę o wysokiej zawartości pektyn w owocach śliwki. W nieprzetworzonych śliwkach zawartość pektyn może wynosić nawet 30 g/kg śliwek (bez pestek) (12). Istotnie wyższą zawartość pektyn, w porównaniu do pozostałych powideł, uzyskały PMW 3 oraz PF 1 (tab. II). Według *Yildiz i Alpaslan* (13) zawartość pektyn w marmoladzie z dzikiej róży wynosi 0,62%.

W celu poprawnej interpretacji wartości smarowności należy nadmienić, że im wyższa wartość smarowności tym trudniejsze rozsmarowanie produktu (14). Smarowność powideł była bardzo zróżnicowana. Wszystkie powidła śliwkowe odznaczały się smarownością w przedziale od 292 do 712 g·s. Gorsza smarowność, może być spowodowana tym, iż produkt zawierał duże ilości skórek i kawałków owoców oraz posiadał rzadką konsystencję. Ze wszystkich przebadanych produktów najwyższą smarowność stwierdzono w przypadku PF 2 (tab. III).

Tabela III. Smarowność i analiza reologiczna

Table III. Spreadability and rheological analysis

Produkt	Smarowność (g·s)	Lepkość pozorna (Pa·s)	G' (Pa)	G'' (Pa)
PMW 1	419,9 ^c ± 10,9	247 ^d ± 12	781 ^c ± 75	439 ^c ± 44
PMW 2	292,6 ^d ± 34,8	162 ^f ± 4	1973 ^{bc} ± 304	771 ^{bc} ± 4
PMW 3	439,1 ^{cb} ± 25,1	251 ^d ± 14	5119 ^a ± 1133	1617 ^a ± 260
PMW 4	346,0 ^{cd} ± 32,0	207 ^e ± 4	1624 ^{bc} ± 403	453 ^c ± 108
PF 1	390,6 ^{cd} ± 3,0	275 ^c ± 3	2232 ^{bc} ± 615	760 ^{bc} ± 171
PF 2	712,5 ^a ± 19,9	453 ^a ± 6	3636 ^{ab} ± 453	1157 ^{ab} ± 111
PF 3	538,9 ^b ± 10,5	307 ^b ± 1	987 ^c ± 87	520 ^c ± 30
PF 4	398,5 ^{cd} ± 47,9	263 ^{cd} ± 13	2051 ^{bc} ± 67	918 ^{bc} ± 49

* a-f wartości średnie oznaczone różnymi literami w tej samej kolumnie różnią się w sposób statystycznie istotny przy $p \leq 0,05$

Na podstawie pomiaru krzywych płynięcia stwierdzono, że prawie wszystkie badane próbki wykazywały przepływ nienewtonowski, pseudoplastyczny z wyraźną pętlą histerezy (dane nie zamieszczone), co jest typowym zachowaniem dla większości produktów takich jak majonez, keczup czy musztarda (15) i oznacza np., że produkt łatwo poddaje się rozsmarowywaniu na pieczywie

W tab. III zestawiono wyniki pomiaru lepkości pozornej, modułu zachowawczego (G') i modułu stratności (G''). Lepkość pozorna powideł śliwkowych kształtowała się w przedziale od 162 do 453 Pa·s.

Moduł zachowawczy (G') obrazuje, jaka część energii zostaje zachowana przez układ w wyniku odkształcenia sprężystego, natomiast moduł stratności (G'') wskazuje, ile energii podczas odkształcenia zostało rozproszone w formie ciepła (16). Najwyższe wartości modułów G' i G'' określono dla PMW 3, natomiast najniższe dla PMW 1. Uzyskane wartości jednoznacznie świadczą o tym, że dominującą cechą powideł śliwkowych jest elastyczność (G' > G''). We wszystkich badanych powidłach śliwkowych wartości modułu stratności (G'') były mniejsze niż wartości modułu zachowawczego (G'). *Gao* i współpr. (17) badając właściwości reologiczne czterech

rodzajów dżemów, otrzymali taką samą zależność. Na uwagę zasługuje duże odchylenie standardowe modułu zachowawczego i stratności, wynikające prawdopodobnie z obecności w powidłach cząstek o różnych średnicach, co jest typową cechą powideł. W zależności od wzajemnego ułożenia cząstek powideł rejestrowane wartości parametrów reologicznych mogą się różnić wartościami. Potwierdzają to wyniki *Glibowskiego* i współprac. (18), który analizował żele inulinowe zawierające kryształy inuliny o niehomogennych średnicach.

WNIOSKI

1. Żadne z badanych powideł nie spełniało wymogów Polskiej Normy pod względem kwasowości ogólnej.
2. Wszystkie badane powidła śliwkowe wykazywały właściwości cieczy nienewtonowskich, pseudoplastycznych.
3. Analiza modułu zachowawczego G' i modułu stratności G'' wykazała, że dominującą cechą powideł śliwkowych nad lepkością jest elastyczność.

K. Toczek, P. Glibowski, E. Matyjaszczyk

THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF PLUM JAMS COMMERCIALY AVAILABLE ON THE MARKET

Summary

Plum jam is a popular concentrate made of the fruit purée with a characteristic aroma, color and spreadable consistency. Big popularity of plum jam results from its flavor, as well as the easiness in preparation, both in the household and in the industrial scale production. Parameters like titratable acidity, extract and pectin content as well as dry matter were analyzed. Rheological properties and spreadability of plum jams available on the market were also determined. In this study, plum jams from various manufacturers were analyzed. Four of the analyzed plum jams belonged to the group of products from the so-called private label of supermarkets. The other four were branded products marketed by the producers. Analyzed products had rheological properties suitable for jam. Almost all of the requirements for jam specified in the relevant Polish Standard (PN) have been met. All jam had lower acidity than the maximum admissible value specified in the Polish Standard.

PIŚMIENNICTWO

1. Świdorski F.: Towaroznawstwo żywności przetworzonej, Technologia i ocena jakościowa, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2003; 336-370. – 2. Jarczyk A. Plocharski W.: Technologia produktów owocowych i warzywnych, tom 1, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomiczno-Humanistycznej im. Prof. Szczepana A. Pieniążka w Skierniewicach, Skierniewice 2010; 172. – 3. Jarczyk A., Berdowski J. B.: Przetwórstwo owoców i warzyw, część 1. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna, Warszawa 1997; 64. – 4. Pijanowski E., Mrożewski S.: Technologia produktów owocowych i warzywnych, tom 2. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1976; 171. – 5. Świdorski F.: Towaroznawstwo żywności przetworzonej, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1999; 299-300. – 6. Krelowska-Kulas M.: Badanie jakości produktów spożywczych, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1993; 534-535. – 7. Toczek K., Malik A., Długosz K.: Porównanie wartości żywieniowej wiśniowych dżemów niskosłodzonych. Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce – Żywność, Młodzi Naukowcy, Poznań 2015; 89-93. – 8. Nawirska-Olszańska A., Kucharska A., Sokół-Lętowska A.: Ocena jakości dżemów

z dyni wzbogaconych pigwowcem, dereniem i truskawkami. *Żywność – Nauka – Technologia – Jakość*, 2010; 1(68): 40-48. – 9. *Hussain I., Shakir L.*: Chemical and organoleptic characteristics of jam prepared from indigenous varieties of apricot and apples, *WJDFS*, 2010; 5(1): 73-78. 10. *Havlá P.*: The rheologic properties of plum jam, *Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi* 2007; 11(3): 106-108.

11. *Walkowiak-Tomczak D.*: Wpływ stopnia dojrzałości na parametry fizyczno-chemiczne i zawartość związków polifenolowych w wybranych odmianach śliwek (*Prunus domestica*), Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań 2009. – 12. *Rop O., Jurikova T., Mlcek J., Kramarova D., Sengee Z.*: Antioxidant activity and selected nutritional values of plums (*Prunus domestica L.*) typical of the White Carpathian Mountains. *Scientia Horticulturae*, 2009; 122(4): 545-549. – 13. *Yildiz O., Alpaslan M.*: Properties of rose hip marmalades. *Food Technol. Biotechnol.*, 2012; 50(1): 98-106. – 14. *Glibowski P.*: Wpływ olejów roślinnych na teksturę bezwodnego tłuszczu mlecznego. *Acta Agrophysica*, 2007; 9(3): 603-612. – 15. *Juszczak L., Witczak M., Fortuna T., Banyś A.*: Rheological properties of commercial mustards, *IJFE*, 2004; 63(2): 209-217. – 16. *Glibowski P., Mleko S., Gustaw W., Chelstowska E.*: Właściwości reologiczne żeli WPI otrzymanych przez bezpośredni dodatek soli. *Annales, Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, Vol. Lix, Nr 1, Lublin 2004; 205-213. – 17. *Gao X., Yu T., Zhang Z., Xu J., Fu X.*: Rheological and sensory properties of four of jams, *JSPPR*, 2011; 2(11): 227-234. – 18. *Glibowski P., Kulik A., Masternak A.*: Wpływ temperatury ogrzewania na właściwości reologiczne żeli insulinowych, *Polimery*, 2012; 57(2): 111-116.

Adres: 20-704 Lublin, ul. Skromna 8

Karolina Szulc, Andrzej Lenart

WPLYW PARAMETRÓW SUSZENIA ROZPYŁOWEGO NA BARWĘ PROSZKÓW Z CZARNEGO BZU*

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji
Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Kierownik: prof. dr hab. *A. Lenart*

Celem pracy była ocena wpływu stopnia scukrzenia maltodekstryny oraz jej udziału w roztworze, a także dobór temperatury powietrza wlotowego podczas suszenia rozpyłowego na barwę otrzymanych proszków z czarnego bzu. Niezależnie od analizowanych parametrów uzyskane proszki z czarnego bzu odznaczały się wysoką zawartością cyjanidyn odpowiadających za barwę fioletową. Wzrost udziału nośnika przyczynił się do wzrostu jasności proszku.

Hasła kluczowe: proszki owocowe, czarny bez, suszenie rozpyłowe, parametry barwy.

Key words: fruit powders, elderberry, spray drying, colour parameters.

W ostatnich latach nastąpił intensywny wzrost badań dotyczący składników bioaktywnych znajdujących w żywności (1). Czarny bez jest bogatym źródłem antocyjanów (863 mg/dm^3) (2). Antocyjany uważane są jako potencjalne zamienniki dla barwników syntetycznych ze względu na ich intensywny, atrakcyjny odcień i rozpuszczalność w wodzie, co umożliwia ich wprowadzenie również do wodnych systemów żywnościowych, a także ze względu na płynące korzyści dla zdrowia (właściwości przeciwutleniające) (3). Antocyjany pochodzące z czarnego bzu mogą być stosowane w wielu produktach spożywczych (galaretki, kisiele, wyroby cukiernicze, dżemy, żelki) i napojach (czerwone wino), jak i nadawać barwę lekom i suplementom diety (4).

Suszenie rozpyłowe jest jedną z najczęściej stosowanych w przemyśle spożywczym technik wytwarzania żywności w formie proszku. Popularność tej metody wiąże się z możliwością uzyskania pożądanych cech gotowych produktów w proszku, elastycznością i niskimi kosztami prowadzenia procesu oraz dostępnością urządzeń (5, 6).

Celem pracy była ocena wpływu stopnia scukrzenia maltodekstryny oraz jej udziału w roztworze, a także dobór temperatury powietrza wlotowego podczas suszenia rozpyłowego na barwę otrzymanych proszków z czarnego bzu.

* Badania finansowane ze środków budżetowych na naukę w latach 2015–2016 jako grant wewnętrzny SGGW.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowił sok z czarnego bzu uzyskany przez tłoczenie (na zimno) owoców z czarnego bzu w prasie hydraulicznej, wyprodukowany w Zielonej Tłoczni (Polska), o zawartości ekstraktu 9,8 Brix. Jako nośnik w procesie suszenia rozpyłowego zastosowano maltodekstryny (MD) firmy Amylon (Czechy) o różnym stopniu scukrzenia DE odpowiednio: 10 i 20.

Przygotowano roztwory o różnym udziale suchej substancji (masy) soku do maltodekstryny (MD) odpowiednio: 2:1 i 1:1. W tym celu do soku odważano określoną ilość nośnika, wstępnie mieszano za pomocą szklanej bagietki, a następnie mieszano za pomocą homogenizatora Ultra Turrax T25/IKA Labortechnik (11000 obr/min, 5 min).

Proces suszenia rozpyłowego przeprowadzano w laboratoryjnej suszarce rozpyłowej LAB S1/Anhydro. Rozprysk cieczy dokonywany był za pomocą wirującego dysku rozpyłowego o częstości obrotów 39000 obr/min. Proces suszenia prowadzono przy temp. wlotowej powietrza odpowiednio: 120 i 160°C. Temperaturę wylotową powietrza we wszystkich eksperymentach utrzymywano na poziomie 70°C, regulując natężenie przepływu roztworu do suszarki za pomocą pompy perystaltycznej.

Analizę parametrów barwy suszonego rozpyłowo soku z czarnego bzu przeprowadzano za pomocą chromometru CR-5/Konica Minolta w systemie CIE $L^* a^* b^*$. Pomiaru dokonywano poprzez szklaną szalkę Petriego, a kalibrację wykonywano uwzględniając warstwę szkła. Wykonano 10 powtórzeń dla każdego proszku. Wyznaczono parametry barwy takie, jak: L^* (jasność 0 – 100), a^* (udział barwy od zielonej (–) do czerwonej (+) oraz b^* (udział barwy od niebieskiej (–) do żółtej (+) (7).

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu Statgraphics Plus 5.1. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Podziału na grupy homogeniczne dokonywano za pomocą testu *Tukeya* przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

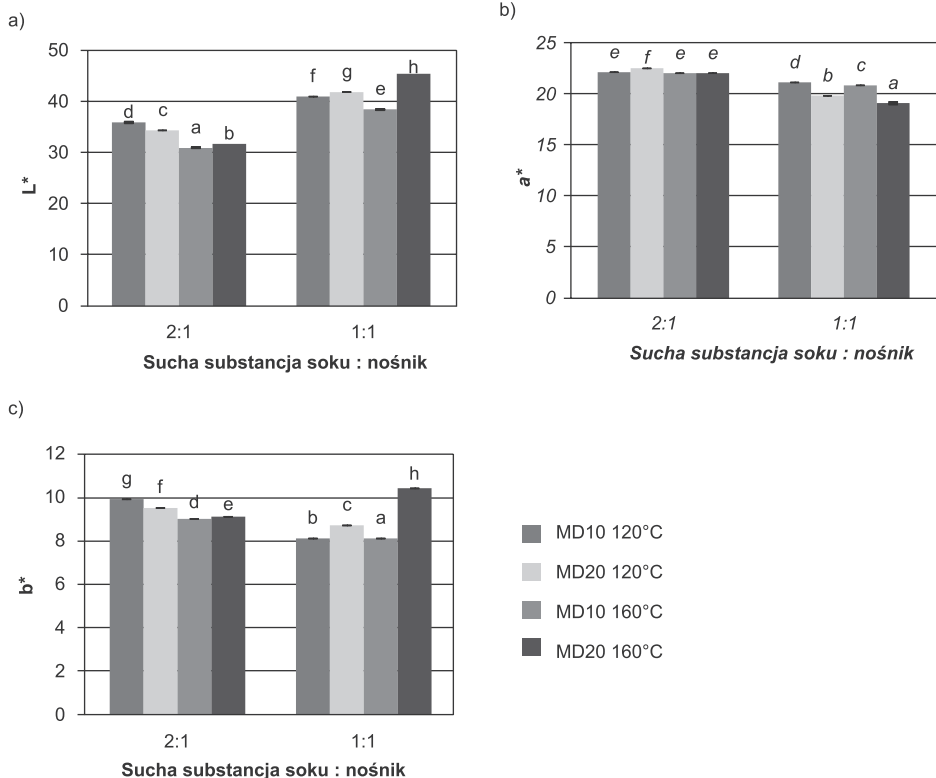
WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Suszenie rozpyłowe niezależnie od przyjętych parametrów procesu powoduje wzrost jasności proszku w stosunku do materiału przed suszeniem. Niezależnie od parametrów procesu suszenia rozpyłowego i dodatku nośnika wartości parametru barwy L^* dla otrzymanych proszków z czarnego bzu nie przekraczały 45, wartość ta była istotnie niższa w stosunku do proszku z czarnego bzu ($L^* = \sim 50$) otrzymanego przez *Murugesan* i *Orsat* (2). Wzrost stężenia nośnika przyczynił się do wzrostu wartości parametru barwy L^* soku z czarnego bzu w proszku (ryc. 1a). Zależność tą potwierdzają również badania prowadzone przez *Murugesan* i *Orsat* (2). Natomiast wzrost temp. powietrza wlotowego ze 120°C do 160°C powodował obniżenie parametru barwy L^* (pociemnienie). Wyjątek stanowił proszek uzyskany przy wyższym stężeniu i wyższym stopniu scukrzenia DE maltodekstryny w temp. powietrza wlotowego 160°C, który odznaczał się najwyższą wartością parametru barwy L^* . Wzrost stopnia scukrzenia maltodekstryny DE z 10 do 20 wpłynął w większości przypadków na wzrost parametru L^* . Odwrotną zależność zaobserwowali *Nayak*

i *Rastogi* (4), wraz ze wzrostem stopnia scukrzenia maltodekstryny w zakresie DE 6–33 proszek wykazywał niższą wartość parametru L^* .

Z kolei wzrost stężenia nośnika przyczynił się do obniżenia wartości parametru barwy a^* soku z czarnego bzu w proszku (ryc. 1b). Także wzrost temp. powietrza wlotowego ze 120°C do 160°C powodował wzrost obniżenie parametru barwy a^* (udział barwy czerwonej). Wzrost stopnia scukrzenia maltodekstryny miał istotny wpływ na udział barwy czerwonej w analizowanym proszku, ale zależność ta była niejednoznaczna.

Ponadto zaobserwowano, że wraz ze wzrostem stężenia nośnika następowało obniżenie wartości parametru barwy b^* soku z czarnego bzu w proszku (ryc. 1c). Wyjątek stanowił proszek uzyskany przy wyższym stężeniu i wyższym stopniu scukrzenia DE maltodekstryny w temp. powietrza wlotowego 160°C, który odznaczał się największym udziałem barwy żółtej. Zarówno temperatura powietrza wlotowego zastosowana w procesie suszenia rozpyłowego soku z czarnego bzu, jak i stopień scukrzenia maltodekstryny (nośnika) wpływał w sposób niejednoznaczny na analizowaną wartość parametru b^* .



Ryc. 1. Parametry barwy proszków z czarnego bzu: a) L^* , b) a^* , c) b^*

^a Wartości, przy których występują różne litery na rycinie są znacząco różne przy poziomie $p < 0,05$.

Fig. 1. Colour parameters of elderberry powders: a) L^* , b) a^* , c) b^*

^a Values followed by a different letter in the figure are significantly different at $p < 0.05$.

WNIOSKI

1. Wzrost stężenia nośnika przyczyniał się do wzrostu wartości parametru barwy L^* oraz obniżenia parametrów barwy a^* i b^* soku z czarnego bzu w proszku. Natomiast wzrost temp. powietrza wlotowego ze 120°C do 160°C powodował obniżenie parametru barwy L^* (pociemnienie). Wzrost stopnia scukrzenia maltodekstryny DE z 10 do 20 wpłynął w większości przypadków na wzrost parametru L^* .

2. Uzyskane proszki z czarnego bzu stanowią dobre źródło barwnika, który z powodzeniem może być wykorzystywany do różnego rodzaju produktów spożywczych.

K. Szulc, A. Lenart

EFFECT OF SPRAY DRYING PARAMETERS ON COLOUR OF ELDERBERRY POWDERS

Summary

The aim of the study was to evaluate the effect of the dextrose equivalent and its proportion in the extract, as well as select inlet air temperature during spray drying to improve color of elderberry powders. Regardless of the analyzed parameters, the resultant powders were characterized by a high content of cyanidin responsible for the purple color. Growing proportion of carrier in the extract (elderberry juice) increased brightness of elderberry powders.

PIŚMIENNICTWO

1. Sidor A., Gramza-Michalowska A.: Advanced research on the antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food – a review. *J. Funct. Foods*, 2015; 18: 941-958. – 2. Murugesan R., Orsat V.: Spray Drying of elderberry (*Sambucus nigra* L.) juice to maintain its phenolic content. *Dry. Technol.*, 2011; 29: 1729-1740. – 3. Franceschinis L., Salvatori D.M., Sosa N., Schebor K.: Physical and functional properties of blackberry freeze- and spray-dried powders. *Dry. Technol.*, 2014; 32: 197-207. – 4. Nayak Ch.A., Rastogi N.K.: Effect of selected additives on microencapsulation of anthocyanin by spray drying. *Dry. Technol.*, 2010; 28: 1396-1404. – 5. Janiszewska E., Witrowa-Rajchert D.: Właściwości fizyczne mikrokapsułkowanych aromatów spożywczych otrzymanych w wyniku suszenia rozpyłowego. W: D. Witrowa-Rajchert, A. Lenart, R. Rybczyński (red.) Wpływ procesów technologicznych na właściwości materiałów i surowców roślinnych. Wydawnictwo Naukowe FRNA, Komitet Agrofizyki PAN, Lublin, 2010; 31-42. – 6. Villacrez J.L., Carriazo J.G., Osorio C.: Microencapsulation of andes berry (*Rubus glaucus* Benth.) aqueous extract by spray drying. *Food Bioprocess Tech.*, 2014; 7: 1445-1456. – 7. Szulc K., Lenart A.: Surface modification of dairy powders: Effects of fluid-bed agglomeration and coating. *Int. Dairy J.*, 2013; 3: 55-61.

Adres: 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159

Agnieszka Filipiak-Florkiewicz, Adam Florkiewicz¹, Joanna Filipek, Wiktor Berski², Iwona Mentel, Maja Dymińska-Czyż, Maria Brzegowy

ŻYWNOŚĆ FUNKCJONALNA W OPINII OSÓB REGULARNIE UCZĘSZCZAJĄCYCH NA ZAJĘCIA SPORTOWE.

CZ. II. OCENA PREFERENCJI I MOTYWÓW WYBORU TEJ ŻYWNOŚCI

Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji
Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie
Kierownik: prof. dr hab. E. Cieślik

¹ Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności
Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie
Kierownik: prof. dr hab. inż. T. Fortuna

² Katedra Technologii Węglowodanów
Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie
Kierownik: prof. dr hab. inż. H. Gambuś

Celem pracy była ocena stanu wiedzy osób regularnie uczęszczających na zajęcia sportowe w zakresie żywności funkcjonalnej, jak również zbadanie ich oczekiwań i preferencji odnośnie produktów funkcjonalnych. Połowa badanych spożywała produkty funkcjonalne, przy czym 1/3 osób wybierała je mając świadomość ich korzystnego wpływu na zdrowie. Większość respondentów stwierdziła, że produkty funkcjonalne są potrzebne na rynku, a najchętniej przez nich wybieranymi były by te, o obniżonej zawartości tłuszczu, cholesterolu oraz cukru.

Słowa kluczowe: żywność funkcjonalna, badania ankietowe, uprawianie sportu.
Key words: functional foods, survey, sports.

Żywność funkcjonalną stanowi żywność zawierająca określone substancje odżywcze lub funkcyjne, bądź pozbawiona składników niepożądanych zdrowotnie, co w sposób pożądaný i zamierzony wpływa na jedną lub więcej funkcji organizmu. Ostatnie lata cechuje intensywny rozwój rynku żywności funkcjonalnej także w Polsce. Jednym z elementów wpływających na rozwój rynku żywności funkcjonalnej jest świadomość konsumentów oraz ich intencje i zachowania nabywcze (1).

Celem pracy była ocena stanu wiedzy osób regularnie korzystających z zajęć sportowych w zakresie żywności funkcjonalnej, jak również zbadanie ich oczekiwań i preferencji odnośnie produktów funkcjonalnych.

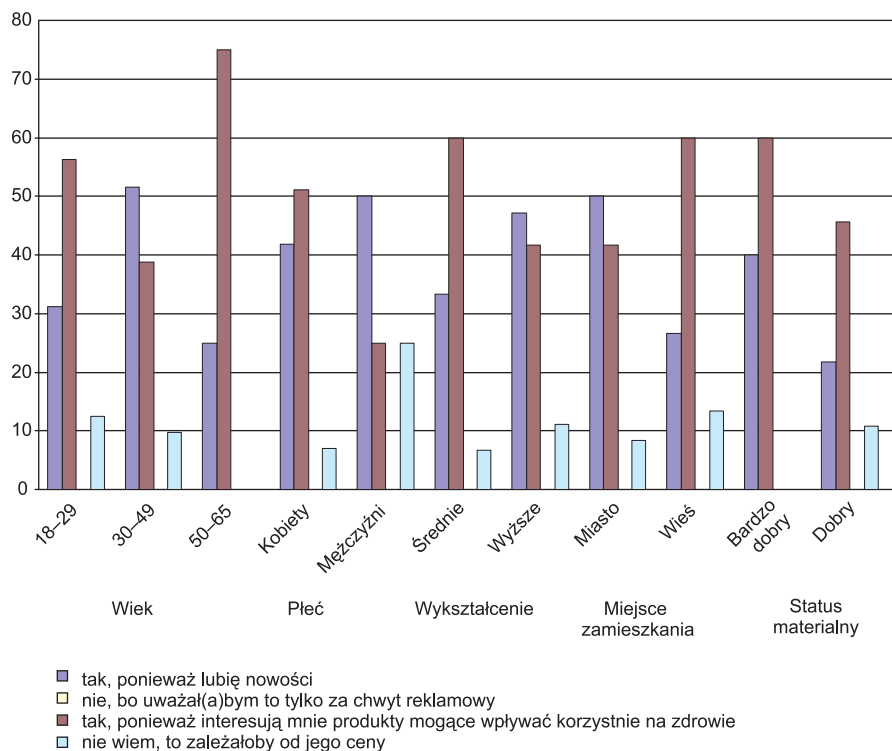
MATERIAŁ I METODY

Badania ankietowe zostały przeprowadzone w maju 2015 r. w grupie 102 osób (w wieku od 18–65 lat), będących mieszkańcami województwa małopolskiego, uczęszczających regularnie na zajęcia sportowe. Większość respondentów stanowi-

ły kobiety (86%). Ponad 30% osób było w wieku 18–29 lat, 61% w wieku 30–49 lat, a tylko 8% w wieku 50–65 lat. Większość z nich posiadało wyższe wykształcenie (71%), a 29% średnie wykształcenie. Wśród badanych nie było osób z wykształceniem podstawowym. Mieszkańcy miast stanowili 71%, a wsi 29%. Zaledwie 10% osób określiło swój status materialny jako „bardzo dobry”, natomiast aż 90% jako „dobry”. Do przeprowadzenia badań wykorzystano kwestionariusz składający się z 20 pytań typu zamkniętego, jednokrotnego lub wielokrotnego wyboru. Pytania miały na celu sprawdzenie wiedzy respondentów na temat żywności funkcjonalnej i prozdrowotnej, jej składu, wpływu na organizm człowieka oraz preferencji i oczekiwań konsumentów w stosunku do tego rodzaju produktów.

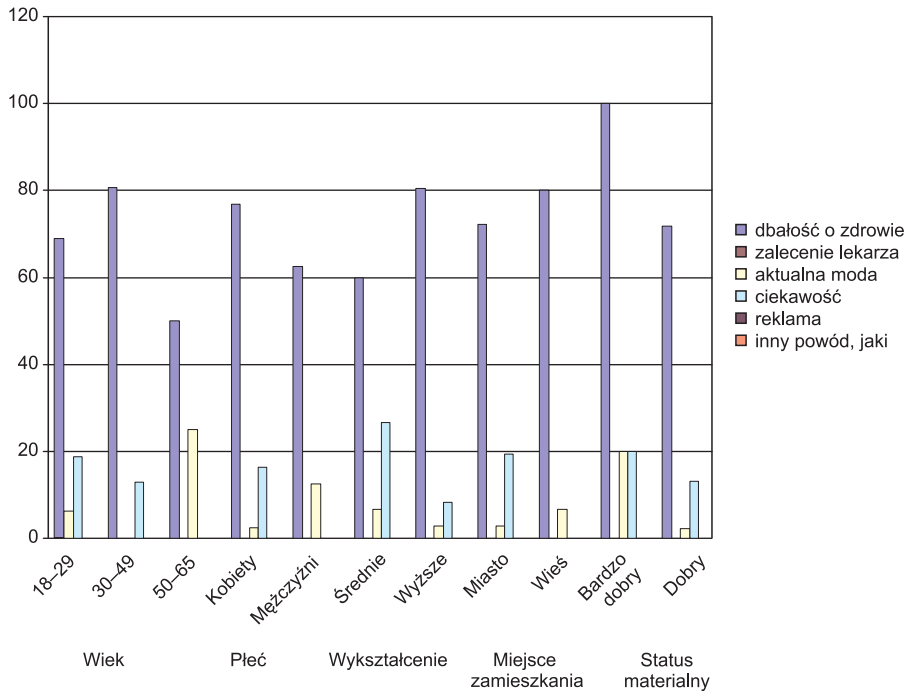
WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Na podstawie przeprowadzonych ankiet, stwierdzono, iż respondentów charakteryzowało bardzo pozytywne podejście do żywności funkcjonalnej (ryc. 1). Aż 90%



Ryc. 1. Procent odpowiedzi na pytanie „Gdyby miał/a Pan/i możliwość spróbowania nowego produktu, zawierającego składnik o udowodnionym działaniu prozdrowotnym, to czy kupiłby/aby Pan/i ten produkt?” w zależności od wieku respondentów, płci, wykształcenia, miejsca zamieszkania i statusu materialnego.

Fig. 1. The percentages of answers to the question: “If you had the chance to try a new product containing an ingredient proven to be healthy, would you buy such product?” depending on respondents’ age, gender, education, place of residence and financial status.



Ryc. 2. Procent odpowiedzi na pytanie „Jaki jest główny motyw wyboru przez Panią/Pana produktów funkcjonalnych (prozdrowotnych)?” w zależności od wieku respondentów, płci, wykształcenia, miejsca zamieszkania i statusu materialnego.

Fig. 2. The percentages of answers to the question: “What is the main reason for choosing by you the functional products?” depending on respondents’ age, gender, education, place of residence and financial status.

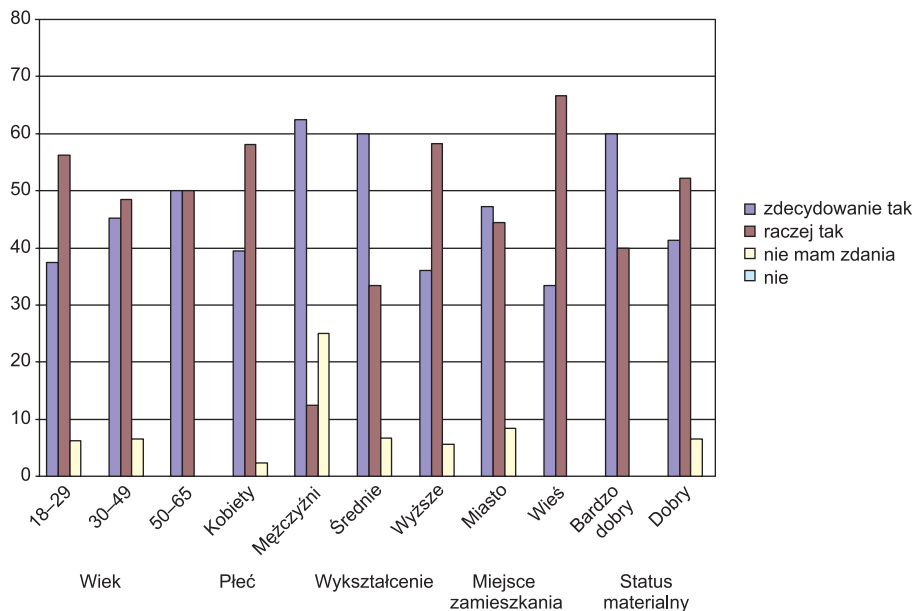
ankietowanych (zarówno kobiet jak i mężczyzn) deklarowało, że spożywa produkty funkcjonalne. Również 90% osób wyrażało gotowość do kupna nowego produktu funkcjonalnego, o udowodnionym działaniu prozdrowotnym, gdyby miała możliwość spróbowania go. W badaniach przeprowadzonych przez *Górecką* i współprac. (2) także ponad połowa badanych przez nich osób deklarowała kupno żywności funkcjonalnej, (zdecydowanie więcej kobiet niż mężczyzn). Również *Czapska* i współprac. (3) zauważyli, że to właśnie kobiety były głównymi konsumentami żywności funkcjonalnej. Wyniki te są odmienne z przedstawionymi przez *Childs* (4) w których, głównymi nabywcami produktów prozdrowotnych były kobiety, dobrze wykształcone, w przedziale wiekowym 35–55 lat, o wysokim statusie majątkowym. Również *Verbeke* (5) twierdzi, że to kobiety zostały wskazane jako najbardziej prawdopodobni konsumenci żywności funkcjonalnej. Badania *Góreckiej* i współprac. (2) wykazały, że żywność prozdrowotna była kupowana przez ponad połowę respondentów, jednak istotnie więcej kobiet nabywało tego rodzaju produkty. Już *Childs* i *Poryzees* (6) oraz *Gilbert* (7) stwierdzili, iż większe zainteresowanie kobiet jest o tyle ważne, iż to właśnie one odpowiedzialne są w większości gospodarstw za zakupy żywności.

Respondenci deklarujący spożywanie żywności funkcjonalnej, w większości nie umieli jednoznacznie stwierdzić, czy zauważają jej pozytywny wpływ na swój organizm (59% badanych), tylko jedna czwarta ankietowanych była zdania, że dostrzega takie działanie.

Osoby, które wskazywały, że spożywają żywność funkcjonalną, kierowały się różnymi motywami, jednak najczęściej była to dbałość o zdrowie (ryc. 2). Zjawisko to potwierdzają również *Kozirok* i współpr. (8).

Opinia badanych osób o potrzebie istnienia na rynku produktów funkcjonalnych była istotnie zależna zarówno od płci, jak i wykształcenia respondentów (ryc. 3). Prawie wszystkie kobiety były zdania, że produkty takie są potrzebne na rynku. Tylko 2% pań nie miała zdania na ten temat. Wśród mężczyzn natomiast, aż 25% z nich nie wiedziało jaką odpowiedź wybrać, a 2/3 była zdecydowanie pewna, że produkty takie są na rynku potrzebne. Podobnych odpowiedzi udzielały osoby ze średnim wykształceniem. Osoby z wykształceniem wyższym były zdania, że produkty te raczej są potrzebne na rynku, ale nie miały co do tego stuprocentowej pewności.

Respondenci wykazali jednakowe preferencje odnośnie rodzajów żywności funkcjonalnej i najczęściej wybierali tą o obniżonej zawartości tłuszczu, cholesterolu oraz cukru (tab. I). Jedynie miejsce zamieszkania miało istotny wpływ na wskazywane produkty. Osoby mieszkające w mieście wskazywały na produkty o obniżonej ka-



Ryc. 3. Procent odpowiedzi na pytanie „Czy Pani(a) zdaniem produkty funkcjonalne są potrzebne na rynku?” w zależności od wieku respondentów, płci, wykształcenia, miejsca zamieszkania i statusu materialnego.

Fig. 3. The percentages of answers to the question: “Do you think that functional products are needed on the market?” depending on respondents’ age, gender, education, place of residence and financial status.

T a b e l a I. Procent odpowiedzi na pytanie „Na jaki rodzaj produktów funkcjonalnych jest największe zapotrzebowanie?” w zależności od wieku respondentów, płci, wykształcenia, miejsca zamieszkania i statusu materialnego

T a b e l e I. The percentages of answers to the question: “What kind of functional products are in highest demand?” depending on respondents’ age, gender, education, place of residence and financial status

	Wiek			Płeć		Wykształcenie			Miejsce zamieszkania		Status materialny	
	18–29	30–49	50–65	kobiety	mężczyźni	średnie	wyższe	miasto	wieś	bardzo dobry	dobry	
												56,25
O obniżonej kaloryczności	56,25	32,26	75,00	39,53	62,50	53,33	38,89	47,22	33,33	40,00	43,48	
O obniżonej zawartości cukru	56,25	64,52	50,00	62,79	50,00	60,00	61,11	55,56	73,33	80,00	58,70	
O obniżonej zawartości tłuszczu i cholesterolu	62,50	64,52	100,00	67,44	62,50	53,33	72,22	55,56	93,33	100,00	63,04	
Dla osób chorych na osteoporozę	6,25	6,45	0,00	6,98	0,00	6,67	5,56	8,33	0,00	0,00	6,52	
Wspomagające odchudzanie	25,00	16,13	0,00	18,60	12,50	20,00	16,67	22,22	6,67	20,00	17,39	
Inne, jakie ...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

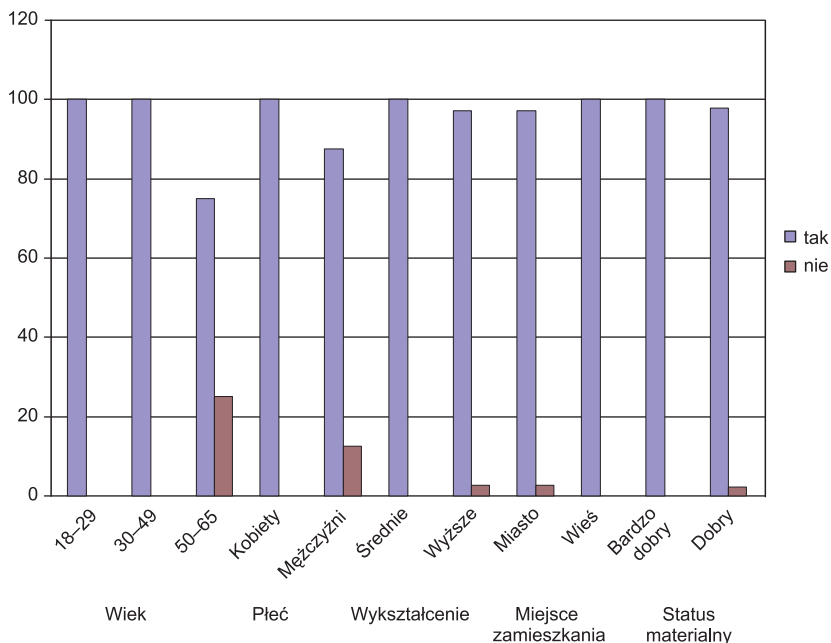
T a b e l a II. Procent odpowiedzi na pytanie „Gdzie najczęściej dokonuje Pan/i zakupu żywności?” w zależności od wieku respondentów, płci, wykształcenia, miejsca zamieszkania i statusu materialnego

T a b e l e II. The percentages of answers to the question: “Where do you usually buy food?” depending on respondents’ age, gender, education, place of residence and financial status

	Wiek			Płeć		Wykształcenie			Miejsce zamieszkania		Status materialny	
	18–29	30–49	50–65	kobiety	mężczyźni	średnie	wyższe	miasto	wieś	bardzo dobry	dobry	
												43,75
Hypermarkiecie/supermarkecie (np. Tesco)	43,75	41,94	100,00	46,51	50,00	40,00	50,00	52,78	33,33	60,00	45,65	
Sklepie dyskontowym (np. Biedronka, Lidl)	75,00	51,61	25,00	55,81	62,50	46,67	61,11	52,78	66,67	60,00	56,52	
Małym sklepie np. osiedlowym	56,25	70,97	25,00	62,79	62,50	60,00	63,89	66,67	53,33	60,00	63,04	
Sklepie specjalistycznym, np. z żywnością ekologiczną	0,00	12,90	0,00	9,30	0,00	6,67	8,33	8,33	6,67	20,00	6,52	
Sklepie internetowym	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Na targowisku	31,25	29,03	25,00	34,88	0,00	13,33	36,11	25,00	40,00	40,00	28,26	

loryczności oraz wspomagające odchudzanie. Część mieszkańców miast wybrała również produkty dla osób chorych na osteoporozę. Nieco odmiennie wyniki w swoich badaniach uzyskała *Szczepaniak* i współpr. (9). Ponad połowa badanych przez autorów respondentów preferowała produkty o obniżonej zawartości tłuszczu (53%) z tego większość stanowiły kobiety. Tylko jeden na czterech badanych wybierał żywność ze zmniejszoną zawartością soli, zaś z obniżoną zawartością cukru 37%, dodatkowo w większości byli to mężczyźni.

Zgodnie z uzyskanymi danymi, większość kobiet biorących udział w badaniu oraz osoby w wieku 18-50 lat samodzielnie dokonywało zakupów żywnościowych (ryc. 4). Jedynie 13% panów (którzy zarazem stanowili 25% grupy w wieku 50–75 lat) powierzało tę czynność innej osobie. Bez względu na miejsce zamieszkania, status materialny oraz wykształcenie, ankietowani najchętniej dokonywali zakupów w małych sklepach (np. osiedlowe), oraz sklepach dyskontowych (tab. II). W środowisku wiejskim związane jest to zapewne z mniejszym zagęszczeniem sklepów. Badania przeprowadzone wśród belgijskich konsumentów przez *Verbeke* i współpr. (5) wskazują, że większość respondentów brała na siebie odpowiedzialność dostarczania zakupów żywnościowych do swoich domów. Do podobnych wniosków doszli *Urala i Lahteenmaki* (10), 85% badanych przez nich fińskich konsumentów, zadeklarowało, że dostarcza przynajmniej połowę żywności do swojego gospodarstwa domowego samodzielnie.



Ryc. 4. Procent odpowiedzi na pytanie „Czy dokonuje Pan/i zakupów żywnościowych samodzielnie?” w zależności od wieku respondentów, płci, wykształcenia, miejsca zamieszkania i statusu materialnego.
Fig. 4. The percentages of answers to the question: “Do you decide in person what food you buy?” depending on respondents’ age, gender, education, place of residence and financial status.

Table III. Procent odpowiedzi na pytanie „Jakich produktów funkcjonalnych oczekiwał(a)by Pan/i na rynku żywności?” w zależności od wieku respondentów, płci, wykształcenia, miejsca zamieszkania i statusu materialnego

Table III. The percentages of answers to the question: “What kind of functional products do you expect on the food market?” depending on respondents’ age, gender, education, place of residence and financial status

	Wiek			Płeć		Wykształcenie		Miejsce zamieszkania		Status materialny	
	18–29	30–49	50–65	kobiety	mężczyźni	średnie	wyższe	miasto	wieś	bardzo dobry	dobry
	Tuszcze do smarowania pieczywa, np. margaryna	25,00	32,26	75,00	32,56	37,50	33,33	33,33	36,11	26,67	80,00
Napoje	50,00	38,71	75,00	46,51	37,50	53,33	41,67	41,67	53,33	60,00	43,48
Pieczywo	37,50	51,61	50,00	46,51	50,00	40,00	50,00	47,22	46,67	40,00	47,83
Produkty zbożowe typu płatki, makarony	56,25	48,39	50,00	53,49	37,50	46,67	52,78	47,22	60,00	80,00	47,83
Produkty mleczne	31,25	48,39	50,00	46,51	25,00	33,33	47,22	41,67	46,67	80,00	39,13
Wędliny	18,75	29,03	0,00	20,93	37,50	20,00	25,00	25,00	20,00	20,00	23,91
Jaja	6,25	3,23	25,00	6,98	0,00	6,67	5,56	5,56	6,67	0,00	6,52
Gotowe desery, np. lody	43,75	6,45	25,00	18,60	25,00	20,00	19,44	25,00	6,67	20,00	19,57
Inne (proszę wpisać, jakie?)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Table IV. Procent odpowiedzi na pytanie „Która z wymienionych poniżej cech decyduje najczęściej o zakupie przez Panią/Pana produktu?” w zależności od wieku respondentów, płci, wykształcenia, miejsca zamieszkania i statusu materialnego

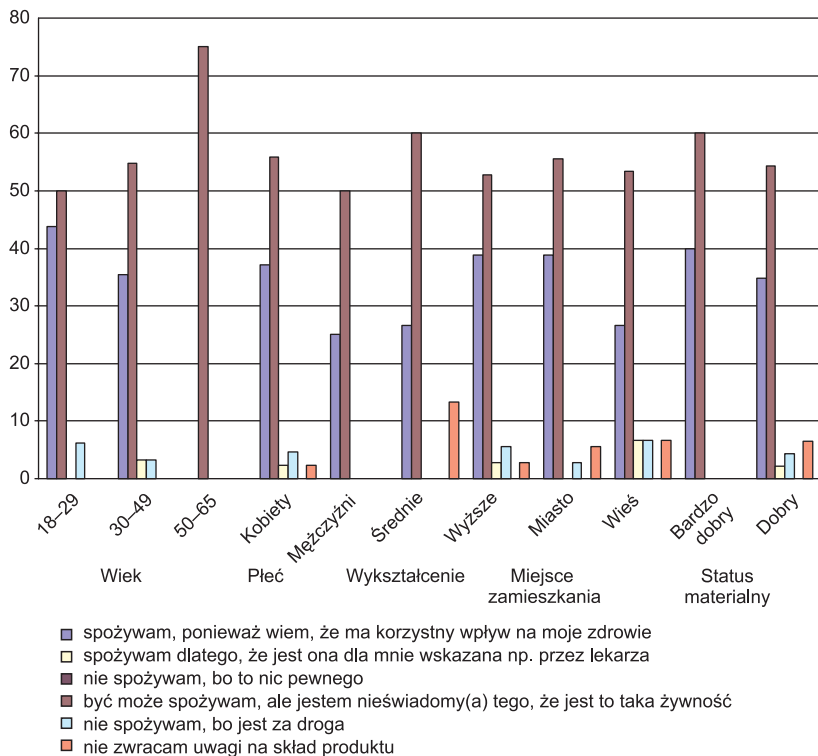
Table IV. The percentages of answers to the question: “Which of the features specified below cause that you buy the product?” depending on respondents’ age, gender, education, place of residence and financial status

	Wiek			Płeć		Wykształcenie		Miejsce zamieszkania		Status materialny	
	18–29	30–49	50–65	kobiety	mężczyźni	średnie	wyższe	miasto	wieś	bardzo dobry	dobry
	Jakość	87,50	80,65	75,00	81,40	87,50	86,67	80,56	86,11	73,33	80,00
Marka	18,75	9,68	0,00	11,63	12,50	13,33	11,11	11,11	13,33	0,00	13,04
Zaufanie do producenta	18,75	32,26	75,00	30,23	37,50	33,33	30,56	25,00	46,67	80,00	26,09
Cena	62,50	35,48	50,00	46,51	37,50	40,00	47,22	47,22	40,00	20,00	47,83

Wiek respondentów był czynnikiem różnicującym podczas wyboru artykułów, które cieszyły się największym zainteresowaniem wśród produktów funkcjonalnych na rynku żywności (tab. III). Najmłodsza grupa badanych najczęściej wskazywała produkty zbożowe (typu płatki, makarony), napoje i gotowe desery (np. lody). Wśród osób w średnim wieku najpopularniejsze okazały się produkty zbożowe (typu płatki, makarony), pieczywo, napoje i produkty mleczne. Najstarsza z badanych grup najchętniej wskazywała na tłuszcze do smarowania pieczywa oraz napoje. Podobne wyniki badań uzyskano w przytaczanym już wcześniej raporcie „Żywność funkcjonalna 2012 – czyli co ma Polak na talerzu?”(11). Zgodnie z nimi najczęściej wybieranymi produktami funkcjonalnymi były produkty mleczne, napoje oraz produkty zbożowe. Również wg badań *Rogdaki* (12) wiek miał istotny wpływ na rodzaj kupowanych produktów funkcjonalnych, ponieważ osoby w wieku powyżej 50 lat najchętniej wybierały tłuszcze i margaryny do smarowania pieczywa, podczas gdy osoby młodsze chętniej wybierały produkty probiotyczne.

Respondenci wykazali się również dużą świadomością tego co spożywają, ponieważ blisko 70% z nich zwracało uwagę na skład kupowanych produktów (ryc. 5). Czynnikiem różnicującym okazały się tu jednak wiek i płeć. Najbardziej świadomymi konsumentami były kobiety i osoby w wieku 18–29 lat. Mężczyźni, skład produktów spożywczych sprawdzali dużo rzadziej, a osoby w wieku 50–65 robiły to bardzo rzadko lub w ogóle. Do tych samych wniosków doszli w swoich badaniach *Górecka* i współpr. (2), stwierdzając że znacznie więcej kobiet niż mężczyzn brało pod uwagę skład (zawartość i rodzaj) wszystkich składników w kupowanych przez siebie produktach spożywczych. Osoby najmłodsze (w wieku 20–29 lat) najrzadziej zwracały uwagę na skład produktów. Także wg badań *Czapskiej* i współpr. (3) korzyści zdrowotne były głównym motywem zakupu żywności prozdrowotnej, ale dotyczyło to przede wszystkim respondentek. Większość (3/4) z nich deklarowało zakup żywności prozdrowotnej, a 66% uznawało oferowany przez nią asortyment za zadowalający. Badania *Koziorok* i współpr. (8) wykazały, że dla 66% respondentów, powodem sięgania po produkty funkcjonalne było utrzymanie dobrego stanu zdrowia. Dowiedziono, iż czynniki warunkujące wybory konsumentów nie były istotnie zależne ani od ich płci ani od wykształcenia respondentów.

Kupując wszelkie produkty spożywcze, wyborów dokonujemy kierując się różnymi czynnikami. W przeprowadzonym badaniu status materialny ankietowanych miał zasadniczy wpływ na cechy, które determinowały ich wybory podczas nabywania produktów żywnościowych (tab. IV). Osoby o bardzo dobrym statusie materialnym jednogłośnie wskazały „jakość” i „zaufanie do producenta” jako cechy dla nich najistotniejsze. Dla osób o dobrym statusie materialnym najważniejsze były „jakość” oraz „cena”. Dla wszystkich badanych osób najmniej istotna okazała się być „marka” produktu. Badania przeprowadzone przez *Lappalainen* i współpr. (13) wskazywały podobną tendencję: jakość/świeżość (74%), cena (43%), smak (38%), chęć zdrowego odżywiania (32%), wpływ rodziny (29%). *Childs* i *Poryzees* (6) potwierdzili, że cena oraz jej postrzeganie jest głównym czynnikiem przewidującym przyszłe potencjalne nabywanie produktów funkcjonalnych. Zdaniem *Verbeke* i współpr. (5) żywność funkcjonalna postrzegana jest jako zbyt droga, co obniża jej akceptację przez konsumentów. Również zdecydowana większość respondentów badanych przez *Górecką* i współpr. (2) uważała, że produkty funkcjonalne mają zbyt wysoką cenę.



Ryc. 5. Procent odpowiedzi na pytanie „Jaki jest Pani/Pana stosunek do żywności funkcjonalnej?” w zależności od wieku respondentów, płci, wykształcenia, miejsca zamieszkania i statusu materialnego.

Fig. 5. The percentages of answers to the question: “What is your attitude towards functional food?” depending on respondents’ age, gender, education, place of residence and financial status.

Wszystkie grupy badanych osób zdecydowaną większością stwierdziły, że informacje na temat żywności funkcjonalnej nie są ogólnodostępne. Ankietowani, oczekiwali aby opakowanie produktu funkcjonalnego zawierało przede wszystkim informacje o tym, jaki wpływ na zdrowie ma spożywanie danego produktu (tab. V). Istotna była dla nich także informacja odnośnie zawartości składników prozdrowotnych. Również *Sosińska* i współprac. (14) stwierdzili, że najatrakcyjniejszym opakowaniem produktu funkcjonalnego jest takie, które zawiera szczegółowy opis sposobu działania zawartych składników na zdrowie. Dla polskich ankietowanych nawet sama informacja na temat występowania składników prozdrowotnych ma duże znaczenie przy zakupie. Belgijscy badani mniejszą uwagę przywiązują do samej atrakcyjności opakowania tego typu produktów. Kilka ciekawych wniosków na temat opinii konsumentów dotyczącej informacji umieszczonych na artykułach prozdrowotnych dostarczyła *Stojanovic* i współprac. (15). Badani przez nich respondenci, którzy byli lepiej poinformowani o koncepcji żywności funkcjonalnej oraz ci, którzy zgadzali się ze stwierdzeniem, że etykiety produktów funkcjonalnych były pomocne przy zakupie środków spożywczych, częściej sięgali po produkty funkcjonalne.

Table V. Procent odpowiedzi na pytanie Czym powinno odznaczać się opakowanie produktu funkcjonalnego?" w zależności od wieku respondentów, płci, wykształcenia, miejsca zamieszkania i statusu materialnego

Table V. The percentages of answers to the question: "What should characterize the functional product packaging?" depending on respondents' age, gender, education, place of residence and financial status

	Wiek			Płeć		Wykształcenie		Miejsce zamieszkania		Status materialny	
	18-29	30-49	50-65	kobiety	mężczyźni	średnie	wyższe	miasto	wieś	bardzo dobry	dobry
	Powinno mieć atrakcyjny wygląd (kolorowe, zwracające uwagę)	18,75	25,81	25,00	23,26	25,00	20,00	25,00	27,78	13,33	60,00
Powinno zawierać informację odnośnie składników prozdrowotnych	62,50	70,97	25,00	67,44	50,00	60,00	66,67	72,22	46,67	80,00	63,04
Powinno zawierać informację o tym, jaki wpływ na zdrowie ma spożywanie tego produktu (np. Obniżanie poziomu cholesterolu we krwi)	68,75	74,19	50,00	69,77	75,00	66,67	72,22	66,67	80,00	80,00	69,57
Opakowanie nie ma znaczenia	6,25	9,68	0,00	9,30	0,00	13,33	5,56	8,33	6,67	0,00	8,70

Table VI. Procent odpowiedzi na pytanie „Co Pana(i) zdaniem należałoby zrobić, aby zwiększyć zainteresowanie konsumentów żywnością prozdrowotną?" w zależności od wieku respondentów, płci, wykształcenia, miejsca zamieszkania i statusu materialnego

Table VI. The percentages of answers to the question: "What do you think should be done in order to increase consumer interest in healthy food?" depending on respondents' age, gender, education, place of residence and financial status

	Wiek			Płeć		Wykształcenie		Miejsce zamieszkania		Status materialny	
	18-29	30-49	50-65	kobiety	mężczyźni	średnie	wyższe	miasto	wieś	bardzo dobry	dobry
	Akcje informacyjne dotyczące żywności prozdrowotnej w prasie, radiu, telewizji, internecie	68,75	51,61	100,00	62,79	50,00	46,67	66,67	58,33	66,67	80,00
Specjalistyczne sklepy z żywnością prozdrowotną	18,75	16,13	0,00	18,60	0,00	33,33	8,33	19,44	6,67	20,00	15,22
Osobne stanowiska w sklepach	37,50	48,39	25,00	41,86	50,00	53,33	38,89	47,22	33,33	40,00	43,48
Zwiększyć edukację na temat zasad zdrowego odżywiania	62,50	48,39	75,00	60,47	25,00	46,67	58,33	52,78	60,00	80,00	52,17
Promocje, degustacje w sklepach	56,25	32,26	0,00	41,86	12,50	26,67	41,67	33,33	46,67	60,00	34,78
Uważam, że nie ma takiej potrzeby	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Osoby biorące udział w badaniu uważały, że istnieje potrzeba zwiększania zainteresowania tematyką żywności prozdrowotnej wśród konsumentów (tab. VI). Osoby z wyższym wykształceniem stwierdziły, że najefektowniejszym byłoby stworzenie akcji informacyjnych dotyczących żywności prozdrowotnej w prasie, radiu, telewizji oraz Internecie, jak również zwiększenie edukacji na temat zasad zdrowego odżywiania. Osoby o wykształceniu średnim preferowałyby natomiast tworzenie osobnych stanowisk w sklepach. Badania dotyczące dostępu do informacji na temat żywności funkcjonalnej przeprowadzili także *Annunziata i Vecchio* (16). Prawie wszyscy konsumenci deklarowali potrzebę zdobycia większej liczby informacji, podając jako konieczne wdrożenie kampanii informacyjnych i edukacji publicznej oraz umieszczanie opisów dotyczące korzyści zdrowotnych na etykiecie produktu.

WNIOSKI

1. Połowa badanych spożywała produkty funkcjonalne, przy czym 1/3 osób wybierała produkty funkcjonalne mając świadomość ich korzystnego wpływu na zdrowie. Jednocześnie niewiele osób deklarowało, że ich sposób odżywiania nie jest „zdrowy”.

2. Większość respondentów stwierdziła, że produkty funkcjonalne są potrzebne na rynku, a najchętniej przez nich wybieranymi były by te o obniżonej zawartości tłuszczu, cholesterolu oraz cukru.

3. Ankietowani oczekiwali aby opakowanie produktu funkcjonalnego zawierało informacje w jaki sposób wpływa on na zdrowie i jakie składniki prozdrowotne zawiera.

4. Większość ankietowanych osób uznała, że informacje dotyczące żywności funkcjonalnej nie są ogólnodostępne. Wskazywano na niedostateczną przekaz zarówno na opakowaniu jak i w mediach.

5. Jakość i cena to dwie główne cechy determinujące zakup produktów żywnościowych przez ankietowanych. Większość respondentów zwracała uwagę na skład kupowanych produktów żywnościowych.

A. Filipiak-Florkiewicz, A. Florkiewicz, J. Filipek, W. Berski,
I. Mentel, M. Dymińska-Czyż, M. Brzegowy

FUNCTIONAL FOOD IN THE OPINION OF REGULARLY EXERCISING CONSUMERS. PART II. EVALUATION OF THE PREFERENCES AND REASONS FOR SELECTION OF THAT FOOD

Summary

Functional food contains selected nutrients or functional ingredients, or is depleted of unhealthy constituents and exerts intended beneficial effect on one or more body functions. Awareness of the consumers and their intentions and purchasing behavior represent one of the elements affecting the development of functional food market.

The aim of this study was to evaluate the state of knowledge on functional food among people regularly practicing sports activities, as well as to learn about their expectations and preferences regarding functional products.

More than half of the respondents were convinced of the beneficial effects of the product on health, if it contains the ingredients quoted above. Half of the respondents consumed functional products, while 1/3 of the subjects chose them being aware of their beneficial effects. Majority of the respondents said that functional products were needed on the market, and they usually chose products with reduced content of fat, cholesterol or sugar. Quality and price were the two main factors that determined the purchase of food products by the respondents. The majority of respondents paid attention to the composition of the food products they bought.

PIŚMIENNICTWO

1. *Jeżewska-Zychowicz M., Babicz-Zielińska E., Laskowski W.*: Uwarunkowania spożycia żywności wzbogacanej w witaminy i składniki mineralne – wybrane aspekty. *Roczn. PZH* 2010; 61(2): 155-158.
- 2. *Górecka D., Czarnocińska J., Idzikowski M., Kowalec J.*: Postawy osób dorosłych wobec żywności funkcjonalnej w zależności od wieku i płci. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2009; 4(65): 320-326.
- 3. *Czapska M., Jeznach M., Święcicka A.*: Zachowania konsumentów na rynku żywności funkcjonalnej. *Handel Wewnętrzny*, 2002; 48: 30-33.
- 4. *Childs N.M.*: Functional foods and the food industry: consumer, economic and product development issues. *Journal of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods*, 1997; 1(2): 25-43.
- 5. *Verbeke W., Moriaux S., Viaene J.*: Consumer knowledge and attitude towards functional foods in Belgium: evidence from empirical research. *Ann. Nutr. Metab.*, 2001; 45(1): 114.
- 6. *Childs N.M., Poryzees G.H.*: Foods that help prevent disease: consumer attitudes and public policy implications. *Journal of Consumer Marketing*, 1997; 14(6): 433-44.
- 7. *Gilbert L.*: The consumer market for functional foods. *Journal of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods*, 1997; 1(3): 5-21.
- 8. *Kozirok W., Baumgart A., Babicz-Zielińska E.*: Postawy i zachowania konsumentów wobec żywności prozdrowotnej. *Bromat. Chem Toksykol*, 2012; 45(3): 1030-1034.
- 9. *Szczepaniak B., Górecka D., Flaczyk E.*: Postawy konsumentów wobec prozdrowotnych artykułów żywnościowych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003; 30: 1158-1162.
- 10. *Urala N., Lahteenmaki L.*: Consumers' changing attitudes towards functional foods. *Food Qual Prefer*, 2007; 18(1): 1-12.
11. *Siewierska M.*: Co ma Polak na talerzu? *Agro Przemysł*, 2012;1: 8-12.
- 12. *Rogdaki E.*: Praferenzen der Konsumenten für funktionelle Lebensmittel, Dissertation, Universität Hohenheim, Institut für Agrarpolitik und Landwirtschaftliche Marktlehreder, 18. Juni 2003.
- 13. *Lappalainen R., Kearney J., Gibney M.*: A pan EU survey of consumer attitudes to food, nutrition and health: an overview. *Food Qual Prefer*, 1998; 9: 467-478.
- 14. *Sosińska E., Terlicka K., Krygier K.*: Żywność funkcjonalna w opinii polskich i belgijskich konsumentów. *Przemysł Spożywczy*, 2006; 10: 49-52.
- 15. *Stojanovic Z., Filipovic J., Mugosa B.*: Consumer acceptance of functional foods in Montenegro. *MNJE*, 2013; 9(3): 65-74.
- 16. *Annunziata A., Vecchio R.*: Functional foods development in the European consumer perspective. *J. Func. Foods.*, 2011; 3(3): 223-228.

Adres: 30-149 Kraków, ul. Balicka 122

Barbara Wójcik-Stopczyńska, Joanna Czajka, Paweł Kiedos

WPLYW OBRÓBKI WSTĘPNEJ I ZAMRAŻANIA NA ZMIANY ZAWARTOŚCI ZWIĄZKÓW ODŻYWCZYCH I AZOTANÓW(V) W KORZENIACH PIETRUSZKI

Katedra Ogrodnictwa, Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa,
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
Kierownik: prof. dr hab. *D. Jadczyk*

W pracy określono zmiany zawartości suchej masy, cukrów ogółem, białka ogółem, błonnika surowego, polifenoli ogółem, witaminy C oraz azotanów(V), zachodzące w korzeniach pietruszki odmiany „Jagienka” w wyniku ich obróbki wstępnej oraz zamrożenia i zamrażalniczego przechowywania. Zmiany wymienionych składników oceniono w mrożonkach otrzymanych z materiału nieblanszowanego i blanszowanego.

Hasła kluczowe: korzenie pietruszki, składniki chemiczne, blanszowanie, zamrażanie.

Key words: parsley roots, chemical compounds, blanching, freezing.

Pietruszka zwyczajna (*Petroselinum crispum* Mill.) jest popularną rośliną z rodziny selerowatych (*Apiaceae*). W obrębie gatunku wyróżnia się dwie odmiany uprawne: pietruszkę korzeniową i naciową, obejmującą typy o gładkich oraz kędzierzawych liściach. Pietruszka korzeniowa jest uprawiana głównie w krajach o umiarkowanym klimacie, przy czym zarówno jej korzenie, jak i liście użytkuje się w celach kulinarnych, medycznych i kosmetycznych (1). Jest to cenne warzywo przyprawowe, które swoje właściwości aromatyczne zawdzięcza obecności olejku eterycznego, wykazującego też działanie moczopędne i żółciopędne. Spośród podstawowych składników odżywczych, korzenie pietruszki zawierają najwięcej węglowodanów, głównie cukrów (2). Są też zasobne w białko, witaminę C i E, błonnik oraz związki mineralne, jak potas, wapń, fosfor i żelazo (3). W korzeniach pietruszki występują również witaminy z grupy B – tiamina, ryboflawina, pirydoksyna (4). Na podkreślenie zasługuje też obecność takich fitozwiązków jak: tokoferole, polifenole (3, 5, 6) i karotenoidy, a wśród nich β -karotenu (4). Szereg składników występujących w pietruszce (m.in. witamina C i E, polifenole, karotenoidy) posiada silne właściwości antyoksydacyjne i ich obecność w diecie uważana jest za ważny czynnik obniżający ryzyko rozwoju chorób cywilizacyjnych (3).

Mając na uwadze korzyści płynące ze spożycia warzyw nie należy zapominać, iż mogą one gromadzić azotany(V), w ilościach zależnych od gatunku i odmiany oraz warunków uprawy (7). Badania wskazują, że w korzeniach pietruszki występują niekiedy znaczne ilości azotanów(V) (4). Związki te są stosunkowo nieszkodliwe, jednak ok. 5% azotanów(V) przyjętych z pożywieniem, ulega w organizmie konwer-

sji do toksycznych azotanów(III). Mogą one m.in. reagować z aminami i formować kancerogenne nitrozoaminy, a także utleniać hemoglobinę krwi do methemoglobiny, która nie ma zdolności do transportowania tlenu w organizmie (7).

Skład chemiczny surowych warzyw zależy od czynników genetycznych, klimatycznych i agrotechnicznych (8). Ulega też zmianom podczas przechowywania i zabiegów technologicznych – mycia, obierania (9), blanszowania oraz utrwalania przez zamrożenie (1, 10, 11). Badania zmian składu chemicznego korzeni pietruszki, zachodzących w wyniku zamrażania są nieliczne, przy czym wskazują, że stopień tych zmian zależy od cech odmianowych (2). Znaczenie ma też sposób przygotowania warzyw do zamrożenia (1, 11). Celem pracy było określenie zmian zawartości niektórych składników odżywczych oraz azotanów(V), zachodzących w korzeniach pietruszki odmiany „Jagienka” w wyniku ich obróbki wstępnej oraz zamrożenia i zamrażalniczego przechowywania. Zmiany oceniono w mrożonkach otrzymanych z materiału nieblanszowanego i blanszowanego.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w laboratorium Katedry Ogrodnictwa, w okresie październik 2014 r. – styczeń 2015 r. Materiałem badawczym były korzenie pietruszki odmiany „Jagienka”, pochodzące od producenta warzyw, prowadzącego ich uprawę na terenie Wyspy Puckiej w Szczecinie. Do badań zakupiono ok. 6 kg korzeni. Przebrany surowiec poddano myciu pod bieżącą, zimną wodą. Po osuszeniu z wody, korzenie obrano ręcznie, obieraczką ze stali nierdzewnej firmy Victorinox, opłukano i rozdrobnilo na kostkę 1×1×1 cm. Następnie połowę krajanki zblanszowano w wodzie – 3 min w temp. 90°C (1). Przygotowaną kostkę – blanszowaną i nieblanszowaną, zamrożono w urządzeniu Polar ZS-13, w temp. –25°C i przechowywano w tych warunkach przez 3 miesiące. W każdym z wariantów sporządzono po 3 porcje, każda o masie ok. 0,5 kg, które pakowano w torebki z folii polietylenowej przeznaczonej do zamrażania żywności, ze szczelnym zamknięciem strunowym.

W materiale surowym (korzenie umyte, nieobrane), w kostce z korzeni obranych – nieblanszowanej i blanszowanej oraz w mrożonkach z kostki blanszowanej i nieblanszowanej (w pierwszej dobie po zamrożeniu oraz po 3 miesiącach przechowywania w stanie zamrożonym), oznaczono zawartość (12): suchej masy – metodą suszarkowo-wagową (suszenie w temp. 105°C do stałej masy), cukrów ogółem – metodą *Luffa-Schoorla* (opartą na reakcji redukcji w środowisku zasadowym soli miedziowej obecnej w odczynniku *Luffa*, przez cukry redukujące zawarte w badanym roztworze), białka ogółem – klasyczną metodą *Kjeldahla* (z mineralizacją próbek kwasem siarkowym(VI), oddestylowaniem i oznaczeniem powstałego amoniaku, przez miareczkowanie destylatu mianowanym roztworem HCl), witaminy C, jako kwasu L-askorbinowego – metodą *Tillmansa* (poprzez miareczkowanie próbek mianowanym roztworem 2,6-dichlorofenolindofenolu) oraz błonnika surowego – metodą *Scharrera-Kürschnera*, na podstawie wagowego oznaczenia substancji, pozostałych po gotowaniu próbek (0,5 h pod chłodnicą zwrotną) w mieszaninie kwasów: octowego, azotowego(V) i trichlorooctowego. Ponadto, określono zawartość polifenoli ogółem, kolorymetryczną metodą *Folina-Ciocalteu* (13). Bazuje ona na redukcji

przez związki fenolowe, zawartego w odczynniku *Folina-Ciocalteu* molibdenu(VI) do molibdenu(V), w wyniku czego powstaje niebieski związek. Pomiarów intensywności zabarwienia badanych próbek dokonywano za pomocą spektrofotometru Helios- γ , przy dł. fali 750 nm. Do sporządzenia krzywej wzorcowej wykorzystano roztwór kwasu galusowego. Zawartość polifenoli ogółem wyrażano w mg kwasu galusowego w odniesieniu do 100 g produktu. W badanym materiale oceniono też zawartość azotanów(V), stosując metodę kolorymetryczną *Johnsona-Ulricha* (14). Zasada oznaczenia polega na reakcji jonów azotanowych z kwasem 1-fenolo-2,4,-disulfonowym, z którym jony te tworzą kwas nitrofenolodisulfonowy. Po zalkalizowaniu przechodzi on w formę zjonizowaną, zabarwioną na żółto. Pomiaru intensywności zabarwienia, proporcjonalnej do stężenia azotanów, dokonywano na w/w spektrofotometrze, przy dł. fali 410 nm.

Oznaczenia wykonywano w trzech równoległych próbkach, każde w dwóch powtórzeniach. Przeprowadzono ocenę statystyczną wyników metodą analizy wariancji. Istotność różnic między średnimi wyznaczono za pomocą testu *Tukey'a*, przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Średnią zawartość suchej masy oraz niektórych jej składników, oznaczoną w surowych korzeniach pietruszki odmiany „Jagienka” przedstawiono w tab. I.

Tab e l a I. Zawartość suchej masy i niektórych jej składników w surowych oraz poddanych obróbce wstępnej korzeniach pietruszki

Tab l e I. The content of dry matter and some of its components in raw and pre-treated parsley roots

Badany składnik	Korzenie pietruszki				
	surowe – nieobrane, umyte	obrane, pokrojone na kostkę		kostka blanszowana	
		zawartość	% zmian*	zawartość	% zmian*
Sucha masa, %	17,51 ^a	17,76 ^a	+1,40	15,33 ^b	-12,45
Cukry ogółem, g · 100 g ⁻¹	8,63 ^a	8,19 ^b	-5,09	6,80 ^c	-21,20
Białko ogółem, g · 100 g ⁻¹	3,84 ^a	3,79 ^a	-1,30	3,26 ^b	-15,10
Błonnik surowy, g · 100 g ⁻¹	1,16 ^a	1,15 ^a	-0,86	1,08 ^a	-6,90
Polifenole ogółem, mg · 100 g ⁻¹	40,96 ^a	38,75 ^a	-5,40	36,18 ^{ab}	-11,67
Witamina C, mg · 100 g ⁻¹	27,94 ^a	23,74 ^b	-15,03	19,57 ^c	-29,96
Azotany(V), mg NO ₃ ⁻ · kg ⁻¹	206,73 ^a	207,33 ^a	+0,29	109,73 ^b	-46,92

* – w stosunku do zawartości w korzeniach surowych; wartości oznaczone w wierszu tymi samymi literami, nie różnią się istotnie

Porównanie uzyskanych wyników z badaniami innych autorów wskazuje, że na występujące różnice mogły mieć wpływ cechy odmianowe. W korzeniach odmiany „Jagienka” koncentracja suchej masy (17,51%) oraz witaminy C (27,94 mg·100 g⁻¹) jest niższa, niż w badanych przez *Bąkowskię* i współpr. (2) korzeniach odmian „Berlińska”, „Cukrowa”, „Lenka”, w których stwierdzono 18,5–24,3% suchej masy

oraz 34,4–50,4 mg·100 g⁻¹ witaminy C. Poziom cukrów ogółem (8,63 g·100 g⁻¹) mieści się natomiast w zakresie wartości (6,3–9,7%) określonym dla tych odmian przez w/w autorów (2). W pietruszce „Jagienka” średnia zawartość białka ogółem (3,84 g·100 g⁻¹) i błonnika surowego (1,16 g·100 g⁻¹) odbiega od wartości podawanych przez *Kunachowicz* i współpr. (15), a wynoszących odpowiednio 2,6 i 3,5%. Z kolei średnia zawartość polifenoli ogółem (40,96 mg·100 g⁻¹) w pietruszce ocenianej w pracy jest wyższa, niż w badanej przez *Borowskiego* i współpr. (5) – 29,84 mg·100 g⁻¹, ale niższa, niż uzyskali *Cieślik* i współpr. (6) – 67 mg·100 g⁻¹ (6).

Koncentracja azotanów(V) wynosiła w korzeniach odmiany „Jagienka” 206,73 mgNO₃⁻·kg⁻¹. *Pokluda* (4) podaje wyniki wskazujące, że w korzeniach pietruszki zawartość azotanów(V) waha się od <100 do >1000 mgNO₃⁻·mg·kg⁻¹. Na tle tych wartości koncentrację azotanów(V) w pietruszce „Jagienka”, można określić jako stosunkowo niską.

Dane zamieszczone w tab. I wskazują, że zawartość badanych składników występująca w korzeniach surowych, uległa zmianom pod wpływem zastosowanych zabiegów obróbki wstępnej. Stopień tych zmian był różnicowany w zależności od składnika i procesu. Obranie i rozdrobnienie opłukanych korzeni na kostkę, powodowało istotne obniżenie zawartości witaminy C (o 15,03%) oraz cukrów ogółem (o 5,9%). Wpływ na to miała zapewne dobra rozpuszczalność tych składników w wodzie oraz wrażliwość witaminy C na utlenianie (8). Koncentracja pozostałych składników, po obraniu i rozdrobieniu korzeni, nie uległa znaczącym zmianom. Warto jednak nadmienić, że nastąpił niewielki wzrost zawartości suchej masy i azotanów(V). Podobną tendencję inni autorzy (9) odnotowali w obranych korzeniach marchwi, co tłumaczono zróżnicowanym rozmieszczeniem składników w poszczególnych częściach korzenia i większym ich nagromadzeniem w rdzeniu, niż w korze. Blanszowanie kostki przeznaczonej do zamrożenia (tab. I), spowodowało istotne zmniejszenie w niej zawartości wszystkich składników, za wyjątkiem błonnika. W stosunku do stanu początkowego, największy i korzystny ubytek (o 46,92%) odnotowano w wypadku azotanów (V). W mniejszym stopniu obniżyła się zawartość suchej masy (o 12,45%) oraz poszczególnych składników odżywczych i bioaktywnych – polifenoli (o 11,67%), białka (o 15,10%), cukrów (o 21,20%) i witaminy C (o 29,96%). Podobnie jak w tej pracy, inni autorzy również wykazali stabilne zachowanie błonnika w procesie blanszowania (10) oraz zróżnicowane, w zależności od gatunku warzyw i warunków blanszowania, ubytki suchej masy, cukrów, witaminy C i azotanów (2, 10, 11), a także straty azotu ogólnego (16) oraz polifenoli (17).

Zmiany zawartości badanych składników w materiale zamrożonym, w zależności od sposobu otrzymania mrozonek (z blanszowaniem i bez blanszowania) oraz czasu ich zamrażalniczego przechowywania (24 h i 3 miesiące), przedstawiono w tab. II.

Mrożonki sporządzone z kostki blanszowanej, w porównaniu do mrozonek otrzymanych z kostki nieblanszowanej, zawierały istotnie mniej suchej masy, cukrów ogółem, białka ogółem i azotanów(V) oraz zbliżoną ilość błonnika. Natomiast, mimo ubytków w procesie blanszowania, mrożonki te zawierały istotnie więcej witaminy C, a zawartość polifenoli nie różniła się od ich poziomu w kostce poddanej zamrożeniu bez blanszowania. Uwzględniając powyższe oraz fakt, że czas przechowywania mrozonek wpłynął na istotne obniżenie się w nich średniej zawartości właśnie witaminy C i polifenoli, widoczne jest, iż ubytki tych składników zachodziły

intensywniej w mrożonce z kostki nieblanszowanej. Mniejsze straty witaminy C w czasie przechowywania mrozonek z materiału blanszowanego, niż w otrzymanych bez blanszowania, odnotowali też inni autorzy (1, 11). *Kosson* i współprac. (17) stwierdzili, że straty związków polifenolowych, zachodzące podczas dziewięciu miesięcy przechowywania w zamrożonych po blanszowaniu brokułach, były stosunkowo niewielkie, ale zależne od typu związku.

Tab e l a II. Średnia zawartość suchej masy i niektórych jej składników w mrożonej kostce z pietruszki w zależności od zastosowania zabiegu blanszowania (czynnik I) oraz czasu składowania mrozonki (czynnik II)

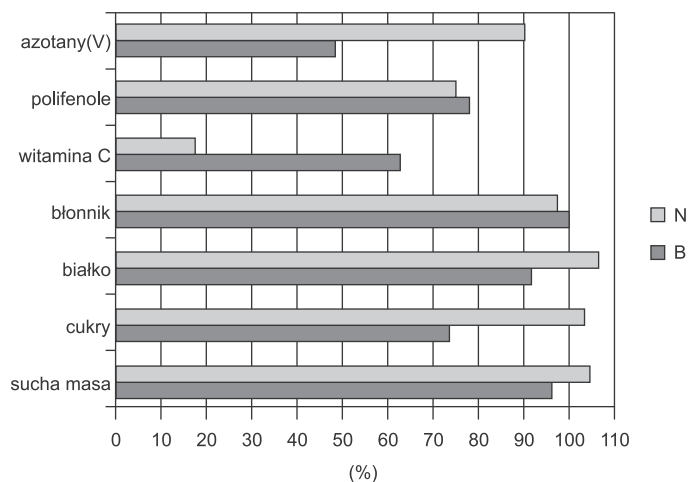
Tab l e II. Average content of dry matter and some of its components in frozen cubes of parsley depending on the use of blanching process (I factor) and time of frozen cubes storage (II factor)

Badany składnik	Zawartość w zależności od procesu technologicznego (I)			Zawartość w zależności od czasu składowania mrozonki (II)			Interakcja I/II
	mrozonka*	średnia	NIR _{0,05}	czas	średnia	NIR _{0,05}	
Sucha masa (%)	N	18,21	1,159	24 h	16,98	n.i.	n.i.
	B	16,35		3 mies.	17,53		
Cukry (g · 100 g ⁻¹)	N	8,79	0,227	24 h	7,84	n.i.	n.i.
	B	6,69		3 mies.	7,63		
Białko (g · 100 g ⁻¹)	N	4,08	0,204	24 h	3,80	n.i.	n.i.
	B	3,47		3 mies.	3,74		
Błonnik (g · 100 g ⁻¹)	N	1,16	n.i.	24 h	1,17	n.i.	n.i.
	B	1,16		3 mies.	1,15		
Witamina C (mg · 100 g ⁻¹)	N	5,75	1,170	24 h	13,60	1,811	I/II=0,870
	B	19,06		3 mies.	11,21		
Polifenole (mg · 100 g ⁻¹)	N	32,54	n.i.	24 h	33,64	1,078	I/II=1,524
	B	32,43		3 mies.	31,33		
Azotany(V) (mg · 100 g ⁻¹)	N	184,97	20,787	24 h	146,58	n.i.	n.i.
	B	104,88		3 mies.	143,25		

* – mrozonka otrzymana z kostki: N – nieblanszowanej, B – blanszowanej

Wyniki zamieszczone w tab. II wskazują, że poza witaminą C i polifenolami, średnia zawartość pozostałych analizowanych składników utrzymywała się w czasie przechowywania mrozonek na stabilnym poziomie. Z danych przedstawionych na ryc. 1 wynika jednak, że sposób przygotowania mrozonek miał duży wpływ na końcową zawartość ocenianych składników. W stosunku do stanu początkowego (tj. w korzeniach surowych), po zakończeniu przechowywania mrozonek, w produkcie z materiału nieblanszowanego odnotowano wzrost koncentracji suchej masy, cukrów i białka. Fakt ten można tłumaczyć zjawiskiem ususzki zachodzącym w czasie przechowywania mrozonek (18). W przypadku mrozonki otrzymanej z kostki blanszowanej, można sądzić, że nad wzrostem koncentracji wymienionych składników w wyniku ususzki, przeważał jednak ubytek ich zawartości zachodzący w procesie blanszowania. *Bąkowski* i współprac. (2) odnotowali, że w porównaniu do stanu po blanszowaniu, w czasie pięciu miesięcy zamrażalniczego przechowywania mrozonki

z korzeni pietruszki, wzrosła w niej ilość suchej masy, jednak końcowa zawartość składnika była niższa, niż w korzeniach surowych.



Ryc. 1. Zawartość składników w mrożonej kostce z pietruszki (N – nieblanszowanej i B – blanszowanej przed zamrożeniem) po trzech miesiącach zamrażalniczego przechowywania, jako procent w stosunku do stanu w korzeniach surowych.

Fig. 1. Content of constituents in frozen cubes from parsley (N – not blanched and B – blanched before freeze) after three months of freezing storage, as a percentage in relation to the level in raw roots.

Wykonanie blanszowania przed zamrożeniem wpłynęło znacząco na ograniczenie strat witaminy C (ryc. 1) – w mrożonce otrzymanej z kostki blanszowanej wynosiły one 37,3% w stosunku do stanu w korzeniach surowych, natomiast w mrożonce z kostki nieblanszowanej, aż 82,5%. Jednocześnie z początkowej ilości azotanów(V) pozostało ich w mrożonce z materiału blanszowanego jedynie 48,4%, a z nieblanszowanego – niemal dwukrotnie więcej, tj. 90,2%. Natomiast w obu rodzajach mrozonek końcowa zawartość błonnika była zbliżona do poziomu w korzeniach surowych. *Rutkowska* (11) wykazała, że w ciągu dziewięciu miesięcy przechowywania, straty witaminy C w mrożonkach z selera naciowego blanszowanego wyniosły 10,8%, a w mrożonkach z nieblanszowanego, były trzykrotnie większe. Stwierdzono też (2, 10, 11), że do znaczącego obniżenia koncentracji azotanów(V) w mrożonkach, przyczynia się głównie blanszowanie warzyw przed zamrożeniem, gdyż podczas przechowywania mrozonek, zmniejszenie ilości tych związków jest niewielkie. Nieistotne zmiany zawartości błonnika, w porównaniu do surowca, odnotowano również podczas dziewięciu miesięcy przechowywania mrożonki ze szpinaku nowozelandzkiego (10).

WNIOSKI

1. W surowych korzeniach pietruszki „Jagienka” zanieczyszczenie azotanami(V) było stosunkowo niskie, a zawartość suchej masy, cukrów ogółem, białka ogółem,

łem, błonnika surowego, witaminy C oraz polifenoli ogółem odpowiadała na ogół wartościom cytowanym w literaturze; stwierdzone różnice mogły wynikać z cech odmianowych.

2. Obranie i rozdrobnienie korzeni na kostkę spowodowało istotne obniżenie zawartości witaminy C i cukrów ogółem, natomiast blanszowanie kostki – wszystkich analizowanych składników, za wyjątkiem błonnika.

3. Mrożonki z kostki blanszowanej, w porównaniu do mrożonek z kostki nieblanszowanej, zawierały istotnie mniej suchej masy, cukrów ogółem, białka ogółem i azotanów(V) oraz istotnie więcej witaminy C; zawartość polifenoli ogółem i błonnika surowego w obu rodzajach mrożonek była do siebie zbliżona.

4. Trzymiesięczne składowanie mrożonek w temp. – 25°C, spowodowało istotne w stosunku do stanu po zamrożeniu, obniżenie średniej zawartości witaminy C i polifenoli ogółem, natomiast średnia zawartość pozostałych składników nie uległa istotnym zmianom.

B. Wójcik-Stopczyńska, J. Czajka, P. Kiedos

EFFECT OF PRE-TREATMENT AND FREEZING ON CHANGES OF NUTRIENTS AND NITRATES IN PARSLEY ROOTS

Summary

The aim of this work was to determine how pre-treatment, freezing and freezing storage change the contents of some nutritional compounds and nitrates contents in Jagienka cultivar parsley roots. The contents of dry matter, total sugars, total protein, crude fiber, vitamin C, total polyphenols and nitrates were determined in raw roots (washed, not peeled), in 1×1×1-cm cubes from peeled roots – blanched and not blanched, and in frozen, blanched and not blanched material (after 24 hours and 3 months of freezing). It was found that the contamination of Jagienka cv. raw roots by nitrates was relatively low (206.73 mg·1kg⁻¹) and the contents of dry matter (17.51 %), total sugars (8.63 g·100g⁻¹), total protein (3.84 g·100g⁻¹), crude fiber (1.16 g·100g⁻¹), vitamin C (27.94 mg·100g⁻¹) and polyphenols (40.96 mg·100g⁻¹) generally met the values quoted in relevant literature. Varietal properties could have influenced the occurrence of some differences. Peeling and cutting the roots resulted in significant decrease of vitamin C (by 15.03%) and total sugars (by 5.09%). In relation to the initial level, blanching caused a significant reduction (ranging from 11.67% for polyphenols to 46.92% for nitrates) of all tested constituents except crude fiber. Frozen material from blanched cubes in comparison to frozen material from not blanched cubes was poorer in dry matter, total sugar and total protein, but contained significantly more of vitamin C and significantly less of nitrates. Contents of polyphenols and crude fiber were similar in both kinds of frozen materials. After 3 months of freezing storage (at –25°C), significant decrease of vitamin C and polyphenols was noted, while the concentration of the other tested constituents did not change remarkably.

PIŚMIENNICTWO

1. Lisiewska Z., Kmieciak W.: Effect of freezing and storage on quality factors in Hamburg and leafy parsley. Food Chem., 1997; 60: 633-637. – 2. Bąkowski J., Michalik H., Umięcka L.: Wpływ odmiany i terminu siewu na przydatność pietruszki korzeniowej do mrożenia. Biul. Warz., 1993; 40: 125-133. – 3. Filipovic V., Radivojevic S., Ugrenovic V., Jacimovic G., Subic J., Grbic J.: Effect of certified organic fertilizer on the yield and market quality of root parsley (*Petroselinum crispum* (Mill) Nym. ex A.W. Hill ssp. *tuberosum* (Bernh.) Crov.). African J. Biotech., 2012; 11(38): 9182-9188. – 4. Pokluda R.: Comparison of selected characteristics of root parsley [*Petroselinum crispum* conv. *radicosum* (Alef.) Danert] cultivars. Hort. Sci., 2003; 30(2): 67-72. – 5. Borowski J., Szajdek A., Borowska E.: Charakterystyka chemiczna i aktywność biologiczna warzyw z terenu Olsztyna. Bromat. Chem. Toksykol., 2008; 41(3): 333-337. – 6.

Cieślik E., Gręda A., Adamus W.: Contents of polyphenols in fruit and vegetables. *Food Chem.*, 2006; 94: 135-142. – 7. Santamaria P.: Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.*, 2006; 86: 10-17. – 8. Wierzbicka B., Kuskowska M.: Wpływ wybranych czynników na zawartość witaminy C w warzywach. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 2002; 1(2): 49-57. – 9. Czarniecka-Skubina E., Golaszewska B.: Wpływ procesu kulinarnego na jakość wybranych warzyw. *Żywność*, 2001; 2(27): 103-112. – 10. Jaworska G., Słupski J.: Badanie przydatności szpinaku nowozelandzkiego do mrożenia. *Żywność*, 2001; 2(27): 92-102.

11. Rutkowska G.: Wpływ czynników technologicznych na jakość mrozonek z selera naciowego. *Chłodnictwo*, 2007; 42(5): 64-66. – 12. Krelowska-Kulas M.: Badanie jakości produktów spożywczych. PWE, Warszawa 1993. – 13. Singleton L., Orthofer R., Lamuela-Raventions R.M.: Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.*, 1999; 299: 152-178. – 14. Zalewski W.: Zagadnienie występowania różnych form azotu w warzywach w związku z nawożeniem azotowym. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1971; 4(2): 147-154. – 15. Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. Instytut Żywnienia i Żywności, Warszawa 1998: 439. – 16. Gębczyński P.: Zawartość wybranych składników azotowych w świeżej i mrożonej kapuście brukselskiej. *Acta Sci. Pol. Technologia Alimentaria*, 2002; 1(1): 27-35. – 17. Kosson R., Tuszyńska M., Szymczak P.: Wpływ terminu zbioru, blanszowania i mrożenia na zawartość flawonoidów w brokułach. *ZNIO*, 2013; 21: 49-55. – 18. Góral D.: The effect of different techniques of freezing and defrosting on the quality of spice vegetables after a long-term freezing storage. *EJPAU*, 2008; 11(1), 01, <http://www.ejpau.media.pl/volumel1/issue1/art-01.html>.

Adres: 71-459 Szczecin, ul. Papieża Pawła VI, 1

Beata Paszczyk

SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W MASŁACH I TŁUSZCZACH MIESZANYCH

Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności Wydziału Nauki o Żywności,
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie
Kierownik: prof. dr hab. *E. Gujska*

Celem badań była ocena składu kwasów tłuszczowych, ze szczególnym uwzględnieniem udziału sprzężonego kwasu linolowego (cis9trans11 C18:2, CLA) oraz izomerów trans kwasów C18:1 i C18:2 w tłuszczu masel i tłuszczów mieszanych. Badaniem objęto 10 próbek masła oraz 7 próbek tłuszczów mieszanych. Oznaczenie przeprowadzono metodą GC-FID. Przeprowadzone badania wykazały, że objęte badaniem produkty charakteryzowały się zróżnicowanym składem poszczególnych grup kwasów tłuszczowych. W tłuszczu wszystkich badanych produktów stwierdzono obecność izomerów trans kwasu C18:1 i C18:2. Kwas cis9trans11 C18:2 (CLA) był obecny we wszystkich badanych masłach. Obecności tego kwasu nie stwierdzono w badanych tłuszczach mieszanych.

Hasła kluczowe: masło, tłuszcze mieszane, kwasy tłuszczowe, izomery *trans*, CLA.
Key words: butter, fat blends, fatty acids, *trans* isomers, CLA.

Asortyment znajdujących się obecnie na rynku tłuszczów przeznaczonych do smarowania pieczywa stanowią: różnego rodzaju masła, margaryny miękkie oraz tłuszcze mieszane (miksy masła i olejów roślinnych oraz masła i margaryny). Tłuszcze te różnią się między sobą nie tylko cechami sensorycznymi, lecz także składem chemicznym, a co za tym idzie, mają różną wartość odżywczą i zdrowotną. Wśród szerokiego asortymentu nowoczesnych produktów tłuszczowych pojawiających się na rynku, masło zajmuje ważne miejsce (1). Masło jest produktem wysokotłuszczowym otrzymywanym wyłącznie z mleka w wyniku zmaśniania śmietanki pasteryzowanej nie ukwaszonej lub ukwaszonej (śmietany). Zarówno śmietanka, jak i śmietana przeznaczone do wyrobu masła powinny zawierać co najmniej 25–35% tłuszczu (2, 3). W tzw. miksach tłuszczowych fazę tłuszczową stanowi mieszanina stałych lub płynnych tłuszczów roślinnych i zwierzęcych. Jakość tłuszczów mieszanych typu masło + olej lub masło + margaryna zależy od wzajemnego stosunku tych składników w produkcji. Zaletą żywieniową tłuszczów mieszanych jest wyższa, w porównaniu z masłem, zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych, zarówno jedno – jak i wielonienasyconych. Poza tym produkty te najczęściej odznaczają się niższą niż masło zawartością tłuszczu i lepszą niż masło smarownością po wyjęciu z lodówki (4, 5).

Biorąc pod uwagę fakt, że o jakości tłuszczu w znacznej mierze decyduje jego skład kwasów tłuszczowych celem pracy była ocena składu kwasów tłuszczo-

wych, ze szczególnym uwzględnieniem udziału sprzężonego kwasu linolowego (*cis*⁹*trans*¹¹ C18:2, CLA) oraz izomerów *trans* kwasu C18:1 i C18:2 w tłuszczu masel i tłuszczów mieszanych dostępnych na rynku w Olsztynie.

MATERIAŁ I METODY

Material badany

Badaniem objęto 10 próbek masła oraz 7 próbek tłuszczów mieszanych (mieszankę olejów i tłuszczów roślinnych oraz tłuszczu mlecznego). Objęte badaniem tłuszcze mieszane, zgodnie z deklaracją producenta, zawierały w swoim składzie od 49,5 do 58,5% tłuszczu roślinnego i od 6,5 do 12% tłuszczu mlecznego. Badane produkty pochodziły od różnych producentów, zakupione zostały w tym samym okresie w sklepach na terenie Olsztyna.

Metody analityczne

Tłuszcz z badanych masel wydzielano przez stopienie w temp. 45°C, dekantowanie nad plazmy i sączenie przez twardy sączelek z bezwodnym siarczanem (VI) sodu w celu całkowitego usunięcia wody. Tłuszcz z objętych badaniem tłuszczów mieszanych wydzielano metodą *Folcha* (6) stosując mieszaninę chloroform-metanol (2:1, v/v).

Estry metylowe kwasów tłuszczowych przygotowywano wg metody IDF (International Dairy Federation), stosując metanolowy roztwór KOH (7).

Skład kwasów tłuszczowych wydzielonego tłuszczu oznaczano metodą chromatografii gazowej (GC) stosując chromatograf gazowy Hewlett Packard 6890 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym i kolumną kapilarną CP Sil 88 o długości 100 m, średnicy 0,25 mm, grubości filmu 0,20 μm. Analizę składu kwasów tłuszczowych przeprowadzano w następujących warunkach: temp. początkowa kolumny 60°C (przez 1 min) do 180°C, przyrost temperatury $\Delta t = 5^\circ\text{C}/\text{min}$. Zastosowana temp. detektora 250°C, dozownika 225°C. Gaz nośny hel, przepływ 1,5 cm³/min., dozownik: split 50:1. Wszystkie oznaczenia wykonywano w dwóch równoległych powtórzeniach.

Identyfikację pików kwasów tłuszczowych przeprowadzano przez porównanie z czasami retencji odpowiednich wzorców estrów metylowych kwasów tłuszczowych firmy Sigma i Supelco oraz na podstawie danych literaturowych (8).

Udziały procentowe kwasów tłuszczowych obliczano na podstawie integracji powierzchni pików dokonanych przez system komputerowy zestawu chromatograficznego i wyrażano jako procentowy udział poszczególnych kwasów tłuszczowych w stosunku do ogólnej ilości kwasów tłuszczowych (% masowy).

Obliczenia statystyczne wykonano w programie STATISTICA 10. Do oceny różnic pomiędzy wartościami średnimi wybranych grup kwasów tłuszczowych zastosowano test t-Studenta.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wszystkie objęte badaniem masła, wg deklaracji producenta zamieszczonej na opakowaniu zawierały 82% tłuszczu. W objętych badaniem tłuszczach mieszanych tłuszcz stanowił od 55 do 65%.

W tłuszczu wydzielonym z wszystkich badanych masel w największej ilości występowały nasycone kwasy tłuszczowe (tab. I). Średnia zawartość tej grupy kwasów tłuszczowych w objętych badaniem masłach, kształtowała się na poziomie 60,65%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Badane tłuszcze mieszane odznaczały się istotnie niższą ($p=0,000$), niż masła, zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych. W grupie nasyconych kwasów tłuszczowych, zarówno w masłach jak i w tłuszczach mieszanych dominowały kwasy: palmitynowy (C16:0), stearynowy (C18:0), mirystynowy (C14:0) i laurynowy (C12:0) (tab.I). W tureckich masłach badanych przez *Seçkin* i współpr. (9) nasycone kwasy tłuszczowe stanowiły 71,25%. Średnia zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych, w masłach zakupionych na terenie Olsztyna w 2010 r., badanych przez *Wrońskiego* i współpr. (4) wynosiła 69,3%. W badanych przez tych autorów miksach dostępnych na rynku w tym samym okresie, średnia zawartość tej grupy kwasów tłuszczowych była na poziomie 39,60%. Badania własne opublikowane w 2013 r. (10) wskazują, że w masłach dostępnych na rynku w Olsztynie nasycone kwasy tłuszczowe stanowiły od 62,56 do 70,98%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych. W tłuszczach mieszanych nasycone kwasy tłuszczowe były w przedziale od 32,14 do 66,36%.

Tab e l a I. Skład kwasów tłuszczowych w masłach i tłuszczach mieszanych (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych)

Tab l e I. The fatty acids composition in butters and fat blends (% of total fatty acids)

Kwas tłuszczowy	Masła (n = 10) $\bar{x} \pm s$	Tłuszcze mieszane (n = 7) $\bar{x} \pm s$	Istotność różnic p
C4:0	3,18 ± 0,42	0,21 ± 0,15	
C6:0	2,08 ± 0,22	0,16 ± 0,11	
C8:0	1,39 ± 0,07	0,37 ± 0,22	
C10:0	2,93 ± 0,14	0,47 ± 0,29	
Σ krótkołańcuchowe Σ short-chain	9,51 ± 0,81	1,21 ± 0,77	0,000
C11:0	0,03 ± 0,01	0,07 ± 0,09	
C12:0	3,52 ± 0,24	3,24 ± 2,06	
C13:0 iso	0,10 ± 0,01	0,00 ± 0,00	
C13:0	0,11 ± 0,01	0,00 ± 0,00	
C14:0 iso	0,12 ± 0,02	0,00 ± 0,00	
C14:0	10,98 ± 0,15	2,03 ± 0,78	
C15:0 iso	0,25 ± 0,03	0,02 ± 0,01	
C15:0 aiso	0,49 ± 0,05	0,04 ± 0,03	
C15:0	1,24 ± 0,10	0,10 ± 0,07	

Kwas tłuszczowy	Masła (n = 10) $\bar{x} \pm s$	Tłuszcze mieszane (n = 7) $\bar{x} \pm s$	Istotność różnic p
C16:0 iso	0,31 ± 0,07	0,02 ± 0,01	
C16:0	32,63 ± 1,84	25,73 ± 9,72	
C17:0 iso	0,37 ± 0,03	0,02 ± 0,02	
C17:0 aiso	0,19 ± 0,02	0,08 ± 0,08	
C17:0	0,73 ± 0,10	0,11 ± 0,02	
C18:0	9,31 ± 0,92	4,41 ± 0,92	
C19:0	0,08 ± 0,02	0,01 ± 0,02	
C20:0	0,20 ± 0,01	0,48 ± 0,07	
Σ nasycone Σ saturated	60,65 ± 1,59	36,37 ± 7,43	0,000
C10:1	0,33 ± 0,03	0,03 ± 0,02	
C12:1	0,09 ± 0,02	0,00 ± 0,00	
C14:1	1,11 ± 0,09	0,09 ± 0,03	
C16:1	2,13 ± 0,16	0,25 ± 0,09	
C17:1	0,26 ± 0,04	0,06 ± 0,01	
Σ <i>trans</i> C18:1	1,96 ± 0,73	5,14 ± 3,50	
c9 C18:1	19,48 ± 0,81	39,49 ± 3,75	
c11 C18:1	0,62 ± 0,07	1,84 ± 0,64	
c12 C18:1	0,24 ± 0,03	0,19 ± 0,14	
c13 C18:1	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,05	
C20:1	0,17 ± 0,04	0,90 ± 0,09	
Σ jednonienasycone Σ monounsaturated	26,50 ± 1,23	47,26 ± 1,68	0,000
Σ <i>trans</i> C18:2	0,58 ± 0,06	0,55 ± 0,21	
c9 c12 C18:2	1,76 ± 0,08	10,58 ± 2,74	
C18:3	0,50 ± 0,05	4,03 ± 2,63	
c9t11 C18:2 (CLA)	0,49 ± 0,04	0,00 ± 0,00	
Σ wielonienasycone Σ poliunsaturated	3,34 ± 0,12	15,16 ± 5,16	0,004

Średnia zawartość kwasów jednonienasyconych w tłuszczu wydzielonym z badanych masel kształtowała się na poziomie 26,50%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Wśród tych kwasów w największej ilości występował kwas oleinowy (c9 C18:1), jego udział w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych wynosił średnio 19,48% (tab. I). W objętych badaniem tłuszczach mieszanych stwierdzono istotnie wyższą (p=0,000), niż w masłach zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych. Zawartość tej grupy kwasów tłuszczowych w tłuszczach mieszanych wynosiła 47,26% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych, kwas oleinowy stanowił średnio 39,49% (tab. I). *Seçkin* i współpr. (9) podają, że w masłach tureckich jednoniena-

sycone kwasy tłuszczowe występowały w ilości 27,70%. Zbliżone zawartości tych kwasów w masłach dostępnych na rynku w Olsztynie stwierdzili *Wroński* i współpr. (4). Badania własne opublikowane w 2013 r. wskazują, że średnia zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w masłach wynosiła 28,28% (10). W badanych przez *Wrońskiego* i współpr. (4) miksach jednonienasycone kwasy były na poziomie 48,14%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Tłuszcze mieszane dostępne na rynku w Olsztynie w 2012 r. zawierały 35,87% tych kwasów (10).

Objęte badaniem masła odznaczały się istotnie wyższą ($p=0,000$), niż tłuszcze mieszane, zawartością krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych. W tłuszczu wydzielonym z masel kwasy (C4:0–C10:0) stanowiły średnio 9,51% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych (tab. I). Zbliżoną średnią zawartość tej grupy kwasów tłuszczowych, wynoszącą 9,13%, stwierdzono w masłach dostępnych na rynku w Olsztynie, badanych w 2011 r. (11). We wszystkich objętych badaniem masłach, w największej ilości, w grupie krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych występował kwas masłowy (C4:0), który stanowił średnio 3,18%. Średnia zawartość tej grupy kwasów tłuszczowych w tłuszczu wydzielonym z objętych badaniem tłuszczów mieszanych wynosiła 1,21% (tab. I). W badanych tłuszczach mieszanych, w grupie krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych w największej ilości występował kwas C10:0, który stanowił średnio 0,47%. Średni udział kwasu C4:0 w badanych tłuszczach mieszanych wynosił 0,21%.

Tłuszcz mlekowy jest obгим źródłem kwasów wielonienasyconych. Według badań *Lipińskiego* i współpr. (12) zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego kształtowała się w przedziale od 2,37%, w mleku pochodzącym z marca, do 5,05% w mleku pochodzącym z sierpnia. W tłuszczu wydzielonym z objętych badaniem masel średnia zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych wynosiła 3,34% ogólnego składu kwasów tłuszczowych (tab. I). W tej grupie kwasów, we wszystkich badanych próbkach masła dominował kwas linolowy (*cis9cis12* C18:2), którego średnia zawartość wynosiła 1,76%. Zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu wydzielonym z objętych badaniem tłuszczach mieszanych była ponad czterokrotnie wyższa, niż w masłach i wynosiła 15,16%. Średni udział kwasu linolowego, w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych badanych tłuszczów mieszanych, kształtował się na poziomie 10,58%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych (tab. I). W masłach tureckich badanych przez *Seçkin* i współpr. (9) wielonienasycone kwasy tłuszczowe stanowiły 0,37%. Masła badane przez *Wrońskiego* i współpr. (4) zawierały wielonienasycone kwasy tłuszczowe w ilości 3,36%. Średnia zawartość tej grupy kwasów tłuszczowych w miksach, badanych przez wspomnianych autorów, była na poziomie 12,18%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Badania własne opublikowane w 2013 r. (10) wskazują, że średnia zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w masłach wynosiła 3,55%, w tłuszczach mieszanych była na poziomie 12,07%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych. W tłuszczach mieszanych badanych przez *Żegarską* i współpr. (13) zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych była bardzo zróżnicowana, kształtowała się w przedziale od 6,1% do 23,2%.

Na szczególną uwagę zasługuje obecność w tłuszczach jadalnych sprzężonego kwasu linolowego (*cis9trans11* C18:2, CLA). Kwas linolowy o wiązaniach sprzę-

zonych (*cis9trans11* C18:2) jest dominującym składnikiem sprzężonych dienów tłuszczu mlekowego, jemu przypisuje się właściwości m.in. przeciwnowotworowe, przeciwcukrzycowe, przeciwzapalne, przeciwmiażdżycowe (14). Zawartość CLA w tłuszczu mlekowym waha się w szerokich granicach, w zależności od okresu żywienia krów. Wyższe zawartości tego kwasu występują w tłuszczu mleka pochodzącym z okresu żywienia pastwiskowego, niższe w tłuszczu mleka z okresu żywienia oborowego. Według Żegarskiej i współpr. (15) udział CLA w tłuszczu mlekowym, w zależności od sposobu żywienia zwierząt, kształtuje się w przedziale od 0,32 do 0,52%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych zimą i od 1,06 do 1,76% latem. Lipiński i współpr. (12) podają, że zawartość CLA w tłuszczu mlekowym wynosiła od 0,38% w mleku pochodzącym z marca i kwietnia do 1,86%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych w mleku pochodzącym z sierpnia.

W tłuszczu wydzielonym z objętych badaniem masel średnia zawartość kwasu *cis9trans11* C18:2 (CLA) wynosiła 0,49%, w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych (tab. I). Uzyskane wartości wskazują, że badane masła były produkowane z mleka pochodzącego z okresu żywienia oborowego. Według badań Bartnikowskiej i współpr. (16) w masłach produkowanych z mleka uzyskanego w zimie (w grudniu, styczniu, lutym) średni procentowy udział CLA wynosił 0,45%, zaś w próbkach masła produkowanego z mleka uzyskanego w lecie (w czerwcu, lipcu, sierpniu) stanowił 1,2% puli kwasów tłuszczowych. Masła badane przez Wrońskiego i współpr. (4) zawierały CLA w ilości 0,53%. Masła badane przez nas w 2011 r. (11) odznaczały się zawartością CLA w przedziale od 0,53 do 1,13%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych.

W objętych badaniem tłuszczach mieszanych nie stwierdzono obecności sprzężonego kwasu linolowego (tab. I). Zawartość tego kwasu w mikсах badanych przez Wrońskiego i współpr. (4) była na poziomie 0,22%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Badania własne opublikowane w 2013 r. (10) wskazują, że w tłuszczach mieszanych CLA był obecny tylko w dwóch z dziewięciu badanych produktów, a jego udział wynosił odpowiednio 0,44 i 0,40%. Tłuszcze mieszane badane przez Żegarską i współpr. (13) zawierały CLA w ilości od < 0,1% do 1,0%. Zróżnicowana zawartość sprzężonego kwasu linolowego w tłuszczach mieszanych, dostępnych na naszym rynku, może wskazywać, że niektóre z tych produktów zawierają w swoim składzie niewielki dodatek tłuszczu mlekowego.

W ocenie jakości tłuszczów wchodzących w skład produktów spożywczych zwraca się dużą uwagę na zawartość izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych. Wyniki licznych badań dowiodły, że niektóre kwasy tłuszczowe o konfiguracji *trans* niekorzystnie wpływają na nasz organizm, szczególnie te pochodzące z przemysłowo utwardzanych tłuszczów roślinnych (17, 18). W tłuszczu wydzielonym z wszystkich objętych badaniem masel oraz tłuszczów mieszanych stwierdzono obecność izomerów *trans* kwasu C18:1 oraz izomerów *trans* kwasu C18:2. Średnia sumaryczna zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w badanych masłach była na poziomie 1,96%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych, a w tłuszczach mieszanych 5,14% (tab. I). Aro i współpr. (19) podają, że zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w masłach pochodzących z różnych krajów europejskich kształtowała się w przedziale od 2,16 do 3,64%. Z badań Daniewskiego i współpr. (20) wynika, że sumaryczna zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 wynosiła 0,59% w „Maśle śmietankowym” i 3,72% w „Maśle ekstra”. Masła dostępne na rynku w Olsztynie

badane w 2011 r. (11) zawierały izomery *trans* kwasu C18:1 w przedziale od 2,12% do 3,72%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Badania własne opublikowane w 2013 r. (10) wskazują, że średnia zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w masłach była na poziomie 2,56%, a w tłuszczach mieszanych 3,23%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Duże zróżnicowanie i wyższe zawartości izomerów *trans* kwasu C18:1, w niektórych badanych tłuszczach mieszanych znajdujących się na rynku w Polsce stwierdzili *Daniewski* i współpr. (20), *Żegarska* i współpr. (3) oraz *Filipek* i współpr. (21). Wysokie zawartości izomerów *trans* w niektórych, badanych przez tych autorów tłuszczach mieszanych mogą wskazywać na to, że producenci do produkcji swoich wyrobów stosowali częściowo utwardzone oleje roślinne, które zawierają duże ilości izomerów *trans*.

Izomery *trans* kwasu C18:2 w tłuszczu badanych masel były na poziomie 0,58%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych (tab. I). Badania opublikowane w 2012 r. (11), wskazują, że izomery *trans* kwasu C18:2 w masłach dostępnych na rynku w Olsztynie kształtowały się w przedziale od 0,62 do 1,17%, w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych. W objętych badaniem tłuszczach mieszanych średnia zawartość izomerów *trans* kwasu C18:2 wynosiła 0,55% (tab. I). Badania własne opublikowane w 2013 r. (10) wskazują, że w tłuszczach mieszanych dostępnych na rynku w Olsztynie, średnia zawartość izomerów *trans* kwasu C18:2 była w przedziale od 0,18 do 0,85%, ogólnego składu kwasów tłuszczowych. Większe zróżnicowanie w zawartości tych izomerów w tłuszczach mieszanych stwierdzili *Żegarska* i współpr. (13).

WNIOSKI

1. Objęte badaniem masła odznaczały się wyższą niż tłuszcze mieszane zawartością nasyconych i krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych oraz niższą, niż tłuszcze mieszane, zawartością kwasów jednonienasyconych i wielonienasyconych.

2. Kwas *cis9trans11* C18:2 (CLA) był obecny we wszystkich badanych masłach. Jego średnia zawartość w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych wynosiła 0,49%. Sprzężonego kwasu linolowego nie stwierdzono w badanych próbkach tłuszczów mieszanych.

3. We wszystkich badanych produktach obecne były izomery *trans* kwasu C18:1 i C18:2. Badane tłuszcze mieszane odznaczały się wyższą niż masła średnią zawartością izomerów *trans* kwasu C18:1. Zawartości izomerów *trans* kwasu C18:2 w masłach i tłuszczach mieszanych miały zbliżone wartości.

B. Paszczyk

THE FATTY ACIDS COMPOSITION IN BUTTERS AND FAT BLENDS

Summary

The aim of the study was to assess the fatty acids composition, with particular emphasis on the content of conjugated linoleic acid (*cis9trans11* C18:2, CLA) as well as *trans* isomers of C18:1 and C18:2 fatty acids in fat of butters and fat blends. The study material included 10 samples of butter and 7 samples

of fat blends. Analyses were carried out with the GC-FID method. The study showed that the analyzed products were characterized by different compositions of individual groups of fatty acids. Fat from all of examined products contained *trans* isomers of C18:1 and C18:2 acids. The *cis9trans11* C18:2 acid (CLA) was found in all analyzed butters. This acid was not found in the analyzed fat blends.

PIŚMIENNICTWO

1. *Czechowska-Liszka M.*: Badanie i ocena jakości różnych rodzajów masła dostępnego na rynku, Zesz. Nauk. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, 2005; 678: 177-187. – 2. PN-A-86155:1995. Mleko i przetwory mleczne. Masło. – 3. *Świdorski F.*: Towaroznawstwo żywności przetworzonej, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1999. – 4. *Wroński M., Wielgosz-Groth Z., Sobczuk-Szul M., Mochol M., Kowalska U.*: Profil kwasów tłuszczowych w maśle i produktach masłopodobnych i jego zmiany podczas przechowywania, Przegł. Mlecz., 2012; 8: 4-8. – 5. *Balas J.*: Kwasy tłuszczowe w rynkowych produktach spożywczych – oleje, margaryny, masło, tłuszcze mieszane, produkty cukiernicze, produkty typu „fast food”, produkty zbożowe, słone przekąski, nasiona i orzechy, majonezy. Żyw. Człow. Metab., 2004; 31(2): 181-191. – 6. *Folch, J., Lees, M., Sloane Stanley, G.H.*: A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues, J. Biol. Chem., 1957; 226(1): 497-509. – 7. ISO 15884:2002 (IDF 182:2002): Milk fat – Preparation of fatty acid methyl esters. – 8. *Contarini G., Povoletto M., Pelizzolo V., Monti L., Lercker G.*: Interlaboratory evaluation of milk fatty acid composition by using different GC operating conditions. J. Food Comp. Anal., 2013; 32: 131-140. – 9. *Seçkin A. K., Gursoy O., Kinik O., Akbulut N.*: Conjugated linoleic acid (CLA) concentration, fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish dairy products LWT, 2005; 38: 909-915. – 10. *Paszczyk B.*: Izomery *trans* w tłuszczach do smarowania pieczywa. Bromat. Chem. Toksykol., 2013; 46(1): 13-19.
11. *Paszczyk B., Łucznińska J., Rafałowski R., Borejszo Z.*: Content of *cis9trans11* C18:2 (CLA) and *trans* isomers of C18:1 and C18:2 acids in butters. Pol. J. Natur. Sci., 2012; 27(4): 491-500. – 12. *Lipiński K., Stasiewicz M., Rafałowski R., Kaliniewicz J., Purwin C.*: Wpływ sezonu produkcji mleka na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego. Żyw. Nauka Technol. Jakość, 2012; 1(80): 72-80. – 13. *Żegarska Z., Paszczyk B., Borejszo Z.*: Content of *trans* C18:1 and *trans* C18:2 isomers and *cis-9,trans-11* C18:2 (CLA) in fat blends. J. Food Lipids, 2005; 12: 275-285. – 14. *Bialek A., Tokarz A.*: Źródła pokarmowe oraz efekty prozdrowotne sprzężonych dniów kwasu linolowego (CLA). Biul. Wydz. Farm. WUM., 2009; 1: 1-12. – 15. *Żegarska Z., Paszczyk B., Rafałowski R., Borejszo Z.*: Annual changes in the content of unsaturated fatty acids with 18 carbon atoms, including *cis9trans11* C18:2 (CLA) acid, in milk fat. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2006; 15/56(4): 41-46. – 16. *Bartnikowska E., Obiedziński M.W., Grześkiewicz S.*: Wahania sezonowe w zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans* i sprzężonych dniów kwasu linolowego w maśle. XXX Sesja Naukowa KTICHZ PAN, Kraków, 1999, 14-15 wrzesień, 260. – 17. *Ascherio A., Katan M.B., Zock P.L., Stampfer M.J., Willett W.C.*: *Trans* fatty acids and coronary heart disease. N. Engl. J. Med., 1999; 340(25): 1994-1998. – 18. *Dhaka V., Gulia N., Singh Ahlawat K., Singh Khatkar B.*: *Trans* fat – sources, health risks and alternative approach – A review. J. Food Sci. Technol., 2011; 48(5): 534-541. – 19. *Aro A., Antoine J.M., Pizzoferrato L., Reykdal O., Poppel G.*: *Trans* fatty acids in dairy and meat products from 14 European countries: The transfair study. J. Food Comp. Anal., 1998; 11: 150-160. – 20. *Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzynski B., Pawlicka M., Balas J.*: Skład kwasów tłuszczowych, w szczególności izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych, w produktach spożywczych. Żyw. Człow. Metab., 1998; 24(2): 133-155.
21. *Filipek A., Balas J., Pawlicka M., Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzynski B.*: Kwasy tłuszczowe w maśle i tłuszczach mieszanych. Bromat. Chem. Toksykol., 2003; 36(2): 115-121.

Izabela Steinka

OCENA ZDOLNOŚCI HAMOWANIA WZROSTU *S. AUREUS* PRZEZ SOKI POZYSKANE Z ANANASÓW I MANDARYNEK

Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością
Akademii Morskiej w Gdyni
Kierownik: prof. dr hab. P. Przybyłowski

*Soki pozyskiwane z ananasów i mandarynek z uwagi na istotną rolę w profilaktyce chorób nowotworowych powinny być ocenione także jako źródło substancji o charakterze antydrobnoustrojowym. Badania soków wykazały znaczącą różnicę we właściwościach biostatycznych w zależności od gatunku owoców. Sok z mandarynek nie wykazywał aktywności w hamowaniu wzrostu *S. aureus*. Sok pozyskiwany z ananasa powodował dziesięciokrotne zmniejszenie liczby komórek tych bakterii po 2 godz. oddziaływania.*

Słowa kluczowe: gronkowce, hamowanie wzrostu, sok, ananasy, mandarynki.
Key words: staphylococci, inhibition of growth, juice, pineapple, mandarin.

Wśród różnych surowców pochodzenia roślinnego bogatym źródłem substancji o charakterze antybiotycznym i antyoksydacyjnym są soki wielu owoców. Dotychczasowe badania potwierdziły znaczną skuteczność grejpfrutów w hamowaniu wzrostu komórek gronkowców, a także soku ananasa w hamowaniu wzrostu pałeczek jelitowych takich jak *E. coli* i *Salmonella* oraz bakterii z rodzaju *Streptococcus* (1–6). O ile istnieje dostateczna liczba danych na temat aktywności antynowotworowej i biostatycznej ananasów, o tyle niewiele jest danych na temat właściwości biostatycznych mandarynek (7). Mandarynki zawierają znaczne stężenia flawonów takich jak tengerytyna i nobilityna, którym przypisywane jest silne działanie w hamowaniu komórek nowotworowych, a także działanie antyoksydacyjne (8, 9). Potwierdzenie aktywności przeciwdrobnoustrojowej związków zawartych w tych owocach stanowiłoby dodatkowy argument zastosowania mandarynek w profilaktycznych dietach antynowotworowych. Dotychczasowe badania nad właściwościami biostatycznymi mandarynek wykazały m.in. aktywność olejowych frakcji z pestek tych owoców w hamowaniu grzybów, co może sugerować ich zdolność do hamowania rozwoju również innych drobnoustrojów (10).

Wśród mikroorganizmów w stosunku do których poszukuje się skutecznych substancji hamujących ich wzrost na szczególną uwagę zasługują antybiotykooporne szczepy *S. aureus*, izolowane z coraz liczniejszej grupy środków spożywczych. Oporność szczepów należących do tego gatunku bakterii na wiele rodzajów antybiotyków determinuje konieczność poszukiwania alternatywnych możliwości hamowania ich rozwoju.

Wykorzystanie w dietach substancji biostatycznych lub biobójczych znajdujących się w tkankach różnych owoców może stanowić dodatkowy czynnik prowadzący do

hamowania rozwoju tych szczepów gronkowców, ograniczający rozprzestrzenianie opornych na antybiotyki bakterii w środowisku.

Celem pracy była ocena biostatycznych właściwości soków z ananasów i mandarynek w stosunku do wzorcowego szczepu gronkowca złocistego *Staphylococcus aureus* ATTC 23925.

MATERIAŁ I METODY

Do badań zastosowano ananasy (*Ananas comosus* var. *comosus*) oraz mandarynki (*Citrus reticulata*) dostępne w sieciach handlowych Trójmiasta. Z owoców w jałowych warunkach pozyskiwano sok a następnie 1 cm³ dodawano do 9 ml hodowli bulionowej *Staphylococcus aureus* ATTC 23925. Sok owoców uzyskiwano w wyniku homogenizowania owoców pozbawionych skóry. Badania mikrobiologiczne wykonywano zgodnie z PN-EN ISO 6888-1 (11). Kontrolę stanowiły hodowle bulionowe *Staphylococcus aureus*, których miano po rozcieńczeniu oceniano na podłożu Baird–Parker RPF firmy Merck. Posiewów dokonano metodą zalewową w dwóch powtórzeniach. Inokulum testowych szczepów *Staphylococcus aureus* ATTC 23925 stosowanych w mieszaninach z 10% sokiem owoców wahało się od 6,69 do 7,63 log₁₀ jtk/cm³. Badano zachowanie populacji gronkowców w interakcji z sokiem po 30 i 120 min inkubacji w temp. 20°C. Otrzymane wyniki podano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica var. 10. Dane poddawano regresji wielorakiej w celu opisanie zmienności populacji gronkowca w czasie inkubacji. Wyznaczone współczynniki determinacji posłużyły do oceny wpływu czasu inkubacji i inokulum na zmienność liczby gronkowców pod wpływem działania soków.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Prowadzone badania wykazały zróżnicowane oddziaływanie soku ananasa i mandarynek na komórki *S. aureus*. W przypadku 10% soku ananasowego obserwowano redukcję liczby gronkowców zarówno po 30 min inkubacji jak i po 120 min. Liczebność populacji *S. aureus* ulegała średnio zmniejszeniu odpowiednio o 0,77 log₁₀ jtk/cm³ (jednostek tworzących kolonie w cm³), a po następnych 90 min o dalsze 0,2 log₁₀ jtk/g (tab. I).

Tabela I. Zmiany liczby *S. aureus* podczas interakcji z sokiem ananasa

Table I. Changes in *S. aureus* count during interaction with pineapple juice

Czas interakcji (min)	Średnia	Max	Min	Odchylenie standardowe
	Log ₁₀ jtk/cm ³ n=12			
0	6,69	7,63	5,61	0,6414
30	5,92	7,15	4,47	0,6771
120	5,72	7,30	4,84	0,7886

Analiza regresji wykazała, że w przypadku soku ananasowego zarówno początkowe inokulum, jak i czas oddziaływania były odpowiedzialne za zmienność liczby *S. aureus* (tab. I, II). Po 30 min interakcji z sokiem ananasowym 14,2% (R² 0,142)

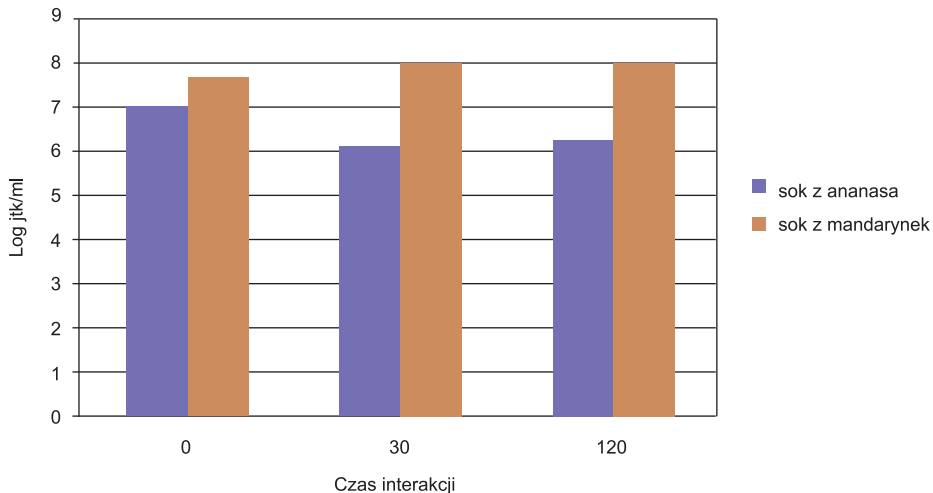
zmienności liczby gronkowców mieszaninie było zależne od początkowej wielkości dodawanej populacji. Po 2 godz. obserwowany wpływ czasu na liczbę *S. aureus* kształtował 11,1% zmienności liczby tych bakterii pod wpływem soku. Aktywność biostatyczną soku ananasowego określiła wielkość redukcji populacji gronkowca po 2 godzinach, stanowiącej 14,5% wielkości dodawanego inokulum *S. aureus*.

Tab e l a II. Parametry regresji wielorakiej zmiennych wyznaczonej dla interakcji bakterii *S. aureus* i soku z ananasa

Tab l e II. Multivariate regression parameters for the *S. aureus* bacteria and pineapple juice interaction

Parametry równania regresji	Zależność liczby <i>S. aureus</i> od wielkości inokulum	Zależność liczby gronkowców od czasu interakcji po 120 min	Zależność liczby gronkowców od czasu interakcji po 120 min i od inokulum
	czas (min)		
	0–30	30–120	0–120
Współczynnik korelacji <i>r</i>	0,377	0,549	0,334
Współczynnik determinacji <i>R</i> ²	0,142	0,302	0,111
Błąd standardowy estymacji	0,6609	0,7041	0,7944

Stwierdzono wyższą dynamikę hamowania gronkowców pozostających w interakcji z sokiem ananasowym w porównaniu do efektu obserwowanego dla tych bakterii podczas kontaktu z sokiem mandarynek (ryc. 1).



Ryc. 1. Wielkość populacji *S. aureus* po interakcji z sokiem z ananasów i mandarynek.

Fig. 1. Size of *S. aureus* population after interaction with pineapple and mandarin juice.

Podczas inkubacji gronkowców z sokiem z mandarynek stwierdzono nieistotne zmiany liczby komórek *S. aureus* zarówno po 30 min, jak i po 2 godz. oddziaływania. Średnia liczba gronkowców po 120 min wynosiła 7,20 log₁₀ jtk/cm³ (tab. III).

Uzyskane wyniki pozwoliły ustalić wartość aktywności biostatycznej soku z mandarynek wskazując, że liczba *S. aureus* obniżyła się jedynie o 1,36% w stosunku do wprowadzonego inokulumu.

Table III. Zmiany liczby *S. aureus* podczas interakcji z sokiem z mandarynek

Table III. Changes in *S. aureus* count during interaction with mandarin juice

Czas interakcji (min)	Średnia	Max	Min	Odchylenie standardowe
	Log ₁₀ jtk/cm ³ n=12			
0	7,30	8,39	6,72	0,6563
30	7,39	8,04	6,52	0,4676
120	7,20	8,32	6,25	0,6387

Z dostępnych danych piśmiennictwa wynika, że sok ananasowy może być skuteczny w hamowaniu rozwoju wybranych patogenów jelitowych (2).

Natomiast z badań niektórych autorów oceniających biostatyczne właściwości ananasów wynikało, że obserwowano aktywność ananasa w hamowaniu zarówno *E. coli* i *Salmonella typhi* jak i *S. aureus* (4). Biostatyczny efekt działania soku ananasa autorzy przypisywali obecności w jego miąższu składników o charakterze antyrodnoustrojowym, wśród których wymieniane były m.in. flawonoidy, taniny. Wrażliwość gronkowców na obecność tanin była odnotowana w literaturze (12).

Payne i współpr. (13) potwierdzili istotny wpływ kwasu taninowego na zachowanie biofilmu formowanego przez *S. aureus*, co potwierdza istotną rolę tych związków w hamowaniu rozwoju tego gatunku gronkowca.

Badania prowadzone nad wrażliwością wybranych bakterii chorobotwórczych wykazały, że *S. aureus* wykazuje wysoką wrażliwość na działanie niektórych polifenoli w porównaniu z innymi drobnoustrojami. Wartość MIC (Minimal Inhibition Concentration) dla kwasu taninowego powinna być dla tego gatunku bakterii 161±43 µg/cm³, ale była znacznie wyższa niż dla efektu uzyskiwanego w wyniku interakcji z miąższem owocu granatu (14). Potwierdzona w niniejszym doświadczeniu słaba aktywność biostatyczna mandarynek może sugerować, że zawartość polifenoli w soku z tych owoców jest niska.

Z badań prowadzonych przez Abdulraman i współpr. (15) wynikało, że enzym zawarty w ananasie – bromelaina może być czynnikiem odpowiedzialnym za hamowanie wzrostu bakterii, co również było zgodne z obserwacjami innych autorów (5, 16). O ile cytowane powyżej badania potwierdziły wrażliwość *Vibrio cholerae*, *Enterococcus* spp. czy *E. coli* na działanie bromelainy o tyle brak jest danych na temat wrażliwości *S. aureus* na działanie tego enzymu.

Wśród składników ananasów można stwierdzić znaczne stężenie kwasu askorbinowego, szacowane na 16,9 do 56,4 mg/100 g w zależności od odmiany. Według niektórych źródeł piśmiennictwa kwas askorbinowy jest związkiem o istotnym znaczeniu w hamowaniu rozwoju bakterii (17). Z badań Sanchez-Najra i współpr. (17) wynikało, że w biofilm bakteryjny złożony z gronkowców jest wrażliwy na działanie kwasu askorbinowego o stężeniu między 10 a 20 mg/cm³. Już jednak hamowanie szczepów *S. aureus* przez kwas askorbinowy o stężeniu nie przekraczającym 5 mg/cm³ było znikome. Jednakże istotne znaczenie ma aktywność tego kwasu w stosunku do szczepów *S. aureus* opornych na jeden lub wiele antybiotyków.

Niska aktywność biostatyczna soku badanych mandarynek w stosunku do komórek gronkowca była prawdopodobnie związana ze stężeniem kwasów organicznych w tych owocach. Z danych wynika, że stężenie kwasu askorbinowego zawartego w sokach z mandarynek było niższe niż w stwierdzane w ananasach (18). Zawartość kwasu askorbinowego w mandarynkach wynosi średnio 26,7 mg, co stanowi jedynie połowę stężenia stwierdzanego w niektórych odmianach ananasów. Maksymalna zawartość tego kwasu w ananasach dochodzi do 56,4 mg. Jednakże należy brać pod uwagę również to, że w soku ananasów, w zależności od technologii wytwarzania i sposobu przechowywania ta zawartość może być niższa nawet o 42% od stwierdzanej w owocach bezpośrednio po zbiorach. Podobne zjawiska zachodzą w przypadku produkcji soku z mandarynek.

Do składników stanowiących komponenty obu owoców zaliczyć należy kwas cytrynowy. Efektywność działania kwasu cytrynowego w stosunku do gronkowców w zależności od gatunku owoców i stężenia była opisywana w literaturze (19, 20).

Zatem to różnice w stężeniach kwasów organicznych obu owoców mogą stanowić o stosunkowo niskich właściwościach hamujących mandarynek w porównaniu z prezentowaną wyżej aktywnością biostatyczną ananasów.

Wyniki naszych wcześniejszych badań potwierdzają również słabą aktywność wodnych roztworów uzyskiwanych w wyniku homogenizowania tkanek owoców, w hamowaniu rozwoju populacji *S. aureus*. Tym można tłumaczyć ograniczone działanie hamujące składników organicznych zawartych w fazie wodnej badanych mandarynek.

Mandarynki odznaczają się dodatkowo znaczną zawartością witamin z grupy B, wykazujących zdolność do podtrzymywania rozwoju bakterii. Znacznie mniejsze stężenie tych witamin stwierdzane jest w ananasach. Istnieje zatem prawdopodobieństwo, że mimo obecności flawonoidów i tanin, to stężenie witamin grupy B jest odpowiedzialne za nikłe właściwości biostatyczne soku z mandarynek.

WNIOSKI

1. W warunkach modelowych sok z mandarynek nie wykazuje właściwości hamujących w stosunku do komórek *S. aureus*.
2. Sok z ananasów po 2 godz. interakcji z gronkowcami o inokulum ponad $6 \log_{10}$ jtk/g powoduje redukcję ich liczby średnio o $0,97 \log_{10}$ /jtk/cm³.
3. Aktywność biostatyczna soku z mandarynek jest dziesięciokrotnie niższa w porównaniu z hamującym działaniem soku ananasowego.

I. Steinka

EVALUATION OF ABILITY OF MANDARIN JUICE AND PINEAPPLE JUICE TO INHIBIT *S. AUREUS* POPULATION GROWTH

Summary

The aim of this study was to evaluate the biostatic properties of the juice from the pineapple and mandarins in relation to staphylococci *Staphylococcus aureus* ATCC 23925.

Inoculum test strains of *Staphylococcus aureus* ATCC 23925 used in mixtures with juices ranged from 6.69 to 7.63 \log_{10} jtk/ml.

There is a large dynamic braking staphylococci remaining in interaction with pineapple juice in comparison to the effect observed for the bacteria in contact with the juice mandarins.

In the experimental conditions of mandarin juice showed no inhibitory against *S. aureus* ATCC 23925 in comparison to pineapple juice after 2 hours of the interaction. Staphylococci inoculum $6 \log_{10}$ cfu/ml causes a reduction in the number of this bacteria average $0.97 \log_{10}$ CFU/ml with pineapple juice. Activity biostatic mandarin juice is ten times lower in comparison with the inhibitory effect of pineapple juice.

PIŚMIENNICTWO

1. Guthrie N., Carroll K.K.: Inhibition of mammary cancer by citrus flavonoids. Adv. Exp. Med. Biol., 1998; 439: 227-236. – 2. Bansode D.S., Chavan M.D.: Evaluation of antimicrobial activity and photochemical analysis of papaya and pineapple fruit juices against selected enteric pathogens. Int. J. Pharma. Bio. Sci., 2013; 4(2): 1176-1184. – 3. Fisher K., Philips C.A.: The effect of lemon, orange, bergamot essentials oils and their components on the survival of *Campylobacete rjejuni Escherichia coli O157*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* in vitro and in food system. J. Appl. Microbiol., 2006; 101: 1232-1240. – 4. Tochi B.N., Wang Z., Xu S-Y., Zhang W.: Therapeutic application of pineapple protease (Bromelain): A review. Pakistan J. Nutr., 2010; 7(4): 513-520. – 5. Khosropanah H., Bazargani A., Ebrahimi H., Eftekhari K., Emami Z., Esmailzadeh S.: Assessing the effect of pineapple extract alone and combination with vancomycin on *Streptococcus sanguis*. Jundishapur J Nutr PharmProducts, 2012; 7(4): 140-143. – 6. Steinka I.: Porównanie biostatycznych właściwości mięszu owoców cytrusowych. – 7. Lopes T.P., Salas C.E., Hernandez M.: In vivo antitumoral activity of stem pineapple (*Ananascomosus*) bromelin. Planta Medica, 2007; 13: 1377-1383. – 8. Codoner-French P., Lopez-Jaen A.B., Sentandreu E., Belles V.V.: Mandarin in juice improves the andioxidant status of hypercholesterolemic children. J Pediatr Gastroenterol Nutr., 2008; 47(3): 349-355. – 9. Morley K.L., Ferguson P.: Tangeretin and nobilitin induce G1 cell cycle arrest but not apoptosis in human breast and colon cancer cell, 2006. – 10. Viuda Martos M., Ruiz-Navajas Y., Fernandez-Lopez J., Perez-Alvarez J.: Antibacterial activity lemon (*Citrus lemon* L.) mandarin (*Citrus reticulate* L.), Grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. J. Food Safety., 2008; 28(4): 567-576.
11. PN-EN ISO 6888-1, Mikrobiologia żywności i pasz – horyzontalna metoda oznaczania liczby gronkowców koagulazo-dodatnich (*Staphylococcus aureus* i innych gatunków). – 12. Akiyama H., Fujii K., Yamasaki O., Oono T., Iwatsuki K.: Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*. J Antimicrob Chemother., 2001; 48(4): 487-491. – 13. Payne D.E., Martin R., Parzych K.R., Rickard A.H., Underwood A., Boles B.R.: Tannic acid inhibits *Staphylococcus aureus* surface colonization in an IsaA-dependent manner. Inf. Immun., 2013; 81(2): 496-504. – 14. Taguri T., Tanka T., Kouno I.: Antimicrobial activity of 10 different plant polyphenols against bacteria causing food-borne disease. Biol. Pharm. Bull., 2014; 27(12): 1965-1969. – 15. Abdulraman A., Milala M.A., Gulani I.A.: Antimicrobial effects of crude bromelain extracted from pineapple fruit (*Ananas comosus* Linn.). Advances in Biochemistry, 2015; 3: 1-4. – 16. Praveen N.C., Rajesh A., Madan M., Chaurasia V.R., Hiremath N.: In vitro evaluation of antibacterial Efficacy of Pineapple (Bramelein) on periodontal pathogens. J Int. Oral Health., 2014; 6(5): 96-98. – 17. Sanchez-Najera R.I., Nakagoshi-Cepeda S., Martinez-Sanmiguel J.J., Hernandez-Delgado R., Cabral-Romero C.: Ascorbic acid on oral microbial growth and biofilm formation. www.thepharmajournal.com., 2013; 2(4): 103-109. – 18. Ywassaki L.A., Canniatti-Brazacc S.G.: Ascorbic acid and pectin in different sizes and parts of citric fruits. Cienc. Tecnol. Aliment., 2011; 31(2): 319-326. – 19. Hammer K.A., Garson C.F., Rile T.V.: Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. J. Appl. Microbiol., 1999; 86: 985-990. – 20. Steinka I., Kukulowicz A.: Effect of select plants on the survival of *Staphylococcus aureus*, Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances. Ed. A. Mendez-Vilas, 2011; 1186-1194.

Angelika E. Charkiewicz, Wioleta J. Omeljaniuk

OCENA WARTOŚCI ENERGETYCZNEJ I ZAWARTOŚCI WYBRANYCH SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH W DIETACH MĘŻCZYZN UCZĘSZCZAJĄCYCH REGULARNIE NA SIŁOWNIE

Zakład Zdrowia Publicznego
Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku
Kierownik: prof. dr hab. *A. Szpak*

Celem pracy była ocena wartości energetycznej, zawartości głównych składników odżywczych w dietach mężczyzn w wieku 18–40 lat uczęszczających regularnie na siłownię w Białymstoku. Badaniami ankietowymi objęto grupę 120 osób w wieku 18–40 lat, wykorzystując metodę 24-godzinnego wywiadu żywieniowego. Pomimo, że średnia zawartość każdej witaminy przekraczała zalecane normy żywieniowe, prawdopodobieństwo niedostatecznego spożycia witaminy A, B₁ i B₁₂ dotyczyło 9,5–21,3% respondentów, a witaminy C i folianów – 30,0–36,0% populacji. Dostateczna podaż witaminy D i E występowała u 44,2 vs. 58,7% mężczyzn. Zaobserwowane nieprawidłowości w dietach mężczyzn uczęszczających na siłownię wskazują na potrzebę działań profilaktycznych, obejmujących swoim zakresem edukację żywieniową.

Słowa kluczowe: składniki odżywcze, dieta, mężczyźni.

Key words: nutrients, diet, men.

Prawidłowo zbilansowana dieta wpływa na stan zdrowia, a także zdolność organizmu do wykonywania różnorodnej aktywności fizycznej, w tym zwłaszcza siłowej. Odpowiednia dieta osób aktywnych fizycznie zapewnia stałe dostarczanie organizmowi niezbędnych substancji odżywczych, które stanowią zasoby energii wykorzystywane w trakcie wysiłku oraz podczas regeneracji organizmu. Obok głównych związków, takich jak: węglowodany, tłuszcze i białka w żywieniu osób bardzo aktywnych ważną funkcję pełnią witaminy odgrywające istotną rolę w regulowaniu prawidłowego przebiegu procesów metabolicznych na poziomie komórkowym (1, 2). Odpowiednio skomponowana dieta osób uprawiających sport jest jednym z elementów przyczyniających się do osiągnięcia pozytywnych wyników sportowych. Odgrywa ona równie istotną rolę jak pozostałe czynniki, tj. talent, motywacja, trening i oporność na urazy (3). Regularne uprawianie sportu zwiększa ich zapotrzebowanie na wszystkie składniki odżywcze, ponieważ w czasie treningu następuje przyspieszenie tempa procesów fizjologicznych i związanego z tym stresu oksydacyjnego, a także osoby intensywnie ćwiczące narażone są na większe straty składników odżywczych, w tym głównie składników mineralnych w wyniku wzmożonej diurezy oraz zwiększonego wydzielania potu (4). U sportowców zwiększone jest również zapotrzebowanie głównie na witaminy antyoksydacyjne: C, E i β -karoten, chroniące komórki przed działaniem wolnych rodników (1).

Celem pracy była ocena wartości energetycznej, zawartości głównych składników odżywczych w dietach mężczyzn w wieku 18-40 lat uczęszczających regularnie na siłownię w Białymstoku.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w okresie od czerwca do września 2012 r. wśród klientów trzech siłowni w Białymstoku. Grupa osób liczyła 120 mężczyzn w wieku od 18 do 40 lat (średnia wieku $24,4 \pm 2,5$ lat), o masie ciała $84,8 \pm 8,9$ kg i wysokości ciała $183 \pm 5,3$ cm. Uzyskane dane pozwoliły obliczyć wskaźnik masy ciała (*Body Mass Index-BMI*) wg wzoru (5): **BMI = masa ciała (kg) / wysokość ciała (m)²**. Wartości wskaźnika masy ciała służyły do zakwalifikowania badanych mężczyzn pod względem występowania nadwagi bądź otyłości wg *FAO/WHO/UNU* (5). Średnia wartość wskaźnika BMI, która została podzielona wg kryteriów *FAO/WHO/UNU* (5), wyniosła $25,3 \text{ kg/m}^2$. Natomiast podział mężczyzn na klasy BMI dokonano w dwóch przedziałach $18,5\text{--}25 \text{ kg/m}^2$ (46% respondentów) i w $25\text{--}30 \text{ kg/m}^2$ (51% respondentów). Pozostali badani zostali zakwalifikowani do klasy BMI w zakresie $30\text{--}35 \text{ kg/m}^2$ (3% respondentów). Średnia wartość wskaźnika WHR wyliczona wg wzoru: **WHR = obwód talii (cm)/obwód bioder (cm)**, wyniosła u badanych mężczyzn 0,91 (5). Odsetek mężczyzn przekraczających dopuszczalną wartość wskaźnika WHR (0,9) stanowił 43%. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę lokalnej Komisji Bioetycznej UMB nr zgody: R-I-002/457/2012.

Do oceny sposobu żywienia wykorzystano metodę wywiadu żywieniowego z ostatnich 24 godzin poprzedzających badanie w dniach powszednich (od poniedziałku do piątku). Zapis jednorazowego wywiadu żywieniowego jest możliwy i akceptowany w przypadku grupy powyżej 100 osób, co było zamysłem niniejszych badań. Jednakże planowana jest kontynuacja badań w trzech odstępach czasowych. Dane z kwestionariusza ankiety wprowadzono do programu komputerowego *Dieta 5.0*, opracowanego w 2011 r. przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie. Uwzględniono straty składników odżywczych powstałe podczas procesów kulinarnych. Wyliczono średnią wartość energetyczną, zawartość wszystkich składników odżywczych w całodziennych racjach pokarmowych badanych mężczyzn. Nie uwzględniono dodatkowej suplementacji diety. Oceniając zgodność dostarczenia w produktach spożywczych składników odżywczych z zaleceniami, uzyskane wyniki porównano z obowiązującymi normami żywienia (1) na poziomie średniego zapotrzebowania grupy (EAR – ang. Estimated Average Requirement), za wyjątkiem tłuszczów ogółem na poziomie zalecanego spożycia (RDA – ang. Recommended Dietary Allowances) czy błonnika pokarmowego, wody, witaminy D i E, u których wykorzystano zalecenia ustalone na poziomie wystarczającego spożycia (AI – ang. Adequate Intake). W celu oceny, czy zawartość tych składników była dostateczna w dietach, w porównaniu do wyżej wymienionych norm żywienia, wykorzystano metodę prawdopodobieństwa. Określa ona frakcję osób o niedostatecznym spożyciu w porównaniu do określonego poziomu normy. Zastosowanie tej metody jest możliwe wówczas, gdy spożycie i zapotrzebowanie jest niezależne oraz rozkład zapotrzebowania jest znany, jak również przy założeniu symetryczności rozkładu

spożycia (całe wnioskowanie jest przeprowadzone w oparciu o rozkład normalny). Metodę tę wykorzystano do wszystkich składników odżywczych, za wyjątkiem wartości energetycznej diety i żelaza – nie dotyczy w pracy (1).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Po dokonaniu subiektywnej oceny przez mężczyzn, 70% z nich określiło swoją aktywność fizyczną jako intensywną, co oznaczało trenowanie przynajmniej 2 razy w tygodniu po 1,5 do 2 godz., natomiast 30% jako tę samą aktywność oceniło jako umiarkowaną. Większość badanych – 83,3% regularnie uprawiało sport. Najczęściej wybieraną formą aktywności fizycznej (70,8% badanych) była siłownia/aerobik. Taki sam odsetek respondentów deklarowało gry zespołowe, takie jak: koszykówka, siatkówka czy piłka nożna, bieganie (odpowiednio 19,2 vs. 20,8%). Nieco mniej mężczyzn preferowało jazdę na rowerze (16,7%) oraz pływanie (11,7%).

Analizując okres korzystania z siłowni, co drugi ankietowany uczęszczał na siłownię od ponad roku, natomiast 22,5% mężczyzn od 6 miesięcy do 1 roku, 19,2% – od 1 miesiąca do pół roku, a tylko 3,3% – krócej niż miesiąc. Prawie wszyscy ankietowani (95,8%) chodzili na siłownię co najmniej raz w tygodniu, a aż 80,8% – uczęszczało 3–4 razy w tygodniu. Rozważając czas, jaki respondenci poświęcali jednorazowo na trening: 95,8% mężczyzn nie przekraczało 2 godz., przy czym 15% trenowało nie dłużej niż 1 godz., a 80,8% – od 1 do 2 godz. Głównym celem korzystania z siłowni była poprawa kondycji, sylwetki oraz zdrowia (68,3%), a w mniejszym stopniu poprawa wizerunku (38,3%). Tylko 12,5% badanych uczęszczało do obiektów sportowych uzupełniając trening w innych dyscyplinach sportowych oraz trenując do zawodów w sportach siłowych.

Z raportu wykonanego przez Centrum Badania Opinii Społecznej (6) z 2009 r. „Aktualne problemy i wydarzenia” wśród 1125 osobowej reprezentatywnej próby losowo adresowej dorosłych mieszkańców Polski wynikało, że regularnie bądź dość często uprawia sport 26% badanych, natomiast 20% ankietowanych uprawia sporadycznie ćwiczenia fizyczne. Liczba osób deklarująca brak jakichkolwiek ćwiczeń fizycznych wyniosła 54%. W celu dokonania oceny, czy wartość energetyczna diet badanych mężczyzn była zgodna z ich zapotrzebowaniem energetycznym posłużono się wskaźnikiem masy ciała BMI (1). Ostatnia opinia EFSA zakłada (1) wykorzystanie w kryteriach oceny bilansu energetycznego rozkład wskaźnika BMI i odsetka osób powyżej i poniżej stosowanych standardów BMI. Zatem wartość wskaźnika BMI wynosząca 22 kg/m² została przyjęta jako norma na energię dla osób dorosłych o prawidłowej masie ciała, także u osób o dużej aktywności fizycznej. Odsetek osób posiadających wartość wskaźnika BMI ponad 22 kg/m² wynosił 96%, a poniżej jedynie 4%.

Zwiększony wysiłek fizyczny powoduje wzrost zapotrzebowania na energię i niektóre składniki pokarmowe we właściwych proporcjach. Pobór energii z pożywieniem musi być zgodny z zapotrzebowaniem organizmu i jego wydatkowaniem. W trakcie uprawiania poszczególnych dyscyplin sportowych/treningu zapotrzebowanie na energię jest różne i zależy od intensywności wysiłku bądź czasu jego trwania. Im większa podejmowana jest aktywność fizyczna tym wymaga dostarczenia większej energii wraz z dietą. U osób o dużej i regularnej aktywności fizycznej

zapotrzebowanie na energię (3500–9000 kcal) jest wyższe w zależności od uprawianej dyscypliny sportu (2). Zatem wartość energetyczna diety uzyskana w badaniach własnych była niewystarczająca.

Wyższą wartość energetyczną diet (3265 kcal) wykazał *Kasprzak* (7) wśród chłopców uprawiających piłkę nożną w okresie przygotowania ogólnego. Podobna wartość energetyczna diet (2953,8 kcal), w porównaniu do badań własnych, miała miejsce w prezentowanej przez *Stefańską* i współpr. (8) pracy z udziałem studentów I roku Wyższej Szkoły Wychowania Fizycznego i Turystyki w Supraślu.

Zapotrzebowanie na białko u osób pozostających aktywnych fizycznie jest wyższe niż u pozostałych osób. Niektórzy sportowcy, m.in. kulturyści stosują dietę z wyższą ilością białka (1,2–2,4 g białka/kg m.c.), celem rozwoju tkanki mięśniowej (2).

Wśród badanych przez nas mężczyzn, odsetek osób z niedostatecznym spożyciem białka ogółem, wyliczonego na podstawie indywidualnej masy ciała każdej badanej osoby, wynosił 2,43%, co świadczy o odpowiedniej podaży tego składnika odżywczego u większości grupy (148,3 g). Niższe średnie spożycie białek ogółem (119 g) zaobserwowała *Stefańska* i współpr. (8) oraz *Seidler* i współpr. (9) – 85,2 g. Badanie zrealizowane przez *Kasprzak* (7) u mężczyzn uprawiających piłkę nożną, wykazało zawartość 94,3 g białka ogółem w ich całodziennych racjach pokarmowych. W badaniu zrealizowanym przez *Stefańską* i współpr. (8), zaobserwowano niższą zawartość w całodziennych racjach pokarmowych studentów białek zwierzęcych (84,1 g), natomiast porównywalnie w przypadku białek roślinnych (35,2 g). Wyższe spożycie białka roślinnego przez chłopców trenujących piłkę nożną stwierdzono w badaniach *Kasprzak* (7) – 41,6 g, natomiast niższe białka zwierzęcego (52,7 g).

Dieta osoby aktywnej fizycznie z odpowiednią zawartością tłuszczów pozwala na uzyskanie jednocześnie odpowiedniej ilości węglowodanów. Nie zaleca się przyjmowania większej ilości tłuszczów podczas treningów lecz utrzymywanie odpowiedniej podaży pomiędzy wysiłkami. Tłuszcze są nośnikiem witamin A, D, E i K oraz WNKT (2).

U 89,61% badanych przez nas mężczyzn zawartość tłuszczów w dietach była niższa od obowiązującej normy przyjętej w przeliczeniu g/kg masy ciała każdego mężczyzny. Wynik ten może budzić lekki niepokój, ponieważ poziom spożycia tłuszczów jest ustalony jako zalecana norma z wykorzystaniem maksymalnych poziomów zalecanego spożycia. *Stefańska* i współpr. (8) wykazała większe średnie spożycie tłuszczów wśród studentów I roku Wyższej Szkoły Wychowania Fizycznego i Turystyki w Supraślu (125,1 g). W swojej pracy *Kasprzak* (7) zaobserwował wyższe spożycie tłuszczów u mężczyzn uprawiających piłkę nożną (100,6 g), w porównaniu do wyników badań własnych. Porównywalne spożycie tłuszczów ogółem (85,4 g) zaobserwowała *Seidler* i współpr. (9) w przeanalizowanych jadłospisach mężczyzn uprawiających fitness.

Porównywalną ilość spożytego cholesterolu (548,8 mg), w porównaniu do wyników badań własnych, wykazała *Stefańska* i współpr. (8). Mniejszą zawartość cholesterolu (469,8 mg) w racjach pokarmowych, w odniesieniu do wyników badań własnych, wykazała *Seidler* i współpr. (9) oraz *Kasprzak* (7) wśród chłopców uprawiających piłkę nożną w Poznaniu (418,9 mg). Uzyskana wartość u jednego badanego mężczyzny (2143,5 mg) była wynikiem spożycia m.in. jajecznicy z 6 jaj oraz boczku wieprzowego na samo śniadanie, następnie bogato białkowego obiadu i kolacji.

Tab e l a I. Średnia wartość energetyczna oraz zawartość podstawowych składników odżywczych w dietach mężczyzn

Tab l e I. The average value of the energy and the content of essential nutrients in the diets of the men

Składnik odżywczy	Wartość spożycia średnia \pm SD	Min – Max	Odsetek osób poniżej normy EAR	Odsetek osób powyżej normy AI	Norma (1)
Wartość energetyczna całodo- bowego żywienia (kcal)	2693,6 \pm 849,4	849,4 – 5123,5	–	–	–
Białko ogółem (g)	148 \pm 62,1	54,1 – 390,6	2,4%	–	61,8
Białko roślinne (g)	36 \pm 12,5	12,1 – 82,2	–	–	–
Białko zwierzęce (g)	109,1 \pm 56,6	21,6 – 329,4	–	–	–
Tłuszcze ogółem (g)	88,4 \pm 44,3	20 – 240,1	89,6%	–	147,4
Cholesterol (mg)	548,8 \pm 393,8	65,2 – 2143,5	–	–	300
Węglowodany ogółem (g)	319,6 \pm 102,3	66,6 – 627,1	0,46%	–	–
Błonnik pokarmowy (g)	20,4 \pm 11,1	8,3 – 57,2	–	–	25
Woda (g)	3468,6 \pm 1371,9	593,7 – 6819,9	–	73,79%	2500
Witamina A (μ g równoważnika retinolu)	1630,9 \pm 2280,7	198,3 – 2952,6	21,3%	–	630
Witamina D (μ g)	7,0 \pm 9,6	0,2 – 61,0	–	44,2%	5
Witamina E (mg równoważnika α - tokoferolu)	14,0 \pm 15,8	3,7 – 158,8	–	58,7%	10
Witamina C (mg)	141,7 \pm 134,6	10,5 – 1023,9	36%	–	75
Witamina B ₁ (mg)	2,3 \pm 3,7	0,7 – 40,8	14,5%	–	1,1
Witamina B ₂ (mg)	3,2 \pm 3,8	1,1 – 42,1	3,1%	–	1,1
Niacyna (mg)	39,3 \pm 23,3	7,5 – 154,5	3,7%	–	12
Witamina B ₆ (mg)	3,6 \pm 3,8	1,2 – 42,4	1,6%	–	1,1
Foliany (μ g równoważnika folianów)	430,1 \pm 210,9	180,5 – 1511,6	30,0%	–	320
Witamina B ₁₂ (μ g)	7,8 \pm 8,8	1,8 – 76,7	90,5%	–	2,0
% energii z białka	22,6	–	–	–	10–15
% energii z tłuszczu	28,5	–	–	–	20–35
% energii z węglowodanów	48,9	–	–	–	50–70

Odpowiednia podaż energii pochodzącej z węglowodanów jest istotna ze względu na utrzymanie odpowiedniego stężenia glukozy we krwi podczas wysiłku oraz uzupełniania strat glikogenu po wysiłku. Zaleca się u osób aktywnych fizycznie podaż węglowodanów wraz z dietą w ilości 6–10 g /kg m.c. (2).

Liczba osób z niedostatecznym spożyciem węglowodanów ogółem w badaniach własnych wynosiła zaledwie 0,46%, co oznacza odpowiednią konsumpcję tego składnika odżywczego w całodziennych racjach pokarmowych. Wyższe ilości węglowodanów ogółem (354,7 g) zawierała dieta studentów WSWFiT w Supraślu (8). Zbliżoną ilość tego składnika (318,3 g) uzyskała *Seidler* i wspólni (9) w swoich ba-

daniach wśród mężczyzn uprawiających fitness. Niższe ilości węglowodanów w diecie (274 g), w porównaniu do wyników badań własnych, zaobserwował *Kasprzak* (7).

Udział energii pochodzącej z białka został przekroczony o 7,6 punktów procentowych, przy uwzględnieniu maksymalnej wartości normy. Zarazem stwierdzono niedobór energii pochodzącej z węglowodanów o 1,1 punktów procentowych poniżej dolnej normy. Udział energii pozostałych składników mieścił się w granicy zalecanych wartości.

Średnia zawartość błonnika pokarmowego w badaniach własnych nie pokrywała zalecanej normy (25 g). Zawartość błonnika pokarmowego w badaniach *Kasprzak* (7) wynosiła 29,6 g, co przewyższało otrzymany wynik badań własnych. W badaniu *Stefańskiej* i współpr. (8) średnia ilość spożywanego włókna pokarmowego wśród studentów Wychowania Fizycznego w Supraślu wynosiła 25,9 g, przewyższając wyniki badań własnych. Niższą ilość spożywanego błonnika pokarmowego zaobserwowała *Seidler* i współpr. (9) u mężczyzn uprawiających fitness – 17,5 g.

W przypadku stosowania zasad prawidłowego sposobu żywienia u osób aktywnych fizycznie nie istnieje potrzeba dodatkowej podaży witamin i składników mineralnych (2). Zawartość witaminy A w całodziennych racjach pokarmowych badanych przez nas mężczyzn było wystarczająca u ok. 79%. Wyższe wartości witaminy A (1797,8–1994,8 µg) w odniesieniu do wyników badań własnych (1630,9 µg), wykazali *Wojtyczek* i *Frankiewicz-Józko* (10) u mężczyzn studiujących na I roku studiów AWF w Warszawie na kierunku wychowania fizycznego oraz *Kasprzak* (7) u zawodników I-ligowego zespołu piłkarskiego z Wielkopolski (1956,0 µg). Mniejszą ilość witaminy A (1091,4 µg), w porównaniu do wyników badań własnych, zaobserwowano w badaniach przeprowadzonych przez *Szczepańską* i współpr. (11) na reprezentantach kadry narodowej seniorów podnoszenia ciężarów, przebywających na zgrupowaniu treningowym. Również niższą wartość tej witaminy odnotował *Kasprzak* (7) wśród chłopców uprawiających piłkę nożną (1273,3 µg). Znacznie niższą ilość witaminy (676,2 µg), w porównaniu do wyników badań własnych, zawierała dieta mężczyzn uprawiających rekreacyjnie fitness w szczecińskich klubach przedstawionych w badaniu *Seidler* i współpr. (9). Podobny wynik (725,0 µg) uzyskał *Chalcarz* i współpr. (12) w całodziennych racjach pokarmowych kolarzy górskich. Natomiast zawartość witaminy A, wynoszącą jedynie 441 µg, wykazał *Chalcarz* i współpr. (13) wśród grotolazów płci męskiej, podczas wyprawy jaskiniowej w Alpy Salzburskie w masyw Höher Golla.

Dieta badanych przez nas mężczyzn wykazała niedobór witaminy D u 56%. Niższą podaż witaminy D (5,6 µg), w porównaniu do wyników badań własnych (7,0 µg), odnotował *Chalcarz* i współpr. w badaniach piłkarzy z Wielkopolski (14) oraz grupy grotolazów podczas wyprawy jaskiniowej (13). Analiza składu diety kolarzy górskich wykazała także mniejszą ilość witaminy D w ich racjach pokarmowych – 5,49 µg (12). W badaniu przeprowadzonym wśród mężczyzn uprawiających fitness w Szczecinie, *Seidler* i współpr. (9) odnotowała znacznie niższe spożycie witaminy D (3,2 µg) w odniesieniu do własnej grupy badawczej.

Podaż witaminy E wraz z dietą badanych przez nas mężczyzn u 42% była niewystarczająca. Nieco wyższą zawartość witaminy E (14,5 mg), w odniesieniu do wyników badań własnych (14,0 mg), zawierały diety studentów AWF w Warszawie, o zwiększonej aktywności fizycznej, zwanych sportowcami (10) oraz reprezentan-

tów kadry narodowej podnoszenia ciężarów na zgrupowaniu treningowym (11). Porównywalne wyniki do badań własnych odnotował *Kasprzak* (7) w grupie chłopców uprawiających piłkę nożną (13,8 mg). Niższą, w odniesieniu do badań własnych, ilość witaminy E w diecie (11,9 mg) uzyskali *Wojtyczek* i *Frankiewicz-Józko* (10) u studentów AWF o niższej aktywności fizycznej, wynikającej z zajęć programowych w ramach studiów i rekreacji w czasie wolnym. Z badań przeprowadzonych wśród osób uprawiających fitness w Szczecinie wynika, iż spożycie witaminy E przez mężczyzn było niskie – 8,3 mg (9), podobnie jak i przez kolarzy górskich, badanych przez *Chalcarz* i współpr. – 8,29 mg (12). Również znacznie niższe ilości witaminy E (6,88 mg), w porównaniu do wyników własnej grupy badawczej, zawierała dieta wielkopolskiego zespołu piłkarskiego (14) oraz grotolazów eksplorujących jaskinie w Alpach Salzburskich (13).

Okolo 36% badanych przez nas mężczyzn nie dostarczało zalecanej ilości witaminy C wraz z dietą. Wyższą podaż witaminy C (149,4 mg), w odniesieniu do wyników badań własnych – 141,7 mg, odnotowała *Szczepańska* i współpr. (11) w diecie polskich zawodników kadry narodowej podnoszenia ciężarów. Podobny rezultat uzyskali *Wojtyczek* i *Frankiewicz-Józko* (10) w racjach pokarmowych studentów AWF w Warszawie, zarówno tych o podwyższonej, jak i niższej aktywności fizycznej (171,7–177,4 mg). Analiza spożycia witamin przez piłkarzy z Wielkopolski, wykazała także wyższą zawartość kwasu askorbinowego w ich diecie – 204,5 mg (14). Niższe spożycie witaminy C w diecie (110,0 mg), w porównaniu do własnej grupy badawczej, występowało u mężczyzn uprawiających piłkę nożną (7) oraz u sportowców uprawiających fitness w szczecińskich klubach – 82,9 mg (10). Również znacznie niższą zawartość kwasu askorbinowego (66,6 mg) obserwował *Chalcarz* i współpr. (12) u kolarzy górskich. Natomiast dieta osób z grupy grotolazów podczas dni akcji jaskiniowej zawierała jedynie 19,1 mg witaminy C (13).

Zawartość witaminy B₁ wraz z dietą w badaniach własnych mieściła się u 85% osób w zalecanej normie. Wyższą wartość tiaminy (2,6 mg), w odniesieniu do wyników badań własnych, odnotowała *Szczepańska* i współpr. (11) w diecie zawodników reprezentujących kadrę narodową w dyscyplinie ciężkiej atletyki, którą jest podnoszenie ciężarów. Z badań przeprowadzonych wśród mężczyzn uczęszczających do szczecińskich klubów fitness (9) oraz chłopców uprawiających piłkę nożną (7) wynika, iż całodobowe żywienie tych grup osób dostarczało mniej witaminy B₁ (1,4 mg). Również znacznie niższą ilość tiaminy w diecie (1,091 mg), w porównaniu do wyników badań własnych – 2,3 mg, stwierdził *Chalcarz* i współpr. (14). Natomiast dieta uczestników wyprawy jaskiniowej w Alpy Salzburskie zawierała jedynie 0,822 mg witaminy B₁ (13), a w przypadku mężczyzn trenujących kolarstwo górskie – 0,863 mg (12).

W przypadku witamin B₂, PP oraz B₆ w całodziennych racjach pokarmowych ok. 95% badanych mężczyzn, stwierdzono ich prawidłową zawartość.

W badaniach przeprowadzonych przez *Szczepańską* i współpr. (11) z udziałem reprezentantów Polski w podnoszeniu ciężarów, zawartość witaminy B₂ wynosiła 2,6 mg i była mniejsza w porównaniu do wyników badań własnych – 3,2 mg. Także niższe spożycie ryboflawiny (1,9 mg) dotyczyło mężczyzn uprawiających fitness w Szczecinie (9) oraz u młodzieży uprawiającej piłkę nożną – 1,7 mg (7). *Chalcarz* i współpr. (12–14) w swoich badaniach wykazał jeszcze niższą zawartość

(1,312–1,567 mg) witaminy B₂ w dietach mężczyzn z różnych dyscyplin sportowych: alpinizmu jaskiniowego, kolarstwa górskiego oraz piłki nożnej.

Spożycie witaminy PP przez sztangistów reprezentujących kadrę narodową wynosiło 29,7 mg i było niższe w porównaniu do wyników badań własnych – 39,3 mg. Mniejszą ilość niacyny obserwowano także w badaniach przeprowadzonych przez *Chalcarz* i współpr. (13, 14) wśród grotolazów eksplorujących jaskinie (17,54 mg) oraz I-ligowych piłkarzy z Wielkopolski (18,4 mg). Również znacznie niższą zawartość witaminy PP (15,7 mg), w porównaniu do wyników badań własnych, zawierała dieta mężczyzn uprawiających rekreacyjnie fitness w badaniu *Seidler* i współpr. (9) oraz całodzienne racje pokarmowe kolarzy górskich (15,07 mg), badanych przez *Chalcarz* i współpr. (12).

Niższą, w odniesieniu do badań własnych – 3,6 mg, podaż witaminy B₆ w diecie (3,2 mg) uzyskała *Szczepańska* i współpr. (11) u reprezentantów kadry narodowej podnoszenia ciężarów na zgrupowaniu treningowym. Z badań przeprowadzonych przez *Kasprzak* (7) wśród młodzieży uprawiającej piłkę nożną oraz *Seidler* i współpr. (9) wśród mężczyzn uprawiających rekreacyjnie fitness wynika, iż całodobowe żywienie tych grup osób dostarczało mniej witaminy B₆ (1,9 mg). Także niższą zawartość tej witaminy (1,96 mg) odnotował *Chalcarz* i współpr. (14) w crp zespołu piłkarskiego z Wielkopolski. Natomiast całodzienne racje pokarmowe grotolazów podczas dni akcji jaskiniowej zawierały jedynie 1,28 mg witaminy B₆ (13), a w przypadku kolarzy górskich – 1,49 mg (12).

Średnia zawartość folianów wraz z dietą u badanych przez nas mężczyzn była wystarczająca u 70% osób. Dieta badanych mężczyzn uczęszczających na siłownię zawierała 430,1 µg folianów. Należy zwrócić uwagę, że badania były przeprowadzane w okresie letnim, gdzie konsumpcja warzyw i owoców jest znacznie wyższa niż pozostałych porach roku. W badaniu przeprowadzonym przez *Chalcarz* i współpr. (14) spożycie tej witaminy przez zawodników I-ligowego zespołu piłkarskiego wynosiło 279,3 µg i było niższe w porównaniu do wyników badań własnych. Również znacznie mniejszą ilość folianów w diecie (211,4 µg) uzyskali *Seidler* i współpr. (9) oraz *Chalcarz* i współpr. (12,13) – 224,0 µg i 177,2 µg.

W badaniach własnych odnotowano aż 90,5% odsetek osób poniżej zalecanej normy EAR dla witaminy B₁₂. Mniejszą ilość witaminy B₁₂ (5,3 µg), w odniesieniu do wyników badań własnych – 7,8 µg, odnotowała *Szczepańska* i współpr. (11) wśród reprezentantów kadry narodowej seniorów podnoszenia ciężarów, przebywających na zgrupowaniu treningowym oraz *Chalcarz* i współpr. (13) u grotolazów eksplorujących jaskinie podczas wyprawy w Alpy Salzburskie (5,49 µg) i kolarzy górskich (4,88 µg) (12) oraz mężczyzn uprawiających rekreacyjnie fitness (4,0 µg) w badaniu przeprowadzonym przez *Seidler* i współpr. (9). Natomiast analiza spożycia witaminy przez wielkopolski zespół piłkarski (14) wykazała, że zawodnicy dostarczali jedynie 3,51 µg witaminy B₁₂ w całodziennych racjach pokarmowych.

WNIOSKI

Zaobserwowane nieprawidłowości skłaniają do podjęcia działań profilaktycznych, obejmujących swoim zakresem edukację żywieniową, w tym zasad prawidłowego

żywienia. W szczególności należy zwrócić uwagę na właściwe komponowanie posiłków zapewniających odpowiednią podaż witamin.

Wskazane jest uruchomienie szkoleń z zakresu prawidłowego sposobu żywienia sportowców, w ramach programu treningowego bądź dodatkowych zajęć realizowanych w siłowniach.

A.E. Charkiewicz, W.J. Omeljaniuk

EVALUATION OF ENERGY AND CONTENT OF SOME NUTRIENTS IN DIETS OF MEN REGULARLY ATTENDING THE GYM

Summary

Purpose: Feeding is one of the most important environmental factors necessary to maintain good health and optimum fitness. A properly balanced diet plays an important role in people practicing sport, supporting training, ensuring correct course of the exercise and regeneration of the body afterwards.

The aim was to assess the energy content of the major nutrients in the diets of men aged 18–40 years attending gyms in Białystok.

Materials and methods: The survey involved a group of 120 people aged 18–40 years. The supply of nutrients was evaluated using the 24-hour dietary recall interview.

Results: Although the average content of each vitamin exceeded the recommended dietary intake, the likelihood of inadequate intake of vitamin A, B₁ and B₁₂ was recorded in 9.5–21.3 % of respondents, and vitamin C and folate in 30.0–36.0 % of the participants. A sufficient supply of vitamin D, and E was observed in 44.2 and 58.7 % of the men, respectively.

Conclusions: The observed irregularities in the diets of men attending gyms indicate the need for preventive measures, including nutrition education. It should include the principles of proper nutrition, especially relating to the proper composition of meals, ensuring an adequate supply of vitamins.

PIŚMIENNICTWO

1. Jarosz M. (redaktor naukowy), Traczyk I., Stoś K., Charzewska J., Rychlik E., Kunachowicz H., Szostak W.B., Wojtasik A., Szponar L., Mojska H., Respondek W., Klosiewicz-Latoszek L., Cybulska B., Wolnicka K., Wierzejska R., Chabros E., Wajszczyk B., Chwojnowska Z., Oltarzewski M., Sajór I., Przygoda B., Walkiewicz A., Szostak-Węgierek D., Siuba M., Gielecińska I., Kłys W., Iwanow K., Wolańska D., Stolińska H.: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Pol-Health. Wydawnictwo IŻŻ. Warszawa 2012. – 2. Jarosz M. (redaktor naukowy), Białkowska M., Chabros E., Charzewska J., Chwojnowska Z., Cichocka A., Ciok J., Cybulska B., Dzieniszewski J., Maliszewska G., Grodowska A., Gugula S., Jarosz A., Kasińska E., Klosiewicz-Latoszek L., Kożuch M., Kunachowicz H., Nowicka G., Pachocka L., Pol K., Przygoda B., Ratkowska B., Respondek W., Rychlik E., Sajór I., Siuba M., Stoś K., Stronawska-Woźniak M., Szostak W.B., Szostak-Węgierek D., Taraszewska A., Traczyk I., Turlejska H., Wajszczyk B., Walkiewicz A., Wierzejska R., Wojtasik A., Wolnicka K.: Praktyczny podręcznik dietetyki. Wydawnictwo IŻŻ. Warszawa 2010. – 3. Maughan R.J., Shirreffs S.M.: Nutrition for sports performance: issues and opportunities. Proc. Nutr. Soc. 2012; 71: 112-119. – 4. Rodriguez N.R., DiMarco N.M., Langley S.: Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. J. Am. Diet. Assoc. 2009; 109(3): 509-527. – 5. Human Energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. FAO. Food and Nutrition Technical Report Series. No 1. FAO. Rome 2004. – 6. Centrum Badania Opinii Społecznej. Polak zadbany – troska o sylwetkę i własne ciało. CBOS. Warszawa 2009. – 7. Kasprzak Z.: Ocena wartości energetycznej i odżywczej diety oraz wydatku energetycznego grupy młodzieży uprawiającej piłkę nożną. Żyw. Człow. Metab. 2009; 36(2): 272-277. – 8. Stefańska E., Ostrowska L., Czapska D., Karczewski J.: Jakościowa i ilościowa ocena żywienia studentów uczelni sportowych. Bromat. Chem. Toksykol. 2007; 40(2): 131-135. – 9. Seidler T., Mierzwa M., Szczuko M.: Ocena sposobu żywienia osób uprawiających fitness – krótkie doniesienie. Medycyna Sportowa 2010; 4(26): 211-218. – 10. Wojtyczek

B., Frankiewicz-Józko A.: Spożycie witamin antyoksydacyjnych w diecie oraz wskaźniki TAS i TBARS u studentów AWF o różnym poziomie aktywności fizycznej. *Polish. J. Sport. Med.* 2006; 22(3): 169-172.

11. *Szczepańska B., Malczewska-Lenczowska J., Gajewski J.*: Zasadność stosowania odżywek przez reprezentantów kadry narodowej seniorów podnoszenia ciężarów na zgrupowaniu treningowym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2009; 65(4): 327-336. – 12. *Chalcarz W., Merkiel S., Tyma M.*: Spożycie witamin i składników mineralnych przez kolarzy górskich. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2008; 41(3): 686-689. – 13. *Chalcarz W., Merkiel S., Kotewa U.*: Ocena spożycia energii, makroskładników, wody oraz witamin u grotolazów podczas wyprawy w Alpy Salzburskie. *Polish. J. Sport. Med.* 2009; 25(4): 247-255. – 14. *Chalcarz W., Merkiel S., Mikołajczak A., Nowak E.*: Spożycie witamin i składników mineralnych przez piłkarzy w przeddzień meczu, w dzień meczu i po meczu. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2008; 41(3): 681-685.

Adres: 15-295 Białystok, ul. Szpitalna 37

Ewa Malczyk, Zuzanna Całyniuk, Monika Syc

OCENA CZĘSTOŚCI SPOŻYCIA WARZYW I OWOCÓW PRZEZ STUDENTÓW UNIwersYTETU MEDYCZNEGO W LUBLINIE

Instytut Dietetyki

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nysie

Dyrektor: dr hab. n. med. Z. Ciemniwski, prof. PWSZ w Nysie

Celem pracy była ocena częstości spożycia warzyw i owoców przez studentów Uniwersytetu Medycznego w Lublinie z uwzględnieniem płci, czasu studiowania, kierunku studiów i warunków mieszkaniowych. Najczęściej spożywanymi warzywami i owocami były: pomidory, ogórek, papryka, marchew, banany, pomarańcze, jabłka oraz cytryny (spożywane z częstością kilka razy w tygodniu), natomiast pozostałe warzywa i owoce wybierane były przez ankietowanych raz w tygodniu lub rzadziej.

Słowa kluczowe: warzywa, owoce, studenci, częstość spożycia.

Key words: vegetables, fruits, students, frequency of consumption.

Warzywa i owoce są najważniejszymi produktami prawidłowo zbilansowanej diety. W nowej piramidzie zdrowego żywienia awansowały na pierwsze miejsce wśród grup produktów spożywczych zalecanych do spożycia. Są one źródłem wielu witamin, składników mineralnych, błonnika pokarmowego oraz innych związków korzystnie wpływających na zdrowie człowieka (1). Dzięki swoim właściwościom mają istotne znaczenie w profilaktyce wielu przewlekłych chorób niezakaźnych (2, 3).

Spożycie warzyw i owoców w Polsce jest niewystarczające. W latach 2000–2014 konsumpcja owoców i ich przetworów wynosiła średnio 50,9 kg na mieszkańca rocznie, a warzyw i ich przetworów 110,76 kg na mieszkańca (4). Z danych GUS wynika, że w latach 2002–2012 spożycie owoców w Polsce zmniejszyło się z 4 do 3,4 kg miesięcznie, warzyw liczonych wraz z ziemniakami z 13 do 9 kg, a bez ziemniaków z 5,5 do 5 kg (5).

Celem pracy była ocena częstości spożycia warzyw i owoców przez studentów Uniwersytetu Medycznego w Lublinie z uwzględnieniem płci, czasu studiowania, kierunku studiów i warunków mieszkaniowych.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach przeprowadzonych w okresie zimowo-wiosennym 2015 r. wzięło udział 174 studentów Uniwersytetu Medycznego w Lublinie. Dobór osób do badań był przypadkowy. Zastosowano metodę sondażu diagnostycznego, której narzę-

dziem badawczym był autorski kwestionariusz ankiety. Kwestionariusz składał się z pytań o płeć, rok i kierunek studiów, warunki mieszkaniowe oraz pytań dotyczących częstości spożycia warzyw i owoców.

Respondenci mieli do wyboru następujące kategorie częstości w pięciostopniowej skali z określeniami słownymi i przypisanymi im wartościami liczbowymi: codziennie – 5 pkt., kilka razy w tygodniu – 4 pkt., raz w tygodniu – 3 pkt., rzadko – 2 pkt., wcale – 1 pkt. Uzyskane wyniki wykorzystano do obliczenia średniej częstości spożycia warzyw i owoców przez studentów. Otrzymanym średnim wartościom liczbowym przyporządkowano rangi, tworząc szeregi częstości spożycia z uwzględnieniem płci, czasu studiowania, kierunku studiów i warunków mieszkaniowych. Aby dokonać oceny stopnia zależności pomiędzy tymi szeregami, zastosowano analizę korelacji rang *Kendalla*. Interpretację przeprowadzono w oparciu o następujące poziomy korelacji: $|r|=0$ – brak korelacji; $0,0<|r|\leq 0,1$ – korelacja nikła; $0,1<|r|\leq 0,3$ – korelacja słaba; $0,3<|r|\leq 0,5$ – korelacja przeciętna; $0,5<|r|\leq 0,7$ – korelacja wysoka; $0,7<|r|\leq 0,9$ – korelacja bardzo wysoka; $0,9<|r|<1,0$ – korelacja niemal pełna; $|r|=1$ – korelacja pełna. Poziom istotności statystycznej przyjęto dla $p=0,05$. Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono za pomocą programu Statistica 10.0.

W celu wykazania zależności pomiędzy częstością spożycia warzyw i owoców a płcią, czasem studiowania, kierunkami studiów i różnymi warunkami mieszkaniowymi respondentów podzielono na grupy wg ww. wyróżników. Kobiet uczestniczących w badaniu było 140 (80%), a mężczyzn 34 (20%). Studenci I i II roku studiów stanowili 70% ($n=121$), natomiast studenci III roku i kolejnych lat studiów 30% ($n=53$). Biorąc pod uwagę kierunek studiów, studenci dietetyki stanowili 23% ankietowanych ($n=40$), natomiast studenci pozostałych kierunków, tj. fizjoterapii, elektro-radiologii, zdrowia publicznego, ratownictwa medycznego oraz kierunku lekarskiego 77% ($n=134$). Ostatnim wyróżnikiem były warunki mieszkaniowe, osób mieszkających z rodzicami/opiekunami było 52 (30%), a osób mieszkających samodzielnie 122 (70%).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Częstość spożycia warzyw i owoców wśród studentów Uniwersytetu Medycznego (UM) w Lublinie została przedstawiona w tab. I i II. Analiza statystyczna nie wykazała zależności pomiędzy częstością spożycia warzyw i owoców a przyjętymi w badaniach wyróżnikami (płeć, rok i kierunek studiów, warunki mieszkaniowe). Współczynnik korelacji rang *Kendalla* wyniósł od 0,69 do 0,90 wskazując na wysoką i bardzo wysoką siłę związku szeregów częstości spożycia warzyw, jak i owoców.

Najczęściej spożywanymi warzywami były pomidory, ogórki, papryka, marchew, sałata zielona oraz cebula (spożywane z częstością raz, bądź kilka razy w tygodniu). Podobne wyniki uzyskały także *Kierczyńska* (6) oraz *Bieżanowska-Kopeć* i współpr. (7). *Kierczyńska* (6) badała preferencje oraz częstość konsumpcji owoców i warzyw wśród studentów Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Respondenci mogli wybrać maksymalnie pięć gatunków warzyw, które spożywają najczęściej. Pomidory, marchew oraz ogórki uplasowały się na pierwszych trzech pozycjach. Równie często podawanymi przez ankietowanych warzywami okazały się: papryka, cebula,

T a b e l a I. Średnia częstość spożycia warzyw

T a b l e I. The average frequency of consumption of vegetables

Produkt	Ogółem	
	\bar{x}	R
Pomidor	3,93	1
Ogórek	3,78	2
Papryka	3,49	3
Marchew	3,40	4
Sałata zielona	3,36	5,5
Cebula	3,36	5,5
Rzodkiewka	3,01	7
Szczypiorek	2,97	8
Kukurydza	2,84	9
Nać pietruszki	2,75	10
Koperek	2,67	11
Brokuł	2,63	12
Por	2,53	13
Burak	2,41	15
Pietruszka korzeń	2,41	15
Seler	2,41	15
Kapusta	2,38	18,5
Kalafior	2,38	18,5
Szpinak	2,38	18,5
Fasolka szparagowa	2,38	18,5
Groszek zielony	2,25	21
Chrzan	2,09	22
Cukinia	2,06	23
Dynia	1,86	24
Szczaw	1,67	25,5
Rabarbar	1,67	25,5
Brukselka	1,65	27
Kabaczek	1,57	28
Kalarepa	1,47	29
Cykoria	1,39	30
Jarmuż	1,26	31
Współczynnik rang Kendalla	pleć	$r_k = 0,88; p = 0,000000$
	rok studiów	$r_k = 0,90; p = 0,000000$
	kierunek studiów	$r_k = 0,86; p = 0,000000$
	warunki mieszkaniowe	$r_k = 0,88; p = 0,000000$

\bar{x} – średnia częstość spożycia; R – ranga

Tabela II. Średnia częstość spożycia owoców

Table II. The average of frequency of consumption of fruits

Produkt	Ogółem	
	\bar{x}	R
Banan	3,85	1
Pomarańcza	3,82	2
Jabłko	3,81	3
Cytryna	3,76	4
Mandarynka	3,56	5
Kiwi	3,01	6
Truskawka	2,99	7
Winogrona	2,91	8
Malina	2,87	9
Grejpfrut	2,75	10
Gruszka	2,68	11
Arbuz	2,67	12
Brzoskwinia	2,64	13,5
Wiśnie	2,64	13,5
Czereśnie	2,61	15
Poziomka	2,59	16
Morela	2,45	17
Czarne jagody	2,44	18
Śliwki	2,43	19
Żurawina	2,41	20
Jeżyna	2,38	21
Ananas	2,37	22
Porzeczka	2,32	23
Agrest	2,03	24
Owoc dzikiej róży	1,57	25
Współczynnik rang Kendalla	pleć	$r_k = 0,69; p = 0,000001$
	rok studiów	$r_k = 0,74; p = 0,000000$
	kierunek studiów	$r_k = 0,79; p = 0,000000$
	warunki mieszkaniowe	$r_k = 0,82; p = 0,000000$

\bar{x} – średnia częstość spożycia; R – ranga

kalafior, brokuły oraz sałata zielona. Z kolei studenci wyższych uczelni województwa małopolskiego uczestniczący w badaniach dotyczących częstotliwości spożycia produktów bogatych w przeciwutleniacze, spośród warzyw najczęściej wybierali ogórki, cebulę i czerwoną paprykę deklarując konsumpcję warzyw z częstością kilka razy w tygodniu (7). Otrzymane wyniki mogą wskazywać na odchodzenie od spo-

zywiania warzyw podstawowych, do których w Polsce zalicza się kapustę, cebulę, marchew oraz buraki, w kierunku preferencji warzyw droższych, takich jak: ogórki, pomidory, papryka oraz brokuły.

Najczęściej wybieranymi owocami, tj. kilka razy w tygodniu, przez studentów UM w Lublinie były: banany, pomarańcze, jabłka, cytryny oraz mandarynki. Również w badaniach *Kierczyńskiej* (6), ankietowani wybierali właśnie te owoce, z tym, że wśród najczęściej wybieranych dodatkowo znalazły się winogrona, które w badaniach własnych zajęły dalszą pozycję w szeregu częstości spożycia owoców, i były spożywane z częstością raz w tygodniu. Pomarańcze, jabłka, ale także truskawki były najczęściej, tj. kilka razy w tygodniu, wybierane przez studentów wyższych uczelni województwa małopolskiego (7).

Najrzadziej wybieranymi owocami przez studentów Uniwersytetu Medycznego w Lublinie okazały się: agrest, porzeczka oraz owoc dzikiej róży. Znalazło to potwierdzenie w badaniu *Kierczyńskiej* (6). Przypuszczalnie nie wybierano je ze względu na kwaskowaty i cierpki smak, bądź słabą dostępność w sezonie zimowo-wiosennym.

W badaniu *Szczepaniak* i współprac. (8), dotyczącym oceny preferencji i częstości spożycia owoców, ankietowane dziewczęta spośród owoców najczęściej wybierały: jabłka, cytryny, truskawki, pomarańcze, banany, mandarynki, winogrona oraz kiwi. Spożywały je z częstością kilka razy w tygodniu. Wyniki uzyskane w badaniach własnych są podobne, z tą różnicą, że truskawki znalazły się wśród owoców spożywanych z częstością raz w tygodniu, być może dlatego, że są one owocami sezonowymi, a badania były przeprowadzone w okresie zimowo-wiosennym. Owoce takie jak banany, jabłka i pomarańcze obecnie są dostępne na rynku krajowym w ciągu całego roku i to często w bardzo przystępnych cenach, dlatego są one spożywane z największą częstością. Nieco niższą częstością spożycia od wyżej wymienionych produktów odznaczały się owoce krajowe, spożywane z częstością raz w tygodniu: śliwki, gruszki, maliny, nektarynki, brzoskwinie, wiśnie, czereśnie oraz poziomki. W badaniach własnych także spożywane były z taką częstością. Najrzadziej wybieranymi owocami przez dziewczęta okazały się: porzeczki, melony, awokado oraz granat, z których w niniejszych badaniach tylko porzeczki były brane pod uwagę w ankiecie, i także zajęły jedno z ostatnich miejsc w szeregu częstości spożycia owoców przez studentów z Lublina.

Wyniki przeprowadzonej analizy są zbliżone do wyników uzyskanych przez *Czaję* i współprac. (9) badających częstość spożycia warzyw i owoców wśród 180 studentów trójmiejskich uczelni: Politechniki Gdańskiej, Akademii Medycznej oraz Europejskiej Szkoły Hotelarstwa, Turystyki i Przedsiębiorczości. Uczestnicy badań mieli do wyboru 12 rodzajów warzyw oraz 12 rodzajów owoców, którym musieli przyporządkować częstość spożycia. Pomidory, ogórki, marchewki, papryka oraz cebula należały do najczęściej spożywanych warzyw, wybieranych pomiędzy codziennie, a kilka razy w tygodniu. Do warzyw wybieranych raz w tygodniu, bądź rzadziej należały: rzodkiewki, buraki, kukurydza, fasolka szparagowa, kapusta, sałata zielona i kalafior, które w badaniach własnych także znalazły się na dalszych pozycjach w szeregu częstości spożycia, i były wybierane z podobną częstością. Najczęściej wybieranymi owocami wśród studentów trójmiasta okazały się: jabłka, banany, mandarynki, cytryny oraz pomarańcze – spożywane codziennie, bądź kilka razy w tygodniu. Z kolei

osoby z trójmiasta sporadycznie do swojej codziennej racji pokarmowej włączały truskawki, kiwi, brzoskwinie, grejpfruty, gruszki oraz śliwki. Podobne wyniki uzyskane zostały w badaniach własnych, jak też innych autorów (6, 10).

Odmienne wyniki od wyników badań własnych uzyskali *Skibniewska* i współpr. (11) badając zwyczaje żywieniowe studentów polskich i belgijskich. Stwierdzili oni, że większość polskich studentów konsumuje warzywa kilka razy dziennie, a 25% jeden raz dziennie. Również belgijscy badacze (12) wykazali, że ok. 40% studentów belgijskich spożywa warzywa z częstością kilka, bądź raz dziennie.

Kolarzyk i współpr. (13) porównując częstości spożycia wybranych produktów spożywczych przez studentki kierunków medycznych z Krakowa i studentki kierunków niemedycznych z Grodna wykazali, że studentki z Krakowa spożywają codziennie, bądź kilka razy w tygodniu warzywa i owoce. Natomiast studentki z Grodna wybierały te produkty z nieco rzadszą częstością, tj. kilka razy w tygodniu, bądź raz w tygodniu. Różnica ta może być spowodowana brakiem wystarczającej wiedzy studentek kierunków niemedycznych z Grodna na temat racjonalnego żywienia i skutków jego nieprzestrzegania, jaką prawdopodobnie posiadają studentki kierunków medycznych z Krakowa.

W badaniach oceny częstości spożycia wybranych źródeł błonnika pokarmowego oraz ich związku z masą ciała studentów, przeprowadzonych przez *Szczepańską* i współpr. (14) wzięło udział 185 mężczyzn oraz 443 kobiet z różnych kierunków Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Warzywa i owoce jako jedno z głównych źródeł błonnika musiały znaleźć się wśród tych produktów. Mężczyźni, tak jak i kobiety owoce spożywali z częstością kilka razy w tygodniu, a warzywa od kilka razy w tygodniu do jednego razu w tygodniu. Podobne badania przeprowadzone przez *Głodek* i współpr. (15) wśród studentów kierunku Technologia Żywności i Żywienie Człowieka Uniwersytetu Rzeszowskiego dowiodły, że niewielki odsetek badanych osób spożywał w codziennej diecie owoce i warzywa. Zdecydowana większość spożywała owoce kilka razy w ciągu tygodnia, a warzywa kilka razy w ciągu tygodnia lub rzadziej. W badaniach własnych uzyskano zbliżone wyniki, lecz warzywa spożywane były częściej, być może dlatego, gdyż w nich znajdował się podział na poszczególne gatunki warzyw, natomiast w badaniach *Szczepańskiej* i współpr. (14) oraz *Głodek* i współpr. (15) brane były pod uwagę wszystkie warzywa ogółem.

Przeprowadzone badania wskazują, że respondenci spożywali warzywa i owoce z częstością kilka razy w tygodniu, a zatem nie przestrzegając zaleceń żywieniowych. Dlatego należy dążyć do zwiększenia wiedzy na temat ważności owoców i warzyw w diecie i skutecznie wdrażać zalecenia o częstości ich spożywania. Trzeba wzmocnić skuteczność prowadzonych wielu akcji, projektów, reklam apelujących o częste spożycie warzyw i owoców, szczególnie w tej grupie społecznej, gdyż wkrótce ona będzie odpowiedzialna za właściwe, prawidłowe ukształtowanie nawyków żywieniowych wśród najmłodszego pokolenia – swojego potomstwa.

WNIOSKI

1. Częstość spożycia warzyw i owoców przez badanych studentów nie była zgodna z zaleceniami żywieniowymi.

2. Najczęściej spożywanymi warzywami i owocami były: pomidory, ogórek, papryka, marchew, banany, pomarańcze, jabłka oraz cytryny (spożywane z częstotnością kilka razy w tygodniu), natomiast pozostałe warzywa i owoce wybierane były przez ankietowanych raz w tygodniu lub rzadziej.

3. Częstość spożycia owoców i warzyw przez studentów UM w Lublinie nie była istotnie zróżnicowana biorąc pod uwagę płeć, kierunek i rok studiów oraz warunki mieszkaniowe.

4. Należy dążyć do zwiększenia wiedzy na temat ważności owoców i warzyw w diecie każdego człowieka, a zwłaszcza studentów, gdyż to oni będą odpowiedzialni za kształtowanie prawidłowych nawyków żywieniowych wśród najmłodszego pokolenia – swojego potomstwa.

E. Malczyk, Z. Całyniuk, M. Syc

ASSESSMENT OF THE FREQUENCY OF CONSUMPTION OF FRUITS AND VEGETABLES
BY STUDENTS OF MEDICAL UNIVERSITY OF LUBLIN

Summary

Vegetables and fruits are the most important products of properly balanced diet. They are source of many vitamins, minerals, dietary fiber and other compounds favorably affecting human health. Thanks to their properties, they are important in the prevention of many chronic non-communicable diseases. The consumption of vegetables and fruits in Poland is insufficient. The aim of this work comprised evaluation of the frequency of consumption of vegetables and fruits by students of Medical University in Lublin, by gender, duration of study, faculty, and housing. The study subjects included 174 students of the Medical University of Lublin. The participants of the study were random-selected. The study used a questionnaire consisting of questions about gender, year and field of study, housing and questions about the frequency of consumption of fruits and vegetables. The frequency of consumption of fruits and vegetables by the surveyed students was not optimum. The most frequently consumed fruits and vegetables were: tomatoes, cucumbers, peppers, carrots, bananas, oranges, apples and lemons (eaten with a frequency of several times a week), while other vegetables and fruits were chosen by respondents once a week or less. The frequency of consumption of fruits and vegetables by students of University of Lublin was not significantly differentiated, taking into account gender, time to study, faculty and housing. The awareness about the importance of fruits and vegetables in the diet of every person, especially students, should be increased because they will be responsible for developing healthy eating habits among the youngest generation – their children.

PIŚMIENNICTWO

1. *Jarosz M.*: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia. Warszawa 2012. – 2. *Mirmiran P., Noori N., Zavareh M.B., Azizi F.*: Fruit and vegetable consumption and risk factors for cardiovascular disease. *Metabolism*, 2009; 58(4): 460-468. – 3. *Malczyk E., Majkrzak Ż.*: Żywieniowe czynniki ryzyka rozwoju raka piersi. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2015; 96(1): 67-76. – 4. *Strojewska I.*: Spożycie owoców, warzyw i ich przetworów w Polsce. *Biuletyn Informacyjny ARR*, 2015; 3: 2-9. – 5. <http://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,404103,eksperci-niepokojaco-spada-spozycie-warzyw-i-owocow-w-polsce.html> (data dostępu: 07.03.2015). – 6. *Kierczyńska S.*: Preferencje w konsumpcji owoców i warzyw na przykładzie studentów Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. *Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 2010; 12(4): 171-175. – 7. *Bieżanowska-Kopeć R., Stańczyk A., Kopeć A., Leszczyńska T.*: Częstość spożycia wybranych produktów bogatych w przeciwutleniające przez studentów wyższych uczelni województwa małopolskiego. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2012; 45(3): 1082-1086. – 8. *Szczepaniak B., Górecka D., Flaczyk E.*: Preferencje i częstość spożycia owoców

wśród dziewcząt oraz kobiet w ciąży. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2004; 3(1): 175-185. – 9. *Czaja J., Rypina M., Lebedzińska A.*: Ocena częstotliwości spożycia warzyw i owoców wśród studentów trójmiejskich uczelni. *Roczn. PZH*, 2009; 60 (1): 35-38. – 10. *Iłow R., Regulska-Iłow B., Sarzała-Kruk D., Biernat J.*: Ocena spożycia owoców i warzyw w populacji licealistów z Oleśnicy. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2006; 39(supl): 403-408.

11. *Skibniewska K.A., Radzyńska M., Jaworska M.M., Babicz-Zielińska E.*: Badania zwyczajów żywieniowych studentów polskich i belgijskich. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009; 4(65): 250-258. – 12. *Paulus D., Saint-Remy A., Jeanjean M.* Dietary habits during adolescence – results of the Belgian Adolux Study. *Europ. J. Clin. Nutr.*, 2001; 55: 130-136. – 13. *Kolarzyk E., Szpakow A., Skop A.*: Porównanie częstości spożycia wybranych grup produktów spożywczych przez studentki z Krakowa i Grodna. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2005; 86(1): 36-40. – 14. *Szczepańska J., Wądołowska L., Słowińska M.A., Niedźwiedzka E., Biegańska J.*: Ocena częstości spożycia wybranych źródeł błonnika pokarmowego oraz ich związku z masą ciała studentów. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2010; 43(3): 382-390. – 15. *Głodek E., Gil M., Rudy M., Pawłós M.*: Ocena częstotliwości spożycia przez studentów wybranych źródeł błonnika pokarmowego. *Roczn. PZH* 2011; 62(4): 409-412.

Adres: 48-303 Nysa, ul. Ujejskiego 12

Urszula Balon, Joanna M. Dziadkowiec, Tadeusz Sikora

CECHY JAKOŚCI ŻYWNOŚCI A DECYZJE ZAKUPOWE POLSKICH KONSUMENTÓW SOKÓW OWOCOWYCH*

Katedra Zarządzania Jakością
Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie
Kierownik: prof. dr hab. T. Sikora

Na jakość żywności składa się jakość zdrowotna żywności (czyli bezpieczeństwo i wartość odżywcza produktów spożywczych), a także wartość sensoryczna i dyspozycyjność. Celem przeprowadzonych badań konsumenckich było uzyskanie opinii na temat wybranych czynników wpływających na postrzeganie jakości soków owocowych. W pracy określono ważność czynników jakościowych branych pod uwagę przez badanych konsumentów podczas zakupów soków.

Słowa kluczowe: jakość żywności, badania konsumenckie, wartość odżywcza, wartość sensoryczna, dyspozycyjność, soki owocowe.

Key words: food quality, consumer research, nutritional values, sensory values, convenience, fruit juices.

Jakość, zwłaszcza jakość żywności jest różnie definiowana. Z punktu widzenia konsumenta jakość może być określana jako wynik oczekiwań związanych z zakupem i użytkowaniem produktu. Problem ten jest bardzo istotny dla konsumentów szczególnie w przypadku żywności (1). Żywność pożądanej jakości, to żywność, która (2):

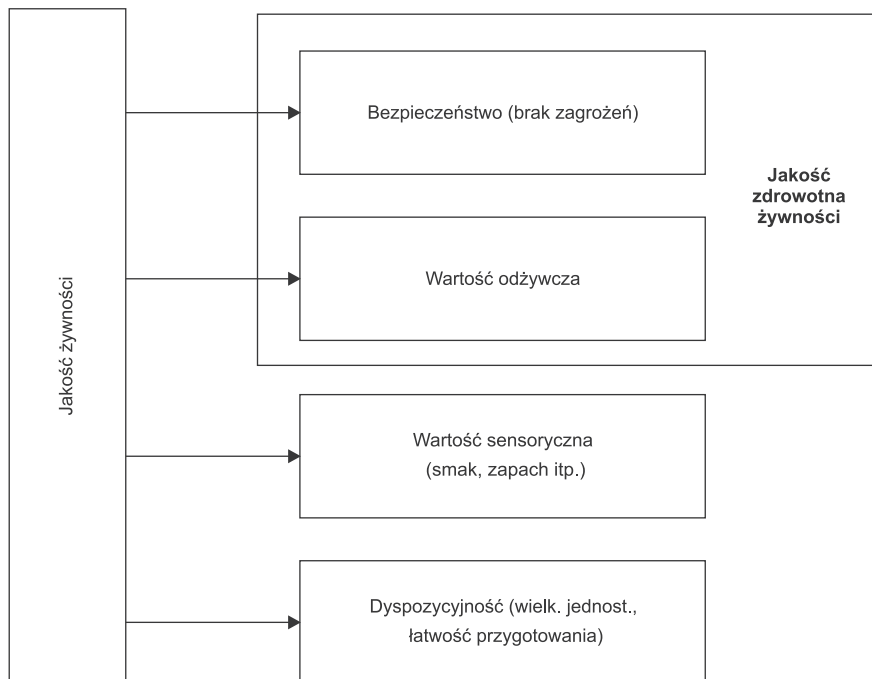
- jest bezpieczna dla konsumenta,
- ma odpowiednie cechy sensoryczne,
- odznacza się odpowiednią wartością odżywczą,
- cechuje się wysokim stopniem wygody w użyciu (np. jest funkcjonalnie opakowana),
- ma odpowiednią wartość rynkową o właściwej relacji między ceną, a kosztem produkcji.

Współczesny konsument coraz większą uwagę zwraca na zagrożenia jakości zdrowotnej żywności, czyli na jej bezpieczeństwo. Zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego stanowi więc pierwszy krok do zapewnienia odpowiedniego poziomu jakości żywności, który jest niezbędny do wprowadzenia żywności do obrotu (3). „Jakość artykułów żywnościowych to stopień zdrowotności, atrakcyjności sensorycznej i dyspozycyjności w szerokim konsumenckim i społecznym zakresie, istotny

* Publikacja powstała w wyniku realizacji projektu badawczego pt. Jakość z punktu widzenia organizacji i konsumenta, finansowanego z grantu na rozwój potencjału badawczego nr 079/WT-KZJ/01/2015/S5079.

tylko w granicach możliwości wyznaczonych przewidzianymi dla tych produktów surowcami, technologią i ceną” (4). Listę cech składowych żywności przedstawiono na ryc. 1.

W obliczu rosnącej liczby zagrożeń, zdrowotność produktu stała się dla konsumenta integralną i najistotniejszą cechą jakości żywności, jednak nie ma on możliwości dokonania jej oceny. Zatem gwarancji bezpieczeństwa produktu spożywczego konsument oczekuje od producentów i handlowców (5, 6).



Ryc. 1. Diagram powiązań pomiędzy jakością żywności, jakością zdrowotną żywności i bezpieczeństwem żywności (7).

Fig. 1. Diagram showing the relationships between quality of food, its health characteristics and its safety(7).

Celem pracy było określenie istotności cech żywności branych pod uwagę przez konsumentów podczas zakupu soków owocowych. W badaniach nie analizowano cech związanych z bezpieczeństwem żywności, ponieważ są one zależne od producenta i konsument nie ma możliwości ich weryfikacji. Zdrowotność produktów gwarantowana jest przez producenta i zapewniana m.in. poprzez wdrożone systemy zapewnienia i zarządzania jakością. Konsument kupując produkty spożywcze zakłada, że są one bezpieczne dla zdrowia i nie stanowią dla niego żadnego zagrożenia. Cechami, które konsument bierze pod uwagę w czasie podejmowania decyzji zakupowych to wartość odżywcza, sensoryczna i dyspozycyjność produktu spożywczego.

MATERIAŁ I METODY

Badania konsumenckie prowadzone były wśród osób, które deklarowały, że kupują i spożywają soki owocowe. Ich celem było uzyskanie opinii na temat wybranych czynników wpływających na postrzeganie jakości badanej grupy produktów. Badania przeprowadzone zostały w III–IV kwartale 2015 r. na terenie południowo-wschodniej Polski. W tym celu wykorzystano opracowany kwestionariusz dotyczący badania stopnia istotności czynników mających wpływ na jakość soków. Narzędziem badawczym była ankieta on-line, składająca się z metryczki i pytań dotyczących m.in. stopienia istotności czynników wpływających na zakup soków owocowych przez konsumentów.

Do badania mogły przystąpić wszystkie chętne osoby, jednak w celu uzyskania próby odzwierciedlającej pełen przekrój cech społeczno-demograficznych, możliwość uzupełniania kwestionariuszy była sukcesywnie wyłączana dla grup, które były reprezentowane wystarczająco licznie.

W badaniach wzięło udział 530 respondentów w wieku ponad 20 lat. Zgodnie z założeniami badania respondenci pochodzili z województwa małopolskiego (67,5%) oraz podkarpackiego (32,5%). Prawie 1/3 respondentów mieszkała na wsi, 18,9% w małych miastach (do 50 tys. mieszkańców), 7,5% w miastach liczących 50–100 tys. mieszkańców, 8,7% w dużych miastach o liczebności 100–500 tys. (w przypadku analizowanych województw są to: Rzeszów i Tarnów), oraz 35,1% w miastach powyżej 500 tys. (w przypadku województw objętych badaniem istnieje jedno miasto tej wielkości, tj. Kraków).

Wśród badanych, kobiety stanowiły 70,6%, natomiast mężczyźni 29,4%. Najliczniej były reprezentowane przedziały wiekowe 25–34 lata (27,2%), 35–49 lat (26,8%) oraz 20–24 lata (21,2%). Osoby reprezentujące najstarsze grupy wiekowe stanowili odpowiednio 14,7% (50–64 lata) oraz 9,8% (powyżej 64 lat). Zdecydowana większość respondentów (69,8%) miała wykształcenie wyższe, 23% – wykształcenie średnie, natomiast 7,2% – wykształcenie zawodowe lub podstawowe. Ponad połowa ankietowanych zadeklarowała, że są zatrudnieni na pełnym etacie, 12,1% – na części etatu, natomiast 8,7% pracuje w ramach samozatrudnienia. Niewiele ponad 12% ankietowanych stanowili emeryci i renciści, 15,1% studenci i uczniowie, a 1,9% to osoby bezrobotne lub przebywające na urlopach bezpłatnych. Jeśli chodzi o poziom dochodu, to po ok. 20% respondentów pochodziło z gospodarstw domowych o miesięcznych dochodzie na osobę do 1000 zł, 1001–1500 zł oraz 1501–2000 zł. Mniej licznie były reprezentowane gospodarstwa o wyższym dochodzie – 15,1% respondentów zadeklarowało dochód na osobę w wysokości 2001–2500 zł, 7,9% – w wysokości 2501–3000 zł, natomiast rodziny o dochodzie powyżej 3000 zł na osobę stanowiły 13,2% ankietowanych.

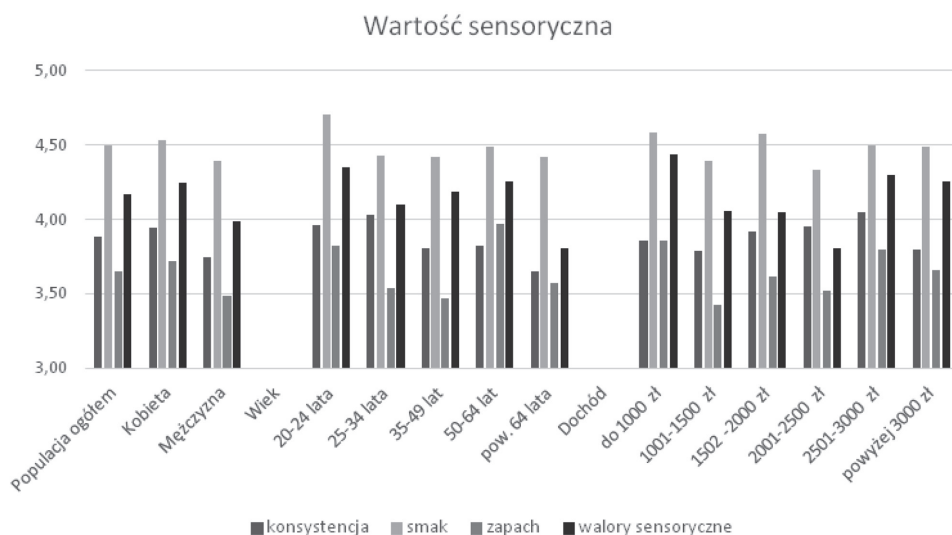
Respondenci najczęściej pochodzili z gospodarstw 3-osobowych (26,8%), 2-osobowych (24,5%) i z 4-osobowych (19,6%). Gospodarstwa 1-osobowe były reprezentowane przez 17,7%, natomiast rodziny największe (powyżej 4 osób) przez 11,3% ankietowanych. Rodziny z dziećmi i bez dzieci stanowiły po ok. 50% badanych. Najwięcej było rodzin z 2 dziećmi (45,4%) i z 1 dzieckiem (31,5%), natomiast rodziny największe, wychowujące więcej niż 2 dzieci były reprezentowane przez 23,1% ankietowanych (por. 8).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W ramach przeprowadzonych badań respondentów zapytano, jak ważne są dla nich cechy produktu, takie jak:

- zawartość cukru, witaminy C i środków konserwujących, które składają się na wartość odżywczą;
- konsystencja (klarowny, mętny, mętny z miąższem), smak (rodzaj owoców, z jakich został wyprodukowany), zapach, ogólne wrażenie sensoryczne, walory smakowe, które składają się na wartość sensoryczną;
- rodzaj opakowania, łatwość otwierania, możliwość ponownego zamknięcia opakowania, wielkość opakowania i termin przydatności do spożycia, które m.in. określają dyspozycyjność produktu spożywczego.

Z przeprowadzonych badań wynika, że dla respondentów najważniejsze są cechy reprezentujące wartość sensoryczną ($x_{\text{sr}} = 4,05$), następnie zwracają uwagę na wartość odżywczą ($x_{\text{sr}} = 3,74$), a najmniejszym stopniu na rodzaj i wielkość opakowania, sposób otwierania i zamykania, czyli dyspozycyjność produktu ($x_{\text{sr}} = 3,67$).



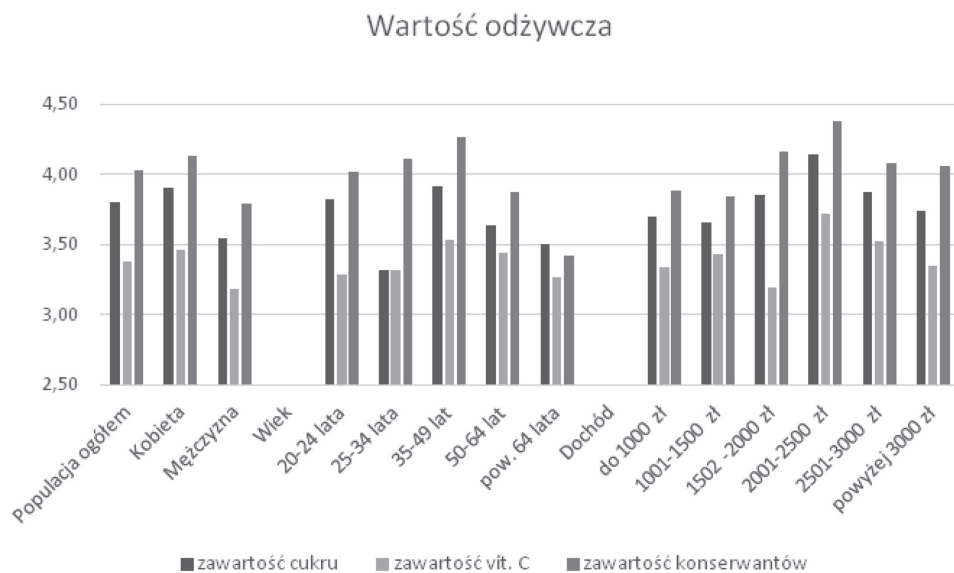
Ryc. 2. Ważkość cech związanych z wartością sensoryczną brane pod uwagę przez konsumentów przy zakupie soków.

Fig. 2. Pertinence of the characteristics associated with the sensory quality taken into account by customers during the purchase of juices.

Dla badanej populacji wśród cech odzwierciedlających wartość sensoryczną (ryc. 2) najważniejszy jest smak soku ($x_{\text{sr}} = 4,49$), czyli rodzaj owoców z jakich wytworzono produkt. Wartość sensoryczna produktu ważniejsza jest dla kobiet ($x_{\text{sr}} = 4,11$) niż dla mężczyzn ($x_{\text{sr}} = 3,90$). Zarówno kobiety ($x_{\text{sr}} = 3,72$), jak i mężczyźni ($x_{\text{sr}} = 3,49$) w najmniejszym stopniu zwracają uwagę na zapach kupowanych

soków i ich konsystencję (dla kobiet $x_{\text{sr}} = 3,95$, a dla mężczyzn $x_{\text{sr}} = 3,74$). Smak ($x_{\text{sr}} = 4,70$) i ogólne wrażenie sensoryczne ($x_{\text{sr}} = 4,35$) najważniejszy jest dla osób najmłodszych, które brały udział w badaniu (20–24 lata). Konsystencja soku najważniejsza jest dla osób w wieku 25–34 lata ($x_{\text{sr}} = 4,03$), a zapach dla osób w wieku 50–64 lata ($x_{\text{sr}} = 3,97$). Analizując ważność cech sensorycznych w odniesieniu do dochodów, można zauważyć, że zarówno smak ($x_{\text{sr}} = 4,58$), ogólne wrażenie sensoryczne ($x_{\text{sr}} = 4,44$), jak i zapach ($x_{\text{sr}} = 3,86$) najważniejsze są dla osób o najniższych dochodach (do 1000 zł). Natomiast na konsystencję soku największą uwagę zwracają osoby o dochodach 2501–3000 zł ($x_{\text{sr}} = 4,05$).

Z przeprowadzonych badań wynika, że spośród cech produktów należących do wartości odżywczych respondenci najczęściej zwracają uwagę na zawartość konserwantów ($x_{\text{sr}} = 4,03$), natomiast w najmniejszym stopniu ważna jest dla nich zawartość witaminy C ($x_{\text{sr}} = 3,38$) (ryc. 3). Na wartość odżywczą badanych produktów (soków owocowych) bardziej zwracają uwagę kobiety ($x_{\text{sr}} = 3,83$) niż mężczyźni ($x_{\text{sr}} = 3,50$).



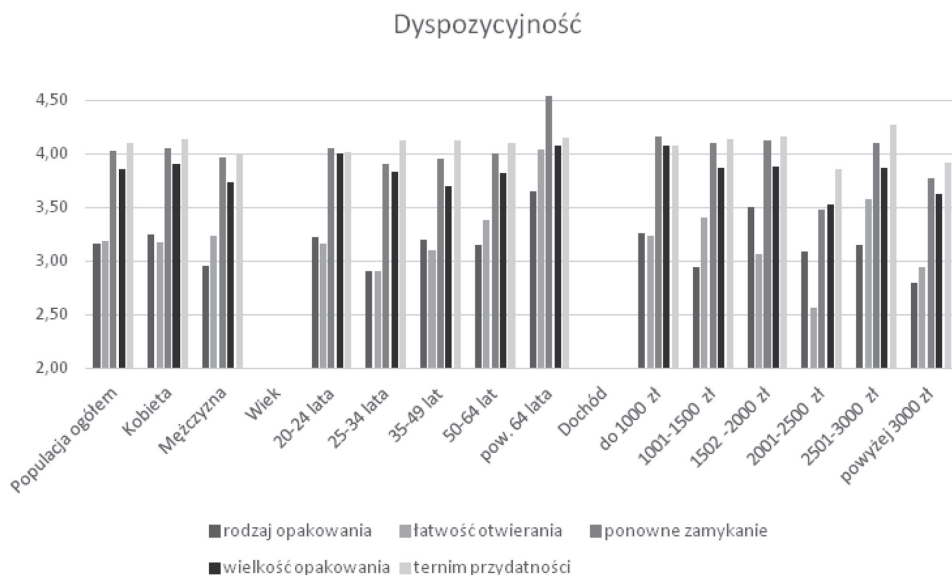
Ryc. 3. Ważność cech związanych z wartością odżywczą brane pod uwagę przez konsumentów przy zakupie soków.

Fig. 3. Pertinence of the characteristics associated with the nutritional quality taken into account by customers during the purchase of juices.

Wśród respondentów wyróżnia się grupa osób mających powyżej 64 lata, ponieważ osoby należące do tej grupy wiekowej najmniejszą uwagę spośród wszystkich badanych zwracają na wartość odżywczą soków ($x_{\text{sr}} = 3,40$). Dla nich ważniejsza jest zawartość cukru ($x_{\text{sr}} = 3,50$) niż, jak dla większości badanych, zawartość konserwantów. Dla osób w wieku 25–34 lata również zawartość konserwantów jest najważniejsza ($x_{\text{sr}} = 4,11$), natomiast zawartość cukru i witaminy C jest również ważna,

ale w mniejszym stopniu ($x_{\text{sr}} = 3,32$). Na zawartość konserwantów największą uwagę zwracają osoby w wieku 35–49 ($x_{\text{sr}} = 4,27$) i 25–34 lata ($x_{\text{sr}} = 4,11$). Ogólnie osoby w wieku 35–49 lat i osoby, które zadeklarowały, że ich dochód wynosi 2001–2500 zł zwracają największą uwagę na każdy element determinujący wartość odżywczą badanych produktów. Spośród badanych osób najmniejszą uwagę na wartość odżywczą soków zwracają osoby o najniższych dochodach – do 1500 zł ($x_{\text{sr}} = 3,64$) i najwyższych dochodach – powyżej 3000 zł ($x_{\text{sr}} = 3,71$).

Z przeprowadzonych badań wynika, że respondenci dużą uwagę zwracają na termin przydatności do spożycia ($x_{\text{sr}} = 4,10$) (ryc. 4). Kobiety ($x_{\text{sr}} = 4,14$) w większym stopniu niż mężczyźni ($x_{\text{sr}} = 4,00$) są zainteresowane dyspozycyjnością produktu. Po za terminem przydatności do spożycia dla kobiet ważna jest także możliwość ponownego zamknięcia opakowania ($x_{\text{sr}} = 4,05$) oraz wielkość ($x_{\text{sr}} = 3,91$) i rodzaj opakowania ($x_{\text{sr}} = 3,25$). Natomiast mężczyźni bardziej niż kobiety zwracają uwagę na łatwość otwierania soków ($x_{\text{sr}} = 3,23$), a rodzaj opakowania jest dla nich najmniej ważny ($x_{\text{sr}} = 2,96$). Dla większości badanych w wieku 25-64 najważniejszą cechą jest termin przydatności do spożycia. Natomiast osoby w wieku 20-24 lat ($x_{\text{sr}} = 4,05$) i powyżej 64 lat ($x_{\text{sr}} = 4,54$) największą uwagę zwracają na możliwość ponownego zamknięcia opakowania. Łatwość otwierania i rodzaj opakowania to cechy, na które respondenci zwracają najmniejszą uwagę. Osoby o najniższych dochodach największą uwagę przy zakupie soków zwracają na możliwość ponownego zamknięcia ($x_{\text{sr}} = 4,16$), a w mniejszym stopniu na wielkość opakowania ($x_{\text{sr}} = 4,08$) i termin przydatności do spożycia ($x_{\text{sr}} = 4,08$).



Ryc. 4. Ważkość cech związanych z dyspozycyjnością brane pod uwagę przez konsumentów przy zakupie soków.

Fig. 4. Pertinence of the characteristics associated with the convenience taken into account by customers during the purchase of juices.

WNIOSKI

1. Podczas zakupu soków konsumenci zwracają największą uwagę na takie cechy, jak: konsystencja (klarowny, mętny, mętny z mięszem), smak (rodzaj owoców, z jakich został wyprodukowany), zapach, ogólne wrażenie sensoryczne, walory smakowe, składające się na wartość sensoryczną produktów spożywczych.

2. Rodzaj opakowania, łatwość otwierania, możliwość ponownego zamknięcia opakowania, wielkość opakowania i termin przydatności do spożycia, które m.in. określają dyspozycyjność produktu spożywczego – to cechy, którymi badani respondenci są w najmniejszym stopniu zainteresowani.

3. Podczas zakupów konsumenci w pierwszej kolejności zwracają uwagę na smak soku ($x_{sr} = 4,49$), ogólne wrażenie sensoryczne ($x_{sr} = 4,17$) i termin przydatności do spożycia ($x_{sr} = 4,10$).

4. Większość respondentów bardzo dużą uwagę zwraca na zawartość konserwantów w sokach ($x_{sr} = 4,03$), a osoby powyżej 64 r. ż. zwracają także uwagę na zawartość cukru.

5. Konsystencja soku najważniejsza jest dla kobiet ($x_{sr} = 3,95$), osób w wieku 25–34 lata ($x_{sr} = 4,03$) i osób deklarujących dochody na poziomie 2501–3000 zł ($x_{sr} = 4,05$).

U. Balon, J. M. Dziadkowiec, T. Sikora

FOOD QUALITY CHARACTERISTICS AND THEIR IMPACT ON CUSTOMERS' DECISIONS
TO PURCHASE FRUIT JUICES MARKETED IN POLAND

Summary

The major determinants of food quality include sanitary safety and nutritional values of food products, as well as sensory value and convenience. The purpose of the study was to gain consumer opinion on selected factors affecting the perception of the quality of fruit juices. The results explain the importance of quality-related factors influencing consumer choices of fruit juices marketed in Poland.

PIŚMIENNICTWO

1. *Smoczyński S.*: Jakość żywności – dylematy związane z jej bezpieczeństwem. Mat. Konf. nt. Towaroznawstwo wobec integracji z Unią Europejską, Politechnika Radomska, Radom 2004; 485-489. – 2. *Kijowski J.*: Integracja systemów zarządzania jakością i bezpieczeństwem zdrowotnym żywności w normach międzynarodowych, (w:) *Witrowa-Rajchert D., Nowak D.*, (red.): Metody zapewnienia jakości i bezpieczeństwa w przetwórstwie żywności, SGGW, Warszawa 2004; 11-26. – 3. *Kowalska M., Wierpachowski W.*: System prewencyjno-zapobiegawczy HACCP elementem nowoczesnego zarządzania przedsiębiorstwem, Mat. Konf. nt. Jakość i bezpieczeństwo produktów w zróżnicowanym rozwoju., Politechnika Radomska, Radom 2008; 15-23. – 4. *Szczucki C.*: Zakresy znaczeniowe podstawowych pojęć w kontroli produktów mięsnych, *Gospodarka Mięsna* 1/1970; 2-5. – 5. *Nowicki P.*: Jakość żywności, (w:) *Sikora T.* (red.), *Jakość z punktu widzenia konsumenta i organizacji. Rynek soków, nektarów i napojów.* Wyd. AKAPIT, Kraków, 2015; 9-13. – 6. *Sadowska H.*: System HACCP to bezpieczeństwo żywności. *Zdrowa Żywność Zdrowy Styl Życia*, 1997; 2(36): 312-315. – 7. *Sikora T., Strada A.*: Safety and Quality Assurance and Management Systems in Food Industry: An Overview. The Food Industry in Europe, Agricultural University of Athens, Athens, 2005. – 8. *Balon U., Dziadkowiec J.M.*: Zachowania konsumentów na rynku soków – wyniki badań, (w:) *Sikora T.* (red.), *Jakość z punktu widzenia konsumenta i organizacji. Rynek soków, nektarów i napojów*, Wyd. AKAPIT, Kraków, 2015.

*Mikołaj Kopeć, Daniel Głębowski, Małgorzata Mazurek-Mochol¹,
Andrzej Pawlik*

JAK JEŚĆ ZDROWO? PRZEGLĄD POKARMÓW OBNIŻAJĄCYCH RYZYKO ROZWOJU MIAŻDŻYCY

Katedra Fizjologii Pomorskiego
Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *A. Pawlik*

¹ Zakład Periodontologii Pomorskiego
Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *E. Dembowska*

Słowa kluczowe: antyoksydanty, kwasy omega, owoce, warzywa, owoce morza, soja.
Key words: antioxidants, PUFAs, fruits, vegetables, seafood, soybean.

Stres oksydacyjny towarzyszący zaburzeniom równowagi pomiędzy utleniaczami a przeciwutleniaczami odgrywa znaczącą rolę w rozwoju miażdżycy, choroby niedokrwiennej serca (ChNS) i udaru. Podczas gdy terapie poprawiające parametry lipidowe są głównym sposobem leczenia miażdżycy, coraz większą wagę przywiązuje się do diety zawierającej pokarmy poprawiające równowagę pomiędzy utleniaczami a przeciwutleniaczami. W żywności istnieje szeroka gama związków, których hamujący wpływ na rozwój miażdżycy, został udokumentowany.

Owoce i warzywa

Owoce i warzywa są istotnym źródłem węglowodanów, błonnika, witamin o działaniu antyoksydacyjnym, karotenoidów, polifenoli i wielu minerałów. Związek pomiędzy dietą bogatą w owoce i warzywa a prewencją udarów i ChNS został udowodniony w wielu badaniach epidemiologicznych potwierdzających redukcję ryzyka rozwoju tych chorób. Przeprowadzono badanie na kohorcie blisko 40 tysięcy kobiet pracujących w służbie zdrowia, oceniając związek pomiędzy spożywaniem owoców i warzyw a ryzykiem sercowo-naczyniowym (1). Względne ryzyko rozwoju miażdżycy u grupy kobiet z największym spożyciem owoców i warzyw (średnio 10,2 porcji dziennie) było o 32% mniejsze w porównaniu do grupy kobiet z najmniejszym spożyciem owoców i warzyw (średnio 2,6 porcji dziennie). Wyniki te sugerowały związek pomiędzy wysokim spożyciem owoców i warzyw a hamowaniem rozwoju ChNS i zmniejszaniem ryzyka zawału mięśnia sercowego. Kolejne badanie na grupie 42 tysięcy mężczyzn i 84 tysięcy kobiet wykazało względne ryzyko ChNS na poziomie 0,80 wśród części badanych wykazujących najwyższe spożycie owoców i warzyw (2). Wykazano także, że każda kolejna porcja owoców i warzyw dziennie zmniejsza ryzyko ChNS o 4%, przy czym najlepszy efekt przynosi spożywanie bogatych w witaminę C owoców i warzyw, zwłaszcza zielonych. Co więcej na pod-

stawie metaanalizy ośmiu badań, oszacowano związek pomiędzy konsumpcją warzyw a ryzykiem udaru, gdzie grupą kontrolną były osoby spożywające mniej niż 3 porcje warzyw dziennie (3). Względne ryzyko wynosiło 0,89 wśród osób jedzących 3-5 porcji warzyw dziennie i 0,74 w grupie spożywającej ponad 5 porcji dziennie. Na tej podstawie ustalono odwrotnie proporcjonalną zależność pomiędzy ilością spożywanych owoców i warzyw a względnym ryzykiem chorób układu sercowo-naczyniowego.

Poza witaminami C i E, zielone i żółte warzywa zawierają znaczne ilości karotenoidów i polifenoli, działających protekcyjnie na układ sercowo-naczyniowy. Istnieją także doniesienia o hamującym wpływie popularnej japońskiej rośliny – pachnotki (*Perilla*) na oksydację cholesterolu LDL (4). Wykazano związek pomiędzy ilością karotenoidów oraz witamin C i E zawartych w diecie a obniżeniem ryzyka wystąpienia ChNS (5). Badania epidemiologiczne przeprowadzone na wielu randomizowanych, kontrolowanych placebo, próbach, wykazywały korzystny wpływ antyoksydantów na pierwotną i wtórną prewencję ChNS i udaru. Jednakże jedna dała nieco odmienny wynik (6). Wśród 9,5 tysiąca pacjentów z wysokim ryzykiem sercowo-naczyniowym, podawano witaminę E (800 IU dziennie) lub placebo. W żadnej z grup nie wykazano prewencyjnego wpływu suplementacji na incydenty sercowo-naczyniowe, natomiast u grupy przyjmującej witaminę E wykazano częstsze występowanie niewydolności serca. Następna metaanaliza 68 randomizowanych prób, w których uczestniczyły 232 tysiące badanych, miała ocenić wpływ przeciwutleniaczy, przyjmowanych z dietą, na śmiertelność całkowitą (7). Badanie to dowiodło, że spożywanie suplementów zawierających witaminy C, E i beta-karoten, spożywanych samodzielnie lub z innymi suplementami, nie ma korzystnego efektu, a śmiertelność była znacznie zwiększona wśród osób przyjmujących suplementy beta-karotenu i witaminy E. Przyczyna zwiększonej śmiertelności wśród osób przyjmujących te suplementy pozostaje niewyjaśniona, jednak wciąż preparaty te mogą wywoływać korzystny efekt u niektórych grup pacjentów. Jak donoszą badania z 2004 roku (8) suplementacja witaminami C i E przeciwdziała zwążeniu naczyń wieńcowych wśród homozygotycznych kobiet z allelem haptoglobiny 1, czego nie zaobserwowano wśród tych z allelem haptoglobiny 2. Sugeruje to, że korzystny bądź niekorzystny wpływ suplementacji witamin, na ChNS, zależy od typu haptoglobiny posiadanej przez pacjenta. Bazując na przytoczonych badaniach rekomendacje odnośnie spożywania warzyw i owoców z 2006 roku (9) zalecały ich spożywanie, ze szczególnym uwzględnieniem żółtych i zielonych warzyw, jednocześnie nie zalecając suplementacji witaminami C i E w celu prewencji miażdżycy i jej następstw.

Owoce, zwłaszcza cytrusowe, zawierają znaczne ilości flawonoidów, witaminy C i karotenoidów. Pomarańcze i grejpfruty zawierają także znaczne ilości hesperydyny i naringiny. Raport dotyczący nawyków żywieniowych kobiet w średnim wieku (10) wskazywał, iż kobiety z dobrymi nawykami żywieniowymi, jedzące dużo owoców, warzyw, roślin strączkowych, ryb, natomiast niewielką ilość mięsa i nasyconych kwasów tłuszczowych, miały znacząco zmniejszone ryzyko wystąpienia zespołu metabolicznego. Wykazano także, że spożycie dużej ilości owoców może powodować otyłość i zwiększać ilość triglicerydów w surowicy, lecz ma korzystny wpływ na poziom HDL (11). Co więcej wśród pacjentów spożywających znaczne ilości hesperydyny i naringiny ryzyko udaru jest zmniejszone (12).

Owoce morza

Badania epidemiologiczne, prowadzone w latach 70-tych (13,14), wykazały niską zapadalność na ChNS wśród rdzennych mieszkańców Grenlandii – Eskimosów, których dieta zawierała głównie ryby i foki będące bogatym źródłem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3. W rezultacie zauważono istotny wpływ kwasów omega-3, takich jak kwas eikozopentaenowy (EPA) i kwas dokozaheksaenowy (DHA) na rozwój ChNS. Wysokie stężenia EPA i DHA występują w sardynkach i tuńczyku. Wiele badań epidemiologicznych wykazuje związek, pomiędzy wysokim spożyciem ryb, a niskim ryzykiem wystąpienia ChNS i udaru (15). Wśród populacji japońskiej, spożywającej bogatą w ryby dietę, poza niskim ryzykiem wystąpienia ChNS, zauważono zmniejszoną umieralność u osób już chorujących na ChNS (16). Ponadto w populacji zamieszkującej tereny wiejskie Japonii zapadalność na ChNS jest znacznie niższa na obszarach, gdzie ludność trudni się rybołówstwem w stosunku do terenów farmerskich (17).

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe są istotnym składnikiem fosfolipidów budujących błony komórkowe. Komórki zapalne są bogate w kwas arachidonowy (AA), będący kwasem omega-6, cechując się przy tym niską zawartością kwasów omega-3 (EPA i DHA). Kwas arachidonowy jest prekursorem prozapalnych eikozanoidów, podczas gdy EPA i DHA redukują jego ilość, wykazując działanie przeciwzapalne (18). Równowaga pomiędzy EPA (lub DHA) a kwasem arachidonowym ma istotny wpływ na regulację produkcji mediatorów zapalenia. Wysokie spożycie ryb, bogatych w EPA i DHA zmienia proporcje wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w komórkach zapalnych na korzyść EPA i DHA, kosztem AA (18). Na przeciwmiażdżycowe działanie kwasów omega-3 składają się: zmniejszona agregacja płytek, obniżanie poziomu triglicerydów, ciśnienia krwi, zmniejszanie ekspresji cząsteczek adhezyjnych i działanie przeciwzapalne (18-21). Randomizowana próba przeprowadzona na pacjentach poddawanych zabiegowi udrażniania tętnic szyjnych wykazała, że suplementacja kwasów omega-3 zmniejsza nasilenie procesów zapalnych i stabilizuje blaszkę miażdżycową (22).

W celu ustalenia wpływu suplementów zawierających kwasy omega-3 na zapobieganie incydentom sercowo-naczyniowym przeprowadzono kilka badań. W Japonii przeprowadzono randomizowane badanie kliniczne na grupie prawie 19 tysięcy pacjentów z hiperlipidemią (23). W grupie przyjmującej suplementację EPA wystąpiło 19% mniej incydentów wieńcowych. Inna randomizowana próba wykazała, że suplementacja kwasami omega-3 zmniejsza śmiertelność z powodu incydentów sercowo-naczyniowych u osób po niedawno przeżytym zawale mięśnia sercowego o 30% (24). W związku z tym rekomendacje z 2006 roku u pacjentów bez ChNS zalecają spożywanie tłustych ryb co najmniej 2 razy w tygodniu, a u pacjentów z ChNS rozważenie suplementacji kwasami omega-3. Potencjalnym problemem przyjmowania zbyt dużej ilości kwasów omega-3, mogą być zaburzenia krzepnięcia krwi w związku z hamowaniem agregacji płytek. Wśród ludzi spożywających znaczne ilości EPA i DHA zauważono zwiększoną zapadalność na udary krwotoczne mózgu (25). W związku z tym powinno się unikać przyjmowania kwasów omega-3 w dawce większej niż 10 g dziennie.

Astaksantyna jest kolejną substancją zawartą w rybim pokarmie, która może odgrywać rolę w prewencji miażdżycy. Jest to karotenoid podobny do występującego w pomidorach likopenu i występującego w marchwi beta-karotenu. Występuje głównie w mięsie ryb łososiowatych, skorupach skorupiaków i czerwonej doradzie. Astaksantyna jest silnym przeciwutleniaczem, 6000 razy silniejszym od witaminy C i 500 razy silniejszym od witaminy E. Astaksantyna jest także silnym inhibitorem oksydacji LDL (26). Ponadto doniesiono, iż przyjmowanie astaksantyny w ilości 6–18 mg dziennie przez 12 tygodni zmniejsza stężenie triglicerydów w surowicy, zwiększa stężenie HDL i adiponektyny, co wykazane zostało na grupie 61 pacjentów z łagodną hiperlipidemią (27).

Produkty sojowe

Proporcje kwasów tłuszczowych zawartych w tłuszczach sojowych znacząco różnią się od tłuszczu zawartych w mięsie. Soja zawiera dużo więcej kwasów wielonienasyconych w stosunku do nasyconych. Skład aminokwasowy białek soi także znacząco różni się od składu białek zwierzęcych. Metaanaliza, mająca na celu ustalenie efektu spożywania soi na lipidogram, wykazała znaczne obniżenie poziomu cholesterolu całkowitego, LDL oraz triglicerydów, a zwiększenie poziomu HDL, przy czym zmiany te były związane z poziomem i czasem przyjmowania soi, płcią oraz początkową zawartością lipidów w surowicy (28). Istotne znaczenie mogą mieć także zawarte w soi izoflawony, ponieważ przypominają swoją strukturą ludzkie estrogeny, dzięki czemu mogą przylączyć się do receptorów estrogenowych, co może leżeć u podstaw ich działania przeciwmiażdżycowego. Duże kohortowe badanie, przeprowadzone w Japonii, wykazało zależność pomiędzy wysokim spożyciem izoflawonów a obniżeniem ryzyka ChNS i udaru, lecz jedynie wśród kobiet (29). Przeprowadzono także badania na kobietach w wieku pomenopauzalnym, które przyjmowały suplementacje w postaci 25 g soi dziennie, co spowodowało subkliniczne ograniczenie rozwoju miażdżycy, oceniane na podstawie grubości błony wewnętrznej i środkowej tętnicy szyjnej (IMT), o 16% w porównaniu do grupy placebo (30). Wynik ten nie był istotny statystycznie. Tylko w podgrupie kobiet, która nie przekroczyła 5 lat od menopauzy, zaobserwowano redukcję IMT o 68% co było istotne statystycznie, jednakże była to wartość graniczna. W związku z tym prewencyjny efekt białek soi i suplementacji izoflawonami nie został jeszcze potwierdzony i wymaga dalszych badań.

WNIOSKI

W wielu badaniach epidemiologicznych wykazano obiecujący wpływ zawartych w żywności antyoksydantów na prewencję chorób związanych z miażdżycą. Jednakże wciąż istnieje wiele niejasności odnośnie wpływu poszczególnych przeciwutleniaczy na prawidłowe funkcjonowanie organizmu. Spożywanie ryb, owoców i warzyw jest istotne w obniżaniu ryzyka sercowo-naczyniowego (9). Istotne jest także określenie wpływu poszczególnych elementów diety, jak i ich oddziaływań w terapii łączonej na rozwój miażdżycy. Jedzenie nie może być traktowane tylko jako przyjemność lub materiał energetyczny, gdyż jest ono kluczowe dla utrzymania homeostazy w naszym organizmie.

M. Kopeć, D. Głabowski, M. Mazurek-Mochol, A. Pawlik

HOW TO EAT HEALTHY? A REVIEW OF ATHEROSCLEROSIS RISK REDUCING FOOD

PIŚMIENICTWO

1. Liu S., Manson J.E., Lee I.M., Cole S.R., Hennekens C.H., Willett W.C., Buring J.E.: Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease: the women's health study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2000; 72(4): 922-8. – 2. Joshipura K.J., Hu F.B., Manson J.E., Stampfer M.J., Rimm E.B., Speizer F.E., Colditz G., Ascherio A., Rosner B., Spiegelman D., Willett W.C.: The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease. *Ann. Intern. Med.*, 2001; 134(12): 1106-14. – 3. He F.J., Nowson C.A., MacGregor G.A.: Fruit and vegetable consumption and stroke: meta-analysis of cohort studies. *Lancet.*, 2006; 367(9507): 320-6. – 4. Saita E., Kishimoto Y., Tani M., Iizuka M., Toyozaki M., Sugihara N., Kondo K.: Antioxidant activities of perilla frutescens against low-density lipoprotein oxidation in vitro and in human subjects. *J. Oleo Sci.*, 2012; 61(3): 113-20. – 5. Goszcz K., Deakin S.J., Duthie G.G., Stewart D., Leslie S.J., Megson I.L.: Antioxidants in Cardiovascular Therapy: Panacea or False Hope? *Front Cardiovasc Med.*, 2015; 6: 2: 29. – 6. HOPE and HOPE-TOO Trial Investigators. Effects of long-term vitamin E supplementation on cardiovascular events and cancer: a randomized controlled trial. *JAMA.*, 2005; 293(11): 1338-47. – 7. Bjelakovic G., Nikolova D., Gluud L.L., Simonetti R.G., Gluud C.: Mortality in randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention: systematic review and meta-analysis. *JAMA.*, 2007; 297(8): 842-57. – 8. Levy A.P., Friedenber P., Lotan R., Ouyang P., Tripputi M., Higginson L., Cobb F.R., Tardif J.C., Bittner V., Howard B.V.: The effect of vitamin therapy on the progression of coronary artery atherosclerosis varies by haptoglobin type in post-menopausal women. *Diabetes Care.*, 2004; 27(4): 925-30. – 9. Lichtenstein A.H., Appel L.J., Brands M., Carnethon M., Daniels S., Franch H.A., Franklin B., Kris-Etherton P., Harris W.S., Howard B., Karanja N., Lefevre M., Rudel L., Sacks F., Van Horn L., Winston M., Wylie-Rosett J.: Diet and lifestyle recommendations revision 2006: a scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation.*, 2006; 114(1): 82-96. – 10. Esmailzadeh A., Kimiagar M., Mehrabi Y., Azadbakht L., Hu F.B., Willett W.C.: Dietary patterns, insulin resistance, and prevalence of the metabolic syndrome in women. *Am J Clin Nutr.*, 2007; 85(3): 910-8.

11. Williams D.E., Prevost A.T., Whichelow M.J., Cox B.D., Day N.E., Wareham N.J.: A cross-sectional study of dietary patterns with glucose intolerance and other features of the metabolic syndrome. *Br. J. Nutr.*, 2000; 83(3): 257-66. – 12. Buachan P., Chularojmontri L., Wattanapitayakul S.K.: Selected activities of Citrus maxima Merr. fruits on human endothelial cells: enhancing cell migration and delaying cellular aging. *Nutrients.*, 2014; 21; 6(4): 1618-34. – 13. Bang H.O., Dyerberg J., Sinclair H.M.: The composition of the eskimo food in north western greenland. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1980; 33(12): 2657-61. – 14. Dyerberg J., Bang H.O., Stoffersen E., Moncada S., Vane J.R.: Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis? *Lancet.*, 1978; 2(8081): 117-9. – 15. Skerrett P.J., Hennekens C.H.: Consumption of fish and fish oils and decreased risk of stroke. *Prev Cardiol.*, 2003; 6(1): 38-41. – 16. Iso H., Kobayashi M., Ishihara J., Sasaki S., Okada K., Kita Y., Kokubo Y., Tsugane S.: JPHC Study Group: Intake of fish and n3 fatty acids and risk of coronary heart disease among Japanese: the Japan public health center-based (JPHC) study cohort 1. *Circulation.*, 2006; 113(2): 195-202. – 17. Nakamura T., Azuma A., Kuribayashi T., Sugihara H., Okuda S., Nakagawa M.: Serum fatty acid levels, dietary style and coronary heart disease in three neighboring areas in Japan: the Kumihama study. *Br. J. Nutr.*, 2003; 89(2): 267-72. – 18. Calder P.C.: The role of marine omega-3 (n-3) fatty acids in inflammatory processes, atherosclerosis and plaque stability. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2012; 56(7): 1073-80. – 19. Momiyama Y.: Association between serum omega-3 to omega-6 polyunsaturated fatty acid ratio and cardiovascular events in a general Japanese population. *Atherosclerosis.*, 2013; 231(2): 281-2. – 20. Harris W.S., Miller M., Tighe A.P., Davidson M.H., Schaefer E.J.: Omega-3 fatty acids and coronary heart disease risk: clinical and mechanistic perspectives. *Atherosclerosis.*, 2008; 197(1): 12-24.

21. Matsumoto M., Sata M., Fukuda D., Tanaka K., Soma M., Hirata Y., Nagai R.: Orally administered eicosapentaenoic acid reduces and stabilizes atherosclerotic lesions in ApoE-deficient mice. *Atherosclerosis.*, 2008; 197(2): 524-33. – 22. Cawood A.L., Ding R., Napper F.L., Young R.H., Williams J.A., Ward M.J., Gudmundsen O., Vige R., Payne S.P., Ye S., Shearman C.P., Gallagher P.J., Grimble R.F., Calder P.C.:

Eicosapentaenoic acid from highly concentrated n-3 fatty acid ethyl esters is incorporated into advanced atherosclerotic plaques and higher plaque EPA is associated with decreased plaque inflammation and increased stability. *Atherosclerosis*, 2010; 212(1): 252-9. – 23. *Yokoyama M., Origasa H., Matsuzaki M., Matsuzawa Y., Saito Y., Ishikawa Y., Oikawa S., Sasaki J., Hishida H., Itakura H., Kita T., Kitabatake A., Nakaya N., Sakata T., Shimada K., Shirato K.*: Japan EPA lipid intervention study (JELIS) Investigators: Effects of eicosapentaenoic acid on major coronary events in hypercholesterolaemic patients (JELIS): a randomised open-label, blinded endpoint analysis. *Lancet*, 2007; 369(9567): 1090-8. – 24. *Marchioli R., Barzi F., Bomba E., Chieffo C., Di Gregorio D., Di Mascio R., Franzosi M.G., Geraci E., Levantesi G., Maggioni A.P., Mantini L., Marfisi R.M., Mastrogiuseppe G., Mininni N., Nicolosi G.L., Santini M., Schweiger C., Tavazzi L., Tognoni G., Tucci C., Valagussa F.*: GISSI-Prevenzione Investigators: Early protection against sudden death by n-3 polyunsaturated fatty acids after myocardial infarction: time-course analysis of the results of the GISSI-Prevenzione. *Circulation*, 2002; 105(16): 1897-903. – 25. *Kromann N., Green A.*: Epidemiological studies in the Upernavik district, Greenland. Incidence of some chronic diseases 1950–74. *Acta Med. Scand.*, 1980; 208(5): 401-6. – 26. *Iwamoto T., Hosoda K., Hirano R., Kurata H., Matsumoto A., Miki W., Kamiyama M., Itakura H., Yamamoto S., Kondo K.*: Inhibition of low-density lipoprotein oxidation by astaxanthin. *J. Atheroscler Thromb.*, 2000; 7(4): 216-22. – 27. *Yoshida H., Yanai H., Ito K., Tomono Y., Koikeda T., Tsukahara H., Tada N.*: Administration of natural astaxanthin increases serum HDL-cholesterol and adiponectin in subjects with mild hyperlipidemia. *Atherosclerosis*, 2010; 209(2): 520-3. – 28. *Zhan S., Ho S.C.*: Meta-analysis of the effects of soy protein containing isoflavones on the lipid profile. *Am. J. Clin. Nutr.* 2005; 81(2): 397-408. – 29. *Kokubo Y., Iso H., Ishihara J., Okada K., Inoue M., Tsugane S.*: Association of dietary intake of soy, beans, and isoflavones with risk of cerebral and myocardial infarctions in Japanese populations: the japan public health center-based (JPHC) study cohort I. *Circulation*, 2007; 116(22): 2553-62. – 30. *Hodis H.N., Mack W.J., Kono N., Azen S.P., Shoupe D., Hwang-Levine J., Petitti D., Whitfield-Maxwell L., Yan M., Franke A.A., Selzer R.H.*: Women's Isoflavone Soy Health Research Group: Isoflavone soy protein supplementation and atherosclerosis progression in healthy postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Stroke*, 2011; 42(11): 3168-75.

Adres: 70-111 Szczecin, Al. Powstańców Wielkopolskich 72

*Mikołaj Kopeć, Daniel Głębowski, Małgorzata Mazurek-Mochol¹,
Andrzej Pawlik*

ZNACZENIE KWASÓW OMEGA-3 I OLEJU RYBNEGO W DIECIE

Katedra Fizjologii
Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *A. Pawlik*

¹ Zakład Periodontologii
Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *E. Dembowska*

Słowa kluczowe: olej rybny, CHD, EPA, DHA, EPA/AA.

Key words: fish oil, CHD, EPA, DHA, EPA/AA.

Nowe wytyczne AHA (ang. *American Heart Association*), zalecają typ terapii statynami w oparciu o poziom ryzyka sercowo-naczyniowego pacjenta (1). Terapia statynami zmniejsza względne ryzyko choroby wieńcowej (ang. *coronary heart disease*, CHD) w przybliżeniu o 25%, jednak redukcja ryzyka bezwzględnego to zaledwie 3,4%. Podejście to sprawia, że wielu pacjentów leczonych statynami pozostaje w grupie wysokiego ryzyka CHD (2). Okazuje się, że spożywanie olejów pochodzenia rybnego, ma podobne skutki kliniczne, co terapia tłuszczami omega-3 (3). Może mieć to zastosowanie u pacjentów leczonych statynami z wysokim ryzykiem CHD.

Szwedzkie badania kohortowe, przeprowadzone na ponad 36 tysiącach kobiet, w ciągu 8 lat, wykazały związek pomiędzy zwiększeniem ilości tłustych ryb w diecie, a mniejszą częstością hospitalizacji z powodu niewydolności serca (4). Jednakże próby kliniczne, polegające na modyfikacji ilości spożywanego oleju rybnego, nie odnotowały znaczącego zmniejszenia zdarzeń sercowo-naczyniowych (ang. *cardiovascular disease*, CVD), wynikających z jego przyjmowania. Problem pojawił się, odkąd odnotowane zostały duże rozbieżności pomiędzy stężeniami osiąganymi w wyniku suplementacji olejem rybnym u poszczególnych pacjentów (5). W odpowiedzi na suplementację stałymi dawkami oleju rybnego, jedynie część pacjentów osiągała stężenie terapeutyczne. Najnowsze badania przyczyniły się do wyjaśnienia tego problemu. W tym artykule poruszono problem potencjalnych wad i korzyści, płynących z suplementacji kwasami omega-3.

Pomiary stężenia kwasów omega-3 mogą zostać wykonane zarówno w osoczu, surowicy, jak i w błonie komórkowej erytrocytów. Klinicznie użyteczne pomiary mieszczą się w indeksie omega-3, na który składają się takie elementy, jak procentowy udział kwasów eikozapentaenowego (EPA) i dokozaheksaenowego (DHA), współczynnik EPA/AA (kwas arachidonowy), oraz ilość EPA+DHA. Dostępne są różne metody laboratoryjne, w skład których wchodzi chromatografia gazowa, pomiar składu błony komórkowej erytrocytów oraz spektroskopia mas (5).

Kwestie sporne

Kontrowersje wokół wpływu kwasów omega-3 na CVD, nie zostały do końca wyjaśnione. Ostatnia metaanaliza, blisko 16,5 tysiąca pacjentów leczonych kwasami omega-3 i ilościowo zbliżonej grupy kontrolnej, nie wykazała satysfakcjonującego zmniejszenia występowania poważnych incydentów sercowo-naczyniowych. Metaanaliza ta nie obejmowała pomiaru stężeń kwasów omega-3 we krwi (6). W tej samej analizie, udowodniony został znaczący wpływ suplementacji kwasami omega-3 na zmniejszenie śmiertelności w przebiegu CVD. Singapursko-chińskie badania kwestionariuszowe dotyczyły diety ponad 890. tysięcy dorosłych Chińczyków, wraz z informacjami na temat śmierci ponad 63. tysięcy z nich. Na podstawie kwestionariuszy, oszacowano spożycie EPA, DHA i ALA (kwas α -linolenowy) pochodzących z diety. Kwasy te były związane ze zmniejszeniem liczby zgonów z powodu incydentów sercowo-naczyniowych (7). Hiszpańskie badania kohortowe EPIC (ang. *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition*), także oszacowały za pomocą kwestionariuszy, udział kwasów omega-3 w diecie (8). W przeciwieństwie do badań singapurskich, hiszpańska kohorta, oceniając osiągnięte stężenia kwasów omega-3, nie odnotowała żadnego związku pomiędzy spożyciem EPA i DHA, a incydentami CVD zarówno wśród kobiet, jak i mężczyzn. Dwa badania dotyczące wpływu suplementacji 1 g kwasów omega-3 dziennie, zarówno po roku, jak i po 6,2 latach prowadzenia, nie odnotowały korzystnego wpływu na incydenty sercowo-naczyniowe (9). W żadnym z przeprowadzanych badań nie mierzono stężenia kwasów omega-3 we krwi. Jest to istotna różnica pomiędzy badaniami przeprowadzonymi przez MESA (ang. *Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis*), których pomiary stężeń kwasów omega-3, wskazywały na istotny statystycznie związek pomiędzy stężeniem EPA i DHA we krwi, a zmniejszeniem ryzyka względnego CVD. Wśród kwartyli badanych z najwyższym stężeniem EPA we krwi, ryzyko względne wyniosło 0,49, natomiast wśród kwartyli z najwyższym stężeniem DHA we krwi 0,39, w porównaniu do kwartyli z najniższymi stężeniami odpowiednio EPA i DHA (10). W odniesieniu do ALA i n-6 PUFA (ang. *polyunsaturated fatty acids*), nie wykazano istotnie statystycznego związku, co może być spowodowane suplementacją tylko 1 g kwasów omega-3, przez co próg skuteczności nie może być osiągnięty. Badania JELIS (ang. *Japan eicosapentaenoic acid (EPA) Lipid Intervention Study*) wykazały, że dobrze reagowały na suplementację kwasami omega-3 (39% zmniejszone ryzyko dużych incydentów wieńcowych) osoby, które nie osiągnęły docelowego poziomu LDL i cholesterolu nie-HDL (11).

Kwas linolowy (LA), w dużych stężeniach, występuje w olejach: szafranowym, słonecznikowym, bawełnianym, kukurydzianym i sojowym. Początkowo rekomendowano je jako zastępstwo tłuszczów zawierających nasycone kwasy tłuszczowe w diecie, lecz odkrycia *Sydney Diet Heart Study* sugerują, że mógł to być błąd. *Sydney Diet Heart Study* przeprowadziło randomizowaną próbę na grupie 458. mężczyzn w latach 1966–1973. Część grupy otrzymywała LA w postaci oleju słonecznikowego i wielonienasyconą margarynę, osiągając wyższy współczynnik śmierci w porównaniu do grupy kontrolnej (odpowiednio 17,6% i 11,8%, ryzyko względne wyniosło 1,62), co sugerowało, że zamiana kwasów nasyconych na LA zwiększa ryzyko zgonu z powodów zarówno CHD, jak i CVD. Szkodliwy wpływ LA, wy-

stępującego w preparatach zawierających kwasy omega-3, może istotnie osłabiać korzyści odnoszone z ich suplementacji.

Różnice osobnicze w odpowiedzi na leczenie kwasami omega-3

W próbach klinicznych, z użyciem oleju rybnego stosowano dawki 1 g dziennie, we wszystkich grupach badawczych. W badaniach wykazano, że podawanie 1 g EPA dziennie wpływa na zwiększenie całkowitej ilości EPA + DHA we krwi w zakresie od 3,6% do 5,4%. W przybliżeniu, 16% badanych osiągnęło poziom EPA + DHA poniżej 4,8% (12). Jest to istotna klinicznie informacja, odkąd zaobserwowano dramatyczny spadek nagłych zgonów wieńcowych u osób z poziomem DHA > 5% (12). Osobnicza zmienność odpowiedzi na tak powszechną dawkę, z powodu niemożności osiągnięcia stężenia terapeutycznego EPA + DHA we krwi, mogła pozostawić znaczną liczbę pacjentów w grupie wysokiego ryzyka CHD. Współczynnik EPA/AA, jest klinicznie istotnym pomiarem, który w odpowiedzi na stałą dawkę suplementacji, w zależności od genotypu, u poszczególnych osób może przyjmować różne wartości. Współczynnik EPA/AA > 0,75 został zakwalifikowany jako znacząco obniżający ryzyko poważnych incydentów wieńcowych (ang. *major coronary events*, MCE) w populacji japońskiej (13). Zbadano, iż wpływ spożycia oleju rybnego w ilości 4 g/d, w przybliżeniu zwiększa współczynnik EPA/AA z 0,12 do 0,9 (14). Oszacowano, że u 68% badanych uzyskano współczynnik EPA/AA w granicach 0,78–1,02, podczas gdy u 16% wynosił on mniej niż 0,78. Tak więc, mimo suplementacji kwasami omega-3 w ilości 4 g/d, średnio 16% badanych nie uzyskało określonego celu.

Część z tych zmienności osobniczych jest związana z uwarunkowanymi genetycznie różnicami w metabolizmie kwasów tłuszczowych. Zdolność do przewidzenia zmiany indeksu omega-3 pacjenta, w odpowiedzi na terapię kwasami omega-3, zależy także od takich czynników jak masa ciała. Zbadano indywidualną odpowiedź, ocenianą za pomocą indeksu omega-3, na suplementację EPA + DHA w ilości 0, 300, 600, 900 i 1800 mg/d. Uwzględniono wpływ masy ciała na model prognostyczny, zawierający dawkowanie EPA + DHA, które w zależności od przewidywanej zmiany odpowiedzi, mogło zmienić się od 68% do 70%, a przy uwzględnieniu kolejnych czynników takich jak pierwotny indeks omega-3, wiek, płeć, i aktywność fizyczna, dodatkowo udoskonalono zakres prognozowania odpowiedzi na leczenie, modyfikując dawkę pierwotną nawet o 78% (15).

Stężenia kwasów omega-3 w populacji

Stężenia kwasów omega-3 we krwi mogą różnić się w zależności od stylu życia (np. od spożycia ryb), obszaru geograficznego i zmienności genetycznych. U Japończyków, wymagających przezskórnej interwencji wieńcowej (ang. *percutaneous coronary intervention*, PCI), współczynnik EPA/AA wynosił 0,40, podczas gdy w grupie bezobjawowej wynosił 0,41 (16, 17). W każdym z tych dwóch badań odnotowano istotną statystycznie zależność pomiędzy wskaźnikiem EPA/AA a incydentami wieńcowymi.

Różnice są jeszcze bardziej wyraźne pomiędzy różnymi grupami etnicznymi. W *Physicians Health Study* badania osób rasy kaukaskiej, zmarłych w wyniku nagłej śmierci sercowej, wykazały średnie odchylenie standardowe EPA na poziomie (%) $1,72 \pm 0,59$, DHA – $2,12 \pm 0,65$ w grupie po przebytych nagłym zgonie sercowym

i EPA – $1,84 \pm 0,53$, DHA – $2,38 \pm 0,78$ w grupie kontrolnej (18). Jest to odzwierciedlenie średniego indeksu omega-3 o wartości 3,85% wśród grupy po przebytej nagłej śmierci sercowej, w porównaniu do 4,22% w grupie kontrolnej. Dla współczynnika EPA/AA odchylenie standardowe w Japonii wynosi $0,63 \pm 0,40$ (13).

Aby wyniki danego pacjenta miały zastosowanie kliniczne, ważne jest, aby porównać je do zakresu referencyjnego, określonego na podstawie populacji tej samej narodowości, ze względu na różnice w kwestiach dietetycznych i środowiskowych. Wiele, z wcześniej wspomnianych badań, zostało przeprowadzonych na populacji europejskiej bądź azjatyckiej, w których zróżnicowanie dietetyczne i inne czynniki mające wpływ na stężenie kwasów omega-3 we krwi, są odmienne od tych występujących na przykład w Stanach Zjednoczonych.

Cel terapeutyczny

Istotny klinicznie współczynnik EPA/AA, o wartości $> 0,75$, jest związany ze znacząco niższym ryzykiem CVD w populacji japońskiej. Współczynnik EPA/AA ma także związek ze stosunkiem prostaglandyny (PGI_3 i PGI_2), do tromboksanu (TxA_2) (19). Oceniono stosunek EPA/AA u ponad 3 tysięcy zdrowych, dorosłych Japończyków i opisano istotny statystycznie związek pomiędzy większą częstością incydentów CVD a niższym współczynnikiem EPA/AA (17). Widoczne to było zwłaszcza u pacjentów z poziomem CRP ≥ 1 mg/L. U badanych, ze współczynnikiem EPA/AA $< 0,29$, z jednoczesnym CRP ≥ 1 mg/L częstość wystąpienia incydentów CVD na tysiąc osób wyniosła 23,3, podczas gdy grupa z takim samym współczynnikiem EPA/AA, z CRP < 1 mg/L, posiadała częstość wystąpienia incydentów CVD na poziomie 8,2. Ryzyko CVD wzrastało liniowo 1,52 raza, na każde zwiększenie współczynnika EPA/AA o 0,20 w grupie z CRP ≥ 1 mg/L.

Wśród pacjentów z ostrym udarem niedokrwiennym, wczesne pogorszenie neurologiczne jest silnie związane z cukrzycą, wcześniejszym przebyciem udaru, ChNS i współczynnikiem EPA/AA i DHA/AA. Badania wykazały także, że niski stosunek kwasów omega-3/omega-6, może sugerować pogorszenie neurologiczne, z ostrym udarem niedokrwiennym. Rola kwasów omega-3, u pacjentów po koronaroplastyce, pozostaje w kręgu zainteresowań badaczy, jednak danych na ten temat jest wciąż niewiele. Analiza poziomu kwasów omega-3 w osoczu, przeprowadzona na 284. pacjentach po koronaroplastyce, z przebytymi poważnymi incydentami kardiologicznymi (ang. *major adverse cardiac events*, MACE), związanych z koronaroplastyką wykazała, że wskaźnik EPA/AA $> 0,404$ w surowicy, miał związek z niską częstością występowania MACE (16). Wyniki te były istotne statystycznie, także po uwzględnieniu wieku, płci, występowania cukrzycy, nadciśnienia i palenia tytoniu.

Choroby nerek

Długotrwała hemodializa może mieć wpływ na poziom kwasów omega-3 we krwi i ryzyko choroby wieńcowej. W Japonii, na ponad 500 dializowanych pacjentach wykazano, że ich współczynniki EPA/AA i DHA/AA są istotnie zmniejszone, w porównaniu do grupy kontrolnej (20). Co ważne, bezwzględne stężenia EPA, DHA i AA nie są czynnikami predykcyjnymi dla CVD. U dializowanych pacjentów wykazano, że osoczowe stężenia kwasów omega-3 są niekorzystnie zmienione oraz, że niski stosunek kwasów omega-3/AA jest niezależnym czynnikiem prognostycznym CVD.

U pacjentów z nefropatią IgA, którym podawano 3,35 g kwasów omega-3 dziennie, poziom EPA zwiększył się z $0,8 \pm 0,5$ do $3,1 \pm 1,3\%$, a poziom DHA z $3,7 \pm 1,6$ do $6,5 \pm 1,3\%$. U pacjentów leczonych dawką 6,7 g/d poziomy te zwiększyły się odpowiednio z $0,9 \pm 0,6$ do $5,2 \pm 1,8\%$, i z $3,5 \pm 1,4$ do $7,1 \pm 1,6\%$ (21). U chorych z nefropatią IgA, którym podawano 4 g/d oleju rybnego, wskaźnik EPA/AA zwiększył się z $0,09 \pm 0,7$ do $0,45 \pm 0,4$. Obrazuje to jak znaczący wpływ mają różnice osobnicze w odpowiedzi na leczenie (21).

Zwapnienie naczyń wieńcowych

Prowadzone w Holandii badania wykazały, że spożywanie ryb miało związek ze wskaźnikiem uwapnienia tętnic wieńcowych (22). Porównano także poziomy kwasów tłuszczowych wśród Japończyków mieszkających w Japonii i w USA oraz osób rasy kaukaskiej, mieszkających w USA. Poziom kwasów omega-3 był dwukrotnie wyższy wśród przedstawicieli pierwszej grupy, w porównaniu do pozostałych. Częstość zwapnienia tętnic wieńcowych u Japończyków mieszkających w Japonii wynosiła 9,3%, podczas gdy dla pozostałych grup wynosiła blisko 30% (23). Różnice w występowaniu zwapnienia tętnic wieńcowych, wśród tych populacji, zatarły się po wyrównaniu poziomu kwasów omega-3. Zbadano także grupę 214 Japończyków i 152 osób rasy kaukaskiej, u których nie stwierdzono zwapnień w tętnicach wieńcowych. Po uwzględnieniu wieku, ciśnienia skurczowego, profilu lipidowego i występowania cukrzycy, okazało się, że pacjenci z Japonii mają znacznie mniejszą częstość występowania zwapnienia tętnic wieńcowych niż rasa kaukaska (23).

Zaburzenia psychiatryczne

Depresja i choroby psychiatryczne zyskały ostatnio na znaczeniu, jako czynnik mający związek z ryzykiem i następstwami CVD. Depresja, występująca po zawałe lub zabiegach sercowo-naczyniowych, przyczynia się do zwiększenia ryzyka incydentów sercowo-naczyniowych. Kwasy tłuszczowe mają szczególne znaczenie dla właściwego funkcjonowania mózgu, przy czym kluczowa rola przypada kwasom omega-3. Retrospektywne badania, prowadzone z udziałem Japończyków po przebytych ostrym udarze niedokrwiennym wykazały, że współczynniki EPA/AA i DHA/AA były odwrotnie proporcjonalne do częstości występowania wczesnego pogorszenia neurologicznego (24).

Rak

Związek pomiędzy olejem rybnym i rakiem prostaty znany jest od 1994 r. Czynniki środowiskowe wydają się mieć wpływ na rozwój hormonozależnych nowotworów takich jak rak piersi czy prostaty. Zawartość tłuszczu w diecie była analizowana w związku z ryzykiem raka piersi i prostaty, jednak nie otrzymano jednoznacznych wniosków. Badania *in vitro* przeprowadzane na zwierzętach, wskazywały na protekcyjne działanie kwasów omega-3 na wzrost guzów (25). W obszernym przeglądzie epidemiologicznym określono, że w związku z brakiem badań, które zawierałyby istotne dane, takie jak rodzaj spożywanych ryb czy nasilenie tkankowej koncentracji kwasów omega-3, wnioskowanie na temat korelacji pomiędzy spożyciem ryb morskich a rakiem jest niemożliwe (26). W 2011 r. doniesiono,

że poziom DHA w surowicy związany był z zaawansowanym rakiem prostaty. Związek kwasów tłuszczowych z niezaawansowanym rakiem prostaty nie został jednak potwierdzony (27).

Metaanaliza 12. badań z 2013 r. określiła, że wysoki poziom EPA w surowicy był związany z obniżonym ryzykiem raka prostaty. Wykazano, że jednoczesny wzrost stężenia EPA i DHA może być związany z podwyższonym ryzykiem raka prostaty. W 2013 r. opublikowano raport opierający się na badaniu kwestionariuszowym spożycia ryb w diecie (28). Okazało się, że solone i wędzone ryby mogą zwiększać ryzyko zaawansowanego raka prostaty, podczas gdy spożywanie oleju rybnego może mieć protekcyjny wpływ na prostatę.

Czynniki środowiskowe

Zanieczyszczenie powietrza i jego szkodliwy wpływ na zdrowie, są przedmiotem zainteresowań wielu badań. Wskazują one, że ekspozycja na ozon i smog mogą nasilić zapadalność na anginę i CHD (29). Obniżona zmienność rytmu zatokowego (ang. *heart rate variability*, HRV) jest niezależnym czynnikiem predykcyjnym dla nagłego zgonu sercowego, zawału serca, niewydolności serca i arytmii u pacjentów z CHD. Suplementacja kwasami omega-3 zapobiega obniżaniu HRV przez zanieczyszczenia powietrza z poziomu 54% do 7% (30). Zastosowanie w badaniach randomizowanej, podwójnie ślepej próby umożliwiła określenie potencjalnie ochronnego wpływu suplementacji 3 g/d kwasów omega-3 na osoby narażone na 2-godzinne działanie zanieczyszczeń powietrza w komorze eksperymentalnej (29). Badanie to wykazało, że zanieczyszczone powietrze indukuje ostre zmiany zachodzące w mięśniu sercowym i profilu lipidowym, głównie poprzez wpływ na triglicerydy i VLDL. Parametry te nie poprawiały się po suplementacji olejem z oliwek, natomiast po zastosowaniu suplementacji 3 g/d kwasami omega-3, uległy łagodnej redukcji.

PODSUMOWANIE

Kontrowersje odnośnie klinicznej roli wzmożonego spożycia tłustych ryb lub suplementacji kwasami omega-3 powoli się rozjaśniają. Występujące we krwi stężenia kwasów omega-3 wykazują bezpośredni związek z ryzykiem chorób sercowo-naczyniowych. Kontrolowanie dawki kwasów omega-3 przyjmowanej przez pacjenta nie jest z kolei użyteczne w określaniu tego ryzyka, co spowodowane jest różnicami w osiągniętych stężeniach, u różnych pacjentów, przy suplementacji określoną dawką. Jak donoszono w raporcie JELIS, na korzyści ze spożywania oleju rybnego mogą mieć wpływ także inne czynniki ryzyka, takie jak poziomy cholesterolu LDL i cholesterolu nie-HDL. Co więcej, z badań prowadzonych ostatnio wynika, że poziomy EPA i DHA są odwrotnie proporcjonalne do stopnia ryzyka choroby wieńcowej (10). Stosunek EPA/AA także jest użytecznym klinicznie współczynnikiem, wykazującym silną zdolność predykcyjną, zwłaszcza w połączeniu z innymi czynnikami ryzyka.

Pacjenci dializowani i z nefropatią stanowili grupę pacjentów, która, jak pierwotnie uważano, mogłaby czerpać korzyści z oznaczania poziomu kwasów omega-3 we krwi, lecz okazała się zbyt niejednorodna w kwestii odpowiedzi na leczenie tymi kwasami.

Nieinwazyjne badanie zwapnienia tętnic wieńcowych, wśród populacji japońskiej i amerykańskiej, wykazało związek między częstością występowania tej jednostki a poziomem kwasów omega-3 we krwi. Niskie poziomy kwasów omega-3 we krwi mogą być także związane z pogorszeniem neurologicznym u pacjentów z udarami niedokrwiennymi.

Dalsze badania powinny być oczywiście kontynuowane, przy czym powinny skupić się na poziomach stężeń kwasów tłuszczowych we krwi i na tej podstawie modyfikować dawki suplementacyjne.

M. Kopeć, D. Głąbowski, M. Mazurek-Mochol, A. Pawlik
SIGNIFICANCE OF OMEGA-3 ACIDS AND FISH OIL IN DIET

PIŚMIENNICTWO

1. Stone N.J., Robinson J.G., Lichtenstein A.H., Goff Jr D.C., Lloyd-Jones D.M., Smith Jr S.C., Blum C., Schwartz J.S.: ACC/AHA Cholesterol Guideline Panel.: Treatment of Blood Cholesterol to Reduce Atherosclerotic Cardiovascular Disease Risk in Adults: Synopsis of the 2013 ACC/AHA Cholesterol Guideline. *Ann. Intern. Med.*, 2014; 160(5): 339-43. – 2. Superko H.R., King 3rd S.: Lipid management to reduce cardiovascular risk: a new strategy is required. *Circulation.*, 2008; 117(4): 560-8. – 3. Levitan E.B., Wolk A., Mittleman M.A.: Fatty fish, marine omega-3 fatty acids and incidence of heart failure. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2010; 64(6): 587-94. – 4. Superko H.R., Superko S.M., Nasir K., Agatston A., Garrett B.C.: Omega-3 Fatty Acid Blood Levels: Clinical significance and Controversy. *Circulation.*, 2013; 128: 2154-61. – 5. Fuchs B., Süß R., Teuber K., Eibisch M., Schiller J.: Lipid analysis by thin-layer chromatography—a review of the current state. *J. Chromat. A.*, 2011; 1218: 2754-74. – 6. Wen Y.T., Dai J.H., Gao Q.: Effects of Omega-3 fatty acid on major cardiovascular events and mortality in patients with coronary heart disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr. Metab. Cardiovasc Dis.*, 2014; 24(5): 470-5. – 7. Koh A.S., Pan A., Wang R., Odegaard A.O., Pereira M.A., Yuan J.M., Koh W.P.: The association between dietary omega-3 fatty acids and cardiovascular death: the Singapore Chinese Health Study. *Eur. J. Prev. Cardiol.*, 2015; 22(3): 364-72. – 8. Amiano P., Machón M., Dorronsoro M., Chirlaque M.D., Barricarte A., Sánchez M.J., Navarro C., Huerta J.M., Molina-Montes E., Sánchez-Cantalejo E., Urtizberea M., Arriola L., Larrañaga N., Ardanaz E., Quirós J.R., Moreno-Iribas C., González C.A.: Intake of total omega-3 fatty acids, eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid and risk of coronary heart disease in the Spanish EPIC cohort study. *Nutr. Metab. Cardiovasc Dis.*, 2014; 24(3): 321-7. – 9. ORIGIN Trial Investigators, Bosch J., Gerstein H.C., Dagenais G.R., Diaz R., Dyal L., Jung H., Maggiono A.P., Probstfield J., Ramachandran A., Riddle M.C., Rydén L.E., Yusuf S.: N-3 fatty acids and cardiovascular outcomes in patients with dysglycemia. *N. Engl. J. Med.*, 2012; 367(4): 309-18. – 10. de Oliveira Otto M.C., Wu J.H., Baylin A., Vaidya D., Rich S.S., Tsai M.Y., Jacobs D.R. Jr, Mozaffarian D.: Circulating and dietary omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids and incidence of CVD in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *J. Am. Heart Assoc.*, 2013; 2(6): e000506.
11. Sasaki J., Yokoyama M., Matsuzaki M., Saito Y., Origasa H., Ishikawa Y., Oikawa S., Itakura H., Hishida H., Kita T., Kitabatake A., Nakaya N., Sakata T., Shimada K., Shirato K., Matsuzawa Y.: JELIS Investigators.: Relationship between coronary artery disease and non-HDL-C, and effect of highly purified EPA on the risk of coronary artery disease in hypercholesterolemic patients treated with statins: sub-analysis of the Japan EPA Lipid Intervention Study (JELIS). *J. Atheroscler Thromb.*, 2012; 19(2): 194-204. – 12. Rupp H., Wagner D., Rupp T., Schulte L.M., Maisch B.: Risk stratification by the “EPA+DHA level” and the “EPA/AA ratio”. *Herz.*, 2004; 29: 673-85. – 13. Tanaka K., Ishikawa Y., Yokoyama M., Origasa H., Matsuzaki M., Saito Y., Matsuzawa Y., Sasaki J., Oikawa S., Hishida H., Itakura H., Kita T., Kitabatake A., Nakaya N., Sakata T., Shimada K., Shirato K., JELIS Investigators, Japan.: Reduction in the recurrence of stroke by eicosapentaenoic acid for hypercholesterolemia patients: subanalysis of the JELIS Trial. *Stroke.*, 2008; 39: 2052-8. – 14. Laidlaw M., Holub B.J.: Effects of supplementation with fish

oil-derived n-3 fatty acids and alpha-linolenic acid on circulating plasma lipids and fatty acid profiles in women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2003; 77: 37-42. – 15. *Flock M.R., Skulas-Ray A.C., Harris W.S., Etherton T.D., Fleming J.A., Kris-Etherton P.M.*: Determinants of erythrocyte omega-3 fatty acid content in response to fish oil supplementation: a dose-response randomized controlled trial. *J. Am. Heart Assoc.*, 2013; 2(6): e000513. – 16. *Domei T., Yokoi H., Kuramitsu S., Soga Y., Arita T., Ando K., Shirai S., Kondo K., Sakai K., Goya M., Iwabuchi M., Ueeda M., Nobuyoshi M.*: Ratio of serum n-3 to n-6 polyunsaturated fatty acids and the incidence of major adverse cardiac events in patients undergoing percutaneous coronary intervention. *Circ. J.*, 2012; 76(2): 423-9. – 17. *Ninomiya T., Nagata M., Hata J., Hirakawa Y., Ozawa M., Yoshida D., Ohara T., Kishimoto H., Mukai N., Fukuhara M., Kitazono T., Kiyohara Y.*: Association between ratio of serum eicosapentaenoic acid to arachidonic acid and risk of cardiovascular disease: the Hisayama Study. *Atherosclerosis.*, 2013; 231(2): 261-7. – 18. *Albert C.M., Campos H., Stampfer M.J., Ridker P.M., Manson J.E., Willett W.C., Ma J.*: Blood levels of long-chain n-3 fatty acids and the risk of sudden death. *N. Engl. J. Med.*, 2002; 346(15): 1113-8. – 19. *Ohnishi H., Saito Y.*: Eicosapentaenoic Acid (EPA) reduces cardiovascular events: Relationship with the EPA/Arachidonic acid ratio. *J. Atheroscler Thromb.*, 2013; 20: 861-77. – 20. *Shoji T., Kakiya R., Hayashi T., Tsujimoto Y., Sonoda M., Shima H., Mori K., Fukumoto S., Tahara H., Shioi A., Tabata T., Emoto M., Nishizawa Y., Inaba M.*: Serum n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acid profile as an independent predictor of cardiovascular events in hemodialysis patients. *Am. J. Kidney Dis.*, 2013; 62(3): 568-76.

21. *Donadio J.V., Bergstralh E.J., Bibus D.M., Grande J.P.*: Is body size a biomarker for optimizing dosing of omega-3 polyunsaturated fatty acids in the treatment of patients with IgA nephropathy? *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.*, 2006; 1(5): 933-9. – 22. *Heine-Bröring R.C., Brouwer I.A., Proença R.V., van Rooij F.J., Hofman A., Oudkerk M., Witteman J.C., Geleijnse J.M.*: Intake of fish and marine n-3 fatty acids in relation to coronary calcification: the Rotterdam Study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2010; 91(5): 1317-23. – 23. *Sekikawa A., Miura K., Lee S., Fujiyoshi A., Edmundowicz D., Kadowaki T., Evans R.W., Kadowaki S., Sutton-Tyrrell K., Okamura T., Bertollet M., Masaki K.H., Nakamura Y., Barinas-Mitchell E.J., Willcox B.J., Kadota A., Seto T.B., Maegawa H., Kuller L.H., Ueshima H., ERA JUMP Study Group.*: Long chain n-3 polyunsaturated fatty acids and incidence rate of coronary artery calcification in Japanese men in Japan and white men in the USA: population based prospective cohort study. *Heart.* 2013; 100(7): 569-73. – 24. *Suda S., Katsumata T., Okubo S., Kanamaru T., Suzuki K., Watanabe Y., Katsura K., Katayama Y.*: Low serum n-3 polyunsaturated fatty acid/n-6 polyunsaturated fatty acid ratio predicts neurological deterioration in Japanese patients with acute ischemic stroke. *Cerebrovasc Dis.*, 2013; 36(5-6): 388-93. – 25. *Ip C.*: Review of the effects of trans fatty acids, oleic acid, n-3 polyunsaturated fatty acids, and conjugated linoleic acid on mammary carcinogenesis in animals. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1997; 66(6): 1523S-1529S. – 26. *Terry P.D., Rohan T.E., Wolk A.*: Intakes of fish and marine fatty acids and the risks of cancers of the breast and prostate and of other hormone-related cancers: a review of the epidemiologic evidence. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2003; 77(3): 532-43. – 27. *Brasky T.M., Till C., White E., Neuhauser M.L., Song X., Goodman P., Thompson I.M., King I.B., Albanes D., Kristal A.R.*: Serum phospholipid fatty acids and prostate cancer risk: Results from the prostate cancer prevention trial. *Am. J. Epidemiol.*, 2011; 173(12): 1429-39. – 28. *Torfadottir J.E., Valdimarsdottir U.A., Mucci L.A., Kasperzyk J.L., Fall K., Tryggvadottir L., Aspelund T., Olafsson O., Harris T.B., Jonsson E., Tulinius H., Gudnason V., Adami H.O., Stampfer M., Steingrimsdottir L.*: Consumption of fish products across the lifespan and prostate cancer risk. *PLoS One.*, 2013; 17(8): e59799. – 29. *Tong H., Rappold A.G., Diaz-Sanchez D., Steck S.E., Bernsten J., Cascio W.E., Devlin R.B., Samet J.M.*: Omega-3 fatty acid supplementation appears to attenuate particulate air pollution-induced cardiac effects and lipid changes in healthy middle-aged adults. *Environ Health Perspect.*, 2012; 120(7): 952-7. – 30. *Romieu I., Téllez-Rojo M.M., Lazo M., Manzano-Patiño A., Cortez-Lugo M., Julien P., Bélanger M.C., Hernandez-Avila M., Holguin F.*: Omega-3 fatty acid prevents heart rate variability reductions associated with particulate matter. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2005; 172(12): 1534-40.

*Radosław Balwierz, Anna Kurek-Górecka, Zofia Dzierżewicz,
Dominik Marciniak¹, Agata Jasińska-Balwierz², Janusz Pluta^{1,3}, Justyna Mazur*

AFRODYDZJAKI W TRADYCYJNEJ KUCHNI ŚLĄSKIEJ. ZAPOMNIANA LEGENDA?

Śląska Wyższa Szkoła Medyczna w Katowicach, Wydział Ochrony Zdrowia

¹ Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej, Katedra i Zakład Technologii Postaci Leku

² Szpital Miejski w Chorzowie, Oddział Chorób Wewnętrznych

³ Państwowa Medyczna Wyższa Szkoła Zawodowa w Opolu, Katedra Farmakologii

Kierownik projektu: prof. dr hab. n. farm. Z. *Dzierżewicz*

Słowa kluczowe: dieta, afrodyzjaki, zaburzenia seksualne, zioła.

Key words: diet, aphrodisiacs, sexual dysfunction, herbs.

Wprowadzenie

Zaburzenia i dysfunkcje w obszarze seksualności człowieka stanowią istotny problem, zarówno społeczny, jak i medyczny. Produkty lecznicze, jak również liczne suplementy diety mające za zadanie modyfikować reakcje organizmu na bodźce erogenne, są obecne niemal w każdej aptece. Stosowanie leków i suplementów diety wiąże się jednak z ryzykiem wystąpienia interakcji, szczególnie widocznych w przypadku polipragmazji. Ważne z punktu widzenia efektywności terapii dysfunkcji seksualnych jest także postępowanie dietetyczne, w tym stosowanie afrodyzjaków. Należą do nich różnego rodzaju środki, również produkty spożywcze, które mogą pobudzać pożądanie, zwiększać możliwości seksualne lub też wpływać na wyobraźnię erotyczną. Celem pracy jest przedstawienie i usystematyzowanie wiedzy na temat naturalnych afrodyzjaków występujących w śląskiej diecie oraz zwrócenie uwagi na rolę diety wspomagającej leczenie zaburzeń erekcji.

Afrodyzjaki i ich działanie

Seksualność to integralna część osobowości każdego człowieka, a jej pełny rozwój jest zależny od zaspokojenia podstawowych ludzkich potrzeb, takich jak: intymność, pragnienie obcowania, ekspresja uczuć, czułość i miłość. W literaturze z zakresu seksuologii wskazuje się, że więzi psychoseksualne istniejące pomiędzy ludźmi mają fundamentalne znaczenie dla całokształtu egzystencji człowieka i jego stylu życia, a także są czynnikiem sprzyjającym nawiązywaniu kontaktów interpersonalnych. Podkreśla się, że możliwość zaspokojenia potrzeby psychoseksualnej to niezbędny warunek utrzymania homeostazy organizmu (1).

W sferze seksualnej człowieka mogą pojawić się zaburzenia, które społecznie często stanowią temat tabu i są powodem do odczuwania emocjonalnego wstydu. Nasilone i nieleczone mogą mieć istotny wpływ na relacje międzyludzkie. Popularne leki pierwszego rzutu, będące inhibitorami fosfodiesterazy typu 5 jak: sildenafil, vardenafil czy tadalafil stanowią skuteczną farmakoterapię często jednak nie w pełni bezpieczną (obarczoną ryzykiem wystąpienia działań niepożądanych oraz interakcji z innymi stosowanymi lekami). Leki z tej grupy nie mogą być stosowane z nitaratami oraz w chorobie Peyroniego. Ponadto vardenafil może wpływać na wydłużenie odcinka QT w EKG. Inhibitory fosfodiesterazy typu 5 metabolizowane są w wątrobie przy udziale cytochromu P450 co powoduje liczne interakcje z wieloma lekami wpływającymi na ten enzym. Ponadto wywołują działania niepożądane manifestujące się bólami głowy, zaburzeniami widzenia czy uczuciem „zatkanego” nosa (2, 3). Dlatego też postępowanie dietetyczne i obecność w diecie tzw. naturalnych afrodyzjaków, mających wpływ na modyfikację potrzeb seksualnych i poprawę jakości życia seksualnego człowieka, zyskuje obecnie na znaczeniu.

W medycynie ludowej wielu kultur świata, począwszy od starożytności (Egipt, Grecja, Rzym), stosowano środki mające za zadanie wywoływać pobudzenie seksualne i wpływać na odczuwane bodźce. Określano je wspólną nazwą afrodyzjaki. Wiele z nich ma charakter jedynie historyczny, inne znane są tylko z nazwy, ale trudno jednoznacznie określić ich pochodzenie oraz podać skład chemiczny. Wśród afrodyzjaków znajdujemy też środki, które przetrwały do współczesności, a przeprowadzone badania naukowe potwierdziły ich skuteczność w zakresie poprawy sprawności seksualnej (4).

Definicja afrodyzjaków na przestrzeni wieków ulegała zmianie. Uważano je za środki pobudzające i zachęcające do współżycia płciowego, ułatwiające pozbycie się nieśmiałości i poczucia wstydu, wzmagające rozkosz cielesną i uczucie pożądania potencjalnego partnera seksualnego. Pojecie afrodyzjak historycznie utożsamiano z męską impotencją, bowiem to właśnie one miały stymulować wystąpienie erekcji, wzmacniać potencję, a także mobilizować męskiego członka do wielokrotnionej aktywności seksualnej. W afrodyzjakach poszukiwano również środka pozwalającego na stymulację kobiet o niskim libido (5).

W piśmiennictwie afrodyzjaki określane są jako środki, którym historycznie przypisywano rytualne, czy wręcz magiczne działanie, a których użycie miało wspomagać zdobycie miłości czy upragnionego partnera. Słowo „afrodyzjak” pochodzi od imienia greckiej bogini miłości i piękna Afrodyty, a według współczesnych definicji afrodyzjak to substancja wybiórczo (selektywnie) pobudzająca sferę uczuciowo-seksualną i wzmagającą prawidłową albo obniżoną pobudliwość seksualną (6, 7).

Współcześnie afrodyzjaki należy więc traktować jako substancję, które mogą mieć rzeczywisty lub tylko symboliczny wpływ (efekt placebo) na cykl reakcji płciowych. Należy jednak podkreślić, że na przestrzeni wieków powstało wiele legend i zabobonów bezpośrednio związanych z domniemanym działaniem afrodyzjaków. Egzystuje zatem wiele błędnych przekonań na temat możliwego działania i zastosowania afrodyzjaków jak na przykład mit pożywienia, zgodnie z którym pokarm przypominający narządy płciowe (banany, ostrygi) ma wzmacniać popęd płciowy czy reakcje na bodźce. W tradycji istnieje również przekonanie, że alkohol poprawia i daje satysfakcję płciową, jednak spożywany w większych ilościach doprowadza

u mężczyzn do zaburzeń wzrodu, zmniejszenia podniecenia oraz intensywności odczuwanych bodźców. Podobne działanie do alkoholu wykazują substancje o charakterze narkotycznym czy barbiturany (8).

Przeglądając dane historycznie można natrafić na wzmianki, że już w 1700 r. p.n.e. w starożytnym Egipcie pojawił się pierwszy przepis na miksturę, która miała służyć przedłużeniu stosunku seksualnego. Miksturę tę stanowiły wysuszone liście akacji oraz tarniny wymieszane z miodem. Z kolei w średniowieczu twierdzono, że doskonałą potencję zapewnia mieszanina korzenna z cynamonu, anyżu, pieprzu, korzenia galganu i gałki muszkatolowej, którą trzeba posypywać niemal każde danie. Systematyczność w spożywaniu specyfiku miała gwarantować powodzenie w życiu intymnym (9). Legenda głosi, że Casanova na każde śniadanie spożywał 50 ostryg, które kulturowo uznawane są za silny afrodyzjak. Don Juan każdy dzień rozpoczynał od omleta z 10 jaj z dodatkiem olbrzymiej ilości ziół, głównie lubczyku, bazylii i czosnku. Madame Pompadour, ulubienica króla Francji Ludwika XV, swój sukces w relacjach damsko-męskich miała zawdzięczać regularnie przyjmowanemu sokowi z marchwi (10). Średniowiecze było zatem okresem rozkwitu afrodyzjaków i tak zwanych eliksirów miłości (stosowano wyciągi z pazura pantery, kału nietoperza, spermy krokodyla, brzucha ropuchy, a nawet jąder zwierząt). Warto zaznaczyć, że w medycynie ludowej jako afrodyzjak uznawano także dawanie do pożywienia wydzieliny pochodzącej z narządów rodnych, takich jak kilka kropel krwi miesięczkowej, nasienia, wydzieliny śluzowej z pochwy. Sięgano również po nasienie zwierząt uosabiających zmysłowość, takich jak byk czy ogier. Każdy region na świecie posiadał swoje własne upodobania kulinarne sprzyjające podnieciom, jak również wierzenia, powiązania z kulturą i tradycją przekazywaną z pokolenia na pokolenie, które ukształtowały dzisiejsze spojrzenie na afrodyzjaki (100).

Podchodząc jednak do tematu czysto definicyjnie (merytorycznie) należałoby stwierdzić, że afrodyzjaki to substancje pochodzenia głównie roślinnego, rzadziej zwierzęcego lub mineralnego, których zadaniem jest zwiększenie libido, potencji lub poprawa odczuwanej przyjemności seksualnej. Działają stymulująco poprzez aktywizację bodźców wizualnych, smakowych, zapachowych, bądź wykazują inne działania prowadzące do przeciwdziałania zaburzeniom erekcji u mężczyzn i ułatwiają odczuwanie pełnej satysfakcji seksualnej u kobiet (11). Dodatkowo niektóre afrodyzjaki mają właściwości antyoksydacyjne, mogą również wykazywać działanie uspokajające i kojące, przez co mogą osłabiać napięcia związane z potencjalnym odrzuceniem lub brakiem akceptacji ze strony partnera lub partnerki (12).

Klasyfikacja afrodyzjaków

W literaturze i piśmiennictwie można znaleźć wiele różnych klasyfikacji afrodyzjaków, najbardziej przejrzystym wydaje się system zaproponowany przez *Drosdzol* i współpr. przedstawiający podział afrodyzjaków na 5 grup (10). Wyróżniamy zatem: **afrodyzjaki analogiczne** (kształtem przypominające narządy płciowe, jak ostrygi, korzeń mandragory, korzeń żeń-szenia); **afrodyzjaki skojarzeniowe** (mające często związek z rytualnymi praktykami seksualnymi, które przetrwały w tradycji ludowej, jak zając poświęcony bogini Afrodydzie znany jako symbol płodności czy też podłużne bochenki chleba poświęcone Priapowi – bogowi płodności); **afrodyzjaki**

kanibalistyczne (wierząco bowiem, że przez spożycie narządu płciowego danego zwierzęcia przejmując się jego siłę i potencję, i tak konsumowano jądra baranie czy członki byków); **afrodyzjaki terapeutyczne** (substancje, którym przypisuje się podniecające działanie na organizm człowieka – pokarmy, napoje, napary, wcierki stosowane na skórę i inne); **afrodyzjaki wrażeńiowe** (uważane za zespół czynności, które mają na celu zwiększenie podniecenia seksualnego poprzez oddziaływanie na zmysły – masaż, literaturę erotyczną, ilustracje, filmy erotyczne, gry miłosne).

Lew-Starowicz dokonał podziału powszechnie stosowanych na świecie afrodyzjaków pod względem ich pochodzenia. W oparciu o to kryterium wyróżnione zostały (4): **afrodyzjaki pochodzenia zwierzęcego i roślinnego**. Do afrodyzjaków pochodzenia zwierzęcego zaliczano: ambre (wydzielina z przewodu pokarmowego kaszalota stosowana na Madagaskarze i Jawie), wyciągi z pajaków (tarantula stosowana w Hiszpanii), ca-cuong (wyciąg z insektów, którego stosowanie praktykowano w Wietnamie i Chinach), kantarydyna (ekstrakt z muszek hiszpańskich, znany pod nazwą „hiszpańska mucha”), kawior, mózdzek, sproszkowane rogi jelenia syberyjskiego, renifera, raki, ślimaki, dziczyzna, ostrygi, larwy os (stosowane na Antylach), miód, jajka, mięso węży (powszechnie stosowane w Azji), mięso żółwi (znane na Antylach). Do **afrodyzjaków pochodzenia roślinnego** zaliczano: selery, grzyby, głównie trufle, nasiona kakaowca (wykorzystywane do produkcji czekolady), żeń szeń (znany również pod nazwą ginseng), hoang-nam (strychnina), cynamon (jeden z najbardziej znanych afrodyzjaków), orzeszki kola, mięta, gałka muskatołowa, cebula, orzechy, pokrzywa, ryż, poncz, rozmaryn, wyciąg z drzewa sandałowego (znany w Indiach), wanilia, johimbina i goździki.

Omawiając afrodyzjaki pochodzenia roślinnego warto wspomnieć o ziołach i przyprawach, które mają udowodnione działanie stymulujące czy wzmagające erekcję. Zaliczyć można tu: korzeń żeń-szenia, wanilię, cynamon, imbir, goździki, kardamon, z których wiele było uważanych za remedium na impotencję i bezpłodność oraz popularny w Polsce lubczyk, z którego zakochane panny parzyły napor dla swych wybrańców. **Korzeń żeń-szenia (*Radix ginseng*)** wykazuje działanie wzmacniające w stanach wyczerpania fizycznego i psychicznego, a także usprawniające funkcje seksualne u osób z zaburzeniami seksualnymi. Dawniej zasuszony korzeń żeń-szenia noszono na szyi jako talizman, mający zapewniać nieustające zdrowie oraz powodzenie we wszelkich działaniach. Lecznicy wpływ na organizm ludzki żeń-szeń zawdzięcza saponozydom triterpenowym (ginzenozydom) oraz oligopolisacharydom. Wśród jego właściwości należy wymienić: działanie na ośrodkowy układ nerwowy, działanie hormonalne (androgenne i estrogenne), działanie immunomodulujące, działanie przeciwmiażdżycowe. Poza tym, korzeń żeń-szenia uważany jest za surowiec witaminowy i odżywczy. Wykazuje działanie tonizujące i zwiększające wydolność organizmu, a jego aktywność jako afrodyzjaka polega na wzmaganiu popędu płciowego (10, 13).

Afrodyzjakiem bardzo popularnym w Polsce jest kolendra meksykańska (*Eryngium foetidum*), roślina lecznicza i przyprawowa. Korzenie rośliny stosowane są jako środek wykrztuśny, uspokajający, moczopędny, napotny, a także jako afrodyzjak. Liście mają właściwości przeciwzapalne, wiatropędne, pobudzające trawienie. W Indiach owoce tej rośliny mają zastosowanie w stanach podniecenia nerwowego oraz przy bólach głowy (14).

Owoc kakaowca uważany jest również za silny afrodyzjak i surowiec, który znajduje zastosowanie w stanach zmęczenia i osłabienia. Rdzenni mieszkańcy dżungli amazońskiej przygotowywali napój z ziaren kakaowca o nazwie „xocolatl” – gorzka woda o silnym działaniu pobudzającym (psychostymulującym). Gorzki napój utożsamiano z bardzo korzystnym wpływem na wszelkie siły witalne, służył jako lek na zmęczenie, wyniszczenie organizmu, anginę, bóle serca, anemię, duszności, dolegliwości jelitowe i nerkowe (15).

Różnorodne i bardzo aromatyczne gatunki warzyw takie jak seler, por, pietruszka, bakłażan, brokuły, szparagi, jarzyny liściaste, marchew, kiełki, papryka również uznawane są za afrodyzjaki, ponieważ są bardzo bogate w witaminy i działają stymulująco na płodność kobiet oraz aktywność seksualną mężczyzn. Do afrodyzjaków zalicza się także grzyby, np. trufle, smardze, prawdziwki. Natomiast z owoców najczęściej jako afrodyzjak wymienia się awokado, jeżyny, kiwi, orzechy włoskie, winogrona, ananasy (16).

Działanie afrodyzjaków

Afrodyzjaki są stosowane w zaburzeniach seksualnych, najczęściej przez mężczyzn. Istnieje kilka hipotez sugerujących mechanizm działania afrodyzjaków. Do najważniejszych można zaliczyć: oddziaływanie na receptory α_2 -adrenergiczne obecne w śródbłonku naczyń członka, α_1 -adrenergiczne w zakończeniach nerwów współczulnych, oddziaływanie na receptory cholinergiczne, dopaminergiczne, serotoninowe, wpływ na kanały sodowe i monoaminooksydazy, stymulację gonad, uwalnianie tlenu azotu czy efekt placebo (16).

Afrodyzjaki mogą pobudzać czynności seksualne poprzez działanie obwodowe (wpływ na receptory dotykowe, podrażnianie układu moczowo-płciowego i ośrodka erekcji w rdzeniu kręgowym, uaktywnianie pracy gonad). Mogą one również działać na wyższe ośrodki seksualne, poziom napięcia układu nerwowego, układ hormonalny oraz pobudzenie aktywności psychicznej (wyobraźni erotycznej).

Afrodyzjaki są stosowane zarówno w sposób doraźny, przeważnie u mężczyzn, u których występują trudności z osiągnięciem erekcji członka, jak również w codziennej diecie w celu podtrzymywania aktywności seksualnej. Wiele z afrodyzjaków działa również i na kobiety (4).

W afrodyzjakach zawarte są substancje drażniące, powodujące lekkie, wybiórcze przekrwienie narządów miednicy mniejszej, w tym również narządów płciowych. Rośliny, które mogą wykazywać takie działanie to między innymi kardamon, kurkuma, imbir, gałka muszkatołowa, gorczyca czy jałowiec. Efekt erotyzujący w rezultacie pobudzenia ośrodków przywspółczulnych układu nerwowego w rdzeniu przedłużonym, skutkuje wzrostem podniecenia seksualnego oraz podatnością na bodźce erotyczne. Takie efekty mogą powodować damiana, pochrzyn, maka, kolcorośl, żeń-szeń, winorośl, johimba (10, 14).

Ponadto, afrodyzjaki działają wzmacniająco na ustrój. Takie działanie wykazują przede wszystkim ekstrakty o właściwościach adaptogennych. Substancje te normalizują zdolność organizmu do generowania metabolicznych zmian przystosowawczych względem różnego rodzaju czynników stresogennych. Znaczne obciążenie układu nerwowego w efekcie stałej ekspozycji na czynniki stresogenne objawia się

ogólnym osłabieniem psychicznym i fizycznym, jak również osłabieniem popędu płciowego, co w konsekwencji prowadzi do wystąpienia zaburzeń w sferze seksualnej. Środki pochodzenia roślinnego często wykazują działanie korygujące dysfunkcje seksualne, a w przypadkach występowania patologii seksualnych są przydatnym ogniwem w procesie terapeutycznym (17).

Rozwój farmakologii oraz seksuologii, a także technologii badawczych, który nastąpił w XX wieku pozwolił na obiektywną ocenę i produkcję syntetycznych afrodyzjaków. Zaczęto stopniowo odchodzić od nietypowych produktów. Obecnie za afrodyzjaki podaje się środki, które działają wybiórczo na podniecenie seksualne. Oddziałują one miejscowo na zakończenia nerwowe i ośrodki seksualne, które znajdują się w ludzkim rdzeniu kręgowym, a także w układzie nerwowym. Warto dodać, że od czasu pojawienia się leków wpływających na czynności seksualne jak sildenafil, popularność afrodyzjaków znacząco się zmniejsza. Przetrwwały jedynie w medycynie ludowej oraz w tzw. dietetyce seksualnej (10).

Charakterystyka wybranych afrodyzjaków występujących w śląskiej diecie

Śląsk kojarzy się głównie z potrawami mięsnymi, ale takie przekonanie nie jest do końca prawdziwe, bowiem kuchnię śląską charakteryzuje niezwykle bogactwo potraw ukształtowanych na przestrzeni wieków. Tradycje kuchni śląskiej mają swoje źródła w kulturze niemieckiej, co jest szczególnie widoczne w upodobaniu mieszkańców tego regionu do ziemniaków i kiełbasy. Najpopularniejszy śląski obiad to nudelzupa, a na drugie danie kluski śląskie, rolady i modro kapusta. Inne bardzo popularne potrawy kuchni śląskiej to między innymi: bryja z pieczek czyli z suszonych owoców, polewka z grochu lub gotowany groch z masłem, strucle z mlekiem, gryzek, czyli gęsta zupa na mleku z grubo mieloną mąką pszenną, polewka z fasoli z pieczkami, kapusta z ziemniakami, świeże jabłka i suszone śliwki oraz słodki kompot z gotowanych śliwek, wodzionka, kluski czarne i wiele innych. Popularne są również kompoty z rabarbaru i agrestu, a także zupa z kalarepy, spotykana rzadko w innych rejonach Polski. Śląską potrawą jest także, popularny w całej Polsce, ser smażony z kminkiem. *Gerlich* (18) w swojej publikacji na temat kuchni śląskiej wymienia inne charakterystyczne potrawy dla tego obszaru m.in.: kotlety z kalafiora, kalafior smażony, kluski drożdżowe gotowane na parze z jagodami i malinami, młode ziemniaki ze śmietaną, kasza gryczana ze słoniną i maślanką, schab pieczony, rosół z kluskami wątrobowymi, pieczeń wieprzowa czy karminadle.

Jak pokazują badania przeprowadzone w marcu 2010 r. przez organizację „Śląskie. Pozytywna energia”, kuchnia śląska odbierana jest przez konsumentów jako: ciężkostrawna, tradycyjna, swojska, smaczna, domowa, bazująca na naturalnych produktach, podawana w dużych porcjach i przede wszystkim sycąca (odpowiedź najczęściej wskazywana przez respondentów) (19–21).

W typowej śląskiej rodzinie górniczej, gospodarstwem domowym zajmowała się kobieta, a do jej obowiązków należało również utrzymywanie przydomowego ogródka oraz hodowla zwierząt. W ogródkach uprawiano warzywa sezonowe takie jak fasolka szparagowa czy ogórki, ale również ziemniaki i kapustę. Ogródki posiadały także wydzielony fragment, przeznaczony na zioła, czasem uprawiane również w donicach stojących na parapetach. Zioła pełniły znaczącą rolę nie tyl-

ko jako przyprawy kuchenne, ale również w tradycyjnym ludowym leczeniu. Uprawiano głównie: bazylię, lubczyk, kminek, cząber ogrodowy, majeranek, estragon, tymianek, macierzankę, miętę pieprzową, rozmaryn oraz szalwię. Warto również wspomnieć o czarnuszce, którą stosowano do posypywania pieczywa, a także kolendrę – koniecznej do wyrobu kielbas wieprzowych, oraz arcydzięgla, będącym przyprawą do ryb, sałatek i sosów. Nieodzownymi dodatkami do mięs, przede wszystkim królika, gęsi, baraniny czy wołowej pieczeni husarskiej, były takie zioła jak: majeranek, bazylia czy macierzanka. Z kolei do rosółu dodawano lubczyk i pietruszkę, do zupy grochowej i ziemniaczanej – majeranek, a do fasolki na kwaśno – zielone listki cząbrku ogrodowego, które dodawanego także do zapraw i marynat. Do deserów dodawano wanilię, cynamon, anyż, imbir, goździki i kardamon. Oprócz ziół uprawiano także szczypiorek, pietruszkę, koperek, seler, czosnek oraz chrzan (22). Podstawowy deser na Śląsku to kołocz śląski. Ciasto to bywa nierzadziejane jabłkami, serem, makiem. Dodawany jest do niego cukier waniliowy, rodzynki, na górze pojawia się cukier puder lub kruszonka. W zachodniej części Górnego Śląska bardzo popularnym ciastem jest tzw. kretowina. Zazwyczaj ma ono kształt przekrojonej kuli, oblane jest czekoladą, posypane siekanymi migdałami. Obecnie ciasto to zostało rozpowszechnione w Polsce pod nazwą kopiec kreta, jest to jednak deser pochodzący z terenu Górnego Śląska. Innym popularnym deserem jest chałwa sezamowa, niezwykle słodki wyrób o charakterystycznej włóknistej strukturze, który jest mieszaniną napowietrzonej masy karmelowej, przesyconej miazgą z nasion oleistych, w tym przypadku z sezamu. Do chałwy dodawane są różnego rodzaju ekstrakty takie jak np. waniliowy, kakaowy, a także bakalie (11).

Wśród najbardziej powszechnych afrodyzjaków występujących w śląskiej diecie, należy wymienić przede wszystkim: czerwone mięso, czosnek, wątróbkę, ogórek, marchewkę, szpinak, pomidor, figę, miód, lubczyk, lawendę, sezam, imbir, goździki, gałkę muszkatołową, gorzką czekoladę, jabłka i migdały.

Marchewka, która zwana jest polskim afrodyzjakiem, używana jest do wielu regionalnych potraw na Śląsku (dodawana do bulionu, rosółu, kapuśniaku, mięs oraz innych różnych zup i wywarów). Marchew została uznana za afrodyzjak już przez starożytnych Greków, przede wszystkim ze względu na kształt (afrodyzjak z grupy analogicznych). Warzywo jest źródłem witaminy C oraz E, a także beta-karotenu, które wspomagają organizm i wpływają na ludzką kondycję seksualną. Podobne działanie w średniowieczu i renesansie przypisywano porom oraz pietruszce (7).

Lubczyk ogrodowy czyli *Levisticum officinale*, od wielu wieków otoczony był legendą. W kulinarnej historii zapisał się jako główny składnik ludowych napojów miłosnych. Ponadto w języku polskim utarło się powiedzenie „zadać komuś lubczykku”, czyli oczarować, próbować usidlić daną osobę. Popularność lubczyku urosła do takiej rangi, że w pewnym momencie zaczęto nazywać wszystkie napoje miłosne potocznie lubczykami. Roślina ta była również znana jako dodatek do kąpieli, który miał wpłynąć na gładkość, świeżość i dobrą kondycję skóry (10).

Czerwone mięso jakim jest wieprzowina to silny afrodyzjak, gdyż kolor czerwony uważany jest za najbardziej erotyczny oraz niezwykle zmysłowy. Za afrodyzjaki uchodzą także podroby wieprzowe, w tym m.in. wątroba, nerki, żołądek czy mózdzek które zawierają takie neuroprzekazniki jak dopamina czy serotonina.

Substancje te są ważne dla zachowania odpowiedniego popędu płciowego oraz fizycznej realizacji seksualności. Kierują ludzkim popędem i emocjami, przekazując impulsy nerwowe z mózgu, pobudzają go, poprawiają nastrój oraz powodują uczucie przyjemności i euforii. Z kolei czerwone mięso wołowe to bardzo dobre źródło argininy, aminokwasu odpowiedzialnego za rozszerzanie naczyń krwionośnych (23).

Popularnym afrodyzjakiem często stosowanym w śląskiej kuchni jest czosnek. Stosowany jako pożywienie, przyprawa, lek, a także jako afrodyzjak. W ostatniej wymienionej formie znany był w starożytnym Egipcie, a starożytni Rzymianie poświęcili go bogini płodności Ceres i sporządzali z niego napój miłosny z niewielkim dodatkiem kolendry. Współcześnie sugeruje się, że czosnek może powodować zmniejszenie objawów impotencji u mężczyzn. Poza tym, substancje czynne zawarte w oleju eterycznym wykazują działanie antybiotyczne i immunostymulujące (5).

Ważnym afrodyzjakiem jest gorzka czekolada, opisywana już przez Azteków, którzy uważali, że pobudza mężczyzn i sprawia, że kobiety są niezaspokojone. Te doniesienia należy uznać za zgodne z prawdą, bowiem czekolada zawiera w swoim składzie tryptofan, który uczestniczy w tworzeniu serotoniny, będącej neuroprzekaznikiem powodującym uczucie ekstazy. W czekoladzie zawarta jest również fenyloetyloalanina wzmagająca uczucia kuszenia, podniecenia, przyjemności i oszołomienia. Jednak stężenia obu substancji są zbyt małe, aby wywołać objawy pobudzenia. Teobromina, czyli lekki środek pobudzający zawarty w czekoladzie, w połączeniu z innymi składnikami, takimi jak kofeina, może być odpowiedzialna za charakterystyczne wrażenie lekkiego oszołomienia w czasie jedzenia czekolady. Poza tym podwyższony poziom neuroprzekazników może wzmacniać oddziaływanie czekolady na ludzkie zmysły, takie jak zapach czy wyczuwanie konsystencji (24).

Obecnie kuchnia śląska jest bardzo bogata i zróżnicowana, choćby dlatego, że radykalnie zmienił się styl pracy, życia, warunki polityczno-gospodarcze i wpływy polityczne. W kuchni wykorzystywane są produkty niemal z całego świata. Nie zmienia to jednak faktu, że nadal w mentalności Ślązaków króluje śląski obiad, a tradycyjna dieta jest oparta na naturalnych, polskich produktach

PODSUMOWANIE

Współcześnie afrodyzjaki tracą na znaczeniu, zostały wyparte przez środki farmakologiczne o udowodnionym działaniu medycznym i terapeutycznym. Obecność w środkach masowego przekazu (prasa, telewizja, internet) reklam suplementów diety, powoduje, że znaczenie afrodyzjaków we współczesnej diecie jest wręcz marginalne. Samoświadomość konsumentów w zakresie wiedzy o potencjalnym działaniu afrodyzjakalnym wymaga badań, można jednak postawić hipotezę, że ta wiedza może być na stosunkowo niskim poziomie. Wiele z roślin leczniczych posiada udowodnione działanie stymulujące na ośrodki erogenne i można je wykorzystywać w codziennej diecie, celem poprawy życia seksualnego. Wiedza na temat afrodyzjaków i praktyka dietetyczna oparta o ich wykorzystanie może przyczynić się do rozwoju nurtu dietetyki seksuologicznej, która może być pomocna w leczeniu zaburzeń seksualnych.

R. Balwierz, A. Kurek-Górecka, Z. Dzierżewicz, D. Marciniak,
A. Jasińska-Balwierz, J. Pluta, J. Mazur

APHRODISIACS IN TRADITIONAL SILESIAN CUISINE. A FORGOTTEN LEGEND?

PIŚMIENNICTWO

1. *Tritt R.*: Różnorodność ludzkiej seksualności w kontekście deklaracji praw seksualnych człowieka. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogiki i Administracji w Poznaniu* 2007, 3: 47-50. – 2. *Rabijewski M.*: Zaburzenia erekcji – etiologia i leczenie. *Przegląd Urologiczny* 2006; 4(38): 46-50. – 3. *Cieślakowski W.*: Rola sildenafilu w leczeniu zaburzeń wzrodu. *Przegląd Urologiczny* 2013; 5(81): 30-36. – 4. *Lew-Starowicz Z.*: Podstawy terapii seksualnej, [W:] *Z. Lew-Starowicz Z., Waszyńskiej K.*, red. *Przemiany seksualności w społeczeństwie współczesnym. Teoria i rzeczywistość*. Wydawnictwo Naukowe UAM w Poznaniu; 2012: 15-33. – 5. *Ratsch Ch.*: Rośliny miłości. *Afrodyzjaki wczoraj i dziś*, Warszawa: Gamma; 1992. – 6. *Droszdzol A., Skrzypulec V., Pniok A., Nowosielski K.*: Ocena znajomości i stosowania afrodyzjaków przez studentów województwa śląskiego. *Przegl. Seksuol.* 2007; t. III z. II; 10: 7-9. – 7. *Mikzińska K., Matławska I.*: Znaczenie ziół w zaburzeniach seksualnych. *Postępy Fitoterapii* 2007; 1: 13-19. – 8. *Kula K.*, *Słowikowska-Hilczer J.*, red.: *Medycyna rozrodu z elementami seksuologii*, Łódź: Wydawnictwo UM w Łodzi; 2008. – 9. *Piechal A., Widy-Tyszkiewicz E., Blecharz-Klin K.*: Imbir (*Zingiber officinale*) we współczesnej terapii. *Przew. Lek.* 2004; 5: 34-43. – 10. *Droszdzol A., Skrzypulec V., Pniok A., Nowosielski K.*: Afrodyzjaki – działanie biologiczne, wpływ na życie seksualne. *Ann. Acad. Med. Siles.*, 2006; 5: 444-446.

11. *Matusiak A.*: Kulinarne wojaże jako element turystyki kulturowej. *Dziedzictwo kulturowe Górnego Śląska. Turystyka Kulturowa* 2009; 2: 57-71. – 12. *Kowalska U.*: Wokół kuchni i stołu. *Postscriptum Polonistyczne* 2008; 2: 58-59. – 13. *Stawarz B., Łęcki A., Zieniuk S.*: Impotencja – współczesne metody leczenia chirurgicznego i farmakologicznego. *Ginekologia Praktyczna* 1999; 4: 8-13. – 14. *Karłowicz-Bodalska K., Stańczak J.*: Surowce roślinne o działaniu wzmacniającym libido w stanach dysfunkcji seksualnej. *Postępy Fitoterapii* 2005; 1-2: 42-49. – 15. *Thiem B., Wiatrowska I.*: *Eryngium campestre* L. (mikołajek polny) i inne gatunki *Eryngium* L. – mało znane rośliny lecznicze. *Herba Polonica* 2007; 53: 93-102. – 16. *Rubio-Aurioles E.*: Hypoactive Sexual Desire In Men (In): *Portst H. Buvat J.* Ed. *Practice in Sexual Medicine*. Oxford: Blackwell Pub 2006. – 17. *Lew-Starowicz Z.*: Zaburzenia seksualne w praktyce ogólnolekarskiej. *Poznań: Termedia* 2004. – 18. *Gerlich M.*: Od uczyty szlacheckiej do siemieniutki śląskiej. [W:] *Łabońska E.* *Śląska kucharka doskonała*. Katowice: Fundacja dla Śląskiego Instytutu Naukowego 1989. – 19. *Kasperek A.*: Sekularyzacja na Górnym Śląsku. Próba podsumowania badań socjologicznych (1987–2009). *Przegląd Religioznawczy* 2010; 3(237): 195-217. – 20. *Białas I.*: Tradycje kulinarne [w:] *Bazieli B.*, red. *Ludowe tradycje. Dziedzictwo kulturowe ludności rodzimej w granicach województwa śląskiego*. Wrocław Katowice: Wydawnictwo Polskie Towarzystwo Ludoznawcze, Muzeum Śląskie w Katowicach 2009: 217-218.

21. *Grabińska-Szczęśniak A.*: Tradycje kulinarne Górnego Śląska, [W:] *Szymanderskiej H.*, red. *Zbiór przepisów potraw regionalnych województwa śląskiego* Katowice: Wydawnictwo Śląskiej Organizacji Turystycznej 2011, str. 60. – 22. *Stabowa W.*: Krupnioki i moczka, czyli gawędy o kuchni śląskiej. Katowice, Wydawnictwo Śląsk 1985, str. 89. – 23. *Pospiech E., Grzeź B., Mikołajczak B., Iwańska E., Łyczynski A.*: Proteins of meat as a potential indicator of its quality – a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007; 1: 11-15. – 24. *Franco R., Oñativia-Astibia A., Martínez-Pinilla E.*: Health Benefits of Methylxanthines in Cacao and Chocolate. *Nutrients*. 2013 Oct; 5(10): 4159-4173.

Adres: 40-045 Katowice, ul. Mickiewicza 29

Barbara Klecha, Bożena Bukowska

SELEN W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA – CHARAKTERYSTYKA PIERWIASTKA I POTENCJALNE ZASTOSOWANIE TERAPEUTYCZNE

Katedra Biofizyki Skażeń Środowiska
Uniwersytetu Łódzkiego
Kierownik: prof. dr hab. *B. Bukowska*

Hasła kluczowe: selen, stres oksydacyjny, choroby nowotworowe, choroby neurodegeneracyjne, selenoza.

Key words: selenium, oxidative stress, cancers, neurodegenerative diseases, selenosis.

Selen jest ważnym mikroelementem potrzebnym do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Wchodzi w skład dwóch kluczowych aminokwasów: selenometioniny oraz selenocysteiny, które z kolei budują istotne dla ludzkiego organizmu enzymy: peroksydazy glutationowe, reduktazy tioredoksynowe, dejonidazy jodotyroninowe czy selenoproteiny takie jak np. selenoproteina P. Peroksydazy glutationowe oraz reduktazy tioredoksynowe mają głównie właściwości antyoksydacyjne – chronią komórkę przed szkodliwym działaniem reaktywnych form tlenu. Funkcja ta została wykorzystana we wspomaganiu leczenia różnych typów nowotworów oraz chorób neurodegeneracyjnych m.in. choroby Parkinsona czy choroby Alzheimerera. Dejonidazy jodotyroninowe biorą udział w konwersji hormonów tarczycy, co pozwala na wykorzystanie suplementacji selenem w chorobach Gravesa-Basedova oraz w niedoczynności tarczycy. Podawanie selenu może także wzmocnić układ odpornościowy, ponieważ selen wpływa pozytywnie na limfocyty B i T oraz makrofagi. Należy pamiętać, że selen zażywany w nadmiarze jest toksyczny dla organizmu. Bezpośrednim skutkiem zatrucia tym pierwiastkiem jest selenoza. Dodatkowo istnieją badania, że spożywany w nadmiarze może przyczynić do rozwoju cukrzycy typu II, dlatego ważne jest, by przed podjęciem decyzji o suplementacji zbadać poziom selenu w osoczu pacjenta.

Charakterystyka selenu

Selen został odkryty w 1817 r. przez szwedzkiego chemika Berzeliusa i do 1957 r. był uważany za pierwiastek toksyczny. Przełomowym doświadczeniem był eksperyment na szczurach, u których obserwowano rozwijającą się martwicę komórek wątroby po zaaplikowaniu diety bogatej w drożdże *Torula*. Natomiast po wprowadzeniu do diety drożdży z rodzaju *Saccharomyces* zaobserwowano zmniejszenie poziomu komórek nekrotycznych wątroby. Drożdże z rodzaju *Saccharomyces*,

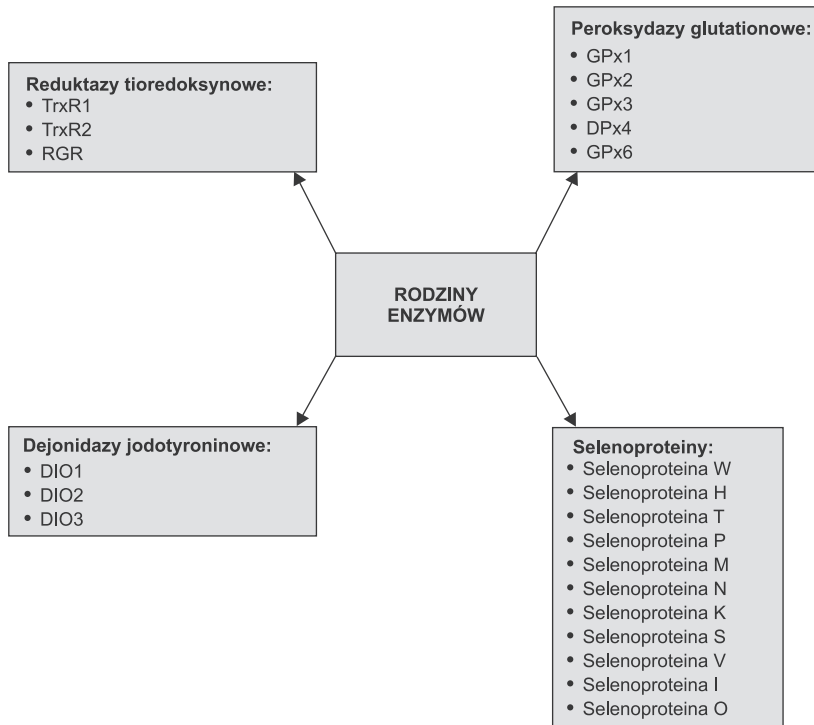
w odróżnieniu od drożdży z rodzaju *Torula*, były bogate w selen. Uznano zatem, że selen miał wpływ na zahamowanie poziomu nekrozy komórek wątroby i od tamtego czasu zaczęto doceniać jego pozytywny wpływ na organizm (1). Pod względem chemicznym selen jest niemetalem oraz należy do grupy tlenowców. Jego liczba atomowa to 34, położony jest w czwartym okresie i szesnastej grupie układu okresowego. W formie nieorganicznej występuje w postaci selenianów (VI) oraz selenianów (IV), zaś w formie organicznej buduje dwa podstawowe aminokwasy – selenometioninę oraz selenocysteinę. Oba aminokwasy powstały w wyniku zamiany atomu siarki obecnego w cysteinie oraz metioninie na atom selenu. W ten sposób w selenocysteinie zamiast grupy tiolowej (-SH) znajduje się grupa selenowa (-SeH), zaś w selenometioninie przy 4-tym węglu zamiast atomu siarki występuje atom selenu.

Najlepiej przyswajalną formą selenu jest selenocysteina, która absorbowana jest prawdopodobnie w jelicie cienkim. Głównym źródłem selenu w diecie są mięso oraz ryby. Kolejną grupą bogatą w ten pierwiastek są produkty zbożowe takie jak makaron czy płatki owsiane. Pokarmem zawierającym najwięcej selenu są orzechy brazylijskie (*Bertholletia excelsa*) (2).

W 2000 r. Narodowa Akademia Nauk Stanów Zjednoczonych (NAS – *National Academy of Sciences*) opublikowała dane dotyczące zalecanych dawek selenu w diecie. Ustalono, że średnie dziennie zapotrzebowanie na selen (EAR – *Estimated Average Requirements*) oraz zalecana dawka w diecie (RDA – *Recommended Dietary Allowance*) wynoszą dla dorosłych kobiet oraz mężczyzn 45 µg selenu/dzień. Według raportu Amerykańskiej Agencji Żywności i Leków (FDA – *Food and Drug Administration*), opublikowanego w 2008 r. referencyjna dawka dobową spożycia selenu (definiowana jako RDI- *Reference Daily Intake*) wynosi 70 µg/dzień (3, 4). Występowanie selenu w glebie oraz jego obecność w produktach spożywczych waha się w zależności od szerokości geograficznej. W Chinach w pasie ciągnącym się od północno-wschodniej do południowo-zachodniej części kraju stężenie selenu jest bardzo niskie, co wiąże się z występowaniem choroby Keshan, czyli endemicznej kardiomiopatii, w której niedobór tego pierwiastka jest czynnikiem etiologicznym. W niektórych krajach takich jak Wenezuela, Kanada oraz w części Stanów Zjednoczonych, stężenie selenu w glebie jest wysokie, a co za tym idzie udział tego pierwiastka w diecie jest również znaczący. Zbadano, że przeciętne spożycie selenu w Stanach Zjednoczonych wynosi 151,2 µg i 107,5 µg odpowiednio dla mężczyzn i kobiet. Taka dawka przekracza zatem zalecaną przez FDA dzienną dawkę spożycia tego pierwiastka (5). W Polsce, spożycie selenu wynosi ok. 65 µg/dzień dla mężczyzn i 40 µg/dzień dla kobiet (6).

Selen w organizmie człowieka

Udział selenu w budowie ważnych białek enzymatycznych stanowi istotną rolę tego pierwiastka. Podczas analizy genomu ludzkiego wykryto 25 genów, które kodują selenoproteiny (7). Wyróżnia się 3 główne rodziny enzymów, w budowie których występuje selen. Są to: peroksydazy glutationowe, dejonidazy jodotyroninowe i reduktazy tioredoksynowe (ryc. 1). Ponadto w organizmie człowieka wykryto także 12 pojedynczych selenoprotein, które pełnią różnorodne funkcje (tab. 1).



Ryc 1. Rodziny enzymów zawierające w swoim składzie selen (8).

Fig 1. Families of enzymes which contain selenium (8).

Pierwszą ważną rodziną enzymów zawierających selen są peroksydazy glutationowe. Ogólną funkcją peroksydaz jest redukcja nadtlenu wodoru (H_2O_2) lub organicznych nadtlenuków z użyciem glutationu zredukowanego jako donora elektronów. Dotychczas znanych jest 8 typów peroksydaz numerowanych kolejno od 1 do 8. Występują one m.in. w jelitach, żołądku, osoczu czy nabłonku węchowym. Peroksydazy GPx1-4 są obecne u wszystkich ssaków, zaś obecność GPx6 została potwierdzona jedynie u ludzi (10).

Peroksydaza cytozolowa GPx1 była pierwszą historycznie odkrytą peroksydazą i jest jednym z najważniejszych enzymów chroniącym komórki przed stresem oksydacyjnym (11).

Peroksydaza żołądkowo-jelitowa (GPx2) znajduje się głównie w przewodzie pokarmowym oraz wątrobie. Funkcją tego enzymu jest ochrona przed lipidowymi nadtlenukami powstałymi w wyniku peroksydacji lipidów (11).

Peroksydaza pozakomórkowa (GPx3) odpowiada za redukcję nadtlenuków w osoczu i innych płynach ustrojowych (10).

Peroksydaza glutationowa wodoronadtlenków lipidów GPx4 odpowiada głównie za redukcję nadtlenuków fosfolipidowych. Występuje w wielu tkankach. W obrębie błony komórkowej pełni funkcję ochronną przed stresem oksydacyjnym oraz odpowiada za integralność chromatyny w spermie (10).

Tabela I. Selenoproteiny i ich funkcje w organizmie człowieka (8, 9)

Table I. Selenoproteins and their functions in human body (8, 9)

Selenoproteiny	Funkcja
Selenoproteina W Selenoproteina T Selenoproteina H	<ul style="list-style-type: none"> • zaangażowane w utrzymanie homeostazy jonów Ca^{2+} w neuronach, • biorą udział w odpowiedzi na stres oksydacyjny, • zaangażowane w kontrolę ekspresji genów odpowiadających za syntezę glutationu de novo.
Selenoproteina K Selenoproteina S	<ul style="list-style-type: none"> • uczestniczą w budowie kompleksów białko-białko, • wchodzi w skład maszynerii ERAD – uczestniczą w degradacji źle sfałdowanych białek na siateczce śródplazmatycznej, • mogą regulować przeciwzapalne właściwości selenu i jego znaczenie w odpowiedzi immunologicznej.
Selenoproteina N	<ul style="list-style-type: none"> • zaangażowana w rozwój tkanki mięśniowej we wczesnym etapie rozwoju organizmu, • bierze udział w regeneracji szkieletowej tkanki mięśniowej.
Selenoproteina M Sep15	<ul style="list-style-type: none"> • uczestniczą w redukcji i izomeryzacji mostków disiarczkowych, • biorą udział w ochronie neuronów przed stresem oksydacyjnym.
Selenoproteina V	<ul style="list-style-type: none"> • funkcja nie jest znana prawdopodobnie może być zaangażowana w kontrolę płodności u mężczyzn.
Selenoproteina I	<ul style="list-style-type: none"> • białko transmembranowe, • funkcja nie jest znana.
Selenoproteina O	<ul style="list-style-type: none"> • funkcja nie jest znana.
Selenoproteina P	<ul style="list-style-type: none"> • odpowiada za transport selenu do tkanek obwodowych, • współpracuje z receptorem ApoER2 w transporcie selenu do mózgu, • odpowiada za kontrolę potencjału redox w komórce.

Kolejną ważną rodziną enzymów zawierających selen, są reduktazy tioredoksynowe. Ich głównym zadaniem jest redukcja tioredoksyn oraz białkowych disulfidów. Biorą także udział w syntezie DNA oraz wpływają na proces apoptozy (12).

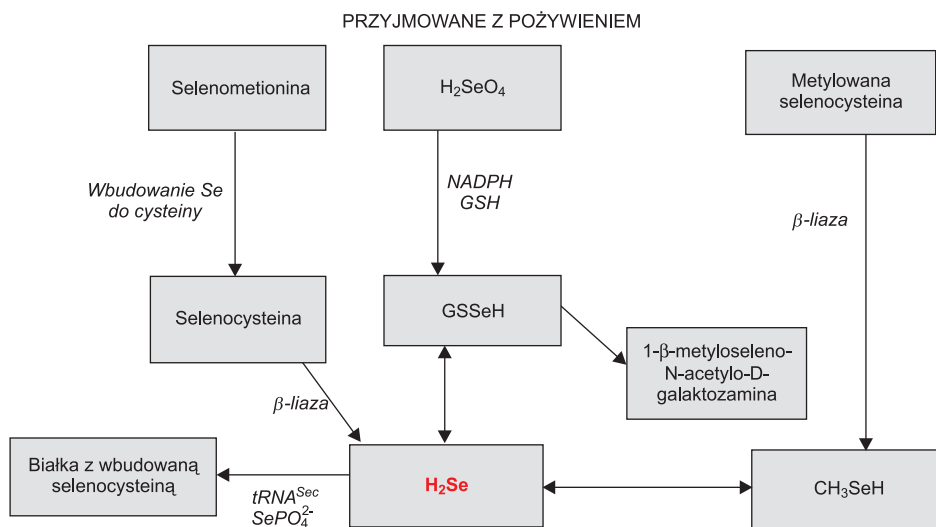
Dejonidazy jodotyroninowe pełnią kluczową rolę w konwersji hormonów tarczycy. Aktywują lub deaktywują hormony tyroidowe poprzez usuwanie jodu. Przykładem takich działań może być usuwanie jodu z tyroksyny i przekształcanie jej w trijodotyroninę i następnie w dijodotyroninę. Poszczególne izoformy tego enzymu zlokalizowane są w różnych tkankach organizmu m.in. w tarczycy, nerkach, wątrobie, sercu, skórze czy mózgu. Nawet w warunkach niedoboru selenu poziom tych enzymów pozostaje niezmienny (6).

Spośród szeregu odkrytych selenoprotein, najlepiej poznaną oraz najważniejszą wydaje się być selenoproteina P. Enzym ten produkowany jest w hepatocytach (13). Aktywność enzymu odnotowano w różnych tkankach organizmu m.in. w osoczu. Zbudowana jest z dwóch domen: większej N-terminalnej, która odpowiada za utrzymanie potencjału redox w komórce oraz mniejszej C-terminalnej, która pośredniczy w transporcie selenu (6). Wykazano również, że selenoproteina P chroni lipoproteiny przed utlenieniem (13).

Metabolizm selenu

Metabolizm selenu w organizmie jest bardzo złożony i zależy głównie od formy w jakiej dostaje się do organizmu. Może być przyswajany w formie organicznej

i nieorganicznej. Do form nieorganicznych należą selenian (VI) oraz selenin sodu (selenian IV), zaś do form organicznych możemy zaliczyć selenometioninę oraz metylowaną selenocysteinę. Wykazano, że człowiek w większym stopniu absorbuje formy organiczne niż sole nieorganiczne (14). Badania wykazały, że selenometionina była absorbowana w 98%, a selenian sodu w 84% (8). W związkach organicznych selen występuje na -2 stopniu utlenienia (Se^{2-}) podczas gdy w formach nieorganicznych występuje on, w zależności od rodzaju soli na $+4$ lub $+6$ stopniu utlenienia. Podczas wchłaniania selenu w formie nieorganicznej redukowany jest on za pomocą zredukowanego glutationu oraz NADPH. Podczas wchłaniania przemianom ulegają również związki organiczne. Selen pochodzący z przyswojonej selenometioniny może zostać wbudowany do cysteiny, w wyniku czego powstanie selenocysteina. Selenometionina może zostać również niespecyficznie wbudowana do białek w miejscu metioniny. Jednym z głównych metabolitów jest selenowodór (H_2Se), i stanowi on punkt graniczny pomiędzy dwoma głównymi szlakami przemian selenu w organizmie. Pierwszym szlakiem są wspomniane już przemiany związków nieorganicznych a ich produktem końcowym jest selenowodór. W drugim szlaku selenowodór stanowi punkt wyjścia do biosyntezy selenoprotein. Szlak ten oparty jest na kotranslacyjnej biosyntezy selenocysteiny oraz wbudowaniu jej w specyficzne selenoproteiny. Proces ten wymaga specjalnego tRNA. Na początku przyłączana jest seryna za pomocą syntazy seryl-tRNA. Następnie syntaza selenocysteiny katalizuje zastąpienie grupy hydroksylowej seryny cząsteczką selenolu, która pochodzi z fosforanu selenu. W wyniku tych przemian powstaje tRNA wiążące selenocysteinę. Wstawienie selenocysteiny jest determinowane przez kodon UGA, który odpowiada za terminację translacji. Modyfikacja Sec-tRNA pozwala zatem na wstawienie selenocysteiny do powstającego białka (8, 14) (ryc. 2). Jon selenkowy może również



Ryc. 2. Metabolizm selenu w organizmie (14).

Fig 2. Metabolism of selenium in human body (14).

powstać przez demetylację metyloselenolu przez demetylazy. Dodatkowo może być uwalniany z selenocysteiny (Sec) poprzez działanie enzymu beta-liazy (13).

Wydalanie nadmiaru selenu z organizmu odbywa się poprzez różne mechanizmy biotransformacji. Jednym z nich jest metylacja, która prowadzi do powstania metyloselenolu, wydalanego przez płuca oraz 1- β -metyloseleno-N-acetylo-D-galaktozaminy, wydalanej przez nerki (14).

Selen we wspomaganii leczenia nowotworów

Selen, ze względu na swoje silne właściwości zarówno anty- jak prooksydacyjne, może być wykorzystany w terapii antynowotworowej. Działanie prooksydacyjne selenu wykorzystuje fakt, że komórki nowotworowe mają zaburzoną równowagę pro- i antyoksydacyjną, ponieważ w wyniku intensywnej glikolizy oraz cyklu pentozowego, powstaje w nich dużo reaktywnych form tlenu. Mechanizm działania selenu na komórki nowotworowe jest kompleksowy i obejmuje między innymi produkcję reaktywnych form tlenu, modyfikację grup tiolowych w białkach oraz modyfikację chromatyny. Selen może przyczyniać się do apoptozy komórek modyfikując białka, inaktywując czynniki transkrypcyjne oraz może hamować cykl komórkowy. Modyfikacje grup tiolowych w białkach opierają się na tworzeniu wewnątrzkomórkowych wiązań typu S-Se czy S-Se-S. Strategie działania selenu oraz ich skutki zostały podsumowane w tab. II.

Tabela II. Strategie działania selenu w leczeniu nowotworów (15)

Table II. Functions of selenium in cancer treatment (15)

Strategia działania	Skutki
Produkcja reaktywnych form tlenu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zatrzymanie cyklu komórkowego 2. Wzmoczona odpowiedź immunologiczna 3. Indukcja programowanej śmierci komórki
Modyfikacja grup tiolowych w białkach	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zaburzenie szlaku transdukcji sygnału 2. Zaburzenia transkrypcji poprzez zmianę struktury czynników transkrypcyjnych 3. Zmiany związane z siateczką śródplazmatyczną
Modyfikacje chromatyny	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inhibicja deacetylazy histonowej 2. Uszkodzenia DNA 3. Inhibicja angiogenezy

W leczeniu nowotworów stosuje się cały szereg różnorodnych związków selenu. Wśród związków nieorganicznych wyróżnia się selenian (IV), zaś spośród form organicznych na uwagę zasługuje selenometionina.

Istnieją także badania, które sugerują, że selen może okazać się pomocny w leczeniu już rozwiniętych nowotworów, poprzez działanie cytotoksyczne, które uszkadza komórki nowotworowe. Wykazano, że selenian (IV) jest wykorzystywany we wspomaganii leczenia nowotworów różnych narządów, m.in.: płuc, prostaty czy macicy. Dodatkowo wykazano również, że zastosowanie selenianu, może wzmocnić działanie promieniowania na dobrze rozwinięte, niezależne od hormonów guzy prostaty (15).

Jednak w raporcie FDA z 2008 r. można znaleźć szereg badań, z których wynika, że suplementacja selenem nie ma wpływu na zmniejszenie ryzyka występowania nowotworów jelita grubego, piersi, płuc, mózgu czy pęcherza moczowego. Natomiast raport ten wskazuje ograniczone dowody na to, iż suplementacja selenem może być stosowana przy zapobieganiu nowotworom tarczycy (4).

Obecnie prace skupiają się na wykorzystaniu do leczenia nowotworów selenu w postaci nanocząstek. Nanocząstki zawierające selen (ang. *SeNP – selenium-containing nanoparticles*), wydają się być obiecującą terapią, ponieważ są bardziej efektywne i mniej toksyczne od tradycyjnych organicznych i nieorganicznych form selenu. Dodatkowo takie nanocząstki, mogą zostać skoniugowane z odpowiednimi ligandami, które będą je kierować do odpowiednich tkanek objętych nowotworem. Skuteczność nanocząstek zależy od dawki oraz od rozmiaru pojedynczej nanocząstki. W 2015 r. Wang i współpr. (16) opublikowali badania z których wynika, że bardziej skuteczne są nanocząstki o mniejszych rozmiarach. Autorzy zastosowali „małe” nanocząstki (35 nm) oraz „duże” (91 nm). Działanie nanocząstek było badane na dwóch liniach komórkowych: ludzkich komórkach raka płaskonabłonkowego Tca8113 i mysich komórkach raka okrężnicy oraz na myszach zainfekowanych mysią linią komórek raka wątroby H22. Stwierdzono, że cząstki o mniejszych rozmiarach zahamowały rozwój komórek nowotworowych w większym stopniu niż „duże” nanocząstki. Po policzeniu komórek linii H22 izolowanych z myszy zainfekowanych wykazano, że zastosowanie nanocząstek w dawce 0,7 mg/kg masy ciała spowodowało 99% zahamowanie proliferacji komórek nowotworowych w próbie z „małymi” nanocząstkami oraz 82% zahamowanie w próbie z „dużymi” nanocząstkami. Dodatkowo nie zauważono toksyczności stosowanych nanocząstek (16).

Nanocząstki selenu wykorzystano też w leczeniu nowotworów złośliwych opornych na wiele leków takich jak rak wątrobowokomórkowy. W jednym z ostatnich badań z 2015 r. Liu i współpr. (17) skonstruowali koniugaty SeNP z kwasem foliowym (FA). Geny dla receptorów kwasu foliowego ulegają często nadekspresji na powierzchni komórek nowotworowych, zatem kwas foliowy jest związkiem, który kieruje nanocząstki selenu wprost do komórek nowotworowych. Skuteczność tych koniugatów badano na ludzkich liniach komórkowych raka wątrobowokomórkowego HepG2 i R-HepG2, z których druga linia składa się z komórek wielolekoopornych. Wykazano między innymi, że taki koniugat ma zdolność do aktywacji szlaków sygnałowych w komórkach, które są indukowane przez reaktywne formy tlenu. Nadprodukcja RFT przyczyniła się do aktywacji szlaków apoptozy komórki (17).

Selen i jego wpływ na układ immunologiczny

Selen ma również istotną rolę w układzie odpornościowym, ponieważ wpływa zarówno na niespecyficzne makrofagi czyli odpowiedź humoralną, jak i limfocyty B i T czyli odpowiedź komórkową. Niedobór selenu przyczynia się do zmniejszonej proliferacji limfocytów T, wpływa również na aktywność komórek NK (*Natural Killer*) (18).

Wykazano, że suplementacja selenem w dawce 100 µg dziennie w formie selenianu, przyczyniła się do podwyższenia ekspresji genów kodujących czynniki odpowiedzialne za biosyntezę białek koniecznych do proliferacji limfocytów odpowied-

niego typu. W warunkach niedoboru selenu wytwarzane są głównie limfocyty Th2, podczas gdy w środowisku bogatym w selen wytwarzane są głównie limfocyty Th1. Limfocyty T izolowane z myszy będących na diecie bogatej w selen odznaczały się zwiększoną ekspresją genów kodujących cytokiny IL-2 oraz IFN- γ , które są produkowane przez limfocyty Th1. Poziom cytokiny IL-4, która przypisywana jest limfocytom Th2 był w tych komórkach niższy niż w próbie kontrolnej (19). Powyższe wnioski wykorzystano w badaniu przeprowadzonym przez *Mahdavi* i współpr. (20) w 2016 r., którego celem było sprawdzenie czy selen może być dobrym adiuwantem do szczepionki na wirusowe zapalenie wątroby typu 2, gdyż u niektórych pacjentów po szczepieniu nie rozwija się prawidłowa odpowiedź immunologiczna. Wykazano, że problem ten spowodowany jest defektem w produkcji IFN- γ , czyli cytokiny produkowanej przez limfocyty Th1. W badaniu wykorzystano nanocząstki selenu mające ok. 60 nm. Podczas badania proliferacji limfocytów wykazano, że myszy, którym podawano selen w dawce 200 μg odznaczały się najwyższym wskaźnikiem proliferacji wyższym, niż w grupie kontrolnej oraz w grupie, która przyjmowała 100 μg selenu. Kolejnym etapem badań był pomiar poziomu produkowanych cytokin i tutaj również wyniki wskazują na korzystne działanie nanocząstek selenu. Aplikacja obu testowanych dawek przyczyniła się do zwiększonej sekrecji IFN- γ . Selen wpłynął również pozytywnie na stosunek IL-4 do IFN- γ oraz na ogólny poziom przeciwciał (20).

Poziom selenu wpływa także na różnicowanie się makrofagów. W warunkach niedoboru selenu powstaje więcej makrofagów prozapalnych M1, zaś w warunkach nadmiaru selenu powstają głównie makrofagi przeciwwzapalne M2. Taki model działania pozwala na indukcję prozapalnej komórkowej odpowiedzi immunologicznej skierowanej przeciwko patogenom wirusowym oraz bakteryjnym przez limfocyty Th1, przy jednoczesnej ochronie przed zbyt silną odpowiedzią immunologiczną i wynikającym z niej uszkodzeniem tkanek regulowaną przez przeciwwzapalne makrofagi M2 (19).

Niedobór selenu może być również groźny w zakażeniach wirusowych, gdyż brak równowagi redox w komórce przyczynia się do rozwoju infekcji. Niedobór tego pierwiastka jest również niekorzystny w przypadku zakażeń podatnymi na mutacje wirusami RNA, które pod wpływem RFT mogą przyjąć bardziej zjadliwą formę (2, 19).

Kolejnym ciekawym badaniem dającym obiecujące wyniki jest badanie *Zhu* i współpr. (21) z 2016 r., którego celem było określenie wpływu selenu na procesy zapalne towarzyszące zapaleniu jelita grubego. W tym doświadczeniu selen występował w połączeniu z picyjaniną (PC), a całość (Se-PC) była izolowana z alg *Spirulina platensis*. Modelami badawczymi były myszy chore na ostre oraz przewlekłe zapalenia jelita grubego, wywołane podawaniem soli sodowej siarczanu dekstranu (DSS). Poziom ekspresji cytokin prozapalnych takich jak: IL-6, TNF- α czy MCP-1 był podwyższony w grupie myszy traktowanej tylko DSS, podczas gdy w grupach traktowanych DSS oraz Se-PC, zarówno w modelu chronicznego jak i ostrego zapalenia, poziom ten był zdecydowanie niższy. Ponadto, poziom cytokiny przeciwwzapalnej IL-10 był znacznie wyższy w grupie traktowanej dodatkowo Se-PC, w porównaniu z grupą kontrolną oraz grupą traktowaną samym DSS. Dodatkowo wykazano, że Se-PC może wpływać na regulację odpowiedzi zapalnej poprzez inhibicję aktywacji czynnika NF- κB (21).

Selen w leczeniu chorób neurodegeneracyjnych

Choroby neurodegeneracyjne rozwijają się najczęściej wskutek działania stresu oksydacyjnego, zatem selen ze swoimi antyoksydacyjnymi właściwościami uważany jest za potencjalny środek terapeutyczny. Badania przeprowadzone na gryzoniach wykazały, że selen hamuje stres oksydacyjny w komórkach mózgu, chroni przed neurodegeneracją oraz przeciwdziała deregulacji mechanizmów sygnałowych (22). Stres oksydacyjny odgrywa dużą rolę w postępującej demencji oraz chorobie Alzheimera. Powoduje on utlenianie białek, lipidów, mRNA i DNA (22). Co ważne poziom selenu w mózgu jest względnie stały nawet w warunkach niedoboru tego pierwiastka. Mózg zaopatrywany jest w selen przez selenoproteinę P, a receptorem, który odpowiada za wiązanie SeP jest ApoER2. Na potwierdzenie tej tezy wykonano badania na myszach, w których wykazano, że myszy, którym usunięto gen kodujący selenoproteinę P lub gen kodujący ApoER2, w warunkach niedoboru selenu były bardziej narażone na zaburzenia neurologiczne, niż myszy typu dzikiego (7). Ze względu na ważną rolę selenu w mózgu prowadzone są badania jego roli m.in. w chorobie Alzheimera i Parkinsona.

Choroba Alzheimera jest jedną z najczęściej występujących chorób neurodegeneracyjnych. Jest to postępująca demencja, która spowodowana jest obecnością pozakomórkowych płytek β -amyloidowych oraz międzykomórkowych splotów neurofibrilarnych w mózgu (7).

Przeprowadzono wiele eksperymentów w których oceniano potencjalną terapeutyczną rolę selenu w chorobie Alzheimera. *Gwon* i współpr. (23) postanowili sprawdzić czy selen w postaci selenianu sodu (selenian VI) ma zdolność hamowania produkcji β -amyloidu, a tym samym czy może zapobiegać śmierci neuronów indukowanej tym peptydem. Śmierć komórki była indukowana przez zastosowanie 20 μ M 4-hydroksynonenolu (HNE), który jest produktem peroksydacji lipidów. Na podstawie tych doświadczeń stwierdzono, że selenian sodu chroni komórki nerwowe przed negatywnym wpływem produktów peroksydacji lipidów (HNE) oraz przed szkodliwym działaniem β -amyloidu (23).

Następną chorobą neurodegeneracyjną, której leczenie można wspomóc selenem jest choroba Parkinsona. Objawami tej choroby są m.in. spowolnienie ruchów, sztywność mięśni oraz trudności w utrzymaniu równowagi. Podłożem tej choroby jest utrata neuronów produkujących dopaminę w substancji czarnej śródmózgowia. Przyczyną tego zjawiska mogą być mutacje genetyczne lub bezpośrednio czynniki środowiskowe. Cechą charakterystyczną choroby Parkinsona jest również formowanie się ciał Lewy'ego, które zbudowane są z fibryli α -synukleiny i gromadzą się wokół neuronów (22).

Wykonano badania, z których wynika, że selen może przyczynić się do ograniczenia bradykinezji oraz degradacji DNA leukocytów w szczurzym modelu choroby Parkinsona. W tym doświadczeniu sprawdzono wpływ selenu na aktywność lokomotoryczną oraz stopień degradacji DNA leukocytów oraz mózgu w szczurzym modelu choroby Parkinsona indukowanym pestycydem o nazwie parakwat. Aktywność lokomotoryczna szczurów była badana na podstawie pomiaru czasu w jakim szczury przechodziły po wąskiej belce. Dokonywano zarówno pomiaru po przejściu przez pierwsze 20 cm belki oraz po przejściu całej belki. Degradację DNA mierzono za

pomocą testu kometowego. Utworzono 4 grupy: grupę kontrolną, której podawano wodę, grupę Se, której podawano sam selen, grupę PQ, której podawano parakwat oraz grupę Se+PQ, której podawano selen oraz parakwat. Podawanie razem selenu oraz parakwatu pozwoliło na ograniczenie bradykinezji. Zwierzęta z grupy selenowej potrzebowały mniej czasu na przejście pierwszego etapu belki w porównaniu z innymi grupami. Trzeba zaznaczyć, że zwierzęta z grupy traktowanej parakwatem, grupy kontrolnej oraz z grupy Se+PQ pokonywały pierwszy etap przejścia w tym samym czasie. Inaczej rozkładają się pomiary czasu po przejściu przez szczury całej drogi. Znowu najszybciej poradziły sobie zwierzęta z grupy Se. Zwierzęta z grupy kontrolnej oraz zwierzęta z grupy Se+PQ pokonały całą drogę w podobnym czasie, jednak ze znaczącą różnicą w porównaniu do grupy Se. Najwięcej czasu potrzebowały zwierzęta traktowane samym parakwatem, a różnica czasów między grupą PQ a PQ+Se była istotna statystycznie. Autorzy wnioskują, że selen może ograniczać bradykinezję u szczurów traktowanych parakwatem. Z obserwacji na poziomie molekularnym wynika, że stopień degradacji DNA leukocytów w grupie traktowanej parakwatem wynosił ok. 40%, podczas gdy w grupie traktowanej dodatkowo selenem tylko 20%. Nie zaobserwowano znaczących zmian w degradacji DNA mózgu pomiędzy badanymi grupami. Możemy zatem domniemywać, że selen pełnił w tym układzie rolę ochronną w stosunku do DNA leukocytów narażonego na działanie parakwatu, co pozwoliło na zachowanie ich integralności. Jednocześnie nie zaobserwowano wpływu selenu na DNA mózgu (24).

Szkodliwe działanie selenu

Chorobą bezpośrednio wynikającą ze spożycia nadmiernej ilości selenu jest selenoza. Do zatrucia może dojść poprzez spożywanie zbyt dużej ilości suplementów zawierających ten pierwiastek. Typowe objawy selenozy u ludzi to m.in.: biegunka, mdłości, zmęczenie, bóle stawów czy łamliwość paznokci. Przeprowadzono badania, w których sprawdzano skutki toksyczności selenu poprzez przyjmowanie zbyt dużej ilości tego pierwiastka (41749 µg/dzień) w postaci suplementu diety. Przebadano 227 osób, u których stwierdzono różne objawy. Najwięcej badanych skarżyło się na: biegunkę (78%), zmęczenie (75%), wypadanie włosów (72%) oraz bóle stawów (70%). Nieco mniej zauważyło u siebie kruchość i odbarwienie paznokci (61%), zaś tylko 58% badanych odczuwało mdłości. Większość objawów ustępowała niedługo po zakończeniu suplementacji, jednak takie symptomy jak zmęczenie, utrata włosów czy łamliwość paznokci utrzymywały się aż do 90 dni po zakończeniu suplementacji (25). Przyjmuje się, że selen w nadmiarze może indukować stres oksydacyjny. Dodatkowo może dochodzić do zamiany siarki na selen w aminokwasach budujących keratynę, co może przyczynić się do wypadania włosów czy złej kondycji paznokci (6).

Istnieją również przesłanki, że nadmierna suplementacja selenem może przyczynić się do rozwoju cukrzycy typu II. W tym przypadku szczególnie ważne jest zbadanie poziomu selenu w surowicy przed podjęciem decyzji o suplementacji, ponieważ stosunkowo dużo selenu przyjmuje się codziennie z pożywieniem. Opublikowano dwa badania, które wskazują na związek między podwyższonym poziomem selenu w osoczu a występowaniem cukrzycy typu II. W obu badaniach pacjenci z cukrzycą charakteryzowali się podwyższonym poziomem selenu w osoczu (5).

Nie wiadomo dokładnie jakie są potencjalne mechanizmy działania selenu mające przyczyniać się do rozwoju cukrzycy. Istnieją badania, z których wynika, że osoby chore na cukrzycę miały podwyższony poziom selenoproteiny P. W jednym z badań dowiedziono, że selenoproteina P może powodować insulinooporność w hepatocytach poprzez wpływ na kinazę AMPK. W ten sposób selen może wpływać na sekrecję w komórkach wątroby, a tym samym powodować stan zapalny charakterystyczny dla cukrzycy (5). Wykonano również szereg badań na transgenicznym myszach, u których zmieniono ekspresję genu kodującego GPx1. Zarówno myszy z nadekspresją jak i pozbawione wspomnianego genu wykazywały zaburzenia w metabolizmie glukozy oraz działaniu insuliny, zatem ciężko jednoznacznie stwierdzić rolę tego białka w rozwoju cukrzycy (5).

Decyzja o podjęciu suplementacji selenem powinna być poprzedzona pomiarem poziomu pierwiastka w osoczu pacjenta. W ten sposób możemy uchronić pacjentów przed skutkami nadmiernego spożycia selenu.

PODSUMOWANIE

Selen jest pierwiastkiem, którego niewielka ilość potrzebna jest do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Stanowi on składnik dwóch aminokwasów, które wchodzi w skład ważnych dla naszego organizmu enzymów.

Przyjmując wymaganą dawkę tego pierwiastka zapewniamy organizmowi ochronę przed stresem oksydacyjnym.

Badania pokazują, że selen może być skuteczny we wspomaganiu leczenia nowotworów, które stanowią obecnie jedno z największych wyzwań dla medycyny. Skuteczność tego pierwiastka zaobserwowano wstępnie również w stosunku do chorób neurodegeneracyjnych oraz w wspomaganiu odpowiedzi immunologicznej. Te optymistyczne wyniki otwierają furtkę do dalszych badań i udoskonalenia terapii leczniczych.

Należy jednak pamiętać, że selen przyjmowany w nadmiarze jest toksyczny dla organizmu. Może przyczynić się bezpośrednio do rozwoju selenozy, pośrednio do rozwoju cukrzycy typu II, może także indukować w komórkach stres oksydacyjny.

B. Klecha, B. Bukowska

SELENIUM IN HUMAN ORGANISM – CHARACTERISTIC OF THE ELEMENT AND ITS POTENTIAL THERAPEUTIC APPLICATION

PIŚMIENNICTWO

1. *Oldfield J.E.*: A brief history of selenium research: From alkali disease to prostate cancer (from poison to prevention). *J. Anim. Sci. Online Supplement*, 2002; 11: 1. – 2. *Duntas L.H., Benvega S.*: Selenium: an element for life. *Endocrine*, 2014; 48(3): 756-775. – 3. *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids*. National Academy Press, 2000-, <https://www.nap.edu/read/9810/chapter/1> (dostęp z 19.10.2016 r.). – 4. *Selenium and a Reduced Risk of Site-specific Cancers*, FDA-2008-Q-0323, <http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/LabelingNutrition/ucm168527.htm> (dostęp

z 19.10.2016 r.). – 5. *Rocourt C.R.B., Cheng W.*: Selenium Supranutrition: Are the Potential Benefits of Chemoprevention Outweighed by the Promotion of Diabetes and Insulin Resistance?. *Nutrients*, 2013; 5: 1349-1365. – 6. *Fairweather-Tait S.J., Bao Y., Broadley M.R., Collings R., Ford D., Hesketh J.H., Hurst R.*: Selenium in Human Health and Disease. *Antioxid. Redox Signal*, 2011; 14(7): 1337-1383. – 7. *Pitts M.W., Burns C.N., Ogawa-Wong A.N., Kremer P., Berry M.J.*: Selenoproteins in Nervous System Development and Function. *Biol. Trace Elem. Res*, 2014; 161(3): 231-245. – 8. *Labunskyy V.M., Hatfield D.L., Gladyshev V.N.*: Selenoproteins: molecular pathways and physiological roles. *Physiol. Rev.*, 2014; 94(3): 739-777. – 9. *Perkins A.V., Vanderlelie J.J.*: Multiple micronutrient supplementation and birth outcomes: The potential importance of selenium. *Placenta*, 2016; 1-5. – 10. *Brigelius-Flohé R., Maiorino M.*: Glutathione peroxidases. *Biochim. Biophys. Acta*, 2013; 1830(5): 3289-3303.

11. *Gromadzińska J., Reszka E., Bruzelius K., Wąsowicz W., Åkesson B.*: Selenium and cancer: biomarkers of selenium status and molecular action of selenium supplements. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2008; 47(2): 29-50. – 12. *Sroka J., Madeja Z.*: Udział reaktywnych form tlenu i reduktazy tioredoksyny w regulacji migracji komórek. *Postępy Biochemii*, 2009; 55(2): 145-152. – 13. *Steinbrenner H., Speckman B., Klotz L.*: Selenoproteins: Antioxidant selenoenzymes and beyond. *Arch. Biochem. Biophys*, 2016; 595: 113-119. – 14. *Zeng H., Combs G. F.*: Selenium as an anticancer nutrient: roles in cell proliferation and tumor cell invasion. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 2008; 19: 1-7. – 15. *Fernandes A.P., Gandin V.*: Selenium compounds as therapeutic agents in cancer. *Biochim. Biophys. Acta*, 2015; 1850(8): 1642-1660. – 16. *Wang Y., Chen P., Zhao G., Sun K., Li D., Wan X., Zhang J.*: Inverse relationship between elemental selenium nanoparticle size and inhibition of cancer cell growth in vitro and in vivo. *Food Chem. Toxicol.*, 2015; 85: 71-77. – 17. *Liu T., Zeng L., Jiang W., Fu Y., Zheng W., Chen T.*: Rational design of cancer-targeted selenium nanoparticles to antagonize multidrug resistance in cancer cells. *Nanomedicine*, 2015; 11(4): 947-958. – 18. *Ivory K., Prieto E., Spinks C., Armah C. N., Goldson A. J., Daint J. R., Nicoletti C.*: Selenium supplementation has beneficial and detrimental effects on immunity to influenza vaccine in older adults. *Clinical Nutrition*, 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2015.12.003>. – 19. *Steinbrenner H., Al-Quraishy S., Dkhil M. A., Wunderlich F., Sies H.*: Dietary Selenium in Adjuvant Therapy of Viral and Bacterial Infections. *Adv. Nutr.*, 2015; 6(1): 73-82. – 20. *Mahdavi M., Mavandadnejad F., Yazdi M. H., Faghfuri E., Hashemi H., Homayouni-Oreh S., Farhoudi R., Shahverdi A. R.*: Oral administration of synthetic selenium nanoparticles induced robust Th1 cytokine pattern after HBs antigen vaccination in mouse model. *J. Infect Public. Health*, 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiph.2016.02.006>.

21. *Zhu C., Ling Q., Cai Z., Wang Y., Zhang Y., Hoffmann P. R., Zheng W., Zhou T., Huang Z.*: Selenium-Containing Phycocyanin from Se-Enriched *Spirulina platensis* Reduces Inflammation in Dextran Sulfate Sodium-Induced Colitis by Inhibiting NF- κ B Activation. *J. Agric. Food Chem*, 2016; 64(24): 5060-5070. – 22. *Pillai R., Uyehara-Lock J.H., Bellinger F.P.*: Selenium and Selenoprotein Function in Brain Disorders. *IUBMB Life*, 2014; 66(4): 229-239. – 23. *Gwon A.R., Park J-S., Park J-H., Baik S-H., Jeong H-J., Hyun D-H., Park K.W., Jo D-G.*: Selenium attenuates A β -induced neuronal death. *Neuroscience Letters*, 2010; 369: 391-395. – 24. *Ellwanger J.H., Molz P., Dallemole D.R., dos Santos A.P., Ellwanger Müller T., Cappelletti L., Goncalves da Silva M., Rech Franke S.I., Pra D., Pegas Henriques J.H.*: Selenium reduces bradykinesia and DNA damage in a rat model of Parkinson's disease. *Nutrition*, 2015; 31: 359-365. – 25. *MacFarquhar J.K., Broussard D. L., Melstrom P., Hutchinson R., Wolkin A., Martin C., Burk R. F., Dunn J. R., Green A. L., Hammond R., Schaffner W., Jones T. F.*: Acute Selenium Toxicity Associated With a Dietary Supplement. *Arch. Intern Med.*, 2010; 170(3): 256-261.

BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA

Journal of health and environmental
research

The online version of the published magazine is a primal version

VOL. XLIX

2016

No. 4

CONTENS

<i>J. Florczak, A. Karmańska, B. Karwowski</i> : A study of the contents of polyphenolic compounds and antioxidant activity of some species of edible macrofungi	719
<i>K. Toczek, P. Glibowski, E. Matyjaszyk</i> : The physicochemical properties of plum jams commercially available on the market	725
<i>K. Szulc, A. Lenart</i> : Effect of spray drying parametars on colour of elderberry powders	732
<i>A. Filipiak-Florkiewicz, A. Florkiewicz, J. Filipek, W. Berski, I. Mentel, M. Dymińska-Czyż, M. Brzegowy</i> : Functional food in the opinion of regularly exercising consumers. Part II. Evaluation of the preferences and reasons for selection of that food	736
<i>B. Wójcik-Stopczyńska, J. Czajka, P. Kiedos</i> : Effect of pre-treatment and freezing on changes of nutrients and nitrates in parsley roots	748
<i>B. Paszczyk</i> : The fatty acids composition in butters and fat blends	756
<i>I. Steinka</i> : Evaluation of ability of mandarin juice and pineapple juice to inhibit <i>S. aureus</i> population growth	764
<i>A. E. Charkiewicz, W. J. Omeljaniuk</i> : Evaluation of energy and content of some nutrients in diets of men regularly attending the gym	770
<i>E. Malczyk, Z. Całyniuk, M. Syc</i> : Assessment of the frequency of consumption of fruits and vegetables by students of Medical University of Lublin	780
<i>U. Balon, J. M. Dziadkowiec, T. Sikora</i> : Food quality characteristics and their impact on customers' decisions to purchase fruit juices marketed in Poland	788
<i>M. Kopeć, D. Głąbowski, M. Mazurek-Mochol, A. Pawlik</i> : How to eat healthy? A review of atherosclerosis risk reducing food	795
<i>M. Kopeć, D. Głąbowski, M. Mazurek-Mochol, A. Pawlik</i> : Significance of omega-3 acids and fish oil in diet	801
<i>R. Balwierz, A. Kurek-Górecka, Z. Dzierżewicz, D. Marciniak, A. Jasińska-Balwierz, J. Pluta, J. Mazur</i> : Aphrodisiacs in traditional silesian cuisine. A forgotten legend?	809
<i>B. Klecha, B. Bukowska</i> : Selenium in human organism – characteristic of the element and its potential therapeutic application	818