

POLSKIE TOWARZYSTWO FARMACEUTYCZNE

# BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA

ISSN 2353-9054

KWARTALNIK

4

TOM XLVIII WARSZAWA 2015



# BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA

Czasopismo poświęcone zagadnieniom badań ochrony  
zdrowia i środowiska

Wersja internetowa wydawanego czasopisma jest wersją pierwotną

TOM XLVIII

2015

Nr 4

## TREŚĆ

<i>H. Bartoń, H. Ciborowska</i> : Pamięci mgr Anny Rudnickiej i dr med. Krystyny Dłużniewskiej	601
<i>G. Cichosz, H. Czczot, A. Ambroziak, M. M. Bielecka</i> : Wpływ przechowywania na profil kwasów tłuszczowych w mlekozastępczych preparatach do żywienia niemowląt	605
<i>B. Paszczyk</i> : Skład kwasów tłuszczowych, udział CLA oraz izomerów <i>trans</i> C18:1 i C18:2 w serach z produkcji ekologicznej	615
<i>M. Zychnowska, K. Krygier, M. Iwańczuk</i> : Analiza zawartości i jakości tłuszczu w polskich smażonych chipsach ziemniaczanych	622
<i>M. Hartman-Petrycka, A. Lebedowska, W. Bobrowska, B. Błońska-Fajfrowska</i> : Produkty do smarowania pieczywa. Cz. II. Składniki – informacje na etykietach produktów	630
<i>M. Bilek, K. Malek, S. Sosnowski</i> : Parametry fizykochemiczne wody pitnej ze studni kopanych z terenu Podkarpacia	640
<i>E. Stasiuk, P. Przybyłowski, N. Skrzypkowska</i> : Analiza wybranych wskaźników jakości wód funkcjonalnych typu ACTIVE, BALANCE i BEAUTY	647
<i>C. Pieszko, J. Grabowska, N. Jurek</i> : Oznaczanie polifenoli i wybranych pierwiastków w kawie, herbacie i miodach	653
<i>T. Cebulak, I. Kapusta, M. Czernicka, G. Zagula, Cz. Puchalski</i> : Wartość odżywcza i prozdrowotna brokułów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej	660
<i>M. Czernicka, G. Zagula, Cz. Puchalski, T. Cebulak, I. Kapusta</i> : Ocena wartości zdrowotnej naparów wysokogatunkowych herbat liściastych białych i zielonych w oparciu o analizę zawartości fluorów, kofeiny i składu mineralnego	667
<i>A. Karmańska, A. Stańczak, B. Karwowski</i> : Magnez aktualny stan wiedzy	677
<i>J. Sadowska, A. Stawska</i> : Dietoprofilaktyka chorób współtowarzyszących niedoczynności tarczycy w wybranej grupie kobiet	690
<i>Z. Karwowska, K. Majchrzak</i> : Wpływ błonnika na zróżnicowanie mikroflory jelitowej (mikrobiota jelit)	701
<i>J. Wyka, E. Piotrowska, A. Broniecka, M. Bronkowska, D. Mazurek, J. Biernat</i> : Stan odżywienia dzieci w wieku 10–12 lat z Wrocławia	710
<i>D. Mazurek, J. Wyka, A. Broniecka, E. Piotrowska, M. Bronkowska, J. Biernat</i> : Ocena sposobu żywienia dzieci w wieku 10–12 lat z terenu Wrocławia	718
<i>Z. Goluch-Koniuszy, M. Giezek</i> : Stan odżywienia, skład ciała, a sposób żywienia otyłych kobiet w wieku 60–85 lat, słuchaczek stowarzyszenia Uniwersytetu Trzeciego Wieku w Szczecinie	724
<i>A. Kukulowicz</i> : Ocena częstotliwości spożycia ryb oraz wiedzy konsumentów dotyczącej roli białka ryb w żywieniu człowieka	736
<i>M. E. Żujko, A. Grużewska, A. M. Witkowska</i> : Ocena zawartości polifenoli w diecie młodych osób dorosłych	743
<i>A. Florkiewicz, E. Grzych-Tuleja, E. Cieślík, K. Topolska, A. Filipiak-Florkiewicz, T. Leszczyńska, A. Kopeć, M. Pysz</i> : Ocena pobrania z diety wybranych witamin przez młodzież w wieku 13–15 lat w zależności od płci oraz miejsca zamieszkania	747
<i>M. Kostecka</i> : Stosowanie suplementów diety przez osoby w wieku starszym	758
<i>W. Salicki</i> : Krzyżówka ( <i>Anas platyrhynchos</i> ) jako bioindykator skażenia środowiska fluorem obszarów Północno-Zachodniej Polski	766
<i>J. Stragierowicz, A. Daragó, M. Klimczak, A. Galoch, J. Duda-Szymańska, M. Skrzypińska-Gawrysiak, A. Kilanowicz</i> : Zmiany histopatologiczne w wątrobie szczurów po narażeniu na mieszaniny polichlorowanych naftalenów – badania uzupełniające	773
<i>Z. Duda</i> : Recenzja akademickiego podręcznika pt. „Chemia Żywności” – praca zbiorowa pod redakcją Zdzisława E. Sikorskiego i Hanny Staroszczyk	783
Komunikat 1: XXV Ogólnopolskie Sympozjum Bromatologiczne „Jakość Zdrowotna Żywności i Żywnienia”	785

## PAMIĘCI MGR ANNY RUDNICKIEJ I DR MED. KRYSZTYNY DŁUŻNIEWSKIEJ

Dnia 28.09.2015 r. na Wydziale Farmaceutycznym UJ w Krakowie odbyło się zebranie sprawozdawczo-wyborcze Krakowskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych. Na początku spotkania przewodniczący Oddziału prof. UJ dr hab. Henryk Bartoń poprosił zebranych o minutę ciszy, celem uczczenia pamięci ostatnio zmarłych członków Krakowskiego Oddziału PTNŻ, mgr **Anny Rudnickiej** i dr med. **Krzysztyny Dłużniewskiej**. W krótkich wystąpieniach przypomniano sylwetki dwóch niezwykle osób, zaangażowanych w badania i popularyzację zagadnień dotyczących żywienia ludzi.

Mgr Helena Ciborowska wiceprezes Zarządu Głównego PTD (1985–2013) przybliżyła słuchaczom osobę mgr Anny Rudnickiej, założycielki i długoletniego Prezesa Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Dietetyki.

Następnie prof. dr hab. Zofia Zachwieja przewodnicząca Oddz. Krakowskiego PTNŻ (2001–2008), kierownik Zakładu Bromatologii UJ CM (1985–2006) przedstawiła dokonania i rolę dr Krzysztyny Dłużniewskiej w kształtowaniu zasad żywienia dzieci i dorosłych. Dr Krzysztyna Dłużniewska była członkiem–założycielem Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych i jego krakowskiego Oddziału (1980 r.), którego przez 2 kadencje była przewodniczącą. Kierowała Zakładem Higieny Akademii Medycznej w Krakowie (obecnie Zakład Higieny i Dietetyki UJ CM), była wielokrotnie wybierana na członka Komitetu Żywienia Człowieka PAN (Roman Lutyński, „Kierunki rozwoju Krakowskiej Szkoły Higieny”. *Analecta: studia i materiały z dziejów nauki* 4.1(7) (1995): 121-127; <http://www.zhid.wl.cm.uj.edu.pl/historia>).

Działalność obu tych niezwykle osób pozostaje szczególnie widoczna obecnie i owocuje w ciągłym rozwoju dziedziny zajmującej się prawidłowym żywieniem ludzi, a Ich osobowości inspirowały i w dalszym ciągu budują postawy następnych pokoleń.

W imieniu Zarządu Krakowskiego Oddziału  
Polskiego Towarzystwa Nauk Żywnościowych  
dr hab. Henryk Bartoń

## WSPOMNIENIE O MGR ANNIE RUDNICKIEJ



Anna Rudnicka urodziła się dnia 20.07.1931 r. w Krakowie i zmarła 27.10.2013 r. w Krakowie.

Mgr Anna Rudnicka była: nauczycielką w krakowskiej szkole kształcącej dietetyków i założycielką polskiego Towarzystwa Dietetyki i długoletnim Prezesem Zarządu Głównego tego Towarzystwa. Ukończyła Wydział Biologii, Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Krakowie oraz Państwową Szkołę Dietetyczek.

Zawód dietetyka zawsze bardzo ją interesował, dlatego w 1950 r. podjęła naukę w Państwowej Szkole Dietetyczek, jedynej, kształcącej wówczas dietetyków w Polsce; powstałej rok wcześniej, tj. w 1949 r. Egzamin dyplomowy złożyła we wrześniu 1951 r. z wynikiem bardzo dobrym, wtedy też dyrekcja szkoły zaproponowała Jej pracę nauczycielki zawodu, którą przyjęła z wielką radością.

Pracę zawodową rozpoczęła 1 października 1951 r. w II Klinice Chorób Wewnętrznych AM w Krakowie, jako nauczyciel praktycznej nauki zawodu dietetyka. Żywnienie chorych w tej klinice było wtedy prowadzone przez Nauczycielki Szkoły Dietetyczek. Nie było wówczas żadnych wzorców zajęć praktycznych z zakresu żywienia chorych, dlatego mgr Anna Rudnicka przy udziale koleżanek – nauczycielek ze szkoły, opracowywała metody kształcenia praktycznego dietetyczek oraz programy nauczania. Obowiązki swoje wykonywała z ogromnym zapałem i zaangażowaniem, co doceniało kierownictwo kliniki oraz lekarze.

W kolejnej placówce szkolenia praktycznego – Instytucie Pediatrii AM w Krakowie opracowała i wdrażała klasyfikację diet. Wraz z kierownikiem Działu Żywnienia oraz koleżankami dietetyczkami opracowała system żywienia dzieci, a także zorganizowała poradnictwo żywieniowe, które spotkało się z dużym zainteresowaniem chorych i ich rodzin.

W roku 1962 mgr Anna Rudnicka otrzymała stypendium FAO, w ramach którego odbyła praktykę w szpitalach w Wielkiej Brytanii. Program stypendium obejmował naukę z zakresu „Poradnictwa żywieniowego”. Podczas 2-miesięcznego pobytu w Londynie poznała organizację pracy w dziesięciu tamtejszych szpitalach. Szczególnie interesowała ją indywidualizacja żywienia chorych. Wiele zagadnień z dietetyki stosowanej, jak i organizacji pracy, przeniosła później na teren polskich placówek szkolenia praktycznego.

W roku 1972 mgr Anna Rudnicka została kierownikiem zajęć praktycznych w Państwowej Szkole Dietetyczek, aż do czasu odejścia na wcześniejszą emeryturę, tj. do 1985 r. Równocześnie pełniła obowiązki zastępcy dyrektora szkoły. W latach tych nastąpił znaczny rozwój szkoły i nazwa jej uległa zmianie na Medyczne Studium Zawodowe Nr 6, Wydział Dietetyki.

Mgr Anna Rudnicka opracowała wraz z zespołem nauczycieli programy nauczania oraz była współautorką książek, które służyły jako podręczniki, m. in.: *Organizacja*

*Pracy i Higiena w Zakładach Żywnienia Leczniczego* (1970), *Dietetyczna książka kucharska* (1978, 1984, 1986, 1991), *Dietetyka. Żywnienie zdrowego i chorego człowieka* (2000, 2004, 2007, 2009).

Była autorką wielu wywiadów i artykułów z zakresu żywienia ludzi zdrowych i chorych, opublikowanych w różnych czasopismach, takich jak *Dziennik Polski*, *Forum Profilaktyki Chorób Układu Krążenia* i innych.

Jej rzetelna i twórcza praca przyczyniała się do rozwoju Medycznego Studium Zawodowego Nr 6 Wydziału Dietetyki, które zostało docenione i wyróżnione m.in. poprzez uhonorowanie go *Medalem Komisji Edukacji Narodowej* oraz *Złotą Odznaką dla Miasta Krakowa*.

Mgr Anna Rudnicka była nie tylko wspaniałym nauczycielem, ale również inicjatorem różnych form działalności pozaszkolnej.

Wykazywała nowatorską i twórczą postawę, opracowując tzw. „pakiety dydaktyczne”, informacje żywieniowe, przykłady diet stosowanych w różnych chorobach. Prowadziła pogadanki na temat prawidłowego żywienia w szkołach, domach kultury, organizowała pokazy żywieniowe, ćwiczenia i wykłady dla lekarzy diabetologów.

Podczas pobytu na stypendium w Wielkiej Brytanii nawiązała kontakt z Brytyjskim Towarzystwem Dietetycznym. W szpitalach spotkała dietetyczki reprezentujące Amerykańskie Towarzystwo Dietetyczne i Indyjskie Towarzystwo Dietetyczne. Jej pragnieniem było zorganizowanie Polskiego Towarzystwa Dietetyków. I tak, w kwietniu 1986 roku z Jej inicjatywy zostało ono powołane. Prezesem Zarządu Głównego została mgr Anna Rudnicka. Funkcję tę pełniła ponad 23 lata. Z Jej inicjatywy Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Dietetyki (ZG PTD) powołał w Polsce 10 oddziałów: w Grudziądzu, Krakowie, Katowicach, Koszalinie, Lublinie, Łodzi, Poznaniu, Rzeszowie, Warszawie i Wrocławiu.

27 października 2009 r. uchwałą Nadzwyczajnego Krajowego Zjazdu Delegatów Polskiego Towarzystwa Dietetyki nadano Jej tytuł Honorowego Prezesa ZG PTD.

Działalność Towarzystwa pod kierunkiem mgr Anny Rudnickiej koncentrowała się przede wszystkim na podnoszeniu wiedzy zawodowej dietetyków i prowadzeniu edukacji żywieniowej, w różnych środowiskach, w celu poprawy stanu zdrowia społeczeństwa.

W latach 1992–2007 zorganizowała 32 kursy doskonalące dla dietetyków – w ramach kształcenia podyplomowego. Od 1992 r. systematycznie organizowała comiesięczne zebrania szkoleniowe. Tematyka zebrań była zgodna z potrzebami pracujących dietetyków i obejmowała zagadnienia żywieniowe, medyczne oraz prawne.

Pani Anna Rudnicka bardzo aktywnie działała na rzecz diabetyków – udzielała chorym porad żywieniowych w ramach comiesięcznych spotkań członków „*Stowarzyszenia chorych na cukrzycę*”. Prowadziła poradnictwo żywieniowe dla różnych grup ludności, udzielała wywiadów w telewizji, radiu i prasie.

Opracowała i wygłosiła wiele doniesień, wykładów, prezentacji, posterów, jadłospisów zalecanych w różnych dietach oraz informacji dotyczących zagadnień żywienia. Prace te były prezentowane podczas zebrań szkoleniowych i kursów organizowanych przez ZG PTD, konferencji naukowych oraz zebrań szkoleniowych organizowanych w szpitalach, domach spokojnej starości, szkołach, na Rynku Głównym w Krakowie, w ramach obchodów „Światowego Dnia Serca” i tzw. „Białej Soboty”.

Była członkiem Komitetu Redakcyjnego Kwartalnego Biuletynu PTD, wydawanego od listopada 1995 do 2003 r., który spełniał ważną rolę w doskonaleniu zawodowym dietetyków. Duże zainteresowanie Biuletynem skłoniło Zarząd Główny PTD do wznowienia tego czasopisma w 2007 r. pod nazwą „Dietetyka” jako Kwartalnik Polskiego Towarzystwa Dietetyki. Mgr Anna Rudnicka wkładała dużo pracy i trudu w wydawanie tego czasopisma. Brała czynny udział w pracach Zespołu ds. opracowania projektu minimalnych wymagań programowych dla kierunku dietetyka, który został ustanowiony i zamieszczony w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 13 czerwca 2006 roku w sprawie nazw kierunków studiów poz. 834 (*Dziennik Ustaw RP z 7 lipca 2006 roku nr 121*).

Reprezentowała Polskie Towarzystwo Dietetyki w Komisji Dietetyki i Komisji Edukacji Komitetu Żywienia Człowieka Polskiej Akademii Nauk.

Szczególnie ważnym problemem dla dietetyków jest uchwalenie ustawy o zawodach medycznych. Mgr Anna Rudnicka aktywnie uczestniczyła w opracowaniu projektu ustawy – części dotyczącej zakresu zadań zawodowych dietetyków, wykonujących ten zawód w ramach ochrony zdrowia.

W wyniku starań Pani Prezes, w roku 1995 Polskie Towarzystwo Dietetyki zostało przyjęte do Europejskiej Federacji Towarzystw Dietetycznych (EFAD). Mgr Anna Rudnicka uczestniczyła w I, II i III Europejskim Forum dla Dietetyczek, które odbyły się w Holandii (1995), Danii (1997), Grecji (1999). Brała udział, jako Delegat PTD, w 10 posiedzeniu Delegatów Towarzystw należących do EFAD, organizowanym przez Tureckie Towarzystwo Dietetyczne w Istambule (1996 r.).

W 1998 r. zorganizowała w Krakowie II Konferencję Delegatów EFAD, która została bardzo dobrze oceniona. Dodatkowo uczestnicy Konferencji byli urzeczeni samym miastem Krakowem.

Przez wszystkie lata działalności wykazywała wiele troski, aby PTD miało ustaloną, dobrą pozycję w kraju, Europie i na świecie, starała się pokonywać wszystkie trudności, by zawód dietetyka miał należną mu rangę.

Niewątpliwie sukcesy Polskiego Towarzystwa Dietetyki są wynikiem wielkiego zapалу, zaangażowania i determinacji Pani Prezes, która włożyła wiele wysiłku i serca w pracę na rzecz tej grupy zawodowej. Z niezwykłą umiejętnością wciągała w obszary swojej działalności innych.

Jej postawa, empatia, życzliwość, bezinteresowność, kompetencje, zaangażowanie w działalność dla innych, wzbudzały powszechny szacunek.

mgr Helena Ciborowska  
wiceprezes Zarządu Głównego  
Polskiego Towarzystwa Dietetyki  
w latach 1985–2013

*Grażyna Cichosz, Hanna Czczot<sup>1)</sup>, Adam Ambroziak,  
Marika Magdalena Bielecka*

## WPLYW PRZECHOWYWANIA NA PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W MLEKOZASTĘPCZYCH PREPARATACH DO ŻYWIENIA NIEMOWLĄT\*)

Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością,  
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie  
Kierownik: prof. dr hab. *B. Staniewski*

<sup>1)</sup> Katedra i Zakład Biochemii I Wydziału Lekarskiego,  
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego  
Kierownik: prof. dr hab. *A. Barańczyk-Kuźma*

*W pracy przedstawiono wyniki badań nt. profilu kwasów tłuszczowych w mlekozastępczych preparatach do początkowego żywienia niemowląt oraz ich zmian w trakcie przechowywania. Spadek zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (zawsze większy w przypadku kwasu  $\alpha$ -linolenowego n-3 niż linolowego n-6) oraz wysoki poziom wtórnych produktów oksydacji lipidów (reagujących z p-anizydyną) świadczy o niskiej stabilności oksydacyjnej badanych preparatów.*

Hasła kluczowe: mlekozastępcze preparaty do żywienia niemowląt, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, wtórne produkty oksydacji lipidów.

Key words: infant formulas, polyunsaturated fatty acids, secondary products of lipid oxidation.

Mlekozastępcze preparaty do żywienia początkowego niemowląt to produkty wysokotłuszczowe (od 21,0 do 27,7 g/100 g proszku), zawierające nasycone, jedno- i wielonienasycone kwasy tłuszczowe (KT). W ich produkcji wykorzystywane są najtańsze oleje roślinne. Olej palmowy stosowany jest jako źródło kwasu palmitynowego, rzepakowy jako źródło kwasu oleinowego, z kolei sojowy, kukurydziany i słonecznikowy jako źródło KT wielonienasyconych. Natomiast olej kokosowy jest dobrym źródłem KT średniołańcuchowych nasyconych (MCT) (1).

Zastosowanie mieszaniny olejów roślinnych umożliwia uzyskanie w mlekozastępczych preparatach profilu KT zbliżonego do pokarmu kobiecego. Również poprzez zmieszanie tłuszczu mlekowego z olejami możliwe jest uzyskanie profilu KT zbliżonego do pokarmu kobiecego, co jednak nie zapewnia długiego okresu przydatności do spożycia. Tłuszcz mlekowy dosyć łatwo hydrolizuje z uwolnieniem kwasu masłowego, który odznacza się bardzo niskim progiem wyczuwalności przez zmysły

---

\*) Badania sfinansowano ze środków Funduszu Promocji Mleka poprzez Krajowy Związek Spółdzielni Mleczarskich, Związek Rewizyjny w Warszawie.

człowieka (rzędu 1–2 ppm). Co prawda kwas masłowy nie stanowi zagrożenia dla zdrowia, ale nie jest akceptowalny sensorycznie. Natomiast utlenione oleje roślinne, ze względu na bardzo wysoki próg wyczuwalności, nie są identyfikowane przez zmysł węchu człowieka, mimo że stanowią ewidentne zagrożenie dla zdrowia.

W mlekozastępczych preparatach do żywienia niemowląt obecne są, pochodzące z olejów roślinnych, kwasy: linolowy n-6 oraz  $\alpha$ -linolenowy n-3. W organizmie dziecka mogą z nich powstawać długołańcuchowe wielonienasycone KT. Niestety, endogenna synteza długołańcuchowych pochodnych, tj. kwasu arachidonowego (AA) (n-6) oraz eikozapentaenowego (EPA) i dokosaheksaenowego (DHA) (n-3), ze względu na niedojrzałość systemów enzymatycznych: desaturaz i elongaz, nie zawsze jest możliwa. Dlatego Dyrektywa UE, dotycząca składu preparatów do żywienia niemowląt, dopuszcza suplementację długołańcuchowych WNKT, szczególnie określając ich ilości oraz proporcje w stosunku do całkowitej zawartości tłuszczu. Źródłem EPA i DHA (n-3) w preparatach są najczęściej tłuszcze ryb i ssaków morskich oraz frakcjonowane lipidy żółtka jaja (1, 2).

Wielonienasycone KT są wyjątkowo podatne na utlenianie; proces oksydacji następuje w postępie geometrycznym proporcjonalnie do ich zawartości oraz ilości wiązań nienasyconych. Szczególnie podatny na utlenianie jest kwas  $\alpha$ -linolenowy n-3, w mniejszym stopniu kwas linolowy n-6. Z licznych danych literaturowych wiadomo, że powstające z nadtlenków, wtórne produkty oksydacji lipidów (aldehydy, ketony, związki karboksylowe, estry, alkohole) odznaczają się działaniem mutagenym i kancerogennym (3-6). Stwierdzono również wpływ ogrzewania olejów na powstawanie KT izomerii *trans*. Mimo to, w ocenie bezpieczeństwa zdrowotnego preparatów do żywienia niemowląt uwzględnia się tylko jeden (w dodatku nietrwały) parametr jakim jest liczba nadtlenkowa. Producenci preparatów, zapewniając aż 2-letni okres ich przydatności do spożycia, ignorują zagrożenia wynikające z obecności wtórnych produktów oksydacji wielonienasyconych KT (4).

Norma PN-A-86908:2000 dotycząca olejów nie definiuje poziomu jakichkolwiek szkodliwych dla zdrowia wtórnych produktów oksydacji lipidów (7). Obróbka termiczna podczas rafinacji olejów roślinnych (bielenie w temp. 175–225°C i dezodoryzacja w temp. 240–270°C) prowadzi, w sposób nieuchronny, do powstawania pierwotnych i wtórnych produktów utlenienia WNKT. Dodatkowo, podczas produkcji preparatów do żywienia niemowląt, lipidy narażone są na utlenianie w trakcie homogenizacji (temp. ok. 70°C), suszenia rozpyłowego (produkt w końcowej fazie osiąga temp. 70–80°C), aglomeracji i dosuszania (temp. 55°C). Ponadto, utlenianiu lipidów sprzyja pakowanie gotowych preparatów w atmosferze powietrza (8).

Jako żywność specjalnego przeznaczenia, mlekozastępcze preparaty – zwłaszcza do początkowego żywienia niemowląt – powinny zawierać taki poziom antyoksydantów, który skutecznie zapobiegałby utlenianiu nienasyconych kwasów tłuszczowych. Z tego względu stabilność oksydacyjna preparatów do żywienia niemowląt jest najważniejszym parametrem ich bezpieczeństwa zdrowotnego.

## MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań były mlekozastępcze preparaty do żywienia początkowego niemowląt (od urodzenia do 6 miesięcy). Z kilkunastu dostępnych na polskim ryn-



ku preparatów wybrano najczęściej reklamowane w środkach masowego przekazu i kupowane przez rodziców. Zakupiono preparaty przed upływem 12–16 miesięcy od terminu ich przydatności do spożycia, następnie przechowywano w oryginalnych, hermetycznie zamkniętych, opakowaniach (zgodnie z zaleceniami producentów). Łącznie przebadano 6 różnych produktów: od producenta A – jeden preparat (A1), producenta B – dwa (B1 i B2) i producenta C – trzy (C1, C2 i C3). Badania przeprowadzono jednocześnie dla wszystkich preparatów w 6 powtórzeniach (n-6), natychmiast po otwarciu hermetycznie zamkniętych opakowań.

Wyodrębnienie tłuszczu z materiału badawczego, w celu wykonania analiz profilu kwasów tłuszczowych (KT) przeprowadzano w oparciu o zmodyfikowaną metodykę *Toledo* i *Andren* (9).

Analizę estrów metylowych KT wykonano metodą chromatografii gazowej (Agilent Technologies), zgodnie z PN-EN ISO 5508 (10). Stosowano detektor płomienio-jonizacyjny oraz kolumnę kapilarną CP-Sil 88 o wymiarach 50 m × 0,25 mm i.o. × 0,20 μm. Rozdział prowadzono w następujących warunkach: temp. dozwornika – 250°C (podział strumienia: 50:1), kolumny – 180°C; detektora – 250°C; jako gaz nośny zastosowano hel. Kwasy tłuszczowe identyfikowano na podstawie czasów retencji w odniesieniu do czasów retencji odpowiednich wzorców (za pomocą programu ChemStation, Agilent).

Ocenę składu KT w mlekozastępczych preparatach do żywienia początkowego niemowląt (A1, B1 i B2 oraz C1, C2 i C3) prowadzono w okresie ich przydatności do spożycia: po zakupieniu i po 12 miesiącach przechowywania (w warunkach zgodnych z zaleceniami producenta).

Natomiast ocenę zawartości wtórnych produktów utleniania KT powstających z rozpadu nadtlenu badano w oparciu o próbę anizydnową (11). Jest to jedna z najlepszych, pewnych i powtarzalnych oraz powszechnie stosowanych metod, polegająca na spektrofotometrycznym oznaczeniu produktów reakcji α- i β-aldehydów (głównie 2-alkenów oraz 2,4 alkenoidów) z *p*-anizydną (12). Ocenę zawartości wtórnych produktów oksydacji w mlekozastępczych preparatach do żywienia początkowego (A1, B1 i B2 oraz C1, C2 i C3) prowadzono w okresie ich przydatności do spożycia: po zakupieniu, 3, 6, 9 i 12 miesiącach przechowywania.

Odczynniki użyte w badaniach: chloroform, lodowaty kwas octowy, *p*-anizydną oraz izooktan pochodziły z firmy POCH (Polskie Odczynniki Chemiczne), natomiast standardy kwasów tłuszczowych zakupiono w firmie Sigma-Aldrich.

### **Analiza statystyczna**

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej z zastosowaniem programu STATISTICA 10. W ocenie istotności statystycznej różnic między średnimi przyjęto poziom istotności  $p \leq 0,05$  i zastosowano odpowiednie testy.

## **WYNIKI I ICH OMÓWIENIE**

Skład kwasów tłuszczowych (KT) w mlekozastępczych preparatach do żywienia niemowląt był zróżnicowany. Różnice dotyczyły przede wszystkim zawartości KT średniołańcuchowych (C6-C12), które w preparatach od producenta B obecne były w śladowych ilościach. Natomiast w pozostałych preparatach (A1, C1, C2 i C3) ich

Tab e l a I. Skład kwasów tłuszczowych (KT) w mlekozastępczych preparatach do żywienia początkowego niemowląt przed przechowywaniem (% sumy kwasów)  
 Tab l e I. Proportions of fatty acids (FA) in breast-milk substitutes before storage (% of total acids)

Kwasy tłuszczowe	Mlekozastępcze preparaty do żywienia początkowego niemowląt					
	A1	B1	B2	C1	C2	C3
C4:0	0,040 <sup>a</sup> ±0,000	nw <sup>b</sup>	0,048 <sup>c</sup> ±0,004	0,042 <sup>a</sup> ±0,004	0,040 <sup>a</sup> ±0,000	nw <sup>b</sup>
C6:0	0,196 <sup>a</sup> ±0,005	nw <sup>b</sup>	0,038 <sup>c</sup> ±0,004	0,192 <sup>a</sup> ±0,004	0,184 <sup>d</sup> ±0,009	0,172 <sup>e</sup> ±0,004
C8:0	2,140 <sup>a</sup> ±0,000	nw <sup>b</sup>	0,040 <sup>c</sup> ±0,000	1,930 <sup>d</sup> ±0,000	1,944 <sup>e</sup> ±0,005	2,062 <sup>f</sup> ±0,004
C10:0	1,630 <sup>a</sup> ±0,000	0,066 <sup>b</sup> ±0,005	0,068 <sup>b</sup> ±0,004	1,440 <sup>c</sup> ±0,000	1,490 <sup>d</sup> ±0,000	1,570 <sup>e</sup> ±0,000
C12:0	5,576 <sup>a</sup> ±0,015	0,264 <sup>b</sup> ±0,005	0,218 <sup>c</sup> ±0,004	3,142 <sup>d</sup> ±0,040	3,640 <sup>e</sup> ±0,040	4,426 <sup>f</sup> ±0,026
C14:0	3,804 <sup>a</sup> ±0,071	0,952 <sup>b</sup> ±0,011	1,014 <sup>c</sup> ±0,013	3,260 <sup>d</sup> ±0,058	3,510 <sup>e</sup> ±0,014	4,772 <sup>f</sup> ±0,027
C15:0	0,052 <sup>a</sup> ±0,004	0,084 <sup>b</sup> ±0,005	0,068 <sup>c</sup> ±0,004	0,062 <sup>c</sup> ±0,004	0,062 <sup>c</sup> ±0,004	0,052 <sup>a</sup> ±0,004
C16:0	12,180 <sup>a</sup> ±0,164	24,680 <sup>b</sup> ±0,060	26,460 <sup>c</sup> ±0,089	17,600 <sup>d</sup> ±0,424	15,274 <sup>e</sup> ±0,042	12,988 <sup>f</sup> ±0,011
C16:1	0,176 <sup>a</sup> ±0,013	0,246 <sup>b</sup> ±0,011	0,270 <sup>c</sup> ±0,000	0,212 <sup>d</sup> ±0,004	0,220 <sup>de</sup> ±0,007	0,228 <sup>e</sup> ±0,004
C17:0	0,068 <sup>a</sup> ±0,004	0,106 <sup>b</sup> ±0,005	0,110 <sup>b</sup> ±0,000	0,082 <sup>c</sup> ±0,004	0,078 <sup>c</sup> ±0,004	0,088 <sup>d</sup> ±0,004
C17:1	0,032 <sup>a</sup> ±0,004	0,038 <sup>a</sup> ±0,004	0,047 <sup>b</sup> ±0,004	0,032 <sup>a</sup> ±0,004	0,034 <sup>a</sup> ±0,005	0,036 <sup>a</sup> ±0,005
C18:0	3,316 <sup>a</sup> ±0,019	3,982 <sup>b</sup> ±0,018	3,996 <sup>b</sup> ±0,009	3,654 <sup>c</sup> ±0,363	3,306 <sup>a</sup> ±0,009	3,310 <sup>a</sup> ±0,019
C18:1	44,194 <sup>a</sup> ±0,445	45,958 <sup>b</sup> ±0,046	42,344 <sup>c</sup> ±0,036	44,514 <sup>a</sup> ±0,048	44,530 <sup>a</sup> ±0,409	45,846 <sup>b</sup> ±0,030
C18:2	19,064 <sup>a</sup> ±0,139	16,356 <sup>b</sup> ±0,051	17,714 <sup>c</sup> ±0,104	18,164 <sup>d</sup> ±0,273	18,558 <sup>e</sup> ±0,509	17,960 <sup>cd</sup> ±0,219
ΣKT trans	0,134 <sup>a</sup> ±0,011	0,128 <sup>a</sup> ±0,004	0,080 <sup>a</sup> ±0,000	0,060 <sup>a</sup> ±0,000	0,068 <sup>a</sup> ±0,004	0,116 <sup>a</sup> ±0,159
C20:0	0,316 <sup>a</sup> ±0,005	0,376 <sup>b</sup> ±0,009	0,374 <sup>b</sup> ±0,009	0,314 <sup>a</sup> ±0,005	0,308 <sup>a</sup> ±0,004	0,306 <sup>a</sup> ±0,009
C20:1	0,406 <sup>a</sup> ±0,005	0,057 <sup>b</sup> ±0,004	0,500 <sup>c</sup> ±0,007	0,094 <sup>b</sup> ±0,005	0,420 <sup>a</sup> ±0,045	0,440 <sup>a</sup> ±0,055
C18:3	4,710 <sup>a</sup> ±0,051	4,762 <sup>b</sup> ±0,008	4,320 <sup>c</sup> ±0,031	4,320 <sup>c</sup> ±0,007	4,440 <sup>d</sup> ±0,031	5,220 <sup>e</sup> ±0,016
C22:0	0,156 <sup>a</sup> ±0,005	0,180 <sup>b</sup> ±0,007	0,176 <sup>b</sup> ±0,005	0,176 <sup>b</sup> ±0,005	0,184 <sup>b</sup> ±0,009	0,146 <sup>d</sup> ±0,005
C20:4	nw <sup>a</sup>	0,174 <sup>b</sup> ±0,009	0,176 <sup>b</sup> ±0,005	0,227 <sup>c</sup> ±0,004	0,237 <sup>d</sup> ±0,004	0,216 <sup>c</sup> ±0,005
C22:6	nw <sup>a</sup>	0,168 <sup>b</sup> ±0,018	0,170 <sup>b</sup> ±0,007	0,230 <sup>c</sup> ±0,007	0,231 <sup>c</sup> ±0,007	0,232 <sup>c</sup> ±0,008

Wyniki przedstawiono jako średnią arytmetyczną +/- SD (n = 6) z 6 niezależnych oznaczeń dla każdego preparatu  
 a-f – różnice statystycznie istotne pomiędzy zawartością kwasów tłuszczowych w poszczególnych preparatach (p < 0,05)  
 nw – nie wykryto

sumaryczna zawartość wynosiła odpowiednio: 9,54; 6,70; 7,25 oraz 8,23%. Największe zróżnicowanie dotyczyło zawartości kwasu laurynowego, który w preparatach B1 i B2 obecny był w ilościach kilkunastokrotnie mniejszych niż w pozostałych preparatach. Preparaty B1 i B2 odznaczały się najwyższą zawartością kwasu palmitynowego C16 (tab. I).

Różnice w zawartości KT nienasyconych w będących przedmiotem badań preparatach z reguły były statystycznie istotne. Zawartość kwasu oleinowego, n-9 (C18:1) mieściła się w zakresie 42,34–45,96%, natomiast linolowego n-6 (C18:2) w zakresie 16,36–19,06%. Nieco większe zróżnicowanie (4,32–5,22%) stwierdzono w przypadku kwasu linolenowego n-3 (C18:3). We wszystkich badanych preparatach stwierdzono obecność niewielkich ilości (0,06–0,13%) KT izomerii *trans* (tab. I).

Stwierdzone różnice w składzie KT nasyconych, jedno- i wielonienasyconych, w badanych preparatach, wynikają z zastosowania w nich tłuszczu z różnych źródeł. Zgodnie z deklaracją producenta preparat A1 zawierał wyłącznie tłuszcze roślinne. W preparatach od producenta B, oprócz olejów roślinnych, obecne były: tłuszcz z żółtka jaja (bogaty w fosfolipidy i cholesterol) oraz olej z ryb. Natomiast preparaty od producenta C zawierały oleje roślinne oraz olej z ryb. Wysoka zawartość średniołańcuchowych nasyconych KT w preparatach od producenta A i C była najprawdopodobniej konsekwencją zastosowania w ich produkcji oleju kokosowego. Oprócz witamin rozpuszczalnych w tłuszczach poszczególne preparaty zawierały antyoksydanty, pochodzące z żółtka jaja lub tłuszczów rybnych, co może tłumaczyć zróżnicowanie ich stabilności oksydacyjnej.

W trakcie 12 miesięcy przechowywania mlekozastępczych preparatów nie stwierdzono zmian zawartości KT nasyconych i jednonienasyconych, co potwierdza ich wysoką stabilność oksydacyjną. Stwierdzono natomiast znaczny spadek zawartości KT wielonienasyconych. Niezależnie od zróżnicowania składu frakcji lipidowej, każdorazowo spadek zawartości kwasu  $\alpha$ -linolenowego n-3 był większy niż kwasu linolowego n-6. Największe straty kwasu  $\alpha$ -linolenowego – aż o 61% – miały miejsce w trakcie przechowywania preparatu C3. W preparatach B1, B2 i C2 zawartość kwasu  $\alpha$ -linolenowego w trakcie przechowywania zmalała odpowiednio o: 41, 46 i 55%. Stosunkowo mniejsze straty kwasu  $\alpha$ -linolenowego dotyczyły preparatu A1 i C1 (odpowiednio 18 i 17%) (tab. II).

W znacznie mniejszym stopniu w trakcie przechowywania malała zawartość kwasu linolowego n-6. Jego straty w preparatach od producenta C były podobne i wynosiły odpowiednio C1 – 12, C2 – 16 i C3 – 19%; natomiast w preparatach B1 i B2 straty były znacznie niższe (odpowiednio 6,1 i 2,8%). Największy spadek (o 21%) zawartości kwasu linolowego n-6 stwierdzono w preparacie A1. Z kolei, zawartość kwasu eikozapentenowego (EPA) zmalała podczas 12 miesięcy przechowywania do ilości śladowych. Podobnie zawartość kwasu dokozaheksaenowego (DHA) w preparacie B1 i C2 zmalała do ilości śladowych; natomiast w preparatach C3, B2 oraz C1 spadek zawartości DHA był mniejszy i wynosił odpowiednio: 13, 17 oraz 26% (tab. II). Spadek zawartości wielonienasyconych KT podczas 12 miesięcy przechowywania preparatów do żywienia niemowląt (w oryginalnych, hermetycznie zamkniętych opakowaniach) wskazuje na nieskuteczną osłonę antyoksydacyjną.

Skutkiem utleniania nienasyconych kwasów tłuszczowych jest powstawanie nadtlenków i wodoronadtlenków lipidowych, z których następnie powstają tzw. wtórne

Table II. Porównanie zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w mlekozastępczych preparatach do żywienia początkowego niemowląt przed i po przechowywaniu (% sumy kwasów)

Table II. Comparison of contents of fatty acids (FA) in breast-milk substitutes before and after storage (% of total acids)

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe	Przechowywanie	Preparaty do żywienia niemowląt					
		A1	B1	B2	C1	C2	C3
C18:2 linołowy n-6	przed	19,06 <sup>aA</sup> ± 0,14	16,36 <sup>aB</sup> ± 0,05	17,71 <sup>aC</sup> ± 0,10	18,16 <sup>aD</sup> ± 0,27	18,56 <sup>aE</sup> ± 0,51	17,96 <sup>aCD</sup> ± 0,22
	po	14,96 <sup>bA</sup> ± 0,03	16,26 <sup>bB</sup> ± 0,01	17,34 <sup>bC</sup> ± 0,01	15,87 <sup>bD</sup> ± 0,20	15,50 <sup>bE</sup> ± 0,28	14,41 <sup>bE</sup> ± 0,11
C18:3 α-linolenowy n-3	przed	4,71 <sup>aA</sup> ± 0,05	4,76 <sup>aB</sup> ± 0,01	4,32 <sup>aC</sup> ± 0,03	4,32 <sup>aC</sup> ± 0,01	4,44 <sup>aD</sup> ± 0,03	5,22 <sup>aE</sup> ± 0,02
	po	3,82 <sup>bA</sup> ± 0,17	2,79 <sup>bB</sup> ± 0,04	2,29 <sup>bC</sup> ± 0,02	3,55 <sup>bD</sup> ± 0,01	1,97 <sup>bE</sup> ± 0,03	1,99 <sup>bE</sup> ± 0,02
C20:5 EPA n-3	przed	nW <sup>aA</sup>	0,17 <sup>aB</sup> ± 0,01	0,18 <sup>aB</sup> ± 0,01	0,23 <sup>aC</sup> ± 0,00	0,24 <sup>aD</sup> ± 0,00	0,22 <sup>aE</sup> ± 0,01
	po	nW <sup>aA</sup>	0,03 <sup>bB</sup> ± 0,00	0,02 <sup>bC</sup> ± 0,00	nW <sup>bA</sup>	nW <sup>bA</sup>	nW <sup>bA</sup>
C22:6 DHA n-3	przed	nW <sup>aA</sup>	0,17 <sup>aB</sup> ± 0,02	0,17 <sup>aB</sup> ± 0,01	0,23 <sup>aC</sup> ± 0,01	0,23 <sup>aC</sup> ± 0,01	0,23 <sup>aC</sup> ± 0,01
	po	nW <sup>aA</sup>	0,03 <sup>bA</sup> ± 0,00	0,14 <sup>bB</sup> ± 0,01	0,17 <sup>bB</sup> ± 0,01	nW <sup>bA</sup>	0,20 <sup>aB</sup> ± 0,09

Wyniki przedstawiono jako średnią arytmetyczną +/- odchylenie standardowe z 6 niezależnych oznaczeń (n=6) dla każdego preparatu

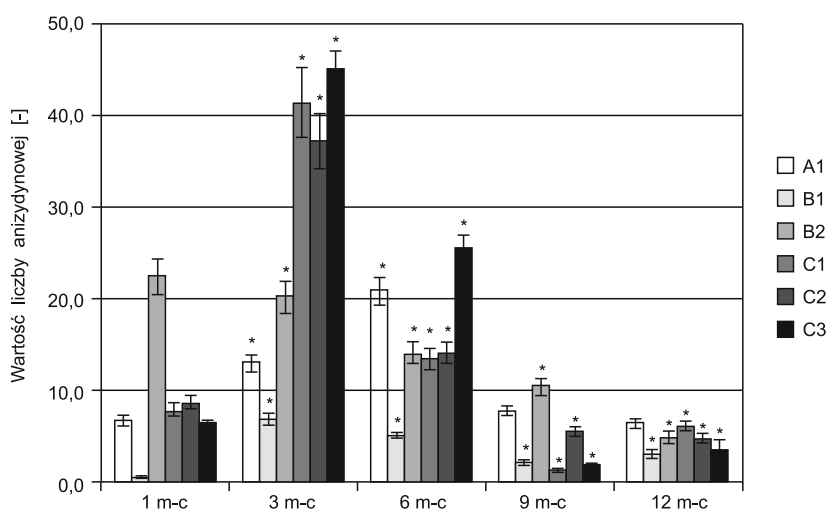
a-b – różnice statystycznie istotne pomiędzy zawartością WNKI w preparatach przed i po przechowywaniu (p<0,05)

A-F – różnice statystycznie istotne pomiędzy zawartością WNKI w poszczególnych preparatach (p<0,05)

nw – nie wykryto

produkty oksydacji. Zmiany zawartości wtórnych produktów oksydacji lipidów zawartych w mlekozastępczych preparatach do żywienia początkowego niemowląt, do których zaliczamy  $\alpha$ - oraz  $\beta$ -alkenale, nienasycone aldehydy i ketony, określano za pomocą liczby anizydynowej.

Uzyskane wyniki świadczą o zróżnicowanej dynamice powstawania wtórnych produktów oksydacji (ryc. 1). Badane preparaty w znacznym stopniu różniły się pod względem liczby anizydynowej; po 1 m-cu przechowywania w preparacie B2 zawartość wtórnych produktów oksydacji była ponad 7-krotnie wyższa niż w preparatach A1, C1, C2 i C3. Zaobserwowane różnice były statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ). Natomiast preparat B1 charakteryzował się najniższą liczbą anizydynową, niezależnie od czasu przechowywania (ryc. 1).



Ryc. 1. Zmiany liczby anizydynowej podczas przechowywania mlekozastępczych preparatów do żywienia początkowego niemowląt.

\* różnice statystycznie istotne w stosunku do 1 miesiąca przechowywania preparatów ( $p \leq 0,05$ )

Fig. 1. Changes in anisidine value during storage of breast-milk substitutes.

Po 3 miesiącach przechowywania stwierdzono wyraźny, w niektórych preparatach aż 8–20-krotny, wzrost liczby anizydynowej, co jest wynikiem przekształceń wcześniej nagromadzonych nadtlenuków i wodoronadtlenków. Natomiast w trakcie dalszego przechowywania wykazano spadek zawartości wtórnych produktów, podobnie do zaobserwowanych we wcześniejszych badaniach (13) zmian zawartości nadtlenuków – pierwotnych produktów oksydacji lipidów. Świadczy to o niskiej stabilności zarówno pierwotnych, jak też wtórnych produktów oksydacji lipidów.

Potwierdzeniem powstawania wtórnych produktów oksydacji w trakcie przechowywania (zwłaszcza w ostatnim etapie) mlekozastępczych preparatów jest również, wykazany w naszych wcześniejszych badaniach, wyraźny wzrost zawartości związków reagujących z kwasem tiobarbiturowym (TBARS). Poziom TBARS w badanych preparatach po 12 m-cach przechowywania był średnio o 55% wyższy niż po

1, 3, 6 i 9 m-cach (13). Najwyższe stężenie TBARS w preparatach B1 i B2 wynika z większych ilości jedno- i wielonienasyconych KT (m.in. kwasu linolowego n-6 i  $\alpha$ -linolenowego n-3), przy niższej zawartości KT nasyconych w porównaniu do preparatów C1–C3 (tab. I).

Ze względu na wysoką reaktywność, wtórne produkty oksydacji (aldehydy oraz ketony) mogą wchodzić w reakcje z grupami funkcyjnymi białek zawartych w mlekozastępczych preparatach do żywienia niemowląt. Wpływa to na spadek wartości odżywczej białek, a ponadto zmniejszoną rozpuszczalność i pogorszenie jakości sensorycznej (przebarwienia, nietypowe związki smakowo-zapachowe).

Uzyskane wyniki świadczą nie tylko o zakresie, ale także o dynamice procesów peroksydacji. Skutkiem peroksydacji lipidów podczas przechowywania preparatów do żywienia niemowląt był spadek zawartości WNKT; zawsze większy w przypadku kwasu  $\alpha$ -linolenowego n-3 niż linolowego n-6 (tab. II). Powstające pierwotne produkty utleniania KT (nadtlenki i wodoronadtlenki) ulegają przekształceniom do wtórnych produktów oksydacji, co potwierdza gwałtowny wzrost liczby anizydynowej po 3 m-cach przechowywania (ryc. 1). Wyraźny spadek liczby anizydynowej w końcowym etapie przechowywania badanych preparatów, podobnie jak wykazany we wcześniejszych badaniach (13) wzrost stężenia TBARS, świadczy o tym, że wtórne produkty oksydacji (aldehydy, ketony) reagują z grupami funkcyjnymi białek.

Wyniki badań dowodzą, że po upływie roku stabilność oksydacyjna lipidów wyraźnie spada, mimo że zakupiony produkt jest jeszcze w okresie przydatności do spożycia. Być może ilość, a zwłaszcza aktywność przeciwutleniaczy (np. witamin: A, D, E i C, selenu) w preparatach mlekozastępczych po tak długim okresie przechowywania jest zbyt mała, żeby skutecznie zapobiegać autooksydacji WNKT, co manifestuje się spadkiem zawartości wielonienasyconych KT oraz zmianami liczby anizydynowej.

W naszych wcześniejszych pracach wykazano wysoki poziom pierwotnych produktów oksydacji (nadtlenków), mimo że frakcja lipidowa badanych preparatów zawierała głównie KT nasycone oraz jednonienasycone; przy zawartości WNKT w ilości 20–25% (13). Różnice w poziomie nadtlenków, w kolejnych miesiącach przechowywania (1, 3, 6, 9 i 12 miesięcy), wynikały z odmiennych proporcji KT nasyconych, jedno- i wielonienasyconych, a także zawartości i aktywności antyoksydantów (głównie witamin rozpuszczalnych w tłuszczu) w poszczególnych preparatach (13). Fakt, że już po zakupieniu preparatów liczba nadtlenkowa osiągnęła wartość w przedziale 30–65 mEq O<sub>2</sub>/kg tłuszczu świadczy o znacznym zaawansowaniu procesów oksydacji. Przekracza to kilka- a nawet kilkunastokrotnie dopuszczalne normy FAO/WHO dla rafinowanych olejów roślinnych, które zgodnie z normami wynoszą do 5,0 mEq O<sub>2</sub>/kg tłuszczu (7). Podczas kolejnych miesięcy przechowywania preparatów do żywienia niemowląt obserwowano spadek zawartości WNKT, wahania (spadek i wzrost) liczby nadtlenkowej i powstawanie znacznych ilości wtórnych produktów utleniania (13).

Z badań innych autorów również wynika, że poziom nadtlenków jest wartością labilną, co wskazuje, że nie może być wiarygodnym wskaźnikiem oceny stopnia zaawansowania procesów utleniania nienasyconych KT, zawartych w lipidach obecnych w żywności (14, 15). Bardziej wiarygodnych danych dostarcza analiza wtórnych produktów peroksydacji lipidów (11).

Fakt, że w ocenie bezpieczeństwa zdrowotnego preparatów do żywienia niemowląt uwzględnia się tylko jeden, ponadto nietrwały parametr, jakim jest liczba nadtlenkowa świadczy o całkowitej ignorancji zagrożeń dla zdrowia najmłodszych. Tym bardziej, że cytotoksyczność i genotoksyczność wtórnych produktów oksydacji lipidów znana jest od dawna (3). Mimo, iż preparaty do żywienia niemowląt uznawane są za żywność specjalnego przeznaczenia, ich bezpieczeństwo zdrowotne jest iluzoryczne.

## WNIOSKI

1. Spadek zawartości wielonienasyconych KT podczas przechowywania wskazuje, że w żadnym z badanych preparatów do żywienia początkowego niemowląt nie zastosowano skutecznej osłony antyoksydacyjnej.
2. O braku stabilności oksydacyjnej badanych preparatów mlekozastępczych świadczy wysoki poziom wtórnych produktów oksydacji, reagujących z *p*-anizydyną.
3. Zarówno zmiany w składzie kwasów tłuszczowych, jak też wysoki poziom wtórnych produktów oksydacji lipidów nie tylko nie potwierdzają bezpieczeństwa zdrowotnego badanych preparatów, ale wskazują na zagrożenie dla zdrowia niemowląt.

G. Cichosz, H. Czczot, A. Ambroziak, M. Kowalska

### THE INFLUENCE OF STORAGE ON THE PROFILE OF FATTY ACIDS IN BREAST-MILK SUBSTITUTES

#### Summary

Breast-milk substitutes are characterised by high fat content (21,0 – 27,7 g/100 g powder); They contain saturated (FA), monounsaturated (MUFA) and polyunsaturated (PUFA) fatty acids. The PUFAs are particularly susceptible to oxidation; the process of oxidation occurs exponentially in proportion to their content and number of unsaturated bonds. Therefore, oxidative stability of breast-milk substitutes is their most important health safety parameter.

Six commercial breast-milk substitutes were evaluated in terms of their fatty acid proportions, as well as the content of secondary products of fatty acids oxidation resulting from the disintegration of peroxide (anisidine value test) during storage. After 12 months of storage, a significant decrease in polyunsaturated fatty acid contents (always greater for the n-3  $\alpha$ -linolenic than the n-6 linoleic acid) and high levels of secondary products of lipid oxidation (reactive with para-anisidine) were observed. These results do not merely fail to confirm that the tested breast-milk substitutes are safe, but rather indicate that they may be harmful to infants' health.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Stolarczyk A.*: Tłuszcze w mlekach dla niemowląt i w wybranych preparatach leczniczych. *Pediatr Współcz. Gastroenterol. Hepatol i Żywnie Dziecka*, 1999; 1(2/3): 155-160. – 2. European Commission. Commission Directive 2006/141/EC of 22 December 2006 on infant formulae and follow-on formulae and amending Directive 1999/21/EC. – 3. *Esterbauer H.*: Cytotoxicity and genotoxicity of lipids – oxidation products. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1993; 57/suppl.: 779-786. – 4. *Niederhofer L.J., Daniels J.S., Rauzer C.A., Greene R.E., Marnett L.J.*: Malonaldehyde, a product of lipid peroxidation is mutagenic in human cells, *J. Biol. Chem.*, 2003; 278: 31426-31433. – 5. *Przybyszewski W.M., Kasperczyk J., Stokłosa K., Bkhiyan A.*: Uszkodzenia DNA powodowane przez produkty peroksydacji lipidów, *Postępy Hig. Med. Dośw.*,

2005; 59: 75-81. – 6. *Rodriguez-Alcalá L.M., García-Martínez M.C., Cachón F., Marmesat S, Alonso L, Marquez-Ruiz G* i in.; Changes in the lipid composition of powdered infant formulas during long-term storage. *J. Agric. Food Chem.*, 2007; 55: 6533-6538. – 7. Norma PN-A-86908: 2000 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Rafinowane oleje roślinne. – 8. *Martysiak-Żurowska D., Stołyhwo A.*: Szkodliwe dla zdrowia izomery trienowych kwasów tłuszczowych w mleku początkowym i następnym do żywienia niemowląt. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 2005; 2(43): 108-117. – 9. *Toledo P., Andren A.*: Content of beta carotene in organic milk. *J. Food Agric. Environ.*, 2003; 1, 2: 122-125. – 10. Norma PN-EN ISO 5508:1996 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.

11. *White P. J.*: Conjugated diene, anisidine value, and carbonyl value analyses. in: *Methods to Assess the Quality and Stability of Oils and Fat-Containing Foods*, 1995: 159-176. – 12. *van der Merwe G. H., du Plessis L. M., Taylor J. R. N.*: Changes in chemical quality indices during long-term storage of palm-olein oil under heated storage and transport type conditions. *J. Sci. Food Agric.*, 2003; 84: 52-58. – 13. *Czczot H., Cichosz G., Ambroziak A.*: Poziom peroksydacji lipidów w mlekozastępczych preparatach do żywienia początkowego niemowląt. *Pol. Merk Lek.*, 2015; 38(224): 93-99. – 14. *Manglano P., Lagarda M.J., Silvestre M.D., Vidal C., Clemente G., Farré R.*: Stability of the lipid fraction of milk-based infant formulas during storage. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2005; 107: 815-823. – 15. *Semeniuc C., Gus C., Rotar A.M., Sociaci S., Suharoschi R., Laslo C.*: Effect of Storage Time on the Oxidative Status of Infant Formula, *Bull. UASVM Agriculture*, 2009; 66(2): 448-452.

Adres: 10-726 Olsztyn, Plac Cieszyński 1



*Beata Paszczyk*

## SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH, UDZIAŁ CLA ORAZ IZOMERÓW *TRANS* C18:1 I C18:2 W SERACH Z PRODUKCJI EKOLOGICZNEJ

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

*Przedmiotem badań była ocena składu kwasów tłuszczowych, ze szczególnym uwzględnieniem zawartości kwasu *cis9trans11* C18:2 (CLA) oraz izomerów *trans* C18:1 i C18:2 w serach pochodzących z produkcji ekologicznej.*

*Badane produkty odznaczały się zróżnicowaną zawartością tłuszczu oraz zróżnicowanym udziałem poszczególnych grup kwasów tłuszczowych: krótkołańcuchowych, nasyconych, jednonienasyconych oraz wielonienasyconych. Wszystkie badane produkty zawierały sprzężony kwas linolowy *cis9trans11* C18:2 (CLA) oraz izomery *trans* kwasu C18:1 i C18:2. Udział tych izomerów w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu badanych serów ekologicznych był zróżnicowany.*

Słowa kluczowe: kwasy tłuszczowe, CLA, izomery *trans*, sery, produkcja ekologiczna.

Key words: fatty acids, CLA, *trans* isomers, cheeses, organic production.

Tłuszcz mlekowy pod względem składu kwasów tłuszczowych zaliczany jest do najbardziej złożonych tłuszczów jadalnych. W jego składzie stwierdzono występowanie ponad 400 kwasów tłuszczowych (1). Charakterystyczną cechą tłuszczu mlekowego jest obecność krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (C4 do C10) oraz wysoka zawartość kwasów nasyconych. Tłuszcz mlekowy zawiera też związki, którym przypisuje się działanie biologicznie korzystne dla zdrowia człowieka, np. kwas wakcenyowy oraz izomery kwasu linolowego o sprzężonym układzie podwójnych wiązań. Najbardziej aktywnym biologicznie w tej grupie kwasów jest kwas *cis9trans11* C18:2 (CLA), który jest dominującym składnikiem sprzężonych dienów tłuszczu mlekowego. Jemu przypisuje się szereg prozdrowotnych właściwości (2, 3, 4). Ilościowy skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego ulega zmianom pod wpływem różnych czynników, do których należą: sposób żywienia zwierząt, rasa krów, okres laktacji, właściwości osobnicze, warunki klimatyczne, stan zdrowia, wiek i inne. Z wymienionych czynników najistotniejszy wpływ wywiera sposób żywienia (5, 6, 7). Tłuszcz mlekowy w sezonie żywienia krów paszą zieloną zawiera znacznie więcej kwasów z grupy C18, w tym głównie kwasu C18:1 oraz znacznie mniej kwasu palmitynowego i mirystynowego niż w sezonie żywienia oborowego. Tłuszcz mlekowy z pastwiskowego okresu żywienia krów odznacza się też wyż-

szą zawartością sprzężonego kwasu linolowego *cis9trans11* C18:2 oraz izomerów *trans* kwasu C18:1 i C18:2 (7, 8, 9). Według Żegarskiej i współpr. (9) udział kwasu *cis9trans11* C18:2 w tłuszczu z zimy kształtował się w przedziale od 0,32 do 0,52% ogólnego składu kwasów tłuszczowych, w tłuszczu z lata od 1,06 do 1,76%. Lipiński i współpr. (7) podają, że zawartość CLA w tłuszczu mlekowym kształtowała się w przedziale od 0,38% w marcu do 1,68% w sierpniu. Specyficzne warunki panujące w gospodarstwach ekologicznych m.in. urozmaicona baza paszowa mogą mieć wpływ na jakość mleka oraz na poziom kwasów tłuszczowych w tym mleku (10). Badania Popović-Vranješ i współpr. (11) wykazały, że mleko ekologiczne odznaczało się niższą zawartością nasyconych i monoenowych kwasów tłuszczowych oraz wyższą zawartością polienowych kwasów tłuszczowych w porównaniu z mlekiem pozyskiwanym od krów z gospodarstw konwencjonalnych. Jahreis i współpr. (12, 13) oznaczali skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka krów z gospodarstw stosujących żywienie konwencjonalne (oborowe przez cały rok – I grupa oraz ze zmianą na pastwiskowe latem – II grupa) i z gospodarstw stosujących żywienie ekologiczne (oborowe zimą i pastwiskowe latem). Autorzy wykazali, że zawartość CLA była najwyższa w mleku krów z gospodarstw ekologicznych (0,80%), a najniższa w mleku krów, przebywających przez cały rok w oborze, żywionych koncentratami i kiszonkami (0,34%). Według badań Kuczyńskiej i współpr. (5) poziom CLA w mleku ekologicznym w zależności od modelu żywienia krów kształtował się od 0,38 do 0,95% w mleku z okresu żywienia zimowego i od 0,93% do 2,05% w mleku z okresu żywienia letniego.

W Polsce mleko oraz produkty mleczarskie pochodzące z certyfikowanych gospodarstw ekologicznych cieszą się coraz większą popularnością. Stąd też celem pracy była ocena składu kwasów tłuszczowych, ze szczególnym uwzględnieniem poziomu kwasu *cis9trans11* C18:2 (CLA) oraz izomerów *trans* C18:1 i C18:2 w tłuszczu serów pochodzących z produkcji ekologicznej.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły sery dojrzewające pochodzące z produkcji ekologicznej, wyprodukowane z mleka krowiego. Objęte badaniem sery zakupiono na Festiwalu Serów Farmerskich i Tradycyjnych. Przebadano 15 rodzajów serów pochodzących z różnych gospodarstw ekologicznych. Do badań zakupiono po dwie próbki każdego rodzaju sera. Łącznie przeanalizowano 30 próbek serów.

Zawartość tłuszczu w objętych badaniem serach oznaczono metodą *Schmidta-Bądzynskiego-Ratzlaffa* (14).

Do oznaczania składu kwasów tłuszczowych tłuszcz z serów wydzielano metodą *Folcha* (15).

Z wydzielonego tłuszczu przygotowywano estry metylowe wg metody IDF (16).

Skład kwasów tłuszczowych oznaczano metodą chromatografii gazowej (GC) na 100 m kolumnie kapilarnej z fazą stacjonarną CP Sil 88. Średnica kolumny 0,25 mm, grubości filmu 0,20  $\mu\text{m}$ .

Oznaczenia przeprowadzano w następujących warunkach: temp. kolumny 60°C (przez 1 min) do 180°C,  $\Delta t = 5^\circ\text{C}/\text{min.}$ , temp. detektora 250°C, temp. dozownika

225°C, gaz nośny hel, przepływ gazu 1,5 cm<sup>3</sup>/min, split: 50:1. Wszystkie oznaczenia przeprowadzano w dwóch równoległych powtórzeniach.

Udziały procentowe oznaczonych kwasów tłuszczowych przedstawiono w % masowych (jako procentowy udział poszczególnych kwasów tłuszczowych w stosunku do ogólnej ilości kwasów tłuszczowych). Wartości średnie wybranych grup kwasów tłuszczowych, udział CLA oraz oznaczonych izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych i odchylenia standardowe obliczono w programie Excel.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zawartość tłuszczu oraz udział w nim wybranych grup kwasów tłuszczowych (krótkołańcuchowych, nasyconych, jednonienasyconych oraz wielonienasyconych) w tłuszczu wydzielonym z badanych serów podano w tab. I. Udział kwasu *cis9trans* 11 C18:2 (CLA) w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu wydzielonego z serów przedstawiono na ryc. 1. Na ryc. 2 przedstawiono sumaryczną zawartość oznaczonych izomerów *trans* kwasu C18:1 i C18:2.

Objęte badaniem sery ekologiczne odznaczały się zawartością tłuszczu mieszczącą się w przedziale od 21,72% (produkt nr 12) do 45,17% (produkt nr 1) (tab. I). Tak duże zróżnicowanie w zawartości tłuszczu stwierdzili też Tokarz i współpr. w handlowych serach (17). W badanych przez autorów serach tłuszcz stanowił od 14,35% do 35,89%. Rutkowska i współpr. (18) podają, że zawartość tłuszczu w handlowych serach dojrzewających z północno-wschodniego rejonu Polski była w granicach od 20,30% do 28,68%.

Zamieszczone w tab. I wyniki wskazują, że w tłuszczu wszystkich badanych serów, tak jak w tłuszczu mlekowym, dominowały nasycone kwasy tłuszczowe. Udział tej grupy kwasów tłuszczowych w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu badanych produktów kształtował się w przedziale od 56,12 do 70,59%. Średnia zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych była na poziomie 67,92%. W tej grupie kwasów w największej ilości występował kwas palmitynowy (C16:0), którego udział w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu wydzielonego z badanych serów wynosił od 25,54 do ponad 42%.

Udział krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (od kwasu C4 do C10) w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu wydzielonego z badanych serów kształtował się w przedziale od 8,66% (produkt nr 8) do 12,51% (produkt nr 10) (tab.I.). W tej grupie kwasów tłuszczowych w największej ilości występował kwas masłowy (C4:0), który stanowił od 2,55 do 3,57%.

Tłuszcz wydzielony z objętych badaniem serów ekologicznych odznaczał się zróżnicowanym udziałem jednonienasyconych kwasów tłuszczowych. Łączna zawartość tej grupy kwasów tłuszczowych w tłuszczu wydzielonym z analizowanych serów była w przedziale od 18,71% (produkt nr 1) do 32,37% (produkt nr 8) (tab. I.). Wśród kwasów jednonienasyconych w największej ilości występował kwas oleinowy (C18:1). Handlowe sery pochodzące z okresu zimowego badane przez Grega i współpr. (19) zawierały od 20,81 do 28,92% jednonienasyconych kwasów tłuszczowych. W serach z okresu lata badanych przez tych autorów kwasy te stanowiły od 24,93 do 30,21% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych.

Tab e l a I. Zawartość tłuszczu i udział poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w tłuszczu badanych serów (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych)

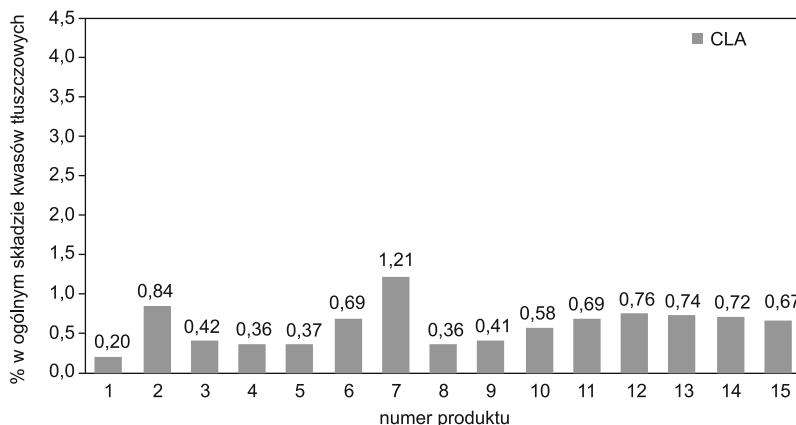
Table I. Fat content and content of some groups of fatty acids in fat of examined cheeses (% of total fatty acids)

Numer produktu	Zawartość tłuszczu (%)	$\Sigma$ kwasów krótkołańcuchowych (C4-C10) $\bar{x} \pm SD$	$\Sigma$ kwasów nasyconych $\bar{x} \pm SD$	$\Sigma$ kwasów jednonienasyconych $\bar{x} \pm SD$	$\Sigma$ kwasów wielonienasyconych $\bar{x} \pm SD$
1	45,17	8,99 $\pm$ 0,82	70,59 $\pm$ 0,37	18,71 $\pm$ 0,39	1,70 $\pm$ 0,06
2	36,17	10,84 $\pm$ 0,09	56,12 $\pm$ 0,38	29,58 $\pm$ 0,25	3,48 $\pm$ 0,06
3	43,97	9,87 $\pm$ 0,06	66,37 $\pm$ 0,10	21,39 $\pm$ 0,02	2,40 $\pm$ 0,03
4	31,07	9,53 $\pm$ 1,20	63,34 $\pm$ 1,21	24,69 $\pm$ 0,04	2,45 $\pm$ 0,02
5	40,45	10,08 $\pm$ 0,09	62,09 $\pm$ 0,30	25,23 $\pm$ 0,28	2,62 $\pm$ 0,09
6	38,64	10,40 $\pm$ 0,66	61,22 $\pm$ 0,47	25,64 $\pm$ 0,14	2,74 $\pm$ 0,05
7	26,04	10,35 $\pm$ 0,19	58,30 $\pm$ 0,20	27,37 $\pm$ 0,43	4,01 $\pm$ 0,06
8	39,72	8,66 $\pm$ 0,19	56,63 $\pm$ 0,18	32,37 $\pm$ 0,01	2,36 $\pm$ 0,02
9	32,07	9,99 $\pm$ 0,42	61,52 $\pm$ 0,01	25,86 $\pm$ 0,38	2,64 $\pm$ 0,08
10	39,75	12,51 $\pm$ 1,11	66,27 $\pm$ 0,69	18,82 $\pm$ 1,56	2,43 $\pm$ 0,26
11	23,18	10,13 $\pm$ 0,17	60,78 $\pm$ 0,27	25,96 $\pm$ 0,35	3,14 $\pm$ 0,08
12	21,72	10,00 $\pm$ 0,09	57,82 $\pm$ 0,05	28,80 $\pm$ 0,14	3,38 $\pm$ 0,01
13	40,39	9,24 $\pm$ 0,19	61,54 $\pm$ 0,01	26,00 $\pm$ 0,20	3,25 $\pm$ 0,01
14	27,41	11,84 $\pm$ 0,40	62,73 $\pm$ 0,52	21,72 $\pm$ 0,08	3,72 $\pm$ 0,04
15	32,35	9,24 $\pm$ 0,86	63,54 $\pm$ 0,16	24,33 $\pm$ 0,55	2,89 $\pm$ 0,17
$\bar{x} \pm SD$	<b>35,54 <math>\pm</math> 7,48</b>	<b>10,11 <math>\pm</math> 1,03</b>	<b>67,92 <math>\pm</math> 3,90</b>	<b>25,10 <math>\pm</math> 3,78</b>	<b>2,88 <math>\pm</math> 0,61</b>

Kwasy wielonienasycone w tłuszczu wydzielonym z badanych serów ekologicznych wynosiły od 1,70% (produkt nr 1) do 3,72% (produkt nr 14) (tab. I.). Zbliżone zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych od 2,15 do 3,65% stwierdzili Grega i współpr. (19) w handlowych serach pochodzących z okresu lata. Poziom tych kwasów tłuszczowych w handlowych serach pochodzących z okresu zimowego badanych przez tych autorów był w przedziale od 1,67 do 2,82%.

W tłuszczu wydzielonym z wszystkich objętych badaniem serów ekologicznych stwierdzono zawartość kwasu linolowego o wiązaniach sprzężonych (*cis*<sup>9</sup>*trans*<sup>11</sup> C18:2, CLA). Ocenia się, że w tłuszczu mleka i produktów mleczarskich izomer ten stanowi od 80 do 93% wszystkich izomerów CLA (20). Na zawartość CLA w mleku istotny wpływ wywiera sposób żywienia zwierząt związany z porą roku. Według danych literaturowych udział kwasu CLA w mleku z okresu żywienia pastwiskowego jest prawie czterokrotnie wyższy niż w mleku z okresu żywienia oborowego (7, 8, 9). Poziom kwasu *cis*<sup>9</sup>*trans*<sup>11</sup> C18:2 w produktach mleczarskich może być inny niż w mleku stanowiącym surowiec do ich produkcji. Wyniki niektórych badań wskazują, że np. obróbka technologiczna stosowana w przemyśle, czas dojrzewania,

stosowane dodatki mogą wpływać na udział CLA w składzie kwasów tłuszczowych produktów mleczarskich (21, 22).



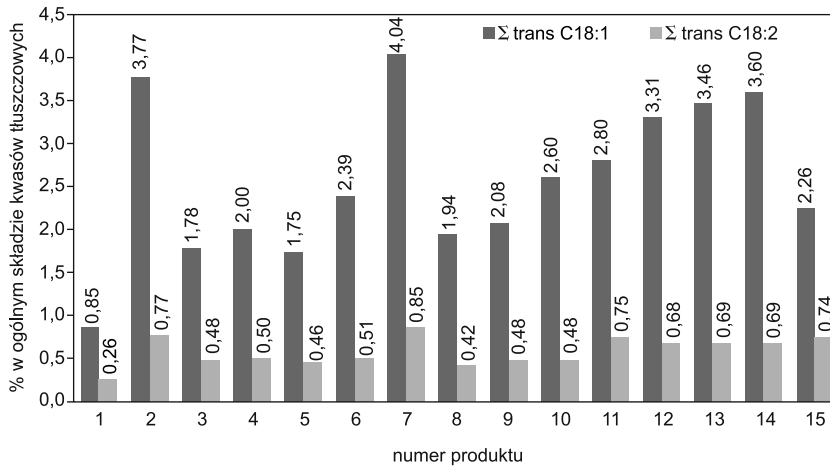
Ryc. 1. Zawartość CLA w tłuszczu badanych serów (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

Fig. 1. Content of CLA in fat of examined cheeses (% of total fatty acids).

Przeprowadzone badania wykazały, że udział izomeru *cis9trans11* C18:2 w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu wydzielonego z objętych badaniem serów był bardzo zróżnicowany, kształtował się od 0,20% (produkt nr 1) do 1,21% (produkt nr 7) (ryc. 1.). Duże zróżnicowanie w zawartości tego kwasu może być spowodowane, z jednej strony różną jakością mleka stanowiącego surowiec do ich produkcji oraz być może różnym czasem dojrzewania badanych serów. *Grega* i współpr. (19) podają, że udział CLA w różnych gatunkach handlowych serów był w przedziale od 0,20 do 0,95% zimą oraz od 0,61 do 1,57% latem. Według badań *Żegarskiej* i współpr. (23) zawartość kwasu *cis9trans11* C18:2 w handlowych serach twardych zakupionych w lutym i marcu wynosiła od 0,48 do 1,68% ogólnego składu kwasów tłuszczowych. W serach twardych zakupionych w październiku i listopadzie od 0,97 do 1,46%.

Izomery *trans* kwasu C18:1 w tłuszczu wydzielonym z objętych badaniem serów ekologicznych występowały w ilości od 0,85% (produkt nr 1) do 4,04% (produkt nr 7) (ryc. 2.). Sumaryczna zawartość tych izomerów w serach handlowych zakupionych w lutym i marcu badanych przez *Żegarską* i współpr. (23) kształtowała się w przedziale od 1,65 do 4,42% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych. Udział tych izomerów w serach z października i listopada wynosił od 4,14 do 4,69%.

Łączna zawartość oznaczonych izomerów *trans* kwasu C18:2 w tłuszczu wydzielonym z badanych serów kształtowała się w przedziale od 0,26% (produkt nr 1) do 0,85% (produkt nr 7) (ryc. 2.). Według badań *Żegarskiej* i współpr. (23) zawartość izomerów *trans* kwasu C18:2 w serach z lutego i marca wynosiła od 0,44% do 1,17%, a w serach z października i listopada od 0,96% do 1,11% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych.



Ryc. 2. Zawartość izomerów *trans* C18:1 i izomerów *trans* C18:2 w tłuszczu badanych serów (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

Fig. 2. Content of *trans* C18:1 and *trans* C18:2 isomers in fat of examined cheeses (% of total fatty acids).

## PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania wskazują, że badane sery ekologiczne odznaczały się zróżnicowaną zawartością tłuszczu. Procentowy udział poszczególnych grup kwasów tłuszczowych, sprzężonego kwasu linolowego *cis9trans11* C18:2 (CLA) oraz izomerów *trans* C18:1 i C18:2 w tłuszczu wydzielonym z objętych badaniem serów był zróżnicowany, co może świadczyć o różnej jakości mleka zastosowanego do ich wytworzenia wynikającej m.in. z różnic w sposobie żywienia zwierząt w poszczególnych gospodarstwach ekologicznych.

B. Paszczyk

### FATTY ACID COMPOSITION, THE PROPORTION OF CLA AND *TRANS* ISOMERS OF C18:1 AND C18:2 ACIDS IN CHEESES FROM ORGANIC PRODUCTION

#### Summary

Studies were carried out to evaluate the fatty acid composition, with particular focus on *cis9trans11* C18:2 (CLA) acid and *trans* isomers of C18:1 and C18:2 fatty acid contents in cheeses from organic production.

The tested products were characterized by different fat content and varying proportions of the short-chain, saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids groups. All tested products contained conjugated linoleic acid *cis9trans11* C18:2 and *trans* isomers of C18:1 and C18:2 acids. The contribution of those isomers to the total fatty acids composition in the fat of the analyzed organic cheeses was different.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Jensen R.G.*: Invited review: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *J. Dairy Sci.*, 2002; 85(2): 295-350. – 2. *Parodi P.W.*: Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents, *J. Nutr.*, 1997: 1055-1059. – 3. *Parodi P.W.*: Symposium: a bold new look at milk fat. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat, *J. Dairy Sci.*, 1999; 82: 1339-1349. – 4. *Przybojewska B., Rafalski H.*: Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka. Sprężony kwas linolowy (CLA), *Przegl. Mlecz.*, 2003; 5: 173-175. – 5. *Kuczyńska B., Nałęcz-Tarwacka T., Puppel K., Gołębiowski M., Grodzki H., Słószarz J.*: The content of bioactive components in milk depending on cow feeding model in certified ecological farms. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2011; 56(4): 7-13. – 6. *Radkowska I.*: Wpływ system utrzymania i żywienia na zawartość kwasów tłuszczowych, witamin oraz makroelementów w mleku krów rasy holendersko-fryzyskiej. *Roczn. Nauk. Zoot.*, 2013; 40(2): 171-182. – 7. *Lipiński K., Stasiewicz M., Rafałowski R., Kaliniewicz J., Purwin C.*: Wpływ sezonu produkcji mleka na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2012; 1(80): 72-80. – 8. *Żegarska Z., Paszczyk B., Borejszo Z.*: *Trans* fatty acids in milk fat. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1996; 5/46,(3): 89-97. – 9. *Żegarska Z., Paszczyk B., Rafałowski R., Borejszo Z.*: Annual changes in the content of unsaturated fatty acids with 18 carbon atoms, including *cis*9,*trans*11 C18:2 (CLA) acid, in milk fat. *Pol. J. Nutr. Sci.*, 2006; 15/56,(4): 409-414. – 10. *Rembalkowska E., Zalecka A.*: Mleko ekologiczne a konwencjonalne – różnice w wartości odżywczej. *Przegl. Mlecz.*, 2012; 11: 8-9.
11. *Popović-Vranješ A., Sović M., Pejanović R., Jovanović S., Krajinović G.*: The effect of organic milk production on certain milk quality parameters. *Acta Veterinaria (Beograd)*, 2011; 61, 4: 415-421. – 12. *Jahreis G., Fritsche J., Steinhart H.*: Monthly variations of milk composition with special regard to fatty acids depending on season and farm management systems-conventional versus ecological. *Fett/Lipid*, 1996; 98(11): 356-359. – 13. *Jahreis G., Fritsche J., Steinhart H.*: Conjugated linoleic acid in milk fat: high variation depending on production system. *Nutr. Res.*, 1997; 17(9): 1479-1484. – 14. PN-73/A-86232 Mleko i przetwory mleczne. Sery. Metody badań. – 15. *Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H.*: A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 1957; 226: 497-509. – 16. IDF standard 182:1999, Milkfat: Preparation of fatty acid methyl esters. – 17. *Tokarz A., Bialek A., Krasowska M.*: Ocena zawartości kwasu żwaczowego (*cis*-9,*trans*-11 CLA) w wybranych gatunkach serów. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008; 41(3): 580-584. – 18. *Rutkowska J., Sadowska A., Tabaszewska M., Stołyhwo A.*: Skład kwasów tłuszczowych serów podpuszczkowych pochodzących z rejonu Polski: północnego, wschodniego i centralnego. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009; 42(3): 263-269. – 19. *Grega T., Sady M., Najgebauer D., Domagała J., Pustkowiak H., Faber B.*: Seasonal changes in the level of conjugated linoleic acid (CLA) in ripened cheeses. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2005; 21 (5-6): 251-253. – 20. *Lin H., Boylston T.D., Chang M.J., Lueddecke L.D.*: Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. *J. Dairy Sci.*, 1995; 78: 2358-2365.
21. *Jiang J., Björck L., Fondèn R.*: Conjugated linoleic acid in Swedish dairy products with special reference to the manufacture of hard cheeses. *Int. Dairy J.*, 1997; 7: 863-867. – 22. *Jiang J., Björck L., Fondèn R.*: Production of conjugated linoleic acid by dairy starter cultures. *J. Appl. Microbiol.*, 1998; 85: 98-102. – 23. *Żegarska Z., Paszczyk B., Borejszo Z.*: Conjugated linoleic acid (CLA) and *trans* C18:1 and C18:2 isomers in fat of some commercial dairy products., *Pol. J. Natur. Sci.*, 2008; 23(1): 248-256.

*Magdalena Zychnowska, Krzysztof Krygier, Marlena Iwańczuk*

## ANALIZA ZAWARTOŚCI I JAKOŚCI TŁUSZCZU W POLSKICH SMAŻONYCH CHIPSACH ZIEMNIACZANYCH

Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych  
Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Kierownik: prof. dr hab. K. Krygier

*Celem pracy była analiza zawartości i jakości tłuszczów zawartych w 17 rodzajach chipsów dostępnych na rynku warszawskim. Oznaczano LK oraz LOO, gdzie 2 próbki nie spełniały wymagań Codex Alimentarius. Nie zaobserwowano wpływu rodzaju użytego surowca na jakość chipsów. Brak istotnie statystycznych różnic w wartościach LOO dla chipsów pakowanych w atmosferze ochronnej oraz tych, pakowanych z dostępem powietrza. Analizowane chipsy ziemniaczane nie zawierały w swoim składzie tłuszczów utwardzonych, czyli źródeł izomerów trans.*

Słowa kluczowe: chipsy, kwasy tłuszczowe, liczba kwasowa, liczba nadtlenkowa, smażenie.

Key words: chips, fatty acids, acid value, peroxide value, frying.

Chipsy ziemniaczane to jeden z najpopularniejszych artykułów żywnościowych typu przekąskowego (z ang. snack food). Otrzymywane są z obranych, surowych ziemniaków pokrojonych w cienkie plasterki, usmażonych w głębokim tłuszczu roślinnym, a następnie zaprawionych lub nie przyprawami smakowymi (1).

Dobrej jakości chipsy to produkt o słomkowożółtej barwie, swoistym smaku i zapachu oraz chrupkiej, delikatnej konsystencji, wysmażony do wilgotności 2%, zawierający odpowiednią ilość tłuszczu (33–40%). Chipsy ziemniaczane o takich walorach można uzyskać podczas procesu smażenia oraz za pomocą odpowiednio dobranego surowca. Spośród cech organoleptycznych za najważniejszy wyróżnik jakości chipsów ziemniaczanych uważana jest ich konsystencja. Właściwa konsystencja zależy od: zawartości tłuszczu, skrobi i suchej masy w surowcu, parametrów smażenia (zwłaszcza czasu) oraz grubości plasterków. Smak i zapach chipsów kształtowany jest w procesie technologicznym. Prawidłowy smak i zapach limitowany jest dużą zawartością w surowcu skrobi i suchej masy oraz małą zawartością cukrów redukujących. Ściśle związana z zawartością cukrów redukujących jest też barwa (1, 2).

Zawartość wody wpływa nie tylko na konsystencję chipsów ziemniaczanych, jest również głównym czynnikiem warunkującym trwałość produktu. Wzrost wilgotności prowadzi do degradacji tłuszczu zawartego w produkcie. W czasie smażenia w tłuszczu zachodzą zmiany (utlenianie, hydroliza, polimeryzacja), które kontynuowane są w czasie przechowywania. W wyniku procesów oksydacyjnych powstaje szereg



związków nadających chipsom smak i zapach zjełczałego tłuszczu, a przy daleko posuniętym rozkładzie zachodzi też obawa powstania związków toksycznych. Na ograniczenie tych zmian wpływa: odpowiednia temperatura przechowywania, opakovania o odpowiedniej barierowości, pakowanie w atmosferze azotu, wprowadzenie dodatków o charakterze antyoksydacyjnym (1).

Ze względu na specyficzną strukturę oraz wysoki stopień odwodnienia chipsów, absorbują one znaczne ilości tłuszczu stosowanego do smażenia, co znacznie podnosi ich wartość energetyczną, dlatego od lat prowadzi się badania nad zmniejszeniem ilości absorbowanego tłuszczu przy zachowaniu odpowiednich cech sensorycznych. Można to osiągnąć poprzez: wprowadzenie roztworów blanszujących, zastosowanie pochodnych celulozy obniżających poziom absorbowanego tłuszczu nawet do 85%, podsuszanie plastrów ziemniaka przed smażeniem lub dosuszenie ich po procesie smażenia (2–5). Istnieje również możliwość prowadzenia procesu w znacznie niższych temperaturach (nawet o kilkadziesiąt stopni Celsjusza) w stosunku do procesu smażenia w standardowych warunkach, dzięki temu straty substancji biologicznie czynnych są znacznie niższe (6).

Z powodu niekorzystnych zmian zachodzących w tłuszczach podczas smażenia oraz wysokiej zawartości tłuszczu w gotowym produkcie, spożywanie chipsów budzi wiele kontrowersji żywieniowych. Istnieje potwierdzona naukowo zależność między wysokim spożyciem tłuszczów, przede wszystkim nasyconych kwasów tłuszczowych i izomerów *trans*, a rozwojem chorób cywilizacyjnych, takich jak: otyłość, nadciśnienie tętnicze, miażdżycy, cukrzyca oraz niektórych chorób nowotworowych i dlatego od lat prowadzone są badania nad obniżaniem zawartości tłuszczu w chipsach (4, 2, 7).

Celem pracy była analiza zawartości i jakości tłuszczów obecnych w polskich smażonych chipsach ziemniaczanych.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły chipsy zakupione losowo w sklepach na rynku warszawskim, w okresie od stycznia do marca 2014 r. Materiał badawczy stanowiły próbki reprezentujące 17 rodzajów chipsów (tab. I) o różnych smakach: solone, paprykowe, serowo-cebulowe, bekonowe.

Ekstrakcję tłuszczu z chipsów ziemniaczanych przeprowadzano w temperaturze pokojowej z zastosowaniem heksanu jako rozpuszczalnika. Proces odparowania heksanu przeprowadzano pod obniżonym ciśnieniem (200 mbar), w temp. 60°C przez 30 min, z wykorzystaniem wyparki firmy Buchii. Próbkę wyekstrahowanego tłuszczu badano zgodnie z polskimi normami, oznaczając liczbę kwasową (LK) (8) oraz liczbę nadtlenkową (LOO) (9).

Na podstawie informacji zamieszczonych na opakowaniu chipsów porównano następujące czynniki: główny surowiec użyty do produkcji chipsów, zawartość tłuszczów ogółem, zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych, datę przydatności do spożycia, rodzaj atmosfery w opakowaniu.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono za pomocą programu Statgraphics 5.1, stosując jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA).

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Na podstawie analizy informacji umieszczonych na etykiecie opakowania chipsów ziemniaczanych stwierdza się, że dla większości z nich (88%) podstawowym surowcem do produkcji były nieprzetworzone ziemniaki (tab. I). Pozostałe surowce to płatki ziemniaczane oraz puree ziemniaczane w proszku. Prawie wszystkie (94%) z badanych rodzajów chipsów zawierają w swoim składzie sól. Najczęściej stosowanym dodatkiem do żywności przy produkcji chipsów są wzmacniacze smaku, które zostały zadeklarowane na 10 opakowaniach chipsów. Innymi powszechnie stosowanymi dodatkami są regulatory kwasowości oraz barwniki, które zostały wymienione na 6 opakowaniach chipsów. Substancje słodzące oraz emulgatory nie są powszechnie stosowanym dodatkiem do produkcji chipsów, gdyż tylko na jednej etykiecie znaleziono informację o ich zawartości.

Chipsy ziemniaczane są postrzegane jako produkty o wysokiej zawartości tłuszczu ogółem i nasyconych kwasów tłuszczowych, czyli niekorzystnych zdrowotnie. W tab. II przedstawiono zawartości tych składników w badanych próbkach jaką zadeklarowali producenci na opakowaniach. Analizowane próbki odznaczają się wysoką zawartością tłuszczów ogółem (77% analizowanych produktów zawierało w swoim składzie powyżej 30 g tłuszczów ogółem/100 g produktu) oraz bardzo różnicowaną zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych (od 2,3 do 16 g nasyconych kwasów tłuszczowych/100 g produktu). Biorąc pod uwagę opinie Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA), że spożycie kwasów nasyconych i izomerów *trans* powinno być tak niskie jak to możliwe, zawartość kwasów nasyconych należy uznać za wysoką, bo w blisko połowie próbek smażonych chipsów stanowią ok. połowy składu kwasów tłuszczowych. Z drugiej strony istnieją chipsy, w których zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych to nawet poniżej 10%. Istnieje więc nieco zdrowsza alternatywa. Niestety w Unii Europejskiej nie ma obowiązku, a nawet możliwości, podawania zawartości izomerów *trans*. Na żadnym z opakowań nie znaleziono informacji dotyczącej zawartości w produkcie tłuszczów utwardzonych (uwodornionych), co sugeruje, że chipsy nie zawierały w swoim składzie izomerów *trans*.

Zawartość tłuszczu ściśle wiąże się z wartością energetyczną chipsów. Badane chipsy smażone zawierają od 489 do 550 kcal /100 g produktu. Analizowane próbki odznaczają się zbliżoną zawartością tłuszczów ogółem i nasyconych kwasów tłuszczowych w stosunku do wyników uzyskanych przez innych badaczy (1, 7, 10). Według *Kity* (2) na zawartość tłuszczu w chipsach ziemniaczanych ma wpływ: rodzaj użytego medium smażalniczego (najmniejsze ilości tłuszczu chłonęły chipsy smażone w oleju rzepakowym) oraz parametry procesu (ze wzrostem temperatury chipsy absorbowały mniejsze ilości tłuszczu). Na zawartość tłuszczu ogółem i nasyconych kwasów tłuszczowych w produkcie ma wpływ rodzaj zastosowanego surowca. Dla chipsów wytworzonych z całych ziemniaków wynosi ona 33,08 g tłuszczów ogółem /100 g produktu, natomiast dla chipsów wytworzonych z ziemniaków przetworzonych przyjmuje wartość 28 g tłuszczów ogółem/100 g produktu. Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w chipsach wytworzonych z przetworzonych ziemniaków również jest niższa (7,8 g/100 g produktu) niż w tych, wytworzonych z całego ziemniaka (12,2 g/100 g produktu).

Tabela I. Charakterystyka handlowa chipsów (informacje z opakowania)

Table I. Marketing characteristic of potato chips (information from the label)

Chipsy	Główny surowiec	Przyprawy	Dodatki do żywności	Data przydatności do spożycia	Rodzaj atmosfery w opakowaniu
1	puree ziemniaczane w proszku	preparat aromatyzujący o smaku pomidorów (sól, cukier, cebula, pietruszka, pomidor, zioła)	wzmacniacze smaku: glutaminian monosodowy, guanylan disodowy	29.08.2014	brak informacji na opakowaniu
2	rozdrobione płatki ziemniaczane	przyprawa o smaku paprykowym (cukier, papryka w proszku, cebula w proszku, czosnek w proszku, granulata bulionu warzywnego), sól	wzmacniacze smaku: glutaminian monosodowy, inozynian disodowy, guanylan disodowy, barwnik: ekstrakt z papryki, regulator kwasowości: kwas cytrynowy	18.03.2015	pakowano w atmosferze ochronnej
3	ziemniaki	syrop glukozowy, papryka w proszku, sól, cebula w proszku, cukier	wzmacniacz smaku: glutaminian sodu, barwnik: ekstrakt z papryki, regulatory kwasowości: kwas cytrynowy, kwas mlekowy, emulgator: lecytyna	21.08.2014	brak informacji na opakowaniu
4	ziemniaki	preparat aromatyzujący o smaku grillowanych żeberek (cukier, aromat dymu wędzarniczego, pomidor, sól, cebula, papryka, czosnek), sól	barwnik: ekstrakt z papryki, substancja słodząca: sacharyna	26.07.2014	pakowano w atmosferze ochronnej
5	ziemniaki	sól	brak dodatkowych informacji na opakowaniu	28.05.2014	brak informacji na opakowaniu
6	ziemniaki	sól	brak dodatkowych informacji na opakowaniu	29.07.2014	brak informacji na opakowaniu
7	ziemniaki	preparat o smaku zielonej cebulki (sproszkowana cebula, aromaty, sól)	wzmacniacze smaku: glutaminian monosodowy, inozynian disodowy, guanylan disodowy, regulator kwasowości: kwas cytrynowy, barwnik: kurkumina	28.04.2014	brak informacji na opakowaniu
8	ziemniaki	sól, cebula w proszku, ekstrakty z przypraw	wzmacniacz smaku: glutaminian monosodowy, regulatory kwasowości: diocyan sodu, kwas cytrynowy	18.06.2014	brak informacji na opakowaniu

Tabela I. (c.d.)

Chipsy	Główny surowiec	Przyprawy	Dodatki do żywności	Data przydatności do spożycia	Rodzaj atmosfery w opakowaniu
9	ziemniaki	cukier, pomidor w proszku, aromat	wzmacniacze smaku: glutaminian monosodowy, inozynian disodowy, guanylan disodowy	09.11.2014	brak informacji na opakowaniu
10	ziemniaki	preparat o smaku serowo cebulowym (sól, cebula w proszku, syrop glukozowy, ser w proszku)	wzmacniacze smaku: glutaminian monosodowy, 5'-rybonukleotydy disodowe, regulator kwasowości: kwas cytrynowy, barwnik: kurkumina	24.08.2014	brak informacji na opakowaniu
11	ziemniaki	sól, papryka, cebula, przyprawy	wzmacniacz smaku: glutaminian monosodowy, barwnik: ekstrakt z papryki	29.04.2014	brak informacji na opakowaniu
12	ziemniaki	sól	brak dodatkowych informacji na opakowaniu	25.06.2014	brak informacji na opakowaniu
13	ziemniaki	sól	brak dodatkowych informacji na opakowaniu	11.07.2014	brak informacji na opakowaniu
14	ziemniaki	sól	brak dodatkowych informacji na opakowaniu	28.05.2014	brak informacji na opakowaniu
15	ziemniaki	preparat aromatyzujący o smaku sera i ostrej papryki (cukier, pieprz cayenne, cebula w proszku, czosnek w proszku, papryka w proszku), sól	wzmacniacze smaku: glutaminian monosodowy, inozynian disodowy, guanylan disodowy, regulator kwasowości: kwas cytrynowy	01.06.2014	pakowano w atmosferze ochronnej
16	ziemniaki	sól	brak dodatkowych informacji na opakowaniu	18.05.2014	pakowano w atmosferze ochronnej
17	ziemniaki	preparat aromatyzujący o smaku papryki (sól, cukier, papryka w proszku, aromat dymu wędzarniczego), cebula, zioła	wzmacniacz smaku: glutaminian monosodowy, barwniki: ekstrakt z papryki, annato	25.04.2014	pakowano w atmosferze ochronnej

Liczba kwasowa (LK), określająca ilość wolnych kwasów tłuszczowych zawartych w smażonych chipsach ziemniaczanych zakupionych na rynku warszawskim wynosiła od 0,25 do 1,53 mg KOH·g<sup>-1</sup> (tab. II). Wymóg określony w Codex Alimentarius

(11) (wartość liczby kwasowej nie powinna być wyższa niż  $0,6 \text{ mg KOH}\cdot\text{g}^{-1}$ ) został spełniony przez większość badanych próbek. Tylko wartość LK dwóch badanych próbek przekroczyła podaną wartość. Nie zaobserwowano wpływu rodzaju użytego surowca na wartość liczby kwasowej. Uzyskane wyniki chipsów ziemniaczanych były zbliżone do wyników uzyskanych przez innych badaczy (1, 12).

Tabela II. Charakterystyka chipsów ziemniaczanych

Table II. Potato chip characteristics

Chipsy	Zawartość tłuszczów ogółem (g/100 g)	Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (g/100 g produktu)	Wartość energetyczna (kcal/100 g)	Liczba kwasowa (LK) (mg KOH·g <sup>-1</sup> )	Liczba nadtlenkowa (LOO) (meq O <sub>2</sub> ·kg <sup>-1</sup> )
1	27	11	517	0,50 <sup>ef</sup>	6,17 <sup>h</sup>
2	29	4,6	503	0,59 <sup>gh</sup>	2,86 <sup>cde</sup>
3	35	16	538	0,42 <sup>cd</sup>	1,86 <sup>abc</sup>
4	36	15	546	0,36 <sup>bc</sup>	1,47 <sup>ab</sup>
5	36	16	542	0,41 <sup>bcd</sup>	2,76 <sup>cd</sup>
6	35	3	550	0,28 <sup>a</sup>	5,31 <sup>gh</sup>
7	33	16	539	0,36 <sup>bc</sup>	10,11 <sup>i</sup>
8	36	16	534	0,35 <sup>b</sup>	2,75 <sup>cd</sup>
9	27	13	499	0,44 <sup>d</sup>	1,26 <sup>a</sup>
10	35,2	2,3	533	1,53 <sup>i</sup>	3,08 <sup>de</sup>
11	33	16	539	0,52 <sup>ef</sup>	1,27 <sup>a</sup>
12	36	11	542	0,39 <sup>bcd</sup>	1,09 <sup>a</sup>
13	31,5	14,8	522	0,39 <sup>bcd</sup>	3,86 <sup>ef</sup>
14	31,5	14,8	520	0,25 <sup>a</sup>	2,43 <sup>bcd</sup>
15	30	10	514	0,60 <sup>g</sup>	4,59 <sup>fg</sup>
16	32	11	526	0,36 <sup>bc</sup>	6,09 <sup>h</sup>
17	29	8	499	0,69 <sup>h</sup>	2,96 <sup>de</sup>

Wartości oznaczone tą samą literą w kolumnie nie różnią się istotnie statystycznie przy  $\alpha \leq 0,05$ .

Liczba nadtlenkowa (LOO), będąca miarą zawartości nadtlenków występujących jako pierwotne produkty utlenienia tłuszczów zawartych w chipsach (12), zakupionych na rynku warszawskim wynosiła od 1,09 do 10,11 meq O<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup> (tab. II). Wymóg określony w Codex Alimentarius (11) (wartość liczby nadtlenkowej nie powinna być wyższa niż 10 meq O<sub>2</sub>·kg<sup>-1</sup>) został spełniony przez większość przebadanych próbek. Tylko w jednej próbce chipsów wyekstrahowany tłuszcz odznaczał się podwyższoną wartością LOO. Według *Kity* (2), rodzaj oraz stopień zużycia medium smażalniczego ma wpływ na tempo przemian oksydacyjnych tłuszczu w chipsach ziemniaczanych. Według *Wójcik-Stopczyńska* i *Grzeszczuk* (1) wielkość zmian była uzależniona m.in. od temperatury przechowywania, rodzaju opakowania oraz długości okresu przechowywania.

wywania. Nie zaobserwowano wpływu rodzaju użytego surowca na wartość liczby nadtlenkowej. Nie obserwuje się istotnie statystycznych różnic w wartościach liczby nadtlenkowej dla chipsów pakowanych w atmosferze ochronnej oraz tych, pakowanych z dostępem powietrza.

## WNIOSKI

1. Na polskim rynku stwierdzono w głównej mierze obecność chipsów ziemniaczanych uzyskiwanych w procesie smażenia, gdzie główny surowiec stanowiły nieprzetworzone ziemniaki.

2. Zawartość tłuszczu ogółem zadeklarowana na opakowaniu przez producenta w chipsach ziemniaczanych wynosiła od 27 do 36 g/100 g produktu. Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych wynosiła od 1,5 do 16% kwasów tłuszczowych zawartych w tłuszczu. Wartości te są w większości wysokie, a biorąc pod uwagę silny wpływ kwasów nasyconych na rozwój chorób układu krążenia, należy stwierdzić, że mogą być one negatywnie ważnym czynnikiem rozwoju tych chorób.

3. Wartości liczby kwasowej były niskie, świadczy to o niewielkim stopniu hydrolizy kwasów tłuszczowych zawartych w chipsach.

4. Wartości liczby nadtlenkowej dla badanych próbek tłuszczów były zróżnicowane. Większość analizowanych próbek chipsów spełniło wymagania określone w Codex Alimentarius ( $LOO < 10 \text{ meq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Tylko w jednym przypadku wyekstrahowany tłuszcz odznaczał się nadmierną wartością LOO.

5. Analizowane chipsy ziemniaczane nie zawierały w swoim składzie tłuszczów utwardzonych, można więc przyjąć, że nie zawierały izomerów trans.

M. Zychnowska, K. Krygier, M. Iwańczuk

### THE ANALYSIS OF THE CONTENT AND THE QUALITY OF THE FATS CONTAINED IN THE POLISH FRIED POTATO CHIPS

#### Summary

The aim of this work was to analyze the content and quality of the fats in the Polish fried potato chips. The investigation included samples representing 17 types of chips. Chips from different manufacturers differ from each other in frying medium and the type of raw material used for the manufacture. Acid value and peroxide value were determined. Acid value was low, that indicates a low degree of hydrolysis of the fatty acids found in potato chips. The content of peroxides varied. Most of the analyzed samples of chips fulfilled the requirements of the Codex Alimentarius ( $LOO < 10 \text{ meq O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Only in one case, the extracted fat was characterized by excessive peroxide value. There was no effect of the type of material used on the quality of the chips. There was a statistically significant difference in the peroxide values for chips packaged in a protective atmosphere and those packaged in the open air. The analyzed potato chips did not contain hydrogenated fats, the source of trans fatty acids.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Wójcik-Stopczyńska B., Grzeszczuk M.*: Badanie jakości prób chipsów ziemniaczanych pochodzących z sieci handlowej. *Technologia Alimentaria*, 2003; 2 (2): 139-147. – 2. *Kita A.*: Wpływ wybranych parametrów technologicznych na jakość smażonych produktów przekąskowych. *Zesz. Nauk. AR Wroc.*,

- 2006; 537, Rozpr. 240. – 3. *Kita A., Figiel A.*: Effects of thermal treatment parameters on selected properties of potato chips. *Acta Agroph.*, 2009; 14(3): 609-617. – 4. *Kmieciak D., Korczak J.*: Tłuszcze smażalnicy – jakość, degradacja termiczna i ochrona. *Nauka. Przyroda. Technologie*, 2010; 4(2): 1-11. – 5. *Mellema M.*: Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends Food Sci. Technol.*, 2003; 14: 364-373. – 6. *Mariscal M., Bouchon P.*: Comparison between atmospheric and vacuum frying of apple slices. *Food Chemistry*, 2008; 107: 1561-1569. – 7. *Ratusz K., Wirkowska M.*: Udział izomerów trans kwasów tłuszczowych w wyrobach ciastkarskich i chipsach ziemniaczanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008; 4(49): 96-102. – 8. *PN-EN-ISO 660:2010.*: Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej oraz kwasowości. – 9. *PN-EN ISO 3960:2009.*: Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej. – 10. *Tarkowski A., Myśnik E.*: Zawartość tłuszczu i kwasów tłuszczowych w przekąskach. *Medycyna rodzinna*, 2012; 3: 56-60.
11. *Codex Alimentarius*: 1999. Codex Stan 210. Standard for named vegetable oils (ze zmianami 2013). – 12. *Zychnowska M., Pietrzak M., Krygier K.*: Porównanie jakości oleju rzepakowego tłoczonego na zimno i rafinowanego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2013; 575: 13-138.

Adres: 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159C.

*Magdalena Hartman-Petrycka, Agata Lebedowska, Weronika Bobrowska<sup>1</sup>,  
Barbara Błońska-Fajfrowska*

## PRODUKTY DO SMAROWANIA PIECZYWA. CZ. II. SKŁADNIKI – INFORMACJE NA ETYKIETACH PRODUKTÓW

Katedra i Zakład Podstawowych Nauk Biomedycznych,  
Wydziału Farmaceutycznego z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej  
Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *B. Błońska-Fajfrowska*

<sup>1</sup> Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Podstawowych Nauk  
Biomedycznych, Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *B. Błońska-Fajfrowska*

*Przedmiotem badań była umieszczona przez producenta na etykiecie informacja dotycząca składu 52 produktów do smarowania pieczywa. Tylko niektóre margaryny i tłuszcze do smarowania, miksy oraz margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła zawierały niekorzystne tłuszcze roślinne uwodornione i oleje utwardzone. Niektóre margaryny zawierały cenne substancje takie jak estry stanoli, olej Camelina, olej z nasion wiesiołka i ekstrakt z zielonej herbaty. Część produktów do smarowania, wbrew zaleceniom, nie została wzbogacona o wit. A i D<sub>3</sub>.*

Hasła kluczowe: masło, margaryna, tłuszcze, składniki.

Key words: butter, margarine, fats, ingredients.

Produkty do smarowania pieczywa klasyfikowane są ze względu na rodzaj oraz ilość zawartego w nich tłuszczu (tab. I.) (1). Według Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego mogą one należeć do: 1) tłuszczów mlecznych pozyskiwanych z mleka lub niektórych jego produktów, 2) tłuszczów produkowanych z płynnych lub stałych tłuszczów roślinnych lub zwierzęcych, w których zawartość tłuszczu mlecznego nie przekracza 3% zawartości tłuszczu, 3) tłuszczów złożonych z produktów roślinnych lub zwierzęcych zawierających płynne lub stałe tłuszcze roślinne lub zwierzęce, w tym 10–80% tłuszczu mlecznego (1).

Substancje dodatkowe dodawane do produktów do smarowania to: barwniki, środki konserwujące, przeciwutleniacze, emulgatory, środki zagęszczające, regulatory kwasowości.

Tłuszcze do smarowania pieczywa, za wyjątkiem tłuszczu mlecznego powinny być wzbogacone w witaminy: A i D<sub>3</sub>, dopuszczalne jest dodawanie także innych witamin. Zawartość witaminy A w 100 g końcowego produktu nie może przekraczać 900 µg (3000 j.m.), natomiast wit. D – 7,5 µg (300 j.m.). Maksymalna ilość innych witamin zawarta w 100 g lub porcji, gdy jest ona mniejsza niż 100 g, nie powinna



przekraczać 50% zalecanego dziennego spożycia lub 100% w przypadku folianów i witaminy C. Natomiast minimalna ilość nie powinna wynosić mniej niż 15% zalecanego dziennego spożycia (2).

## MATERIAŁ I METODY

Ocenie poddano umieszczoną przez producenta na etykiecie informację dotyczącą składu powszechnie dostępnych na rynku produktów do smarowania pieczywa, w tym 17 rodzajów masła, 16 rodzajów margaryny o zróżnicowanej zawartości tłuszczu i tłuszcze do smarowania X%, 11 miksów o różnej zawartości tłuszczu i miksów do smarowania X%, oraz 8 produktów tłuszczowych z dodatkiem masła. Oceniany był skład produktu, na podstawie informacji na opakowaniach: procentowa zawartość tłuszczu oraz rodzaj składników tłuszczowych, obecność produktów mlecznych, soli, składników wzbogacających produkt, takich jak witaminy, a także składników pełniących funkcję emulgatorów, aromatów, barwników, regulatorów kwasowości, konserwantów, przeciwutleniaczy.

Tabela I. Podział tłuszczów do smarowania pieczywa

Table I. Classification of fat spreads

Grupa tłuszczów	Nazwa handlowa	Zawartość tłuszczu (%)
Tłuszcze mleczne	Masło	80 – 90
	Masło o zawartości 3/4 tłuszczu	60 – 62
	Masło półtłuste	39 – 41
	Tłuszcz mleczny do smarowania X %	< 39
		> 41 < 60
	> 62 < 80	
Tłuszcze	Margaryna	80 – 90
	Margaryna o zawartości 3/4 tłuszczu	60 – 62
	Margaryna półtłusta	39 – 41
	Tłuszcze do smarowania X %	< 39
		> 41 < 60
	> 62 < 80	
Tłuszcze złożone z produktów roślinnych lub zwierzęcych	Miks tłuszczowy	80 – 90
	Miks o zawartości 3/4 tłuszczu	60 – 62
	Miks tłuszczowy półtłusty	39 – 41
	Miks tłuszczowy do smarowania X %	< 39
		> 41 < 60
	> 62% < 80	

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Sód obecny był we wszystkich margarynach i tłuszczach do smarowania z dodatkiem masła, czternastu margarynach i tłuszczach do smarowania (88%), pięciu miksach (45%) oraz w jednym maśle (6%). Na podstawie tabeli wartości odżywczych w 100 g produktu zamieszczonej na opakowaniach obliczono, że najwyższą średnią zawartość sodu posiadały miksy tłuszczowe – 0,2 g, następnie margaryny i tłuszcze z dodatkiem masła – 0,18 g oraz margaryny i tłuszcze do smarowania – 0,16 g. Masło, które zawierało sód, nie posiadało na opakowaniu tabeli wartości odżywczych, jedynie informację, że zawartość soli wynosi 1,5%. Według zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia (World Health Organization, WHO) dzienne spożycie chlorku sodu powinno być niższe niż 5 g (2 g sodu) (3). Wysokie spożycie soli może podwyższać ciśnienie krwi, przyczyniając się do zwiększonego ryzyka udaru mózgu i choroby wieńcowej. Sugeruje się, że dieta bogata w sól może bezpośrednio zwiększać ryzyko udaru mózgu, przerostu lewej komory, niewydolności nerek. Istnieją także powiązania między jej spożyciem, a otyłością, kamicią nerkową, osteoporozą, nasileniem astmy. Prawdopodobnie jest także główną przyczyną raka żołądka (4).

Oleje i tłuszcze roślinne występowały we wszystkich margarynach i tłuszczach do smarowania z dodatkiem masła oraz we wszystkich margarynach i tłuszczach do smarowania z wyjątkiem jednego produktu. Znajdowały się także w większości mikсів tłuszczowych. Oleje utwardzone i tłuszcze roślinne uwodornione wyszczególniono na opakowaniach kilkunastu procent margaryn i tłuszczów do smarowania, mikсів oraz margaryn i tłuszczów do smarowania z dodatkiem masła (tab. II).

Tab e l a II. Liczba (odsetek) produktów do smarowania pieczywa o określonej zawartości tłuszczów pochodzenia roślinnego

Tab l e II. The number (percentage) of bread spread products with specified content of vegetable origin oil

	Margaryny i tłuszcze do smarowania	Miksy	Margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła
Oleje i tłuszcze roślinne	15 (94%)	7 (64%)	8 (100%)
Oleje utwardzone i tłuszcze roślinne uwodornione	3 (19%)	2 (18%)	1 (13%)

Oleje roślinne poddaje się procesowi uwodorniania w celu zmiany ich konsystencji na stałą. W wyniku tego procesu powstają niekorzystne dla zdrowia izomery *trans* (5). Pod wpływem oddziaływania izomerów *trans* na organizm dochodzi do zmian w profilu lipidowym surowicy krwi: zmniejszenia stężenia lipoprotein wysokiej gęstości (High Density Lipoprotein, HDL), zwiększenia stężenia lipoprotein niskiej gęstości (Low Density Lipoprotein, LDL) oraz zwiększenia stosunku całkowitego cholesterolu do HDL. Kwasy tłuszczowe *trans* zwiększają ryzyko powstania choroby wieńcowej (5), insulinooporności, otyłości trzewnej i cukrzycy. Ze względu na szkodliwy wpływ izomerów *trans* na stan zdrowia dąży się do zmniejszenia ilości lub całkowitego wyeliminowania ich z pożywienia. Istnieją już metody pozwalające otrzymywać margaryny nie zawierające kwasów tłuszczowych *trans* (6). Z analizy dostępnych na rynku tłuszczów do smarowania wynika, że większość producentów

wybiera korzystniejsze metody produkcji, pozwalające uniknąć powstawania szkodliwych dla zdrowia izomerów *trans*.

Najczęściej stosowanymi składnikami mlecznymi były: śmietanka pasteryzowana w masłach, maślanka w margarynach i tłuszczach do smarowania, masło i tłuszcz mleczny w miksach tłuszczowych oraz masło w margarynach i tłuszczach do smarowania z dodatkiem masła. Zawartość masła w margarynach i tłuszczach do smarowania pieczywa stanowiła od 0,5 do 1% masy produktu, średnio 0,6%, natomiast w miksach tłuszczowych od 6,5 do 69%, średnio 22,5%. Tłuszcz mleczny stanowił od 10 do 50% składu miksów, średnio 26,25% (tab. III).

Tab e l a III. Liczba (odsetek) produktów do smarowania pieczywa o określonej zawartości składników mlecznych  
Tab l e III. The number (percentage) of bread spread products with specified content of milky ingredients

	Maśla	Margaryny i tłuszcze do smarowania	Miksy	Margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła
Mleko ukwaszone	–	2 (13%)	–	–
Mleko odtłuszczone	–	–	1 (9%)	1 (13%)
Mleko w proszku	–	–	1 (9%)	–
Serwatka	–	1 (6%)	–	–
Maślanka	–	3 (19%)	–	3 (38%)
Śmietanka pasteryzowana	2 (12%)	–	2 (18%)	–
Śmietanka w proszku			2 (18%)	
Masło	1 (6%)	–	5 (45%)	8 (100%)
Tłuszcz mleczny	–	–	5 (45%)	–

Miksy tłuszczowe, czyli tłuszcze złożone z produktów roślinnych i zwierzęcych, muszą zawierać od 10–80% tłuszczu mlecznego (1). We wszystkich analizowanych produktach procentowa zawartość tłuszczu mlecznego spełniała te wymagania. Udział masła w margarynach i tłuszczach do smarowania z jego dodatkiem stanowił od 0,5 do 1% masy produktu. Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) tłuszcze, do których zalicza się margaryna, margaryna o zawartości  $\frac{3}{4}$  tłuszczu, i margaryna półtłusta oraz tłuszcze do smarowania X% mogą zawierać tłuszcz mleczny w ilości nie większej niż 3% całkowitej zawartości tłuszczu (1). Produkty te należą więc do tej samej kategorii, co margaryny i tłuszcze do smarowania X%.

Aromaty zastosowano w produkcji wszystkich margaryn i tłuszczów do smarowania oraz produktów z dodatkiem masła. Rzadziej dodawano je do miksów – były obecne w dziewięciu produktach (82%). Skrobia modyfikowana częściej znajdowała się w tłuszczach z dodatkiem masła – była obecna w trzech produktach tej grupy (38%) – niż w produktach bez jego dodatku (w dwóch produktach, 13%).

Regulatory kwasowości znajdowały się w 87,5% margaryn i tłuszczów do smarowania oraz margaryn i tłuszczów do smarowania z dodatkiem masła – kolejno w czternastu i siedmiu produktach. Znacznie rzadziej występowały w miksach tłuszcz-

czowych. We wszystkich produktach był to kwas cytrynowy, dodatkowo w jednej margarynie znajdował się wodorowęglan sodu.

Substancje konserwujące najczęściej występowały w margarynach i tłuszczach do smarowania z dodatkiem masła. Znacznie rzadziej wchodziły w skład miksów tłuszczowych oraz margaryn i tłuszczów do smarowania. W margarynach i tłuszczach do smarowania oraz produktach z dodatkiem masła najczęściej stosowano sorbinian potasu. W miksach był on również często stosowany jak kwas sorbowy (tab. IV). Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych określa możliwość dodawania sorbinianów do emulsji tłuszczowych z wyjątkiem masła. Maksymalna dopuszczalna zawartość kwasu sorbowego, sorbinianu potasu lub sorbinianu wapnia w przeliczeniu na wolny kwas w produkcie zawierającym minimum 60% tłuszczu wynosi 1000 mg/kg, natomiast w produktach o zawartości tłuszczu poniżej 60% – 2000 mg/kg (9).

Tab e l a IV. Liczba (odsetek) produktów do smarowania pieczywa zawierających określone substancje konserwujące

Table IV. The number (percentage) of bread spread products with the content of specified preservatives

	Margaryny i tłuszcze do smarowania	Miksy	Margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła
Sorbinian potasu	5 (31%)	5 (45%)	5 (63%)
Kwas sorbowy	2 (13%)	5 (45%)	2 (25%)

Przeciwutleniacze wchodziły w skład dwóch miksów (18%) oraz dwóch margaryn i tłuszczów do smarowania (13%). W margarynach i tłuszczach do smarowania rolę tę w jednym produkcie pełniła sól wapniowo-disodowa kwasu etylenodiaminotetraoctowego, w drugim nie podano nazwy szczegółowej przeciwutleniacza. W miksach tłuszczowych w obu produktach były to: palmitynian askorbylu i koncentrat tokoferolu. Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych określa możliwość dodawania palmitynianu askorbylu (E304) oraz koncentratu tokoferolu (E306) zgodnie z zasadą quantum satis, a także dopuszcza stosowanie soli wapniowo-disodowej kwasu etylenodiaminotetraoctowego (E385) przy produkcji tłuszczów do smarowania o zawartości tłuszczu nie przekraczającej 41%, za wyjątkiem tłuszczów mlecznych (7).

Barwniki najczęściej stosowano w margarynach i tłuszczach do smarowania oraz produktach do smarowania z dodatkiem masła, następnie w miksach, a najrzadziej w różnych rodzajach masła. Funkcję barwnika najczęściej pełnił beta-karoten, następnie annato, kurkumina, najrzadziej stosowano mieszaninę karotenów. W trzech produktach z dodatkiem masła (38%), trzech miksach tłuszczowych (27%) oraz w trzech margarynach i tłuszczach do smarowania (19%) zastosowano jednocześnie dwa barwniki: annato i kurkuminę. W masłach stosowano jedynie beta-karoten i mieszaninę karotenów (tab. V). Barwniki zastosowano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych, dopuszczającego stosowanie karotenów przy produkcji masła i dodatkowo kurkuminy oraz annato (biksyny, norbiksyny) przy produkcji margaryn i innych emulsji tłuszczowych.

Rozporządzenie to określa także dozwolone ilości barwników: quantum satis dla karotenów i kurkuminy oraz 10 mg/kg gotowego produktu dla annato (7).

Table V. Liczba (odsetek) produktów do smarowania pieczywa zawierających określone barwniki

Table V. The number (percentage) of bread spread products with the content of specified pigments

	Masła	Margaryny i tłuszcze do smarowania	Miksy	Margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła
Beta-karoten	1 (6%)	8 (50%)	4 (36%)	5 (63%)
Annato	–	7 (44%)	5 (45%)	3 (38%)
Kurkumina	–	3 (19%)	3 (27%)	3 (38%)
Mieszanka karotenów	1 (6%)	1 (6%)	1 (9%)	–

Emulgatory znajdowały się we wszystkich margarynach i tłuszczach do smarowania oraz produktach z dodatkiem masła, a także w większości mikсів tłuszczowych. Substancje emulgujące nie występowały jedynie w dwóch mikсах, nie zawierających w swym składzie wody. Rolę emulgatora najczęściej pełniły mono- i diglicerydy kwasów tłuszczowych. Znajdowały się one we wszystkich wymienionych produktach. W niektórych tłuszczach dodatkowo zastosowano inne substancje emulgujące. Najczęściej była to lecytyna, a w dalszej kolejności polirycynooleinian poliglicerolu w margarynach i tłuszczach do smarowania oraz w produktach z dodatkiem masła, natomiast kwasy tłuszczowe estyfikowane kwasem cytrynowym były emulgatorem w mikсах (tab. VI). Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych określa możliwość dodawania do produktów spożywczych mono- i diglicerydów kwasów tłuszczowych (E471), kwasów tłuszczowych estyfikowanych kwasem cytrynowym (E472c) oraz lecytyny (E322) zgodnie z zasadą quantum satis, a także polirycynooleinianu poliglicerolu (E476) do tłuszczów do smarowania o maksymalnej zawartości tłuszczu 41% w ilości 4 g/kg, a także estrów kwasów tłuszczowych i poliglicerolu (E475) do emulsji tłuszczowych w ilości 5 g/kg (7).

Table VI. Liczba (odsetek) produktów do smarowania pieczywa zawierających określone emulgatory

Table VI. The number (percentage) of bread spread products with the content of specified emulsifiers

	Margaryny i tłuszcze do smarowania	Miksy	Margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła
Mono- i diglicerydy kwasów tłuszczowych	16 (100%)	9 (82%)	8 (100%)
Kwasy tłuszczowe estyfikowane kwasem cytrynowym	3 (19%)	4 (36%)	–
Lecytyna	9 (56%)	6 (52%)	5 (63%)
Polirycynooleinian poliglicerolu	5 (31%)	–	4 (50%)

Wzbogacone o witaminy zostały wszystkie produkty z dodatkiem masła, prawie wszystkie margaryny i tłuszcze do smarowania oraz większość mikсів. Produkty najczęściej były wzbogacone w witaminę A i D<sub>3</sub>. W wielu tłuszczach znajdowała się

także wit. E, a w nielicznych witaminy z grupy B: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub> oraz B<sub>12</sub> (tab. VII). Najwyższą średnią zawartość witaminy A i D<sub>3</sub> zawierały margaryny i tłuszcze z dodatkiem masła, następnie margaryny i tłuszcze do smarowania, natomiast najniższą miksy tłuszczowe. Średnia zawartość witaminy E była najwyższa w margarynach i tłuszczach do smarowania, a najniższa w miksach (tab. VIII). Producenci masel nie umieszczali informacji o zawartości witamin, jednak zawierają one naturalny dodatek witamin A, D, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> i B<sub>9</sub> i B<sub>12</sub>. 100 g masła dostarcza organizmowi 814 µg wit. A, pokrywając 101,75% DZS (dziennego zalecanego spożycia). Pozostałe witaminy występują w niewielkich ilościach (8). Margaryny i tłuszcze do smarowania oraz produkty z dodatkiem masła częściej były wzbogacone w witaminy niż miksy tłuszczowe. Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności określa obligatoryjne wzbogacanie tłuszczów do smarowania – za wyjątkiem tłuszczów mlecznych – w witaminy A i D<sub>3</sub> (2). Jednak 14,29%

Tab e l a VII. Liczba (odsetek) produktów do smarowania pieczywa zawierających określone witaminy

Tab l e VII. The number (percentage) of bread spread products with the content of specified vitamins

	Margaryny i tłuszcze do smarowania	Miksy	Margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła
Wit. A	15 (94%)	7 (64%)	8 (100%)
Wit. D <sub>3</sub>	15 (94%)	7 (64%)	8 (100%)
Wit. E	11 (69%)	4 (36%)	8 (100%)
Wit. B <sub>1</sub>	2 (13%)	–	–
Wit. B <sub>2</sub>	2 (13%)	–	–
Wit. B <sub>6</sub>	3 (19%)	–	–
Wit. B <sub>9</sub>	2 (13%)	–	–
Wit. B <sub>12</sub>	3 (19%)	–	–

Tab e l a VIII. Średnia zawartość witamin w tłuszczach do smarowania pieczywa, w 100 g produktu, w jednostkach wagowych oraz procentowym udziale dziennego zalecanego spożycia (DZS)

Tab l e VIII. The average content of vitamins in fat spreads per 100 grams of product in weight units, and percentage of the recommended daily intake

	Margaryny i tłuszcze do smarowania	Miksy	Margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła
Wit. A	752 (93,9% DZS)	555,71 µg (69,6% DZS)	825 µg (103% DZS)
Wit. D <sub>3</sub>	6,53 (130,6% DZS)	4,29 µg (85,7% DZS)	7,19 µg (143,8% DZS)
Wit. E	16,23 mg (160,8% DZS)	8,9 mg (78,8% DZS)	13,13 mg (118,6% DZS)
Wit. B <sub>1</sub>	1,25 mg (87,5% DZS)	–	–
Wit. B <sub>2</sub>	1,4 mg (87,5% DZS)	–	–
Wit. B <sub>6</sub>	2,83 mg (141,7% DZS)	–	–
Wit. B <sub>9</sub>	175 µg (87,5% DZS)	–	–
Wit. B <sub>12</sub>	1,43 µg (141,7% DZS)	–	–

produktów nie zawierało tych witamin, w pozostałych ilościowe wymagania zostały spełnione. Zaobserwowano znaczne odchylenia polegające na zbyt niskiej zawartości witamin: E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub> i B<sub>12</sub> w niektórych produktach w stosunku do wymagań ilościowych określonych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności (2).

Niektóre margaryny i tłuszcze do smarowania były wzbogacone w substancje inne niż witaminy. W jednym produkcie znajdował się olej z nasion wiesiołka oraz ekstrakt z zielonej herbaty. Jedna margaryna zawierała estry stanolu, jeden tłuszcz do smarowania był wzbogacony w olej Camelina. Estry stanoli odznaczają się silnym działaniem obniżającym stężenie lipidów we krwi (9). Olej z nasion wiesiołka jest bogatym źródłem kwasów omega-6: kwasu linolowego (LA) i gamma-linolenowego (GLA). Suplementacja kwasami omega-6 obniża w surowicy krwi stężenie triglicerydów, cholesterolu całkowitego i LDL, oraz podwyższa stężenie HDL, co przyczynia się do ochrony układu sercowo-naczyniowego i zapobiegania miażdżycy (10). Zmniejszenie ryzyka chorób sercowo-naczyniowych, m. in. poprzez redukcję cholesterolu całkowitego oraz LDL, następuje także w wyniku spożycia ekstraktu z zielonej herbaty. Oddziałuje również na przemianę materii, w związku z czym obserwuje się jego korzystne działanie w zakresie kontroli masy ciała i poziomu glukozy (11). Obniżenie stężenia LDL uzyskuje się również w wyniku działania oleju Camelina, pozyskiwanego z lnicznika siewnego (*Camelina sativa*) i stanowiącego bogate źródło kwasu alfa-linolenowego (12).

W składzie produktów do smarowania pieczywa znajdują się nasycone kwasy tłuszczowe (NKT), najwięcej w masłach, (od 49 do 55 g; średnio 52 g/100 g), następnie w miksach tłuszczowych (od 12 do 32 g; średnio 21,4 g/100 g), w margarynach i tłuszczach do smarowania (od 6,5 do 26 g; średnio 15,3 g/100 g), natomiast najmniej w margarynach i tłuszczach do smarowania z dodatkiem masła (od 11 do 24 g, średnio 15,1 g/100 g).

Informacja o zawartości kwasów tłuszczowych jedno- i wielonienasyconych podana była na etykietach dziewięciu rodzajów (56%) margaryn i tłuszczów do smarowania. Były to wartości średnio 24,69 g/100 g dla kwasów tłuszczowych jednonienasyconych oraz 15,92 g/100 g dla kwasów tłuszczowych wielonienasyconych. Na etykietach siedmiu (44%) produktów tej grupy znajdowała się informacja o obecności kwasów omega 3 i omega 6. Średnia ich zawartość wynosiła kolejno: 3,96 g/100 g oraz 9,63 g/100 g.

Kwasy tłuszczowe wielonienasycone: linolowy (LA) i alfa-linolenowy (ALA) nie mogą być syntetyzowane przez organizm człowieka, więc konieczne jest dostarczanie ich z pożywieniem (13). Nieprawidłowa ilość oraz rodzaj spożywanego tłuszczu może przyczyniać się do rozwoju chorób sercowo-naczyniowych oraz insulinooporności (14). WHO zaleca ograniczenie spożycia NKT i zastępowanie ich wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi. Udział nasyconych kwasów tłuszczowych w diecie nie powinien przekraczać 10% dziennej dawki energetycznej (13).

Światowa Organizacja Zdrowia i Organizacja Narodów Zjednoczonych do Spraw Wyżywienia i Rolnictwa (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) zalecają spożywanie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w ilości pokrywającej 6–11% dziennej dawki energetycznej, w tym kwasów-omega 3 w ilości: 0,5–2% energii ALA, 0,25–2 g kwasu eikozapentanowego (EPA) i dokozaheksa-

nowego (DHA) oraz kwasów omega 6 w ilości: 2,5–9% LA (13). Wykazano, że zwiększenie spożycia kwasów tłuszczowych jednonienasyconych kosztem kwasów tłuszczowych nasyconych powoduje zmniejszenie ciśnienia rozkurczowego krwi (15), zmniejszenie stężenia cholesterolu LDL i zmniejszenia stężenia cholesterolu całkowitego w porównaniu do stężenia cholesterolu HDL (13).

## WNIOSKI

1. Tylko niektóre margaryny i tłuszcze do smarowania, miksy oraz margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła zawierały niekorzystne tłuszcze roślinne uwodornione i oleje utwardzone.

2. Część produktów nie zawierała wit. A i D<sub>3</sub>, wbrew zaleceniom obligatoryjnego wzbogacania w te witaminy większości tłuszczów do smarowania pieczywa.

3. W masłach znajduje się duża ilość niekorzystnych dla organizmu nasyconych kwasów tłuszczowych.

4. Margaryny zawierające substancje wzbogacające inne niż witaminy, takie jak estry stanoli, olej Camelina, olej z nasion wiesiołka i ekstrakt z zielonej herbaty stanowią interesującą grupę produktów do smarowania pieczywa dla osób z podwyższonym poziomem cholesterolu.

M. Hartman-Petrycka, A. Lebedowska, W. Bobrowska,  
B. Błońska-Fajfrowska

### BREAD SPREAD PRODUCTS.

#### PART II. INGREDIENTS – THE LABEL INFORMATION

##### Summary

The label information about the composition of fifty two bread spread products was analyzed. Components of the products were evaluated: the percentage of fat and the type of fat components, the content of dairy products and enhancers. Only a few bread spread products contain hydrogenated vegetable fats which are harmful to our health. Information about the content of trans-fatty acids was presented only in some of margarines and fat spreads. A number of the products did not contain the vitamin A and D<sub>3</sub>, thus violating the regulation to enrich fat spreads in those vitamins. Butters contain large amounts of saturated fatty acids. Margarines containing additional substances, such as stanol esters, camelina oil, evening primrose oil and the green tea extract are an interesting group of the spreads for people with elevated cholesterol levels.

## PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające wspólną organizację rynków produktów rolnych oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 922/72, (EWG) nr 234/79, (WE) nr 1037/2001 i (WE) nr 1234/2007. – 2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 września 2010 r. w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności, Dz. U. 2010, nr 174, poz. 1184. – 3. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. World Health Organization, Geneva 2003 (WHO Technical Report Series, No. 916). – 4. He F. J., MacGregor G. A.: Reducing population salt intake worldwide: from evidence to implementation. Prog. Cardiovasc. Dis., 2010; 52: 363-382. – 5. Kochan Z.,



Karbowska J., Babicz-Zielińska E.: *Trans*-kwasy tłuszczowe w diecie – rola w rozwoju zespołu metabolicznego. *Postepy Hig. Med. Dośw.*, 2010; 64: 650-658. – 6. Henry J.: Processing, manufacturing, uses and labelling of fats in the food supply. *Ann. Nutr. Metab.*, 2009; 55: 273-300. – 7. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych. *Dz. U.* 2010, nr 232, poz. 1525. – 8. Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2005; 176-183. – 9. Moore L. L.: Functional Foods and cardiovascular disease risk: building the evidence base. *Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes Obes.*, 2011; 18: 332-335. – 10. Guivernau M., Meza N., Barja P., Roman O.: Clinical and experimental study on the long-term effect of dietary gamma-linolenic acid on plasma lipids, platelet aggregation, thromboxane formation, and prostacyclin production. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids*, 1994; 51: 311-316.

11. Thielecke F., Boschmann M.: The potential role of green tea catechins in the prevention of the metabolic syndrome – a review. *Phytochemistry*, 2009; 70: 11-24. – 12. Karvonen H. M., Aro A., Tapola N. S., Salminen I., Uusitupa M. I., Sarkkinen E. S.: Effect of alpha-linolenic acid-rich *Camelina sativa* oil on serum fatty acid composition and serum lipids hypercholesterolemic subjects. *Metabolism*, 2002; 51: 1253-1260. – 13. Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat and fatty acids. Joint FAO/WHO expert consultation on fats and fatty acids in human nutrition, Geneva 10-14 November 2008; WHO. – 14. Vessby B., Uusitupa M., Hermansen K., Ricardi G., Rivellese A. A., Tapsell L. C., Nansen C., Berglund L., Louheranta A., Rasmussen B. M., Calvert G. D., Maffetone A., Pedersen E., Gustafsson I. B., Storlien L. H.: Substituting dietary saturated for monosaturated fat impairs insulin sensitivity in healthy men and women: The KANWU study. *Diabetologia*, 2001; 44: 312-319. – 15. Summers L. K., Fielding B. A., Bradshaw H. A., Ilic V., Beysen C., Clark M. L., Moore N. R., Rfayn K. N.: Substituting dietary saturated fat with polyunsaturated fat changes abdominal fat distribution and improves insulin sensitivity. *Diabetologia*, 2002; 45: 369-377.

Adres: 41-200 Sosnowiec, ul. Kasztanowa 3

*Maciej Bilek, Katarzyna Malek, Stanisław Sosnowski*

## PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE WODY PITNEJ ZE STUDNI KOPANYCH Z TERENU PODKARPACIA

Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej  
Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego  
Kierownik: prof. dr hab. inż. S. Sosnowski

*Za pomocą przenośnych urządzeń pomiarowych dokonano analizy wody pitnej, pochodzącej z trzydziestu studni kopanych z terenu Podkarpacia. Oceniano pięć parametrów wody pitnej, tzn. stężenie azotanów (III) i (V), mętność, odczyn i przewodność elektrolityczną. Jedynie w próbkach wody z sześciu studni nie odnotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości, warunkowo zaś dopuszczona do spożycia mogłaby zostać woda z dwóch kolejnych studni.*

Słowa kluczowe: woda pitna, studnie kopane, azotany (V), bezpieczeństwo żywności.  
Key words: drinking water, dug wells, nitrates, food safety.

Woda pitna, będąca podstawą prawidłowo zbilansowanego sposobu odżywiania człowieka, nie zagraża zdrowiu, jeżeli spełnia wymagania dotyczące jakości, zgodne z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. „W sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi” z późniejszymi zmianami. Instytucją powołaną do prowadzenia nadzoru sanitarnego nad jakością wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi jest Państwowa Inspekcja Sanitarna (PIS) i jej jednostki organizacyjne (1, 2). System zbiorowego zaopatrzenia w wodę pitną, dzięki regularnym kontrolom prowadzonym w wyspecjalizowanych laboratoriach, gwarantuje wysoką jej jakość (3).

Woda pitna może stać się jednak zagrożeniem. Dzieje się tak zwykle wtedy, gdy użytkownicy prywatnych ujęć wodnych zmuszeni są do określania jej jakości wyłącznie na podstawie oceny organoleptycznej (4, 5). Sytuacje te wynikają z faktu, że prywatne ujęcia wody pitnej nie są w naszym kraju objęte obowiązkowym nadzorem sanitarnym (1, 2, 6). Zwiększa to ryzyko spożywania wody niebezpiecznej dla zdrowia, której niska jakość i skażenie mogą stać się przyczyną wielu chorób. Zazwyczaj zanieczyszczona woda nie nadaje się do spożycia i na potrzeby gospodarcze, a procesy jej uzdatniania są nieopłacalne i skomplikowane dla pojedynczego gospodarstwa domowego (5, 7, 8). Stwarza to zagrożenie szczególnie wśród ludności biedniejszej i w środowiskach wiejskich, gdzie nie istnieje możliwość przyłączenia do systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę (4, 9, 10).

W ostatnich latach opublikowano wiele prac naukowych, które wskazują na wysokie ryzyko zdrowotne związane ze spożywaniem wód, szczególnie ze studni kopanych. Zagrożenie wiąże się m.in. z obecnością w wodach studziennych związków azotu: azotanów (III) i azotanów (V) o szeroko znanym, szkodliwym działaniu na

organizm człowieka (4, 7–9). Wiele prac wskazuje ponadto na wysoką mętność wód studziennych, nie będącą jednak parametrem decydującym o zagrożeniu zdrowotnym w sposób bezpośredni (5, 10, 11).

W sytuacji, w której woda pitna z prywatnych ujęć wodnych nie jest kontrolowana przez inspekcje państwowe, to właśnie laboratoria uczelni wyższych mogą uzupełniać tę lukę, podejmując jak najwięcej i jak najszerzej zakrojonych prac analitycznych. Identyfikując studnie z wodą nie spełniającą wymogów, możemy przyczynić się do ograniczenia narażenia konsumentów na substancje szkodliwe i do poprawy stanu zdrowia publicznego (7–9, 12, 13).

Badania wód studziennych prowadzone mogą być zarówno z zastosowaniem metod miareczkowych, elektrochemicznych i spektrofotometrycznych (7, 8, 10, 11), jak również technik chromatograficznych (9, 12). Od kilkunastu lat popularnością cieszą się również zminiaturyzowane urządzenia analityczne, umożliwiające prowadzenie badań jakości wody w terenie, np. przy studni. Pozwalają one zarówno na pomiary bezpośrednie, polegające na zanurzeniu w badanej wodzie sondy i określeniu m.in. przewodności, czy odczynu, jak i pomiary pośrednie, gdy do badanej próbki dodawany jest reagent, umożliwiający pomiar kolorymetryczny (14). Metoda kolorymetryczna wykorzystywana jest najczęściej do oceny zawartości jonów, szczególnie zaś często – anionów nieorganicznych, takich jak azotany (III) i (V) (13, 15–17).

Celem pracy było oszacowanie wybranych parametrów fizykochemicznych wody pitnej ze studni kopanych z terenu Podkarpacia za pomocą przenośnych urządzeń pomiarowych.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badany stanowiło trzydzieści próbek wody pitnej, pobranych ze studni kopanych z terenu całego województwa podkarpackiego. Wśród badanych studni wyróżniono studnie położone w bezpośrednim (do 10 metrów) sąsiedztwie szamb i kompostowników oraz studnie użytkowane przez konsumentów wody pitnej przynajmniej raz dziennie (tab. I).

Do określenia odczynu i przewodności elektrolitycznej posłużono się miernikiem wieloparametrowym HI 9811-5. Mętność badanych wód studziennych oceniono na podstawie pomiarów dokonywanych mętnościomierzem HI 98703, zgodnie z metodą USEPA (*The United States Environmental Protection Agency, Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska*) numer 180.1 (18).

Do oceny zawartości azotanów (III) i azotanów (V) wykorzystano fotometr HI 83205, po uprzednim przesączeniu badanych próbek wód studziennych przez filtry strzykawkowe MCE 0,45  $\mu\text{m}$ . Zawartość azotanów (V) oceniano wg procedury analitycznej HI 93728, zgodnej z metodą polecaną przez USEPA (19), po wcześniejszym trzykrotnym rozcieńczeniu próbek. Zawartość azotanów (III) oznaczono wg procedury analitycznej HI 93707, wg metody USEPA numer 354.1 (20).

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica 10, którym wykonano test nieparametryczny dla dwóch niezależnych prób U Manna-Whitneya przy poziomie istotności  $p=0,05$ .

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki analiz wód studziennych przedstawiono w tab. I, odcieniami koloru szarego oznaczając wyniki, które przekroczyły normy podawane przez rozporządzenie „W sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi” (1, 2).

Średnia wartość przewodności elektrolitycznej dla trzydziestu badanych próbek wynosiła  $706 \pm 325 \mu\text{S/cm}$ . Wartość najwyższą,  $1560 \pm 26 \mu\text{S/cm}$  ( $n=3$ ), odnotowano dla wody studziennej z Rzeszowa, najniższą zaś,  $240 \pm 0 \mu\text{S/cm}$  ( $n=3$ ), w miejscowości Niedźwiada, dla której stwierdzono również najniższy odczyn, wynoszący  $6,6 \pm 0$  ( $n=3$ ). Odczyn najwyższy odnotowano zaś dla wody studziennej z miejscowości Cygany ( $\text{pH}=7,7 \pm 0$ ,  $n=3$ ). Wartość średnia odczynu wynosiła  $7,13 \pm 0,23$  ( $n=30$ ). Próbką o najwyższej mętności, tzn.  $9,59 \pm 0,11 \text{ NTU}$ ,  $n=3$  (*Nephelometric Turbidity Unit* – nefelometryczna jednostka mętności) pochodziła z miejscowości Niwiska, o najniższej zaś z Godowej ( $0,06 \pm 0,01 \text{ NTU}$ ,  $n=3$ ). Średnia mętność dla trzydziestu badanych próbek wynosiła  $1,81 \pm 2,50 \text{ NTU}$ . Zakres stężeń azotanów (V) wynosił od  $7,97 \pm 0,87 \text{ mg/dm}^3$  ( $n=3$ ) dla próbki z miejscowości Domaradz, do  $231,25 \pm 3,54 \text{ mg/dm}^3$  ( $n=3$ ) dla próbki z miejscowości Niwiska. Średnie stężenie azotanów (V) wynosiło  $90,09 \pm 67,33 \text{ mg/dm}^3$  ( $n=30$ ). Mniejszą rozpiętość wyników odnotowano dla azotanów (III). Najniższe odnotowane stężenie wynosiło  $0,01 \pm 0 \text{ mg/dm}^3$  ( $n=3$ ), zaś najwyższe  $0,09 \pm 0,01 \text{ mg/dm}^3$  ( $n=3$ ), przy stężeniu średnim wynoszącym  $0,03 \pm 0,02 \text{ mg/dm}^3$  ( $n=30$ ).

Dla badanej puli próbek stwierdzono statystycznie istotny wpływ lokalizacji studni i sposobu jej użytkowania na parametry chemiczne, decydujące o bezpieczeństwie zdrowotnym wody studziennej, tj. zawartość azotanów (III) i (V). W próbkach wody pobranych ze studni położonych w sąsiedztwie szamb i kompostowników dla azotanów (III) i (V) odnotowywano statystycznie istotnie wyższe stężenia (odpowiednio  $p=0,022$  i  $p=0,015$ ), aniżeli w studniach, w pobliżu których nie znajdowały się wymienione obiekty. Średnie stężenia azotanów (III) i (V) dla wód studziennych, pobranych z obiektów położonych w sąsiedztwie szamb i kompostowników, wynosiły odpowiednio  $0,05 \pm 0,03 \text{ mg/dm}^3$  oraz  $197,29 \pm 26,66 \text{ mg/dm}^3$ , zaś dla grupy próbek pobranych ze studni w pobliżu których nie znajdowały się takie obiekty odpowiednio  $0,02 \pm 0,01 \text{ mg/dm}^3$  oraz  $78,18 \pm 59,40 \text{ mg/dm}^3$ . W próbkach wody pobranych ze studni codziennie użytkowanych zawartość azotanów (III) i (V) była statystycznie istotnie niższa (odpowiednio  $p=0,012$  i  $p=0,007$ ), niż w próbkach pochodzących ze studni które nie były użytkowane na co dzień. Dla próbek wód ze studni codziennie użytkowanych średnie stężenia azotanów (III) i (V) wynosiły odpowiednio  $0,02 \pm 0,01 \text{ mg/dm}^3$  oraz  $63,17 \pm 52,81 \text{ mg/dm}^3$ , zaś próbek wód ze studni, które nie były użytkowane codziennie odpowiednio  $0,04 \pm 0,02 \text{ mg/dm}^3$  oraz  $152,90 \pm 55,87 \text{ mg/dm}^3$ .

Rozporządzenie „W sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi” dla azotanów (V) podaje najwyższe dopuszczalne stężenie wynoszące  $50 \text{ mg/dm}^3$ , zaś dla azotanów (III)  $0,5 \text{ mg/dm}^3$ . Dla mętności najwyższa dopuszczalna wartość wynosi  $1 \text{ NTU}$ , dla przewodności elektrolitycznej  $2500 \mu\text{S/cm}$ , zaś dla odczynu jest to zakres od  $6,5$  do  $9,5$  (1, 2). W badanej partii trzydziestu próbek wody, pochodzących ze studni kopanych, tylko dla sześciu nie odnotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości (tab. I). Przyjmując jednak „Proponowane maksymalne wartości czasowych odstępstw wybranych parametrów chemicznych wody przeznaczonej do spożycia”, określone przez Główną Inspekcję Sanitarną (20), warunkowo dopuszczone mogłyby zostać do użytkowania dodatkowo dwie studnie.

Tabela I. Wyniki badań wody pitnej, pochodzącej ze studni kopanych z terenu Podkarpacia

Table I. Results of assessment of quality of drinking water samples collected from the dug wells in the area of Podkarpacie

Miejsce poboru / sąsiedztwo szamb i kompostowników/ codzienne użytkowanie		Przewodność (μS/cm) ± SD (n=3)	Mętność (NTU) ± SD (n=3)	Odczyn ± SD (n=3)	Azotany (V) (mg/dm <sup>3</sup> ) ± SD (n=3)	Azotany (III) (mg/dm <sup>3</sup> ) ± SD (n=3)
Cygany	- +	660 ± 10	0,44 ± 0,02	7,0 ± 0	160,37 ± 4,72	0,03 ± 0,02
	- +	690 ± 10	3,76 ± 0,18	7,2 ± 0,1	182,22 ± 4,32	0,02 ± 0,01
	- -	530 ± 0	1,04 ± 0,02	7,1 ± 0,1	65,56 ± 1,73	0,03 ± 0
	+ -	830 ± 0	0,51 ± 0,02	6,8 ± 0	226,82 ± 7,08	0,09 ± 0,01
	- +	1253 ± 12	3,19 ± 0,05	7,3 ± 0,1	72,95 ± 3,26	0,03 ± 0,01
	- -	1190 ± 17	7,52 ± 0,12	7,0 ± 0,1	124,34 ± 1,63	0,07 ± 0,01
	- +	457 ± 5,77	3,24 ± 0,05	7,7 ± 0	37,66 ± 1,22	0,03 ± 0,01
Domaradz	- +	693 ± 15	0,76 ± 0,08	7,1 ± 0,1	69,11 ± 6,76	0,02 ± 0
	- +	613 ± 6	0,23 ± 0,02	7,2 ± 0,1	32,78 ± 3,12	0,02 ± 0
	- +	530 ± 0	0,13 ± 0,03	7,4 ± 0	7,97 ± 0,87	0,02 ± 0
	- +	560 ± 20	0,24 ± 0,01	7,2 ± 0,1	29,24 ± 1,04	0,01 ± 0
Godowa	- +	530 ± 0	0,06 ± 0,01	7,2 ± 0,1	15,51 ± 2,55	0,03 ± 0
	- +	470 ± 0	1,12 ± 0,01	7,1 ± 0,1	9,89 ± 0,90	0,02 ± 0
Jadachy	+ -	470 ± 0	1,38 ± 0,03	7,3 ± 0,1	190,05 ± 5,47	0,03 ± 0,01
Jasienica Rosielna	- +	683 ± 15	0,12 ± 0	7,1 ± 0,1	47,84 ± 1,08	0,02 ± 0
Mogielnica	- +	720 ± 0	2,66 ± 0,24	7,2 ± 0	46,96 ± 3,70	0,01 ± 0
Niedźwiada	- +	547 ± 6	0,99 ± 0,03	7,4 ± 0	19,94 ± 3,75	0,02 ± 0
	- +	300 ± 0	1,05 ± 0,1	7,1 ± 0	67,34 ± 1,39	0,01 ± 0
	- +	240 ± 0	0,45 ± 0,02	6,6 ± 0	71,32 ± 3,35	0,01 ± 0
Niwiska	- -	453 ± 15	9,59 ± 0,11	7,3 ± 0	123,60 ± 1,37	0,02 ± 0,01
	- -	420 ± 0	1,21 ± 0,22	7,1 ± 0,1	231,25 ± 3,54	0,03 ± 0,01
Rzeszów	- +	1560 ± 26	4,11 ± 0,08	7,3 ± 0	50,06 ± 2,84	0,01 ± 0
	- +	1003 ± 21	0,31 ± 0,04	7,1 ± 0,2	73,98 ± 0,46	0,02 ± 0,01
	- +	620 ± 0	7,84 ± 0,05	6,9 ± 0	14,18 ± 1,14	0,02 ± 0
	+ -	1200 ± 10	0,17 ± 0,01	7,1 ± 0,1	174,99 ± 6,78	0,04 ± 0,01
Sieklówka	- -	537 ± 6	0,10 ± 0,01	7,4 ± 0	120,79 ± 2,31	0,05 ± 0,04
Tarnobrzeg	- +	1397 ± 32	0,18 ± 0,05	6,6 ± 0	53,31 ± 1,29	0,02 ± 0,01
	- +	907 ± 6	0,60 ± 0,08	7,1 ± 0	188,72 ± 4,76	0,02 ± 0,01
	- -	507 ± 6	1,38 ± 0,03	6,9 ± 0	118,72 ± 5,58	0,02 ± 0,01
Żyznów	- +	623 ± 6	0,15 ± 0,08	7,2 ± 0	75,31 ± 2,50	0,02 ± 0

Znaczenie kolorów:

Norma	1-2,5 NTU 50-100 mg/dm <sup>3</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,5-5,0 NTU 100-150mg/dm <sup>3</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5,0-7,5 NTU 150-200 mg/dm <sup>3</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	7,5-10,0 NTU 200-250 mg/dm <sup>3</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
-------	---	---	--	---

Dla 14 zbadanych próbek odnotowano przekroczoną dopuszczalną wartość mętności, zaś dla 20 próbek przekroczenia stwierdzono w przypadku stężenia azotanów (V). Żadna z badanych próbek nie przekroczyła natomiast dopuszczalnych wartości dla odczynu, przewodności elektrolitycznej i azotanów (III). Wyniki niniejszych analiz, uzyskane za pomocą przenośnych urządzeń pomiarowych, są zbliżone do wcześniej przeprowadzonych badań własnych z zastosowaniem chromatografii jonowej. W analizach 29 wód ze studni kopanych z terenu Podkarpacia, odnotowano stężenia azotanów (V) w zakresie od 3,47 do 204,65 mg/dm<sup>3</sup>, podczas gdy w badaniach niniejszych zakres ten wynosił od 7,97 do 231,25 mg/dm<sup>3</sup>. Natomiast w analizach chromatograficznych najwyższe odnotowane stężenie azotanów (III) wynosiło 11,02 mg/dm<sup>3</sup>, podczas gdy w badaniach niniejszych, prowadzonych techniką fotometryczną, 0,09 mg/dm<sup>3</sup> (9, 12). Różnica ta wynikać może jednak ze specyfiki badanych obiektów.

Podobne zakresy stężeń uzyskane zostały w pracach, w których stosowano klasyczną metodę spektrofotometryczną. W wodach ze studni kopanych z terenu województwa mazowieckiego, odnotowane zostały stężenia azotanów (V) w zakresie od 0,5 do 145 mg/dm<sup>3</sup> (7) i od 29 do 240 mg/dm<sup>3</sup> (8). Z kolei zakres stężeń uzyskanych metodą spektrofotometryczną dla azotanów (III), tj. od 0,04 do 0,6 mg/dm<sup>3</sup>, był zbliżony do wyników przedstawionych w niniejszej pracy (8).

Wyniki uzyskane za pomocą przenośnych urządzeń pomiarowych są zbieżne z rezultatami oznaczeń odczynu, prowadzonych metodą kolorymetryczną. W próbkach 14 wód studziennych kopanych z rejonu Suchej Beskidzkiej odnotowany zakres wartości dla odczynu wynosił od 7,1 do 7,4 (10), zaś w 12 wodach studziennych ze studni kopanych w rejonie Puław od 7,2 do 7,6 (11). W niniejszych badaniach zakres odczynu wynosił od 6,6 do 7,7.

Stosunkowo rzadko w badaniach naukowych oceniany jest istotny parametr wody pitnej: mętność, która wpływa w sposób znaczny na tzw. estetyczny wskaźnik jakości wody (21). Przed wprowadzeniem do użytku mętnościomierzy, w których wynik pomiaru podawany jest w nefelometrycznych jednostkach mętności (NTU), mętność wody pitnej oznaczana była w odniesieniu do wzorców sporządzanych z zawiesiny krzemionki lub formazyny. Wynik wyrażany był w mg/dm<sup>3</sup>, a jednostki NTU i mg/dm<sup>3</sup> utożsamiano ze sobą (22, 23). W próbkach 14 wód studziennych kopanych z rejonu Suchej Beskidzkiej odnotowany zakres wartości dla mętności wynosił od 1,8 do 8,3 mg/dm<sup>3</sup> (10), w 12 wodach studziennych ze studni kopanych w rejonie Puław od 1 do 5,5 mg/dm<sup>3</sup> (11), zaś dla 2 studni kopanych, zlokalizowanych w okolicach Warszawy, od 1,00 do 19,7 mg/dm<sup>3</sup> (5). Stosując przenośny mętnościomierz w badaniach niniejszych uzyskano zakres wartości mętności od 0,06 NTU do 9,59 NTU. Jednak, jak ustalono, wyników mętności oznaczonej różnymi metodami, wbrew przyjętej praktyce, nie można ze sobą utożsamiać i nie jest również możliwe ich proste, wzajemne przeliczenie (22, 23).

Zestawienie wyników badań wody pitnej ze studni kopanych wskazuje, że jakość jej jest niska, niezależnie od regionu w którym pobierano próbki do analizy. Pośród 20 próbek wód pobranych ze studni kopanych z terenu województwa lubelskiego zaledwie 4 spełniały normy jakości. W niniejszej pracy, na 30 zbadanych wód studziennych, pod względem pięciu wyznaczonych parametrów, wymogi rozporządzenia ministerialnego spełniało 6 studni (24). Parametrem którego dopuszczalne wartości są przekraczane najczęściej jest stężenie azotanów (V) oraz mętność. W niniejszych

badaniach przekroczone dopuszczalne stężenia azotanów (V) stwierdzono dla 70% próbek. Podobne wyniki uzyskano dla wód studziennych na terenie gminy Terespol, gdzie 75% spośród 20 studni przydomowych odznaczało się przekroczonymi dopuszczalnymi stężeniami dla azotanów (V) (25). Zagrożenia zdrowotne, wynikające ze spożycia azotanów (V), związane są z ich działaniem drażniącym w stosunku do śluzówki jelita cienkiego, co przy narażeniu chronicznym powoduje tzw. płaską śluzówkę, czyli wtórny zespół złego wchłaniania. Azotany (V), ulegając w przewodzie pokarmowym człowieka redukcji do azotanów (III), mogą ponadto być przyczyną methemoglobinemii, niebezpiecznej szczególnie dla dzieci (4, 9).

Brak ustawowej kontroli nad prywatnymi ujęciami wody, do których należą studnie kopane i wiercone (1, 2, 6), a zarazem stale poszerzająca się wiedza na temat ich znacznego zanieczyszczenia, każą apelować o zmiany w polskim ustawodawstwie, które nakazałyby zewidencjonowanie i regularne badanie wód studziennych.

## WNIOSKI

1. Za pomocą przenośnych urządzeń pomiarowych stwierdzono niską jakość wody pitnej, pochodzącej ze studni kopanych z terenu Podkarpacia.
2. Parametrami, dla których odnotowano przekroczoną dopuszczalną wartość, były azotany (V) i mętność.
3. Skażenie wody pitnej studziennej, w połączeniu z brakiem ustawowej kontroli prywatnych ujęć wodnych, niesie dla konsumentów znaczne ryzyko zdrowotne, szczególnie w przypadku zanieczyszczenia azotanami (III) i (V).
4. Przenośne urządzenia pomiarowe, znajdujące się na wyposażeniu laboratoriów uczelnianych, mogą oddać znaczne usługi w kontroli jakości wody pitnej studziennej i przyczynić się do identyfikowania prywatnych ujęć wodnych, stanowiących zagrożenie zdrowotne.

M. Bilek, K. Małek, S. Sosnowski

### THE PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF DRINKING WATER FROM DUG WELLS IN THE AREA OF PODKARPACIE

#### Summary

The aim of this study was to determine some physicochemical parameters of drinking water samples collected from thirty dug wells in the area of Podkarpacie using portable measuring devices. The electrolytic conductivity of tested samples varied from 706 to 1560  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . The pH value was from 6.6 to 7.7, and turbidity from 0.06 to 9.59 NTU. The concentration of nitrates varied between 7.97 and 231.25 mg/L, and that of nitrites between 0.01 and 0.09 mg/L. These results are consistent with the studies of the well water carried out using the spectroscopic and chromatographic techniques. Among the thirty tested well water samples, only six did not exceed the limit values specified in the regulation of the Minister of Health of 2007. The limit value for turbidity was exceeded in 14 of the tested samples, and the concentration of nitrates was excessive in 21 of the samples. None of the tested samples did exceed the limit values for pH, electrolytic conductivity and nitrites. The number of samples that did not meet the standards was similar as in the other studies of well water quality from the whole of Poland. Concentrations of nitrates and turbidity were the parameters for which limit values were exceeded frequently, regardless of the region. Private water intakes, which include dug and drilled wells, are not covered by the state

sanitary control. Meanwhile, the knowledge of their significant pollution is still growing. All this makes the changes in Polish legislation necessary. The amended regulations should require recording and regular testing of the quality of well water. University laboratories equipped with portable measuring devices can be very useful in the well water quality control. They may contribute to the identification of private water intakes that constitute a hazard to consumers' health.

## PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. Nr 61, poz. 417). – 2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. Nr 72, poz. 466). – 3. Stan sanitarny kraju w roku 2013. Dostęp z <http://www.gis.gov.pl/ckfinder/userfiles/files/Stan%20sanitarny%20kraju%202013.pdf> (stan z 25 marca 2015). – 4. *Lutyński R., Steczek - Wojdyła M., Wojdyła Z., Kroch S.*: The concentrations of nitrates and nitrites in food products and environmental and the occurrence of acute toxic methemoglobinemia. *Przegl. Lek.* 1996; 53(4): 351-355. – 5. *Perchuć M., Boryń A.*: Badania wybranych rozwiązań przydomowego zaopatrzenia w wodę. *Gaz Woda Tech. Sanit.* 2007; 81(6): 27-33. – 6. *Wójcik-Jackowski S., Bilek M.*: Woda z „prywatnych” ujęć wody pitnej, jako czynnik ryzyka zdrowia człowieka, w świetle badań nad jej jakością na tle obowiązujących uregulowań prawnych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2015; 48(2): 216-222. – 7. *Raczuk J., Dziuban E., Biardzka E.*: Azotany w wodzie do picia jako czynnik ryzyka zdrowotnego mieszkańców gminy Platerów (województwo mazowieckie). *Ochr. Środ. i Zasob. Natur.*, 2013; 24(1): 5-9. – 8. *Raczuk J., Biardzka E., Michalczyk M.*: Związki azotu w wodzie studziennej w świetle ryzyka zdrowotnego mieszkańców gminy Wodzinie (woj. Mazowieckie). *Woda Środ. Obsz. Wiej.*, 2009; 9(1): 87-97. – 9. *Bilek M., Rybakowa M.*: Azotany (III) i (V) w wodzie pitnej studni kopanych i wierconych z terenu Podkarpacia jako czynniki ryzyka methemoglobinemii. *Przegl. Lek.*, 2014; 71(10): 520-522. – 10. *Tymczyna L., Goluszka J.*: Stan sanitarno-higieniczny wód studziennych w rejonach podgórskich w Suchej Beskidzkiej. *Roczn. PZH*, 2001; 52(2): 145-153.

11. *Bilek M., Lachowicz S., Kaniuczak J.*: Zawartość anionów nieorganicznych w wodzie pitnej ujęć indywidualnych z terenu Podkarpacia. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2014; 47(4): 903-908. – 12. *Skorbiłowicz M., Skorbiłowicz E.*: Quality of well waters in context of the content of nitrogen and phosphorus compounds in the upper Narew river valley. *J. Elementom.*, 2008; 13(4): 625-635. – 13. *Namięśnik J., Polkowska Z., Konieczka P.*: Polowe urządzenie do badania jakości wody. *Chem. Inż. Ekol.* 1994; 467(1): 373-398. – 14. *Nkansah M. A., Boadi N. O., Badu M.*: Assessment of the quality of water from hand-dug wells in Ghana. *Environ. Health Insights* 2010; 4: 7-12. – 15. *Okotto-Okotto J., Okotto L., Price H., Pedley S., Wright J.*: A longitudinal study of long-term change in contamination hazards and shallow well quality in two neighbourhoods of Kisumu, Kenya. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2015; 12: 4275-4291. – 16. *Sorlini S., Palazzini D., Sieliechi J.M., Ngassoum M.B.*: Assessment of physical-chemical drinking water quality in the Logone Valley (Chad-Cameroon). *Sustainability* 2013; 5: 3060-3076. – 17. *O'Dell J.W.*: Method 180.1. Determination of turbidity by nephelometry. Dostęp z [http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/bioindicators/upload/2007\\_07\\_10\\_methods\\_method\\_180\\_1.pdf](http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/bioindicators/upload/2007_07_10_methods_method_180_1.pdf) (stan z 22 maja 2015). – 18. Nitrates. Dostęp z <http://water.epa.gov/type/rs/monitoring/vms57.cfm> (stan z 22 maja 2015). – 19. Method 354.1. Nitrogen, Nitrite (Spectrophotometric). Dostęp z [https://www.uvm.edu/bwrl/lab\\_docs/protocols/354.1\\_Nitrite\\_by\\_spectrophotometry\\_\(EPA\\_1971\).pdf](https://www.uvm.edu/bwrl/lab_docs/protocols/354.1_Nitrite_by_spectrophotometry_(EPA_1971).pdf) (stan z 22 maja 2015). – 20. Proponowane maksymalne wartości czasowych odstępstw wybranych parametrów chemicznych wody przeznaczonej do spożycia. Dostęp z [http://gistest.pis.gov.pl/ckfinder/userfiles/files/BW/WPDSpl/wartosci\\_czasowych\\_odstepstw.pdf](http://gistest.pis.gov.pl/ckfinder/userfiles/files/BW/WPDSpl/wartosci_czasowych_odstepstw.pdf) (stan z 22 maja 2015).

21. *Bergel T., Pawelek J., Rulka Z.*: Mętność wody dostarczanej przez systemy wodociągowe województwa małopolskiego. *Ochr. Środ.* 2009; 31(4): 61-64. – 22. *Rzeczek L., Siwiec T., Skiba I.*: Ocena korelacji wzajemnej podstawowych jednostek mętności. *Gaz Woda Tech. Sanit.* 2002; 76(6): 211-215. – 23. *Chelmicka A., Kiedrzyńska L.*: Ocena związku między wybranymi jednostkami mętności. *Sci. Rev. Eng. Env. Sci.* 2005; 31(1): 195-200. – 24. *Raczuk J., Sarnowska K.*: Jakość wód studni wiejskich w wybranych gminach województwa lubelskiego. *Archiwum Ochrony Środowiska* 2002; 28(3): 63-75. – 25. *Raczuk J.*: Wstępna ocena jakości wód studziennych na terenie gminy Terespol. *Acta Scient. Pol. Form. Circumictus* 2004; 3(2): 67-74.



*Ewa Stasiuk, Piotr Przybyłowski, Natalia Skrzypkowska*

## ANALIZA WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI WÓD FUNKCJONALNYCH TYPU ACTIVE, BALANCE I BEAUTY

Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością,  
Wydziału Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa Akademii Morskiej w Gdyni  
Kierownik: prof. dr hab. inż. *P. Przybyłowski*

*Napoje funkcjonalne typu ACTIVE, BALANCE i BEAUTY stanowią nową grupę napojów na rynku. Kierowane są ku konsumentom dbającym o swoją aktywność, równowagę i wygląd. Odpowiednio dobrany skład ma zapewnić tym wodom deklarowaną funkcję. Celem pracy była analiza wybranych wskaźników jakości wód funkcjonalnych typu ACTIVE, BALANCE i BEAUTY. Materiał badawczy stanowiło 14 wód funkcjonalnych: 6 wód ACTIVE, 4 wody BALANCE i 4 wody BEAUTY. Kwasowość badanych napojów wahała się w granicach od pH 2,74 do 3,91. Ekstrakt ogólny napojów wynosił od 0,7 do 6,1%, natomiast osmolalność wahała się w granicach od 34 do 332 mOsm/kg. Wykonane oznaczenia mogą być przydatne w określaniu jakości ogólnej badanych napojów.*

Hasła kluczowe: napoje typu wellness; napoje funkcjonalne; napoje active, balance i beauty.

Key words: wellness type beverages; functional beverages; active, balance and beauty beverages.

Napoje funkcjonalne są stosunkowo nową grupą produktów na rynku krajowym. Najbardziej znanymi produktami funkcjonalnymi są napoje energetyzujące i izotoniczne. Do tych napojów dołączają teraz także napoje typu wellness, czyli takie, które oddziałują na zdrowie i samopoczucie konsumenta. Rozróżnia się cztery główne grupy napojów typu wellness: ACTIVE, BALANCE, BEAUTY i HARMONY. Napoje ACTIVE są dedykowane konsumentom aktywnym fizycznie, napoje BALANCE – konsumentom dbającym o równowagę, napoje BEAUTY – osobom dbającym o wygląd, i napoje HARMONY przeznaczone dla konsumentów troszczących się o dobre samopoczucie (1). Napoje te różnią się więc głównie składnikami. W grupie wód ACTIVE składnikami aktywnymi są m.in.: mikro- i makroelementy, witaminy z grupy B, aminokwasy, soki owocowe, błonnik. W wodach typu BALANCE najczęściej stosuje się ekstrakty ziołowe (melisa, mięta, rumianek), mikro- i makroelementy, witamina C, miód manuka, natomiast w wodach typu BEAUTY są to m.in.: wyciągi z roślin (aloes, imbir, hibiskus), witaminy (biotyna, C, E), cynk, wyciągi z karczocha, żeń-szenia. Z kolei w wodach HARMONY obecne są takie składniki jak: ekstrakty ziołowe (melisa, rumianek, waleriana), lawenda, rozmaryn, kardamon, koenzym Q10, yerba mate itp.(1-3).

Jakość tych napojów powinna być badana ze względu na zawartość w nich składników aktywnych. Jednak są to najczęściej badania drogie, gdyż wymagają nowoczesnych aparatów analitycznych (chromatografy, spektrometry itp.). Jakość ogólną napojów można też określić za pomocą prostych pomiarów (nie są tak kosztowne jak metody chromatograficzne czy spektralne), takich jak: kwasowość, ekstrakt czy osmolalność. Badania te będą charakteryzowały napoje pod względem kwasowości, zawartości cukrów czy też sposobu nawadniania organizmu człowieka.

W Polsce ostatnio zachodzą zmiany na rynku napojów i wód. Spada spożycie napojów gazowanych i słodzonych, rośnie zaś spożycie wód mineralnych (4). Rynek wód i napojów funkcjonalnych w kraju dopiero się rozwija. Najpopularniejsze do tej pory napoje funkcjonalne to napoje izotoniczne i energetyzujące. Ich spożycie znacznie wzrosło, gdy pojawiły się w dużych sieciach sprzedaży (5). Natomiast obecnie na rynku krajowym pojawiają się nowe produkty kierowane do konsumentów dbających o swoje zdrowie i wygląd (często zaliczane są do grupy wellness) np. Ustronianka Plus Uroda z aloesem i cynkiem czy Veroni Truskawkowa + Wapń. Według badań Euromonitor International spożycie wód i napojów funkcjonalnych w Polsce będzie rosnać (4, 6).

Celem pracy była analiza wybranych wskaźników jakości wód funkcjonalnych typu ACTIVE, BALANCE i BEAUTY.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badany stanowiło 14 napojów funkcjonalnych z grupy wellness zakupionych na rynku Trójmiasta. Były to: napoje typu ACTIVE – 6 (Aqua Grapcio smak cytryny, Kubuś Waterr jabłkowy, Mineral ACTIVE napój lekko gazowany o smaku owocu granatu, Powerade ZERO jagoda i owoce tropikalne, Vitaminaqua multiwitaminy + guarana i kofeina, Waterr Sport Citrus-mix), napoje typu BALANCE – 4 (Mineral BALANCE napój lekko gazowany o smaku owocu liczi, Vitaminaqua witamina B6 + magnez, Vitaminaqua witamina C + cynk, Vitamin OSHEE H<sub>2</sub>O magnez, cytryna, pomarańcza), napoje typu BEAUTY – 4 (Mineral BEAUTY napój lekko gazowany o smaku wiśniowym; Vitamin OSHEE H<sub>2</sub>O woman, limonka, aloes, trawa cytrynowa; Vitamin OSHEE H<sub>2</sub>O slim, jabłko, białe winogrono, gruszka; Voda Collagen pomegranate). Objętość zakupionych napojów wahała się od 350 cm<sup>3</sup> do 555 cm<sup>3</sup>, natomiast cena każdego z nich mieściła się w granicach od 1,59 zł do 14,90 zł (Voda Collagen pomegranate miała najwyższą cenę, zdecydowanie różniącą się od pozostałych).

W zakupionych napojach badano zawartość ekstraktu ogólnego za pomocą refraktometru typu Abbego – RL-3 firmy Polskie Zakłady Optyczne, kwasowość czynną (pH) stosując urządzenie wielofunkcyjne CPC-551 firmy Elmetron oraz osmolalność za pomocą osmometru OS 3000 firmy Marcel. W pomiarach korzystano z wzorców pehametrycznych, wody o określonej osmolalności. Pomiarów wykonywano w trzykrotnym powtórzeniu. W opracowaniu statystycznym wyników wykorzystano program STATISTICA10 firmy StatSoft Polska. Dla porównania wartości średnich pH dla trzech grup napojów posłużono się testem nieparametrycznym Kruskala-Wallis (ANOVA rang Kruskala-Wallis).

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki dotyczące kwasowości i osmolalności napojów przedstawiono w tab. I. Wyniki są średnią z 3 pomiarów.

Analizując kwasowość napojów można stwierdzić, że wszystkie napoje miały odczyn kwaśny. Kwasowość wahała się w granicach od  $\text{pH}=2,74\pm 0,01$  dla napoju ACTIVE – Powerade ZERO do  $\text{pH}=3,91\pm 0,01$  dla napoju ACTIVE – Waterr Sport Citrus-mix; średnio dla badanych napojów  $\text{pH}=3,46\pm 0,33$ . Wszystkie badane napoje posiadały w swoim składzie regulatory kwasowości – m.in. kwas cytrynowy, poza napojem Kubuś Water jabłkowy, który miał zadeklarowany w składzie sok z cytryny.

Tabela I. Kwasowość i osmolalność napojów (pH)

Table I. Acidity and osmolality of beverages (pH)

Lp.	Napój	Typ napoju	pH	Osmolalność (mOsm/kg)
1	Aqua Grapcio smak cytryny	ACTIVE	$3,03\pm 0,01$	$179\pm 0,6$
2	Kubuś Waterr jabłkowy	ACTIVE	$3,32\pm 0,01$	$167\pm 1,5$
3	Mineral ACTIVE napój lekko gazowany o smaku owocu granatu	ACTIVE	$3,68\pm 0,01$	$206\pm 0,6$
4	Powerade ZERO jagoda i owoce tropikalne	ACTIVE	$2,74\pm 0,01$	$66\pm 0,6$
5	Vitaminaqua multiwitaminy + guarana i kofeina	ACTIVE	$3,41\pm 0,01$	$53\pm 1,0$
6	Waterr Sport Citrus-mix	ACTIVE	$3,91\pm 0,01$	$332\pm 1,0$
7	Mineral BALANCE napój lekko gazowany o smaku owocu liczi	BALANCE	$3,75\pm 0,01$	$193\pm 0,0$
8	Vitaminaqua witamina B6 + magnez	BALANCE	$3,57\pm 0,01$	$38\pm 0,6$
9	Vitaminaqua witamina C + cynk	BALANCE	$3,71\pm 0,02$	$34\pm 1,2$
10	Vitamin OSHEE H <sub>2</sub> O magnez, cytryna, pomarańcza	BALANCE	$3,66\pm 0,01$	$202\pm 0,6$
11	Mineral BEAUTY napój lekko gazowany o smaku wiśniowym	BEAUTY	$3,70\pm 0,01$	$36\pm 0,6$
12	Vitamin OSHEE H <sub>2</sub> O woman, limonka, aloes, trawa cytrynowa	BEAUTY	$3,14\pm 0,01$	$268\pm 1,0$
13	Vitamin OSHEE H <sub>2</sub> O slim, jabłko, białe winogrono, gruszka	BEAUTY	$3,12\pm 0,02$	$136\pm 0,6$
14	Voda Collagen pomegranate	BEAUTY	$3,68\pm 0,02$	$143\pm 0,6$

Napoje typu BALANCE były grupą napojów, która miała najwyższe pH, w granicach od  $3,57\pm 0,01$  do  $3,75\pm 0,01$  (średnio  $\text{pH}=3,67\pm 0,08$ ), natomiast w grupie napojów ACTIVE i BEAUTY wahania pH były większe i wynosiły odpowiednio  $2,74\pm 0,01$  –  $3,91\pm 0,01$  (średnio  $\text{pH}=3,35\pm 0,42$ ) oraz  $3,12\pm 0,02$  –  $3,70\pm 0,01$  (średnio  $\text{pH}=3,41\pm 0,032$ ). Z analizy statystycznej wynika, że różnice wartości średnich pH w poszczególnych grupach napojów nie były statystycznie istotne ( $p=0,3573$ ).

Osmolalność badanych napojów wahała się w granicach od  $34\pm 1,2$  do  $332\pm 1,0$  mOsm/kg. Wszystkie napoje poza jednym były napojami hipotonicznymi – ich osmolalność wynosiła poniżej 270 mOsm/kg, w tym 6 napojów miało poniżej 100 mOsm/kg.

Napój Waterr Sport Citrus – mix wykazywał osmolalność na poziomie  $332 \pm 1,0$  mOsm/kg, co kwalifikuje go do grupy napojów hipertonicznych (osmolalność powyżej 330 mOsm/kg) (7). Unia Europejska za napoje izotoniczne uważa te napoje, które zawierają jony sodu (i/lub dodatkowo potasu, magnezu, wapnia) i węglowodany oraz wykazują osmolalność na poziomie  $300 \pm 10\%$  mOsm/kg (7). Żaden z badanych napojów nie był napojem izotonicznym, więc nawadnianie nimi organizmu człowieka nie jest najbardziej efektywne.

Tabela II. Zawartość ekstraktu w napojach (% m/m)

Table II. Content of extract in beverages (% w/w)

Lp.	Napój	Typ napoju	Ekstrakt ogólny (% m/m)	Zawartość cukrów wg deklaracji producenta (g/100 cm <sup>3</sup> )	Substancje słodzące wg deklaracji producenta
1	Aqua Grapcio smak cytryny	A	$4,20 \pm 0,01$	4,00	brak
2	Kubuś Waterr jabłkowy	A	$4,10 \pm 0,01$	4,40	brak
3	Mineral ACTIVE napój lekko gazowany o smaku owocu granatu	A	$5,75 \pm 0,00$	5,40	brak
4	Powerade ZERO jagoda i owoce tropikalne	A	$0,70 \pm 0,01$	0,00	sukraloza, acesulfam K
5	Vitaminaqua multiwitaminy + guarana i kofeina	A	$0,90 \pm 0,00$	0,00	cyklaminian sodu, sacharynian sodu, aspartam, acesulfam K
6	Waterr Sport Citrus-mix	A	$4,30 \pm 0,02$	5,30	brak
7	Mineral BALANCE napój lekko gazowany o smaku owocu liczi	BL	$5,40 \pm 0,10$	5,40	brak
8	Vitaminaqua witamina B6 + magnez	BL	$0,70 \pm 0,01$	0,00	cyklaminian sodu, sacharynian sodu, aspartam, acesulfam K
9	Vitaminaqua witamina C + cynk	BL	$0,85 \pm 0,010$	0,00	cyklaminian sodu, sacharynian sodu, aspartam, acesulfam K
10	Vitamin OSHEE H <sub>2</sub> O magnez, cytryna, pomarańcza	BL	$5,10 \pm 0,01$	4,60	brak
11	Mineral BEAUTY napój lekko gazowany o smaku wiśniowym	BT	$1,00 \pm 0,06$	0,20	acesulfam K
12	Vitamin OSHEE H <sub>2</sub> O woman, limonka, aloes, trawa cytrynowa;	BT	$6,10 \pm 0,12$	6,00	brak
13	Vitamin OSHEE H <sub>2</sub> O slim, jabłko, białe winogrono, gruszka	BT	$2,75 \pm 0,01$	2,30	cyklaminian sodu, sacharynian sodu, aspartam, acesulfam K
14	Voda Collagen pomegranate	BT	$5,10 \pm 0,03$	3,00	brak

A – ACTIVE, BL – BALANCE, BT – BEAUTY

W tab. II przedstawiono zawartość ekstraktu w badanych napojach. Na zawartość ekstraktu w napojach wpływa głównie zawartość węglowodanów, dlatego też w tabeli podano deklaracje producentów dotyczącą zawartości cukru w napoju oraz na temat dodatku substancji słodzących takich jak: sukraloza, acesulfam K, sacharynian sodu, aspartam, cyklamian sodu. Na 14 badanych napojów: 6 napojów zawierało substancje słodzące, 10 – węglowodany w ilości nie przekraczającej 6 g/100 cm<sup>3</sup> napoju, natomiast 2 napoje zawierały zarówno węglowodany jak i substancje słodzące (Mineral BEAUTY, OSHEE H<sub>2</sub>O slim).

Zawartość ekstraktu zmierzona refraktometrycznie była zbliżona do deklaracji producenta o zawartości węglowodanów, dlatego też może stanowić miernik zawartości cukrów w napoju.

Badane napoje kupiono w opakowaniach o pojemności od 350 do 555 cm<sup>3</sup>; średnio 500 cm<sup>3</sup>. Dla napoju o największej zawartości węglowodanów (Vitamin OSHEE woman – 6 g/100 cm<sup>3</sup>) wypicie całego napoju wiąże się ze spożyciem aż 30 g cukru (6 łyżeczek). Zawartość cukrów w napojach skutkuje nadmierną konsumpcją węglowodanów, co ujemnie wpływa na zdrowie człowieka. Napoje słodzone mogą powodować nadwagę i/lub otyłość, mogą wpływać na powstawanie wielu chorób takich, jak: choroba refluksowa żołądkowo-przełykowa, próchnica zębów, osteoporoza, nowotwory, choroby układu krążenia (8). Napoje izotoniczne również zawierają cukry w ilości 5–6 g/100 cm<sup>3</sup>, zaś napoje energetyzujące mają zdecydowanie większą ilość węglowodanów od 9 do 15 g/100 cm<sup>3</sup> napoju (9). Z napojów funkcjonalnych najwięcej cukru dostarczają napoje energetyzujące.

Podsumowując można stwierdzić, że wybrane wskaźniki jakości napojów: kwasowość, zawartość ekstraktu i osmolalność pozwalają na szybką ocenę napojów funkcjonalnych typu ACTIVE, BALANCE i BEAUTY. Kwasowość napoju wpływa m.in. na stabilność barwników, zapobiega rozwojowi drobnoustrojów i wzmacnia cechy smakowe (10). Ponieważ producenci wprowadzają różne nowe smaki (wyciągi i ekstrakty z roślin, ziół i owoców) odczyn kwaśny pomaga w utrwalaniu napoju. Ekstrakt napoju świadczy o zawartości węglowodanów i w porównaniu do innych napojów (energetyzujących i gazowanych słodzonych) napoje typu ACTIVE, BEAUTY i BALANCE mają ich mniejszą ilość, zbliżoną do zawartości cukrów w napojach izotonicznych. Osmolalność tej grupy napojów pozwała je zaliczyć do napojów hipotonicznych, tak jak wody mineralne czy źródlane, chociaż zawierają więcej cukrów. Należy jednak stwierdzić, że grupa napojów wellness jest dosyć duża i będzie się zwiększać w najbliższym czasie, więc składy poszczególnych napojów będą bardzo różnorodne.

## WNIOSKI

1. Wybrane wskaźniki takie jak: kwasowość czynna, osmolalność, ekstrakt ogólny są przydatne w określaniu jakości badanych napojów.
2. Wszystkie badane napoje poza jednym były napojami hipotonicznymi.
3. Aby ocenić funkcje napojów typu ACTIVE, BALANCE i BEAUTY należałoby przeprowadzić analizę na zawartość składników aktywnych w tych napojach i ich wpływ na organizm człowieka.

E. Stasiuk, P. Przybyłowski, N. Skrzypkowska

ANALYSIS OF SELECTED QUALITY INDICATORS OF FUNCTIONAL WATERS OF ACTIVE,  
BALANCE AND BEAUTY TYPE

Summary

ACTIVE, BALANCE and BEAUTY type functional beverages are a new group of drinks on the market. They are addressed to consumers who take care of their physical activity, balance and appearance. Suitably selected ingredients and their proper proportions are expected to impart the declared function to those drinks. The aim of this study was to analyze selected electrochemical quality indicators of functional drinks such as Active, Balance and Beauty types. Material for analyses were Fourteen functional beverages, including 6 ACTIVE-, 4 BALANCE-, and 4 BEAUTY-type drinks were analyzed. Acidity of examined beverages ranged from pH=2.74 to pH=3.91. The overall extract of these drinks ranged from 0.7% to 6.1% and the osmolality ranged from 34 to 332 mOsm/kg. The reported analysis may be useful in determining general quality of the examined beverages.

PIŚMIENNICTWO

1. Hoffmann M., Jędrzejczyk H.: Napoje funkcjonalne nowej generacji. *Agro Przemysł*, 2007; 3: 51-52. – 2. Gruenwald J.: Novel botanical ingredients for beverages. *Clin. Dermatol.*, 2009; 27: 210-216. – 3. Jaworska G., Olczak A.: Napoje bezalkoholowe nowe tendencje w produkcji. *Przem. Spożywczy*, 2010; 64(7/8): 36-40. – 4. Anonim: Wody i napoje funkcjonalne. *Wiad. Handl.*, 2014; 134(4): 59-60. – 5. Joachimiak I., Szoltysek K.: Świadomość, stan wiedzy oraz częstotliwość spożycia napojów energetyzujących i izotonicznych przez osoby młode, czynnie uprawiające sport. *Nauki Inż. i Technol.*, 2013; 8 (1): 26-38. – 6. Tomaszewska M., Bilka B., Grzebińska W., Przybyłowski W.: Żywność funkcjonalna jako możliwość rozwoju polskich firm spożywczych. *Roczn. Naukowe SERiA*, 2014; 16(3): 293-298. – 7. Raport Komisji Europejskiej. Report of the Scientific Committee on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen.[online]. Dostępny w Internecie: [http://ec.europa.eu/food/fc/sc/scf/out64\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fc/sc/scf/out64_en.pdf). [dostęp: 07. 06. 2015]. – 8. Jarosz M., Rychlik E.: Napoje słodzone gazowane i ich związek z powstawaniem chorób diety zależnych. *Stand. Med*, 2007; 4(4): 109-114. – 9. Stasiuk E., Przybyłowski P.: Ocena zawartości i pobrania węglowodanów z napojów energetyzujących. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2014; 95(1): 125-127. – 10. Dłużewska E., Bednarek P.: Wpływ wybranych czynników na stabilność  $\beta$ -karotenu w napojach bezalkoholowych. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2005; 4(2): 59-69.

Adres: 81-225 Gdynia, ul. Morska 81-87

*Celina Pieszko, Janetta Grabowska, Nina Jurek*

## OZNACZANIE POLIFENOLI I WYBRANYCH PIERWIASTKÓW W KAWIE, HERBACIE I MIODACH\*)

Katedra Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii  
Politechniki Śląskiej w Gliwicach  
Kierownik prof. dr hab. inż. *M. Turek*

*Herbata, kawa i miód są produktami naturalnymi znanymi ludzkości od dawna. Ze względu na zawarte w nich polifenole wykazują właściwości lecznicze. Jednocześnie są źródłem mikroelementów potrzebnych organizmowi. Dlatego też celem badań było oznaczenie polifenoli i wybranych pierwiastków w wyżej wymienionych produktach żywnościowych. Spektrofotometrią UV/VIS w oparciu o selektywne reakcje oznaczono sumaryczną zawartość polifenoli, kwas galusowy i kawowy, a absorpcyjna spektrometria atomowa z atomizacją w płomieniu posłużyła do oznaczenia miedzi, cynku, manganu, niklu i żelaza. Badaniami objęto napary herbaty, kawy oraz próbki miodów.*

Hasła kluczowe: metale, polifenole, garbniki, spektrofotometria UV/VIS, ASA.  
Key words: metals, polyphenols, tannins, UV / VIS spectrophotometry, AAS.

Herbata, kawa i miód są produktami naturalnymi znanymi ludzkości od bardzo dawna ze względu na swoje walory żywnościowe, jak i lecznicze. Herbata, w zależności od rodzaju posiada wiele właściwości pro zdrowotnych, pobudza lub uspokaja organizm, rozgrzewa i przyspiesza przemianę materii (1). Kawa działa moczopędnie, likwiduje zmęczenie i bóle głowy (1, 2). Miód wpływa korzystnie na układ immunologiczny, poprawia krążenie i reguluje ciśnienie krwi (3, 4). Wszystkie właściwości produkty te zawdzięczają związkom w nich występującym. Do związków tych należą organiczne pochodne fenolu, naturalnie wytwarzane w roślinach oraz mikroelementy w połączeniach organicznych (5).

Najczęstszymi pochodnymi fenolu są polifenole, ze szczególnym uwzględnieniem hydrolizujących tanin (w tym kwas galusowy i kawowy). Polifenole zaliczane są do grupy antyoksydantów, ponieważ zapobiegają powstawaniu wolnych rodników (6). Efekt zdrowotny przeciwutleniaczy polega na neutralizacji wolnych rodników w organizmie. Natomiast niedobór lub nadmiar mikroelementów w organizmie może prowadzić do zaburzeń fizjologicznych, wywierając wpływ na regulację czynności narządowych i ogólnoustrojowych. Składniki mineralne wchodzi w skład: tkanki kostnej, płynów ustrojowych, niektórych enzymów oraz związków wysokoenergetycznych (7–10).

---

\*) Wyniki badań przedstawiono na I Ogólnopolskiej Konferencji Młodych Naukowców Nauk Przyrodniczych pt.: „Wkraczając w świat nauki”, Wrocław 2014 r.

Celem badań było oznaczenie polifenoli i wybranych pierwiastków w wyżej wymienionych produktach żywnościowych. Spektrofotometrią UV/VIS w oparciu o selektywne reakcje oznaczono sumaryczną zawartość polifenoli, kwas galusowy i kawowy, a absorpcyjna spektrometria atomowa z atomizacją w płomieniu posłużyła do oznaczenia miedzi, cynku, manganu, niklu i żelaza. Spektrofotometrycznie kwas galusowy oznaczono po reakcji z rodaniną, kwas kawowy po reakcji z odczynnikiem Arnova, a sumaryczną zawartość polifenoli po reakcji z odczynnikiem Folin-Ciocalteu. Badaniami objęto napary herbaty, kawy oraz próbki miodów.

## MATERIAŁY I METODY

Materiał do badań stanowiło 7 próbek krajowych miodów pszczelich różnych odmian (*różniących się* konsystencją, barwą), 6 próbek herbat (4 liściaste i 2 ekspresowe) różniących się składem i 6 próbek kaw na bazie Robusta i Arabika. Wyniki pomiarów odczytywano z krzywych wzorcowych, a obliczenia statystyczne dokonano w oparciu o program EXCEL, przyjmując przedział ufności na poziomie 95%.

Metodą spektrofotometrii UV–VIS oznaczono kwas galusowy, sumę kwasów fenolowych w przeliczeniu na kwas kawowy oraz ogólną zawartość polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy w miodach pszczelich, naparach z kawy i herbaty. Metoda spektrofotometrycznego oznaczania kwasu galusowego polega na reakcji rodaniny z hydroksylowymi grupami kwasu galusowego w środowisku alkalicznym (11). Powstały produkt reakcji ma intensywną czerwoną barwę, a jego absorbancję mierzy się przy dł. fali  $\lambda=520$  nm. Metoda Arnova jest metodą spektrofotometryczną, stosowaną do oznaczania zawartości kwasów fenolowych, a oparta jest na barwnej reakcji fenolokwasów z odczynnikiem Arnova (12). W rezultacie powstaje pomarańczowo-czerwony produkt reakcji, którego absorbancję mierzy się przy dł. fali  $\lambda=492$  nm. Metoda Folin-Ciocalteu jest powszechną metodą spektrofotometryczną, stosowaną do oznaczania całkowitej zawartości związków fenolowych (13). Polega na reakcji polifenoli z odczynnikiem Folin-Ciocalteu, w wyniku której powstaje związek o niebieskiej barwie. Pomiaru absorbancji dokonuje się w zakresie dł. fal 700–800 nm ( $\lambda=762$  nm w pracy). Druga część badań obejmowała oznaczenie wybranych mikroelementów w wyżej wymienionych próbkach metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z atomizacją w płomieniu po mineralizacji na sucho. W trakcie badań używano spektrofotometr UV-VIS HP-8452A firmy Hewlett-Packard z matrycą DAD oraz spektrometr AAS 3 firmy Carl Zeiss Jena (lampy Hoolow Cathode Lamp Photron, Australia)

### Przygotowanie próbek

Na wadze analitycznej odważono 2–5 g materiału próbki. Procedura przygotowania próbek uzależniona była od metody oznaczania wybranych składników. W celu oznaczenia składników biologicznie aktywnych próbki poddano ekstrakcji wodą lub octanem etylu. Przygotowanie próbek do oznaczenia składników mineralnych polegało na spopieleniu próbki w tyglach porcelanowych i wyprażeniu w temp. ok.



500°C w piecu muflowym. Próbkę herbaty przeniesiono ilościowo do zlewki, po czym zalano 250 cm<sup>3</sup> gorącej wody destylowanej (temperatura wody uzależniona była do rodzaju badanej herbaty). Pobrano 1 cm<sup>3</sup> próbki herbaty w 5 i 10 min od momentu jej zaparzenia. Podobnie postępowano z próbkami kawy, pobierając napar do analizy po 5 min. Odważone próbki miodów ekstrahowano octanem etylu, po czym rozpuszczalnik odparowano, a suchą pozostałość rozpuszczono w wodzie.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Miody pszczele odznaczały się zróżnicowaną zawartością związków fenolowych. W miodach jasnych, takich jak akacjowy, fasolowy, mniszkowy i nawłociowy zawartość kwasu galusowego, sumy fenolokwasów oraz polifenoli była wyraźnie niższa niż w miodach ciemnych, do których zaliczamy miód spadziowy i gryczany (tab. I). Warto podkreślić, że polskie miody, zarówno ciemne, jak i jasne, odznaczały się wysoką zawartością polifenoli (19–112 mg/100 g). Poza tym stwierdzono, że uzyskane wyniki były zbliżone do danych literaturowych dotyczących zawartości polifenoli w miodach europejskich (14).

Wszystkie badane miody odznaczały się największą zawartością żelaza spośród oznaczanych metali. Zawartość pozostałych pierwiastków mieściła się w granicach od ~ 0,3 (Cu, Mn) do ~ 7,0 (Zn, Mn) µ/g i była porównywalna z danymi literaturowymi (15). Jak wiadomo sposób pobierania przez pszczoły pokarmu do produkcji miodu ma istotny wpływ na zawartość badanych pierwiastków, gdyż miody nektarowe zawierają ich mniej. Próbowano również zbadać czy istnieje zależność pomiędzy zawartością polifenoli a ogólną zawartością badanych mikroelementów w miodach (ryc. 1). Zaobserwowano, że w większości przypadków wzrastająca ilość polifenoli pociąga za sobą wzrost zawartości mikroelementów. Jednak potwierdzić można by to dopiero na większej liczbie pierwiastków, a także na większej ilości próbek miodów poddanych badaniom.

Druga część badań obejmowała oznaczanie miedzi, cynku i manganu oraz całkowitej zawartości polifenoli i fenolokwasów w herbacie i kawie metodami spektroskopowymi. Badania wstępne obejmowały oznaczenie mikroelementów w suchym materiale (tab. II).

Pomiędzy tymi pierwiastkami istnieje antagonizm w organizmach zwierzęcych polegający na współzawodnictwie kationów w procesie absorpcji z przewodu pokarmowego. Zwiększona zawartość Zn w żywności powoduje spadek Cu w wątrobie, sercu i surowicy, a deficyt miedzi powoduje spadek organicznych związków manganu w kościach (10).

Jednak ze względu na fakt, że z liści herbaty oraz z ziaren kawy sporządza się napary i spożywa się je w takiej postaci, przygotowano napary oraz poddano analizie. Oznaczono ilość pierwiastków łągających się do naparu (tab. II) oraz sprawdzono wpływ czasu zaparzenia na zawartość pierwiastków (tab. III).

Konsument sporządzając kawę nie zaparza jej w określonym czasie, jak podczas przygotowania naparu z liści herbaty, jednak w celu porównania migracji składników mineralnych z suchej postaci do naparu w zależności od czasu zaparzenia, również w przypadku kawy wykonano takie doświadczenie (tab. II i IV).

Tabela I. Zawartość składników w próbkach miodów

Table I. Content of selected components in honey samples

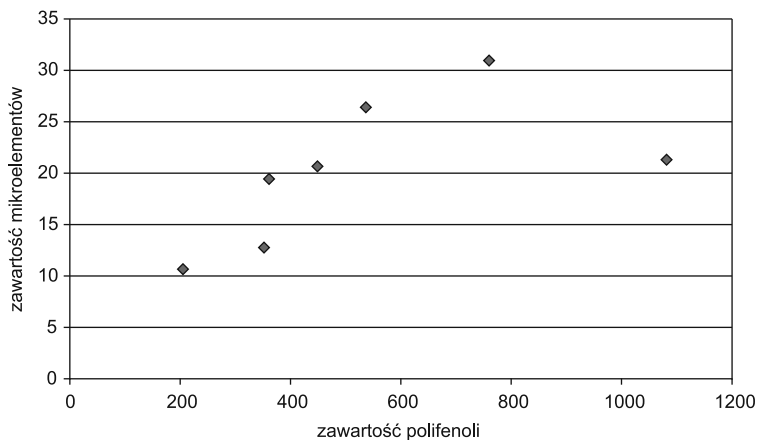
Rodzaj miodu	Zawartość składników w próbkach $\mu\text{g/g} \pm \text{SD}$							
	kwas galusowy	kwasy fenolowe	całkowita polifenoli	Cu	Zn	Mn	Ni	Fe
Akakjowy	23,7±0,3	63,3±1,0	193,7±0,2	0,32±0,02	0,94±0,07	0,29±0,03	0,49±0,03	8,59±0,5
Fasolowy	28,2±0,4	77,5±1,0	361,1±0,5	1,09±0,03	1,18±0,13	0,78±0,04	0,59±0,05	15,83±1,4
Gryczany	62,6±0,8	181,1±0,3	1081,9±0,9	0,87±0,07	1,54±0,09	4,47±0,06	0,99±0,05	13,42±1,2
Mniszkowy	34,2±0,4	96,5±0,8	449,5±0,6	0,60±0,05	2,30±0,18	2,03±0,09	0,68±0,02	14,91±0,6
Nawłociowy	26,2±0,3	79,5±0,9	352,9±0,5	0,48±0,03	1,33±0,12	0,33±0,02	1,61±0,02	9,06±0,2
Leśny	39,9±0,6	111,4±1,1	538,1±0,9	0,57±0,04	6,62±0,41	2,90±0,03	0,81±0,04	15,53±1,0
Spadziowy	44,4±0,6	146,5±1,9	760,3±0,8	2,03±0,04	5,45±0,37	6,94±0,07	1,36±0,01	15,17±1,3

Tabela II. Zawartość badanych mikroelementów w próbkach kaw i herbat

Table II. Content of microelements in the tested coffee and teas samples

Rodzaj próbki	Zawartość mikroelementów w kawie i herbacie											
	kawa					herbata						
	rozpuszczalna	mielona	ziarnista	$\mu\text{g/g} \pm \text{SD}$		czarna	zielona	czerwona				
Suchy materiał	0,8±0,1	0,6±0,1	10,5±0,3	10,4±0,4	6,9±0,6	4,8±0,1	4,3±0,1	13,7±0,6	9,4±0,3	11,6±0,3	6,9±0,4	12,0±2,0
Napar	zawartość Cu poniżej granicy oznaczalności											
Ługowanie %												
Suchy materiał	5,5±0,4	5,8±0,4	6,8±0,5	7,1±0,3	7,1±0,1	6,6±0,4	61±1	42±3	49±1	57±3	29±3	70±5
Napar	2,9±0,3	3,2±0,4	5,9±0,3	2,0±0,4	3,9±0,5	3,7±0,4	49,5±1	2,7±2	34,8±2	49,2±3	17,4±	69,7±3
Ługowanie %	53,6	54,2	86,3	28,2	54,9	55,9	81,2	63,1	71,7	86,3	59,9	99,5
Suchy materiał	15,4±0,3	15,9±0,4	15,9±0,4	9,2±0,1	13,7±0,2	14,2±0,3	261±6	368±5	559±10	577±8	89±4	513±5
Napar	9,9±0,4	10,2±0,2	5,8±0,2	2,3±0,3	4,3±0,4	3,9±0,1	188±3	333±5	164±3	234±4	156±5	170±2
Ługowanie %	64,2	63,9	36,5	25,0	31,7	27,5	72,1	90,4	29,3	40,5	17,5	33,2

Wielkość próbki 2 i 4 g  $\pm$  0,002 g n=3



Ryc. 1. Zależność zawartości  $\mu\text{g/g}$  sumy mikroelementów od zawartości  $\mu\text{g/g}$  polifenoli w miodach

Fig. 1. Dependence of the content of the sum of microelements on the content of polyphenols

Tabela III. Zawartość wybranych składników w naparach herbat

Table III. Contents of selected components in tea infusions

Rodzaj herbaty	Zawartość składników w 100 $\text{cm}^3$ naparu						
	czas parzenia min	$\text{mg} / 100 \text{ cm}^3 \pm \text{PU}$			$\mu\text{g} / 100 \text{ cm}^3 \pm \text{PU}$		
		kwas galusowy	kwasy fenolowe	całkowita polifenoli	Cu	Zn	Mn
Czarna	5	$6,83 \pm 0,98$	$3,45 \pm 0,95$	$27,02 \pm 2,43$	$2,1 \pm 0,2$	$24,1 \pm 1,9$	$302,5 \pm 9,4$
	10	$6,89 \pm 1,12$	$3,68 \pm 0,99$	$29,09 \pm 2,49$	$2,0 \pm 0,4$	$18,8 \pm 1,6$	$286,5 \pm 7,2$
Czarna	5	$11,97 \pm 1,78$	$6,46 \pm 1,02$	$32,63 \pm 2,75$	$5,2 \pm 1,1$	$54,8 \pm 1,9$	$216,2 \pm 6,4$
	10	$13,31 \pm 1,58$	$7,91 \pm 1,05$	$31,98 \pm 2,64$	$2,6 \pm 0,8$	$51,1 \pm 1,3$	$171,1 \pm 5,5$
Zielona	5	$7,69 \pm 1,22$	$4,74 \pm 0,67$	$32,32 \pm 2,15$	$2,2 \pm 0,5$	$20,1 \pm 0,3$	$163,7 \pm 1,9$
	10	$8,07 \pm 1,06$	$5,29 \pm 0,87$	$34,35 \pm 2,24$	$1,9 \pm 0,3$	$19,7 \pm 0,6$	$152,8 \pm 2,0$
Zielona	5	$7,33 \pm 1,11$	$3,84 \pm 0,34$	$30,91 \pm 1,88$	$6,6 \pm 1,4$	$44,7 \pm 0,9$	$274,8 \pm 6,0$
	10	$8,17 \pm 1,24$	$5,03 \pm 0,39$	$35,24 \pm 1,85$	$5,8 \pm 1,0$	$45,9 \pm 1,4$	$322,6 \pm 8,0$
Czerwona	5	$6,75 \pm 0,89$	$4,14 \pm 0,47$	$28,42 \pm 1,47$	$1,3 \pm 0,6$	$15,8 \pm 1,7$	$14,2 \pm 0,5$
	10	$6,81 \pm 0,85$	$4,16 \pm 0,47$	$29,03 \pm 1,56$	$1,2 \pm 0,6$	$10,5 \pm 1,5$	$11,8 \pm 0,8$
Czerwona	5	$10,24 \pm 2,32$	$6,64 \pm 1,04$	$36,83 \pm 2,00$	$4,0 \pm 0,8$	$63,3 \pm 2,4$	$155,0 \pm 7,6$
	10	$10,32 \pm 2,21$	$7,15 \pm 1,06$	$37,09 \pm 1,97$	$1,9 \pm 0,7$	$61,7 \pm 2,8$	$234,5 \pm 8,7$

PU – przedział ufności dla  $n=3$

Badania zawartości wybranych pierwiastków w naparach wykazały, że miedź łąguje się dobrze z liści herbaty, średnio ok. 40% obecnej w liściach miedzi przechodzi do roztworu po upływie 5 min zaparzania. Zaobserwowano, że pomimo zbliżonej zawartości miedzi w próbkach kawy, praktycznie pierwiastek ten nie łąguje się do

naparu (tab. II). Cynk łąguje się w większym stopniu z liści herbaty niż z ziarna kawy (średnio w ok. 77% z herbaty i 55% z kawy); mangan łąguje się trochę lepiej z liści herbaty niż z ziarna kawy (średnio w ok. 47% i 41% odpowiednio), ale z uwagi na znacznie wyższą średnią zawartość tego pierwiastka w suchym materiale herbaty, jego ilość wprowadzana do organizmu człowieka na przykład ze szklanką herbaty będzie znacznie większa w przypadku napoju herbacianego.

Tab e l a IV. Zawartości wybranych składników w naparach kaw

Tab l e IV. Contents of selected components in coffee infusions

Rodzaj kawy	Zawartość składników w naparu				
	mg /100 cm <sup>3</sup> ± PU			μg /100 cm <sup>3</sup> ± PU	
	kwasy galusowy	kwasy fenolowe	całkowita polifenoli	Zn	Mn
Rozpuszczalna	6,34±0,54	18,11±1,31	32,12±2,32	5,4±0,8	17,9±1,0
	8,91±0,82	17,07±1,44	33,26±2,30	5,8±0,8	18,6±1,2
Mielona	2,79±0,51	8,58±0,92	16,69±1,61	10,7±0,5	10,5±1,6
	3,34±0,72	10,28±0,99	24,13±1,67	6,0±0,7	4,2±0,8
Ziarnista	2,84±0,89	8,43±0,88	23,11±1,83	7,1±0,6	3,6±1,0
	1,96±0,46	5,27±0,93	19,78±1,25	6,7±0,7	8,2±1,2

Analiza po 5 min; zawartość Cu poniżej granicy oznaczalności; PU – przedział ufności dla n=3

Zaobserwowano spadek zawartości analizowanych pierwiastków w większości naparów sporządzanych w czasie zaparzania 10 min.(tab. III i IV). Może to wynikać z wtórnego osiadania tych składników na liściach herbaty oraz na pozostałościach po sporządzonej kawie. Podobne spostrzeżenie opisano w literaturze (16) w przypadku osiadania glinu.

Całkowita zawartość związków fenolowych w naparach herbat i kaw była podobna i mieściła się w granicach 16,7–37,1 mg/100 cm<sup>3</sup>.

Na podstawie oznaczonego składu mineralnego herbat i kaw oraz procentu łągowania poszczególnych pierwiastków do naparu obliczono stopień pokrycia dziennego zapotrzebowania na dany składnik, zgodnie z zalecanymi normami dla osoby dorosłej (17). Dla obliczeń założono, że wypija się 660 cm<sup>3</sup> naparu herbacianego i 2 filiżanki kawy (440 cm<sup>3</sup>). Wypicie 3 szklanek herbaty dziennie wprowadza do organizmu około 20% zalecanej dawki miedzi. Ta sama ilość wypitej herbaty wprowadza do organizmu człowieka porównywalne z wypiciem 2 filiżanek kawy ilości cynku i manganu, stanowiące ok. 4% i 30% zalecanej dawki (17). Należy pamiętać, że ilość pierwiastka dostającego się do organizmu wraz z pożywieniem, która zostanie przyswojona, zależy od rodzaju pierwiastka, jego postaci chemicznej, od skłonności organizmu do kumulacji, a także od interakcji występujących pomiędzy poszczególnymi pierwiastkami (10). Zawartości analizowanych metali w próbkach przygotowanych z naparów liści herbaty i ziaren kawy nie stanowią zagrożenia dla zdrowia człowieka. W przypadku kaw można stwierdzić, że napary sporządzane z kaw mielonych zawierają więcej składników mineralnych niż kawy rozpuszczalne

czego się można było spodziewać, ponieważ w czasie produkcji część mikroelementów zostaje utracona.

Zróżnicowanie zawartości składników mineralnych w badanym materiale roślinnym może zależeć od wielu czynników ekologicznych i antropogenicznych, a także od odmiany rośliny, wieku drzewa czy krzewu, warunków glebowych, na których roślina wzrasta, opadów deszczu, lokalizacji upraw (9).

C. Pieszko, J. Grabowska, N. Jurek

DETERMINATION AND SELECTED ELEMENTS POLYPHENOL IN COFFEE,  
TEA AND HONEY

Summary

Tea, coffee and honey are natural products known to mankind for a long time. Because they contain polyphenols, they have therapeutic properties. At the same time those products are a source of micronutrients required by human body. Therefore, the aim of the study was to determine polyphenols and selected elements in the above-mentioned food products. Total concentration of polyphenols, gallic acid and caffeic acid were determined with the use of UV/VIS spectrophotometry based on the selective reactions. Flame atomic absorption spectrometry was used for determination of copper, zinc, manganese, nickel and iron. The determinations were performed in tea infusions, coffee infusions as well as honey samples.

PIŚMIENNICTWO

1. *Lopez-Matrinez B., Lopez-de-Alba P.L., Garcia-Campos R., de Leon-Rodriguez L.M.*: Simultaneous determination of methoxyanthrines in coffee and teas by UV-Vis spectrophotometry and partial least squares. *Anal. Chem. Acta*, 2003; 493: 83-94.
2. *Fiedoruk A.*: Kawa; Wydawnictwo Pascal Bielsko-Biała 2008.
3. *Budryn G., Nebesny E.*: Fenolokwasy – ich właściwości, występowanie w surowcach roślinnych, wchłanianie i przemiany metaboliczne. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2006; 39(2): 103-110.
4. *Kędzia B., Holderna-Kędzia E.*: Występowanie związków fenolowych w miodzie pszczołim. *Postępy Fitoterapii*, 2008; 4: 225-232.
5. *Vermerris W., Nicholson R.*: Phenolic Compound Biochemistry, Springer Netherlands, 2005.
6. *Zujko M.E., Witkowska A.M., Łapińska A.*: Właściwości antyoksydacyjne miodów pszczołich. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2005; 38(1): 7-11.
7. *Chudzińska M., Dębska A., Barałkiewicz D.*: Method validation for determination of 13 elements in honey samples by ICP-MS. *Accred. Qual. Assur.*, 2012; 1: 65-73.
8. *Malinowska E., Grembecka M., Zabko K., Szefer P.*: Ocena zawartości wybranych biopierwiastków w herbatkach ziołowych i mieszankach herbat z dodatkami roślinnymi. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2006; 29(1): 15-23.
9. *Kabata-Pendias A., Szeke B.*: Problemy jakości analizy śladowej w badaniach środowiska przyrodniczego; Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobkowskiej, Warszawa 1998.
10. *Kabata-Pendias A., Pendias H.*: Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN Warszawa 1999.
11. *Mueller-Harvey I.*: Analysis of hydrolysable tannins. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2001; 91: 3-20.
12. *Dudek-Makuch M.*: Badania fitochemiczne *Aesculus Hippocastanum*l. praca doktorska Uniwersytetu Medycznego, Poznań, 2008.
13. *Ndhkala A.R., Kasiyamhuru A., Mupure C., Chitindingu K., Benhura M.A., Muchuweti M.*: Phenolic composition of *Flacourtiaindica*, *Opuntiaamegacantha* and *Sclerocaryabirrea*. *Food Chem.*, 2007; 103: 82-87.
14. *Bertoncelj J., Dobersek U., Jamnik M., Golob T.*: Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chem.*, 2007; 105: 822-828.
15. *Chudzińska M., Barałkiewicz D.*: Zawartość pierwiastków w miodach na świecie. *Analityka:nauka i praktyka*, 2010; 3: 40-45.
16. *Street R., Drabek O., Szakova J., Mladkova L.*: Total content and speciation of aluminium in tea leaves and tea infusions. *Food Chem.*, 2007; 104: 1662-1669.
17. *Ciba J., Trojanowska J., Zolotajkin M.*: Mała encyklopedia pierwiastków. WNT Warszawa 1999.

*Tomasz Cebulak, Ireneusz Kapusta,  
Maria Czernicka<sup>1</sup>, Grzegorz Zaguła<sup>1</sup>, Czesław Puchalski<sup>1</sup>*

## WARTOŚĆ ODŻYWCZA I PROZDROWOTNA BROKUŁÓW Z UPRAWY EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

Katedra Technologii i Oceny Jakości Produktów Roślinnych,  
Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego  
Kierownik: dr hab. *A. Kuczyński* prof. UR

<sup>1</sup> Zakład Technologii Bioenergetycznych  
Uniwersytetu Rzeszowskiego  
Kierownik: dr hab. inż. prof. UR *Cz. Puchalski*

*Celem badań była analiza jakościowa i ilościowa związków polifenolowych oraz aktywność antyoksydacyjna róż brokułu pochodzących z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Analiza LC-PDA-MS pozwoliła na identyfikację 36 związków polifenolowych. Ogólna suma oznaczonych związków polifenolowych wyniosła 655,37 mg/100 g s.m. dla brokułów uprawianych ekologicznie i 585,12 mg/100 g s.m. dla brokułów uprawianych konwencjonalnie. Średnio, brokuły z uprawy ekologicznej wykazały się 19% większą zawartością związków polifenolowych. Aktywność antyoksydacyjna różyczek brokułu mierzona została metodą ABTS, rodnika DPPH i ORAC. We wszystkich przypadkach stwierdzono statystycznie istotną większą zawartość związków antyoksydacyjnych w materiale pochodzącym z uprawy ekologicznej.*

Słowa kluczowe: brokuły, polifenole, uprawa ekologiczna, uprawa komercyjna.

Key words: broccoli florets, polyphenoles, ecological cultivation, conventional cultivation.

Obecnie obserwuje się w krajach europejskich wzrost społecznego zainteresowania żywnością ekologiczną. Jest to wynikiem wzrostu świadomości społecznej związanej z wpływem jakości spożywanej żywności na zachowanie zdrowia. Żywność ekologiczna utożsamiana jest z produktami nie tylko o wyższych walorach smakowych, lecz także o wyższej jakości biologicznej (1). Produkty rolnictwa ekologicznego z reguły w swoim składzie zawierają wyższe poziomy substancji biologicznie czynnych, wśród których najczęściej wymieniane są karotenoidy, witamina C i związki polifenolowe (2, 3). Szczególnie tym ostatnim przypisuje się ważną rolę w kształtowaniu zdrowia organizmu. Związki polifenolowe zaliczane są do wtórnych metabolitów roślinnych, posiadają właściwości zmiatania wolnych rodników, a tym samym zabezpieczają komórki organizmu przed stresem oksydacyjnym (4). Powstawanie wolnych rodników w organizmie jest następstwem naturalnych przemian biochemicznych, jak i procesów detoksykacji ksenobiotyków. Wiadomo jest, że konsumpcja żywności tradycyjnej z reguły podnosi ryzyko przeniesienia do organizmu wyższych pozio-

mów zanieczyszczeń chemicznych związanych z pozostałościami środków ochrony roślin, metali ciężkich, chlorowanych bifenyli czy azotanów, co tym samym zwiększa w organizmie pulę związków o charakterze ksenobiotyków. Żywność ekologiczna natomiast zmniejsza ryzyko skażenia chemicznego organizmu, a przy tym jest zasobniejsza w związki biologicznie aktywne (5). Kształtowanie poziomu związków polifenolowych w roślinie nie jest tylko cechą gatunkową lub odmianową, ale przede wszystkim jest wypadkową warunków klimatyczno-glebowych panujących w okresie wegetacji. Metabolizm związków polifenolowych oraz ich dostępność z pokarmu ciągle pozostaje w sferze badań (6). Z doniesień literaturowych wynika że ilość przyswajanych związków polifenolowych jest niewielka i wynika głównie z interakcji między związkami polifenolowymi a mikroflorą okrężnicy (7). Szczególne kwestie budzi znaczna suplementacja wysokich dawek oczyszczonych związków przeciwutleniających. W przypadku stosowania bardzo wysokich dawek galusanu epigalokatechiny stwierdzono uszkodzenie wątroby i nerek, a przy wysokich dawkach witaminy E i karotenu stwierdzono zwiększone ryzyko wystąpienia raka płuc (8). Bardzo często w literaturze można spotkać także informacje o prewencyjnym ochronnym, jak i leczniczym działaniu związków polifenolowych zawartych w całych owocach i warzywach (3). Szczególne właściwości ochronne notuje się w przypadku chronicznych chorób niezakaźnych związanych z układem sercowo-naczyniowo-mózgowym, chorobami nowotworowymi i schorzeniami degeneracyjnymi wieku starczego (9). W całych owocach i warzywach związki polifenolowe występują łącznie z innymi związkami biologicznie aktywnymi, co dodatkowo zwiększa ich biologiczną efektywność. Ponadto, dieta całościowa owocowo-warzywna wnosi do organizmu duże ilości cennego błonnika pokarmowego, który wspomaga utrzymanie prawidłowej higieny jelita grubego poprzez stymulację mikroflory okrężnicy, która jak donoszą najnowsze badania pełni istotną rolę w metabolizmie fitozwiązków (10). Cennym a zarazem popularnym warzywem ostatnich lat stał się brokuł, warzywo należące do rodziny brassica, obfitujące w związki polifenolowe i glukozyzyny (10). Stabilność związków polifenolowych i glukozyzyn jest uzależniona od warunków i czasu przechowywania, oraz od zastosowanych metod obróbki kulinarnej. Z reguły ilość tych związków maleje zarówno podczas przechowywania, jak i obróbki termicznej (11). Warzywa z grupy kapustnych cenione są ze względu na zdrowotnych. Wysoka zawartość glukozyzyn i polifenoli decyduje o właściwościach odtruwających i ochronnych organizmu. Celem pracy była identyfikacja oraz oznaczenie zawartości związków polifenolowych w różyczkach brokułów pochodzących z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej, jak również określenie statusu antyoksydacyjnego mierzonego metodami ORAC, ABTS i rodnika DPPH.,

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły świeżo zebrane róże brokułu odmiany Parthenon w miesiącu sierpniu z uprawy ekologicznej i tradycyjnej w miejscowości Łopuszka. Zebrany materiał został zamrożony do temp.  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  i poddany procesowi liofilizacji. Następnie zliofilizowany materiał poddano ekstrakcji za pomocą wysokociśnieniowego SpeedExtractora E-926 Büchii. Ekstrakcje prowadzono w 70% mieszaninie

metanolowo-wodnej w dwuetapowym procesie w temp. 70°C i ciśnieniu 100 at., czas ekstrakcji 25 min. Uzyskany ekstrakt odparowano do sucha za pomocą rotacyjnej wyparki próżniowej Rotavapor R 215. Pozostałość rozpuszczono w wodzie i oczyszczono frakcję fenolową za pomocą techniki SPE Tak oczyszczoną frakcję ponownie odparowano do sucha i rozpuszczono w 2 cm<sup>3</sup> mieszaniny wody i acetonitrylu w stosunku 1:1. Przygotowany roztwór przeniesiono do fiolek i poddano analizie LC-PDA-MS na ultrasprawnym chromatografie Watersa. Rozdziału dokonano na kolumnie Aquity BEH C-18 o dł. 100 mm i granulacji ziarna 1,7 µm. Temperatura kolumny 50°C. Prędkość przepływu fazy ruchomej, którą stanowiła liniowy gradient acetonitrylu w wodzie wyniósł 0,35 cm<sup>3</sup>/min.

Pomiaru aktywności antyoksydacyjnej dokonano testem ORAC, który wykonano na analizatorze antyoksydantów Photochem® Jena. Zasada pomiaru opiera się wzbudzeniu optycznym dodawanego do analizowanej próbki w standardowych ilościach sensybilizatora wywołującego proces wytwarzania rodników (rodników anionowych nadtlenu). Rodniki zostają częściowo wyeliminowane w czasie reakcji z zawartymi w próbce przeciwutleniaczami. Pozostałe rodniki powodują świecenie substancji detekcyjnej – Luminolu. Następuje precyzyjne określenie luminescencji Luminolu w oddzielnej komorze przy zastosowaniu rurowego zmacniacza światła (PMT).

Pomiar aktywności rodnika DPPH oznaczano wg zmodyfikowanej metody Branda-Wiliamsa i współprac. (12) z użyciem syntetycznego rodnika DPPH (1,1-difenylo-2-pirylohydrazyl, Sigma). Absorbancję roztworów mierzono przy dł. fali  $\lambda = 517$  nm. 0,5 mM po czasie 30 min. Alkoholowy roztwór DPPH przygotowano, rozpuszczając 19,71 mg DPPH ( $M = 394,32$  g/mol) w 100 cm<sup>3</sup> etanolu. Otrzymany roztwór DPPH rozcieńczono tak, aby jego absorbancja przy dł. fali  $\lambda = 517$  nm wynosiła ok. 0,9. Roztwór przechowywano w ciemności. Aktywność ABTS oznaczano badając zdolność badanych roztworów do dezaktywacji kationorodnia ABTS – Kwas 2,2'-azyno-bis(3-etylenobenzotiazolinowy). Stopień redukcji rodnika ABTS mierzony był przy dł. fali 734 nm po 6 min (13). Analiza jakościowa związków polifenolowych dokonana została na podstawie charakterystycznych widm, maksimum absorpcji promieniowania UV oraz stosunku masy do ładunku  $m/z$ , zarejestrowanego dla widma jonów ujemnych. Analizę ilościową oparto na eksperymencie SIR (*Single Ion Recording – rejestracja jonu pojedynczego*), polegającym na rejestrowaniu wybranych jonów, charakterystycznych dla szukanych jonów. W eksperymencie tym zastosowana filtr mas pozwalający na utworzenie odrębnych kanałów analitycznych dla konkretnych mas odpowiadających pojedynczym związkom z rozdzielczością 0,5 Da.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Celem pracy było określenie różnic w jakości biologicznej wyrażonej składem ilościowym i jakościowym polifenoli oraz aktywnością antyoksydacyjną wyrażoną metodami ABTS, rodnika DPPH i ORAC różyczek brokułu z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Wyniki analizy chromatograficznej zamieszczono w tab. I, natomiast w tab. II przedstawiono potencjał antyoksydacyjny różyczek brokułu wyrażony metodą ABTS, metodą z użyciem rodnika DPPH i ORAC. Analizę statystyczną prowadzono w oparciu o test post-hoc Duncana. Procedury statystyczne oparto o możliwości programu Statistica 10.



Tabela I. Zawartość polifenoli w mg/100 g s.m. w różyczkach brokułu

Table I. Polyphenoles content in mg/100 g dry mass broccoli florets

Lp.	Nazwa	Parthenon	Parthenon eko
1	kwasy 3-O-kawowo-chinowy	3,07	5,22
2	3,7-O-diglukozyd Kemferolu	9,36	1,33
3	3-O-(6''-acetylo-galaktozyd) 7-O-ramnozyd Kemferolu	1,32	1,95
4	3-O-ferulo-triglukozyd-7-O-glukozyd Kemferolu	1,47	0,85
5	Kwas 2,3-O-dikawowo-tartarowy	1,42	4,31
6	3,4-O-diglukozyd Kwercetyny	2,31	15,04
7	3-O-diglukozyd-7-diglukozyd Kemferolu	0,36	0,66
8	3-O-triglukozyd-7-O-diglukozyd Kemferolu	2,24	1,23
9	3-O-Kawilo-diglukozyd-7-O-glukozyd Kwercetyny	0,47	0,77
10	kwasy 5-O-kawowo-chinowy	1,93	2,29
11	3-O-synapylo-diglukozyd-7-O-glukozyd Kwercetyny	11,86	15,39
12	3-O-kawilo-diglukozyd-7-O-glukozyd Kemferolu	2,31	1,78
13	3-O-Kawilo-diglukozyd-7-O-diglukozyd Kemferolu	0,84	0,35
14	3-O-ferulo-diglukozyd-7-O-glukozyd Kwercetyny	2,89	4,24
15	3-O-synapylo-triglukozyd-7-O-diglukozyd Kwercetyny	1,14	1,39
16	3-O-rutynozyd Kwercetyny	1,41	1,60
17	3-O-synapylo-diglukozyd-7-O-glukozyd Kemferolu	0,95	2,40
18	3-O-ferulo-diglukozyd-7-O-glukozyd Kemferolu	1,75	3,83
19	7,4-O-diglukozyd Kwercetyny	8,78	10,85
20	3-O-galaktozyd-ramnozyd- Kwercetyny	13,46	17,02
21	3-O-p-kumarylo-diglukozyd-7-O-glukozyd Kemferolu	3,11	0,49
22	3-O-glukozyd Kwercetyny	2,58	5,22
23	3-O-ferulo-hydroxyferulo-triglukozyd-7-O-diglukozyd Kwercetyny	13,56	16,25
24	3-O-synapylo-hydroxyferulo-triglukozyd-7-O-diglukozyd Kemferolu	0,46	0,60
25	3-O-ferulo-diglukozyd-7-O-glukozyd Kemferolu	0,51	0,61
26	3-O-ferulo-hydroxyferulo-triglukozyd-7-O-diglukozyd Kemferolu	0,57	0,70
27	3-O-p-kumarylo-glukozyd-7-O-glukozyd Kemferolu	0,89	1,087
28	O-diglukozyd Izoramnetyny	37,24	12,93
29	3-O-glukozyd Kemferolu	2,43	2,62
30	O-glukozyd Izormanetyny	137,21	24,11
31	1,2-disynapylo-gentobiozyd	68,48	67,45
32	1-disynapylo-2-ferylo-gentobiozyd	126,3	157,84
33	1,2-diferylo-gentobiozyd	21,06	77,12
34	1,2,2'-trisynapylo-gentobiozyd	38,30	64,27
35	1,2'-disynapylo-2-ferylo-gentobiozyd	30,94	88,61
36	1-synapylo-2,2'-diferylo-gentobiozyd	32,14	42,92
	SUMA	585,12	655,37

Tab e l a II. Potencjał antyoksydacyjny badanych warzyw mierzony metodą rodnika DPPH, ABTS i ORAC  
 Ta b l e II. Antioxidative potential of study vegetables determined by DPPH, ABTS and ORAC methods

	Metoda rodnika DPPH Ekwiwalent kwasu galusowego (mg/100 g)	Metoda ABTS Ekwiwalent kwasu galusowego (mg/100 g)	Potencjał ORAC Ekwiwalent kwasu askorbinowego (mg/100 g)
Parthenon	202±2,56*	80±1,57*	115±1,68*
Parthenon eko	297±2,56	105±1,57	156±1,68

\* różnica statystycznie istotna przy poziomie istotności  $p < 0,05$  dla testu Duncana

Uzyskane chromatogramy poddano analizie, w wyniku której wyodrębniono w różyczkach brokułu 36 związków polifenolowych. Profil zidentyfikowanych związków był zgodny z pracami (14, 15). Nie zanotowano różnic w składzie jakościowym, natomiast wystąpiły różnice w składzie ilościowym między materiałem pochodzącym z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. W wielu pracach (16, 17) autorzy zwracali uwagę, iż materiał biologiczny pochodzący z upraw ekologicznych odznaczał się wyższą jakością biologiczną wyrażoną najczęściej potencjałem antyoksydacyjnym. Różnice w aktywności antyoksydacyjnej są wynikiem zmiennych warunków agrotechnicznych głównie związanych z nawożeniem i ochroną. Wiadomym jest, że rośliny nie wspomagane „chemią”, a więc z uprawianych zgodnie ze sztuką rolnictwa ekologicznego w większym stopniu radzić sobie muszą z niesprzyjającymi warunkami wzrostu, są one nastawione na wyższe natężenie czynników stresowych, co tym samym zwiększa syntezę metabolitów wtórnych w tym związków polifenolowych. Analiza związków polifenolowych wykazała ogólny wzrost związków polifenolowych w różyczkach brokułu ekologicznego w stosunku do różyczek z uprawy tradycyjnej średnio o 19%. Suma oznaczonych związków polifenolowych w brokułach z upraw ekologicznych była wyższa niż z materiału z uprawy konwencjonalnej i wynosiła odpowiednio 655,37 i 585,11 mg/100 g s.m. Struktura ilościowa związków polifenolowych nie we wszystkich przypadkach wykazywała wyższe poziomy zawartości w brokułach z uprawy ekologicznej. Dla 9 związków polifenolowych wyższe poziomy zanotowano w przypadku materiału pochodzącego z uprawy konwencjonalnej. Różnice przyjęły poziomy od 86% (3,7-O-diglukozyd Kemferolu) do 1,5% (1,2-disynapyl-gentobiozyd). Natomiast dla pozostałych polifenoli wyższymi poziomami odznaczały się brokuły z uprawy ekologicznej, zakres przyjął wielkości od 85% (3,4-O-diglukozyd Kwercetyny) do 12% (3-O-rutynozyd Kwercetyny). Wśród analizowanych polifenoli najwięcej oznaczono 1-disynapyl-2-ferylo-gentobiozydu, i to zarówno w różyczkach z uprawy ekologicznej, jak i konwencjonalnej. Pomiar potencjału antyoksydacyjnego metodą ABTS, metodą z użyciem rodnika DPPH i metodą ORAC, wykazał we wszystkich pomiarach wyższe poziomy związków antyoksydacyjnych w brokułach uprawianych ekologicznie. Uzyskane dane były zgodne z danymi spotykanymi w literaturze (16). Analiza statystyczna wyników wykazała istotną statystycznie zależność w poziomie aktywności antyoksydacyjnej między różyczkami brokułu z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej.

## WNIOSKI

1. Uprawa ekologiczna brokułów pozwala na uzyskanie wyższych poziomów polifenoli.
2. Różyczki brokułów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej posiadały ten sam profil związków polifenolowych, ale różną ich zawartość.
3. Stwierdzono statystycznie istotną różnicę właściwości antyoksydacyjnych brokułów z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej i to bez względu na rodzaj stosowanej metody pomiaru zdolności antyoksydacyjnej

T. Cebulak, I. Kapusta, M. Czarnicka, G. Zaguła, Cz. Puchalski

HEALTH PROMOTING PROPERTIES BROCCOLI WITH CONVENTIONAL  
AND ORGANIC CULTIVATION

Summary

The aim of the study was qualitative and quantitative analysis of polyphenolic compounds and antioxidant activity of postharvest broccoli florets from organic and conventional crops. LC-PDA-MS allowed the identification of 36 of polyphenolic compounds. The total content of polyphenolic compounds was 655.37 mg/100 g dry mass broccoli grown organically and 585.12 mg/100 g dry mass broccoli grown conventionally. On average, organically grown broccoli demonstrated a 19% higher content of polyphenolic compounds. Antioxidant activity of broccoli florets was measured using ABTS, DPPH and ORAC. In all cases, there was a significantly higher content of antioxidant compounds in the material originating from organic farming.

PIŚMIENNICTWO

1. *Dangour A. D., Dodhia S. K, Hayter A, Allen E., Lock K., and Uauy R.*: Nutritional quality of organic foods: a systematic review. *Am. J. Clin. Nutr.*, 90; 2009: 680-685. – 2. *Cartea M. E., Francisco M., Soengas P., Velasco P.*: Phenolic Compounds in Brassica Vegetables. *Molecules*, 2011; 16: 251-280. – 3. *Prędką A., Gronowska-Senger A.*: Właściwości przeciwutleniające wybranych warzyw z upraw ekologicznych i konwencjonalnych w redukcji stresu oksydacyjnego. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009; 65(4): 9-18. – 4. *Kaur CH., Kumar K., Anil D., and Kapoor H. C.*: Variations in antioxidant in broccoli (*Brassica oleracea* L.) cultivars. *Journal of Food Biochemistry*, 2007; 31: 68-75. – 5. *Huber M., Rembiakowska E., Średnicka D, Bügel S., L.P.L. van de Vijver.*: Organic food and impact on human health: Assessing the status quo and prospects research. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 2011; 58: 103-109. – 6. *Ramos dos Reis L. C. Oliveira V. R., Hagen M. E. K., Jablonski A., Flores S. H., Oliveira Rios A.*: Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and antioxidant activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alphina F1). *LWT - Food Science and Technology*, 2015; 63: 177-183. – 7. *Jaiswal A. K., Abu-Ghannam N., Gupta S.*: A comparative study on the polyphenolic content, antibacterial activity and antioxidant capacity of different solvent extracts of *Brassica oleracea* vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, 2012; 47(2): 223-231. – 8. *Lambert J. D., Elisa R.J.*: The antioxidant and pro-oxidant activities of green tea polyphenols: a role in cancer prevention. *Arch. Biochem. Biophys.*, 2010; 501: 65-72. – 9. *Ravikumar Ch.*: Therapeutic Potential of *Brassica oleracea* (Broccoli) - A Review. *International Journal of Drug Development and Research*, 2015; 7(2): 9-10. – 10. *Walter J. Crinnion, N. D.*: Organic Foods Contain Higher Levels of Certain Nutrients, Lower Levels of Pesticides, and May Provide Health Benefits for the Consumer. *Alternative Medicine*, 2015; 1: 4-12.
11. *Gawlik-Dzku U.*: Effect of hydrothermal treatment on the antioxidant properties of broccoli (*Brassica oleracea* var. botrytis italica) florets. *Food Chemistry*, 2008; 109: 393-401. – 12. *Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.*: Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *Lebensmit-*

tel-Wissenschaft und -Technologie/Food Science and Technology, 1995; 28: 25-30. – 13. *Barto H., Folta M., Zachwieja Z.*: Zastosowanie metod FRAP, ABTS i DPPH w badaniu aktywności antyoksydacyjnej produktów spożywczych. *Nowiny lekarskie*, 2005; 74(4): 510-513. – 14. *Sun J., Xiao Z., Lin L., Lester G. E., Wang Q., Harnly J. M., Chen P.*: Profiling Polyphenols in Five Brassica species Microgreens by UHPLC-PDA-ESI/HRMS. *J. Agric. Food Chem.*, 2013; 61, 46: 10960-10970. – 15. *Vallejo F., Tomás-Barberán F. A., Ferreres F.*: Characterisation of flavonols in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) by liquid chromatography–UV diode-array detection–electrospray ionisation mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 2004; 181-193. – 16. *Valverde J., Reilly K., Villacreces S., Gaffney M., Granta J. and Brunton N.*: Variation in bioactive content in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) grown under conventional and organic production systems. *J. Sci Food Agric.*, 2015; 95 1163-1171. – 17. *Vicas S. I., Teusdea A. C., Carbutar M., Socaci S. A., Socaciu C.*: Glucosinolates Profile and Antioxidant Capacity of Romanian Brassica Vegetables Obtained by Organic and Conventional Agricultural Practices. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 2013; 68: 313-321.

Adres: 35-601 Rzeszów, ul. Zelwerowicza 4

*Maria Czernicka, Grzegorz Zaguła, Czesław Puchalski,  
Tomasz Cebulak<sup>1</sup>, Ireneusz Kapusta<sup>1</sup>*

## OCENA WARTOŚCI ZDROWOTNEJ NAPARÓW WYSOKOGATUNKOWYCH HERBAT LIŚCIASTYCH BIAŁYCH I ZIELONYCH W OPARCIU O ANALIZĘ ZAWARTOŚCI FLUORKÓW, KOFEINY I SKŁADU MINERALNEGO

Zakład Technologii Bioenergetycznych  
Uniwersytetu Rzeszowskiego

Kierownik: dr hab. inż. prof. UR Cz. *Puchalski*

<sup>1</sup> Katedra Technologii i Oceny Jakości Produktów Roślinnych,  
Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego

Kierownik: dr hab. *A. Kuczyński* prof. UR

*Powszechna konsumpcja herbaty sprawia, że niezbędne jest rozpatrywanie jej spożycia zarówno w aspekcie prozdrowotnym, jak również potencjalnego, negatywnego wpływu na zdrowie konsumenta. Związkami o potwierdzonym szkodliwym działaniu występującymi w herbacie są m.in. metyloksantyny i niektóre składniki mineralne. Celem pracy było określenie zawartości kofeiny, fluorków i wybranych składników mineralnych w naparach wysokogatunkowych herbat białych i zielonych z dodatkami smakowymi i aromatyzowanymi. Na podstawie uzyskanych wyników oszacowano ryzyko zdrowotne związane ze spożywaniem tych herbat w oparciu o dostępne normy.*

Słowa kluczowe: kofeina, fluorki, składniki mineralne, herbata, bezpieczeństwo żywności.

Key words: caffeine, fluorides, micronutrients, tea, food safety.

Herbata, ze względu na cenione walory smakowe i właściwości zdrowotne, jest obecnie drugim po wodzie najchętniej spożywanym napojem w Polsce (1). Jak wynika z danych statystycznych ok. 64% Polaków spożywa herbatę dwa razy w ciągu dnia, a 15% społeczeństwa konsumuje herbatę cztery lub więcej razy dziennie, a grupa 21% osób dorosłych deklaruje spożywanie jednej szklanki herbaty w ciągu doby (2).

Do czynników determinujących bezpieczeństwo konsumpcji herbaty można zaliczyć kofeinę, fluorki oraz niektóre składniki mineralne obecne w naparach.

Kofeina (1,3,7-trimetyloksantyna) jest alkaloidem purynowym, którego obecność wykryto w tkankach wielu gatunków roślin m.in. kilkudziesięciu gatunkach roślin nasion kakaowca oraz uzyskiwanych z nich surowców. Najpopularniejszymi źródłami kofeiny w diecie współczesnego człowieka są używki: kawa, herbata, kakao, guarana oraz napoje energetyzujące. Syntetyczną lub naturalną kofeinę znaleźć można także w cukierkach, czekoladach, gumach do żucia oraz różnych suplementach diety.

Oprócz tego, kofeina jest także składnikiem wielu leków przeciwbólowych, preparatów łagodzących objawy grypy i przeziębienia, leków wzmacniających akcję serca, preparatów przeciwmigrenowych oraz zwalczających stany zmęczenia (3, 4).

Tak szerokie zastosowanie kofeiny wiąże się przede wszystkim z jej szerokim działaniem pobudzającym ośrodek oddechowy, naczynio-ruchowy oraz układ nerwowy co jest odczuwalne jako polepszenie koncentracji oraz zmniejszenie uczucia zmęczenia i senności. Ciężkie zatrucia kofeiną są raczej mało prawdopodobne ale regularne przyjmowanie dużych dawek może skutkować bezsennością, rozdrażnieniem, zaburzeniami funkcjonowania układu sercowo-naczyniowego, nerwowego a także przewodu pokarmowego. Moczopędne działanie kofeiny może natomiast przyczyniać się do utraty wapnia i magnezu z organizmu (5).

Obecność składników mineralnych w żywności poza składnikami toksycznymi oceniana jest zazwyczaj w aspekcie korzystnym dla zdrowia ludzkiego. Pierwiastkami budzącymi najczęściej kontrowersji w ostatnich latach jest niewątpliwie fluor i glin, których obecność potwierdzono także w popularnych naparach herbacianych. Mimo, iż fluor uznany jest jako jeden z kluczowych minerałów o pozytywnym wpływie na układ kostny, szkliwi i zębiny oraz na gospodarkę wapniem i fosforem w organizmie, w ostatnim czasie coraz częściej zwraca się również uwagę na negatywne działanie dużych ilości fluorków na organizm człowieka. Nadmiar fluorków w diecie może prowadzić do tzw. fluorozy, objawiającej się początkowo charakterystycznymi zmianami w strukturze zębów i kości, a w końcowej fazie fluorozą prowadzi do uszkodzenia wątroby, nerek, zaburzeń widzenia a nawet nieprawidłowej koordynacji ruchowej. Przyjmowane w dużych ilościach fluorki negatywnie oddziałują na układ nerwowy, immunologiczny, a u dzieci powodować mogą stałe zmęczenie, obniżony współczynnik inteligencji, ospałość, depresję (6, 7). Drugim kontrowersyjnym pierwiastkiem jest glin, który na ogół nie wykazuje zagrożenia dla organizmów żywych. Jednakże w specyficznych warunkach środowiska np. kwaśne pH może wykazywać wysoką toksyczność, która z kolei może prowadzić do rozwoju licznych patologii zdrowotnych, jak chociażby choroba Alzheimera. Fluorki i glin mogą się pojawiać w środowisku na skutek działalności człowieka, gazowych i pyłowych zanieczyszczeń atmosferycznych, a także działalności hut aluminium, przemysłu chemicznego, szklarskiego i emalierskiego (8). Zarówno fluor, jak i glin obecne w glebie i wodach podziemnych są akumulowane przez większość roślin, a typowym przykładem są liście herbaty, które im starsze tym więcej zawierają zakumulowanych substancji szkodliwych.

Celem pracy było określenie zawartości kofeiny, fluorków i wybranych składników mineralnych w wysokogatunkowych herbatach białych i zielonych. Na podstawie uzyskanych wyników oszacowano ryzyko zdrowotne związane ze spożywaniem tych herbat w oparciu o dostępne normy.

## MATERIAŁY I METODY

Analizie poddano 13 produktów należących do dwóch rodzajów herbat. Napary herbat przygotowywano w kolbach stożkowych. Próbkę o masie 1 g zalewano wodą w ilości 100 cm<sup>3</sup> o temp. 100°C. Czas parzenia pod przykryciem wynosił 5 min. Po tym czasie napary sączono przez sączek bibułowy do kolb miarowych i pozostawiano

do ostygnięcia. Zakres analiz obejmował badania zawartość kofeiny i wybranych składników mineralnych, takich jak: P, K, Mg, Ca, Al w przyrządzonych naparach herbat białych i zielonych. Do oznaczeń zastosowano odczynniki czystości analitycznej, metanol firmy J.T. Baker Malinkrodt Baker B.V. Holland przeznaczone do chromatografii cieczowej jak również wodę dejonizowaną uzyskaną z dejonizatora firmy Hydrolab Polska model HLP 5P.

### Oznaczanie zawartości kofeiny

Przed analizą zawartości kofeiny przyrządzone napary herbat filtrowano przez filtry nasadkowe MCE o średnicy porów 0,45  $\mu\text{m}$  i rozcieńczano 100-krotnie.

Do analiz zastosowano wysokosprawny chromatograf cieczowy firmy YoungLin, składający się z pompy początkowej z mieszaniem eluentu po stronie niskiego ciśnienia YL9110, tacy na odczynniki sprężonej z próżniowym odgazowywaczem fazy YL9101, termostatu kolumnowego YL9131 i detektora UV/Vis YL9120. Do rozdzielu chromatograficznego użyto kolumny chromatograficznej Cosmosil 5C18-MS-II 4,6ID  $\times$  250 mm wraz z prekolumną SecurityGuard ze złożem C18. Ustalono optymalne parametry analizy chromatograficznej. Przepływ izokratyczny; skład fazy ruchomej: woda:metanol 70:30 v/v; prędkość przepływu fazy ruchomej: 0,6  $\text{cm}^3/\text{min}$ ; objętość nastrzyku: 20  $\mu\text{l}$ ; temp. wewnątrz termostatu kolumnowego: 25°C, czas analizy 25 min. Oszacowano podstawowe parametry walidacyjne zastosowanej metody analitycznej. Specyficzność metody została potwierdzona nastrzykami wzorca kofeiny. Kofeinę bezwodną (Caffeine Reference Standard) firmy Sigma Aldrich rozpuszczano w celu sporządzenia wzorcowego roztworu o stężeniu (1  $\text{g}/\text{dm}^3$ ) i przechowywano w temp. 4°C. Roztwór ten był podstawą do sporządzenia roboczych roztworów wzorcowych (2, 4, 6, 8, 10  $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ ). Oszacowano podstawowe parametry walidacyjne zastosowanej metody analitycznej. Specyficzność metody została potwierdzona nastrzykami wzorca kofeiny. Określono liniowość odpowiedzi detektora na zadane stężenia roztworów wzorcowych w zakresie od 2,0 do 10  $\mu\text{g}/\text{cm}^3$  przy długości fali UV1 271 nm i UV2 201 nm. Uzyskano krzywą kalibracyjną o współczynniku korelacji ( $R^2$ ) wynoszącym 0,999. Oszacowano średni odzysk, wynoszący dla herbat białych 96,9%, a dla herbat zielonych 97,4%.

### Oznaczanie zawartości fluorków

Ocenę zawartości anionów nieorganicznych w naparach herbat prowadzono w oparciu o opublikowaną uprzednio metodykę (9). Analizę chromatograficzną poprzedzało przesączenie naparu przez filtr nasadkowy MCE o średnicy porów 0,45  $\mu\text{m}$ . Do analizy zawartości fluorków w herbatach stosowano chromatograf jonowy Dionex ICS 1000, sterowany przez program Chromeleon w wersji 6.8.

Precyzję chromatograficznych metod analizy zawartości kofeiny i fluorków potwierdzano poprzez trzykrotne powtórzenia nastrzyku wzorców i każdej z próbek. Stabilność układu chromatograficznego kontrolowana była w pięciogodzinnych odstępach poprzez nastrzyki roztworu kofeiny o znanym stężeniu.

### Oznaczanie zawartości składników mineralnych

Analizę zawartości składników mineralnych w naparach herbat wykonano techniką atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukowanej

z wykorzystaniem wielopierwiastkowego analizatora ICP-OES iCAP Dual 6500 firmy Thermo Scientific™ (USA). Napary herbat rozcieńczano 4-krotnie bezpośrednio przed analizą, próbę ślepą stanowiła woda demineralizowana użyta do sporządzania naparów. Wyniki pomiarów analizowano w oparciu o krzywe wzorcowe wykreślone dla każdego z pierwiastków na podstawie trzystopniowej skali roztworów wzorcowych firmy Thermo Scientific™. Współczynnik korelacji dla każdej krzywej mieścił się w przedziale powyżej 0,99. Średni odzysk dla naparów herbat wynosił 96–98%. Precyzję metody analitycznej potwierdzano poprzez trzykrotne powtórzenia pomiaru wzorca każdej z próbek. Stabilność układu kontrolowana była w poprzez pomiary roztworów wzorcowych o znanym stężeniu po 9 pomiarach próbek herbat.

Wszystkie części doświadczenia wykonano w trzech niezależnych powtórzeniach. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą oprogramowania Statistica ver 10.0.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Podczas oznaczania zawartość składników rozpuszczalnych w wodzie niezależnie od rodzaju produktu efektywność oznaczeń determinowana jest warunkami ekstrakcji. W przypadku sporządzania naparów herbacianych warunki ekstrakcji, tj. temperatura użytej wody, czas parzenia czy też intensywność mieszania są czynnikami wpływającymi bezpośrednio na intensywność smaku i aromatu przygotowanych naparów a także ich pobudzające właściwości za które m. in. odpowiada zawartość kofeiny.

W tab. I przedstawiono średnie wyniki analizy zawartości kofeiny, fluorków i wybranych składników mineralnych w naparach poszczególnych herbat białych, a w tab. II przedstawiono średnie wartości tych samych parametrów oznaczonych kolejno w naparach wybranych herbat zielonych.

Najwyższe stężenia kofeiny w obrębie badanych naparów zaobserwowano w przypadku herbat białych (tab. I), w których zawartość tego alkaloidu mieściła się w szerokim przedziale od 121,3 do 349,9 mg/dm<sup>3</sup>. Najniższą zawartością kofeiny odznaczała się herbata biała o nazwie Paklum, która wyróżniona została również przez dystrybutora herbat jako najbardziej wartościowy i najdelikatniejszy produkt o wyjątkowym smaku. Jest to jedna z najdroższych herbat, której zbiór odbywa się ręcznie, a zrywane są tylko pierwsze, najmłodsze listki i pączki (10). Produkt ten zasługuje na uwagę również ze względu na bogaty skład mineralny. Niestety zawiera także znaczne ilości glinu. Zawartość fluorków w herbatach białych również mieściła się w szerokim zakresie wartości 12,0–22,8 mg/dm<sup>3</sup>, a najwięcej fluorków oznaczono w herbacie o nazwie Pai Mu Tan Rose, która dodatkowo prezentowała najniższe stężenie glinu spośród grupy herbat białych. Duże zróżnicowanie wartości oznaczanych parametrów nie pozwala jednoznacznie scharakteryzować napary z herbat białych, gdyż niemal każdy produkt reprezentuje inny zakres stężeń badanych substancji. Zróżnicowanie to może także wynikać ze specyfiki produktowej, gdyż w składzie niemal każdej z herbat znajdowały się dodatki suszu kwiatów i owoców. Druga grupa produktów- herbaty zielone, wśród których również dominowały dodatki w postaci suszu owocowego i kwiatowego, odznaczały się nieco węższym zakresem stężeń



Tabela I. Zawartość kofeiny, fluororków i składników mineralnych w herbatach białych (wartości średnie  $\pm$  SD)  
 Table I. Content of caffeine, fluorides and minerals in white teas (mean  $\pm$  SD)

Nazwa herbaty	Kofeina* (mg/dm <sup>3</sup> )	Kofeina* (mg/250 cm <sup>3</sup> )	Fluorki** (mg/dm <sup>3</sup> )	Fluorki** (mg/250 cm <sup>3</sup> )	Zawartość (mg/dm <sup>3</sup> )				
					Fosfor	Potas	Magnez	Wapń	Glin
Yin Zhen Hunan	320,7 $\pm$ 0,74	80,17	11,9 $\pm$ 0,18	2,91	9,61 $\pm$ 0,00	73,12 $\pm$ 0,28	5,70 $\pm$ 0,01	<b>6,22<math>\pm</math>0,00</b>	0,31 $\pm$ 0,00
Malawi White Peony	316,5 $\pm$ 0,69	79,12	14,0 $\pm$ 0,11	4,32	16,32 $\pm$ 0,00	82,01 $\pm$ 0,01	4,12 $\pm$ 0,01	5,91 $\pm$ 0,00	<b>1,11<math>\pm</math>0,01</b>
Pai Mu Tan Supergrade	<b>349,9<math>\pm</math>0,78</b>	87,41	15,1 $\pm$ 0,20	3,81	9,83 $\pm$ 0,01	57,31 $\pm$ 0,24	5,74 $\pm$ 0,01	3,82 $\pm$ 0,00	0,31 $\pm$ 0,00
Pai Mu Tan	335,1 $\pm$ 0,23	83,72	15,5 $\pm$ 0,11	3,83	10,32 $\pm$ 0,01	87,34 $\pm$ 0,19	6,91 $\pm$ 0,01	3,86 $\pm$ 0,01	0,50 $\pm$ 0,00
Pai Mu Tan Rose	333,3 $\pm$ 1,80	83,32	<b>22,8<math>\pm</math>0,12</b>	5,71	10,41 $\pm$ 0,00	<b>100,11<math>\pm</math>0,23</b>	<b>8,42<math>\pm</math>0,05</b>	3,73 $\pm$ 0,01	<b>0,14<math>\pm</math>0,02</b>
Bai Hao Yin Zhen	291,6 $\pm$ 0,61	72,94	12,0 $\pm$ 0,09	3,01	<b>4,53<math>\pm</math>0,00</b>	<b>46,22<math>\pm</math>0,42</b>	2,83 $\pm$ 0,01	4,72 $\pm$ 0,00	0,60 $\pm$ 0,00
Mao Feng	290,5 $\pm$ 1,19	72,62	17,7 $\pm$ 0,17	4,42	11,30 $\pm$ 0,00	82,02 $\pm$ 0,01	5,13 $\pm$ 0,01	4,91 $\pm$ 0,00	0,81 $\pm$ 0,00
Paklum	<b>121,3<math>\pm</math>0,36</b>	30,34	<b>5,9<math>\pm</math>0,05</b>	1,52	<b>16,41<math>\pm</math>0,00</b>	93,14 $\pm$ 0,28	4,80 $\pm$ 0,01	5,80 $\pm$ 0,00	0,62 $\pm$ 0,01
White Monkey	267,7 $\pm$ 1,30	66,91	21,5 $\pm$ 0,05	5,33	9,92 $\pm$ 0,30	74,31 $\pm$ 2,44	5,11 $\pm$ 0,23	<b>3,41<math>\pm</math>0,06</b>	0,54 $\pm$ 0,02
Phoenix Pearl	177,3 $\pm$ 0,73	44,35	20,3 $\pm$ 0,08	5,12	8,63 $\pm$ 0,01	57,30 $\pm$ 0,24	<b>2,74<math>\pm</math>0,01</b>	4,81 $\pm$ 0,00	0,32 $\pm$ 0,00
Szampańskie Truskawki	194,7 $\pm$ 0,28	48,63	15,3 $\pm$ 0,21	3,81	11,03 $\pm$ 0,01	97,33 $\pm$ 0,19	5,91 $\pm$ 0,01	4,13 $\pm$ 0,01	0,60 $\pm$ 0,00
Biały Anioł	228,2 $\pm$ 0,39	57,45	20,9 $\pm$ 0,13	5,03	12,40 $\pm$ 0,00	90,12 $\pm$ 0,23	7,42 $\pm$ 0,05	4,72 $\pm$ 0,01	0,51 $\pm$ 0,00
China White Snow Buds	287,6 $\pm$ 0,35	71,92	15,2 $\pm$ 0,10	3,82	13,83 $\pm$ 0,00	36,21 $\pm$ 0,42	2,80 $\pm$ 0,01	3,70 $\pm$ 0,00	0,32 $\pm$ 0,00
Średnie	270,34 $\pm$ 0,73	67,61	16,2 $\pm$ 0,19	4,14	11,12 $\pm$ 0,18	75,1 $\pm$ 0,10	5,18 $\pm$ 0,02	4,57 $\pm$ 0,10	0,52 $\pm$ 0,02

\* Stężenie kofeiny w pierwotnym naparze (n=3), \*\* Stężenie fluororków w pierwotnym naparze (n=3)

Table II. Zawartość kofeiny, fluoroków i składników mineralnych w herbatach zielonych (wartości średnie  $\pm$  SD)  
 Table II. Content of caffeine, fluorides and minerals in green teas (mean  $\pm$  SD)

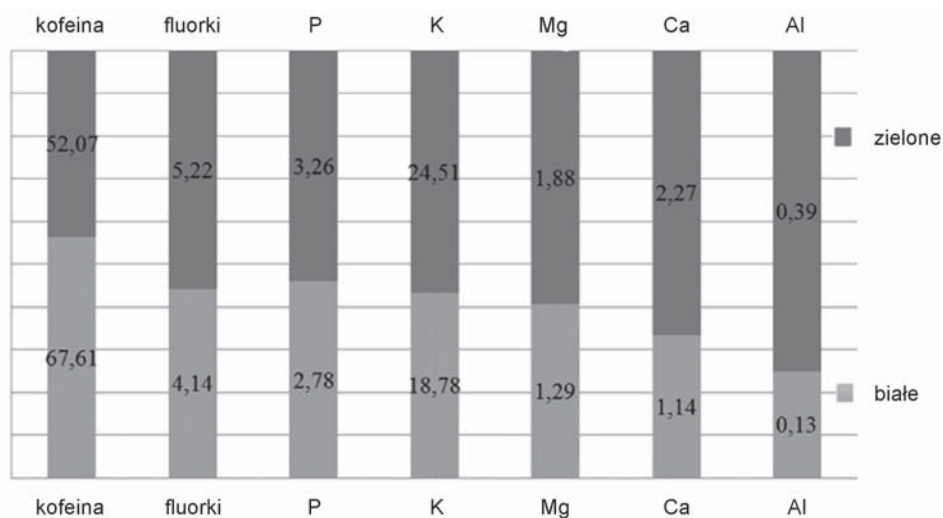
Nazwa herbaty	Kofeina* (mg/dm <sup>3</sup> )	Kofeina* (mg/250 cm <sup>3</sup> )	Fluorki** (mg/dm <sup>3</sup> )	Fluorki** mg/250 cm <sup>3</sup>	Zawartość (mg/dm <sup>3</sup> )				
					Fosfor	Potas	Magnez	Wapń	Glin
Sencha Sakura	213,7 $\pm$ 1,15	53,46	26,1 $\pm$ 0,14	6,52	<b>10,50 <math>\pm</math> 0,03</b>	<b>65,12 <math>\pm</math> 0,20</b>	9,80 $\pm$ 0,00	4,60 $\pm$ 0,00	1,01 $\pm$ 0,00
Sencha Ananasowa	188,6 $\pm$ 0,23	47,13	<b>12,3 <math>\pm</math> 0,05</b>	3,12	12,31 $\pm$ 0,05	99,72 $\pm$ 0,06	6,82 $\pm$ 0,00	5,41 $\pm$ 0,00	<b>0,60 <math>\pm</math> 0,00</b>
Sencha Żurawina Truskawka	193,3 $\pm$ 0,34	48,35	20,6 $\pm$ 0,19	5,24	13,22 $\pm$ 0,01	103,40 $\pm$ 0,31	<b>4,90 <math>\pm</math> 0,01</b>	4,92 $\pm$ 0,00	0,81 $\pm$ 0,02
Sencha Winogronowa	208,4 $\pm$ 0,54	52,12	15,7 $\pm$ 0,12	3,93	<b>16,61 <math>\pm</math> 0,03</b>	101,71 $\pm$ 0,47	6,82 $\pm$ 0,01	10,62 $\pm$ 0,03	1,81 $\pm$ 0,00
Sencha Poziomkowa	<b>258,7 <math>\pm</math> 1,57</b>	64,76	22,4 $\pm$ 0,14	5,62	12,20 $\pm$ 0,01	94,70 $\pm$ 0,47	8,62 $\pm$ 0,02	13,23 $\pm$ 0,01	0,82 $\pm$ 0,01
Sencha Imbir Cytryna	210,7 $\pm$ 0,32	52,81	21,1 $\pm$ 0,22	5,33	13,41 $\pm$ 0,01	105,22 $\pm$ 0,44	6,50 $\pm$ 0,01	<b>14,21 <math>\pm</math> 0,01</b>	1,80 $\pm$ 0,00
Sencha Opuncja Figowa	<b>154,6 <math>\pm</math> 0,40</b>	38,64	16,5 $\pm$ 0,20	0,41	12,40 $\pm$ 0,18	112,10 $\pm$ 0,80	6,53 $\pm$ 0,13	9,72 $\pm$ 0,42	<b>1,90 <math>\pm</math> 0,11</b>
Sencha Kaktusowa	203,1 $\pm$ 1,19	50,83	23,7 $\pm$ 0,08	5,92	13,52 $\pm$ 0,03	<b>115,11 <math>\pm</math> 0,20</b>	8,81 $\pm$ 0,00	5,61 $\pm$ 0,00	1,41 $\pm$ 0,00
Sencha Żeńszeń Pomarańcza	195,5 $\pm$ 0,31	48,92	25,2 $\pm$ 0,01	0,63	12,31 $\pm$ 0,05	99,70 $\pm$ 0,06	9,80 $\pm$ 0,00	<b>4,42 <math>\pm</math> 0,00</b>	1,30 $\pm$ 0,01
Sencha Orange	227,4 $\pm$ 0,40	56,81	21,4 $\pm$ 0,08	5,31	13,23 $\pm$ 0,01	93,42 $\pm$ 0,31	<b>10,40 <math>\pm</math> 0,01</b>	6,91 $\pm$ 0,00	0,62 $\pm$ 0,00
Sencha Exotic	234,3 $\pm$ 0,48	58,51	17,0 $\pm$ 0,17	4,41	14,60 $\pm$ 0,03	94,73 $\pm$ 0,47	6,83 $\pm$ 0,01	11,60 $\pm$ 0,03	3,80 $\pm$ 0,02
Pina Colada	234,1 $\pm$ 0,92	58,50	23,2 $\pm$ 0,02	5,82	12,20 $\pm$ 0,01	84,71 $\pm$ 0,47	5,62 $\pm$ 0,02	14,20 $\pm$ 0,01	2,81 $\pm$ 0,02
Anielskie Łąki	184,4 $\pm$ 0,30	46,13	22,5 $\pm$ 0,20	5,63	13,40 $\pm$ 0,01	105,20 $\pm$ 0,44	6,51 $\pm$ 0,01	12,91 $\pm$ 0,01	1,82 $\pm$ 0,01
Średnie	208,21 $\pm$ 0,14	52,07	20,6 $\pm$ 0,29	5,22	13,06 $\pm$ 0,17	98,05 $\pm$ 0,39	7,52 $\pm$ 0,09	9,09 $\pm$ 0,63	1,56 $\pm$ 0,29

\* Stężenie kofeiny w pierwotnym naparze (n=3), \*\* Stężenie fluoroków w pierwotnym naparze (n=3)

kofeiny: 154,6–258,7 mg/dm<sup>3</sup> oraz zbliżonym do herbat białych zakresem stężenia jonów fluorkowych 12,3–26,1 mg/dm<sup>3</sup>. Najwyższą zawartością fluorków wyróżniała się herbata zielona o nazwie Sencha Sakura, natomiast najniższą Sencha Ananasowa, w naparach której odnotowano również najniższą spośród grupy herbat zielonych zawartość glinu. Herbaty zielone, które zawierały więcej kofeiny w przeważającej części miały również więcej fluorków. Otrzymane wyniki dotyczące zawartości kofeiny w herbatach białych i zielonych są zgodne z wynikami badań przeprowadzonych przez *Hilal i Engelhardt* (11), którzy oznaczali techniką HPLC zawartość kofeiny w trzech rodzajach herbat. Rezultaty badań tych autorów wykazały, że herbaty białe zawierały największą ilość badanego alkaloidu natomiast porównywalną zawartość wykazano dla herbat czarnych i zielonych.

Wyniki dotyczące zawartości fluorków w herbatach białych i zielonych zbliżone są do prezentowanych w literaturze (7). Istnieje jednak wiele prac poruszających problemy dużych rozbieżności w wynikach, które związane są najczęściej z metodycznymi trudnościami prowadzenia rozdzielów chromatograficznych oraz sposobem przygotowywania naparów tj. czas parzenia, mieszanie podczas parzenia a nawet możliwość tworzenia przez aniony fluorkowe kompleksów i nierozpuszczalnych soli (6).

Na ryc. 1 przedstawiono średnią zawartość kofeiny, jonów fluorkowych oraz poszczególnych składników mineralnych dla każdej grupy herbat.



Ryc. 1. Zawartość wybranych składników w herbatach białych i zielonych w przeliczeniu na szklankę naparu (mg/250 cm<sup>3</sup>).

Fig. 1. Content of selected ingredients in white and green teas per 1 glass of infusion (mg/250 cm<sup>3</sup>).

Herbaty białe mimo dużego zróżnicowania w zawartości kofeiny, w zestawieniu ogólnym zawierały średnio ok. 33% więcej tego alkaloidu niż herbaty zielone, które odznaczały się większą zawartością składników mineralnych, w tym również większą o ok. 22% zawartością jonów fluorkowych oraz o ok. 70% większą ilością

glinu. Porównując stężenia kofeiny w 250 cm<sup>3</sup> szklance naparu (ryc. 1), herbaty białe zawierały średnio 67,6 mg, a herbaty zielone 52,07 mg kofeiny.

Ze względu na duże zróżnicowanie w oddziaływaniu kofeiny na organizm ludzki dotychczas nie określono bezpiecznej dawki kofeiny dopuszczalnej do spożycia wraz z pożywieniem. Jedyne bezpieczne limity, do których można porównywać zawartości tego alkaloidu w produktach pochodzą ze środowiska farmaceutycznego „Farmakopea Polska VIII”. Według tego źródła jednorazowa dawka doustna dla osoby dorosłej wynosi 100 do 200 mg, a dawka dobową 300 do 500 mg, ale norma dotyczy leków pobudzających zawierających kofeinę. Maksymalna dawka dobową kofeiny wg „Farmakopei Polskiej VIII” wynosi 1500 mg (12). Porównując otrzymane wyniki z powyższymi normami przekroczenie dopuszczalnej dobowej dawki kofeiny byłoby możliwe przy wypiciu ok. 21 szklanek naparu z herbaty białej lub 28 szklanek herbaty zielonej. W kontekście tego zestawienia w oparciu o normy farmaceutyczne herbatę zarówno białą, jak i zieloną można uznać za istotne źródło kofeiny, a jej częste spożywanie nie naraża konsumenta na zatrucie, może jednak prowadzić do opisanych wcześniej działań niepożądanych.

W kwestii stężenia fluorków w badanych próbach zauważyć można duże zróżnicowanie zarówno w przypadku naparów z herbat białych, jak i zielonych. Instytut Żywności i Żywienia normuje wśród składników mineralnych zalecenia dotyczące spożycia fluoru na poziomie wystarczającym (AI: ang. Adequate Intake), który dla osób dorosłych wynosi 4 mg dziennie dla mężczyzn i 3 mg dla kobiet. W kontekście tych zaleceń spożycie jednej szklanki herbaty białej, przygotowanej z 2,5 g suszu zawierającej średnio 4,1 mg jonów fluorkowych może całkowicie pokryć zalecaną dawkę spożycia fluoru zarówno u kobiet, jak i mężczyzn. Natomiast napar herbaty zielonej przygotowany w takiej samej objętości i proporcjach może dostarczyć ok. 5,22 mg jonu fluorkowego, co w przypadku kobiet i mężczyzn przekracza dawkę przyjętą za wystarczającą w normach żywienia. W podsumowaniu tych porównań nasuwa się wniosek, iż herbaty białe i zielone są dobrym źródłem fluoru w diecie, a spożywanie jednej filiżanki dziennie może skutecznie wzbogacić skład mineralny organizmu o ten mikroelement (13).

Rozważając poziomy zatruc fluorkami wyznaczone przez departament Angielskiej Agencji Zdrowia Publicznego, należy mieć na względzie, że ciężkie toksyczne zatrucia mogą wystąpić przy przyjęciu drogą pokarmową przez dorosłego człowieka 450 mg anionów fluorkowych co odpowiada 6,4 mg/kg masy ciała (14). Według innych doniesień fluorki mogą wykazywać toksyczne działanie na organizm ludzki przy znacznie niższych dawkach ok. 0,3 mg/kg masy ciała, w wyniku czego może dojść do zaburzeń żołądkowo-jelitowych (8). W przypadku spożywania herbat zarówno białych, jak i zielonych nie ma obawy o osiągnięcie nawet najniższego progu zagrożenia.

Wartościowy skład mineralny w przypadku herbat zielonych dotyczy wszystkich analizowanych pierwiastków (ryc. 1) co stawia te produkty na wyższej pozycji w ocenie wartości zdrowotnej niż herbaty białe. Podobne wyniki otrzymali *Ferrara* i współpr. (15) porównując skład mineralny herbat zielonych i białych. Natomiast *Reto* i współpr. (16) w swoich badaniach zwrócili uwagę na ograniczoną przyswajalność składników mineralnych z herbat zielonych.

Zawartość składników mineralnych w naparach herbacianych od wielu lat stanowiła przedmiot badań głównie ze względu na częstotliwość spożywania herbaty, popularność i brak ograniczeń wiekowych i fizjologicznych dotyczących konsumpcji. Warto jednak zwrócić uwagę na zawartość glinu w naparach herbat, gdyż spożycie tego składnika mineralnego również ma wyznaczone limity. Podwyższone spożycie glinu może być m.in. przyczyną niedokrwistości i zaburzeń neurologicznych, dlatego średnia dawka pobrania w przypadku glinu dla dorosłego człowieka wynosi ok. 45 mg, a bezpieczna ok. 7 mg/kg masy ciała (17).

Analizując otrzymane wyniki badań w świetle tychże wytycznych, spożycie 1 litra naparu z herbaty zielonej o nazwie Sencha Opuncja Figowa, dla której odnotowano najwyższe stężenie glinu, pokrywa zaledwie 4,2% dziennego spożycia dla tego pierwiastka dla osoby dorosłej co można uznać za neutralną dla zdrowia dawkę.

Podsumowując ocenę wartości zdrowotnej analizowanych wysokogatunkowych herbat białych i zielonych należy podkreślić ich cenny skład mineralny zwłaszcza herbat zielonych oraz właściwości pobudzające dominujące w naparach herbat białych bogatszych w kofeinę. Otrzymane stężenia pierwiastków, których spożycie zgodnie z normami powinno być ograniczone, w obu rodzajach herbat nie stanowią zagrożenia zdrowotnego, jednakże picie herbaty białej powinno być ograniczone w przypadku dzieci, kobiet w ciąży i karmiących, ze względu na wysoką zawartość kofeiny.

## WNIOSKI

1. Napary wysokogatunkowych herbat białych zawierały ok. 27% więcej kofeiny niż napary herbat zielonych, średnio na poziomie 270 mg/dm<sup>3</sup>.
2. Herbaty zielone wyróżniały się wyższą zawartością składników mineralnych takich jak: P, K, Ca, Mg a także jonów fluorkowych i Al.
3. Zawartość składników mineralnych w naparach herbat białych i zielonych stanowi cenne źródło minerałów w codziennej diecie.
4. Nadmierne spożycie naparów herbat białych i zielonych nie stanowi zagrożenia dla zdrowia w świetle obowiązujących norm dotyczących przyjęcia dawki jonów fluorkowych oraz glinu.

M. Czernicka, G. Zaguła, Cz. Puchalski, T. Cebulak, I. Kapusta

ASSESSMENT OF THE NUTRITIONAL VALUE OF HIGH-GRADE LEAFY  
WHITE AND GREEN TEAS BASED ON THE ANALYSIS OF THE CONTENT  
OF FLUORIDES, CAFFEINE AND MINERALS

### Summary

The aim of the study was to determine the contents of caffeine, fluorides and selected minerals in infusions of flavored high-quality white and green teas. Health risks associated with the consumption of these teas were estimated from the results with reference to currently valid standards. It was found that infusions of high grade white teas contained approx. 27% more, on average 270 mg/dm<sup>3</sup> of caffeine than infusions of green teas, and the green teas were distinguished by a higher content of minerals like P, K, Ca, Mg, and ions of fluoride and Al.

## PIŚMIENICTWO

1. *Karak T., Bhagat R.M.*: Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion: A review. *Food Res Int.* 2010; 43: 2234-2252. – 2. <http://www.poradnikhandlowca.com.pl/archiwum/09-2010,Raport--Rynek-herbaty-i-kawy-I,Rok-2010,40,561.html>. – 3. *Frankowski M., Kowalski A., Ociepa A., Siepak J., Niedzielski P.*: Kofeina w kawach i ekstraktach kofeinowych i odkofeinowanych dostępnych na polskim rynku. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008; 48(1): 21-27. – 4. *Bojarowicz H., Przygoda M.*: Kofeina. Powszechność stosowania kofeiny oraz jej działanie na organizm. *Cz I. Probl. Hig. Epidemiol.* 2012; 93(1): 8-13. – 5. *Wierzejska R.*: Kofeina – powszechny składnik diety i jej wpływ na zdrowie. *Roczn PZH*, 2012; 63(2): 141-147. – 6. *Janiszewska J., Balcerzak M.*: Analytical problems with the evaluation of human exposure to fluoride from tea products. *Food Anal. Methods*, 2013; 6, 4: 1090-1098. – 7. *Yi J., Cao J.*: Tea and fluorosis. *J. Fluoride Chem.*, 2008; 129(2): 76-81. – 8. *Gessner B.D., Beller M., Mid- daugh J.P., Whitford G.M.*: Acute fluoride poisoning from a public water system. *N. Engl. J. Med.*, 1994; 330: 95-99. – 9. *Bilek M., Stawarczyk K., Kaniuczak J.*: Fluorki w wybranych herbatach ekspresowych. *Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego w Rzeszowie*, 2013; 16: 9-12. – 10. <https://eherbata.pl/paklum-26.html>.
11. *Hilal Y., Engelhardt U.*: Characterisation of white tea – Comparison to green and black tea. *J. Verbr. Lebensm.*, 2008; 2: 414-421. – 12. *Farmakopea Polska wydanie VIII. Minister Zdrowia. Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych.* Warszawa 2008. – 13. *Jarosz M.* (red.): *Normy żywienia dla populacji polskiej. Nowelizacja.* Warszawa 2012. – 14. *Robjohns S.*: Sodium fluoride. Toxicological overview. *Public Heath England* [http://www.hpa.org.uk/webc/hpawebfile/hpaweb\\_c/1227169969666](http://www.hpa.org.uk/webc/hpawebfile/hpaweb_c/1227169969666). – 15. *Ferrara L., Montesano D., Senatore A.*: The distribution of minerals and flavonoids in the tea plant (*Camellia sinensis*). *Farmaco*, 2001; 56(5-7): 397-401. – 16. *Reto M., Figueira M.E., Filipe H.M., Almeida C.M.M.*: Chemical composition of green tea (*Camellia sinensis*) infusions commercialized in Portugal. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 2007; 62(4): 139-144. – 17. *Kabata-Pendias A.*: *Biogeochemia pierwiastków śladowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.

Adres: 35-601 Rzeszów, ul. Zelwerowicza 4

*Aleksandra Karmańska, Andrzej Stańczak<sup>1</sup>, Bolesław Karwowski*

## MAGNEZ AKTUALNY STAN WIEDZY\*

Zakład Bromatologii Katedry Bromatologii  
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi  
Kierownik: dr hab. n. chem. *B. Karwowski*

<sup>1</sup> Zakład Farmacji Szpitalnej  
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi  
Kierownik: prof. dr hab. n. farm. *Andrzej Stańczak*

Hasła kluczowe: magnez, Mg-absorbpcja, cytrynian magnezu.

Key words: magnesium, Mg-absorption, magnesium citrate.

Magnez to dwuwartościowy pierwiastek z grupy berylowców. Jest jednym z najważniejszych jonów niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Ciało dorosłego człowieka zawiera 1000 mmol (22–26 g) magnezu (1). Zdeponowany jest w (2):

- ok. 60% w układzie kostnym głównie w postaci hydroksyapatytów, z tego ok. 25% tworzy pulę szybko wymienialną;
- 20% w mięśniach szkieletowych;
- 20% w innych tkankach przeważnie w układzie nerwowym i w narządach: wątroba, nerki, przewód pokarmowy.

Tylko 1% znajduje się w przestrzeni zewnątrzkomórkowej w erytrocytach i osoczu. Stężenie wewnątrzkomórkowe kształtuje się w zakresie 3–9 mmol/dm<sup>3</sup> i zależy od rodzaju komórki.

Rozmieszczenie magnezu w organizmie przedstawia tab. I

Dużą aktywność i tendencję do tworzenia kompleksów magnez zawdzięcza budowie atomu: małemu promieniowi w stosunku do wymiarów jądra. Tworzy kompleksy metalonukleotydowe w difosfo- i trifosfonukleozydach. Jest aktywatorem ponad 300 reakcji enzymatycznych. Wpływa na aktywność enzymów poprzez wiązanie z ATP (adenozynotrifosforan) (reakcje zależne od ATP), wiązanie z miejscem aktywnym enzymu (np. enolazy, kinazy pirogronianowej, pirofosfatazy), powodowanie zmian konformacyjnych w procesie katalitycznym (np. Na<sup>+</sup> i K<sup>+</sup> ATP-azy), udział w tworzeniu kompleksów enzymatycznych np. dehydrogenazy aldehydowej. Stabilizuje strukturę rybosomów i kwasów nukleinowych. Tworzy kompleksy z fosfolipidami błonowymi co powoduje zmniejszenie przepuszczalności i płynności błon komórkowych. Jest kofaktorem enzymów biorących udział w przemianach białek, węglowodanów i tłuszczów. Reguluje aktywność parathormonu, wpływa na wzrost

---

\* Praca finansowana przez Uniwersytet Medyczny w Łodzi (prace statutowe 503-3045-2 i 503/3-011-03/31-001.).

i gęstość kości. Bierze udział w procesie skurczu mięśnia sercowego poprzez wpływ na wewnątrzkomórkowe stężenie wapnia i aktywność elektryczną komórek mięśnia sercowego (1).

Tab e l a I. Rozmieszczenie magnezu w organizmie (1)

Tab l e I. Distribution of magnesium in the adult human

Tkanka	Masa tkanki (kg)	Stężenie magnezu (mmol/kg)	Zawartość magnezu (mmol)	% całkowitej zawartości magnezu w organizmie
Osocze	3,0	0,85	2,6	0,3
Erytrocyty	2,0	2,5	5,0	0,5
Tkanki miękkie	22,7	8,5	193,0	19,3
Mięśnie	30,0	9,0	270,0	27,0
Kości	12,3	43,2	530,1	52,9
Suma	70,0		1000,7	100,0

Większość wewnątrzkomórkowego magnezu związana jest z rybosomami, kwasami organicznymi, białkami lub fosforanem adenozy. Tylko niewielka ilość występuje w postaci wolnego jonu magnezowego (0,5–5% puli magnezu wewnątrzkomórkowego). Rozkład magnezu w komórce jest heterogenny wysoki w przestrzeniach około jądrowych niższy w rejonach obwodowych cytoplazmy. Wysokie stężenie magnezu wewnątrzkomórkowego występuje w komórkach szybko proliferujących co wskazuje, że komórkowy transport magnezu związany jest z wysoką aktywnością metaboliczną (1).

### Źródła magnezu w pożywieniu

Magnez przyswaja się lepiej z produktów spożywczych niż z suplementów diety. Z dietą dostarczamy od 300 do 360 mg/d (12,5–15 mmol/d). Dawka ok. 3,5 mmol/d niezbędna jest do utrzymania równowagi magnezu w organizmie. Ponieważ wchodzi w skład chlorofilu najlepszym jego źródłem są zielone warzywa liściaste, warzywa strączkowe (fasola, groszek), orzechy, ziarna zbóż. Twarda woda zawiera 30 mg/dm<sup>3</sup> magnezu.

Tab e l a II. Zawartość magnezu w żywności (3)

Tab l e II. Magnesium content in food (3)

Rodzaj żywności	Zawartość Mg w mg	DV %
Halibut upieczony 85 g	90	20
Migdały uprażone 28 g	80	20
Szpinak mrożony, ugotowany ½ kubka	75	20
Owsianka 1 kubek	55	15
Ziemniak upieczony w mundurku (średni)	50	15



Tabela II. (cd.)

Rodzaj żywności	Zawartość Mg w mg	DV %
Otręby pszenne, 2 łyżki	45	10
Jogurt 160 g	45	10
Płatki kukurydziane ½ kubka	40	10
Fasola gotowana ½ kubka	40	10
Ryż brązowy ugotowany ½ kubka	40	10
Kiełki pszenicy dwie łyżki	35	8
Banan średni	30	8
Mleko 2% tłuszczu, 1 kubek	27	8
Chleb pszenny 1 kromka	25	6

DV% (daily value) – procent dziennego zapotrzebowania

Food Drug and Administration podaje, że 45% magnezu dostarczana jest z warzywami, owocami, ziarnami i orzechami, 29% pochodzi z mleka, mięsa, jaj (4).

## Wchłanianie magnezu

Wchłanianie jonów magnezu występuje głównie w jelicie czczym i jelicie krętym gdzie panuje kwaśne środowisko. Wchłanianie odbywa się:

- na drodze transportu biernego, związanego z gradientem elektrochemicznym;
- dyfuzji ułatwionej za pomocą białka nośnikowego TRPM6 (transient receptor potential melastatin) zlokalizowanego w szczytowej części komórek nabłonka.

Tabela III. Wchłanianie magnezu z przewodu pokarmowego (2)

Table III. Gastrointestinal Absorption of magnesium (2)

	Absorbpcja magnezu (mg/dzień)	% absorpcji
Żołądek	0	0
Dwunastnica	15	5
Jelito czcze	30	10
Proksymalna część jelita krętego	45	15
Dystalna część jelita krętego	30	10
Okrężnica	15	4
Suma	135	45

Przedstawione dane dotyczą diety zawierającej 300 mg magnezu /dzień. Absorbpcja magnezu z diety na poziomie 40–50%

Po przedostaniu się do komórek jelita cienkiego jony ulegają dyfuzji do płynu tkankowego, a następnie do światła naczyń krwionośnych. Utrzymanie stałego stężenia wewnątrz komórki zachodzi na drodze zależnej od jonów Na i niezależnej

gdzie następuje wymiana na jony zewnątrzkomórkowe np.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ . Ważną rolę w utrzymaniu homeostazy magnezu odgrywa białko TRPM7, które tworzy kanał jonowy sprzężony z kinazą (5). Białko to dopasowuje poziom magnezu do potrzeb komórki. Kiedy stężenie magnezu jest za duże, kanał i wejście jonów do komórki zostaje zablokowane poprzez połączenie jonów magnezu z resztami aminokwasowymi. Badania wykazały, że usunięcie genu TRPM7 powodowało zahamowanie wzrostu komórek *in vitro* (6).

Magnez dostarczany z pożywieniem występuje w postaci połączeń z innymi składnikami pokarmu. Uwolniony w zjonizowanej formie trafia do światła jelit. W warunkach przeciętnej diety wchłonięciu ulega ok. 30–50% magnezu. Jeżeli zawartość magnezu w pokarmie jest niska absorpcja wzrasta do 80%. Na wielkość absorpcji wpływają inne składniki pożywienia:

### **Składniki mineralne**

Wraz z dietą lub dodatkową suplementacją dostarczamy inne składniki mineralne, które mogą wpływać na absorpcję magnezu z przewodu pokarmowego. *Brink* i współpracownicy (7) przeprowadzili badania, na szczurach, którym podawali dietę zawierającą stałe stężenie magnezu, zmienne wapnia i fosforu. Stwierdzili, że wysoka ilość wapnia i fosforu w diecie powodowała zmniejszenie absorpcji magnezu. Podobne wyniki uzyskali w badaniach *in vitro*. Wyniki te sugerowały tworzenie się nierozpuszczalnego kompleksu wapnia, magnezu i fosforanów. Liczne badania kliniczne wykazały, że dieta zawierająca poniżej 2000 mg/d wapnia nie wpływa na wchłanianie magnezu (8). Zakłada się, że wysokie stężenie wapnia w diecie powoduje spadek stężenia parathormonu w osoczu co wpływa na zmniejszone wchłanianie magnezu. Wapń współzawodniczy z magnezem o miejsce wchłaniania w jelitach, może również wpływać na przepuszczalność błon komórkowych dla magnezu (9).

Oprócz wapnia, fosforu, sodu i potasu również mikroelementy np. cynk, żelazo mogą również wpływać na absorpcję magnezu. *Spencer* i współpracownicy (10) podawali suplement diety grupie dorosłych mężczyzn zawierający 142 mg cynku/dobę. Powodowało to zmniejszone wchłanianie magnezu.

### **Laktoza. Alkohole cukrowe**

W badaniach przeprowadzonych na szczurach stwierdzono stymulujący wpływ laktozy na wchłanianie magnezu. Badania przeprowadzone na ludziach są jednak nieliczne i nie wszystkie potwierdzają ten efekt (11).

Alkohole cukrowe: ksylitol, sorbitol stanowiące pożywkę dla bakterii jelitowych mają wpływ na wchłanianie magnezu. W badaniach na ludziach przeprowadzonych przez *Coudray* i współpracownicy (12) odnotowano wzrost absorpcji magnezu z 40 do 51%.

### **Białka**

Szereg badań klinicznych potwierdza korzystny wpływ białek na absorpcję magnezu. Badania opisane przez *Bohn* (11) wykazały, że spożycie 145–200 g białka

w porównaniu z dietą zawierającą 45–70 g zwiększa absorpcję magnezu od 32% do 40%. Podobne wyniki uzyskali *Schwartz* i współpr. (13), którzy przeprowadzili badania w grupie 265 chłopców w wieku dojrzewania. W badaniach należy jednak uwzględnić źródło białka. Niektóre białka roślinne np. koncentraty białka sojowego zawierają fityniany zmniejszające wchłanianie magnezu. Badania na szczurach potwierdziły zwiększoną absorpcję magnezu przy spożyciu białka sojowego wolnego od fitynianów (11).

## Tłuszcze

Obecność tłuszczów w diecie nie wpływa znacząco na absorpcję magnezu. Badania na ludziach są nieliczne, różnią się rodzajem tłuszczu i dietą. *Van Dokkum* i współpr. (14) porównywali wpływ diety o różnej zawartości tłuszczu na wchłanianie magnezu. Grupie młodych osób przez miesiąc podawano dietę w której zapotrzebowanie energetyczne pokrywał tłuszcz w zakresie od 42 do 22%. Nie stwierdzono istotnego wpływu na wchłanianie magnezu. Podobne wyniki otrzymał *Ricketts* i współpr. (15).

Natomiast *Kies* i współpr. (16) również podawali dorosłym osobom dietę, w której od 22 do 42% energii pochodziło z tłuszczu. Stwierdzili, że wchłanianie magnezu było mniejsze w diecie bogato tłuszczowej (42%). Wyniki te nie są oparte na badaniach statystycznych ponadto występują różnice w diecie i rodzaju użytego tłuszczu. Powinny być przeprowadzone dalsze badania, ujednoczona metodologia oceniająca wpływ tłuszczów na biodostępność magnezu.

## Fityniany

Fityniany stanowią formę zapasową składników mineralnych i fosforanów w ziarnach zbóż, roślinach strączkowych, warzywach, owocach, orzechach. W przewodzie pokarmowym wykazują właściwości chelatujące m. in. w stosunku do magnezu. Tworzą z magnezem i produktami rozkładu białek nierozpuszczalne sole, z których pierwiastek nie wchłania się. W badaniach przeprowadzonych w 1942 r. dodawano do chleba pszennego fityniany (0,6 g /d) i stwierdzono obniżenie wchłaniania magnezu z 47% do 29% (11).

W nowszych badaniach *Bohn* i współpr. (17) zastosowali metodę izotopów dodając do chleba pszennego kwas fitynowy w ilościach odpowiadających jego zawartości w chlebie razowym (1,49 mmol) i brązowym (0,75 mmol). Spożycie chleba wzbogaconego w fityniany spowodowało zmniejszenie wchłaniania magnezu o 60% w sposób zależny od podanej dawki.

Hamowanie wchłaniania magnezu przez kwas fitynowy można zmniejszyć poprzez zastosowanie różnego rodzaju zabiegów technologicznych powodujących jego rozkład. W warstwie aleuronowej ziaren znajduje się enzym fitaza, która rozkłada kwas fitynowy do ortofosforanów i mioinozytolu. Enzym ten można aktywować np. w przypadku mąki poprzez namaczanie, przedłużenie czasu fermentacji czy kiełkowanie.

### **Kwas szczawiowy**

Występuje w roślinach takich, jak: rabarbar, szczaw, szpinak, orzechy, kawa, kakao, herbata. Gromadzi się w ogonkach i dolnych liściach najmniej w korzeniach. Dieta zachodnia dostarcza ok. 100–150 mg, a wegetariańska 191 mg szczawianów (18). Szczawiany w żywności występują w postaci rozpuszczalnych soli sodu i potasu i nierozpuszczalnych soli wapnia. Rozpuszczalne szczawiany tworzą w jelitach z jonami metali dwu i trójwartościowych kompleksy zmniejszając ich absorpcję. *Kelsay i Prather* (19) stwierdzili zwiększone wydalanie magnezu z kałem u osób, którym podawano w diecie szpinak (440 mg szczawianów /dzień) w porównaniu ze 175 mg szczawianów /dzień (kalafior). Potwierdziły to badania z zastosowaniem techniki izotopowej.

### **Polifenole**

Polifenole związki organiczne o zróżnicowanej budowie zawierające przynajmniej dwie grupy hydroksylowe związane z pierścieniem aromatycznym. Są silnymi przeciwutleniaczami zabezpieczającymi organizm przed stresem oksydacyjnym. Żywność bogata w polifenole: owoce, warzywa, soki owocowe, herbata, odgrywa ważną rolę w profilaktyce wielu chorób.

Polifenole hamują absorpcję żelaza u ludzi i cynku u szczurów poprzez tworzenie nierozpuszczalnych kompleksów. Brak jest dokładnych badań oceniających wpływ polifenoli na wchłanianie magnezu w organizmie człowieka. W badaniach przeprowadzonych na szczurach zaobserwowano zmniejszone wydalanie magnezu z kałem w przypadku diety zawierającej wysokie stężenie polifenoli 1,0 g/100 g. Można więc wysnuć hipotezę, że diety bogate w polifenole mogą negatywnie wpływać na absorpcję magnezu (11).

### **Oligosacharydy**

Oligosacharydy – polisacharydy nieskrobiowe. Są odporne na działanie endogennych enzymów ulegają fermentacji przez bakterie jelitowe do krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych SCFA (ang. Short chain fatty acids) i kwasu mlekowego. Liczne badania przeprowadzone na szczurach potwierdzają pozytywny wpływ SCFA na wchłanianie magnezu. W doświadczeniach stosowano jednak duże ilości oligosacharydów. W badaniach z udziałem ludzi obserwowano wpływ inuliny (40 g/d) na wchłanianie składników mineralnych. Wykazano stymulujący wpływ na wchłanianie wapnia (wzrost z 21 do 34%) bez istotnego wpływu na absorpcję magnezu, cynku i żelaza. Podobne wyniki otrzymano w innych badaniach w których podawano 15 g/d fruktooligosacharydów przez 9 dni. Stwierdzono jednak, że czas podawania oligosacharydów był za krótki żeby doszło do fermentacji i powstania SCFA (11).

W randomizowanym badaniu z zastosowaniem stabilnych technik izotopowych w których brały udział kobiety w okresie pomenopauzalnym spożywano 10g/d krótkołańcuchowych oligosacharydów. Zaobserwowano nieznaczny wzrost wchłaniania magnezu z 30,2 do 33,9%. U niemowląt suplementacja diety inuliną w dawce 0,75,

1, 1, 25 g/d przez 14 dni zwiększała wchłanianie magnezu zależnie od dawki od 77 do 92% (11).

### **Hemicelulozy, pektyny**

Hemicelulozy frakcja błonnika pokarmowego, występująca w ścianie komórkowej roślin. W porównaniu z celulozą mają mniejszą masę cząsteczkową i tworzą bardziej rozgałęzioną strukturę. Dominują w zbożach, poziom w warzywach i owocach wynosi 1–2%.

*Drews* i współpr. (20) stwierdzili wzrost wydalania magnezu z kałem u osób, którym dodawano do diety podstawowej 14,2 g hemicelulozy. Podobne wyniki w randomizowanym badaniu otrzymał *Taper* i współpr.(21).

Pektyny polisacharydy stanowiące mieszaninę cukrów występują w ścianach komórkowych i przestrzeniach międzykomórkowych roślin. Największą ich ilość pozyskuje się ze skórek owoców cytrusowych, wycieków jabłkowych, buraków cukrowych.

Przeprowadzone badania z udziałem ludzi nie wykazały wpływu pektyn na wchłanianie magnezu. *Stasse-Wolthius* i współpr. (22) (dieta zawierająca 9g pektyn/d) oraz *Drew* i współpr. (20) (14 g pektyn/d) nie stwierdzili statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupą badaną a grupą kontrolną otrzymującą dietę o małej zawartości błonnika.

### **Błonnik nierozpuszczalny**

Wpływ błonnika nierozpuszczalnego na wchłanianie magnezu nie jest do końca jasny. Produkty bogate w błonnik takie jak zboża, rośliny strączkowe zawierają fitiny będące inhibitorem absorpcji magnezu. Przeprowadzone badania na ten temat nie są ujednoczone (11).

### **Wydalenie magnezu**

Za prawidłowe stężenie magnezu w przestrzeni zewnątrzkomórkowej odpowiedzialne są nerki. W przypadku niedoboru w osoczu 95% jonów magnezowych ulega resorpcji zwrotnej, głównie w ramieniu wstępującym pętli Henlego. Zmniejszone wydalanie z moczem związane jest prawdopodobnie ze zwiększoną ekspresją białka TRPM6. Czynniki zwiększające wchłanianie zwrotne jonów magnezowych w nerkach to: hipokalcemia, hipomagnezemia, parathormon, zasadowica metaboliczna, hipowolemia, insulina. Zwiększone wydalanie występuje przy hipermagnezemii, hiperkalcemii, kwasicy ketonowej, nadczynności przytarczyc, przedawkowaniu witaminy D, alkoholizmie, stosowaniu niektórych leków odwadniających z grupy diuretyków tiazydowych i pętlowych (2).

Całkowita homeostaza magnezu w organizmie zależy od równowagi pomiędzy wchłanianiem w jelitach, stężeniem w komórkach, depozytem w kościach i wydalaniem przez nerki. Niezabsorbowany magnez wydalany jest z kałem, niewielkie ilości z mlekiem matki.

## Normy spożycia magnezu

Zalecane dzienne spożycie zależy od płci, wieku jest różne w różnych krajach.

Średnie spożycie magnezu w Polsce wynosi 297 mg i jest mniejsze u kobiet (ok. 250 mg) niż u mężczyzn (ok. 350 mg), podczas gdy zalecana podaż tego składnika w diecie kobiet powinna wynosić 320 mg, a mężczyzn 420 mg dziennie (23).

Tabela IV. Rekomendowane dawki magnezu

Table IV. Recommended doses of magnesium

Kraj	Mężczyźni (mg/d)	Kobiety (mg/d)
Polska	420	320
USA	400	310
Wielka Brytania	300	300
Niemcy	400	310

## Niedobór magnezu

Niedobór magnezu jest problemem wieloczynnikowym. Często współistnieje z zaburzeniami równowagi innych elektrolitów: potasu, fosforanów w mniejszym stopniu sodu i wapnia.

Pierwotny związany jest z niedostateczną ilością magnezu w diecie. Wtórny wynika z zaburzeń we wchłanianiu, w jelitach, przewlekłą chorobą nerek, nieprawidłową redystrybucją (zespół Gitelmana). Objawy kliniczne dużego niedoboru magnezu (spadek stężenia w surowicy poniżej  $0,5 \text{ mmol/dm}^3$ ) to: osłabienie, bolesne skurcze łydek, wypadanie włosów, nieprawidłowa praca serca, łatwe męczenie się, osteoporoza, depresja, zaburzenia koncentracji i uwagi (24). Niedobór magnezu często związany jest z cukrzycą typu I i II. Badania prowadzone przez *Nadler* i współpr. (25) wykazały, że dieta o niskiej zawartości magnezu zmniejsza wrażliwość tkanek na działanie insuliny. Magnez jest kofaktorem enzymów uczestniczących w metabolizmie glukozy. Niski jego poziom powoduje nieprawidłowe działanie kinazy tyrozynowej i modyfikuje czułość na insulinę.

Hypomagnezemia jest częstym zjawiskiem w ostrym i przewlekłym alkoholizmie. Niski poziom magnezu spowodowany jest często złym stanem odżywienia, nieprawidłowym wchłanianiem związanym z zapaleniem trzustki i wątroby, niedoborem witaminy D, ostrej kwasicy, dysfunkcją kanalików nerkowych (26).

Niedobór magnezu w diecie może prowadzić do rozwoju chorób układu sercowo-naczyniowego. Z hypomagnezemią związane są zaburzenia rytmu serca, szczególnie częstoskurcz komorowy typu torsade de pointes. Liczne badania wykazały, że dożylnie podanie magnezu zapobiega migotaniu przedsionków i komór po zabiegach chirurgicznych wykonywanych na sercu, zmniejsza reakcję komór na ostry napad migotania przedsionków oraz migotanie komór z przedawkowania narkotyków (27). Potrzebne są jednak duże randomizowane badania potwierdzające korzystny wpływ podania magnezu w różnych zaburzeniach rytmu serca.

Badania nad stosowaniem magnezu w leczeniu astmy prowadzono już 50 lat temu. Niektóre z nich potwierdzały rozszerzający wpływ na oskrzela. W 2000 r. oceniano

skuteczność dożylnego podania siarczanu magnezu 2 g/kg masy ciała przez 20 min. 665 pacjentom jako dodatek do standardowej terapii w leczeniu astmy. Wyniki nie potwierdzają znaczących korzyści wynikających ze stosowania magnezu w przewlekłej postaci astmy. Jednak autorzy potwierdzają wzrost szczytowego przepływu wydechowego PEF (z ang. peak expiratory flow) u pacjentów z nagłym skurczem oskrzeli w przebiegu astmy. Badania te prowadzono do 2008 r. (28).

Według wytycznych Światowej Strategii Rozpoznawania, Strategii i Prewencji Astmy magnez może być zastosowany dożylnie tylko w ciężkich napadach astmy w których dodatkowe podanie siarczanu magnezu może zapobiec hospitalizacji.

Niedoborowi magnezu towarzyszy rozwój reakcji zapalnej. Badania prowadzone m.in. przez Kinga i współpr. (29) i Guerro-Romero (30) wykazały, że niski poziom magnezu w diecie powoduje podwyższenie poziomu CRP (ang. C-reactive protein). Jest to białko ostrej fazy wytwarzane pod wpływem cytokin zapalnych w ścianach naczyń tętniczych, komórkach tłuszczowych, wątrobie. W latach 1999–2002 przeprowadzono badania przez National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) na grupie 5007 dzieci w wieku 6–17 lat. Wśród dzieci, które dostarczały mniej niż 75% RDA dla magnezu zaobserwowano wyższy poziom CRP w surowicy (0,38 mg/dm<sup>3</sup>) w porównaniu z grupą, która spożywała prawidłową ilość magnezu (0,25 mg/dm<sup>3</sup>) (29). Song i współpr. (31) wykonali badania na grupie 657 kobiet w wieku 43–69 lat u których nie wykryto nowotworów, cukrzycy, chorób związanych z układem krwionośnym. Badano zależność pomiędzy spożyciem magnezu a stężeniem w surowicy parametrów zapalnych: białka CRP, interleukiny 6 (IL-6), TNF $\alpha$ , E-selektyn. W badaniach uwzględniono takie parametry, jak: palenie papierosów, spożywanie alkoholu, stosowanie HTZ, wskaźnik masy ciała, aktywność fizyczna. Stwierdzono, że niedobór magnezu związany był z podwyższonym poziomem białka CRP i E-selektyn. Potwierdzają to badania wykonane na 3713 kobietach w wieku 50–79 lat przez Women's Health Initiative Observational Study (31).

Magnez bierze udział w procesach związanych ze wzmacnianiem i przebudową kości. Hipomagnezemia powoduje zmniejszone wydzielanie parathormonu i jest jednym z czynników ryzyka postmenopauzalnej osteoporozy. Najnowsze badania sugerują, że przy stwierdzonej hipomagnezemia suplementacja magnezem zwiększa gęstość kości i zmniejsza utratę masy kostnej w 80% przypadkach osteoporozy. W eksperymentalnym niedoborze magnezu wywołanym u szczurów stwierdzono również zmniejszoną aktywność osteoblastów. Wyniki te zostały potwierdzone w badaniach *in vitro*.

Kobietom po menopauzie zalecane jest dostarczanie co najmniej 1000 mg wapnia dziennie, natomiast spożycie magnezu jest często poniżej zalecanego. Ten nieprawidłowy stosunek wapnia do magnezu może wpływać na zmniejszenie absorpcji magnezu (32).

Suplementacja magnezem wpływała korzystnie na gęstość masy kostnej u osób biorących udział w przekrojowym badaniu Framingham Heart Study (1996–2000) (33).

Women's Health Initiative Study ostrzega jednak, że nadmierne spożycie magnezu może mieć szkodliwy wpływ na metabolizm kości i prowadzić do zaburzeń w mineralizacji i hamowania powstawania kryształów hydroksyapatytu.

Niedobór magnezu może odgrywać znaczącą rolę w patogenezie bólów głowy, a szczególnie – migreny. Randomizowane badania przeprowadzone w Niemczech wy-

kazały, że jednorazowe przyjęcie *trimagnesium dicitrate* w dawce 600 mg zmniejsza częstość migreny w porównaniu z placebo podczas gdy niższa dawka podana dwa razy dziennie nie wywołuje takiego efektu. Potwierdzają to badania przeprowadzone w grupie 40 chorych z migreną bez aury. Badane osoby otrzymywały cytrynian magnezu w dawce 600 mg/dobę. Konieczne jest przeprowadzenie dalszych badań potwierdzających możliwość stosowania preparatów magnezu w leczeniu bólów migrenowych (34).

### Nadmiar magnezu

Występuje przy wzroście stężenia magnezu w surowicy powyżej 1,5 mmol/dm<sup>3</sup>. Może być wywołany przedawkowaniem dożylnym magnezu, bardzo rzadko doustnym albo niewydolnością nerek, niedoczynnością tarczycy, nowotworami, niektórymi chorobami autoimmunologicznymi. Objawy nadmiaru to: spadek ciśnienia krwi, osłabienie, bradykardia, hipotonia mięśniowa z osłabieniem odruchów ścięgniastych, zaburzenia świadomości.

### Suplementy diety

Wykazano, że podaż magnezu z dietą jest poniżej zalecanych wartości szczególnie wśród osób starszych i młodych kobiet. Oznacza to, że suplementacja magnezem może mieć duże znaczenie dla niektórych grup społecznych. W przypadku hipomagnezemu, lub uzupełnienia niedoboru magnezu w naszej diecie często sięgamy po suplementy diety. Na naszym rynku dostępne są różne preparaty zawierające magnez. Różnią się ilością jonów magnezu, dodatkami witaminy B<sub>6</sub>, ale przede wszystkim rodzajem soli: nieorganicznych chlorek, siarczan, węglan, tlenek i organicznych: cytrynian, asparaginian, glukonian i mleczan. Magnez jest pierwiastkiem trudno przyswajalnym, ważny jest dobór prawidłowego związku. Dane literaturowe dotyczą biodostępności różnych form magnezu. Badania te nie są sprawą prostą i nie do końca wiarygodnie pokazującą całkowitą absorpcję magnezu. Dotyczą najczęściej 24 godz. wydalania Mg z kałem lub jego poziomu w osoczu.

W doświadczeniu przeprowadzonym w 1973 r. za pomocą badań bilansowych na szczurach badano dostępność magnezu z preparatów nieorganicznych: węglan, chlorek, tlenek, fosforan, krzemian. Stwierdzono, że dostępność magnezu z chlorku i węglanu była największa w stosunku do pozostałych soli (35).

Coudray i współpr. (36) badali jelitowe wchłanianie magnezu i wydalanie z moczem u szczurów z różnych preparatów organicznych: octan, pidolan, cytrynian, glukonian, mleczan, asparaginian i nieorganicznych: chlorek, tlenek, siarczan, węglan z zastosowaniem technik izotopowych. Badania wykazały, że sole organiczne są lepszym źródłem magnezu niż nieorganiczne. Najlepszym źródłem magnezu jest cytrynian i glukonian. Walkera i współpr. (36) badali biodostępność magnezu w randomizowanych badaniach u 46 zdrowych osób, którym podawano cytrynian magnezu, chelat aminokwasowy (autorzy nie podali jaki to był związek), tlenek magnezu (300 mg magnezu/dzień). Po upływie 60 dni nastąpił wzrost wydalania z moczem po cytrynianie i chelacie aminokwasowym. Tylko cytrynian powodował znaczny wzrost stężenia magnezu w osoczu zarówno po suplementacji krótkiej (3 dni) jak i po 60 dniach.



Lindberg i współpr. (37) prowadzili badania dotyczące biodostępności magnezu z cytrynianu i tlenku z udziałem 17 zdrowych wolontariuszy w wieku 22–40 lat, którym podawano 608 mg magnezu w postaci dwóch suplementów cytrynianu i tlenku. Stwierdzono lepsze wchłanianie i biodostępność magnezu z cytrynianu.

W innych badaniach podawano 16 zdrowym ochotnikom w wieku 25–55 lat 4 preparaty zawierające magnez: tlenek, chlorek, mleczan, asparaginian (510 mg/dzień). Biodostępność magnezu badano mierząc jego poziom w moczu. Wydalanie magnezu wzrosło po mleczenie, asparaginianie i chlorku co świadczy o niskiej biodostępności tlenku magnezu (35).

Bohmer i współpr. (38) oceniali biodostępność różnych preparatów magnezu: cytrynianu, wodorotlenku, mleczanu, chlorku badając stężenie magnezu w moczu po 24 h u 18 studentek otrzymujących od 365 do 501 mg magnezu/dzień. Wydalanie z moczem było wyższe niż w placebo, nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy solami z wyjątkiem cytrynianu dla którego wydalanie było wyższe.

W przedstawionych pracach zastosowana metodologia badań jest różna. Aby ocenić biodostępność magnezu mierzono stężenie magnezu w surowicy, osoczu, moczu lub wewnątrz komórek. Pomimo tych różnic wyniki są spójne. Wpływ na biodostępność ma przede wszystkim stopień rozpuszczalności (tab. V).

Tab e l a V. Rozpuszczalność różnych rodzajów soli magnezowych (35)

Tab l e V. Solubility of a Number of Mg Salts

Rodzaj soli zawierających magnez	Rozpuszczalność w wodzie w temp. 20–25°C g/dm <sup>3</sup>
Ortofosforan magnezu	Nierozpuszczalny*
Pirofosforan magnezu	Nierozpuszczalny*
Hydroksywęglan magnezu	Nierozpuszczalny*
Tlenek magnezu	0,006
Wodorotlenek magnezu	0,007
Węglan magnezu	1,8
Szczawian magnezu	0,4
Wodorofosforan magnezu	3
Mleczan magnezu	33
Glukonian magnezu	160
Cytrynian magnezu	200
Siarczan magnezu	357
Chlorek magnezu	560
Octan magnezu	656
Azotan magnezu	712

\* rozpuszczalność w wodzie poniżej 0,001g/dm<sup>3</sup>

W aptece znajdują się różne preparaty zawierające magnez w postaci tabletek do połykania czy rozpuszczania. Wybierając suplement zwracamy uwagę na:

- związek w postaci którego występuje magnez pamiętając, że związki organiczne rozpuszczają się lepiej niż nieorganiczne;
- zawartość % jonów magnezowych;
- obecność witaminy B<sub>6</sub>, która zwiększa wchłanianie i transport magnezu;
- dla osób chorych na chorobę wrzodową – dojelitowa postać tabletek.

A. Karmańska, A. Stańczak, B. Karwowski

#### MAGNESIUM: CURRENT STATE OF KNOWLEDGE

#### PIŚMIENNICTWO

1. *Swaminathan R.*: Magnesium Metabolism and its Disorders. *Clin Biochem Rev* 2003; 24(5):47-67. – 2. *Herroeder S., Schönherr M., De Hert S., Hollman M.*: Magnesium – Essentials for Anesthesiologists. *Anesthesiology* 2011; 4(114): 971-993. – 3. *Bancerz B., Duś-Żuchowska M., Cichy W., Matusiewicz H.*: Wpływ magnezu na zdrowie człowieka. *Prz. Gastroenterol.* 2012; 7(6): 359-366. – 4. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Food and Nutrition Board: Dietary Reference Intakes: Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride. National Academy Press. Washington, DC, 1997; 190-249. – 5. *Voets T., Nilius B., Hoefs S., van der Kemp A.W., Droogmans G., Bindels R.J., Hoenderop J.G.*: TRPM6 forms the Mg<sup>2+</sup> influx channel involved in intestinal and renal Mg<sup>2+</sup> absorption. *J. Biol. Chem.* 2004; 279: 19-25. – 6. *Trzeciakiewicz A., Opolski A., Mazur A.*: TRPM7 – białko odpowiedzialne za homeostazę magnezu w komórce. *Postępy Hig. Med. Dośw. (online)*, 2005; 59: 496-502. – 7. *Brink E.J., Beynen A.C., Dekker P.R., van Beresteijn E.C., van der Meer R.*: Interaction of calcium and phosphate decreases ileal magnesium solubility and apparent magnesium absorption in rats. *J. Nutr.* 1992; 122: 580-6. – 8. *Schmitz C., Perraud A.L., Johnson C.O., Inabe K., Smith M.K., Penner R., Kurosaki T., Fleig A., Scharenberg A.M.*: Regulation of vertebrate cellular Mg<sup>2+</sup> homeostasis by TRPM7. *Cell* 2003; 114: 191-200. – 9. *Behar J.*: Effect of calcium on magnesium absorption. *Am. J. Physiol.* 1975; 229: 1590-5. – 10. *Spencer H., Norris C., Williams D.*: Inhibitory effects of zinc on magnesium balance and magnesium absorption in man. *J. Am. Coll. Nutr.* 1994; 13: 479-84.

11. *Bohn T.*: Dietary Factors Influencing Magnesium Absorption in Humans. *Current Nutrition & Food Science*, 2008; 4(1): 1-20. – 12. *Coudray C., Bellanger J., Vermorel M., et al.*: Two polyol, low digestible carbohydrates improve the apparent absorption of magnesium but not of calcium in healthy young men. *J. Nutr.* 2003; 133: 90-3. – 13. *Schwartz R., Woodcock N.A., Blakely J.D., MacKellar I.*: Metabolic responses of adolescent boys to two levels of dietary magnesium and protein. II. Effect of magnesium and protein level on calcium balance. *Am. J. Clin. Nutr.* 1973; 26: 519-23. – 14. *van Dokkum W., Cloughley F.A., Hulshof K.F., Oosterveen L.A.*: Effect of variations in fat and linoleic acid intake on the calcium, magnesium and iron balance of young men. *Ann. Nutr. Metab.* 1983; 27: 361-9. – 15. *Ricketts C., Kies C., Garcia P., Fox H.M.*: Manganese and magnesium utilization of humans as affected by level and kind of dietary-fat. *Fed Proc* 1985; 44: 1850-. – 16. *Kies, C.; Samudio, V.; Ricketts, C.; Garcia, P. A.*: Calcium, magnesium, and manganese utilization by healthy females as affected by dietary fat alterations. North Central Regional Research Publication 1992; ( 331): 52-57. – 17. *Bohn T., Davidsson L., Walczyk T., Hurrell R.F.*: Phytic acid added to white-wheat bread inhibits fractional apparent magnesium absorption in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 2004; 79: 418-23. – 18. *Majewska-Michalak M.*: Analiza zawartości szczawianów w popularnych naparach herbat i kaw. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2013; 46(1): 74-79. – 19. *Kelsay J.L., Prather E.S.*: Mineral balances of human subjects consuming spinach in a low-fiber diet and in a diet containing fruits and vegetables. *Am. J. Clin. Nutr.* 1983; 38: 12-9. – 20. *Drews L.M., Kies C., Fox H.M.*: Effect of dietary fiber on copper, zinc, and magnesium utilization by adolescent boys. *Am. J. Clin. Nutr.* 1979; 32: 1893-7.

21. *Taper L.J., Milam R.S., McCallister M.S., Bowen P.E., Thy F.W.*: Mineral retention in young men consuming soy-fiber-augmented liquid-formula diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 1988; 48: 305-11. – 22. *Stasse-Wolthuis M., Albers H.F., van Jefferen J.G. et al.*: Influence of dietary fiber from vegetables and fruits,

bran or citrus pectin on serum lipids, fecal lipids, and colonic function. *Am. J. Clin. Nutr.* 1980; 33: 1745-56. – 23. *Jarosz M., Bulhak-Jachymczuk B.*, (redaktorzy): Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych. Warszawa: PZWL; 2008. – 24. *Bancerz B., Duś-Żuchowska M., Cichy W., Matusiewicz H.*: Wpływ magnezu na zdrowie człowieka *Prz. Gastroenterol.* 2012; 7 (6): 359-366. – 25. *Nadler N.J., Buchanan T., Natarajan R., Antonipillai I., Bergman R., Rude R.*: Magnesium deficiency produces insulin resistance and increased thromboxane synthesis. *Hypertension.* 1993; 21: 1024-1029. – 26. *Rivlin R.S.*: Magnesium deficiency and alcohol intake: mechanisms, clinical significance and possible relation to Cancer development (a review) *J. Am. Col. Nutr.* 1994; 13: 416-423. – 27. *Ho K.M.*: Intravenous magnesium for cardiac arrhythmias; Jack of all trades. *Magnes res.* 2008; 21: 65-68. – 28. *Rowe B.H., Bretzlaff J.A., Bourdon C., Bota G.W., Camargo C.A. Jr.*: Magnesium sulfate for treating exacerbations of acute asthma in the emergency department. *Cochrane Database Syst Rev* 2000. – 29. *King D.E., Mainous A.G., Geesey M.E., Woolson R.F.*: Dietary magnesium and C-reactive protein levels. *J. Am. Coll. Nutr.* 2005; 24: 166-171. – 30. *Guerro-Romero F.*: Relationship between serum magnesium levels and C-reactive protein concentration in non diabetic, non-hypertensive obese subjects. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 2002; 26: 469-474 .

31. *Song Y., Li TY., van Dam R.M. Manson J.E., Hu F.B.*: Magnesium intake and plasma concentrations of markers of systemic inflammation and endothelial dysfunction in women. *Am. J. Clin. Nutr.* 2007; 85(4): 1068-74. – 32. *Sojka J.E., Weaver C.M.*: Magnesium supplementation and osteoporosis. *Nutr. Rev.* 1995; 53: 71-74. – 33. *Castiglioni S., Cazzaniga A., Albisetti W. Maier J.*: Magnesium and Osteoporosis: Current State of Knowledge and future reasearch Directions. *Nutrients.* 2013; 5: 3022-3033. – 34. *Zawadzka M., Pilarska E.*: Preparaty magnezu w leczeniu migreny – przegląd wybranego piśmiennictwa. *Neurologia Dziecięca* 2012; 21: 43-35. – 35. *Rylander R.*: Bioavailability of Magnesium Salts – A Review. *J. of Pharm.and Nutr. Scien.*. 2014; 4(1): 57-59. – 36. *C. Coudray C., Rambeau M., Feillet-Coudray C., Gueux E., Tressol J.C., Mazur A.*: Rayssiguier Y.Study of magnesium bioavailability from ten organic and inorganic Mg salts in Mg-depleted rats using a stable isotope approach. *Magnesium Res.* 2005; 18(4): 215-23. – 36. *Walker A.F., Marakis G., Christie S., Byng M.*: Mg citrate found more bioavailable than other Mg preparations in a randomised, double-blind study. *Magnesium Res.* 2003; 16: 183-191. – 37. *Lindberg J.S., Zobits M.M., Poindexter J.R., Pak C.Y.*: Magnesium bioavailablity from magnesium citrate and magnesium oxide. *J. Am. Coll. Nutr.* 1990; 9: 48-55. – 38. *Bohmer T., Roseth A., Holm H., Weberg-Teigen S., Wahl L.*: Bioavailability of oral magnesium supplementation in female students evaluated from elimination of magnesium in 24-hour urine. *Magnesium Trace Elem* 1990; 9: 272-78.

Adres: 90-151 Łódź, ul. Muszyńskiego 1

*Joanna Sadowska, Aleksandra Stawska*

## DIETOPROFILAKTYKA CHOROÓB WSPÓLTOWARZYSZĄCYCH NIEDOCZYNNOŚCI TARCZYCY W WYBRANEJ GRUPIE KOBIEC

Zakład Fizjologii Żywnienia Człowieka  
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie  
Kierownik: prof. dr hab. *M. Friedrich*

*Celem pracy była ocena stanu odżywienia oraz sposobu żywienia kobiet z niedoczynnością tarczycy w aspekcie dietoprofilaktyki schorzeń jej współtowarzyszących.*

*Stwierdzono, że całodzienna racja pokarmowa badanych kobiet odznaczała się m. in. małą wartością energetyczną, niedoborem wapnia i witaminy D oraz nadmiarem białka zwierzęcego i fosforu, co może sprzyjać występowaniu osteoporozy. Stwierdzony zbyt duży udział tłuszczu w wartości energetycznej diety, a przy tym zbyt małe spożycie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz obserwowany nadmiar białka zwierzęcego i niedobór błonnika pokarmowego mogą sprzyjać chorobom sercowo-naczyniowym. Nieprawidłowe zachowania żywieniowe wynikały najprawdopodobniej z braku wiedzy żywieniowej, ponieważ stwierdzono, że większość badanych nie interesowała się zasadami żywienia zalecanymi w niedoczynności tarczycy, informacji o konieczności wprowadzenia zmian w żywieniu nie uzyskały także od lekarza. W związku z tym zasadne jest wprowadzenie edukacji żywieniowej prowadzonej przez dietetyków w szpitalach.*

Słowa kluczowe: niedoczynność tarczycy, sposób żywienia, dietoprofilaktyka chorób współtowarzyszących.

Key words: hypothyroidism, dietary habits, nutritional prevention of concomitant diseases.

Niedoczynność tarczycy jest zespołem objawów klinicznych wywołanych niedoborem bądź brakiem tyroksyny ( $T_4$ ) i/lub rzadziej trijodotyroniny ( $T_3$ ), prowadzącym do ogólnego spowolnienia procesów metabolicznych. Częstość występowania tej choroby jest pięciokrotnie większa u kobiet niż u mężczyzn, choć z wiekiem różnice się wyrównują, a sama częstość występowania niedoczynności wzrasta. Występuje ona u ok. 5% populacji po 60. roku życia. Aktualnie obserwuje się wzrost częstości zachorowań na niedoczynność tarczycy (1).

Ponieważ hormony tarczycy biorą udział w regulacji przemian metabolicznych, objawy niedoczynności tarczycy są bardzo zróżnicowane i wielonarządowe. Badania wskazują, że część z nich można łagodzić odpowiednio zbilansowaną dietą, dlatego u chorych z niedoczynnością tarczycy powinno zwracać się szczególną uwagę na

prawidłowe spożycie wybranych makro- i mikrośladników, wpływających bezpośrednio lub pośrednio na czynność gruczołu tarczowego (2).

Ważne jest utrzymanie adekwatnej do zapotrzebowania wartości energetycznej diety, dbałość o odpowiednią ilość białka w diecie, właściwy skład kwasów tłuszczowych oraz ilość i jakość węglowodanów. Podkreślana jest także rola jodu, selenu i żelaza, biorących udział we właściwej czynności gruczołu tarczowego (3).

Ze względu na określone zmiany metaboliczne obserwowane przy niedoczynności tarczycy, szczególną uwagę zwraca się na żywieniową profilaktykę chorób sercowo-naczyniowych, osteoporozy i otyłości.

Żywnienie ma wpływ na działanie gruczołu tarczowego, odgrywa także istotną rolę w profilaktyce chorób często współistniejących z niedoczynnością tarczycy i dlatego należy je monitorować oraz poddawać właściwej korekcie.

Celem pracy była ocena stanu odżywienia oraz sposobu żywienia kobiet ze zdiagnozowaną niedoczynnością tarczycy w aspekcie żywieniowej profilaktyki chorób jej współtowarzyszących.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono jesienią 2012 r. w dwóch endokrynologicznych gabinetach lekarskich, w województwie zachodniopomorskim. Objęły one ogółem 50 kobiet w wieku 39–60 lat ze stwierdzoną niedoczynnością tarczycy. Kobiety chorowały średnio od 3 lat.

Do badań wykorzystano autorski kwestionariusz ankietowy składający się z dwóch części: anonimowej ankiety i trzydniowego jadłospisu do wypełnienia. Rozdano 115 ankiet wraz z jadłospisami, z czego poprawnie wypełnionych wróciło 50 (zwrotność 43,5%).

Część pierwsza ankiety zawierała pytania dotyczące sytuacji socjoekonomicznej, rodzaju schorzenia gruczołu tarczowego, leczenia oraz wpływu choroby na zmiany nawyków żywieniowych i masę ciała.

Informacje o sposobie żywienia zebrano metodą bieżącego notowania. Kobiety, po uprzednim poinstruowaniu przez osobę przeprowadzającą badanie, na bieżąco notowały czas, rodzaj, ilość (w miarach domowych) i sposób przygotowania spożywanych produktów i potraw oraz wypijanych płynów. Zapis obejmował 3 dni tygodnia (3 × 24 h) nie następujące po sobie, w tym jeden dzień wolny od pracy zawodowej. Wielkość spożytych porcji określono na podstawie „Albumu fotografii produktów i potraw” (4). Wartość energetyczną i odżywczą całodziennych racji pokarmowych (CaRP) obliczono w programie Dieta 5.0, a uzyskane wyniki porównano z obowiązującymi normami, na poziomie zalecanego spożycia (RDA) lub wystarczającego spożycia (AI), dla każdej kobiety indywidualnie, uwzględniając wiek, masę ciała i poziom aktywności fizycznej (5). Ze względu na obniżoną podstawową przemianę materii w niedoczynności tarczycy, zalecane spożycie białka ogółem przyjęto w górnej granicy normy, tzn. 15% zalecanej wartości energetycznej diety (WED), odpowiednio tłuszcze powinny stanowić 25% WED, a węglowodany 60% WED.

W celu określenia stanu odżywienia badanych wykonano pomiary antropometryczne, mierząc masę ciała (za pomocą legalizowanej wagi lekarskiej, z dokładnością do 0,1 kg, rano, na czczo, w lekkiej odzieży wierzchniej) oraz wysokość ciała (w pozycji frankfurckiej, za pomocą wzrostomierza, z dokładnością do 0,5 cm). Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wyliczono wskaźnik masy ciała ze wzoru:  $BMI = \text{masa ciała (kg)} / \text{wysokość ciała (m)}^2$ . Uzyskane wyniki pozwoliły na ocenę stanu odżywienia badanych kobiet przeprowadzoną wg klasyfikacji WHO (6).

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Hormony tarczycy są głównymi regulatorami tempa przemian metabolicznych w organizmie. *Herwig* i współpr. (7) wykazali, że w przypadku ciężkiego stanu hypotyreozy całkowity wydatek energetyczny może obniżyć się nawet o 50%, co przekłada się na wzrost masy ciała przy prawidłowej podaży energii. W analizowanej grupie kobiet nadwaga i otyłość dotyczyła prawie połowy badanych – tab. I. Podobne wyniki otrzymali *Omeljaniuk* i współpr. (8), wśród kobiet z wykrytą chorobą Hashimoto, ale także *Goluch-Koniuszy* i współpr. (9), w przypadku kobiet zdrowych. Odsetek kobiet w badanej grupie, odznaczających się nadmierną masą ciała, był więc zbliżony do obserwowanego w populacji kobiet zdrowych. W populacji kobiet zdrowych częściej występowała jednak nadwaga niż otyłość, natomiast w badanej grupie częstsza była otyłość I° i II°. Na zmiany metabolizmu składników odżywczych, prowadzące do zmniejszenia przemiany materii, wskazuje także fakt deklarowanego przez badane przyrostu masy ciała po stwierdzeniu niedoczynności tarczycy (tab. II).

Tab e l a I. Prawidłowość masy w stosunku do wysokości ciała badanych kobiet określona na podstawie wartości wskaźnika BMI, n=50

Tab l e I. Correct weight relative to the body height of examined women determined from BMI value, n=50

BMI	Stan odżywienia	Kobiety	
		n	(%)
< 16	Niedożywienie III°	1	2
16,0 – 16,9	Niedożywienie II°	0	0
17,0 – 18,4	Niedożywienie I°	3	6
18,5 – 19,9	Niska masa ciała	3	6
20,0 – 24,9	Prawidłowa masa ciała	21	42
25,0 – 29,9	Nadwaga	7	14
30,0 – 34,9	Otyłość I°	9	18
35,0 – 39,9	Otyłość II°	6	12
≥ 40,0	Otyłość III°	0	0

Tab e l a II. Deklarowane zmiany masy ciała badanych kobiet od czasu wystąpienia schorzenia gruczołu tarczycy, n=50

Tab l e II. Declared changes in body weight of the surveyed women since the onset of thyroid gland disease, n=50

Zmiany masy ciała	Kobiety	
	n	(%)
Brak	12	24
Spadek	2	4
Wzrost	21	42
Stale wahania	15	30

Ponad 65% ankietowanych cierpiało na inne, dodatkowe schorzenia lub dolegliwości, poza niedoczynnością tarczycy (tab. III). Najczęściej dotyczyły one zmian w układzie sercowo-naczyniowym oraz zaburzeń perystaltyki jelit. Część badanych kobiet skarżyła się także na nadmierną suchość skóry i problemy oddechowe.

Tab e l a III. Dodatkowe schorzenia występujące u badanych kobiet, n=50

Tab l e III. Concomitant diseases affecting the surveyed women, n=50

Dodatkowe schorzenia	Kobiety	
	n	(%)
Nie	17	34
Tak	33	66
Rodzaj schorzenia		
– nadciśnienie tętnicze	15	30
– zaburzenia perystaltyki jelit	11	22
– suchość skóry	6	12
– astma	5	10
– zaburzenia miesiączkowania	4	8
– alergie	4	8
– schorzenia stawów	3	6
– inne	2	4

W wywiadzie stwierdzono, że pomimo zachorowania i zaistniałych wyraźnych zmian w masie ciała, tylko nieliczne badane wykazały chęć poszukiwania informacji dotyczących zaleceń żywieniowych w niedoczynności tarczycy. Niespełna 20% respondentek aktywnie poszukiwało informacji dotyczących zaleceń żywieniowych w niedoczynności tarczycy. Żadna natomiast z badanych kobiet nie otrzymała zaleceń dietetycznych dotyczących właściwego żywienia w niedoczynności tarczycy od lekarza prowadzącego. Również mały odsetek badanych wprowadził jakiegokolwiek zmiany w swoim dotychczasowym żywieniu. Podczas analizy jadłospisów stwierdzono, że część kobiet spożywała systematycznie warzywa kapustne czy strączkowe, których ilość w diecie przy niedoczynności tarczycy należy ograniczyć.

Tylko ¼ badanych deklarowała wprowadzenie jakiegokolwiek zmian w zwyczajach żywieniowych, ze względu na zaistniałe schorzenie w gruczole tarczowym.

Tab e l a IV. Średnia wartość energetyczna i zawartość składników odżywczych w jadłospisach badanych kobiet ( $\bar{x} \pm SD$ , n=50)

Table IV. Mean energy value and the contents of major nutrients in daily food rations of examined women, ( $\bar{x} \pm SD$ , n=50)

Składnik	Spożycie $\bar{x} \pm SD$	% realizacji normy	Odsetek racji pokarmowych realizujących:		
			<90% normy	90–110% normy	>110% normy
Energia (kcal)	1517±394	65,4	91	9	0
Białko ogółem (g)	64,8±18,2	74,5	22	31	47
Białko zwierzęce (g)	43,2±16,2	166	0	11	89
Tłuszcz ogółem (g)	58±19,6	90,1	38	31	31
Kw. tłuszczowe nasycone (g)	21,3±9,79	82,6	34	36	30
Kw. tłuszczowe jednonienasycone (g)	22,7±8,26	88,0	32	42	26
Kw. tłuszczowe wielonienasycone (g)	9,5±3,39	36,8	77	21	2
Cholesterol (mg)	240±97,1	80,1	39	20	41
Węglowodany przyswajalne (g)	177±49,2	55,7	62	38	0
Błonnik pokarmowy (g)	19,9±6,49	66,4	87	11	2
Sód (mg)	1589±748	110	34	25	41
Potas (mg)	3126±798	66,9	94	6	0
Wapń (mg)	575±175	52,8	97	3	0
Fosfor (mg)	1121±263	161	3	3	94
Magnez (mg)	287±76,6	90,5	53	25	22
Żelazo (mg)	9,57±2,3	72,0	69	22	9
Cynk (mg)	8,3±2,17	103	34	22	44
Witamina A (μg)	891±616	128	50	6	44
Witamina E (mg)	8,28±2,83	103	34	28	38
Witamina D (μg)	3,65±2,9	57,7	90	9	1
Witamina C (mg)	95,5±53,8	127	28	13	56
Witamina B <sub>1</sub> (mg)	0,888±0,27	80,9	66	28	6
Witamina B <sub>2</sub> (mg)	1,36±0,297	124	6	25	69
Witamina B <sub>6</sub> (mg)	1,64±0,509	119	12	25	63
Witamina B <sub>12</sub> (μg)	3,73±2,04	156	21	13	66
Witamina PP (mg)	15,8±5,32	113	22	28	50
Woda (cm <sup>3</sup> )	1580±411	79	51	38	11

Analiza jadłospisów badanych kobiet wykazała zbyt niską wartość energetyczną niemal wszystkich analizowanych jadłospisów – tab. IV. Zbliżone wyniki uzyskała *Omeljaniuk* i współpr. (8) u kobiet z chorobą Hashimoto. W przypadku kobiet z niedoczynnością tarczycy niedobory energetyczne w diecie wpływają negatywnie na przemiany metaboliczne, powodując spadek i tak już zwolnionej, podstawowej przemiany materii, co przekłada się na dodatkowy wzrost masy ciała, a w konse-



kwencji na otyłość i schorzenia z nią związane. W tym przypadku należy szczególnie dbać o staranne zbilansowanie diety, ponieważ nieprawidłowa jej jakość będzie się przekładała nie tylko na wzrost masy ciała, ale także na zmiany metaboliczne sprzyjające występowaniu chorób cywilizacyjnych, częściej obserwowanych u osób z niedoczynnością tarczycy.

Stwierdzono zbyt małe spożycie białka ogółem, wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WNKT), cholesterolu, węglowodanów przyswajalnych, błonnika pokarmowego, składników mineralnych takich jak: potas, wapń i żelazo, witamin: D i B<sub>1</sub> oraz wody, przy równocześnie wysokim spożyciu białka zwierzęcego, składników mineralnych, takich jak: sód, fosfor, miedź oraz witamin: A, C, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, PP (tab. V).

Nieprawidłowy był również udział energii pochodzącej z podstawowych składników odżywczych, udział energii pochodzącej z węglowodanów był zbyt mały, zbyt duży natomiast z tłuszczów i białek (tab. V).

Tabela V. Odsetek energii pochodzącej z poszczególnych składników odżywczych w jadłospisach badanych kobiet ( $\bar{x} \pm SD$ , n=50)

Table V. The percentage of energy derived from main nutrients in the menus of surveyed women ( $\bar{x} \pm SD$ , n=50)

Składnik	Spożycie $\bar{x} \pm SD$	Norma
Energia z tłuszczu (%)	34,4±6,04	25 – 30
Energia z białek (%)	17,5±3,91	10 – 15
Energia z węglowodanów (%)	48,0±7,76	55 – 65
Energia z sacharozy (%)	9,81±5,21	10

Szczególną uwagę należy zwrócić na jakość spożywanych węglowodanów, ze względu na często towarzyszącą niedoczynności tarczycy insulinooporność. W diecie chorych powinny znajdować się węglowodany złożone, z towarzyszącym im błonnikiem pokarmowym, ponieważ takie zestawienie zwalnia proces trawienia i wchłaniania glukozy, zapewniając tym samym stałe jej stężenie we krwi. W przypadku badanych kobiet pozytywnym aspektem diety było nie przekroczenie dozwolonej ilości sacharozy. Należy jednak zaznaczyć, że aktualnie sacharoza w wielu produktach spożywczych zastępowana jest syropem wysokofruktozowym, który nie jest ujęty jako cukier (sacharoza) w wartości odżywczej produktów. Stąd spożycie sacharozy może kształtować się na właściwym poziomie, a w diecie może znajdować się nadmierna ilość słodzonych napojów, słodkich przetworów nabiałowych czy słodczy, zawierających syrop wysokofruktozowy.

W stanie hypotyreozy nieodzownym elementem prawidłowo zestawionej diety jest również odpowiednia podaż błonnika pokarmowego, która w przypadku badanej grupy była zbyt niska i realizowała nieco ponad połowę zalecanych ilości. Podobne wyniki otrzymali *Omeljaniuk* i współpracownicy (8). Błonnik przyspiesza perystaltykę jelit, zmniejsza zaparcia, a także skraca czas pasażu masy kałowej, a z takim problemem zmagало się prawie 30% badanych kobiet. Odgrywa także istotną pozytywną rolę w gospodarce lipidowej, a tym samym w pierwotnej i wtórnej profilaktyce schorzeń sercowo-naczyniowych, które są często obserwowane przy niedoczynności tarczycy.

cy. Z tego względu dieta kobiet z niedoczynnością tarczycy powinna zawierać odpowiednią ilość warzyw (z ograniczeniem kapustnych i strączkowych), owoców (jabłka, gruszki, śliwki, wiśnie, porzeczki, maliny, truskawki), pełnoziarnistych produktów zbożowych i grubych kasz.

W profilaktyce chorób sercowo-naczyniowych ważne jest odpowiednie dostarczenie wraz z dietą wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, szczególnie z rodziny n-3, obecnych w rybach morskich, oleju lnianym czy rzepakowym, zastępując nimi kwasy tłuszczowe nasycone, które niekorzystnie wpływają na profil lipidowy krwi, zwiększając ryzyko miażdżycy i niedokrwiennej choroby serca. W badanej grupie kobiet spożycie zarówno nasyconych, jak i jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, było zbliżone do obowiązujących norm, natomiast wielonienasycone kwasy tłuszczowe (WNKT) były dostarczane w niewielkiej ilości, a ich podaż nie przekraczała nawet 40% zaleceń. Należałoby więc zwiększyć w badanej grupie spożycie wybranych tłuszczów roślinnych i tłustych ryb morskich.

Można przypuszczać, że badane kobiety zwracały uwagę na ograniczenie ilości tłuszczu w diecie, jednak najprawdopodobniej z powodu braku wiedzy żywieniowej, wyłączały z diety niewłaściwe jego źródła. Można też zauważyć, że CaRP, pomimo tego że nie zawierała nadmiernych ilości tłuszczu, była wysokotłuszczowa, ponieważ tłuszcz wносił niemal 35% wartości energetycznej diety. Przyczyną była niska wartość energetyczna diety, ze względu na znaczne niedobory w niej węglowodanów.

Ponieważ wykorzystanie białka z diety wiąże się z dodatkowym nakładem energii, co jest efektem korzystnym w przypadku obniżonej przemiany materii, powinno się ono znaleźć w odpowiedniej ilości i jakości w dietach osób z hypotyreozą. Spożycie białka nie powinno być jednak większe niż 15% wartości energetycznej diety, ponieważ nadmiar białka prowadzi do zakwaszenia organizmu, przeciążenia wątroby i nerek oraz zwiększonej utraty składników mineralnych, takich jak wapń i magnez, których brakowało w diecie badanych. Ilość białka w diecie niemal połowy pań była powyżej obowiązującej normy, zbyt duże było także spożycie białka zwierzęcego. W badaniach *Omeljaniuk* i współpr. (8) średnia zawartość białka ogółem w analizowanych jadłospisach kobiet z chorobą Hashimoto była bardzo zbliżona. W badaniach przeprowadzonych przez *Iłow* i współpr. (10) oraz *Goluch-Koniuszy* i współpr. (9) z udziałem kobiet zdrowych, ilość spożywanego białka ogółem w pierwszym przypadku znacznie przekraczała zalecane normy, natomiast w drugim była zbliżona do obserwowanego w niniejszych badaniach. W przypadku zwiększonej podaży białka w diecie, należy pamiętać o konieczności wprowadzenia większej ilości warzyw i owoców, w celu zachowania równowagi kwasowo-zasadowej, oraz dostarczaniu odpowiednich ilości wody, aby umożliwić wydalanie produktów przemian białkowych.

W niedoczynności tarczycy często obserwuje się nadmierną suchość i rogowacenie skóry. Skóra chorego ma żółtawe zabarwienie, jest zgrubiała, sucha, szorstka i słabo ucieplona. W diecie chorych ważne jest dostarczanie odpowiednich ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, witamin antyoksydacyjnych i wody, co wspomaga ochronę, regenerację i nawilżenie skóry. Niestety większości tych składników brakowało w diecie badanych. Największe niedobory dotyczyły wielonienasyconych kwasów tłuszczowych.

W dietach badanych kobiet zaobserwowano niedostateczne ilości wapnia, potasu i żelaza, a analizując uzyskane jadłospisy można także zauważyć, że mało było w nich produktów zawierających selen i jod.

Niedobory wapnia mogą mieć poważne konsekwencje dla zdrowia zarówno kobiet z niedoczynnością tarczycy, jak i zdrowych. Hormony tarczycy, poza istotną rolą w regulacji metabolizmu, biorą także udział w przebudowie tkanki kostnej. Niedoczynność tarczycy wiąże się z wyraźnym spowolnieniem procesów przebudowy tkanki kostnej, wynikającym z hamowania mineralizacji kości i dlatego dieta kobiet z hypotyreozą powinna być bogata w produkty żywnościowe, które są źródłem dobrze przyswajalnego wapnia, takie jak mleko i jego przetwory oraz drobne ryby spożywane wraz z ościami (11). Bardzo podobne wyniki uzyskano podczas badań przeprowadzonych przez *Naliwajko* i współpr. (12), którzy stwierdzili, że tylko 1% badanych przez nich kobiet spożywał odpowiednie ilości wapnia. Niedobory wapnia zaobserwowano również w badaniach przeprowadzonych wśród kobiet zdrowych badanych przez *Goluch-Koniuszy* i współpr. (9). W diecie badanych niekorzystny był także stosunek wapnia do fosforu (1:2), który ogranicza wchłanianie wapnia, stwierdzono również nadmiar sodu i białka zwierzęcego, które zwiększają wydalanie wapnia z moczem (13).

Żelazo pełni ważne funkcje w kinetyce hormonów gruczołu tarczowego. Jego niedobór w diecie może potęgować spadek tempa syntezy tyroksyny (14). Niedobory tego składnika wywierają również niekorzystny wpływ na przyswajalność jodu. W badanej grupie spożycie żelaza poniżej zalecanej normy dotyczyło niemal 70% kobiet. Podobne obserwacje dotyczyły także kobiet zdrowych badanych przez *Goluch-Koniuszy* i współpr. (9) oraz *Iłow* i współpr. (10). Z tego względu warto byłoby włączyć do diety wątróbkę i mięso wołowe, oczywiście spożywane niezbyt często, ze względu na zawartość cholesterolu i nasyconych kwasów tłuszczowych. Źródłem żelaza są też suszone morele. Należy także zwrócić uwagę na składniki diety, które utrudniają wchłanianie żelaza, należą do nich między innymi laktoza, kazeina, fityniany, szczawiany oraz polifenole i nie łączyć ich w jednym posiłku z produktami będącymi źródłem żelaza.

W przypadku witamin największe niedobory zaobserwowano w podaży witaminy D oraz B<sub>1</sub>. Podobne wyniki uzyskano zarówno u kobiet z chorobą Hashimoto (15), jak i osób zdrowych (9,10). Jednak u chorych na niedoczynność tarczycy, częściej niż w populacji ludzi zdrowych, obserwuje się obniżone stężenie witaminy D w surowicy krwi. Jest to związane z obecnością przeciwciał przeciw tarczycowym oraz nieprawidłową czynnością tarczycy (16).

Jak wynika z przeprowadzonych badań, co druga badana kobieta z niedoczynnością tarczycy sięgała po suplementy diety. Najczęściej stosowanymi suplementami były preparaty witaminowo-mineralne. Podobne zachowania zaobserwowano w badaniach *Waszkowiak* i *Szymandera-Buszy* (17), które stwierdziły, że 60% badanych przez nie kobiet z hypotyreozą przyjmowało suplementy diety w postaci preparatów witaminowych lub/i mineralnych. Dotyczyło to w równym stopniu kobiet, u których zdiagnozowano chorobę tarczycy, jak i kobiet zdrowych. Podobnie wysoki odsetek kobiet sięgających po preparaty witaminowe i mineralne w celu wspomaganie codziennej diety, stwierdzono w badaniach prowadzonych przez *Pietruszkę* i *Brzozowską* (18). Należy pamiętać, że u osób z niedoczynnością tarczycy stosowanie suplementów die-

ty, w których skład wchodzi żelazo, wapń czy magnez, musi być starannie rozważone, z powodu wpływu tych składników na zmniejszenie przyswajalności jodu.

Za zaburzenia biodostępności jodu odpowiedzialne są również substancje wolotwórcze uniemożliwiające wbudowywanie jodu do tyrozyny lub tyroniny. Jedną z takich substancji jest progoitryna, z której powstaje goitryna. Związki te obecne są między innymi w kapuście, brukselce, kalafiorze, brokułach czy rzodkwi. Do czynników wolotwórczych należą również dwusiarczki alkilopropylowe występujące w cebuli oraz glikozydy orzechów arachidowych czy niektóre substancje zawarte w nasionach roślin strączkowych. Efekty wolotwórcze potęgowane są przez niedobór jodu w diecie. Stąd wniosek, że osoby z niedoczynnością tarczycy powinny ograniczyć spożycie zarówno warzyw kapustnych, jak i nasion roślin strączkowych.

Nie została także zachowana podstawowa zasada prawidłowego żywienia dotycząca regularnego spożywania posiłków w odpowiednich odstępach czasowych. Powinny być one spożywane w odstępach nie dłuższych niż 3,5-godzinnych, co zapewnia stałe stężenie glukozy we krwi, a tym samym zabezpiecza przed nadmiernym odkładaniem tkanki tłuszczowej, pozwala także na utrzymanie uczucia sytości i nie sięganie po wysokoenergetyczne przekąski spożywane pomiędzy posiłkami. Badane kobiety niestety nie przestrzegały tych zasad rezygnując z niektórych posiłków.

Przy niedoczynności tarczycy odpowiednio zestawiona dieta oraz właściwa aktywność fizyczna, mogą korzystnie wpłynąć na utrzymanie prawidłowej masy ciała, przebieg samej choroby, jak i profilaktykę pierwotną i wtórną chorób współistniejących. Wprowadzenie prozdrowotnego stylu życia i odżywiania wymaga posiadania niezbędnej wiedzy dotyczącej samej choroby i obowiązujących w niej zaleceń, a tego badane kobiety nie poszukiwały ani samodzielnie ani nie uzyskały od lekarza.

## WNIOSKI

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że:

1. Dieta badanych kobiet była nieprawidłowo zestawiona, odznaczała się zbyt małą wartością energetyczną, co może prowadzić do dodatkowego obniżenia podstawowej przemiany materii, o czym może świadczyć znaczny odsetek kobiet z nadmierną masą ciała oraz jej wzrost po zachorowaniu, pomimo stosowanego leczenia farmakologicznego niedoczynności.

2. Stwierdzono zbyt niską podaż wapnia i witaminy D, a zbyt wysoką białka zwierzęcego i fosforu, co może sprzyjać występowaniu osteoporozy, zwłaszcza przy niedoczynności tarczycy, która odznacza się spowolnieniem tempa przebudowy tkanki kostnej.

3. Stwierdzony zbyt duży udział tłuszczu w wartości energetycznej diety, a przy tym stanowczo zbyt małe spożycie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz obserwowany nadmiar białka zwierzęcego i niedobór błonnika pokarmowego, mogą sprzyjać chorobom sercowo-naczyniowym, których ryzyko powstawania przy niedoczynności tarczycy jest większe, ze względu na zaburzenia metabolizmu lipoprotein.

4. Część badanych kobiety często spożywała produkty takie jak: rośliny kapustne i nasiona roślin strączkowych, które powinny zostać ograniczone w diecie osób chorych na niedoczynność tarczycy.

5. Stwierdzone nieprawidłowości wynikały najprawdopodobniej z braku wiedzy żywieniowej, ponieważ stwierdzono, że większość badanych nie interesowała się zaleceniami żywieniowymi obowiązującymi przy niedoczynności tarczycy, informacji o konieczności wprowadzenia zmian w żywieniu nie uzyskiwały także od lekarza. W związku z tym zasadne wydaje się być wprowadzenie edukacji żywieniowej realizowanej przez dietetyka w szpitalu.

J. Sadowska, A. Stawska

#### NUTRITIONAL PREVENTION OF DISEASES CONCOMITANT WITH HYPOTHYROIDISM IN THE GROUP OF SELECTED WOMEN

##### Summary

Hypothyroidism is accompanied by many concomitant diseases, which can be prevented by properly balanced diet.

The aim of the study was to assess nutritional status and dietary habits of women with hypothyroidism in terms of dietary prevention of the concomitant diseases.

The study group consisted of 50 women from the West Pomeranian province. The three-day record of consumption and a questionnaire survey on dietary habits was conducted among the study group.

Daily dietary intakes of the surveyed women were not optimum, characterized by, among others, low energy value. Intake of calcium and vitamin D was insufficient, while intake of animal proteins and phosphorus was excessive, which could contribute to the development of osteoporosis. Excessive contribution of the energy from the fat supplied with the diet to the total energy requirement, very low intake of polyunsaturated fatty acids, excess of animal protein and deficiency of dietary fiber in the diet may promote cardiovascular diseases. Some of the surveyed women often consumed foods containing brassica and legumes, while those foods should be limited in the diet of people with hypothyroidism.

The observed non-optimum dietary habits can cause, or may exacerbate symptoms of hypothyroidism-concomitant diseases, such as cardiovascular disease and osteoporosis. The non-optimum dietary behaviours most likely resulted from the lack of nutritional knowledge, as it was found that the majority of respondents were not interested in current nutritional recommendations for people affected by hypothyroidism. The participants did not receive the information about the necessity of changes in nutrition from their doctors. Therefore, it is advisable that dietitians in hospitals should teach principles of healthy nutrition to patients.

##### PIŚMIENNICTWO

1. Skarpa V., Kousta E., Tertipi A., Anyfandakis K., Vakaki M., Dolianiti M., Fotinou A., Papathanasiou A.: Epidemiological characteristics of children with autoimmune thyroid disease. *Hormones* 2011; 10(3): 207-214.
2. Tonstad S., Nathan E., Oda K., Fraser G.: Vegan diets and hypothyroidism. *Nutrients* 2013; 5(11): 4642-52. doi: 10.3390/nu5114642.
3. Schomburg L., Kohrle J.: On the importance of selenium and iodine metabolism for thyroid hormone biosynthesis and human health. *Mol. Nutr. Food Res.* 2008; 52: 1235-1246.
4. Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.: Album fotografii produktów i potraw. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2000.
5. Jarosz M.: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2012.
6. WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva, 2003.
7. Herwig A., Ross A.W., Nilaweera K.N., Morgan P.J., Barrett P.: Hypothalamic thyroid hormone in energy balance regulation. *Obes. Facts.* 2008; 1(2): 71-79.
8. Omeljaniuk W.J., Dziemianowicz M., Nalewajko S.K., Bartosiuk E., Markiewicz-Żukowska R., Borawska M.H.: Ocena sposobu żywienia pacjentek z chorobą Hashimoto. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2011; 3: 428-433.
9. Goluch-Koniuszy Z., Radziszewska M., Dęga S.: Ocena sposobu żywienia kobiet w okresie menopauzalnym – zdrowych i z leczoną osteoporozą. *Agric. Aliment. Pisc. Zootech.* 2009; 269(9): 5-18.
10. Iłow R., Regulska-Iłow B., Różańska D., Biernat J., Kowalisko

A.: Ocena sposobu żywienia wybranych grup populacji dolnośląskiej – 50-latkowie. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2007; 40(3): 293-298.

11. *Wądołowska L., Sobas K., Szczepańska J.W., Słowińska E., Człapka-Matysik M., Niedźwiedzka E.*: Dairy products, dietary calcium and bone health: possibility of prevention of osteoporosis in women: the Polish experience. *Nutrients* 2013; 5(7): 2684-2707. doi: 10.3390/nu5072684. – 12. *Naliwajko S.K., Markiewicz-Żukowska R., Sawicka E., Bartosik E., Omelaniuk W.J., Borawska M.H.*: Składniki mineralne w diecie pacjentek z chorobą Hashimoto. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2011; 44(3): 544-549. – 13. *Kim J., Lim S., Kim J.*: Nutrient intake risk factors of osteoporosis in postmenopausal women. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 2008; 17: 270-275. – 14. *Rosołowska-Huszcz D., Sotowska B., Lachowicz K.*: Wpływ spożycia tłuszczu, cholesterolu i witaminy E na aktywność tarczycowej peroksydazy jodującej u szczurów. *Pol. J. Endocrinol.* 2005; 4(56): 665. – 15. *Markiewicz-Żukowska R., Naliwajko S.K., Bartosiuk E., Sawicka E., Omelaniuk W.J., Borawska M.H.*: Zawartość witamin w dietach kobiet z chorobą Hashimoto. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2011; 44(3): 539-543. – 16. *Kivity S., Agmon-Levin N., Zisappi M., Shapira Y., Nagy E.V., Dankó K., Szekanecz Z., Langevitz P., Shoefeld Y.*: Vitamin D and autoimmune thyroid diseases. *Cell. Mol. Immunol.* 2011; 8(3): 243-247. – 17. *Waszkowiak K., Szymandera-Buszk K.*: Zachowania dotyczące witaminowo-mineralnej suplementacji diety wśród kobiet z chorobami tarczycy. *Żyw. Człow. Metab.* 2009; 34(1): 146-150. – 18. *Pietruszka B., Brzozowska A.*: Vitamin and mineral supplement use among adults in central and east en Poland. *Nutr. Res.* 1999; 19(6): 817.

Adres: 71-459 Szczecin, ul. Papieża Pawła VI 3

Zuzanna Karwowska<sup>1)</sup>, Kinga Majchrzak

## WPLYW BŁONNIKA NA ZRÓŻNICOWANIE MIKROFLORY JELITOWEJ (MIKROBIOTA JELIT)\*

<sup>1)</sup> Koło Naukowe przy Zakładzie Bromatologii  
Katedry Bromatologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Zakład Bromatologii Katedry Bromatologii  
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Hasła kluczowe: błonnik pokarmowy, mikrobiota jelit.

Key words : fiber, intestinal microbiota.

Zakończenie projektu HGP (Human Genome Project), mającego na celu zsekwencjonowanie całego genomu człowieka, okazało się zaskoczeniem dla naukowców. Wstępnie szacowano ludzki genom na ok. 100 000 genów kodujących białka; badania wykazały, iż posiada on ich tylko 20 000, co porównywalne jest do genomu muszki owocowej. Jednakże HGP nie zakładał zsekwencjonowania genomu mikroorganizmów, zamieszkujących organizm człowieka, ponieważ endogenna mikroflora człowieka nie stanowiła wtedy przedmiotu badań naukowców. W 2007 r. zainicjowano Human Microbiome Project w celu zsekwencjonowania genomu mikroorganizmów zamieszkujących ludzki organizm oraz poznania ich wpływu na zdrowie człowieka. Wykazano, iż mikroorganizmy zamieszkujące ludzki organizm stanowią jego integralną część, wpływają na procesy fizjologiczne, metabolizm oraz rozwój chorób (1).

Ludzkie ciało stanowi jedno z bardziej zróżnicowanych siedlisk bakterii, wirusów, archeonów i jednokomórkowych eukariota. Głównie zasiedlają one układ moczowo-płciowy, skórę, przewód pokarmowy oraz drogi oddechowe. Jednakże najbardziej zróżnicowanym i najobficiej skolonizowanym środowiskiem są bezkonkurencyjnie ludzkie jelita. Szacuje się, że ok. 70% wszystkich endogennych mikroorganizmów człowieka znajduje się w samej okrężnicy. Jelita stanowią idealne środowisko dla rozwoju drobnoustrojów ze względu na dużą powierzchnię (200 m<sup>2</sup>) oraz stały dostęp do składników odżywczych (2).

Zagęszczenie i zróżnicowanie gatunków bakterii występujących w ludzkich jelitach zmienia się w zależności od wielu czynników. Przede wszystkim jest to wiek gospodarza, jego genotyp, dieta, styl życia oraz przyjmowane leki. Kolonizacja ludzkiego organizmu zaczyna się wraz z jego narodzinami, podczas przejścia noworodka przez narządy rodne kobiety. Potwierdzeniem tego faktu jest silne podobieństwo mikrobiota jelit noworodka i pochwy matki (2). Mikrobiota jelit noworodka to wyłącznie bakterie z rodzajów: *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* i *Lactococcus* (1, 3).

---

\* Praca finansowana przez Uniwersytet Medyczny w Łodzi (prace statutowe 503-3045-2).

Bakterie te zdolne są do wykorzystania molekuł znajdujących się w mleku (HMO – human milk oligosaccharides), co daje im przewagę nad innymi gatunkami, które mogłyby skolonizować organizm (1). Największa zmiana mikrobiota jelit następuje w wieku 2–3 lat wraz z zastąpieniem mleka matki przez pokarmy stałe (4). Wraz z osiągnięciem okresu dojrzewania zespół mikroorganizmów stanowiących mikrobiota człowieka stabilizuje się. Dominować zaczynają *Clostridium leptum*, *Clostridium cocoides* i gatunki z rodzajów *Bacteroides* oraz *Bifidobacterium* (1).

Mikrobiota jelit dorosłego, zdrowego człowieka stanowi ok. 35 tysięcy gatunków bakterii, głównie fakultatywnych bądź obligatoryjnych anaerobów. Największe zróżnicowanie dostrzega się w jelicie grubym ze względu na optymalne do rozwoju warunki: wolniejszą perystaltykę oraz obojętne pH.

Dominującymi są bakterie przynależne do *Firmicutes* oraz *Bacteroidetes*, w mniejszych ilościach występują także *Proteobacteria*, *Verrucomicrobia*, *Actinobacteria*, *Fusobacteria* i *Cyanobacteria* (2, 5).

U ludzi starszych obserwuje się destabilizację składu mikrobiota. Stosunek *Firmicutes* do *Bacteroidetes* spada, zmniejsza się również liczba komórek bakterii z rodzajów *Bifidobacterium* oraz *Bacteroides* (1). Dominujące stają się gatunki fakultatywnych anaerobów z rodzajów: *Streptococcus* *Staphylococcus* i *Enterococcus* oraz z rodziny *Enterobacteriaceae* (6).

Tysiące lat współistnienia uczyniły mikroorganizmy niezbędnymi dla zdrowia człowieka. Bakterie uczestniczą m.in. w ochronie organizmu przed patogenami. Poprzez kolonizację powierzchni jelita nie pozostawiają miejsca do rozwoju drobnoustrojom chorobotwórczym. Zjawisko to nazywane jest odpornością kolonizacyjną (7). Dodatkowo mikrobiota jelit produkuje substancje przeciwbakteryjne zwane bakteriocynami (8) oraz pobudza organizm gospodarza do syntezy czynników przeciwbakteryjnych AMPs (ang. *Antimicrobial peptides*) tj. defensyn czy lektyn typu C (2). Mikrobiota jelit zapewnia również utrzymanie immunologicznej homeostazy, regulując poziom limfocytów Treg, Th17 oraz stosunek limfocytów Th1/Th2 (1). Bakterie jelitowe zapewniają dodatkowo prawidłowy rozwój układu nerwowego oraz utrzymanie równowagi neurologicznej poprzez stymulację osi mózg-bakterie-jelita i podwzgórze-przysadka-jelita, jak również zapewnienie prawidłowego stężenia noradrenaliny i tryptofanu (2, 9).

Jednakże zasadniczą funkcją mikrobiota jelit jest udział w gospodarce energetycznej organizmu. Bakterie jelitowe umożliwiają przekształcanie składników pokarmowych, takich jak błonnik czy jelitowa mucyna, w inne łatwo przyswajalne substancje, takie jak cukry proste czy krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SFCA, ang. *Short chain fatty acid*) (1, 2, 5). Wpływają na utrzymanie prawidłowej masy ciała organizmu poprzez dostarczenie dodatkowych kalorii z nieprzyswajalnych samodzielnie przez człowieka oligosacharydów oraz poprzez zwiększenie adsorpcji jelit, a także modulacje metabolizmu i apetytu. Dodatkowo, drobnoustroje jelitowe produkują witaminy K, B<sub>12</sub>, B<sub>6</sub> oraz B<sub>1</sub>, kwas foliowy, mają wpływ na recykulację kwasów żółciowych, a także uczestniczą w przekształcaniu leków oraz potencjalnych mutagenów i karcynogenów takich jak heterocykliczne aminy (1, 2). Bakterie zaliczane do mikrobiota jelit posiadają enzymy zwane fitazami. Fitazy rozkładają kwasy fitowe obecne w ziarnach zbóż, uwalniając związane z kwasem minerały, takie jak wapń, magnez czy fosfor czyniąc je dostępne dla gospodarza (10).



Pomimo korzystnego wpływu, jaki drobnoustroje jelitowe wywierają na organizm człowieka, nieprawidłowa dieta zaburza skład i funkcjonowanie mikrobiota jelit, co w dalszej perspektywie prowadzić może do rozwoju stanów chorobowych. Nieprawidłowa dieta pobudzać może drobnoustroje jelitowe do generowania produktów mutagennych, karcynogennych czy genotoksycznych, takich jak: związki fenolowe i indolowe, barwniki azowe czy drugorzędowe kwasy żółciowe (3, 10). Dieta uboga w błonnik, a bogata w mięso i tłuszcz zwierzęcy prowadzi do zwiększonego rozkładu i wydalania kwasów żółciowych, co wiąże się z powstawaniem toksycznego siarkowodoru odpowiedzialnego m.in. za rozwój stanów zapalnych jelita. Przy deficycie węglowodanów w diecie białka stanowią główny substrat energetyczny dla drobnoustrojów jelitowych. Białka rozkładane są przez endopeptydazy i proteazy bakterii takich, jak: *Bacteroides*, *Propionibacterium*, w mniejszym stopniu *Streptococcus*, *Clostridium*, *Bacillus* czy *Staphylococcus*. Produktem przemian są SCFA, BCFA (ang. Branched chain fatty acids), wodór, CO<sub>2</sub>, ale także związki potencjalnie karcynogenne: amoniak, związki fenolowe i indolowe (8).

### **Błonnik pokarmowy**

Błonnik pokarmowy, inaczej nazywany włóknem pokarmowym, należy do polisacharydów składających się z co najmniej trzech podjednostek monomerycznych, nieulegających trawieniu ani absorpcji w jelicie cienkim (11). Błonnikiem pokarmowym nazywamy mieszaninę substancji pochodzenia roślinnego. Dzieli się on na frakcję włókna rozpuszczalnego w wodzie, obejmującą pektynę, inulinę, gumy i kleje roślinne oraz frakcję błonnika nierozpuszczanego, tj. hemicelulozę, celulozę, skrobię oraz ligninę (4). Zaleca się aby przyjmować dziennie ok. 25 g błonnika pokarmowego przy diecie 2000 kcal, uzupełniając dietę o pełnoziarniste pieczywo, warzywa i owoce (12).

Obecność błonnika w diecie pełni wiele funkcji: zapobiega rozwojowi schorzeń jelit, cukrzycy typu II oraz nadwadze, pomaga utrzymać stały poziom glukozy we krwi, a także usprawnia funkcjonowanie gospodarki lipidowej (10). Dieta bogata w błonnik pokarmowy, wpływa również na zwiększenie różnorodności bakteryjnej jelita. Związane jest to z faktem, iż polisacharydy nieulegające rozkładowi przez enzymy trawienne człowieka, fermentowane są przez bakterie jelitowe, tj. *Bacteroides*, *Roseburia*, *Bifidobacterium*, *Faecalibacterium* oraz *Enterobacteria*. Produktem beztlenowej fermentacji są krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA ang. Short chain fatty acids): octan, propionian i maślan w stosunku 60:25:15. Głównymi producentami SCFA są bakterie z rodzajów *Bifidobacterium* oraz *Lactobacillus*. Kwasy te pełnią integralną funkcję w utrzymaniu homeostazy immunologicznej, funkcjonując jako cząsteczki sygnałowe łączące ze sobą układ immunologiczny, nerwowy oraz gastryczny (13, 14, 15, 16). SCFA uczestniczą także w zachowaniu ciągłości tkanki nabłonkowej jelit, stanowią bogate źródło energii, zarówno dla bakterii, jak i dla kolonocytów, a także przeciwdziałają rozwojowi chorób, m.in. prowadzą na szlak apoptozy komórki potencjalnie nowotworowe (3, 10, 16). Rodzaj SCFA powstającego w większości zależy od dostarczanego substratu (rodzaju błonnika) oraz dominującego w jelitach rodzaju bakterii, dlatego rodzaj spożywanego pokarmu wpływa znacząco na zdrowie. Błonnik pełni więc funkcję prebiotyku, tj. substancji

nietrawionej przez człowieka, której produkty fermentacji stymulują rozwój bakterii probiotycznych w ludzkich jelitach, wpływając tym samym na zdrowie gospodarza (12).

### Skrobia oporna

Termin „skrobia oporna” odnosi się do włókien pochodzenia roślinnego, które nie ulegają rozkładowi przez enzymy amylopolityczne człowieka. Klasyfikuje się ją na cztery typy: skrobi niedostępnej fizycznie (RS1), ziaren skrobi surowej (RS2), skrobi retrogradowanej (RS3) oraz skrobi otrzymywanej chemicznie (RS4). Należy ona więc do włókna pokarmowego. Oporność na rozkład przez enzymy amylopolityczne człowieka zależy od stosunku amylozy do amylopektyny w strukturze skrobi. Skrobia niedostępna fizycznie (RS1) występuje w ścianie komórkowej całych lub częściowo zmielonych ziaren zbóż i w nasionach. Jako, że enzymy amylopolityczne układu pokarmowego człowieka nie rozkładają celulozy, hemicelulozy, ligniny i innych składników roślinnej ściany, RS1 dociera do jelita w postaci niezmienionej. Ziarna skrobi surowej (RS2), występujące w surowych ziemniakach, zbożu czy niedojrzałych bananach nie ulegają rozkładowi amylopolitycznemu ze względu na wysoką zawartość w swojej strukturze amylozy skryzalizowanej do formy B (4, 17). Skrobię zretrogradowaną (RS3) stanowi substancja wytrącona z kleiku skrobiowego w procesie retrogradacji (przekształcenia skrobi bezpostaciowej w krystaliczną). RS3 otrzymywana jest podczas gotowania, a następnie chłodzenia, produktów pochodzenia roślinnego, np. ziemniaków. RS4 to skrobia, w której w wyniku modyfikacji chemicznej lub fizycznej tj. prażenia, acetylacji czy oksydacji, zmieniona została struktura usieciowania, przez co dostęp enzymów do łańcuchów został znacznie utrudniony. Skrobia oporna należy do grupy prebiotyków ze względu na swoje prozdrowotne działanie. RS zapobiega m.in. rozwojowi oporności na insulinę, nowotworu okrężnicy oraz wpływa na utrzymanie prawidłowej mikroflory jelit (18). Jednakże wpływ, jaki skrobia wywiera na organizm, zależy od postaci w jakiej jest spożywana (17).

Dieta obfitująca w skrobię oporną wpływa na zwiększenie ilości bakterii o właściwościach amylopolitycznych w ludzkich jelitach oraz ma działanie prozdrowotne, jako iż wpływa na produkcję krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SCFA) (4, 17).

Głównymi gatunkami bakterii rozkładającymi skrobię oporną są: *Ruminococcus bromii*, *Bacteroides thetaiotaomicron*, *Bifidobacterium adolescentis* i *Eubacterium rectale*. Dieta bogata w RS4 prowadzi do zwiększenia ilości *Actinobacteria* (głównie *B. adolescentis*) i *Bacteroidetes* (głównie *Parabacteroides distasonis*) a obniżenia ilości *Firmicutes* (15). Obecność RS2 i RS3 w diecie wpływa na zwiększenie ilości *R. bromii* oraz *E. rectale* (10,18). RS2 i RS3 wpływa także na zwiększenie ilości *Bifidobacterium* oraz *Lactobacillus* w składzie mikrobiota jelit, podnosząc tym samym produkcję SCFA w jelitach. Ma to znaczenie w zapobieganiu rozwojowi chorób nowotworowych jelit, jako że SCFA wpływają na zmniejszenie ilości uszkodzeń DNA w kolonocytach (4).

Stymulacja wzrostu *R. bromii* w jelitach ma duże znaczenie dla mikrobiota jelit, ponieważ bakteria ta odgrywa kluczową rolę w rozkładzie skrobi odpornej, a uwolnione przez nią produkty fermentacji RS stanowią źródło energetyczne dla innych mikroorganizmów. Związane jest to z faktem iż genom *R. bromii* koduje co naj-

mniej 15 amylaz, podczas gdy *E. rectale* posiada ich 13, *B. thetaiotaomicron* 7, a *B. adolescentis* 13. Co ciekawe, jak wykazały badania, monokultura *R. bromii* nie jest w stanie rozłożyć skrobi. Najlepsze rezultaty uzyskano hodując kultury *R. bromii* razem z *B. thetaiotaomicron*, *B. adolescentis* lub *E. rectale*, tj. szczepami występującymi naturalnie w ludzkim jelicie posiadającymi właściwości amylolityczne (18).

Obecność bakterii *B. thetaiotaomicron* pełni wiele funkcji kluczowych w utrzymaniu zdrowia. Między in. poprzez oddziaływanie z receptorem PPAR- $\gamma$  (ang. Peroxisome proliferator-activated receptor *gamma*) bakteria blokuje eksport podjednostki RelA (ang. V-rel avian reticuloendotheliosis viral oncogene homolog A) czynnika Nf- $\kappa$ B (ang. Nuclearfactor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells) z jądra do cytoplazmy zahamowując tym samym inicjację procesów zapalnych. Dodatkowo, wykazano związek między obecnością tej bakterii, a efektywną gospodarką lipidów i cukrów. Pozbawione mikroflory myszy GF (ang. Germ free) zaszczepione wyłącznie *B. thetaiotaomicron* wykazały zwiększoną ekspresję kolipazy, kofaktora lipazy trzustkowej niezbędnego do wydajnej hydrolizy lipidów. Dodatkowo, zwiększyła się ekspresja ko-transportera Na<sup>+</sup>/glukozy, a więc wychwyty glukozy. Oba mechanizmy prawdopodobnie kontrolowane są poprzez oddziaływanie SCFA z receptorem Gpr41 (ang. G protein coupled receptor 41) (2).

## Inulina

Inulina zbudowana jest z ok. 50 cząsteczek  $\beta$ -D-fruktofuranozy połączonych wiązaniami  $\beta$ -2,1-glikozydowymi oraz jednej terminalnie umieszczonej cząsteczki D-glukozy. Konfiguracja anomerycznego atomu C2 fruktozy w cząsteczce inuliny czyni ją nierozpuszczalną dla ludzkich enzymów, a tym samym obniża wartość kaloryczną (1,0-2,0 kcal/g). Naturalnie występuje w roślinach takich jak cebula, czosnek, cykorja, karczochy i por (19). Inulina należy do prebiotyków stymulując wzrost prozdrowotnych bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* oraz *Lactobacillus*. Bakterie te są jednymi z głównych producentów SCFA oraz przeciwdziałają rozwojowi patogenów takich jak *Escherichia coli* czy *Clostridium perfringens* (11,13,19). Dodatkowo, dieta wzbogacona o inulinę stymuluje wzrost *Faecalibacterium prausnitzii* (20). Bakterie te produkują w znacznej ilości maślan oraz wpływają na zahamowanie procesów zapalnych w organizmie. Podejrzewa się, iż *F. prausnitzii* ma silne właściwości immunosupresyjne. Bakteria produkując maślan zwiększa ekspresję przeciwzapalnej IL-10 w makrofagach i komórkach dendrytycznych tkanki śluzowej jelit przy jednoczesnym hamowaniu ekspresji prozapalnych cytokin tj. IFN- $\gamma$ , IL-12, TNF- $\alpha$  i IL-12. Procesy te w prowadzą do przekierowania limfocytów T odpowiedzi prozapalnej komórkowej w przeciwzapalne limfocyty T regulatorowe (21).

*Faecalibacterium prausnitzii* stanowi także wartościowy biomarker zdrowia układu gastrycznego. Zmniejszenie ilości tych bakterii wskazuje na rozwój takich schorzeń, jak zespół jelita drażliwego, choroba Crohna oraz zapalenie jelita grubego (21).

Obecność inuliny w diecie zmniejsza także ilość bakterii potencjalnie patogennych, tj. *Clostridium*, *Fusobacterium* czy *Bacteroides*. Oprócz właściwości prebiotycznych inulina wpływa również na prawidłowe funkcjonowanie perystaltyki jelit, zwiększa wchłanianie wapnia i magnezu, zapobiegając rozwojowi osteoporozy (19). Przyjmuje się także, iż spożycie inuliny oraz innych włókien pokarmowych wpływa

na utrzymanie prawidłowej masy ciała. Produkty fermentacji inuliny- SCFA (przede wszystkim maślan) oddziałują z obecnym w komórkach tłuszczowych, makrofagach oraz kolonocytach czynnikiem jądrowym PPAR- $\gamma$ , który zaangażowany jest w regulację procesów związanych z metabolizmem tłuszczu oraz glukozy (19, 22)

### Oligofruktoza

Oligofruktoza należy do nierozpuszczalnych włókien pokarmowych, a także zaliczana jest do prebiotyków. Zbudowana jest z od 2 do 60 jednostek fruktozy połączonej wiązaniami 1,2  $\beta$ -glikozydowymi. Występuje naturalnie w wielu roślinach takich, jak cebula, cykorja, czosnek, szparagi czy banan. Oligofruktoza jest oporna na glikozydazy występujące w jelicie, podlega natomiast fermentacji bakteryjnej do SCFA, L-mleczanu, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> oraz innych metabolitów (23). Oligofruktoza, a zwłaszcza krótkołańcuchowe fruktooligosacharydy (scFOS) zaliczane są do prebiotyków, jako że stymulują rozwój *Bifidobacterium*. Bakterie te wykazują silne właściwości immunostymulujące oraz są głównymi producentami SFCA (24, 25). Pozytywny wpływ scFOS na wzrost *Bifidobacterium* wynika z faktu, iż bakterie te posiadają enzym  $\beta$ -fruktozydazę. Hydrolizując wiązania 1,2  $\beta$ -glikozydowe obecne w scFOS korzystają z oligosacharydów jako substratu energetycznego (25). *Bifidobacterium* odgrywają ważną rolę w utrzymaniu immunologicznej homeostazy w organizmie, stymulują produkcję przeciwciał, aktywują makrofagi oraz posiadają właściwości przeciwnowotworowe (24, 25). Bakterie te są również producentami witamin: K, B<sub>12</sub>, biotyny, kwasu foliowego oraz tiaminy. Dodatkowo, wraz z bakteriami *Lactobacillus* oraz *Bacteroides* uczestniczą w syntezie drugorzędowych kwasów żółciowych, wpływając tym samym na metabolizm lipidów w ludzkim organizmie (10).

### Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA)

Ludzkie enzymy nie są w stanie rozłożyć błonnika, tak więc dociera on do okrężnicy w postaci praktycznie nienaruszonej. W okrężnicy włókno pokarmowe i skrobia oporna ulegają beztlenowej fermentacji przez drobnoustroje zdolne do fermentacji cukrów, takie jak: *Clostridium spp.*, *Eubacterium spp.*, *Fusobacterium spp.*, *Butyrivibrio spp.*, *Roseburia intestinalis* oraz *Eubacterium hallii*. Produktem przemian są krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA): octan, propionian i maślan (13).

SCFA pełnią w ludzkim organizmie wiele istotnych cech, m.in. uczestniczą w utrzymaniu masy ciała, regulacji perystaltyki, wspomagają procesy gojenia i regeneracji komórek jelita, obniżając pH środowiska zwiększają wchłanianie jonów sodu, wapnia, żelaza czy magnezu w jelitach, a także wpływają na metabolizm glukozy. Dodatkowo SCFA, stymulując wzrost flory saprofitycznej, hamują rozwój bakterii chorobotwórczych takich jak *E. coli*, *Campylobacter spp.* i *Salmonella spp.*, które konkurują o miejsce kolonizacji (13).

Oddziaływanie między SCFA, a adipocytami, komórkami układu immunologicznego i nerwowego, odbywa się za pośrednictwem białek receptorowych G, m.in. GPR41, GPR43 oraz GPR109A, a także na drodze modyfikacji epigenetycznych białek i DNA (26). SCFA oddziałując ze specyficznymi receptorami, wpływają na utrzymanie homeostazy energetycznej organizmu, przeciwdziałają rozwojowi takich

chorób jak zapalenie jelita grubego, otyłość czy cukrzyca typu II. Dodatkowo maślan posiadający właściwości inhibitora deacetylazy histonów (HDAC) wpływa na epigenetyczną regulację cyklu komórkowego, przeciwdziałając rozwojowi chorób zapalnych oraz nowotworowych jelit (15, 26).

### **Kwas masłowy**

Kwas masłowy stanowi produkt fermentacji polisacharydów pochodzenia roślinnego tj. skrobi opornej (16). Do głównych producentów maślanu zaliczane są bakterie z rodzaju *Clostridium* (cluster XIVa oraz IV) i *Roseburia* oraz gatunek *F. prausnitzii* (6).

Bakterie te posiadają aktywność transferazy butyryloCoA:acetoCoA niezbędnej do przekształcenia butyryloCoA w kwas masłowy podczas fermentacji polisacharydów do SCFA (6,16).

Maślan stanowi główny SCFA uczestniczący w utrzymaniu zdrowia jelit a także jest głównym źródłem energii dla kolonocytów (1). Kwas masłowy oddziałuje z organizmem dwojako: epigenetycznie poprzez wpływ na regulację ekspresji genów zaangażowanych w rozwój procesów zapalnych i karcynogenezę oraz funkcjonując jako ligand receptorów GPR41, GPR43 oraz GPR109A (13, 15, 26). Oddziałując z w/w receptorami maślan pobudza ekspresję PGC-1 $\alpha$  (ang. Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma coactivator 1  $\alpha$ ) w adipocytach oraz wpływa na fosforylację AMPK (ang. Adenosine monophosphate-activated protein *kinase*) w tkance mięśniowej i wątrobie. Procesy te prowadzą do zwiększenia efektywności termogenezy oraz procesów utleniania kwasów tłuszczowych (26).

Kwas masłowy hamuje także rozwój stanów zapalnych. Maślan stymulując acetylację H3 zwiększa ekspresję czynnika transkrypcyjnego Foxp3 (ang. Forkhead box P3), który stymuluje przekształcenie limfocytów T w przeciwwzpalne limfocyty T<sub>reg</sub> w tkance jelita (26).

Kwas masłowy stanowi jedyny ligand receptora GPR109A występującego na komórkach nabłonkowych okrężnicy i adipocytach. Aktywowany GPR109A stymuluje makrofagi i komórki dendrytyczne do promowania właściwości przeciwwzpalnych. W efekcie pobudzone zostają limfocyty T regulatorowe produkujące IL-10 (26).

### **Propionian**

Kwas propionowy stanowi produkt bakteryjnej fermentacji włókna pokarmowego, głównie inuliny (26). Zaangażowany jest on głównie w utrzymaniu homeostazy energetycznej poprzez oddziaływanie z receptorami GPR43 oraz GPR41 (15, 26, 27).

Oddziałując z GPR43 obecnym na komórkach tkanki tłuszczowej i komórkach endokrynych jelit propionian stymuluje sekrecję hormonów jelitowych PYY (ang. Peptide YY) oraz GLP-1 (Glucagon-like peptide-1), co skutkuje obniżeniem apetytu i spowolnieniem wchłaniania glukozy (26, 28). Dodatkowo, aktywowany GPR43 obecny na komórkach białej tkanki tłuszczowej zahamowuje gromadzenie tłuszczu w adipocytach poprzez supresję ścieżki sygnałowej insuliny (26).

GPR41 ulega ekspresji na komórkach obwodowego układu nerwowego oraz na adipocytach. Ligandami dla GPR41 są maślan oraz propionian. Propionian oddzia-

lując z GPR41 stymuluje sekrecję noradrenaliny pobudzając działanie układu współczulnego na drodze osi mózg-jelita (11), a także pobudza kolonocyty do produkcji PYY oraz GLP-1 (26). Pobudzenie układu współczulnego skutkuje zwiększeniem wydatku energetycznego, m.in. uwalnianiem wolnych kwasów tłuszczowych z adipocytów oraz wzmożoną glikogenolizą (26). Dodatkowo pobudzanie GPR41 stymuluje sekrecję leptyny. Substancja ta bierze udział w regulacji zasobów tłuszczowych organizmu, zmniejsza łaknienie oraz stężenie glukozy we krwi (15).

## Octan

Octan stanowi produkt fermentacji fruktooligosacharydów oraz inuliny głównie przez *Bifidobacterium* (10, 29, 30, 31). Octan, w przeciwieństwie do propionianu i maślanu metabolizowanych w kolonocytach, ulega metabolizmowi głównie w wątrobie, gdzie włączany jest w procesy utleniania, lipogenezę oraz glukoneogenezę (14).

Główną funkcją kwasu octowego jest immunosupresja, zapobiega on takim schorzeniom jak np. zespół jelita drażliwego. Podczas infekcji bakteryjnej receptory TLR5 (ang. Toll like receptor 5) obecne na makrofagach zostają pobudzone przez białkowe białko-flagellinę. Zaindukowana zostaje produkcja prozapalnych cytokin tj IL-8. Octan oddziałuje z białkami zaangażowanymi w ścieżki sygnałowe aktywowane poprzez pobudzenie TLR5. Wpływa on na znaczne zmniejszenie produkcji prozapalnych cytokin tj. IL-8 przez makrofagi oraz osłabia rozwój odpowiedzi komórkowej, a także stymuluje proliferację limfocytów T regulatorowych. Dodatkowo, podobnie jak kwas masłowy, posiada aktywność inhibitora deacetylazy histonowej. Octan wzmacnia acetylację  $\alpha$ -tubuliny. Białko to jest niezbędne do translokacji czynnika transkrypcyjnego NFAT (ang. Nuclear factor of activated T-cells). NFAT uczestniczy w indukcji ekspresji cytokin prozapalnych, takich jak TNF- $\alpha$  (ang. Tumor necrosis factor  $\alpha$ ) czy IFN- $\gamma$  (ang. Interferon  $\gamma$ ) tak więc zablokowanie jego oddziaływania z materiałem genetycznym zahamowuje w znacznym stopniu rozwój procesów zapalnych (30).

Dodatkową funkcją kwasu octowego jest regulacja apetytu. Poprzez aktywację cyklu Krebsa (*cykl kwasów trikarboksylowych*) octan zmienia ekspresję neuropeptydów, regulując ośrodek apetytu w podwzgórzcu (26).

Z. Karwowska, K. Majchrzak

THE EFFECT OF DIETARY FIBRE ON THE DIVERSITY OF INTESTINAL MICROBIOTA

## PIŚMIENNICTWO

1. Olszewska J., Jagusztyn-Krynicka E.K.: Human Microbiome Project – mikroflora jelit oraz jej wpływ na fizjologię i zdrowie człowieka. *Post. Mikrobiol.*, 2012; 4: 243-256. – 2. Sekirov I., Russell S.L., Antunes L.C., Finlay B.B.: Gut microbiota in health and disease. *Physiol. Rev.* 2010; 3: 859-904. – 3. Nowak A., Śliżewska K., Libudzisz Z., Socha J.: Probiotyki – efekty zdrowotne. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010; 4: 20-36. – 4. Simpson H.L., Campbell B.J.: Review article: dietary fibre-microbiota interactions. *Aliment Pharmacol Ther.* 2015 Jul; 42: 158-79. – 5. Jandhyala S.M., Talukdar

- R., Subramanyam C., Vuyyuru H., Sasikala M., Nageshwar Reddy D.: Role of the normal gut microbiota. *World J Gastroenterol.*, 2015; 21: 8787-803. – 6. Lopetuso L.R., Scaldaferri F., Petito V., Gasbarrini A.: Commensal Clostridia: leading players in the maintenance of gut homeostasis. *Gut Pathog.* 2013; doi: 10.1186/1757-4749-5-23. – 7. Szweczyk E.M.: Diagnostyka bakteriologiczna. Wyd. PWN SA, Warszawa; 2005; 205-206. – 8. Nowak A., Libudzisz Z.: Karcynogenna aktywność mikroorganizmów jelitowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008; 6: 25-39. – 9. Andersson U., Tracey K. J.: *Reflex Principles of Immunological Homeostasis*. Annual Review of Immunology 2012; 30: 313-35. – 10. Conlon M.A., Bird A.R.: The impact of diet and lifestyle on gut microbiota and human health. *Nutrients*. 2014; 7: 17-44.
11. Graf D., Di Cagno R., Fåk F., Flint H.J., Nyman M., Saarela M., Watzl B.: Contribution of diet to the composition of the human gut microbiota. *Microb. Ecol. Health Dis.*, 2015; 26: 10.3402. – 12. Slavin J.: Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients* 2013; 5: 1417-1435. – 13. Kuczyńska B., Wasilewska A., Biczysko M., Banasiewicz T., Drews M.: Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe – mechanizmy działania, potencjalne zastosowania kliniczne oraz zalecenia dietetyczne. *Nowiny Lekarskie*, 2011; 80: 299-304. – 14. Vangaveti V.N., Rush C., Thomas L., Rasalam R.R., Malabu U.H., McCoombe S.G., Kennedy R.L.: Short-chain fatty acids increase expression and secretion of stromal cell-derived factor-1 in mouse and human pre-adipocytes. *Hormones (Athens)*, 2014; 13: 532-42. – 15. Inoue D., Tsujimoto G., Kimura I.: Regulation of Energy Homeostasis by GPR41. *Front Endocrinol. (Lausanne)*, 2014; 5: 81. doi: 10.3389. – 16. Vital M., Howe A.C., Tiedje J.M.: Revealing the bacterial butyrate synthesis pathways by analysing (meta) genomic data. *MBio*. 2014; 5: e00889. doi:10.1128/mBio.00889-14. – 17. Conlon M.A., Bird A.R.: The impact of diet and lifestyle on gut microbiota and human health. *Nutrients*. 2014; 7: 17-44. – 18. Ze X., Duncan S.H., Louis P., Flint H.J.: *Ruminococcus bromii* is a keystone species for the degradation of resistant starch in the human colon. *ISME J.* 2012; 6: 1535-1543. – 19. Miremadi, F., Shah, N. P.: Applications of inulin and probiotics in health and nutrition. *International Food Research Journal* 2012; 19: 1337-1350. – 20. Ramirez-Farias C., Slezak K., Fuller Z., Duncan A., Holtrop G., Louis P.: Effect of inulin on the human gut microbiota: stimulation of Bifidobacterium adolescentis and Faecalibacterium prausnitzii. *Br. J. Nutr.* 2009; 101: 541-50.
21. Miquel S., Martín R., Rossi O., Bermúdez-Humarán L.G., Chatel J.M., Sokol H., Thomas M., Wells J.M., Langella P.: Faecalibacterium prausnitzii and human intestinal health. *Curr Opin Microbiol.* 2013; 16: 255-61. – 22. Miquel S., Martín R., Rossi O., Bermúdez-Humarán L.G., Chatel J.M., Sokol H., Thomas M., Wells J.M., Langella P.: Faecalibacterium prausnitzii and human intestinal health. *Curr Opin Microbiol.* 2013; 16: 255-61. – 23. Vangaveti V.N., Rush C., Thomas L., Rasalam R.R., Malabu U.H., McCoombe S.G., Kennedy R.L.: Short-chain fatty acids increase expression and secretion of stromal cell-derived factor-1 in mouse and human pre-adipocytes. *Hormones (Athens)*, 2014; 13: 532-42. – 24. Sabater-Molina M., Larqué E., Torrella F., Zamora S.: Dietary fructooligosaccharides and potential benefits on health. *J. Physiol. Biochem.* 2009; 65: 315. – 25. Bornet R.J.F., Meflah K., Menanteau J.: Enhancement of gut immune functions by short-chain fructooligosaccharides and reduction of colon cancer risk. *Bioscience Microflora*, 2002; 21: 55-62. – 26. Kasubuchi M., Hasegawa S., Hiramatsu T., Ichimura A., Kimura I.: Dietary gut microbial metabolites, short-chain fatty acids, and host metabolic regulation. *Nutrients*. 2015; 7: 2839-49. – 27. De Vadder F., Kovatcheva-Datchary P., Goncalves D., Vinera J., Zitoun C., Duchamp A., Bäckhed F., Mithieux G.: Microbiota-generated metabolites promote metabolic benefits via gut-brain neural circuits. *Cell*. 2014; 156: 84-96. – 28. Ezcurra M., Reimann F., Gribble F.M., Emery E.: Molecular mechanisms of incretin hormone secretion. *Curr. Opin. Pharmacol.* 2013; 13: 922-927. – 29. Fukuda S., Toh H., Hase K., Oshima K., Nakanishi Y., Yoshimura K., Tobe T., Clarke J.M., Topping D.L., Suzuki T., Taylor T.D., Itoh K., Kikuchi J., Morita H., Hattori M., Ohno H.: Bifidobacteria can protect from enteropathogenic infection through production of acetate. *Nature*. 2011; 469: 543-7. – 30. Arpaia N.: Keeping peace with the microbiome: acetate dampens inflammatory cytokine production in intestinal epithelial cells. *Immunol. Cell. Biol.*, 2014; 92: 561-2.
31. MeyervD., Stasse-Wolthuis M.: The bifidogenic effect of inulin and oligofructose and its consequences for gut health. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2009; 63: 1277-1289.

*Joanna Wyka, Ewa Piotrowska, Anna Broniecka, Monika Bronkowska,  
Dominika Mazurek, Jadwiga Biernat*

## STAN ODŻYWIENIA DZIECI W WIEKU 10–12 LAT Z WROCŁAWIA\*

Katedra Żywienia Człowieka  
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu  
Kierownik : *dr hab. M. Bronkowska*

*Do oceny stanu odżywienia 250 dzieci w wieku 10–12 lat, w tym 123 dziewczynek i 127 chłopców wykorzystano pomiary antropometryczne: masa i wysokość ciała, obwód talii i bioder oraz pomiar ciśnienia tętniczego krwi. Na podstawie pomiarów masy i wysokości ciała wyznaczono wskaźnik BMI i porównano z siatkami centylowymi programu OLAF. Wykazano, że 79% dziewczynek i 86,5% chłopców posiadało prawidłową masę ciała. Niedożywienie stwierdzono u 4,1% dziewczynek i 1,6% chłopców. Nadwagę wykazano u 9,8% dziewcząt i 11% chłopców. Problem otyłości dotyczył 7,3% uczennic i 0,8% uczniów.*

Słowa kluczowe: stan odżywienia, dzieci.

Key words: nutritional status, children.

Dzieciństwo to czas dynamicznych zmian rozwojowych, uwarunkowanych wieloma czynnikami, zwłaszcza odżywianiem. Właściwe żywienie zapewnia najmłodszym prawidłowy rozwój oraz dobre samopoczucie, ma także wpływ na zdolność uczenia się. W okresie szkolnym bardzo ważne jest prawidłowe żywienie dzieci, ze względu na intensywny wzrost organizmu. W żywieniu dzieci popełniane są liczne błędy prowadzące do zaburzeń stanu odżywienia. Wszelkie nieprawidłowości w sposobie żywienia w dzieciństwie mają wpływ na stan odżywienia w wieku późniejszym (1). Zarówno niedostateczna podaż składników odżywczych, jak ich nadmierne spożycie negatywnie wpływają na zdrowie. Niedobór określonych składników pokarmowych prowadzi m.in. do zaburzeń zmniejszenia wydolności układu krążenia. Może również być przyczyną zmniejszenia koncentracji, a w konsekwencji prowadzi do trudności w nauce. Natomiast nadmierna podaż żywności jest przyczyną nadwagi i otyłości (2). Regularne i racjonalne żywienie oraz właściwie zaplanowane dzienne racje pokarmowe warunkują utrzymanie zdrowia w każdym wieku, natomiast błędnie ukształtowane nawyki żywienie w okresie dzieciństwa są uznawane za wczesny czynnik ryzyka rozwoju chorób dietozależnych, w tym nadwagi i otyłości (3, 4).

Celem pracy była ocena stanu odżywienia uczniów wybranych szkół podstawowych z Wrocławia.

---

\* Badania przeprowadzono w ramach grantu KBN nr 312183438 – „Ocena częstości występowania żywieniowych i pozażywniowych czynników ryzyka zespołu metabolicznego u dziewcząt i chłopców na poziomie różnych etapów okresu dojrzewania”.



## MATERIAŁ I METODY

Badania oceny stanu odżywienia dzieci w wieku 10–12 lat prowadzono od lutego do czerwca 2013 r. w dwóch szkołach podstawowych we Wrocławiu, które uczestniczyły w projekcie „Szkoła promująca zdrowie”. Warunkiem udziału dzieci w badaniach była pisemna zgoda rodziców oraz dyrekcji szkół. Wyłoniono 250 osób, w tym 123 dziewczynki i 127 chłopców, wśród których przeprowadzono komplet badań – tj. wywiad socjo-demograficzny oraz pomiary antropometryczne. Dziewczynki stanowiły 49,2% ogółu badanych, a chłopcy 50,8%. Największa grupa badanych mieszkała we Wrocławiu – 84%, zaś 16% poza Wrocławiem. Dzieci pochodzące z pełnej rodziny, tzn. mieszkające z obojgiem rodziców, bądź też z rodzicami i rodzeństwem stanowiły 88,8% ogółu badanych. Najwięcej matek dzieci uczestniczących w badaniach miało wykształcenie wyższe (61,1%), a najmniej wykształcenie średnie – 17,3%. Wśród ojców również przeważali mężczyźni z wykształceniem wyższym (58,1%), najmniej było ojców z wykształceniem średnim – 20,6%. Za pomocą antropometru z wagą lekarską oraz taśmy krawieckiej dokonano pomiarów masy i wysokości ciała, a także poszczególnych obwodów. Uzyskane wyniki posłużyły do obliczenia wskaźnika wzrostowo-wagowego BMI każdego dziecka. Zmierzone parametry antropometryczne odniesiono do siatek centylowych opracowanych w projekcie OLAF (5) i sklasyfikowanych wg przyjętych kryteriów, tj – prawidłowe BMI 5–85 percentyl, nadwaga >85 percentyl, otyłość >95 percentyl (tab. I). Pomiar ciśnienia tętniczego krwi wykonano u każdego dziecka jednokrotnie metodą odsłuchową Korotkowa z manometrem i stetoskopem na tętnicy ramieniowej (6). Wyodrębniono trzy grupy wiekowe: 10-latkowie (20 osób), 11-latkowie (93 osób) i 12-latkowie (137 osób).

Tabela I. Parametry antropometryczne u dzieci 10–12 lat, wg projektu OLAF

Table I. Anthropometric parameters among children aged 10–12, according to OLAF

Centyl graniczny	Dziewczynki			Chłopcy		
	10 lat	11 lat	12 lat	10 lat	11 lat	12 lat
BMI (kg/m <sup>2</sup> )						
5 pc	13,8	14,1	14,6	14,1	14,4	14,6
85 pc	20,2	21,0	21,7	20,6	21,3	21,9
95 pc	23,0	24,0	24,8	24,0	25,0	25,6
Obwód talii (cm)						
95 pc	72,5	75,0	77,0	76,7	79,6	81,8
Obwód bioder (cm)						
95 pc	87,2	91,3	95,6	88,6	92,3	95,6
Ciśnienie skurczowe (mmHg)						
95 pc	122	124	127	121	122	124
Ciśnienie rozkurczowe (mmHg)						
95 pc	74	75	75	73	74	74

Większość wyników badań odznaczała się dużą zmiennością oraz była niezgodna z rozkładem normalnym. Nie miała także równych wariancji, dlatego też zastosowano przekształcenie Boxa-Coxa, które umożliwiło doprowadzenie układu danych do rozkładu normalnego. Przy użyciu testu Tukey'a (ANOVA) w jednoczynnikowej analizie wariancji określono zróżnicowanie między średnimi parametrami antropometrycznymi w badanej grupie dzieci z uwzględnieniem płci oraz wieku.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W tab. II i III przedstawiono wskaźniki antropometryczne odpowiednio dla badanej grupy dziewczynek i chłopców w zależności od wieku.

Wykazano, że mediana masy ciała w grupie dziewczynek wynosiła 42,4 kg. Zarówno najniższą (26,6 kg), jak i najwyższą masę ciała (75,0 kg) odnotowano wśród dziewczynek 12-letnich. W grupie chłopców mediana masy ciała była wyższa niż w grupie dziewczynek i wynosiła 42,6 kg. Najniższą masę ciała (26,0 kg) odnotowano u chłopców 11-letnich, natomiast najwyższą (66,0 kg) u 12-latków. Mediany wysokości w grupie dziewczynek i chłopców były równe i wynosiły 1,5 m. Najniższą wysokość (1,3 m) odnotowano u 10- i 11-letnich chłopców oraz u 11-letnich dziewczynek. Najwyższą wysokość (1,7 m) stwierdzono u 12-letnich chłopców i dziewczynek. Zarówno najniższe (12,8), jak i najwyższe BMI (30,0) odnotowano u 12-letnich dziewczynek. Mediana wartości BMI u chłopców wynosiła 18,5 i była wyższa od mediany BMI w grupie dziewczynek (18,3). Należy podkreślić, że zarówno w grupie dziewczynek, jak i chłopców parametry takie jak: masa i wysokość ciała oraz BMI różniły się statystycznie istotnie w zależności od wieku.

W całej grupie dziewczynek odnotowano niższą medianę obwodu talii (64,0 cm), niż w grupie chłopców (67,0 cm). Przeprowadzone badania wykazały, że najniższy obwód talii stwierdzono u 11-letnich chłopców (46,0 cm), zaś najwyższy w grupie chłopców w wieku 11 i 12 lat (89,0 cm). Analizując uzyskane wyniki wykazano występowanie zbyt wysokich maksymalnych wartości obwodu talii zarówno w grupie chłopców, jak i dziewczynek, co stanowi podstawę diagnozowania otyłości brzusznej u dzieci. Mediana obwodu bioder w grupie chłopców była wyższa (79,0 cm), niż w grupie dziewczynek (70,0 cm). Najniższy obwód bioder odnotowano w grupie 11-letnich dziewczynek (50,0 cm), natomiast najwyższy u 11- i 12-letnich chłopców (98,0 cm). W grupie chłopców odnotowano maksymalne wartości obwodu bioder przekraczające wartości 95 centyla, wskazujące na występowanie otyłości pośladowo-udowej. W grupie chłopców odnotowano wyższą medianę ciśnienia skurczowego (119 mm Hg) niż w grupie dziewczynek (115 mm Hg). Wykazano jednocześnie, że maksymalne wartości ciśnienia skurczowego dzieci przekraczają 95 centyl. Mediana ciśnienia rozkurczowego u dziewczynek wynosiła 79 mm Hg, natomiast u chłopców 73 mm Hg. W grupie dziewczynek odnotowano wartości ciśnienia rozkurczowego przekraczające zalecane wartości dla wieku. W grupie dziewczynek wiek wpływał statystycznie istotnie na obwód talii (tab. II), a w grupie chłopców dodatkowo jeszcze na obwód bioder (tab. III).

Tabela II. Wskaźniki antropometryczne badanej grupy dziewcząt (n=123) w zależności od wieku

Table II. Anthropometric parameters among girls (n=123) by age

Wskaźnik antropometryczny	Wiek	n	Min	Max	$\bar{x} \pm SD$	Me	(Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	p
Masa ciała (kg)	10	14	30,0	62,3	39,8 ± 9,7	36,5	(34,0 ; 43,0)	0,001
	11	50	30,2	67,7	40,6 ± 7,5	39,0	(35,0 ; 45,9)	
	12	59	26,6	75,0	47,5 ± 10,5	46,8	(40,9 ; 52,2)	
	Ogółem	123	26,6	75,0	43,9 ± 9,9	42,4	(36,0 ; 49,5)	
Wysokość (m)	10	14	1,3	1,6	1,5 ± 0,1	1,5	(1,4 ; 1,5)	0,0001
	11	50	1,4	1,6	1,5 ± 0,1	1,5	(1,4 ; 1,5)	
	12	59	1,4	1,7	1,6 ± 0,1	1,6	(1,5 ; 1,6)	
	Ogółem	123	1,3	1,7	1,5 ± 0,1	1,5	(1,5 ; 1,6)	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	10	14	15,5	25,6	18,9 ± 3,2	17,9	(17,1 ; 19,5)	0,001
	11	50	13,7	26,7	18,4 ± 2,5	17,8	(16,5 ; 19,7)	
	12	59	12,8	30,0	18,6 ± 3,6	18,6	(17,2 ; 20,5)	
	Ogółem	123	12,8	30,1	18,9 ± 3,2	18,3	(16,7 ; 20,3)	
Obwód talii (cm)	10	14	56,0	88,0	66,5 ± 10,0	64,0	(58,0 ; 71,0)	0,043
	11	50	50,0	82,0	61,7 ± 7,6	61,0	(56,0 ; 65,0)	
	12	59	54,0	88,0	67,7 ± 8,2	66,0	(61,0 ; 74,0)	
	Ogółem	123	50,0	88,0	65,2 ± 8,6	64,0	(59,0 ; 70,0)	
Obwód bioder (cm)	10	14	64,0	80,0	69,9 ± 5,0	70,0	(65,0 ; 74,0)	0,23
	11	50	50,0	82,0	68,9 ± 6,5	70,0	(65,0 ; 72,0)	
	12	59	58,0	85,0	70,1 ± 6,5	70,0	(65,0 ; 74,0)	
	Ogółem	123	50,0	85,0	69,9 ± 6,3	70,0	(65,0 ; 74,0)	
Ciśnienie skurczowe (mmHg)	10	14	106,0	134,0	118,0 ± 8,4	117,5	(112,0 ; 122,0)	0,65
	11	50	90,0	130,0	111,4 ± 9,4	110,0	(105,0 ; 119,0)	
	12	59	97,0	131,0	116,0 ± 7,5	116,0	(110,0 ; 120,0)	
	Ogółem	123	90,0	134,0	114,4 ± 8,7	115,0	(110,0 ; 120,0)	
Ciśnienie rozkurczowe (mmHg)	10	14	69,0	92,0	78,1 ± 7,7	75,0	(72,0 ; 84,0)	0,21
	11	50	56,0	94,0	77,2 ± 6,9	76,0	(72,0 ; 81,0)	
	12	59	60,0	104,0	81,3 ± 9,6	81,0	(75,0 ; 86,0)	
	Ogółem	123	56,0	104,0	79,3 ± 8,5	79,0	(73,0 ; 84,0)	

p<0,05 poziom istotności testu Tukeya dla ANOVA w celu porównań cech antropometrycznych badanej grupy dziewcząt w zależności od wieku

Na podstawie uzyskanych wyników w całej grupie dzieci wykazano, że 79% dziewczynek i 86,5% chłopców posiadało prawidłową masę ciała (5–85 pc). Nieodżywienie stwierdzono u 4,1% dziewczynek i 1,6% chłopców (<5 pc). Nadwagę odnotowano u 9,8% dziewczynek i 11% chłopców (> 85 pc), zaś otyłość u 7,3%

dziewczynek i 0,8% chłopców (> 95 pc). Nadmierna masa ciała najczęściej występowała w grupie 12-letnich dzieci, bez względu na wiek i płeć. Otyłość brzuszna na podstawie obwodu talii (>95 pc) stwierdzono u 12,2% dziewczynek i 9,5% chłopców.

Tab e l a III. Wskaźniki antropometryczne badanej grupy chłopców (n=127) w zależności od wieku  
Tab l e III. Anthropometric parametres among boys (n=127) by age

Wskaźnik antropometryczny	Wiek	n	Min	Max	$\bar{x} \pm SD$	Me	(Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )	p
Masa ciała (kg)	10	6	30,3	58,0	40,5 ± 9,5	37,8	(36,0 ; 42,9)	0,0001
	11	43	26,0	59,7	38,8 ± 6,7	37,0	(35,0 ; 42,7)	
	12	78	28,8	66,0	45,6 ± 8,0	45,6	(40,0 ; 50,0)	
	Ogółem	127	26,0	66,0	43,0 ± 8,3	42,6	(36,8 ; 47,9)	
Wysokość (m)	10	6	1,3	1,6	1,5 ± 0,1	1,4	(1,4 ; 1,5)	0,00002
	11	43	1,3	1,6	1,5 ± 0,1	1,5	(1,4 ; 1,5)	
	12	78	1,4	1,8	1,5 ± 0,1	1,6	(1,5 ; 1,6)	
	Ogółem	127	1,3	1,8	1,5 ± 0,1	1,5	(1,5 ; 1,6)	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	10	6	16,2	23,9	19,0 ± 2,5	19,0	(16,9 ; 19,9)	0,33
	11	43	13,5	29,3	18,2 ± 2,3	17,8	(16,8 ; 19,4)	
	12	78	14,1	29,3	18,9 ± 2,3	18,6	(17,3 ; 19,8)	
	Ogółem	127	13,5	29,3	18,7 ± 2,3	18,5	(17,1 ; 19,8)	
Obwód talii (cm)	10	6	64,0	86,0	70,5 ± 7,2	67,5	(67,0 ; 73,0)	0,006
	11	43	46,0	89,0	64,6 ± 8,5	64,0	(58,0 ; 68,0)	
	12	78	54,0	89,0	69,7 ± 7,4	69,0	(66,0 ; 73,0)	
	Ogółem	127	46,0	89,0	68,0 ± 8,1	67,0	(63,0 ; 73,0)	
Obwód bioder (cm)	10	6	70,0	96,0	79,8 ± 9,4	77,5	(73,0 ; 85,0)	0,00003
	11	43	65,0	92,0	74,9 ± 6,2	74,0	(70,0 ; 78,0)	
	12	78	64,0	98,0	81,7 ± 6,8	82,0	(76,0 ; 85,0)	
	Ogółem	127	64,0	98,0	79,3 ± 7,4	79,0	(74,0 ; 84,0)	
Ciśnienie skurczowe (mmHg)	10	6	115,0	136,0	122,7 ± 10,4	117,0	(115,0 ; 136,0)	0,28
	11	43	90,0	140,0	116,4 ± 10,3	115,0	(110,0 ; 121,0)	
	12	78	90,0	155,0	119,9 ± 10,8	120,0	(114,0 ; 127,0)	
	Ogółem	127	90,0	155,0	118,9 ± 10,7	119,0	(113,0 ; 126,0)	
Ciśnienie rozkurczowe (mmHg)	10	6	65,0	83,0	74,8 ± 6,6	75,5	(70,0 ; 80,0)	0,22
	11	43	60,0	98,0	72,2 ± 8,4	70,0	(66,0 ; 75,0)	
	12	78	50,0	92,0	75,1 ± 8,3	75,0	(70,0 ; 82,0)	
	Ogółem	127	50,0	98,0	74,1 ± 8,3	73,0	(70,0 ; 80,0)	

p<0,05 poziom istotności testu Tukeya dla ANOVA w celu porównań cech antropometrycznych badanej grupy chłopców w zależności od wieku

*Banaś i współpr.* (7) przeprowadzili podobne badania wśród dzieci i młodzieży w wieku 7–16 lat. Badaniami objęto grupę 325 dzieci, w tym 148 chłopców i 177 dziewcząt. Nadwagę i otyłość klasyfikowano w oparciu o siatki centylowe BMI dla określonej płci i wieku opracowane przez zespół badaczy OLAF. Nadmierną masę ciała częściej odnotowywano u chłopców (23%) niż u dziewcząt (15,8%) oraz w grupie dzieci w wieku 13 lat. Otyłość stwierdzono u 10,7% dziewcząt i 14,2% chłopców. Nieprawidłowy obwód talii występował u 70% dzieci z nadwagą i 95,5% z otyłością.

W latach 2005–2006 *Ostrowska-Nawarycz i Nawarycz* (8) przeprowadzili badania wśród 26 525 dzieci i młodzieży w wieku 7–19 lat, w tym 13 166 chłopców oraz 13 359 dziewcząt z 111 szkół łódzkich. Badania prowadzone były w ramach programu „Wczesna profilaktyka nadciśnienia tętniczego oraz nadwagi i otyłości u dzieci i młodzieży w Łodzi”. Badacze w ocenie występowania otyłości brzusznej posłużyli się wskaźnikiem WHtR, będącym stosunkiem obwodu pasa do wysokości ciała. Wykazano wyższą częstość występowania otyłości brzusznej u chłopców (7,6%) niż u dziewcząt (6,8%), inaczej niż w badaniach własnych. Powyższe różnice prawdopodobnie wynikają ze znacznie większej liczebności badanej grupy i szerszego przedziału wiekowego.

Na przełomie kwietnia i maja 2007 r. *Felińczak i Hama* (4) przeprowadzili badania na terenie Wrocławia wśród 1800 dzieci i młodzieży w wieku 8–18 lat. Do szkół podstawowych uczęszczało 984 uczniów, do gimnazjalnych 492, zaś do ponadgimnazjalnych 326 osób. Badania obejmowały pomiar podstawowych wskaźników antropometrycznych – masy i wysokości ciała. W celu oszacowania wśród dzieci i młodzieży nadwagi i otyłości zastosowano wskaźnik BMI. Nadwaga najczęściej występowała w grupie 13-letnich dziewcząt (24,74%) i chłopców (25,37%). W badanej grupie dzieci odnotowano dwukrotnie większy odsetek 10-letnich chłopców z otyłością (12,36%) niż dziewcząt (6,67%).

W roku 2008 *Bączyk i współpr.* (9) przeprowadzili badania w 5 wylosowanych szkołach podstawowych z województwa wielkopolskiego. Badaniem objęto 155 uczniów w wieku 10–12 lat, w tym 69 chłopców (45% grupy badanej) i 86 dziewczynek (55% grupy badanej). Posługując się siatkami centylowymi BMI wykazano, że 63% chłopców i 49% dziewczynek posiadała prawidłową masę ciała. W badaniach własnych odnotowano znacznie większy odsetek dzieci o prawidłowym BMI. Odmiennie wyniki mogą wynikać z metodyki prowadzonych badań. Autorzy cytowanego badania uwzględnili w ocenie dane antropometryczne deklarowane przez uczestników, natomiast w badaniach własnych uwzględniono pomiary antropometryczne wykonane samodzielnie z użyciem wagi lekarskiej i antropometru. Autorzy wykazali nadwagę u 27% chłopców i 15% dziewczynek. Stwierdzono również 3-krotnie większy odsetek dziewczynek z niedoborową masą ciała (36%) niż chłopców (10%).

*Stawińska i współpr.* (10) przeprowadzili w 2013 r. badania wśród uczniów klas IV–VI z losowo wybranych szkół podstawowych z województwa lubelskiego. Badaniami objęto grupę 113 uczniów w wieku 10–13 lat, w tym 59 chłopców (53%) i 54 dziewczynek (47%). Z miast pochodziło 58% badanych, natomiast ze środowiska wiejskiego 42%. W badaniach wykazano większy odsetek dzieci z otyłością (10,62%) i nadwagą (14,61%) mieszkających w mieście. Poza miastem mieszkało 2,65% dzieci z nadwagą i taki sam odsetek dzieci z otyłością.

Podobne badania zostały przeprowadzone w 2010 r. przez *Stankiewicz* i współpr. (11). W ramach pilotażowego badania Projektu 400 miast zbadano mieszkańców 8 małych miast z województwa pomorskiego, małopolskiego oraz wielkopolskiego. Badaniami objęto 1515 osób w wieku 6–18 lat. Nadwagę odnotowano u 9% dzieci, zaś otyłość u 5,1%.

## WNIOSKI

1. Zgodnie z aktualnymi standardami oceny stanu odżywienia dzieci, wykazano, że 79% badanych dziewczynek i 86,5% chłopców posiadało prawidłowe BMI.
2. Wśród jednej piątej badanych dzieci stwierdzono nadwagę lub otyłość.
3. Postuluje się ciągły monitoring sytuacji zdrowotnej dzieci, szczególnie tych znajdujących się w grupie ryzyka nadmiernej masy ciała w celu wczesnej prewencji chorób dietozależnych w przyszłości.

J. Wyka, E. Piotrowska, A. Broniecka, M. Bronkowska,  
D. Mazurek, J. Biernat

## NUTRITIONAL STATUS OF CHILDREN AGED 10–12 FROM WROCLAW

### Summary

To evaluate the nutritional status of 250 children aged 10–12 years, including 123 girls and 127 boys used anthropometric measurements: weight and body height, waist and hip measurement and blood pressure. Based on measurements of body mass and height BMI was determined and compared with standards from program OLAF. It has been shown that 79% of girls and 86.5% of boys had normal nutritional status. Malnutrition was found in 4.1% of girls and 1.6% of boys. Overweight was found in 9.8% of girls and 11% boys. The problem of obesity affected 7.3% of female students and 0.8% of students.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Roszko-Kirpsza I., Olejnik B.J., Zalewska M., Marcinkiewicz S., Maciorowska E.*: Wybrane nawyki żywieniowe a stan odżywienia dzieci i młodzieży regionu Podlasie. *Prob. Hig. Epidemiol.*, 2011; 92(4): 799-805. – 2. *Jarosz M., Rychlik E.*: Najczęstsze wady w żywieniu dzieci i młodzieży. W: *Jarosz M.* (red.). *Zasady prawidłowego żywienia dzieci i młodzieży oraz wskazówki dotyczące zdrowego stylu życia*. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2008. – 3. *Rożnowski J., Cymek L., Jeka S., Bożyłow D., Czaja R., Czarny W.*: Porównanie dziennych racji pokarmowych dzieci w wieku 10–15 lat z dwóch regionów Polski. *Now. Lekar.*, 2007; 76(3): 229-232. – 4. *Felińczak A., Hama F.*: Występowanie zjawiska nadwagi i otyłości wśród dzieci i młodzieży we Wrocławiu. *Pielęg. Zdrow. Publ.*, 2011; 1(1): 11-18. – 5. *Kulaga Z., Różdżyńska A., Palczewska I., Grajda A., Gurzkowska B., Napieralska E., Litwin M. oraz Grupa Badaczy OLAF.*: Siatki centylowe wysokości, masy ciała i wskaźnika masy ciała dzieci i młodzieży w Polsce – wyniki badania OLAF. *Stand. Med.*, 2010; 7: 690-700. – 6. *Kulaga Z., Litwin M., Zajaczkowska M. M., Wasilewska A., Tkaczyk M., Gurzkowska B., Świąder A., Różdżyńska A., Napieralska E., Grajda A., Barwicka K., Zespół Badaczy OLAF.*: Regionalne różnice parametrów antropometrycznych oraz ciśnienia tętniczego uczniów w wieku 7–18 lat. *Prob. Hig. Epidemiol.*, 2009; 90(1): 32-41. – 7. *Banaś I., Kardas P.*: Pomiar obwodu talii u dzieci i młodzieży narzędziem przesiewowym oceny czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. *Forum Med. Rodz.*, 2011; 5(3): 229-238. – 8. *Ostrowska-Nawarycz L., Nawarycz T.*: Otyłość brzuszna u dzieci i młodzieży – doświadczenia łódzkie. *Endok. Otył. Zaburz. Przem. Mat.*, 2007; 3(1): 1-8. – 9. *Bączyk I., Sawicka N., Gutaj P., Dzikowska k., Snarska M., Skitek K., Fidler*

*E., Błaszyńska A.* : Analiza nawyków żywieniowych dzieci miejskich w wieku 10–12 lat z województwa wielkopolskiego. *Ped. Współ. Gastroenterol. Hepatol. Żyw. Dziecka.*, 2010; 12(3): 113-116. – 10. *Stawińska T., Kozak A., Stolarz I., Majcher P.*: Aktywność fizyczna a występowanie nadwagi i otyłości u dzieci w klasach IV–VI w środowisku miejskim i wiejskim. *Zdrow. dobrost.*, 2013; 3: 125-138.

11. *Stankiewicz M., Pieszko M., Śliwińska A., Małgorzewicz S., Wierucki L., Zdrojewski T., Wyrzykowski B., Łysiak-Szydowska W.*: Występowanie nadwagi i otyłości oraz wiedza i zachowania zdrowotne dzieci i młodzieży małych miast i wsi – wyniki badania Polskiego Projektu 400 Miast. *Endokrynol. Otył. Zaburz. Przem. Mat.*, 2010; 6(2): 59-66.

Adres: 51-630 Wrocław, ul. Chełmońskiego 37/41.

*Dominika Mazurek, Joanna Wyka, Anna Broniecka, Ewa Piotrowska,  
Monika Bronkowska, Jadwiga Biernat*

## OCENA SPOSOBU ŻYWIENIA DZIECI W WIEKU 10–12 LAT Z TERENU WROCŁAWIA\*)

Katedra Żywienia Człowieka,  
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu  
Kierownik: dr hab. *M. Bronkowska*

*Do oceny sposobu żywienia 138 dziewcząt i 145 chłopców ze szkół podstawowych z terenu Wrocławia, wykorzystano 24-godzinny wywiad żywieniowy powtórzony 7-krotnie. W badaniach wykazano niedobór energii oraz wybranych składników odżywczych w całodziennych racjach pokarmowych (CRP) w prawie całej badanej grupie. Mediana wartości energetycznej CRP dziewcząt wynosiła 1235,0 kcal, chłopców 1436,3 kcal. Mediana zawartości błonnika pokarmowego w CRP dziewcząt wynosiła 11,7 g, natomiast dla chłopców 13,2 g. Wykazano istotną różnicę w podaży błonnika pokarmowego ze względu na płeć.*

Słowa kluczowe: sposób żywienia, energia, makroskładniki.  
Key words: eating habits, energy, macronutrients.

Sposób żywienia to uwarunkowany kulturowo zespół zwyczajów obejmujących wybór różnych produktów żywnościowych, sposób ich przygotowania do spożycia oraz konsumpcję. Zespół ten określa liczba, jakość, częstotliwość oraz regularność spożywanych posiłków w ciągu dnia, tygodnia lub miesiąca (1). Do czynników warunkujących sposób żywienia można zaliczyć czynniki ekonomiczne, klimatyczne, kulturowe, społeczne oraz psychologiczne (2).

Prawidłowy sposób żywienia dzieci w wieku szkolnym jest bardzo istotny, ponieważ w tym czasie obserwuje się ich dynamiczny rozwój przejawiający się skokiem pokwitaniowym (3). Okres ten odznacza się m.in. szybkim tempem przyrostu kości, mięśni, tkanek a także podstawowych elementów morfotycznych krwi, co przyspiesza tempo wzrostu (4). Podstawą prawidłowego sposobu żywienia dzieci w wieku szkolnym powinna być zbilansowana i urozmaicona dieta, bogata w pełnowartościowe białko (chude mięso, mleko i produkty mleczne), złożone węglowodany, owoce i warzywa oraz tłuszcze roślinne (5). Prawidłowe żywienie wpływa na rozwój całego organizmu, stan zdrowia, sprawność fizyczną i umysłową młodej osoby, może także zapobiec powstawaniu w przyszłości wielu chorób dietozależnych, takich jak otyłość, cukrzyca typu 2 czy choroby układu sercowo-naczyniowego (6).

---

\*) Badania przeprowadzono w ramach grantu KBN nr 312183438 – „Ocena częstości występowania żywieniowych i pozażywniowych czynników ryzyka zespołu metabolicznego u dziewcząt i chłopców na poziomie różnych etapów okresu dojrzewania”.



Celem pracy była ocena sposobu żywienia dzieci w wieku szkolnym w aspekcie występowania nadmiarów i niedoborów wybranych składników odżywczych.

## MATERIAŁ I METODY

Grupę badaną stanowiło 283 uczniów (138 dziewcząt i 145 chłopców) w wieku 10–12 lat z wybranych wrocławskich szkół podstawowych uczestniczących w programie „Szkola promująca zdrowie”. Przeprowadzono 24-godzinny wywiad żywieniowy powtórzony 7-krotnie. Wywiad został przeprowadzony przez przeszkolonego ankietera. W celu prawidłowej oceny wielkości spożywanych porcji wykorzystywano „Album fotografii produktów i potraw” (7). Zawartość wybranych składników odżywczych i podaż energii w całodziennych racjach pokarmowych (CRP) obliczono za pomocą programu komputerowego „Energia v 4.1. Uzyskane wyniki porównano z ustalonymi indywidualnie dla każdego dziecka wartościami norm i zaleceń dla dziewcząt i chłopców w wieku 10–12 lat. Indywidualne zapotrzebowanie na energię wyznaczono na podstawie należnej masy ciała dziecka. Następnie wyliczono wartości całkowitego wydatku energii (TEE) w kcal/dobę dla umiarkowanej aktywności fizycznej ze wzorów (8):

$$\text{dla chłopców: } TEE = 310,2 + 63,3 mc - 0,263 mc^2,$$

$$\text{dla dziewcząt: } TEE = 263,4 + 65,3 mc - 0,454 mc^2,$$

gdzie:

mc – należna masa ciała (kg).

Dla dzieci wykazujących umiarkowaną aktywność fizyczną otrzymane wyniki były jednocześnie indywidualnym zapotrzebowaniem na energię. Dla dzieci o wysokiej aktywności fizycznej wartości te obliczono, dzieląc wartości TEE przez wartość współczynnika PAL dla umiarkowanej aktywności fizycznej (dla dziewcząt – 1,70, dla chłopców – 1,75) i mnożąc przez wcześniej wyznaczony współczynnik PAL dla wysokiej aktywności fizycznej dziecka (dla dziewcząt – 1,95, a dla chłopców – 2,00). Przyjęto, że zapotrzebowanie na tłuszcze ogółem powinno wynosić maksymalnie 30% całodziennego zapotrzebowania energetycznego. Podaż nasyconych kwasów tłuszczowych ogółem powinna stanowić mniej niż 10% całodziennego zapotrzebowania energetycznego (9). Zapotrzebowanie dzienne na węglowodany ogółem wyznaczono po odjęciu od całodziennego zapotrzebowania energetycznego wyznaczonych wcześniej wartości na białko i tłuszcz ogółem. Normę na błonnik pokarmowy przyjęto na poziomie AI, czyli 19 g/dobę (9). Dane prezentowane w niniejszej pracy zostały przedstawione za pomocą mediany, ponieważ ich rozkłady nie były normalne. Uzyskane wyniki omówiono w aspekcie częstości występowania nadmiarów i niedoborów podaży energii oraz wybranych składników odżywczych z uwzględnieniem podziału na płeć oraz 3 grupy wiekowe (10, 11 i 12 lat).

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W tab. I przedstawiono podaż energii i wybranych makroskładników odżywczych oraz % realizacji norm lub zaleceń przez medianę energii i wybranych składników odżywczych w badanych racjach pokarmowych dziewcząt i chłopców.

Tab e l a I. Podaż energii i wybranych makroskładników w racjach pokarmowych dzieci w wieku 10–12 lat  
 Tab l e I. The supply of energy and selected macronutrients in food rations of children aged 10–12 years

Podaż	Płeć	n	Min	Max	Me	% realizacji norm i zaleceń przez Me
Energia (kcal)	Dz	138	628,2	2454,2	1235,0	52,1
	Ch	145	651,7	2619,0	1436,3	51,9
Tłuszcz ogółem (g)	Dz	138	20,0	104,6	45,6	57,3
	Ch	145	16,0	104,0	56,7	61,2
Węglowodany ogółem (g)	Dz	138	76,2	333,2	174,4	44,3
	Ch	145	80,9	340,1	187,1	42,5
Kwasy tłuszczowe nasycone ogółem (g)	Dz	138	8,5	52,5	19,5	73,1
	Ch	145	7,0	57,0	24,0	79,7
Błonnik pokarmowy (g)	Dz	138	4,7	23,7	11,7	<b>61,8*</b>
	Ch	145	4,7	27,3	13,2	<b>69,7*</b>

\* $p < 0,05$ , test Tukeya

Przeprowadzone badania wykazały zbyt niską podaż energii w całodziennych racjach pokarmowych dzieci, zarówno u dziewcząt, jak i u chłopców w stosunku do ich dziennego zapotrzebowania. Mediana podaży energii w racjach dziewcząt wynosiła 1235,0 kcal, a u chłopców 1426,3 kcal, co stanowiło odpowiednio 52,1% i 51,9% ich indywidualnego zapotrzebowania na energię. Racje pokarmowe dziewcząt w wieku 10 lat w porównaniu z pozostałymi grupami wiekowymi wykazywały najwyższy procent realizacji zapotrzebowania na energię (54,4% normy). Podobnie w grupie chłopców 10-letnich racje pokarmowe odznaczały się najwyższym procentem realizacji zapotrzebowania energetycznego (67% normy). Podobne wyniki w realizacji norm na energię otrzymali *Roznowski* i współpr. (10) badając dzienne racje pokarmowe dzieci (84 osoby) w wieku 10-15 lat z dwóch regionów Polski – na terenach wiejskich Kaszub oraz w Ustrzykach Dolnych i okolicy. Autorzy stwierdzili, że badani spożywali posiłki o niewystarczającej wartości energetycznej w porównaniu z ich dziennym zapotrzebowaniem, realizując średnio 73,5% zalecanej normy na energię (10). *Goluch-Koniusz* i współpr. (11) w swoich badaniach również wykazali zbyt niską podaż energii w całodziennych racjach pokarmowych grupy dzieci z BMI  $\geq 90$  percentyla w porównaniu z ich zapotrzebowaniem. Prowadzili oni badania wśród dziewcząt i chłopców w wieku 13 lat z nadwagą i otyłością (80 osób) z terenu miasta Szczecina. Wykazano w cytowanych badaniach, że jadłospisy badanych osób cechowały się niewystarczającą wartością energetyczną. Dziewczęta realizowały normę na energię w 70,1%, a chłopcy w 91,1% (11). *Czerwonogrodzka* i *Bawa* (12) w swoich badaniach także wykazali niedostateczną realizację norm na energię wśród badanej grupy chłopców i dziewcząt w wieku 10–12 lat z nadwagą i otyłością prostą (25 osób) z terenu miasta Warszawa. Autorzy wykazali, że dziewczęta realizowały normę na energię średnio w 81,5%, a chłopcy w 67,2%. Autorzy przypuszczają, że nadwaga i otyłość wśród badanej grupy dzieci mogła być spowodowana nadmier-

nym, w stosunku do zaleceń, udziałem energii z tłuszczów w całodziennych racjach pokarmowych (12).

W niniejszych badaniach wykazano zbyt niską podaż tłuszczów ogółem w grupie dziewcząt i chłopców w stosunku do ich dziennego zapotrzebowania. Całodzienna racja pokarmowa dziewcząt dostarczała średnio 45,6 g tłuszczów, co stanowiło 57,3% realizacji normy, zaś chłopców – 56,7 g tłuszczów, co stanowiło 61,2% realizacji normy. Racje pokarmowe chłopców w wieku 10 lat w porównaniu z pozostałymi grupami wiekowymi wykazywały najwyższy procent realizacji normy na tłuszcz (75,5% normy). W całodziennych racjach pokarmowych dziewcząt procent realizacji normy na ten składnik utrzymywał się na zbliżonym poziomie. W badaniach *Falkowskiej* i współpr. (13) obejmujących grupę dzieci (866 osób) z Białegostoku w wieku 10–12 lat wykazano odmienne w stosunku do własnych wyniki dotyczące realizacji normy na tłuszcz ogółem przez dzieci z prawidłową masą ciała oraz z nadwagą i otyłością. Realizacja normy na ten składnik w grupie dziewcząt z prawidłową masą ciała wynosiła 99,8%, a w grupie dziewcząt z nadwagą i otyłością 128,5%. W grupie chłopców z prawidłowym BMI % realizacji normy na tłuszcz wynosił 103,3%, a w grupie chłopców z nadwagą i otyłością 121,4% (13).

Przeprowadzone badania wykazały zbyt niską podaż kwasów tłuszczowych nasyconych (NKT) ogółem zarówno w grupie dziewcząt, jak i chłopców w stosunku do dziennego zalecenia. W przeprowadzonych badaniach przeciętne spożycie NKT ogółem wynosiło u dziewcząt 19,5 g, a u chłopców 24,0 g, co stanowiło odpowiednio 73,1% i 79,7% realizacji dziennego zalecenia na ten składnik. W największym stopniu zalecenie na NKT w porównaniu z pozostałymi grupami wiekowymi realizowały dziewczęta 11-letnie (79,3% dziennego zalecenia), natomiast w grupie chłopców – 10-latkowie (101,4% dziennego zalecenia). W badaniach *Bączyk* i współpr. (14) w grupie dzieci (n=155) w wieku 10–12 lat z województwa wielkopolskiego wykazano wyższe spożycie NKT niż w niniejszej pracy. Średnie spożycie kwasów tłuszczowych nasyconych w grupie chłopców wynosiło 36,4 g, a w grupie dziewcząt 33,3 g (14).

Przeprowadzone badania wykazały zbyt niską podaż węglowodanów ogółem zarówno w grupie dziewcząt, jak i chłopców w stosunku do ich dziennego zapotrzebowania. Wykazano, że mediana podaży węglowodanów ogółem dla dziewcząt wynosiła 174,4 g, a dla chłopców 187,1 g, co stanowiło odpowiednio 44,3% i 42,5% realizacji ich zapotrzebowania. W największym stopniu zalecaną podaż węglowodanów ogółem w porównaniu z pozostałymi grupami wiekowymi realizowały racje pokarmowe dziewczęta 10-letnich (47,4% dziennego zapotrzebowania) i chłopcy 10-letni (59,5% dziennego zapotrzebowania). W badaniach *Falkowskiej* i współpr. (13) wykazano wyższy % realizacji dziennego zapotrzebowania na węglowodany ogółem niż w niniejszej pracy. Badana grupa dziewcząt z prawidłową masą ciała realizowała swoje zapotrzebowanie na ten składnik w 90%, a grupa dziewcząt z nadwagą i otyłością w 99,5%. Chłopcy z prawidłowym BMI realizowali dzienne zapotrzebowanie na ten składnik w 85,8%, natomiast chłopcy z nadwagą i otyłością w 102,8% (13).

W niniejszych badaniach wykazano zbyt niską podaż błonnika pokarmowego zarówno w racjach pokarmowych dziewcząt, jak i chłopców w stosunku do ich dziennego zapotrzebowania. Przeciętne spożycie błonnika pokarmowego w grupie dziewcząt

wynosiło 11,7 g, a w grupie chłopców 13,2 g, co stanowiło odpowiednio 61,8% i 69,7% realizacji normy. W największym stopniu normę na ten składnik w porównaniu z pozostałymi grupami wiekowymi realizowano w grupie dziewcząt 11-latk (64,7% normy), natomiast w grupie chłopców – osoby w wieku 10 lat (77,9% normy). Wykazano istotne różnice w realizacji normy na węglowodany ogółem w grupie dziewcząt i chłopców. Racje pokarmowe chłopców odznaczały się wyższym stopniem realizacji normy na błonnik pokarmowy niż racje pokarmowe dziewczęta. W badaniach *Vitolo* i współpr. (15), którzy oceniali spożycie błonnika wśród brazylijskiej młodzieży w wieku 10–19 lat (722 osoby), również wykazano jak w niniejszej pracy niedobory tego składnika w racjach pokarmowych większości dziewcząt (16,9 g) i chłopców (21,5 g) (15). Całodzienne racje pokarmowe dzieci uczestniczących w badaniach *Falkowskiej* i współpr. (13) także odznaczały się niską zawartością błonnika. Dziewczęta o prawidłowej masie ciała realizowały 71,2% zaleceń na ten składnik, a chłopcy o prawidłowym BMI 72,4% zaleceń (13). *Goluch-Koniusz* i współpr. (11) w swoich badaniach również wykazali zbyt niską podaż błonnika pokarmowego w racjach pokarmowych dzieci z BMI  $\geq 90$  percentyla w stosunku do ich dziennego zapotrzebowania. Dziewczęta realizowały 44,3% zaleceń, a chłopcy 66,7% zaleceń na ten składnik. *Janssen* i współpr. (16) w badaniu obejmującym uczniów w wieku 10–16 lat z 34 krajów, wykazali, że odsetek chłopców i dziewcząt w Polsce spożywających raz dziennie i częściej owoce lub warzywa wynosił odpowiednio 46,1% i 36,3%, co może mieć bezpośredni związek z ogólnym niskim spożyciem błonnika pokarmowego w tej grupie.

Nieprawidłowo zbilansowana dieta nie jest w stanie pokryć dziennego zapotrzebowania na energię i składniki pokarmowe niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Całodzienne racje pokarmowe badanej grupy dzieci wykazywały częściej niedobory niż nadmiary w podaży energii i wybranych makroskładników.

## WNIOSKI

1. Całodzienne racje pokarmowe badanej grupy dzieci odznaczały się niedoborem energii i wybranych makroskładników odżywczych: tłuszczów ogółem, kwasów tłuszczowych nasyconych ogółem, węglowodanów ogółem i błonnika pokarmowego w stosunku do ich dziennego zapotrzebowania.

2. Stwierdzono istotną różnicę w podaży błonnika pokarmowego w całodziennych racjach pokarmowych dziewcząt i chłopców.

D. Mazurek, J. Wyka, A. Broniecka, E. Piotrowska,  
M. Bronkowska, J. Biernat

NUTRITION ASSESSMENT OF CHILDREN AGED 10–12 YEARS FROM WROCLAW

### Summary

Proper nutrition of school children is very important, because at the time they experience rapid pubertal increments. The proper diet of schoolchildren should be balanced and varied, rich in complete protein, complex carbohydrates, fruits and vegetables and vegetable fats. Twenty-four-hour dietary recall survey repeated seven times was used to assess the diet of 138 girls and 145 boys from primary schools

from the area of Wrocław. The results revealed a shortage of energy and selected nutrients in the daily food rations (DFR) in almost all members of the study group. Median DFR energy value was 1235.0 kcal for girls, and 1436.3 kcal for boys. Median dietary fiber content in DFR of the girls was 11.7 g, the corresponding value for the boys was 13.2 g. There was a significant difference in the supply of dietary fiber between the girls and the boys.

#### PIŚMIENNICTWO

1. *Gawęcki J.*: Człowiek i jego pokarm W: *Gawęcki J.* (red.) *Żywienie Człowieka. Podstawy Nauki o Żywieniu*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010. – 2. *Gawęcki J., Roszkowski W.*: Wstęp do części 2: Uwarunkowania sposobu żywienia się społeczeństwa W: *Gawęcki J.* (red.), *Roszkowski W.* (red.) *Żywienie Człowieka a Zdrowie Publiczne*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012. – 3. *Wojnarowska B.*: Edukacja zdrowotna podręcznik akademicki. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008. – 4. *Woś H., Staszewska-Kwak A.*: *Żywienie dzieci*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008. – 5. *Ryżko J., Socha P.*: *Żywienie niemowląt, dzieci i młodzieży* W: *Grzymisławski M.* (red.), *Gawęcki J.* (red) *Żywienie człowieka zdrowego i chorego*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011. – 6. *Kollajtis-Dolowy A., Matysiuk E., Boniecka I.*: Zwyczaje żywieniowe wybranej grupy dzieci 11–12-letnich z Białegostoku. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007; 6(55): 335-342. – 7. *Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.*: Album fotografii produktów i potraw. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2008. – 8. *FAO*: Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Food and Nutrition Technical Report Series 1, Rome 2004. – 9. *Jarosz M.* (red.). 2012. Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2012. – 10. *Rożnowski J., Cymek L., Jeka S., Bożilow D., Czaja R., Czarny W.*: Porównanie dziennych racji pokarmowych dzieci w wieku 10–15 lat z dwóch regionów Polski. *Now. Lek.*, 2007; 76(3): 229-232.

11. *Goluch-Koniuszy Z., Friedrich M., Radziszewska M.*: Ocena sposobu żywienia i stanu odżywienia oraz prozdrowotna edukacja żywieniowa dzieci w okresie skoku pokwitaniowego z terenu miasta Szczecin. *Roczn. PZH*, 2009; 60(2): 143-149. – 12. *Czerwonogrodzka A., Bawa S.*: Spożycie energii oraz makroskładników przez dzieci w wieku 7–12 lat z nadwagą i otyłością prostą. *Roczn. PZH*, 2007; 58(1): 53-60. – 13. *Falkowska A., Stefańska E., Ostrowska L.*: Ocena sposobu żywienia dzieci w wieku 10–12 lat o zróżnicowanym stopniu odżywienia. *Endokrynol., Otyłość*, 2011; 7(4): 222-228. – 14. *Bączyk I., Sawicka N., Gutaj P., Dzikowska K., Snarska M., Skitek K., Fidler E., Błaszczewska A.*: Analiza nawyków żywieniowych dzieci miejskich w wieku 10–12 lat z województwa wielkopolskiego. *Pediatr. Współcz.*, 2010; 12(3): 113-116. – 15. *Vitolo M. R., Campagnolo P. D. B., Gama C. M.*: Factors associated with risk of low dietary fiber intake in adolescents. *Jornal de Pediatria*, 2007; 83(1): 47-52. – 16. *Janssen I., Katzmarzyk P.T., Boyce W. F., Vereecken C., Mulvihill C., Roberts C., Currie C., Pickett W. and The Health Behaviour in School-Age Children Obesity Working Group*: Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. *Obes Rev*, 2005; 6: 123-132.

Adres: 51-630 Wrocław, ul. Chełmońskiego 37/41

Zuzanna Goluch-Koniuszy, Marta Giezek<sup>1</sup>

STAN ODŻYWIENIA, SKŁAD CIAŁA  
A SPOSÓB ŻYWIENIA OTYŁYCH KOBIET W WIEKU 60–85 LAT,  
SŁUCHACZEK STOWARZYSZENIA  
UNIwersYTETU TRZECIEGO WIEKU W SZCZECINIE

Zakład Fizjologii Żywienia Człowieka,  
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie  
Kierownik: prof. dr hab. M. Friedrich

<sup>1</sup> Miejski Ośrodek Pomocy Rodzinie w Szczecinie  
Dyrektor: dr M. Giezek

*Celem pracy była ocena stanu odżywienia, składu ciała i sposobu żywienia kobiet z BMI  $\geq 25$  (kg/m<sup>2</sup>) w wieku 60–69 lat oraz 70–85 lat, słuchaczek Uniwersytetu Trzeciego Wieku w Szczecinie. Dokonano oceny: stanu odżywienia, składu ciała, statusu socjoekonomicznego, ilościowej całodziennych racji pokarmowych (crp) oraz ich wypadkowego Indeksu Glikemicznego (GI) i Ładunku Glikemicznego (GL). U wszystkich kobiet w wieku 70–85 lat występowała otyłość oraz większy odsetek osób z otyłością wisceralną. W obu grupach wiekowych kobiet stwierdzono wysoką zawartość tkanki tłuszczowej (FM), której towarzyszyły zmniejszona zawartość wody całkowitej (TBW) oraz beztłuszczowej masy ciała (FFM). W crp kobiet zawartość energii i większości składników odżywczych odbiegały od zalecanych wartości. Wypadkowy GI i GL posiłków badanych kobiet był niski, ale istotnie wyższy w drugich śniadaniach u kobiet młodszych. Badania wskazują na potrzebę udziału kobiet w prozdrowotnej edukacji żywieniowej mającej na celu korektę sposób żywienia, a tym samym redukcję masy ciała.*

Hasła kluczowe: stan odżywienia, sposób żywienia, skład ciała, otyłość, osoby starsze.

Key words: nutritional status, nutrition manner, body composition, obesity, elderly.

Według klasyfikacji WHO starość rozpoczyna się w 60 roku życia, gdy stwierdza się dwa zasadnicze typy zmian: obniżenie sprawności fizycznej oraz tzw. mnogą patologię wynikającą z przewagi procesów katabolicznych nad anabolicznymi. W wieku starszym pogarsza się również ogólny stan zdrowia i wzrasta ryzyko rozwoju chorób, m.in. sercowo-naczyniowych, zespołu metabolicznego, osteoporozy czy nowotworów. Dochodzi również do fizjologicznej zmiany składu komponentów ciała: zwiększenia zawartości tkanki tłuszczowej, zmniejszenia beztłuszczowej masy ciała oraz całkowitej zawartości wody ujemnie skorelowanej z zawartością tłuszczu (1). Również ważne, w tym okresie życia, jest postrzeganie własnej sytuacji życiowej, na którą mogą wpłynąć zdarzenia krytyczne tj. utrata zdrowia, kondycji, atrakcyjności fizycznej, bliskich osób, statusu społecznego i ekonomicznego, przydatności i pre-

stiżu oraz zbliżająca się perspektywa śmierci. Zmiany te mogą wpływać zarówno na funkcjonowanie społeczne i psychologiczne, jak i na sposób żywienia doprowadzając do nieprawidłowego stanu odżywienia pomimo, że powszechnie wiadomo, że może ono spowalniać tempo niekorzystnych zmian lub im zapobiegać. Wydaje się, że dysponowanie przez osoby starsze znaczną ilością wolnego czasu powinno być związane ze skupieniem baczniejszej uwagi na rodzaj i ilość spożywanych produktów żywnościowych. Jednakże wybór spożywanych pokarmów może być zależny zarówno od świadomości żywieniowej, zwyczajów nabytych w ciągu dotychczasowego życia, jak i od statusu materialnego, który najczęściej zmienia się po osiągnięciu statusu emeryta.

Celem pracy była ocena stanu odżywienia, składu ciała i sposobu żywienia otyłych kobiet w wieku 60–85 lat słuchaczek Uniwersytetu Trzeciego Wieku w Szczecinie (SUTW) przed rozpoczęciem udziału we współautorskim programie kilkumiesięcznej prozdrowotnej edukacji żywieniowej pt.: „*Żywnie w wieku starszym – jak być zdrowym, sprawnym i... szczuplejszym*” współfinansowanego przez Wydział Zdrowia i Polityki Społecznej Urzędu Miasta Szczecin (WZiPS-IV/MG/08/10 CRU 10/0001637).

## MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto 33 kobiety z BMI  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> w wieku 60–85 lat, słuchaczki szczecińskiego SUTW, które zgłosiły się na ochotnika do realizacji programu kilkumiesięcznej prozdrowotnej edukacji żywieniowej. Charakterystykę socjoekonomiczną kobiet uzyskano w czasie indywidualnej rozmowy wykorzystując kwestionariusz przygotowany na potrzeby tych badań.

Kobiety podzielono na dwie grupy: 60–69 lat (wiek podeszły n=17) oraz 70–85 lat (wiek starszy n=17) i dokonano pomiarów antropometrycznych: masy ciała bez obuwia w lekkiej odzieży wierzchniej za pomocą wagi lekarskiej Radwag WPT-200; wysokości ciała w pozycji frankfurckiej przy stadiomteru SECA 215; obwodu talii mierzonego w połowie odległości między dolnym brzegiem łuku żeberowego i górnym grzebieniem kości biodrowych oraz obwodu bioder na wysokości krętarzy większych przy użyciu taśmy antropometrycznej Gulick’a. Również dokonano pomiaru składu ciała kobiet w pozycji leżącej metodą bioimpedancji elektrycznej BIA (*Bioelectrical Impedance Analysis*) przy użyciu aparatu *Bodystat®1500MDD* firmy Bodystat Ltd. z oprogramowaniem *Body Manager* wykorzystującym równania regresji dla określania składu ciała osób starszych (2). Określono: zawartość tkanki tłuszczowej (FM – *Fat Mass*), zawartość beztłuszczowej masy ciała (FFM – *Fat-Free Mass*), całkowitą zawartość wody (TBW – *Total Body Water*). Obliczono również wskaźnik FFM/wzrost (g/cm). Na podstawie uzyskanych danych antropometrycznych obliczono i zinterpretowano wskaźniki: BMI (*Body Mass Index*) ze wzoru: masa ciała (kg)/wzrost (m)<sup>2</sup> (3); WHR (*Waist-to-Hip Ratio*) ze wzoru: obwód talii (cm)/obwód bioder (cm) wskazującego na wisceralne gromadzenia tkanki tłuszczowej  $\geq 0,85$  (4).

Respondentki, po wcześniejszym poinstruowaniu, na bieżąco notowały czas, rodzaj i ilość spożywanej żywności w trzech (24-godzinnych) losowo wybranych

dniach tygodnia (w tym 1 weekendowym). Uzyskane, metodą bieżącego notowania, 99 jadłospisów (48 od kobiet młodszych i 51 od starszych) opracowano przy użyciu programu „Dietetyk 2014”, określając spożycie składników w każdym dniu, a następnie średnie spożycie z 3 dni, które porównano z normami zalecanego spożycia (RDA) indywidualnie odpowiednio dla wieku i płci. Udział energii pochodzącej z podstawowych składników odżywczych odniesiono do wartości: z białek 15%, z węglowodanów 55%, z tłuszczów 30% i z sacharozą < 10% (5).

W poszczególnych posiłkach badanych kobiet każdego jadłospisu obliczono wartości wypadkowego indeksu glikemicznego (*Glycemic Index*) oraz ładunku glikemicznego (*Glycemic Load*) (GI produktu x ilość zawartych w nim węglowodanów (g/100 g) z wykorzystaniem tabel (6). Przyjęto wartości GI produktów spożywczych: GI < 55 niski, GI = 56–70 średni oraz GI > 70 wysoki. Wartość GL przyjęto dla standardowych porcji produktów spożywczych jako: GL ≤ 10 mały, GL = 11–19 średni GL ≥ 20 duży. Ładunek Glikemiczny całodennej racji pokarmowej < 80 przyjęto jako niski, 80–119 jako średni, a > 120 jako wysoki (7).

Uzyskane wyniki, po sprawdzeniu normalności rozkładu testem Shapiro-Wilka, poddano obliczeniom statystycznym (na poziomie istotności  $p \leq 0,05$   $p \leq 0,01$ ) za pomocą komputerowego programu statystycznego Statistica 9.0®<sup>®</sup>, z zastosowaniem testu NIR. W przypadku procentu realizacji norm, przy których nie stwierdzono rozkładu normalnego, wyniki weryfikowano testem nieparametrycznym dla zmiennych ilościowych U’Manna–Whitneya.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Badaną grupę stanowiły głównie (78,8%) kobiety niezamężne (panny, wdowy, rozwódki), posiadające jedno lub dwoje dzieci, legitymujące się średnim wykształceniem, które przed przejściem na emeryturę wykonywały pracę umysłową w zawodach takich jak ekonomistka, pracownik administracji, nauczycielka czy pielęgniarka (tab. I). Okres przebywania na emeryturze wynosił od 1–26 lat. U połowy respondentek obecny dochód na osobę w rodzinie nie przekraczał 1500 PLN, stąd blisko 40% kobiet zadeklarowało pogorszenie swojego statusu materialnego a 12% z nich podjęło dodatkową działalność zarobkową. Tylko co piąta z badanych kobiet zadeklarowała w ankiecie poprawę statusu materialnego po przejściu na emeryturę. Do najczęściej deklarowanych przez kobiety rodzajów aktywności fizycznej należały: spacer, nordic walking, gimnastka zorganizowana i praca w ogródku działkowym.

Analiza danych antropometrycznych wykazała, że średnia wartość wskaźnika BMI, w obu grupach wiekowych badanych kobiet, przekraczała 30 kg/m<sup>2</sup> i wskazywała na otyłość II°, jednakże w grupie kobiet w wieku podeszłym były również osoby z otyłością I°, natomiast w grupie kobiet w wieku starszym również z otyłością III° (tab. II). Jest to zjawisko niekorzystne, gdyż otyłość w okresie starzenia pogarsza sprawność fizyczną, prowadzi do łamliwości kości i może stać się przyczyną niepełnosprawności, a tym samym skutkować utratą niezależności. Poza fizjologicznymi procesami inwolucyjnymi narządowymi i układowymi występującymi w okresie starzenia, to właśnie nieprawidłowy stan odżywienia sprzyja powikłaniom w ukła-



Tabela I. Charakterystyka socjoekonomiczna badanej grupy kobiet w wieku 60–85 lat, (n = 33)

Table I. Socioeconomic characteristics of the examined women aged 60–85 years, (n = 33)

Charakterystyka socjoekonomiczna	Kobiety (%)
Stan cywilny	
• panna	3,1
• zamężna	21,2
• wdowa	57,5
• wolny	18,2
Ilość posiadanych dzieci	
• brak	9,1
• 1	42,4
• 2	39,4
• > 2	9,1
Wykształcenie	
• średnie	69,7
• wyższe	30,3
Tryb pracy przed przejściem na emeryturę	
• fizyczna	18,2
• umysłowa	81,8
Czas przebywania na emeryturze od:	
• 1 – 5 lat	30,3
• 6 – 10 lat	24,2
• 10 – 15 lat	18,2
• >15 lat	27,3
Przybliżony miesięczny dochód na osobę w gospodarstwie domowym po przejściu na emeryturę	
• <1000 PLN	6,1
• 1000 – 1500 PLN	51,5
• 1500 – 2000 PLN	24,2
• >2000 PLN	18,2
Prowadzenie dodatkowej działalności zarobkowej	
• tak	12,0
• nie	88,0
Przejście na emeryturę spowodowało w życiu	
• znaczną poprawę	3,0
• poprawę	18,2
• pogorszenie	30,3
• znaczne pogorszenie	9,1
• brak zmian	39,4
Rodzaj i częstotliwość wykonywanej aktywności fizycznej	
• spacer	100
• Nordic Walking	24,2
• gimnastyka zorganizowana	18,2
• praca na działce	12,2
• taniec	6,1
• joga	3,0

dach sercowo-naczyniowym, oddechowym, kostno-stawowym, pokarmowym oraz wydalniczym (8). Istotnym sposobem zapobiegania otyłości, jak i redukcji masy ciała u osób starszych przy jednoczesnym zachowaniu masy mięśniowej, jest stoso-

wanie regularnej aktywności fizycznej. Deklarowane przez badane kobiety łagodne formy ruchu (o charakterze aerobowym) były dostosowane do stanu zdrowia oraz wieku, co w połączeniu z racjonalnym żywieniem może zmniejszać ryzyko rozwoju insulinooporności i cukrzycy typu 2. Zarówno bezpośrednio, poprzez sprawniejszy metabolizm glukozy w mięśniach, zwiększenie gęstości receptorów insulinowych, zwiększenie wrażliwości na insulinę, jak i pośrednio przez wpływ na obniżenie wartości wskaźników BMI i WHR. Ponadto aktywność fizyczna zapobiega nowotworzeniu, zmianom w kośćcu i układzie immunologicznym oraz poprawia samopoczucie i samoocenę, co jest niezwykle ważne w tym okresie życia, szczególnie u osób mieszkających samotnie, które stanowiły aż 2/3 badanych.

Tab e l a II. Wartości cech antropometrycznych oraz wskaźników BMI, WC, WHR u badanych kobiet, ( $\bar{x} \pm SD$ , n = 33)

Table II. Values of anthropometric attributes and of the BMI, WC, WHR indices in the examined women, ( $\bar{x} \pm SD$ , n = 33)

Cechy i wskaźniki	Kobiety $\bar{x} \pm SD$	
	60 – 69 lat (n = 16)	70 – 85 lat (n = 17)
Wiek (lata)	64,6 ± 3,5	76,3 ± 4,7
Masa ciała (kg)	77,4 ± 10,7	81,5 ± 13,9
Wysokość ciała (m)	1,58 ± 0,09	1,57 ± 0,05
WC (cm)	100,7 ± 15,1	101,4 ± 9,0
Obwód bioder (cm)	117,2 ± 12,6	111,1 ± 11,4
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	32,7 ± 6,2	31,5 ± 3,7
Otyłość I° 25,0 – 29,99 (%)	30,0	20,0
Otyłość II° 30,0 – 39,99 (%)	70,0	70,0
Otyłość III° ≥ 40 (%)	–	10,0
WHR	0,86 ± 0,07	0,92 ± 0,06
<0,85 (%)	40,0	10,0
≥ 0,85 (%)	60,0	90,0

W procesie starzenia, poza ogólnym wzrostem zawartości tkanki tłuszczowej, dochodzi do jej redystrybucji i wzrasta zawartość tłuszczu trzewnego oraz mięśniowego w stosunku do podskórnej tkanki tłuszczowej i całkowitej masy tkanki tłuszczowej. Jednak nie zawsze proces ten musi być związany ze spadkiem beztłuszczowej masy ciała (8). Wzrost zawartości tkanki tłuszczowej w mięśniach szkieletowych i w obrębie wątroby wiąże się z insulinoopornością, cukrzycą typu 2, nadciśnieniem i zwiększonym ryzykiem chorób sercowo-naczyniowych, co wynika z faktu wyższej aktywności lipolitycznej i wydzielniczej adipocytów. Analiza wartości wskaźnika WHR wykazała, że u 60% kobiet młodszych i u wszystkich starszych występowała otyłość wisceralna, która wiąże się z możliwością wystąpienia zespołu metabolicznego.

Starzenie się organizmu jest związane z fizjologicznymi zmianami w składzie ciała a stosowane różne wskaźniki stanu odżywienia choć są użyteczne, to jednak nie informują o zmieniającym się z wiekiem udziale tkanki tłuszczowej, beztłuszczowej masy ciała, w tym utracie masy mięśniowej. Pomimo iż wykazano (9), że

współczynnik korelacji pomiędzy wskaźnikiem BMI a zawartością tłuszczu u osób starszych jest wysoki (0,73–0,93), to jednak pełniejszej informacji o aktualnym składzie ciała dostarcza badanie metodą bioimpedancji BIA. Analiza wyników składu ciała wykazała (tab. III), że średnia zawartość tkanki tłuszczowej (FM) przekraczała normatywnie dla wieku 31% – u kobiet młodszych o 25,6%, a u starszych o 26,6%. Towarzyszyły temu: zmniejszona zawartość wody całkowitej (TBW) (analogicznie o ok. 2% i 2,9%) oraz zawartość beztłuszczowej masy ciała (FFM). Uzyskane parametry były porównywalne do opublikowanych przez innych autorów (9). Różnice w składzie ciała kobiet, pomimo różnicy wieku, nie były statystycznie istotne.

Tabela III. Skład ciała kobiet w wieku 60-69 lat i w wieku 70-85 lat (n = 33)

Table III. Body mass composition in 60-69 years old and 70-85 years old women (n = 33)

Wiek Parametr	60 – 69 lat (n = 16)			70 – 85 lat (n = 17)			Istotność różnic
	$\bar{x} \pm SD$	min – max	zalecane wartości	$\bar{x} \pm SD$	min – max	zalecane wartości	
FM (kg)	44,1 ± 8,5	27,7 – 57,9		47,6 ± 12,8	28,8 – 66,5		–
FM (%)	56,6 ± 4,7	45,0 – 60,8	22 – 31	57,6 ± 6,8	46,6 – 68,4	22 – 31	–
FFM (kg)	33,3 ± 3,4	30,1 – 40,1		33,8 ± 3,4	28,8 – 39,2		–
FFM (%)	43,4 ± 4,7	39,2 – 55,0	69 – 78	42,5 ± 6,8	31,6 – 53,4	69 – 78	–
TBW (l)	36,8 ± 3,3	33,1 – 43,8		37,7 ± 3,5	31,9 – 42,4		–
TBW (%)	48,0 ± 3,6	44,7 – 56,6	50 – 60	47,1 ± 5,3	39,7 – 55,7	50 – 60	–
FFM/wzrost (g/cm)	212,2 ± 16,5	192,9 – 246,0		213,6 ± 17,7	191,6 – 245,0		

– brak różnic statystycznie istotnych;

Wartość wskaźnika FFM/wysokość ciała (tab. III), świadczącego o wzroście zawartości tkanki tłuszczowej z wiekiem, w obu grupach badanych kobiet była zbliżona. Fizjologiczne obniżanie się wartości tego wskaźnika obserwuje się u kobiet już po 50 roku życia a powodem tego jest kompresja kręgow i kifoza oraz niedobór hormonu wzrostu. W przeprowadzonych badaniach wskaźnik ten był niższy (212 i 214 g/cm) niż stwierdzony przez *Bartlet i współpracownicy* (10) u kobiet z prawidłowym BMI w podobnych grupach wiekowych (62-65 lat i 66-96 lat), który wynosił analogicznie 248 oraz 243 g/cm.

Czynnikiem regulującym stan odżywienia jest urozmaicona i pełnowartościowa dieta, dostosowana pod względem metabolicznym do wieku. Pomimo czasu wolnego jakim dysponowały respondentki i możliwością poświęcenia większej uwagi komponowaniu posiłków, to jednak czynnikiem wpływającym na sposób żywienia był status ekonomiczny i możliwość zakupu oraz konsumpcji różnych grup produktów spożywczych. U badanych kobiet, ze względu na niskie dochody z emerytury asortyment spożywanych produktów nie był urozmaicony, co znalazło odzwierciedlenie w analizowanych jadłospisach.

Analiza crp kobiet w wieku podeszłym wykazała niską wartość energetyczną, niskie spożycie błonnika, cholesterolu, składników mineralnych (K, Ca, Mg), witamin

D, B<sub>1</sub> i C oraz wody, przy równocześnie występującym wysokim spożyciu białka ogółem i zwierzęcego, węglowodanów przyswajalnych, składników mineralnych (Na, P, Fe, Zn, Cu), witamin A, E, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub> oraz PP (tab. IV).

Tab e l a IV. Energia i podstawowe składniki odżywcze w dziennych racjach pokarmowych badanych kobiet, (n = 33)  
Tab l e IV. Energy value and basic nutrient levels in daily food rations of examined women, (n=33)

Składniki	Kobiety (n = 33)				Istotność różnic
	Wartości średnie ( $\bar{x} \pm SD, Me$ )		% realizacji norm RDA		
	60 – 69 lat (n = 16)	70 – 85 lat (n = 17)	60 – 69 lat (n = 16)	70 – 85 lat (n = 17)	
Energia (kcal)	1707,8 ± 579 (1684,6)	1464,4 ± 381 (1591,8)	88,7 ± 31,3 (89,6)	80,7 ± 22,3 (78,9)	–
Białko ogółem (g)	77,6 ± 23,3 (75,8)	66,8 ± 11,6 (66,6)	109,1 ± 37,6 (101,2)	97,3 ± 19,9 (100,5)	–
Białko zwierzęce (g)	51,9 ± 19,1 (50,5)	45,1 ± 12,4 (46,3)	219,8 ± 92,1 (192,1)	209,5 ± 69,5 (203,3)	–
Węglowodany przyswajalne (g)	202,4 ± 117,8 (203,8)	339,7 ± 73,4 (172,8)	155,7 ± 65,6 (141,1)	130,0 ± 53,0 (121,7)	–
Błonnik <sup>1</sup> (g)	20,1 ± 6,4 (19,7)	17,0 ± 5,9 (16,9)	80,3 ± 25,4 (78,9)	67,8 ± 23,4 (67,5)	–
Tłuszcze ogółem (g)	64,8 ± 21,4 (68,5)	57,7 ± 24,2 (49,4)	101,1 ± 35,0 (110,6)	96,7 ± 40,4 (83,0)	–
Cholesterol <sup>2</sup> (mg)	247,5 ± 100,8 (232,6)	242,0 ± 53,0 (251,7)	82,5 ± 33,6 (77,5)	80,7 ± 17,7 (83,9)	–
Wskaźnik P/S	2,7 ± 1,4	2,6 ± 1,3			
Sód (mg)	1953,5 ± 563 (1863,4)	1488,5 ± 409 (1354,6)	150,3 ± 43,3 (143,3)	124,0 ± 34,1 (112,9)	–
Potas (mg)	3359,3 ± 982 (3113,0)	3169,9 ± 869 (2900,5)	71,5 ± 20,9 (66,2)	67,4 ± 18,5 (61,7)	–
Wapń (mg)	666,6 ± 293 (597,4)	545,4 ± 180 (519,4)	51,3 ± 22,5 (46,0)	42,0 ± 13,9 (40,0)	–
Fosfor (mg)	1241,0 ± 339 (1229,4)	1064,6 ± 209 (1028,7)	177,3 ± 48,4 (175,6)	152,1 ± 29,8 (147,0)	–
Magnez (mg)	308,2 ± 103,0 (283,4)	262,5 ± 70,3 (252,1)	96,3 ± 32,2 (88,6)	82,0 ± 22,0 (78,8)	–
Żelazo (mg)	11,9 ± 4,4 (11,0)	9,5 ± 2,2 (9,3)	118,7 ± 43,5 (109,6)	94,5 ± 22,1 (93,5)	–
Cynk (mg)	10,4 ± 2,9 (10,1)	8,3 ± 1,7 (8,3)	137,6 ± 44,6 (126,1)	120,2 ± 39,4 (103,9)	–
Miedź (mg)	1,2 ± 0,4 (1,2)	1,1 ± 0,4 (0,9)	129,7 ± 36,8 (136,1)	103,2 ± 20,7 (100,8)	–
Witamina A (μg)	985,2 ± 369,2 (932,3)	802,7 ± 344 (686,0)	140,7 ± 52,7 (133,2)	114,7 ± 49,1 (98,0)	–
Witamina D (μg)	3,9 ± 3,1 (2,0)	2,9 ± 2,3 (1,8)	26,2 ± 20,5 (13,6)	19,3 ± 21,7 (12,3)	–

Tabela IV. (cd.)

Składniki	Kobiety (n = 33)				Istotność różnic
	Wartości średnie ( $\bar{x} \pm SD, Me$ )		% realizacji norm RDA		
	60 – 69 lat (n = 16)	70 – 85 lat (n = 17)	60 – 69 lat (n = 16)	70 – 85 lat (n = 17)	
Witamina E (mg)	10,3 ± 5,1 (9,5)	8,7 ± 4,2 (6,9)	129,2 ± 64,3 (118,3)	108,2 ± 52,6 (86,4)	–
Witamina B <sub>1</sub> (mg)	1,0 ± 0,3 (0,9)	0,8 ± 0,2 (0,7)	89,9 ± 27,8 (83,9)	71,1 ± 21,6 (66,1)	–
Witamina B <sub>2</sub> (mg)	1,5 ± 0,4 (1,5)	1,4 ± 0,3 (1,4)	138,8 ± 34,7 (140,4)	124,0 ± 27,8 (127,9)	–
Witamina B <sub>6</sub> (mg)	1,6 ± 0,5 (1,6)	1,5 ± 0,4 (1,4)	105,3 ± 33,0 (104,2)	99,8 ± 26,2 (91,3)	–
Witamina B <sub>12</sub> (mg)	3,7 ± 1,8 (3,5)	3,1 ± 0,9 (2,7)	155,2 ± 74,4 (147,5)	127,2 ± 38,5 (111,1)	–
Witamina PP (mg)	17,9 ± 5,9 (17,5)	16,4 ± 4,5 (15,8)	127,9 ± 42,2 (124,8)	117,2 ± 32,4 (113,2)	–
Witamina C (mg)	70,7 ± 40,4 (72,3)	82,9 ± 41,0 (84,4)	94,3 ± 53,8 (96,4)	110,6 ± 54,6 (112,6)	–
Woda (cm <sup>3</sup> )	2240,0 ± 511 (2187,6)	1900,5 ± 606 (1927,2)	82,9 ± 18,9 (81,0)	70,4 ± 22,4 (71,4)	–
Energia z białek (%)	18,9 ± 4,0 (18,7)	19,4 ± 5,0 (17,5)	126,3 ± 26,5 (124,5)	129,1 ± 37,6 (116,5)	–
Energia z tłuszczów (%)	33,9 ± 5,3 (34,8)	34,9 ± 10,1 (39,2)	112,8 ± 17,8 (116,2)	116,3 ± 33,5 (130,6)	–
Energia z węglowodanów (%)	47,2 ± 6,6 (49,6)	45,7 ± 11,5 (44,6)	85,8 ± 12,0 (90,2)	83,1 ± 20,9 (81,1)	–
Energia z sacharoz <sup>3</sup> (%)	9,3 ± 3,3 (10,0)	7,6 ± 4, (5,9)	93,5 ± 33,1 (99,9)	75,6 ± 44,6 (57,9)	–

<sup>1</sup> – odniesiono do zalecanego spożycia 25g/dobę; <sup>2</sup> – odniesiono do wartości 300 mg/dobę; <sup>3</sup> – odniesiono do wartości 10%; – brak różnic statystycznie istotnych

Podobnie analiza crp kobiet w wieku starszym wykazała niską wartość energetyczną, niskie spożycie białka ogółem, błonnika, tłuszczu, cholesterolu, składników mineralnych (K, Ca, Mg, Fe), witamin D i B<sub>1</sub> oraz wody przy równocześnie wysokim spożyciu białka zwierzęcego, węglowodanów przyswajalnych, składników mineralnych (Na, P, Zn, Cu), witamin A, E, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, PP oraz C (tab. IV).

Udział energii pochodzącej z podstawowych składników odżywczych w crp obu grup wiekowych kobiet odbiegał od zalecanych wartości i był za wysoki z białek i tłuszczów a za niski z węglowodanów (tab. IV). Różnice, w procentowej realizacji norm wartości energetycznej crp, jak i składników odżywczych, pomiędzy grupami badanych kobiet nie były jednak statystycznie istotne. Stwierdzona nieprawidłowa podaż podstawowych składników odżywczych wynikała z nieprawidłowej struktury spożycia produktów spożywczych: niskiego spożycia produktów zbożowych, ziemniaków, warzyw, owoców, mleka i jego przetworów, jaj, tłuszczów zwierzęcych i roślinnych a z nadmiernego spożycia wędlin oraz serów podpuszczkowych.

Pomimo, iż wartość energetyczna crp kobiet była niska, to jednak otyłość kobiet mogła być skutkiem nadmiernego spożywania energii we wcześniejszych etapach życia oraz zmian w statusie hormonalnym po okresie menopauzalnym. Uzyskane wyniki własne są zbieżne z danymi innych autorów (11–12) dotyczącymi niskiej podaży energii w populacji kobiet powyżej 60 roku życia.

Znaczna podaż białka zwierzęcego w crp kobiet, w obu grupach wiekowych, może przyczynić się do rozwoju aterosogenezy zarówno ze względu na znaczną zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych i cholesterolu, jak i obecność metioniny sprzyjającej wzrostowi stężenia we krwi aterosogennej homocysteiny. Ponadto nadmiar białka w diecie kobiet, u których wchłanianie wapnia jest obniżone z powodu niedoboru estrogenów, może predestynować do rozwoju osteoporozy ze względu na możliwość powstawania kwasicy sprzyjającej zwiększonemu wydalaniu wapnia i magnezu z moczem (których podaż w crp i tak była niska), wysokie spożycie sodu i fosforu przy jednocześnie niskim spożyciu witaminy D. Podobne wyniki badań wśród 62–79-letnich słuchaczek SUTW w Warszawie uzyskały *Myszkowska-Ryciak* i współpr. (11).

Nadmierny, w stosunku do zaleceń, procentowy udział tłuszczu w wartości energetycznej diety (głównie kwasów tłuszczowych nasyconych i jego izomerów trans) również mógł być przyczyną nieprawidłowego stanu odżywienia i składu ciała. Również niekorzystne było niskie spożycie węglowodanów złożonych (ciemnego pieczywa, ryżu, makaronów) oraz warzyw i owoców bogatych m.in. w błonnik pokarmowy, obniżający stężenie cholesterolu oraz poprawiający tolerancję glukozy i fizjologiczne mechanizmy regulacji jej stężenia we krwi.

Spośród witamin z grupy B, tylko w przypadku tiaminy stwierdzono jej niskie spożycie w obu grupach wiekowych kobiet, podobnie jak w badaniach *Pióreckiej i Międzybrodzkiej* (12) wśród starszych mieszkańców Krakowa. Przy braku tiaminy w organizmie może dochodzić do zaburzeń transketolacji zachodzącej w trakcie tlenowego metabolizmu glukozy szczególnie w układzie nerwowym, który czerpie energię wyłącznie z jej przemian. Natomiast niskie spożycie witaminy C w grupie kobiet w wieku podeszłym jest równie niekorzystne, gdyż u osób z otyłością wisceralną narażonych na stres oksydacyjny, wskaźnik oksydacyjnych uszkodzeń lipidów, białek i aminokwasów jest większy, co może sprzyjać dysfunkcji śródbłonka oraz rozwojowi nowotworów (13).

Niewystarczające spożycie przez respondentki Ca i Mg mogło wpłynąć na gromadzenie tkanki tłuszczowej, gdyż spadek stężenia Mg wewnątrz komórek powoduje zmniejszenie wykorzystania glukozy w komórkach, co zwiększa ryzyko powstawania insulinooporności w tkankach obwodowych (14). Natomiast przy spadku stężenia Ca, wpływającego na metabolizm adipocytów, nie dochodzi do stymulacji lipolizy i hamowania lipogenezy (15).

W dietach obu grup wiekowych kobiet stwierdzono niewystarczającą ilość wody, która jest szczególnie istotna w okresie starzenia, gdy dochodzi do zmniejszenia całkowitej zawartości wody związanej z utratą masy beztłuszczowej. Niskie spożycie płynów przez badane kobiety można tłumaczyć faktem słabszego odczuwania pragnienia w okresie starzenia oraz obawami częstej diurezy.

Gromadzenie wisceralnej tkanki tłuszczowej koreluje z możliwością wystąpienia zaburzeń w gospodarce węglowodanowo-lipidowej organizmu spowodowanych m.in.

nieprawidłową glikemią poposiłkową. Wpływ na tę glikemię mają ilość i wzajemne proporcje węglowodanów, ich struktura, przyswajalność, procesy technologiczne oraz wartość indeksu i ładunku glikemicznego (7). W przeprowadzonych badaniach wyliczone wartości GI poszczególnych posiłków w dietach kobiet nie przekraczały wartości niskich ( $GI < 55$ ) i były istotnie wyższe ( $p \leq 0,05$ ) u kobiet młodszych w II śniadaniach. Wyliczony średni wypadkowy GI wszystkich posiłków z 3 dni, u badanych kobiet nie różnił istotnie statystycznie w zależności od wieku (tab. V).

Tab e l a V. Indeks glikemiczny (GI) i ładunek glikemiczny (GL) dziennych racji pokarmowych kobiet w wieku 60–85 lat, ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n = 33$ )

Tab l e V. Glycemic index (GI) and glycemic load (GL) in daily diet rations of 60–85 year old women, ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n = 33$ )

Posiłek	Kobiety		Istotność różnic
	60 – 69 lat ( $n = 16$ )	70 – 85 lat ( $n = 17$ )	
	Indeks glikemiczny (GI)		
I śniadanie	26,4 ± 8,0	25,0 ± 6,3	–
II Śniadanie	38,9 ± 6,8	27,2 ± 21,9	*
Obiad	37,7 ± 6,8	34,4 ± 7,6	–
Podwieczorek	26,9 ± 17,0	29,7 ± 12,4	–
Kolacja	32,5 ± 9,8	29,5 ± 5,9	–
Średni (GI)	32,5 ± 6,35	29,0 ± 4,0	–
	Ładunek glikemiczny (GL)		
I śniadanie	4,6 ± 2,8	4,2 ± 1,6	–
II śniadanie	8,3 ± 4,8	4,2 ± 3,6	*
Obiad	7,6 ± 3,5	6,0 ± 1,8	–
Podwieczorek	7,4 ± 9,0	7,3 ± 7,1	–
Kolacja	7,2 ± 3,3	7,2 ± 4,9	–
Całodobowy (GL)	35,1 ± 16,2	28,9 ± 11,7	–

\* – różnice statystycznie istotne  $p \leq 0,05$ ; \* – statistically significant difference  $p \leq 0,05$

Również ładunek glikemiczny (GL) poszczególnych posiłków w dietach badanych kobiet był niski ( $GL < 10$ ) i istotnie wyższy ( $p \leq 0,05$ ) tylko w II śniadaniach u kobiet młodszych. Średni całodobowy GL trzydniowych posiłków był również niski ( $GL < 80$ ), a różnice w zależności od wieku badanych nie były statystycznie istotne (tab. V). Istotnie wyższy GL w II śniadaniach u kobiet młodszych wynikał z faktu, że ta grupa kobiet częściej spożywała pieczywo jasne, cukiernicze oraz słodczy niż kobiety z grupy starszej. Ponieważ tylko dwie z badanych kobiet leczone były na cukrzycę typu 2, to można przypuszczać, że stwierdzona niska wartość GI i GL mogła wynikać ze świadomego powstrzymywania się kobiet od spożywania węglowodanów prostych powszechnie uznawanych za przyczynę otyłości oraz z prowadzonych przez SUTW w Szczecinie szeregu akcji prozdrowotnych podczas których profilaktyka cukrzycy typu 2 była poruszana wielokrotnie.

Biorąc pod uwagę stwierdzone nieprawidłowości w stanie odżywienia, składzie ciała oraz sposobie żywienia słuchaczek SUTW, a mając na celu utrzymanie ich stanu zdrowia, samopoczucia oraz chęć redukcji masy ciała, kobiety zostały poddane czteromiesięcznej prozdrowotnej edukacji żywieniowej.

## WNIOSKI

1. Skład ciała kobiet potwierdzał nadmierną masę ciała i nie różnił się istotnie w zależności od wieku.
2. Sposób żywienia kobiet, w obu grupach wiekowych był niezbilansowany pod względem wartości energetycznej i odżywczej.
3. Wartości indeksu i ładunku glikemicznego drugich śniadań różniły się istotnie pomiędzy grupami wiekowymi kobiet.
4. Stwierdzone nieprawidłowości w sposobie żywienia mogły wynikać ze statusu socjoekonomicznego.
5. Zasadnym było rozpoczęcie przez badane kobiety udziału w prozdrowotnej edukacji żywieniowej mającej na celu skorygowanie sposobu żywienia i redukcję masy ciała.

Z. Goluch-Koniuszy, M. Giezek

### STATE OF NUTRITION, BODY COMPOSITION AND THE DIETARY HABITS OF OBESE WOMEN AGED 60–85, STUDENTS AT THE ASSOCIATION OF THE THIRD AGE UNIVERSITY IN SZCZECIN

#### Summary

This work aims at evaluation of nutritional status and diet of women whose BMI  $\geq 25$  (kg/m<sup>2</sup>) aged 60–69 and 70–85, students at The Third Age University in Szczecin. Nutritional status, body content, socioeconomic status, quantitative daily food rations (crp) and their resultant Glycemic Index (GI) and Glycemic Load (GL) were evaluated. All women aged 70–85 were found obese, with higher percentage of those with visceral obesity. In both age groups of women high content of fat tissue (FM) was ascertained, which was accompanied by lower content of total water (TBW) and fat free body mass (FFM). In crp of the study women, the supply of energy and most of the nutrients differed from the recommended values. Resultant GI and GL of meals of the study women were low but significantly higher in second breakfasts of the younger women. These results show that it would be advisable for the women to take part in some education course on healthy nutrition in order to modify their dietary habits and thus reduce their body mass.

## PIŚMIENNICTWO

1. Baumgartner R.N., Heymsfield S.B., Roche A.F.: Human body composition and the epidemiology of chronic disease. *Obes. Rex.* 1995; 3(1): 73-95. – 2. Deurenberg P.: Assessment of body composition by bioelectrical impedance in a population aged > 60 y. *Am. J. Clin. Nutr.* 1990; 51(1): 3-6. – 3. WHO.: Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. Report of a WHO Study Group Technical Report Series 797, WHO Geneve, 1990. – 4. WHO.: Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. Report of the Joint WHO/FAO expert consultation. WHO. Geneve. 2002. – 5. Jarosz M.: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Wyd. IŻŻ, 2012, Warszawa. – 6. Atkinson F.S., Foster-Powell K., Brand-Miller J.C.: International tables of Glycemic Index and Glycemic Load values:2008. *Diabetes Care.* 2008; 31(12):



2281-228. – 7. *Monro J.A., Shaw M.*: Glycemic impact, glycemic glucose equivalents, glycemic index and glycemic load: definitions, distinctions, and implications. *Am. J. Clin. Nutr.* 2008; 87(1): 237-243. – 8. *Davison K.K., Ford E.S., Cogswell M.E., Dietz W.H.*: Percentage of body fat and body mass index are associated with mobility limitations in people aged 70 and older from NHANES III. *J. Am. Geriat. Soc.* 2002; 50(11): 1802-1809. – 9. *Meeuswen S., Horgan G.W., Elia M.*: The relationship between BMI and percent body fat, measured by bioelectrical impedance, in a large adult sample is curvilinear and influenced by age and sex. *Clin. Nutr.* 2010; 29(5): 560-566. – 10. *Barlett H.L., Puhl S.M., Hodgson J.L., Buskirk E.R.*: Fat-free mass in relation to stature: ratios of fat-free mass to height in children, adults and elderly subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 1991; 53(5): 1112-1116.

11. *Myszkowska-Ryciak J., Bujko J., Malesza M.*: Ocena sposobu żywienia kobiet w podeszłym wieku zrzeszonych w Uniwersytecie Trzeciego Wieku w Warszawie. *Żyw. Człow. Metab.* 2003; 30(1-2): 357-361. – 12. *Piórecka B., Międzobrodzka A.*: Ocena sposobu żywienia i stanu odżywienia osób starszych zamieszkałych w Krakowie. *Nowiny Lek.* 2002; 71: 249-254. – 13. *Oliviera C.P., Kassab P., Lopasso F.P., et al.*: Protective effect of ascorbic acid in experimental gastric cancer: reduction of oxidative stress. *World J Gastroenterol* 2003; 9: 446-448. – 14. *Kao W.H., Folsom A.R., Nieto F.J. et al.*: Serum and dietary magnesium and risk for type 2 diabetes mellitus: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Arch. Internal. Med.* 1999; 159(18): 2151-2159. – 15. *Zemel M.B., Shi H., Greer B., et al.*: Regulation of adiposity by dietary calcium. *FASEB J.* 2000; 14(19): 1132-1138.

Adres: 71-459 Szczecin, ul. Papieża Pawła VI nr 3

Anita Kukulowicz

## OCENA CZĘSTOŚCI SPOŻYCIA RYB ORAZ WIEDZY KONSUMENTÓW DOTYCZĄCEJ ROLI BIAŁKA RYB W ŻYWIENIU CZŁOWIEKA

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

*Ryby stanowią źródło pełnowartościowego białka o wysokiej strawności, które z uwagi na obecność wszystkich niezbędnych aminokwasów wpływa na właściwy rozwój organizmu oraz zdolność intelektualną, stanowi również istotny element właściwego funkcjonowania centralnego układu nerwowego i immunologicznego.*

Słowa kluczowe: białko ryb, żywienie, konsument.  
Key words: fish protein, nutrition, consumer.

Ryby oraz ich przetwory odgrywają istotną rolę w żywieniu człowieka, przede wszystkim z uwagi na obecność tłuszczu, zawierającego w swoim składzie długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 i omega-6, składników mineralnych m.in. żelaza, cynku, jodu i selenu o właściwościach antyoksydacyjnych oraz pełnowartościowego białka, należącego do głównych składników odżywczych (1, 2). W przeciwieństwie do większości białek roślin, wartość odżywcza białek ryb jest stosunkowo wysoka, głównie z uwagi na obecność wszystkich niezbędnych aminokwasów, wpływających na właściwy rozwój organizmu oraz zdolność intelektualną, jak również stanowiąc istotny element właściwego funkcjonowania centralnego układu nerwowego i immunologicznego (3, 4). Białka ryb odznaczają się wysoką strawnością, w zakresie 90–98%, a jego współczynnik wydajności wzrostowej (PER), jest nieco wyższy od współczynnika PER kazeiny mleka oraz białka mięsa zwierząt rzeźnych (3). Według danych literaturowych, współczynnik wykorzystania białka (NPU) z mięsa ryb wynosi 83, co nieznacznie przewyższa współczynnik uzyskiwany dla czerwonego mięsa (3).

Dzienne spożycie białka powinno być zgodne z zapotrzebowaniem danego organizmu człowieka. Przyjęto, że człowiek dorosły (> 19 lat) powinien dziennie spożywać ok. 0,8 g/kg masy ciała białka pochodzącego z różnych źródeł (5). Jednakże, raport Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) zaleca dla osób starszych (>60 lat) spożywanie 0,9–1,1 g/j.w. białka, gdyż zachowanie jego odpowiedniej ilości w diecie przyczynia się do zachowania masy mięśniowej, która zmniejsza się stopniowo wraz z wiekiem (6).

Z uwagi na źródło aminokwasów, jakich dostarcza organizmowi białko ryb, jest ono w niektórych krajach coraz częściej wykorzystywane jako główny składnik prze-

tworzonych owoców morza, takich jak: kamaboko (*rodzaj* surimi z białych ryb) oraz rybnych kielbas (7).

Zawartość białka w mięsie ryb, jak też pozostałych składników odżywczych, zależy m.in. od gatunku, wieku, środowiska bytowania i żerowania, pory roku i czasu połowu (8). W porównaniu do zawartości białka w rybach świeżych, jego ilość w przetworach rybnych odznacza się wyraźnym zróżnicowaniem, osiągając poziom od 5 do 27 g w 100 g części jadalnych (tab. I).

Tab e l a I. Zawartość białka w wybranych gatunkach ryb oraz przetworach rybnych w g/100 g części jadalnych  
Table I. Protein content in selected species of fish and fish products g/100 g of edible portion

Rodzaj ryby	Białko (g/100 g części jadalnych)	Rodzaj przetworów rybnych	Białko (g/100 g części jadalnych)
Dorsz	17,7	Wędzona makrela	20,7
Flądra	16,5	Wędzony łosoś	21,5
Halibut	20,1	Wędzony śledź	21,8
Karp	18,0	Wędzony węgorz	17,9
Łosoś	19,9	Paprykarz „szczeciński”	8,6
Okoń	18,4	Sardynka w pomidorach	17,0
Węgorz	15,0	Sardynka w oleju	24,1
Śledź	16,3	Śledź w oleju	16,4
Pstrąg	19,2	Śledź w sosie pomidorowym	13,2
Sandacz	19,2	Tuńczyk w oleju	27,1
Szczupak	18,4	Tuńczyk w sosie własnym	21,0
Morszczuk	17,2	Śledź w śmietanie	5,1
		Salatka z makreli	8,9

Źródło: na podstawie tabel składu i wartości odżywczej żywności (9)

Celem badań była ocena spożycia ryb i przetworów rybnych przez wybraną grupę respondentów oraz ocena stanu wiedzy dotyczącej roli białka ryb w żywieniu człowieka.

## MATERIAŁ I METODY

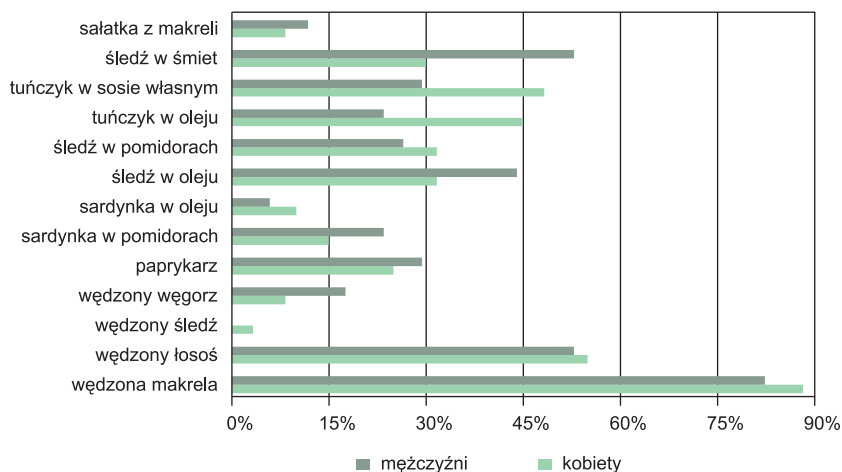
Badanie przeprowadzono przy użyciu autorskiego kwestionariusza ankiety w okresie zimowym 2014 r. w grupie 100 nie losowo wybranych osób. Z uwagi na 6% respondentów, którzy zadeklarowali, iż nie spożywają ryb oraz ich przetworów, analizę wyników badań przeprowadzono na podstawie informacji uzyskanych od 94% ogółu badanych. Większość respondentów stanowiły kobiety, prawie 64%. Osoby badane znajdowały się w następujących przedziałach wiekowych: 21–25 lat (53%), 26–40 lat (21%), 41–55 lat oraz powyżej 56 roku życia (po ok. 13%). Informacje dotyczące częstości spożycia ryb oraz roli białka ryb w żywieniu człowieka pozyskiwano metodą wywiadu, wykorzystując przygotowany w tym celu specjalny kwestionariusz, zawierający 6 pytań. Pytania zamieszczone w kwestionariuszu

miały charakter zamknięty, przy czym w niektórych pytaniach ankietowani mogli zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź. Respondenci odpowiadali między innymi na pytania dotyczące spożywanych gatunków ryb oraz rodzajów przetworów rybnych, częstotliwości spożycia tych produktów, jak również proszeni byli o zaznaczenie stwierdzeń dotyczących: czynników wpływających na zakup tych produktów oraz roli jaką odgrywa białko (w tym białko ryb) w żywieniu człowieka.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że gatunkami ryb, po które najchętniej sięgali konsumenci były dorsz, łosoś (po 68% wskazań) oraz śledź (57% wskazań), co wykazały również inne badania (10, 11). Najmniejszą popularnością cieszyły się wśród respondentów rodzime gatunki ryb, tj. szczupak, okoń oraz karp. Sandacz, zawierający bardzo wysoki poziom strawnego białka (12) wybierany był głównie przez osoby powyżej 56 roku życia.

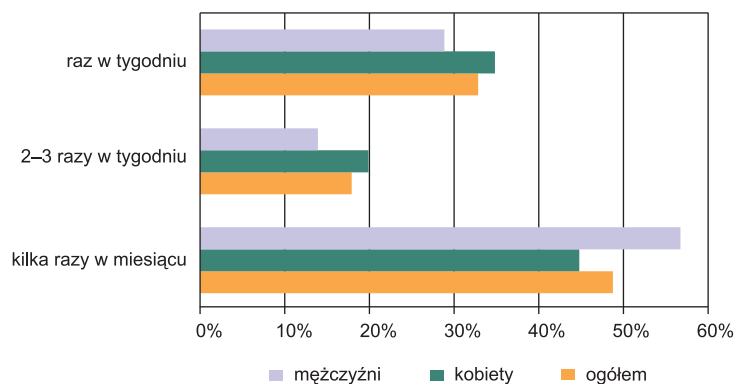
W grupie przetworów rybnych, największym uznaniem wśród respondentów cieszyły się bogate w białko wędzone makrele, których spożycie w roku 2013 wzrosło o 27,8% (11) oraz łososie (ryc. 1). Wybór właśnie tych przetworów odpowiednio wskazywało ok. 86% i 54% ankietowanych. Zgodnie z danymi zamieszczonymi w tab. I, najbardziej zasobny w białko jest tuńczyk oraz sardynka w oleju. Tuńczyk w oleju uzyskał prawie 40% wskazań, w każdym przedziale wiekowym ciesząc się podobną popularnością, jednak znacznie chętniej wybierały go kobiety niż mężczyźni (ryc. 1). Sardynkę w oleju wybierało natomiast nieco ponad 8% respondentów, wśród których nie znalazły się osoby z przedziału do 25 lat. Śledź w śmietanie, pomimo niskiej zawartości białka (tylko 5,1 g) – to z uwagi na walory smakowe oraz popularność w kuchni kaszubskiej wskazywany był przez ok. 38% ankietowanych, ciesząc się największym zainteresowaniem w grupie osób powyżej 56 roku życia (67% wskazań).



Ryc. 1. Rodzaje przetworów rybnych najczęściej spożywane przez respondentów.

Fig. 1. Types of fish products most frequently consumed by respondents.

Zgodnie z danymi Morskiego Instytutu Rybackiego, w roku 2013 spożycie ryb wzrosło prawie o 1 kg/os w stosunku do poprzedniego 2012 r. i wynosiło 2,6 kg/os (11). Jednakże, jak wynika z przeprowadzonych badań, prawie połowa respondentów spożywała ryby oraz ich przetwory tylko kilka razy w miesiącu (ryc.2), natomiast niespełna 20% ankietowanych spożywało te produkty w zalecanej ilości, czyli co najmniej 2 razy w tygodniu (1).



Ryc. 2. Porównanie częstości spożywania ryb i przetworów rybnych przez kobiety i mężczyzn.

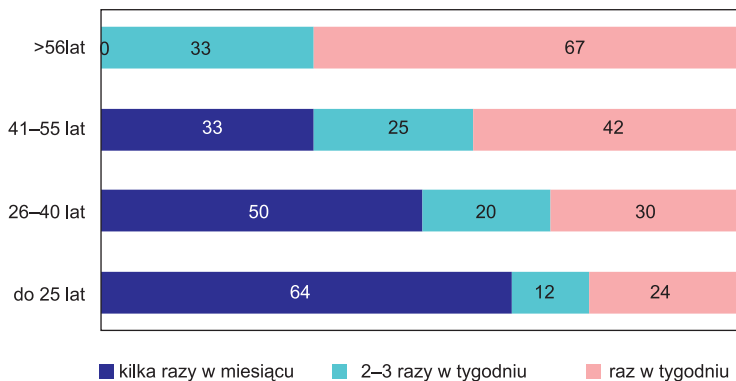
Fig. 2. Comparison of the frequency of consumption of fish and fish products by women and men.

Osoby ankietowane, reprezentujące ostatnie dwie grupy wiekowe, a mianowicie 41–55 lat oraz >56 roku życia, spożywają produkty rybne z największą częstotliwością. Znaczna grupa respondentów (ok.70%) powyżej 56 lat, spożywała ryby przynajmniej raz w tygodniu, natomiast w zalecanej ilości produkty te spożywało powyżej 30% ankietowanych. Wyższa częstotliwość spożycia ryb i przetworów rybnych wśród osób powyżej 40 roku życia spowodowana była wzrostem świadomości żywieniowej (13). Osoby należące do najmłodszej grupy wiekowej konsumowały ryby i ich przetwory zaledwie kilka razy w miesiącu (64%) (ryc. 3).

Przy pytaniu dotyczącym czynników wpływających na zakup produktów rybnych, respondenci w prawie 90% zaznaczali stwierdzenia odnoszące się do ich właściwości zdrowotnych oraz walorów smakowych. Wartość smakowa, była również najistotniejszym kryterium wskazanym przy zakupach ryb w badaniach Cieślik i współpr. (13). Przyzwyczajenie było aspektem, którym kierowała się przy zakupie ryb i przetworów rybnych jedna trzecia respondentów, wśród których było o 10% więcej mężczyzn niż kobiet. Podczas dokonywania zakupów ryb, aż 86% ankietowanych czyniła to w celu urozmaicenia swojej diety, czego nie potwierdzają dane literaturowe, wskazujące na znacznie niższy odsetek osób kierujących się tym kryterium (14). Spożywanie diety zawierającej pełnowartościowe białka pochodzące z różnych źródeł istotne jest dla prawidłowego funkcjonowania organizmu (2).

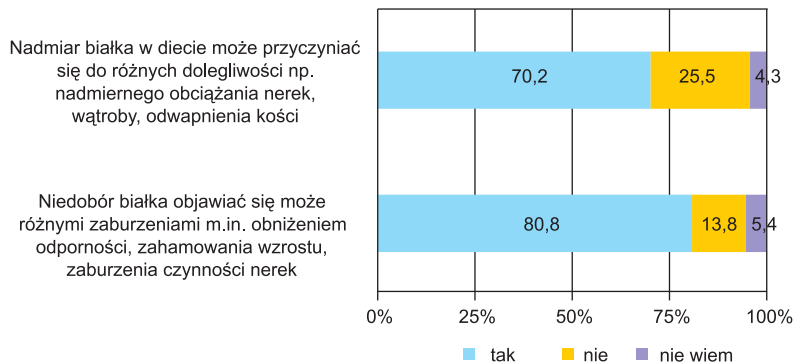
Ponad 90% respondentów zgodziło się ze stwierdzeniem, że zawartość białka uzależniona jest od gatunku ryby. Badana grupa respondentów wykazywała wysoki poziom wiedzy na temat zapotrzebowania organizmu człowieka na białko. Ze stwier-

dzeniem, że białko musi znajdować się w codziennej diecie oraz, że należy do najważniejszych składników odżywczych, niezbędnych do utrzymania prawidłowego stanu zdrowia (4, 5) zgodziło się odpowiednio ok. 95% i 86% ankietyowanych osób. Odsetek respondentów, prawidłowo uważających, iż dzienne zapotrzebowanie na białko uzależnione jest od wieku oraz okresu rozwojowego, czy stanu fizjologicznego, w którym dany organizm się znajduje wynosił 92%.



Ryc. 3. Porównanie częstości spożywania ryb i przetworów rybnych w różnych grupach (% badanych).  
Fig. 3. Comparison of the frequency of consumption of fish and fish products in different groups (% of respondents).

Ponad 70% wszystkich ankietyowanych wykazywało wiedzę odnośnie dostarczania organizmowi przez białko ryb niezbędnych aminokwasów egzo- i endogennych, jednak jedna trzecia nie potrafiła określić, czy białka te zawierają wszystkie niezbędne do prawidłowego funkcjonowania centralnego układu nerwowego aminokwasy egzogenne (4), których obecność umożliwia także efektywne wykorzystywanie białka ryb przez organizm człowieka (2). W grupie tej największy odsetek stanowiły osoby z najmłodszej oraz najstarszej grupy wiekowej, odpowiednio 41 i 32%. Osoby, należące do tych dwóch grup wiekowych stanowiły również największy odsetek respondentów wykazujących brak wiedzy na temat pełnowartościowości białek ryb. Wśród jednej czwartej ankietyowanych uważających, iż białka pochodzenia zwierzęcego odznaczają się niższą strawnością niż pochodzenia roślinnego było nieznacznie więcej kobiet aniżeli mężczyzn. Ze stwierdzeniem, że białka mogą ulegać rozpadowi i służyć jako źródło energii w sytuacji niedoboru tłuszczu i węglowodanów (15) zgodziło się 62% ankietyowanych, natomiast ponad jedna trzecia zakreśliła odpowiedź „nie wiem”. Ostatnie dwa pytania dotyczyły występowania zaburzeń wynikających z powodu niedoboru lub nadmiaru białka w diecie (ryc. 4). Zgodnie z danymi piśmiennictwa niedobór białka prowadzić może do zahamowania wzrostu, spadku odporności, obniżenia rozwoju fizycznego i intelektualnego, a także ograniczać może zdolność regeneracji organizmu (2, 4). Niekorzystne jest jednak przyjmowanie białka w nadmiarze, gdyż skutkować może uszkodzeniem wątroby oraz nerek, powstawaniem kamieni, a nawet odwapnieniem kości (2, 5).



Ryc. 4. Odsetek respondentów wykazujących wiedzę odnośnie zaburzeń wynikających z niedoboru lub nadmiaru białka w diecie.

Fig. 4. Percentage of respondents aware of disorders resulting from deficiency or excess of proteins in diet.

Uzyskane wyniki badań ankietowych świadczą o wysokim poziomie wiedzy dotyczącej możliwości wystąpienia zaburzeń lub dolegliwości na skutek niewłaściwej podaży białka (ryc. 4), jednak wyższą o ok. 10% świadomość wykazywali respondenci w zakresie wpływu niedoboru tego składnika na organizm. Największy odsetek ankietowanych nie posiadających wiedzy z zakresu niedoboru oraz nadmiaru białka w organizmie (odpowiednio ok. 42% i 58%) stwierdzono w najstarszej grupie wiekowej. Osoby starsze w codziennej diecie powinny zapewnić sobie odpowiedni poziom białka, ponieważ należą do grupy narażonej na zjawisko sarkopenii, objawiającej się utratą masy mięśni szkieletowych, a w następstwie prowadzącej do obniżenia sprawności fizycznej (16).

## WNIOSKI

1. Wysoki poziom wiedzy na temat roli białka, w tym białka ryb w żywieniu człowieka wykazywali respondenci z grup wiekowych 26–40 lat i 41–55 lat.
2. Wśród osób starszych (> 56 roku życia) należy prowadzić edukację w celu poprawy ich wiedzy żywieniowej.

A. Kukułowicz

### EVALUATION OF CONSUMERS' KNOWLEDGE ON THE ROLE OF FISH PROTEINS IN HUMANS' NUTRITION

#### Summary

Fish constitute a source of complex proteins of high digestibility, which due to the presence of all essential amino acids affect the proper development of the organism and its intellectual ability. Proteins are also an important part of the proper functioning of the central nervous system and immune system. The purpose of the research was to assess the consumption of fish and fish products in a random group of respondents and to determine their preferences and the status of knowledge on the role of fish proteins in human nutrition.

Studies show that almost 50% of respondents eat fish and their preserves just a few times a month, while less than 20% of the interviewees eat these food products in the prescribed amount, i.e. at least twice a week. Among the most popular species of fish most frequently chosen by consumers were cod, salmon and herring. Pike perch that contains a very high level of digestible proteins was chosen mainly by people over 56 years of age. In the group of fish products the most popular among respondents were rich in proteins smoked mackerel and salmon, as well as tuna in oil. In the question regarding the factors affecting the purchase of fish products, almost 90% of respondents marked the answers relating to their health properties and taste. With the statement that proteins must be included in daily diet, and that they should be the most important nutrient that is required to maintain proper health agreed respectively 95% and 86% of respondents. The percentage of respondents who believe that the daily requirement for proteins is dependent on age, developmental period and physiological state in which the body is reached 92%. Satisfactory was also the level of knowledge concerning the prevalence rate of disorders resulting from deficiency or excess of proteins in diet.

### PIŚMIENNICTWO

1. *Molska K.*: Zasady zdrowego żywienia, Wydawnictwo Instytutu Żywności i Żywienia, Warszawa 2010; 13-14. – 2. *Jarosz M.*: Zasady prawidłowego żywienia dzieci i młodzieży oraz wskazówki dotyczące zdrowego stylu życia, Wydawnictwo Instytutu Żywności i Żywienia, Warszawa 2008; 113-114. – 3. *Shaviklo A.R.*: DevelopmeTechnol., 2015; 52(2): 648-661. – 4. *Cichosz G., Czczot H.*: *Kontrowersje wokół białek diety*. Pol. Merkuriusz Lek., 2013; 35(210): 397-401. – 5. *Jarosz M.*: Praktyczny poradnik dietetyki. Wydawnictwo Instytutu Żywności i Żywienia, Warszawa, 2010; 58. – 6. *Asp M.L., Richardson J.R., Collene A.L., Droll K.R., Belury M.A.*: Dietary protein and beef consumption predict for markers of muscle mass and nutrition status in older adults. J. Nutrition Health Aging, 2012; 16(9): 784-790. – 7. *Hosomi R., Fukunaga K., Arai H., Kanda S., Nishiyama T., Yoshida M.*: Effect of combination of dietary fish protein and fish oil on lipid metabolism in rats. J. Food Sci. Technol., 2013; 50(2): 266-274. – 8. *Grela E.R., Pisarski R.K., Kowalczyk-Vasilev E., Rudnicka A.*: Zawartość składników odżywczych, mineralnych i profil kwasów tłuszczowych w mięsie wybranych gatunków ryb w zależności od terminu odłowu. Żywn. Nauka Technol. Jakość, 2010; 4(71): 63-72. – 9. *Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.*: Tabele składu i wartości odżywczej żywności, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005; 150: 158. – 10. *Hryszko K.*: Krajowy rynek ryb stabilizacja z tendencją do rozwoju. Przem. Spoż., 2013; 12(67): 12-17.

11. *Morska Gospodarka Rybna w 2013 roku*, Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ekonomiki Rybackiej, Gdynia, czerwiec 2014; 10. – 12. *Polak-Juszczak L., Adamczyk M.*: Jakość i skład aminokwasowy białka ryb z zalewu wiślanego. Żywn. Nauka Technol. Jakość, 2009; 3(64): 75-83. – 13. *Cieślak E., Siembieda A., Cieślak I., Zagłaniczna K.*: Świadomość żywieniowa spożywania ryb i przetworów wśród mieszkańców województwa małopolskiego. Bromat. Chem. Toksykol., 2014; 47(1): 49-56. – 14. *Tkaczewska J., Migdał W.*: Spożycie i preferencje nabywcze konsumentów ryb i ich przetworów w Polsce. Przem. Spoż., 2013; 5(67): 42-46. – 15. *Jarosz M.*: Praktyczny podręcznik dietetyki. Wydawnictwo Instytutu Żywności i Żywienia, Warszawa 2011; 36. – 16. *Tieland M., Borgonjen-Van den Berg K.J., van Loon L. J. C. de Groot L. C. P. G. M.*: Dietary protein intake in community-dwelling, frail, and institutionalized elderly people: scope for improvement. Eur. J. Nutr., 2012; 51: 173-179.

Adres: 81-225 Gdynia, ul. Morska 81-87



*Małgorzata Elżbieta Zujko<sup>1,3</sup>, Agata Gruzewska<sup>2</sup>,  
Anna Maria Witkowska<sup>1,3</sup>*

## OCENA ZAWARTOŚCI POLIFENOLI W DIECIE MŁODYCH OSÓB DOROSŁYCH

<sup>1</sup> Instytut Medyczny,  
Państwowej Wyższej Szkoły Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży

<sup>2</sup> Studenckie Koło Naukowe kierunku Dietetyka,  
Państwowej Wyższej Szkoły Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży  
Dyrektor Instytutu: dr n. med. *B. Jankowiak*

<sup>3</sup> Zakład Technologii i Towaroznawstwa Żywności,  
Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku  
Kierownik: dr hab. n. med. *A. Witkowska*

*Celem pracy była ocena spożycia polifenoli oraz wskazanie ich głównych źródeł pokarmowych w diecie młodych osób dorosłych. Wykazano, że średnie dzienne spożycie polifenoli w badanej grupie wynosiło  $925 \pm 825$  mg ekwiwalentów kwasu galusowego. Głównym źródłem polifenoli w diecie badanych były: napoje – 32%, produkty zbożowe – 24% i owoce – 22%. Stwierdzono istotną dodatnią korelację pomiędzy wartością energetyczną diety a spożyciem polifenoli.*

Hasła kluczowe: polifenole, dieta, młode osoby dorosłe.

Key words: polyphenols, diet, young adults.

Polifenole stanowią zróżnicowaną pod względem budowy chemicznej i właściwości antyoksydacyjnych grupę związków, które można podzielić na następujące podstawowe klasy: flawonoidy, kwasy fenolowe, stilbeny i lignany. Największą i najlepiej poznaną grupą polifenoli są flawonoidy, wśród których wyróżniamy: flawanole (katechina, epikatechina, epigallokatechina), flawonole (kwercetyna, kemferol, mirecetyna), flawony (apigenina, luteolina), flawanony (naryngenina, hesperydyna), antocyjany (cyjanidyna) i izoflawony (genisteina) (1, 2).

Polifenole naturalnie występują w żywności pochodzenia roślinnego, jak: owoce, warzywa, napoje takie jak herbata, kawa, soki czy wino, produkty zbożowe, orzechy, nasiona i czekolady. Liczne badania epidemiologiczne dowodzą, że spożycie polifenoli wiąże się z mniejszym ryzykiem rozwoju wielu chorób, jak cukrzyca, nowotwory, choroby układu sercowo-naczyniowego czy choroby neurodegeneracyjne (3, 4, 5).

Mechanizm działania prozdrowotnego polifenoli wynika z ich aktywności antyoksydacyjnej. Polifenole zapobiegają powstawaniu nadmiernej ilości wolnych rodników tlenowych, neutralizują ich szkodliwe działanie oraz chronią inne antyoksydan-

ty przed utlenianiem. W konsekwencji polifenole przeciwdziałają powstaniu stresu oksydacyjnego, który jest wynikiem zaburzonej równowagi pomiędzy generacją, a degradacją reaktywnych form tlenu. Stres oksydacyjny uważany jest za istotną przyczynę rozwoju chorób cywilizacyjnych (6).

Średnie spożycie polifenoli w różnych populacjach szacowane jest na ok. 1 g dziennie, natomiast źródła pokarmowe polifenoli zależą od indywidualnych nawyków żywieniowych. Wcześniejsze badania obejmowały spożycie polifenoli w reprezentatywnej grupie dorosłej populacji polskiej (7).

Celem badań była ocena spożycia polifenoli w diecie młodych osób dorosłych oraz wskazanie ich głównych źródeł pokarmowych.

## MATERIAŁ I METODY

Grupa badawcza obejmowała 103 osoby (78 kobiet i 25 mężczyzn) w wieku 19–27 lat, które były studentami Państwowej Wyższej Szkoły Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży. Badania przeprowadzono w roku akademickim 2014/2015. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji ds. Etyki PWSliP w Łomży. Osoby badane wyraziły pisemną zgodę na udział w badaniu. Z uczestnikami badań przeprowadzono 3-dniowy wywiad 24-godzinny dotyczący spożycia produktów spożywczych, potraw i napojów w oparciu o Album fotografii produktów i potraw (8).

Spożycie polifenoli oszacowano w oparciu o wielkość spożycia produktów pochodzenia roślinnego oraz bazę danych Zakładu Technologii i Towaroznawstwa Żywności UMB, dotyczącą zawartości polifenoli w produktach spożywczych (9, 10). Produkty spożywcze podzielono na następujące grupy: napoje, owoce, warzywa, produkty zbożowe, czekolady, orzechy i nasiona. Wartość energetyczną diety wyliczono w oparciu o program komputerowy DIETA 5.0 (IŻŻ, Warszawa). Wyniki badań poddano analizie statystycznej za pomocą programu komputerowego Statistica 10.0 software (StatSoft, Inc.).

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W tab. I przedstawiono średnie spożycie i główne źródła pokarmowe polifenoli w diecie badanych osób.

Średnie spożycie polifenoli wynosiło  $925 \pm 825$  mg ekwiwalentów kwasu galusowego (GAE)/osoba/dzień i było niższe w odniesieniu do wcześniejszych badań przeprowadzonych w grupie reprezentatywnej populacji polskiej (1031–1172 mg GAE/osoba/dzień) (7) i populacji hiszpańskiej (1171 mg GAE/osoba/dzień) (11). Wynikało to zarówno z niższego spożycia produktów spożywczych ogółem, a także wyboru produktów o niższej zawartości polifenoli. Zawartość polifenoli w produktach spożywczych jest zróżnicowana i zależy od wielu czynników, m.in. odmianowych, genetycznych i środowiskowych roślin, ale też technologii produkcji potraw, zastosowanych procesów kulinarnych czy procesu przechowywania żywności (12).

Tabela I. Średnie spożycie i główne źródła pokarmowe polifenoli w badanej grupie

Table I. Mean intake and major dietary sources of polyphenols in the studied group

Produkty roślinne i napoje	Średnie spożycie polifenoli (mg GAE ± SD)	Udział polifenoli w całkowitym spożyciu (%)	Główne źródła pokarmowe polifenoli (% udział w spożyciu polifenoli)
Napoje	296 ± 257	32	herbata (20) kawa (10)
Owoce	204 ± 186	22	jabłka (7) banany (4) pomarańcze (3) gruszki (2)
Warzywa	120 ± 101	13	ziemniaki (6) pomidory (3)
Produkty zbożowe	222 ± 189	24	chleb mieszany (8) chleb razowy (5) bułki pszenne (4) płatki zbożowe (4)
Czekolady	65 ± 56	7	czekolada mleczna (5)
Orzechy i nasiona	18 ± 16	2	pestki słonecznika (1)
Razem	<b>925 ± 825</b>	<b>100</b>	–

Największy udział w spożyciu polifenoli stwierdzono w przypadku napojów, owoców i produktów zbożowych, co łącznie stanowiło 78% ilości spożytych polifenoli. W niniejszych badaniach udział napojów i warzyw był niższy, natomiast produktów zbożowych i czekolad wyższy w porównaniu do badań polskich przeprowadzonych w grupie osób w wieku 20–74 lata (13). Jednak podobnie jak we wcześniejszych badaniach (7, 13), głównym źródłem polifenoli były: herbata, kawa, jabłka, ziemniaki i chleb mieszany. Istotnym źródłem polifenoli w diecie młodych osób – studentów, były również czekolady. Natomiast w populacji hiszpańskiej polifenole w diecie dostarczane były głównie przez: kawę, pomarańcze, jabłka, oliwki i oliwę z oliwek oraz wino czerwone (14).

Średnia wartość energetyczna diety badanych młodych osób w niniejszych badaniach wynosiła  $1795 \pm 752$  kcal i była niższa w odniesieniu do średniego zapotrzebowania energetycznego badanej grupy przy umiarkowanej aktywności fizycznej (15). Stwierdzono istotną dodatnią korelację ( $r = 0,45$ ;  $p = 0,001$ ) pomiędzy wartością energetyczną diety a spożyciem polifenoli, co jest zgodne z wcześniejszymi doniesieniami (16).

## WNIOSKI

Ważnym źródłem polifenoli w diecie badanych młodych osób były napoje (głównie herbata i kawa), owoce (przede wszystkim jabłka) oraz produkty zbożowe (z największym udziałem chleba mieszanego), które dostarczały łącznie 78% całkowitej ilości spożytych polifenoli.

M.E. Zujko, A. Grużewska, A.M. Witkowska

## EVALUATION OF POLYPHENOL CONTENTS IN THE DIET OF YOUNG ADULTS

### Summary

Polyphenols, the constituents of plant foods, are diverse in terms of chemical structure and antioxidant properties. There are following classes among polyphenols, such as: flavonoids, phenolic acids, lignans and stilbenes. Numerous studies indicate that the polyphenols are important in the prevention of civilization diseases. The objective of this study was evaluation of the polyphenol content in the diet of young adults and an indication of their main food sources. The research was conducted in a group of 103 subjects (78 women and 25 men) aged 19–27 years, who filled in 3-day 24-hour recall interviews. The consumption of polyphenols was estimated from the amounts of plant foods consumed and the database of the total polyphenol contents in foods. Plant foods were divided into the following groups: beverages, fruits, vegetables, cereal products, chocolates, nuts and seeds. Energy of the diet was calculated using the DIETA 5.0 software. It has been shown that the average daily intake of polyphenols in the studied group was  $925 \pm 825$  mg gallic acid equivalents. The main sources of polyphenols in the diet were: beverages – 32%, cereals – 24% and fruits – 22%. The average energy of the diet was  $1795 \pm 752$  kcal. A significant positive correlation between the intake of polyphenols and the energy of the diet was found. Important sources of polyphenols in the diet for the studied young adults were beverages, fruits and cereal products, which provided 78% of the total polyphenol intake.

### PIŚMIENNICTWO

1. *D'Archivio M., Filesi C., Di Benedetto R.* i współpr.: Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Ann. Ist. Super. Sanita*, 2007; 43(4): 348-361. – 2. *Bravo L.*: Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr. Rev.*, 1998; 56(11): 317-333. – 3. *Zamora-Ros R., Forouhi N.G., Sharp S.J.* i współpr.: The association between dietary flavonoid and lignan intakes and incident type 2 diabetes in European populations: the EPIC-InterAct study. *Diabetes Care.*, 2013; 36(12): 3961-3970. – 4. *Gao X., Cassidy A., Schwarzschild M.A.* i współpr.: Habitual intake of dietary flavonoids and risk of Parkinson disease. *Neurology*, 2012; 78(15): 1138-1145. – 5. *Christensen K.Y., Naidu A., Parent M.É.* i współpr.: The risk of lung cancer related to dietary intake of flavonoids. *Nutr. Cancer.*, 2012; 64(7): 964-974. – 6. *Chang Y.C., Chuang L.M.*: The role of oxidative stress in the pathogenesis of type 2 diabetes: from molecular mechanism to clinical implication. *Am. J. Transl. Res.*, 2010; 2(3): 316-331. – 7. *Zujko M.E., Witkowska A.M., Waśkiewicz A., Sygnowska E.*: Estimation of dietary intake and patterns of polyphenol consumption in Polish adult population. *Adv. Med. Sci.*, 2012; 57(2): 375-384. – 8. *Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.*: Album fotografii produktów i potraw. Wyd. IZZ, Warszawa, 2010. – 9. *Zujko M.E., Witkowska A.M.*: Antioxidant potential and polyphenol content of selected food. *Int. J. Food Prop.*, 2011; 14(2): 300-308. – 10. *Zujko M.E., Witkowska A.M.*: Antioxidant potential and polyphenol content of beverages, chocolates, nuts, and seeds. *Int. J. Food Prop.*, 2014; 17(1): 86-92.
11. *Saura-Calixto F., Goñi I.*: Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chem.*, 2006; 94(3): 442-447. – 12. *Manach C., Scalbert A., Morand C.* i współpr.: Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004; 79(5): 727-747. – 13. *Zujko M.E., Witkowska A.M., Waśkiewicz A.* i współpr.: Dietary antioxidant capacity of the patients with cardiovascular disease in a cross-sectional study. *Nutr. J.*, 2015; 14(26): 1-13. – 14. *Tresserra-Rimbau A., Medina-Remón A., Pérez-Jiménez J.* i współpr.: Dietary intake and major food sources of polyphenols in a Spanish population at high cardiovascular risk: the PREDIMED study. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 2013; 23: 953-959. – 15. *Jarosz M.* (red.): Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Wyd. IZZ, Warszawa, 2012. – 16. *Zujko M.E., Witkowska A.M., Waśkiewicz A., Mirończuk-Chodakowska I.*: Dietary antioxidant and flavonoid intakes are reduced in the elderly. *Oxid. Med. Cell. Long.*, 2015 (w druku).

*Adam Florkiewicz, Elżbieta Grzych-Tuleja<sup>1</sup>, Ewa Cieślik<sup>1</sup>,  
Kinga Topolska<sup>1</sup>, Agnieszka Filipiak-Florkiewicz<sup>1</sup>, Teresa Leszczyńska<sup>2</sup>,  
Aneta Kopeć<sup>2</sup>, Mirosław Pysz<sup>2</sup>*

## OCENA POBRANIA Z DIETĄ WYBRANYCH WITAMIN PRZEZ MŁODZIEŻ W WIEKU 13–15 LAT W ZALEŻNOŚCI OD PŁCI ORAZ MIEJSCA ZAMIESZKANIA

Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności Wydziału Technologii Żywności  
Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie  
prof. dr hab. *T. Fortuna*

<sup>1</sup> Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji Wydziału Technologii Żywności  
Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie  
prof. dr hab. *E. Cieślik*

<sup>2</sup> Katedra Żywienia Człowieka, Wydziału Technologii Żywności  
Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie  
prof. dr hab. inż. *T. Leszczyńska*

*Celem badań była ocena pobrania przez młodzież szkolną wybranych witamin, w zależności od płci i miejsca zamieszkania. Ocenę spożycia witamin przeprowadzono metodą wywiadu żywieniowego z ostatnich 24 godzin poprzedzających badanie w losowo wybranych szkołach na terenie Krakowa i Skawiny z wykorzystaniem programu „Dieta 2.0”. Stwierdzono liczne nieprawidłowości dotyczące spożycia różnych witamin, w tym znaczne niedobory witaminy D, a także nadmierne pobranie witamin A i C. Bardzo niepokojące było także niskie spożycie folianów.*

Słowa kluczowe: witaminy, pokrycie zapotrzebowania, młodzież gimnazjalna.  
Key words: vitamins, requirements for coverage, schoolchildren.

W życiu człowieka, od jego narodzin aż do starości, można wyróżnić kilka faz. Okres między 11–19 rokiem życia określa się jako fazę dojrzewania, czyli czas intensywnego wzrostu i rozwoju, podczas którego organizm zmierza do osiągnięcia dojrzałości biologicznej, psychicznej i społecznej. Styl życia, w tym zachowania zdrowotne, mogą zmieniać się w ciągu życia, jednak kształtują się one przede wszystkim w dzieciństwie i młodości. Postawy i zachowania, jakie młodzież utrwali, będą decydowały o ich stylu życia w wieku dojrzałym. Kształtowanie prawidłowych zachowań żywieniowych wśród młodych ludzi, może być jednym z najważniejszych elementów poprawy stanu zdrowia populacji w XXI wieku (1). Prawidłowe żywienie jest więc niezbędnym czynnikiem warunkującym harmonijny rozwój młodego organizmu i osiągnięcie wysokiego potencjału zdrowotnego, gwarantującego utrzymanie dobrego stanu zdrowia w dalszych okresach życia. Pomimo, że naukowcom udało

się w genomie człowieka wyodrębnić gen długowieczności dowiedziono, że determinuje on długość życia tylko w 15–20%, natomiast pozostały odsetek zależy od indywidualnych zachowań żywieniowych (2). Wszelkie nieprawidłowości, wynikające z nieodpowiednich zachowań żywieniowych, należy korygować już u młodzieży szkolnej, gdyż wadliwy sposób żywienia powoduje opóźnienie w rozwoju fizjologicznym, ogranicza aktywność psychofizyczną ucznia, obniża zdolność uczenia się oraz koncentracji uwagi.

Celem badań była ocena pobrania z racji pokarmowych i suplementów diety wybranych witamin (wit. C, wit. A, wit. E, wit. D, tiamina, ryboflawina, niacyna, pirydoksyna, cyjanokobalamina, folianów) przez badaną młodzież szkolną w zależności od płci oraz miejsca zamieszkania.

## MATERIAŁ I METODY

Badania zostały zrealizowane w grupie 217 uczniów, w tym 103 (47,5%) dziewcząt i 114 (52,5%) chłopców w wieku 13–15 lat, uczęszczających do dwóch szkół gimnazjalnych na terenie Krakowa i Skawiny. Kraków to miasto wojewódzkie o liczbie ludności powyżej 750 000, natomiast Skawina jest miastem gminnym poniżej 25 000 mieszkańców (GUS, 2010). Wymienione dwa różne środowiska, wielkomiejskie i małomiasteczkowe, mogły wpłynąć na odmienny styl życia i sposób zaopatrywania się w żywność, a przez to determinować sposób żywienia respondentów. Badania przeprowadzono dwukrotnie w sezonie wiosennym i jesiennym. Udział dzieci w badaniach był dobrowolny, poprzedzony uzyskaniem zgody zarówno ich opiekunów prawnych, jak i Dyrekcji, Kuratorium Oświaty.

W badaniach wykorzystano metodę wywiadu z ostatnich 24-godzin poprzedzających badanie prowadzonego przez cztery dni w tygodniu obejmujące zarówno dni nauki szkolnej (w tym piątek), jak i wolne od zajęć (niedziela). W celu ułatwienia oszacowania wielkości porcji w wywiadzie posługiwano się „Albumem fotografii produktów i potraw” (3).

Zawartość witamin w racjach pokarmowych obliczono z wykorzystaniem programu komputerowego „DIETA 2.0”, opracowanego przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie. Straty technologiczne, obliczono zgodnie z zaleceniami *Kunachowicz* i współprac. (4). Spożycie witamin suplementowanych uzyskano z danych producenta preparatów (dane uzyskano podczas wywiadu). Do oceny spożycia poszczególnych witamin zastosowano następujące poziomy norm:

- poziom średniego spożycia (EAR) w odniesieniu do wit. A, wit. C, tiaminy, ryboflawiny, niacyny, pirydoksyny, cyjanokobalaminy i folianów;
- poziom wystarczającego spożycia (AI) w odniesieniu do wit. E, wit. D;
- poziom najwyższy tolerowany poziom spożycia (UL) w odniesieniu do wit. A, wit. C, wit. E, wit. D, niacyny, pirydoksyny i folianów.

Wyniki poddano analizie statystycznej z zastosowaniem testu chi-kwadrat. Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu „Statistica 10.0 PL” firmy StatSoft. Inc., USA.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Otrzymane wskazują na wysoką zawartość witaminy C w dietach młodzieży, wynoszącą średnio 123,5 mg. Jednak szczegółowa analiza wykazała, że 44,7% chłopców i 32,0% dziewcząt spożywało ten składnik w ilościach poniżej poziomu normy EAR. Chłopcy spożywali średnio ok. 110 mg/osobę/dobę witaminy C, natomiast dziewczęta istotnie więcej ( $p < 0,05$ ), bo ok. 138 mg/osobę/dobę. Wielkość pobrania zależała również od miejsca zamieszkania ankietowanych. Średnie spożycie witaminy C w grupie gimnazjalistów z Krakowa wynosiło 115,9 mg/o/dobę, natomiast wśród uczniów ze Skawiny 130,9 mg/osobę/dobę (tab. I, II, III), ale otrzymane wyniki okazały się nieistotne statystycznie (ze względu na bardzo wysoki współczynnik zmienności wynoszący prawie 95%). Badania z ostatnich lat potwierdzają tendencję do wysokiego spożycia nie tylko witaminy C, ale i witaminy A przez nastolatków (5, 6, 7, 8). Nie istnieją obecnie dowody szkodliwego działania nadmiernego spożycia witaminy C w przypadku, gdy pobiera się ją przez dłuższy okres w ilościach znacznie przekraczających ustalone normy. Rośnie jednak ryzyko powstawania kamieni nerkowych oraz zaburzeń żołądkowo-jelitowych (9). Pomimo, iż średnie pobranie witaminy C przez badanych gimnazjalistów było wysokie, to szczegółowa analiza spożycia wykazała, że ok. 40% z nich pobierało ją w ilościach poniżej poziomu normy EAR. Biorąc pod uwagę rolę witaminy C m.in. w metabolizmie lipidów i profilaktyce niedokrwiennej choroby serca, należy uznać tę wartość za niekorzystną. Podobny udział młodzieży (w wieku 14–18 lat) spożywającej witaminę C na poziomie poniżej normy EAR odnotowali *Moshfegh* i wspólnicy (10) 26 % chłopców i 42% dziewcząt.

Przeciętna badana racja pokarmowa dostarczała także duże ilości witaminy A. Stwierdzono istotne statystycznie różnice pod względem pobrania tej witaminy w zależności od płci, przy czym chłopcy spożywali więcej witaminy A (1036,1  $\mu\text{g}/\text{osobę}/\text{dobę}$ ) niż dziewczęta (883,1  $\mu\text{g}/\text{osobę}/\text{dobę}$ ). Ponad 6% uczniów i 4% uczennic spożywało witaminę A w ilościach większych od wartości górnego tolerowanego poziomu normy (UL). Równocześnie poniżej poziomu EAR pobierało ten składnik ponad 20% gimnazjalistów (tab. I, II). Istotne statystycznie różnice pod względem spożycia witaminy A wykazano także w zależności od miejsca zamieszkania respondentów. Młodzież z Krakowa spożywała mniej witaminy A (895,9  $\mu\text{g}/\text{osobę}/\text{dobę}$ ) niż gimnazjaliści ze Skawiny (1029,3  $\mu\text{g}/\text{o}/\text{dobę}$ ). Zarówno uczniowie z dużego, jak i małego miasta pobierali ten składnik w niewystarczających ilościach ( $< \text{EAR}$ ) (odpowiednio 24,3% i 20,0% badanych osób), natomiast powyżej poziomu UL witaminę A spożywało odpowiednio 2,8 i 7,3% uczniów. Pobranie witaminy A w ilościach przekraczających wartość normy UL wykazali także *Szczuko i Seidler* (11), oceniając sposób żywienia studentów. Zwyczajowo spożywana żywność (z wyjątkiem wątroby ssaków i ryb) nie zawiera witaminy A w ilościach, które mogłyby okazać się toksyczne, również duża zawartość karotenoidów nie jest toksyczna, choć może powodować żółte zabarwienie skóry. Niemniej jednak, wysokie spożycie witaminy A w dłuższym okresie czasu, zwłaszcza z suplementów i preparatów farmaceutycznych może powodować bóle głowy, stawów, wymioty i łuszczenie się skóry, a nawet uszkodzenia wątroby i zmiany kostne (1).

Table 1. Pobranie wybranych witamin w zależności od płci  
 Table 1. Dietary intake of selected vitamins, depending on gender

Składnik	Chłopcy				Dziewczęta				Ogółem			
	spożycie				spożycie				spożycie			
	$\bar{X} \pm SD$	CV	wartość min – max	$\bar{X} \pm SD$	CV	wartość min – max	$\bar{X} \pm SD$	CV	wartość min – max	$\bar{X} \pm SD$	CV	wartość min – max
Wit. C (mg)*	110,3±98,8	89,6	11,7–472,9	138,1±133,5	96,6	27,6–587,6	123,5±117,1	94,8	11,7–587,1			
Wit. A ( $\mu$ g)*	1036,1±609,8	58,9	234,8–3808,9	883,1±489,0	55,4	244,5–2442,5	963,5±559,7	58,1	234,8–3808,9			
Wit. E (mg)*	8,8±4,7	53,4	2,2–31,0	6,4±2,7	42,1	1,8–15,1	7,7±4,1	52,9	1,8–31,0			
Wit. D ( $\mu$ g)*	3,0±2,2	74,9	0,5–14,7	2,2±2,1	95,4	0,3–13,7	2,6±2,2	87,4	0,3–14,7			
Tiamina (mg)*	1,3±0,5	38,9	0,4–2,8	0,9±0,3	33,9	0,3–2,2	1,1±0,5	42,6	0,3–2,8			
Ryboflawina (mg)*	1,7±0,7	41,2	0,5–4,0	1,3±0,6	46,6	0,6–4,0	1,5±0,7	45,0	0,5–4,0			
Niacyna (mg)*	15,8±6,7	42,2	4,7–36,8	11,2±4,7	41,9	3,2–29,1	13,7±6,3	45,8	3,2–36,8			
Pirydoksyna (mg)*	1,8±0,7	39,9	0,5–4,5	1,4±0,5	36,9	0,9–3,7	1,6±0,7	41,9	0,5–4,5			
Cyjanokobalamina ( $\mu$ g)*	3,4±1,8	51,1	1,0–11,7	2,3±1,1	47,3	0,9–7,6	2,9±1,6	55,0	0,9–11,7			
Foliany ( $\mu$ g)*	229,6±96,7	42,1	90,3–703,3	174,6±49,2	28,2	81,6–295,0	203,5±82,4	40,5	81,6–703,3			

$\bar{X}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, CV – współczynnik zmienności, \* – różnice istotne statystycznie  $p \leq 0,05$  (test chi-kwadrat)



Tabela II. Pobranie wybranych witamin w zależności od miejsca zamieszkania

Table II. Dietary intake of selected vitamins, depending on place of residence

Składnik	Kraków			Skawina		
	spożycie					
	$\bar{X} \pm SD$	CV	wartość min–max	$\bar{X} \pm SD$	CV	wartość min–max
Wit. C (mg)	115,9±109,6	94,5	11,7–522,9	130,9±124,0	94,8	11,7–587,1
Wit. A ( $\mu\text{g}$ )*	895,9±469,8	52,4	234,8–2691,2	1029,3±630,4	61,2	272,5–3808,9
Wit. E (mg)*	7,2±3,8	52,3	1,8–19,9	8,2±4,3	52,6	2,7–31,0
Wit. D ( $\mu\text{g}$ )	2,5±2,2	88,6	0,3–14,7	2,6±2,3	86,6	0,6–13,7
Tiamina (mg)	1,1±0,5	44,8	0,3–2,6	1,1±0,4	40,3	0,4–2,8
Ryboflawina (mg)	1,5±0,6	43,3	0,5–3,5	1,5±0,7	46,8	0,6–4,0
Niacyna (mg)	13,7±6,5	47,5	3,2–36,1	13,6±6,0	44,2	4,7–36,8
Pirydoksyna (mg)	1,6±0,7	41,1	0,5–3,5	1,6±0,7	42,9	0,6–4,5
Cyjanokobalamina ( $\mu\text{g}$ )	2,9±1,5	50,2	1,0–8,5	2,9±1,7	59,5	0,9–11,7
Foliany ( $\mu\text{g}$ )	199,4±78,5	39,4	81,6–527,6	207,4±86,3	41,6	97,7–703,3

$\bar{X}$  – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, CV – współczynnik zmienności, \* – różnice istotne statystycznie  $p \leq 0,05$  (test chi-kwadrat)

Spożycie witaminy E różniło się statystycznie istotnie w zależności od płci respondentów. W badanych racjach pokarmowych średnia zawartość witaminy E wynosiła 7,7 mg. Chłopcy spożywali statystycznie istotnie więcej tej witaminy (8,8 mg/osobę/dobę) niż dziewczęta (6,4 mg/osobę/dobę). Analizując spożycie witaminy E przez respondentów w zależności od miejsca zamieszkania można zauważyć, że istotnie mniej tego składnika spożywała młodzież z Krakowa (7,2 mg/osobę/dobę), niż ze Skawiny (8,2 mg/osobę/dobę). Wśród gimnazjalistów z dużego miasta również mniejszy odsetek dotyczył spożywających witaminę E, na poziomie wyższym od wartości normy AI (21,5% vs. 31,8%) (tab. II, IV). Powyżej poziomu normy AI witaminę E pobierało 30,7% chłopców i 22,3% dziewcząt (tab. I, IV). Wyższe spożycie witaminy E przez chłopców w porównaniu do dziewcząt odnotowali także Szponar i współpr. (5), Jeżewska-Zychowicz (7) oraz Iłow i współpr. (8). W badaniach Smorczevskiej-Czupryńskiej i współpr. (12) wykazano również istotne zróżnicowanie wielkości spożycia tej witaminy w zależności od środowiska zamieszkania (miasto, wieś). Uczniowie z miasta (zarówno chłopcy, jak i dziewczęta w wieku 14 lat) spożywali większe ilości tego składnika, niż ankietowani z obszarów wiejskich. Niskie spożycie witaminy E jest niekorzystne ze względu na jej właściwości (m.in. przeciwutleniające), jednak kliniczne objawy niedoborów tej witaminy występują sporadycznie, tylko u osób szczególnie wrażliwych, np. wcześniaków lub pacjentów z zaburzeniami procesów trawienia i wchłaniania (13).

Badane racje pokarmowe chłopców i dziewcząt dostarczały małe ilości witaminy D (odpowiednio średnio 3,0 i 2,3  $\mu\text{g}$ /osobę/dobę). Średnie dzienne spożycie witaminy D przez młodzież (2,6  $\mu\text{g}$ /osobę/dobę) było niższe od poziomu wartości normy AI (5  $\mu\text{g}$ /osobę/dobę) dla tego składnika. Tylko 14,9% gimnazjalistów i 6,8%

Tabela III. Procentowy udział respondentów spożywających witaminy poniżej wartości normy EAR w zależności od płci i miejsca zamieszkania

Table III. Percent of respondents with vitamins intakes below the Estimated Average Requirement (EAR), depending on gender and place of residence

Składnik	Norma EAR		Ogółem	Płeć		Miejsce zamieszkania	
	chłopcy	dziewczęta		chłopcy	dziewczęta	Kraków	Skawina
Witamina A	630 $\mu\text{g}$	490 $\mu\text{g}$	22,1	21,1	23,3	24,3	20,0
Witamina C	65 mg	55 mg	38,7	44,7	32,0	40,2	37,3
Tiamina	1 mg	0,9 mg	33,6	21,1	47,6	37,4	30,0
Ryboflawina	1,1 mg	0,9 mg	18,0	15,8	20,4	19,6	16,4
Niacyna	12 mg	11 mg	43,8	34,2	54,4	43,0	44,5
Pirydoksyna	1,1 mg	1 mg	12,4	7,0	18,4	15,0	10,0
Cyjanokobalamina	2 $\mu\text{g}$	2 $\mu\text{g}$	30,0	17,5	43,7	30,8	29,1
Foliany	330 $\mu\text{g}$	330 $\mu\text{g}$	94,0	88,6	100	93,5	94,5

Tabela IV. Procentowy udział respondentów spożywających witaminy powyżej wartości normy AI w zależności od płci i miejsca zamieszkania

Table IV. Percent of respondents with vitamins intakes above the Adequate Intake (AI), depending on gender and place of residence

Składnik	Norma AI		Ogółem	Płeć		Miejsce zamieszkania	
	chłopcy	dziewczęta		chłopcy	dziewczęta	Kraków	Skawina
Witamina E	10 mg	8 mg	28,6	30,7	22,3	21,5	31,8
Witamina D	5 $\mu\text{g}$	5 $\mu\text{g}$	11,1	14,9	6,8	10,3	11,8

gimnazjalistek pobierało witaminę D w ilości powyżej poziomu normy AI (tab. I, IV). Nie stwierdzono natomiast istotnych statystycznie różnic pod względem spożycia witaminy D w zależności od miejsca zamieszkania respondentów. Uczniowie, zarówno z Krakowa, jak i ze Skawiny, spożywali średnio ok. 2,5  $\mu\text{g}/\text{osobę}/\text{dobę}$  tego składnika. Powyżej wartości normy AI witaminę D pobierało 10,3% młodzieży z dużej aglomeracji i 11,8% gimnazjalistów z małego miasta (tab. II, IV). Porównywalną, niską podaż witaminy D w racjach pokarmowych młodzieży, wykazała także *Jeżewska-Zychowicz* (7). Dostateczne wysycenie organizmu młodzieży witaminą D jest konieczne, gdyż w wieku rozwojowym, zwłaszcza w okresach intensywnego wzrastania, niedobory tego składnika, przy równoczesnym deficycie wapnia, są główną przyczyną osiągnięcia niskiej szczytowej masy kostnej. Zbyt niski poziom witaminy D w diecie powoduje zmniejszenie masy mięśniowej i obniżenie siły mięśni, wzrost ryzyka upadków i złamań, jak również inne poważne konsekwencje zdrowotne. Wykazano bowiem, że deficyt witaminy D podnosi ryzyko występowania cukrzycy, nadciśnienia, niedokrwiennej choroby serca oraz wielu nowotworów (14). Przy omawianiu wit. D należy jednak pamiętać, że pozyskiwana jest ona również w wyniku endogennej syntezy, która jednak podlega znacznym wahaniom zależnym od ekspozycji na działanie promieniowania słonecznego (od 0 do 100% zapotrzebowania). Z tego też względu eksperci opracowując zastosowanie normy spożycia tej witaminy, ustalili je na poziomie minimalnej ilości zapewniającej odpowiednie stężenie we krwi, wystarczające dla zapewnienia prawidłowego przebiegu procesów mineralizacji kości (9).

Tab e l a V. Procentowy udział respondentów spożywających witaminy powyżej wartości normy UL w zależności od płci i miejsca zamieszkania

Tab l e V. Percent of respondents with vitamins intakes above the Tolerable Upper Intake Level (UL), depending on gender and place of residence

Składnik	Poziom UL*	Ogółem	Płeć		Miejsce zamieszkania	
			chłopcy	dziewczęta	Kraków	Skawina
Witamina A	2000 $\mu\text{g}$	5,1	6,1	3,9	2,8	7,3
Witamina C	1800 mg	0	0	0	0	0
Witamina E	220 mg	0	0	0	0	0
Witamina D	50 $\mu\text{g}$	0	0	0	0	0
Niacyna	500 mg	0	0	0	0	0
Pirydoksyna	15 mg	0	0	0	0	0
Foliany	800 $\mu\text{g}$	0	0	0	0	0

\* ustalony przez Naukowy Komitet ds. Żywności Unii Europejskiej (SCF)

Spożycie wszystkich witamin z grupy B zależało istotnie od płci ankietowanych. Pobranie tych składników było wyższe w badanej grupie chłopców niż dziewcząt, nie stwierdzono natomiast różnic w spożyciu tych witamin ze względu na miejsce zamieszkania respondentów (tab. I, II).

Średnie spożycie witaminy B<sub>1</sub> w grupie chłopców wynosiło 1,3 mg/osobę/dobę i było wyższe od wartości normy EAR (1 mg/osobę/dobę). Ponad 21% uczniów pobierało ten składnik poniżej wartości normy EAR. Średnie spożycie przez dziewczęta było zbliżone do wartości normy EAR (0,9 mg/osobę/dobę), jednak prawie 50% uczennic pobierało tą witaminę w niedostatecznych ilościach (<EAR). Średnie spożycie witaminy B<sub>1</sub> nie było zróżnicowane w zależności od miejsca zamieszkania i wynosiło średnio 1,1 mg/osobę/dobę. Poniżej wartości normy EAR tiaminę spożywało 37,4% gimnazjalistów z dużego miasta i 30,0% z małego (tab. I, II, III). Inni autorzy (5, 7, 8) stwierdzili wyższe spożycie tiaminy przez nastolatków. W badaniach *Schenkel* i współpr. (15) wykazano natomiast, podobny jak w badaniach własnych, udział chłopców spożywających tiaminę poniżej wartości normy EAR.

Średnie pobranie witaminy B<sub>2</sub> było wyższe od poziomu normy EAR zarówno w grupie chłopców (1,7 mg/osobę/dobę), jak i dziewcząt (1,3 mg/osobę/dobę). Pobranie ryboflawiny poniżej poziomu normy EAR dotyczyło odpowiednio 15,8 i 34,2% młodzieży. (tab. III). Młodzież, zarówno z dużej aglomeracji, jak i małego miasta, spożywała średnio 1,5 mg/osobę/dobę witaminy B<sub>2</sub>, a 19,6% gimnazjalistów z Krakowa i 16,4% ze Skawiny pobierało niewystarczające ilości tej witaminy (<EAR) (tab. II, III). Porównywalny odsetek respondentów (chłopców) spożywających witaminę B<sub>2</sub> na poziomie mniejszym od wartości normy EAR wykazali także *Szczuko* i *Seidler* (11) oraz *Schenkel* i współpr. (15). Wyższe niż w badaniach własnych średnie spożycie ryboflawiny przez nastolatków obserwowali natomiast *Jeżewska-Zychowicz* (7) oraz *Iłow* i współpr. (8).

Średnie dzienne spożycie niacyny przez młodzież również było wyższe od wartości normy EAR (15,8 mg/osobę/dobę chłopcy i 11,2 mg/osobę/dobę dziewczęta), jednakże 34,2% uczniów i 54,4% uczennic pobierało tę witaminę w ilości mniejszej od poziomu normy EAR. Analiza spożycia witaminy PP w zależności od miejsca zamieszkania respondentów nie wykazała istotnych różnic. Średnie dzienne spożycie niacyny wynosiło 13,7 mg/osobę/dobę w grupie uczniów z Krakowa i 13,6 mg/osobę/dobę wśród uczniów ze Skawiny. Ponad 40% gimnazjalistów z obu miast pobierało tą witaminę poniżej wartości normy EAR (tab. I, II, III).

Pobranie pirydoksyny z dietą wynosiło średnio 1,8 mg wśród chłopców i 1,4 mg w grupie dziewcząt. Średnie dzienne spożycie tej witaminy było większe od poziomu wartości normy EAR dla tego składnika. Natomiast poniżej tego poziomu witaminę B<sub>6</sub> pobierało 7,0% gimnazjalistów i 18,4% gimnazjalistek. Uczniowie zarówno z Krakowa, jak i ze Skawiny, spożywali średnio 1,6 mg/osobę/dobę pirydoksyny, a 15,0% młodzieży z Krakowa i 10,0% ze Skawiny pobierało witaminę B<sub>6</sub> w ilości mniejszej od poziomu normy EAR (tab. I, II, III).

Średnie spożycie witaminy B<sub>12</sub> wynosiło 3,4 µg/osobę/dobę w grupie chłopców i 2,3 µg/osobę/dobę wśród dziewcząt. Pomimo, iż średnie dzienne pobranie witaminy B<sub>12</sub> było wyższe od wartości normy EAR, to szczegółowa analiza wykazała, że 17,5% uczniów i aż 43,7% uczennic spożywało niewystarczające ilości tej witaminy (<EAR) (tab. I, III). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w wielkości spożycia witaminy B<sub>12</sub> w zależności od miejsca zamieszkania. Młodzież, zarówno z dużej aglomeracji jak i małego miasta, spożywała średnio 2,9 µg/osobę/dobę witaminy B<sub>12</sub>, przy czym prawie 30% pobierało niewystarczające ilości tego składnika (<EAR) (tab. II, III).

W badaniach innych autorów wykazano nieco wyższe średnie spożycie niacyny, pirydoksyny i witaminy B<sub>12</sub> przez nastolatków (7, 8). *Szczuko i Seidler* (11) zaobserwowali natomiast większy, niż w niniejszych badaniach, odsetek młodzieży spożywającej witaminę B<sub>6</sub> oraz B<sub>12</sub> w niedostatecznych ilościach (<EAR), znacznie większy odsetek kobiet odpowiednio 29,4% dla pierwszej i 45,6% dla drugiej witaminy. Z kolei *Moshfegh* i współpr. (10) podają niewielki odsetek młodzieży (14 lat) spożywającej te witaminy na poziomie poniżej wartości normy EAR (<3% dla chłopców i 8% dla dziewcząt). Ze względu na dużą dostępność żywności będącej dobrym źródłem tiaminy, ryboflawiny, niacyny i pirydoksyny, objawy kliniczne niedoborów tych składników (m.in. choroba beri-beri, pelagra) w krajach ekonomicznie rozwiniętych pojawiają się sporadycznie. Objawem niedoboru witaminy B<sub>12</sub> może być natomiast anemia megaloblastyczna i towarzyszące jej zaburzenia funkcji układu nerwowego. Ryzyko wystąpienia niekorzystnych dla zdrowia skutków nadmiernego spożywania witamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> i B<sub>12</sub>, dzięki ograniczonej zdolności wchłaniania z przewodu pokarmowego lub łatwości wydalania w moczu, również praktycznie nie występuje, a w przypadku niacyny i witaminy B<sub>6</sub> objawy mogą pojawić się głównie w przypadku nadmiernego stosowania preparatów syntetycznych (1).

Średnie spożycie folianów przez chłopców wynosiło 229,6 µg/osobę/dobę i było niższe od wartości normy EAR (330 µg/osobę/dobę), a 88,6% gimnazjalistów pobierało ten składnik w niedostatecznych ilościach (<EAR). Dziewczęta pobierały średnio ok. 175 µg/osobę/dobę folianów (poziom EAR – 330 µg/osobę/dobę), a spożycie tego składnika przez każdą z uczennic było niższe od wartości normy EAR. Średnie dzienne spożycie tego składnika wśród gimnazjalistów z Krakowa wynosiło 199,4 µg/osobę/dobę, a 93,5% uczniów pobierało tę witaminę w ilościach mniejszych od wartości normy EAR. Młodzież ze Skawiny pobierała 207,4 µg/osobę/dobę folianów, a niedostateczne spożycie (<EAR) stwierdzono u 94,5% badanych (tab. I, II, III). *Jeżewska-Zychowicz* (7) wykazała wyższe średnie spożycie folianów zarówno przez chłopców jak i dziewczęta, natomiast *Szczuko i Seidler* (11) odnotowali również wysoki (jak w niniejszych badaniach, ale na grupie studentów) udział respondentów spożywających foliany, na poziomie poniżej wartości normy EAR (100% badanych kobiet i 97,4% mężczyzn). Niekorzystne dla zdrowia skutki niedostatecznego spożycia folianów, to przede wszystkim niedokrwistość megaloblastyczna, zwiększona podatność komórek na transformacje nowotworowe, a szczególnie wady cewy nerwowej (WCN). Deficyt folianów może także przyczyniać się do dysfunkcji umysłowej, a niedostateczne spożycie przez kobiety ciężarne jest niebezpieczne dla rozwijającego się embrionu, gdyż może wpływać na niedorozwój łożyska i powodować samoistne poronienie lub wady wrodzone u noworodków (16).

## WNIOSKI

Stwierdzono liczne nieprawidłowości, dotyczące spożycia wybranych witamin (wit. C, wit. A, wit. E, wit. D, tiaminy, ryboflawiny, niacyny, pirydoksyny, cyjanokobalaminy, folianów) przez młodzież szkolną. W większości przypadków (za wyjątkiem wit. C, wit. A, wit. E, folianów, w mniejszej miejscowości spożycie było wyższe) nie stwierdzono zróżnicowania ich pobrania w zależności od miejsca za-

mieszkania. Chłopcy spożywali istotnie więcej każdej z ocenianych witamin. Zaobserwowano ponadto nadmierne średnie pobranie witamin A i C, oraz prawie wszystkich witamin z grupy B (>EAR). Bardzo niskie było natomiast spożycie folianów i witaminy D. W przypadku pierwszej z tych witamin 100% dziewcząt spożywało ją na poziomie poniżej wartości normy EAR.

Należy zwrócić także uwagę na duże różnice pomiędzy minimalnym a maksymalnym spożyciem poszczególnych witamin. Najwyższym współczynnikiem zmienności odznacza się spożycie wit. C oraz wit. D (niezależnie od płci i miejsca zamieszkania). Wartości maksymalne wynikały z powszechnego stosowania suplementów witaminowych. Nie stwierdzono natomiast dla tych dwóch witamin przekroczenia wartości normy UL (najwyższego tolerowanego poziomu spożycia).

A. Florkiewicz, E. Grzych-Tuleja, E. Cieślik, K. Topolska,  
A. Filipiak-Florkiewicz, T. Leszczyńska, A. Kopeć, M. Pysz

#### ASSESSMENT OF DIETARY INTAKE OF SELECTED VITAMINS BY YOUNG PEOPLE AGED 13–15 YEARS, DEPENDING ON GENDER AND PLACE OF RESIDENCE

##### Summary

The aim of this study was to evaluate the dietary intake of selected vitamins by the schoolchildren, depending on their gender and place of residence.

The evaluation of vitamin intake was performed by 24-h recall in randomly selected schools in Krakow and Skawina area. The content of vitamins (C, A, E, D, thiamine, riboflavin, niacin, pyridoxine, cyanocobalamin, folate) consumed by the subjects was assessed by the use of the "Dieta 2.0" software, taking into account the supplementation.

Numerous instances of non-optimum intake of the selected vitamins were observed, including severe vitamin D deficiency, and also excessive intake of vitamins A and C. Low intake of folate is a source of particular concern. In case of females 100% of population consumed this nutrient, at a below EAR.

#### PIŚMIENNICTWO

1. WHO/FAO. Vitamin and mineral requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation. Bangkok, Thailand 2004; 21-30 September 1998; Second edition. – 2. *Gronowska-Senger A.*: Żywnie, styl życia a zdrowie Polaków. *Żyw. Człow. Metab.*, 2007; 34(1/2): 12-21. – 3. *Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.*: Album fotografii produktów i potraw. Wyd. IŻŻ, Warszawa 2000; 2. – 4. *Kunachowicz H., Nadolna I.* i współpr.: Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. PZWL, Warszawa 2001. – 5. *Szponar L., Oltarzewski M.*: Analiza porównawcza spożycia sodu wśród dzieci i młodzieży badanych w latach 1988/94 i 2000. (wJ Fizjologiczne uwarunkowania postępowania dietetycznego. Wyd. SGGW, Warszawa 2003; 2: 681-683. – 6. *Błaszczuk A., Chlebna-Sokół D., Frasunkiewicz J.*: Ocena spożycia wybranych witamin i składników mineralnych w grupie dzieci łódzkiej w wieku 10–13 lat. *Pediatrics współczesna. Gastroenterologia. Hepatologia i Żywnie Dziecka*, 2005; 7(4): 275-279. – 7. *Jeżewska-Zychowicz M.*: Wpływ wybranych cech indywidualnych i środowiskowych na zachowania żywieniowe młodzieży. Wyd. SGGW, Warszawa 2006. – 8. *Iłow R., Regulska-Iłow B.* i współpr.: Ocena sposobu żywienia gimnazjalistów z Oleśnicy. *Roczn. PZH*, 2008; 59(3): 335-341. – 9. *Jarosz M., Bulhak-Jachymczyk B.*: Żywnie człowieka, Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych. Wyd. PZWL, Warszawa 2008. – 10. *Moshfegh A., Goldman J., Cleveland L.*: What we eat in America, NHANES 2001–2002: Usual nutrient intakes from food compared to dietary reference intakes. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service 2005.

11. *Szczuko M., Seidler T.*: Sposób żywienia a stan odżywienia studentów Zachodnioporskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie na tle młodzieży z innych ośrodków akademickich w Polsce.

Roczn. PZH, 2010; 61(3): 295-307. – 12. *Smorzewska-Czupryńska B., Ustymowicz-Farbiszewska J.* i współprac.: Porównanie zawartości witamin antyoksydacyjnych w dietach dzieci szkół podstawowych Białegostoku i okolic. Roczn. PZH, 2003; 54(4): 409-415. – 13. Institute of Medicine, Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. Washington 2000 DC: The National Academies Press. – 14. *Chwojnowska Z., Charzewska J.* i współprac.: Trendy w spożyciu wapnia i witaminy D w dietach młodzieży szkolnej. Probl. Hig. i Epidemiol., 2010; 91(4): 544-548. – 15. *Schenkel T.C., Stockman N.K.A.* i współprac.: Evaluation of energy, nutrient and dietary fiber intakes of adolescent males. Journal of the American College of Nutrition, 2007; 26(3): 264-271. – 16. *Gawęcki J.* (red.): Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010. – 17. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. European Food Safety Authority 2006.

Adres: 30-149 Kraków, ul. Balicka 122

*Małgorzata Kosteczka*

## STOSOWANIE SUPLEMENTÓW DIETY PRZEZ OSOBY W WIEKU STARSZYM

Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii  
Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie  
Kierownik: prof. dr hab. *I. Jackowska*

*Populacja osób starszych ze względu na proces starzenia się organizmu jest narażona na nieprawidłowości w żywieniu. Obecnie popularnym sposobem poprawienia stanu odżywienia jest stosowanie suplementów diety. Ponad połowa badanych zażywała suplementy diety, głównie preparaty wieloskładnikowe. Dla 41,8% ankietowanych suplementacja była bezpiecznym sposobem na poprawę stanu zdrowia, a suplementy diety najczęściej kupowane były w aptece.*

Hasła kluczowe: suplementy diety, starzenie się, ludzie starsi, interakcje.  
Key words: dietary supplements, aging, older people, interaction.

Suplementy diety to środki spożywcze, które zawierają skoncentrowane źródło witamin i składników mineralnych lub innych substancji wykazujących efekt odżywczy lub fizjologiczny.

Doniesienia CBOS (1) wskazują, że suplementacja diety różnymi preparatami jest zjawiskiem powszechnym, codzienną dietę uzupełnia 36% badanych Polaków, w tym 11% regularnie. Zwiększająca się w ostatnich latach liczebność populacji osób starszych sprawia, że zainteresowanie tą grupą wieku rośnie, szczególnie w odniesieniu do czynników warunkujących starzenie się w zdrowiu. Liczne badania wskazują, że racjonalne żywienie sprzyja zachowaniu dobrej kondycji zdrowotnej i opóźnia procesy starzenia się ludzkiego organizmu. Jednakże sposób odżywiania osób w podeszłym wieku, w znacznym stopniu uwarunkowany ich stanem zdrowia, odznacza się wieloma błędami, które prowadzą najczęściej do niskiej wartości odżywczej ich racji pokarmowych (2). Z tego powodu seniorzy często sięgają po preparaty zawierające witaminy i składniki mineralne, a decyzję o ich stosowaniu podejmują bardzo często samodzielnie. Najczęściej są to preparaty farmaceutyczne dostępne bez recepty lub suplementy diety będące źródłem kilku składników odżywczych (3).

Starzenie się jest procesem postępującego upośledzenia funkcji życiowych organizmu oraz utratą zdolności adaptacyjnych do zmian środowiskowych (4) i zgodnie z przyjętym w literaturze psychogerontologicznej określeniem, oznacza pewien proces i ma charakter dynamiczny, podczas gdy starość jako stan ma charakter statyczny (5).

Jak pokazują badania największy odsetek ludzi w wieku 65 lat i więcej mieszka w Europie. Europa jest również regionem w którym mieszka najwyższy odsetek subpopulacji w najbardziej zaawansowanej kategorii wieku – 80 lat i więcej.



W 2030 r. ok. 12% wszystkich Europejczyków osiągnie wiek ponad 75 lat, a 7% przekroczy wiek 80 lat (6).

Populacja Polski, podobnie jak większości krajów Europy, odznacza się postępującym procesem starzenia. W Polsce w 2011 r. udział osób w grupach wieku 60 lub 65 lat i więcej wynosił odpowiednio 19,8% oraz 13,6%. Prognoza sporządzona przez GUS na podstawie wyników spisu ludności z 2002 r. zakłada zwiększenie odsetka osób powyżej 65 lat do 18,4% w roku 2020 i 23,8% w 2035 r. (7).

Proces starzenia generuje wiele zmian negatywnych, które można opóźnić przez właściwą dietę i aktywność fizyczną (8). Występujące u osób po 65 roku życia choroby układu pokarmowego w znacznym stopniu ograniczają przyswajalność istotnych składników diety. Należy tu wymienić najczęściej występujące w Europie: choroba refluksowa przełyku (częstość występowania 53–66%), zakażenia *Helicobacter pylori* (58–78%), przewlekłe zapalenie żołądka (w Polsce powyżej 80%), paradontoza (12–69%), nowotwory w tym: rak przełyku, żołądka, jelita grubego (6–12%), dyspepsja (25%) (9).

W sytuacji niemożności zaspokojenia zapotrzebowania organizmu na składniki odżywcze i regulacyjne poprzez dietę dopuszczalne jest uzupełnianie diety suplementami, które jednak powinny być poprzedzone analizą określającą nawyki żywieniowe, stan ogólny pacjenta, przeciwwskazania zdrowotne, choroby przebyte, występujące choroby przewlekłe, prowadzone terapie i stosowane leki, cechy określające status ekonomiczno-społeczny. Podczas uzupełniania składników diety suplementami należy dążyć do unikania stosowania preparatów wielowitaminowych na rzecz jednoskładnikowych, ze względu na niebezpieczeństwo ich przedawkowania, szczególnie witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (10). Statystyczny Polak powyżej 65 r. ż. przewlekłe stosuje 5 leków przepisanych przez lekarza, a dodatkowo jeszcze 2 leki lub suplementy diety, które dokupuje bez recepty w ramach samoleczenia (11).

Celem pracy była ocena ogólnej wiedzy i świadomości osób starszych na temat suplementów diety i bezpieczeństwa ich stosowania oraz analiza częstości zażywania suplementów diety w tej grupie wiekowej.

## MATERIAŁ I METODY

Do badań użyto kwestionariusza ankiety dotyczącego suplementów diety, składającego się z 27 pytań. W części pierwszej znajdowały się pytania charakteryzujące respondentów pod względem płci, wieku, wskaźników antropometrycznych, miejsca zamieszkania oraz poziomu wykształcenia, samooceny stanu zdrowia, występujących chorób oraz stosowania specjalistycznych diet. Część druga kwestionariusza zawierała pytania odnoszące się do wiedzy o czynnikach przyczyniających się do poprawy stanu zdrowia, wiedzy na temat suplementów diety, częstości ich stosowania oraz świadomości na temat korzyści i zagrożeń zdrowotnych wynikających z suplementacji. Ankieta składała się w większości z pytań typu zamkniętego, z możliwością jednokrotnego lub wielokrotnego wyboru odpowiedzi. Ze względu na trudności w zrozumieniu niektórych twierdzeń zauważone u badanych seniorów, badający sam czytał pytania, wyjaśniał je i wpisywał odpowiedzi do arkusza.

Uzyskane dane poddano analizie statystycznej za pomocą programu komputerowego Excel.

Badania przeprowadzono w roku akademickim 2014/2015 w miesiącach październik–marzec wśród osób uczęszczających do dziennych Domów Pomocy Społecznej w Lublinie oraz Klubów Emerytów i Rencistów działających w na terenie Lublina i Świdnika. Zgodę na przeprowadzenie badań wyraziło 162 osoby, uzyskano 110 kompletnych, poprawnie wypełnionych kwestionariuszy ankiety. Pozostałe osoby nie potrafiły odpowiedzieć na zadawane pytania, nie pamiętały na jakie choroby chorują lub czy przyjmują leki, ich ankiety nie zostały włączone do dalszych analiz.

### Charakterystyka badanej grupy

W badaniach wzięło udział 110 osób, z czego 57,27% stanowiły kobiety (63 osoby) i 42,73% mężczyźni (47 osób) (tab. I).

Tab e l a I. Charakterystyka badanej grupy ze względu na wiek, wzrost i masę ciała

Tab l e I. Characteristics of the study group based on age, height and weight

	Maksimum	Minimum	Średnia
Wiek (lata)	92	65	73,8
Wzrost (cm)	188	150	167,4
Masa ciała (kg)	104	52	77,4

Uzyskane dane (masa ciała, wzrost) pozwoliły dokonać obliczeń wskaźników wzrostowo-wagowych (BMI), na podstawie których stwierdzono, że najczęściej respondentów (54,5%) cechowało się nadwagą (wartość BMI w przedziale 25–29,99 kg/m<sup>2</sup>). Odsetek osób o prawidłowej masie ciała oraz osób z otyłością I stopnia wyniósł odpowiednio 17,3% i 20,9%. Tylko 1% stanowiły osoby niedożywione, natomiast osoby z otyłością II stopnia to 3,6% respondentów.

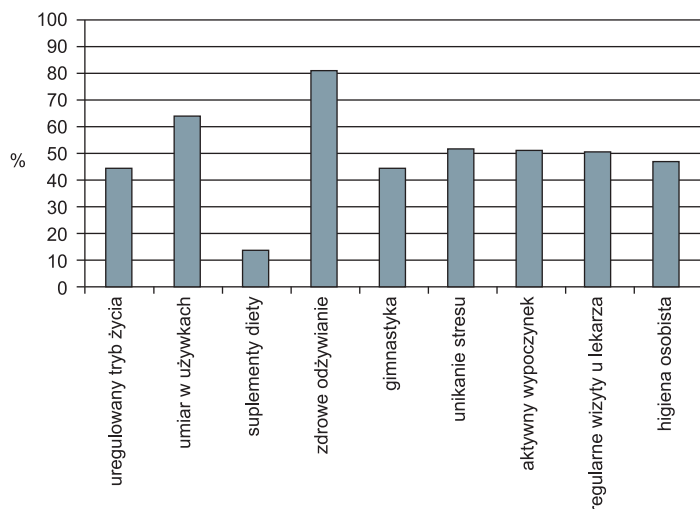
Badani w większości deklarowali średnie wykształcenie (40%), najmniejszy odsetek (15,4%) stanowiły osoby z wykształceniem zawodowym i wyższym. Ankietowani mieszkali głównie w miastach powyżej 25 tysięcy mieszkańców, a 20,9% respondentów było mieszkańcami wsi.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Ankietowani ocenili swój stan zdrowia; uzyskane wyniki wykazały, że wg subiektywnej oceny zdecydowana większość osób cechowała się dobrym zdrowiem (69%), a jedynie co czwarty badany uważał, że jego stan zdrowia jest zły. Najczęściej występującymi schorzeniami w badanej grupie okazały się nadciśnienie tętnicze (48,2% badanych), miażdżyca (24,5%), cukrzyca typu II (20%), oraz choroba zwyrodnieniowa stawów i kręgosłupa (12,7%). Do rzadziej deklarowanych chorób należały: osteoporoza, bóle i zawroty głowy, arytmia, refluks żołądkowo-przełykowy i choroba nowotworowa. 15 respondentów nie cierpiało na żadną chorobę przewlekłą. Jak wynika z innych badań aż 41% Polaków po 65 roku życia choruje na 4 i więcej schorzeń przewlekłych (12).

28 ankietowanych osób stosowało dietę, głównie była to dieta cukrzycowa lub niskosodowa. Kilka osób było na diecie bezglutenowej (3 osoby), pozostali nie stosowali żadnej diety ograniczającej lub redukcyjnej.

Czynniki sprzyjające poprawie i utrzymaniu zdrowia były respondentom znane (ryc. 1), a najważniejszymi bez względu na płeć i miejsce zamieszkania okazało się zdrowe odżywianie oraz umiar w stosowaniu używek (alkohol, papierosy). Dla kobiet ważnymi czynnikami była także higiena osobista oraz gimnastyka, a dla mężczyzn aktywny tryb życia. Tylko 14% respondentów wskazało stosowanie suplementów diety jako czynnik poprawiający stan zdrowia.



Ryc. 1. Czynniki sprzyjające poprawie zdrowia (możliwość wielokrotnych odpowiedzi), opracowanie własne.

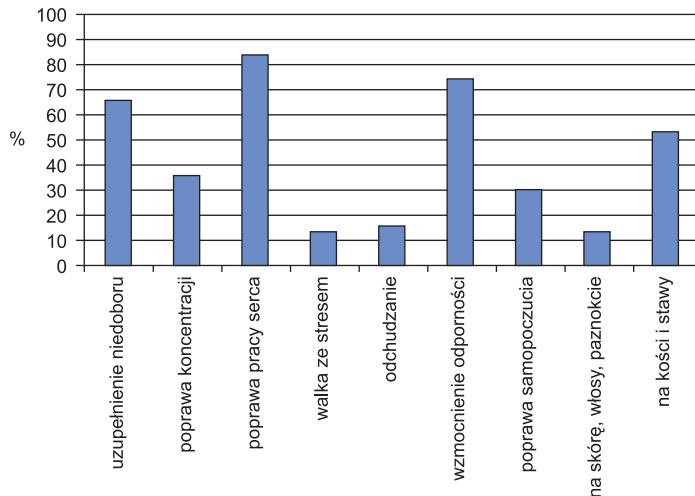
Fig. 1. Factors contributing to the improvement of health (possibility of multiple answers), the development of their own.

Definicję suplementu diety znało tylko 34,5% badanych, były to głównie kobiety mieszkające w miastach, a 39% ankietowanych nie odróżniało leków wydawanych bez recepty od suplementów. W badaniach *Rybus i Kozłowskiej-Wojciechowskiej* (13) stwierdzono, że pacjenci często nie rozumieją pojęcia suplementu diety i utożsamiają je błędnie ze stosowaniem diety, spożywaniem warzyw i owoców, ograniczeniem soli, czy nawet z powstrzymaniem się od jedzenia wieczorem. Nie potrafią rozgraniczyć suplementów diety, leków OTC i leków wydawanych na receptę. Pomimo braku wiedzy na temat kupowanych suplementów diety stosują je powszechnie w wielu chorobach, równocześnie lub zamiast specjalistycznego leczenia.

Popularność suplementów diety wśród osób starszych była dosyć duża, 55,5% badanych stosowało suplementy diety, w tym 34% regularnie, przynajmniej 4–5 razy w tygodniu. Badania *Tokarza i współpr.* (14) na podobnej wiekowo grupie seniorów z Warszawy wykazało nieco wyższy odsetek stosowania suplementacji, na poziomie 63,5%. Wśród osób, które nie zażywały suplementów, dominowali mężczyźni

oraz respondenci, którzy nie cierpieli na żadną chorobę przewlekłą. Statystycznie częściej po suplementy sięgały kobiety w wieku 65–76 lat, bez względu na miejsce zamieszkania. Podobnie statystycznie istotnie więcej kobiet niż mężczyzn stosowało suplementy diety w badaniach *Kaluży* (15).

Osoby stosujące suplementację wskazały powody sięgania po suplementy diety (ryc. 2), poprawa pracy serca oraz uzupełnienie niedoborów były wskazywane zarówno przez kobiety jak i mężczyzn. Natomiast suplementy wpływające na poprawę skóry, wspomagające odchudzanie i walkę z napięciem nerwowym zażywały głównie kobiety.



Ryc. 2. Powody sięgania przez respondentów po suplementy diety (możliwość wielokrotnych odpowiedzi), opracowanie własne.

Fig. 2. The reasons for reaching respondents dietary supplements (the possibility of multiple answers), the development of their own.

Ankietowani najczęściej stosowali preparaty witaminowo-mineralne (34% respondentów), magnezowe (24,5%), zawierające wapń z witaminą D (18%) oraz z kwasami omega-3 (13%).

Badania *Saran i Dudy* (16) w grupie osób starszych (powyżej 60 r. ż.) pokazały, że witaminowe oraz mineralne suplementy diety przyjmowało prawie 65% badanych. Blisko 40% z nich zażywało preparaty systematycznie w ciągu całego roku. Wśród osób, które stosowały suplementację wykazano, istotnie większy udział kobiet (69,4%) oraz osób z wykształceniem wyższym (75,4%).

Osobną grupą były preparaty roślinne i zielarskie, które respondenci zaliczali zarówno do suplementów, jak i do żywności. Najczęściej stosowanymi były zioła na trawienie, wyciąg z miłorzębu japońskiego oraz preparaty na uspokojenie. Analiza dostępnych badań wykazała, że w populacji osób starszych zamieszkującej Europę i Amerykę Północną największą popularnością cieszą się preparaty z miłorzębu japońskiego, czosnku, żeń-szenia, aloesu, rumianku, mięty zielonej, i imbiru. Spośród nich, miłorzęb i czosnek mogą sprzyjać interakcjom z lekami przeciwzkrzepowy-

mi lub wywoływać niekontrolowane krwawienia (17). Analizując uzyskane wyniki można dopatrzeć się zagrożenia związanego z suplementacją gdyż aż 31% badanych deklarowało jednoczesne zażywanie dwóch, a 15% nawet trzech suplementów diety. Najczęściej ankietowani łączyli ze sobą preparaty witaminowo-mineralne i preparaty jednoskładnikowe, zawierające np., wapń czy magnez oraz witaminy A+E, może to prowadzić do nadmiernego spożycia i przekroczenia bezpiecznego poziomu tych składników pokarmowych. Na podstawie metaanalizy *Bleys* i współpr. stwierdzili, że jednoczesne przyjmowanie suplementów  $\beta$ -karotenu i witaminy E może istotnie zwiększyć ryzyko śmierci z powodu chorób układu krążenia, a przyjmowanie suplementów witamin antyoksydacyjnych z witaminami z grupy B zwiększa ryzyko zachorowania na miażdżycę (18). Niekorzystne efekty stosowania dużych dawek suplementów diety szczególnie widoczne są u palących mężczyzn (19).

Według badań *Pietruszki* i *Brzozowskiej* (20) na przestrzeni kilku lat zauważono istotny wzrost zainteresowania preparatami zawierającymi magnez, a także wapń i potas. Podobnie w grupie osób starszych w populacji amerykańskiej stwierdzono częste przyjmowanie wapniowych suplementów diety oraz preparatów wieloskładnikowych (21). Analiza sposobu żywienia osób starszych z chorobami sercowo-naczyniowymi pokazała nieprawidłowości w stosowaniu suplementacji, wystąpiło nadużywanie preparatów zawierających witaminy: A, E, C i B (22). W badaniach innych autorów (16) okazało się również, że suplementacja diety jest szeroko stosowana wśród osób starszych. Osoby powyżej 65 roku życia zażywają różnorodne suplementy, do najczęściej stosowanych należą kompleksy witaminowe, preparaty z magnezem i witaminą B6 oraz wapń.

Wśród celów stosowania suplementacji badani najczęściej wskazywali poprawę funkcjonowania krążenia i pracy serca, wzmocnienie odporności i witalności organizmu oraz uzupełnienie braków w organizmie.

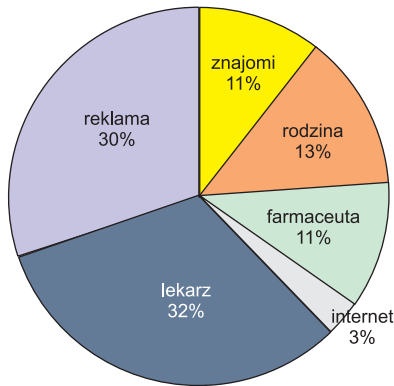
Jak wykazały przeprowadzone badania 54% respondentów bez względu na płeć deklarowało czytanie ulotki informacyjnej przed zażyciem suplementu diety, 6,5% po zażyciu, a pozostali ankietowani nie czytali ulotek i informacji podanych przez producentów. *Saran* i *Duda* (23) w swoich badaniach wykazały, że w odróżnieniu od kobiet mężczyźni po 60 roku życia tylko w niewielkim odsetku zapoznawali się z treścią ulotek dołączonych do preparatów farmaceutycznych i suplementów diety.

Ponad połowa ankietowanych deklarowała, że zażywane suplementy były im przepisane przez lekarza, jako środek wspomagający tradycyjne leczenie farmakologiczne, jednak aż 1/3 badanych nie informowała lekarza o stosowanych suplementach diety. Dla zdecydowanej większości badanych apteka pozostawała głównym miejscem zakupu suplementów diety (75%), ze względu na łatwą dostępność, zaufanie do sprzedawanych produktów i możliwość konsultacji podczas zakupów. Sklepy ze zdrową żywnością i supermarkety nie były wiarygodnym miejscem zakupu suplementów diety dla tej grupy wiekowej.

Respondenci wiedzę na temat suplementów diety czerpali z różnych źródeł (ryc. 3), aż 1/3 badanych polegała na reklamie czy opiniach znajomych lub rodziny.

W grupie osób starszych, często cierpiących na choroby przewlekłe zalecenie stosowania suplementacji nie może być podyktowane modą czy niezbyt wiarygodnymi reklamami producentów, gdyż może to prowadzić do zaburzenia funkcjonowania organizmu i pogorszenia stanu zdrowia. Jak wynika z badań amerykańskich arty-

kuły prasowe dotyczące suplementów diety, skierowane do osób starszych często nie zawierają wystarczających i rzetelnych informacji pozwalających na bezpieczne stosowanie suplementacji (24).



Ryc. 3. Źródła wiedzy respondentów na temat suplementów diety, opracowanie własne.

Fig. 3. Sources of respondents' knowledge about dietary supplements, to develop their own.

Ostatnie pytanie dotyczyło bezpieczeństwa stosowania suplementów diety, 41,8% z wszystkich ankietowanych stwierdziło, że suplementacja jest bezpieczna, 21% było przeciwnego zdania, natomiast ponad 1/3 respondentów nie miała zdania na ten temat i były to głównie osoby deklarujące zażywanie suplementów diety.

## WNIOSKI

1. Suplementy diety były popularne wśród ankietowanych osób starszych, a ich stosowanie dotyczyło częściej kobiet w wieku 65–76 lat.

2. Określenie suplementy diety było znane tylko 1/3 badanych, aż co piąty respondent, który stosował suplementację nie znał definicji i nie potrafił jej poprawnie wskazać.

3. Główne powody stosowania suplementów diety nie były zróżnicowane ze względu na płeć.

4. Prawie co trzeci badany stosował 2 lub więcej suplementów diety jednocześnie, najczęściej bez konsultacji i wskazań lekarza prowadzącego.

M. Kostecka

### DIETARY SUPPLEMENTS USED BY PEOPLE IN OLD AGE

#### Summary

The population of the elderly because of the inevitable process of aging of the body is exposed to the deficiencies in nutrition. Now a popular way to improve the nutritional status or delaying the aging process is the use of dietary supplements. The popularity of dietary supplements among older people is

quite high, 55.5% of respondents used a dietary supplements, including 34% regularly, at least 4–5 times a week. Among those who did not reach the supplements, dominated by men, and respondents who did not suffer any chronic disease. Frequently the supplements ranged women aged 65–76 years, regardless of the place of residence. More than half of the respondents was taking supplements, especially multi vitamin preparations. More than half of the respondents declared that they enjoyed the supplements were prescribed by a doctor, as an adjunct to conventional medical therapy, but 1/3 of the respondents did not use to inform your doctor about supplements. For the vast majority of respondents pharmacy remained the main place to buy supplements.

## PIŚMIENNICTWO

1. CBOS. Diety Polaków. 113/2014. – 2. *Wądołowska K.*: Obraz typowego Polaka w starszym wieku. Publication of the Polish Public Opinion Research Center, Warszawa, 2010. – 3. *Kaluża J., Bagan A., Brzozowska A.*: Ocena udziału witamin i składników mineralnych z suplementów w diecie osób starszych. Rocz. PZH, 2004; 55(1): 51-61. – 4. *Szweda-Lewandowska Z.*: Pokolenie powojennego wyżu demograficznego i echa wyżu demograficznego (baby boomers i pokolenie Y) – perspektywa starości. Polityka Społeczna, 2014; 5-6: 18-21. – 5. *Porzych K., Kędziora-Kornatowska K., Porzych M.*: Psychologiczne aspekty starzenia się i starości. Gerontologia Polska, 2004; 12(4): 165-168. – 6. Raport na temat sytuacji osób starszych w Polsce, Instytut Pracy i Spraw Socjalnych, Warszawa, 2012. – 7. GUS (2011), Rocznik Demograficzny, GUS, Warszawa 2011. – 8. *Grabowska E., Spodarek M.* Zasady żywienia osób w starszym wieku. Gerontol. Pol., 2006; 14: 57-62. – 9. *Jarosz M., Rychlik E.*: Składniki mineralne, witaminy, woda – przyczyny niedoboru u osób w wieku podeszłym. Żyw. Człow. Metab., 2005; 32(4): 348-357. – 10. *Szcześniak P., Szuszkiewicz J., Michalak Ł., Orszulak-Michalak D.*: Żywnie i suplementacja diety w wieku podeszłym. Żywnie i suplementy, 2009; 65(11): 775-779.

11. *Drozd M., Jaremek-Kudła J., Kijewska A.*: Farmaceuta w procesie samoleczenia. w: *Krajewski-Siuda K.* (red.). Samoleczenie. Instytut Sobieskiego, Warszawa, 2012: 147-156. – 12. *Krzysztozek J., Matecka M., Matschay A., Jakubek E.*: Zachowania zdrowotne związane z samoleczeniem w okresie starości. Now. Lek., 2012; 81(4): 412-417. – 13. *Rybus K., Kozłowska-Wojciechowska M.*: Stosowanie suplementów diety oraz leków wydawanych bez przepisu lekarza (OTC) przez osoby w starszym wieku – na podstawie badania ankietowego. Czyn. Ryz., 2010; 63: 47-52. – 14. *Tokarz A., Stawarska A., Kolczewska M.*: Suplementacja witaminowo-mineralna u ludzi starszych zrzeszonych w wybranych warszawskich stowarzyszeniach społecznych. Bromat. Chem. Toksykol., 2009; 42(1): 30-35. – 15. *Kaluża J., Januszko O., Trybalska E., Wądołowska L., Słowińska M.A., Brzozowska A.*: Suplementacja diety witaminami i składnikami mineralnymi a umieralność w grupie osób starszych. Przegl. Epidemiol., 2010; 64: 557-563. – 16. *Saran A., Duda G.*: Wpływ wybranych czynników na zakup i stosowanie przez osoby starsze witaminowo-mineralnych. suplementów diety. Nauka Technologia Jakość, 2009; 4(65): 271-277. – 17. *De Souza Silva J.E., Santos Souza C.A., da Silva T.B., Gomes I.A., Brito GdeC, de Souza Araujo A.A., de Lyra-Junior D.P., da Silva W.B., da Silva F.A.*: Use of herbal medicines by elderly patients: A systematic review. See comment in PubMed Commons below Arch Gerontol Geriatr. 2014; 59(2): 227-233. – 18. *Bleys J., Miller E.R., Pastor-Barriuso R.*: Vitamin-mineral supplementation and the progression of atherosclerosis: a meta-analysis of randomized controlled trials. Am. J. Clin. Nutr., 2005; 84: 880-887. – 19. *Brzozowska A., Kaluża J., Knoop K.T.*: Supplement use and mortality: the SENECA study. Eur. J. Nutr., 2008; 47(9): 131-137. – 20. *Pietruszka B., Brzozowska A.*: Uwarunkowania stosowania suplementacji diet witaminami i składnikami mineralnymi w Polsce. Żyw. Człow. Metab., 2002; 29: 215-220.

21. *Farina E.K., Austin K.G., Lieberman H.R.*: Concomitant dietary supplement and prescription medication use is prevalent among US adults with doctor-informed medical conditions. J. Acad. Nutr. Diet., 2014; 114(11): 1784-1790. – 22. *Tokarz A., Stawarska A., Kolczewska M.*: Ocena sposobu żywienia i suplementacji u ludzi starszych z chorobami sercowo-naczyniowymi z terenu Warszawy. Rocz. PZH, 2008; 59(4): 467-472. – 23. *Saran A., Duda G.*: Ocena wiedzy osób starszych dotycząca witamin i składników mineralnych. Bromat. Chem. Toksykol., 2010; 43(1): 60-65. – 24. *Kava R., Meister K.A., Whelan E.M., Lukachko A.M., Mirabile C.*: Dietary supplements safety information in magazines popular among older readers. J. Health Commun., 2003; 6(1): 13-23.

*Wiesław Salicki*

## KRZYŻÓWKA (*ANAS PLATYRHYNCHOS*) JAKO BIOINDYKATOR SKAŻENIA ŚRODOWISKA FLUOREM OBSZARÓW PÓLNO-CNO-ZACHODNIEJ POLSKI

Zakład Zoologii i Pszczelnictwa, Wydziału Biotechnologii i Hodowli Zwierząt,  
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie  
Kierownik: prof. dr hab. *B. Chuda-Mickiewicz*

*Stwierdzono istotne różnice pomiędzy stężeniami fluoru w kościach młodych i dorosłych ptaków. Stwierdzono również różnice pomiędzy stężeniami tego pierwiastka w grupach młodych ptaków pochodzących z obu terenów i lat. Nie wykryto takich różnic w grupie ptaków dorosłych. Wykazano, że do celów biomonitoringu fluoru w środowisku wodno-łądowym powinny być stosowane głównie młode osobniki ptaków.*

Słowa kluczowe: biomonitoring, fluor, ptaki, krzyżówka, kości.  
Key words: biomonitoring, fluoride, birds, Mallard, bones.

Fluor jest pierwiastkiem szeroko rozpowszechnionym we wszystkich elementach środowiska, pochodzi ze źródeł naturalnych i antropogenicznych. Posiadając dużą aktywność chemiczną łatwo wiąże się z innymi pierwiastkami i przenika do organizmów wraz z pożywieniem oraz w procesie oddychania, kumulując się w tkankach twardych, powodując fluorozę.

Zjawisko biokumulacji fluoru, poprzez wiązanie go w tkankach kostnych kręgowców i wytworach wapiennych bezkręgowców, może być wykorzystane do oceny stanu zagrożenia środowiska w czasie i przestrzeni. Do tego celu wykorzystuje się zwierzęta hodowlane (krowy, owce, kozy, drób) i dziko żyjące. O większej przydatności zwierząt dziko żyjących do celów biomonitoringu, w przeciwieństwie do zwierząt hodowlanych, świadczy fakt, że zwierzęta dziko żyjące uczestniczą bezpośrednio w łańcuchu troficznym interesujących nas ekosystemów, natomiast zwierzęta utrzymywane przez człowieka otrzymują pokarm z różnych źródeł, a przy zastosowaniu dodatków mineralnych mogą być one dodatkowo intoksykowane badaną substancją (1).

Badacze podejmujący temat biomonitoringu z wykorzystaniem ptaków, określają możliwość zastosowania ich do obserwacji wielu zmian w środowisku (2, 3). Udo- wodniono eksperymentalnie przydatność kości i skorup jaj ptaków do celów monitoringu zanieczyszczenia środowiska fluorem (4, 5). Podjęto jednak tylko nieliczne próby praktycznego wykorzystania ptaków jako biomonitorów (6–9).

Niniejsza praca ma na celu wykazanie przydatności krzyżówek – ptaków związanych ze środowiskiem lądowo-wodnym – do celów biomonitoringu zanieczysz-



czenia środowiska fluorem. Wcześniejsze badania autora wykazały taką przydatność w stosunku do grzywacza (*Columba palumbus*) – ptaka związanego ze środowiskiem łąkowym (10).

## MATERIAŁ I METODY

Krzyżówka, jest najliczniejszą z łęgowych kaczek w Polsce. Liczebność zimujących w Polsce osobników waha się od 172 000 do 515 000 w zależności od tego, czy zimy są surowe, czy łagodne. Największym pierzowiskiem krzyżówek jest Park Narodowy Ujścia Warty (dawniej rezerwat Słońsk), średnio pierzy się tam 4–8 tysięcy osobników (11).

Kaczki pływające, do których należy krzyżówka, ze względu na sposób i rodzaj pobieranego pokarmu, można zaliczyć przede wszystkim do bentofagów cedzących, a także fitofagów wodnych. Sposób pobierania pokarmu przez bentofagi cedzące polega na pobieraniu pokarmu z powierzchni lub głębokości wody ograniczonej zanurzeniem głowy, szyi i połowy tułowia ptaka. Podczas takiego żerowania ptak odcedza z wody i mułu drobne bezkręgowce. Fitofagi pobierają pokarm roślinny z powierzchni wody lub strefy litoralnej zbiorników wodnych (12).

Zgodnie z obowiązującym w Polsce prawem krzyżówka jest ptakiem łownym. Okres polowań trwa od 15 sierpnia do 21 grudnia.

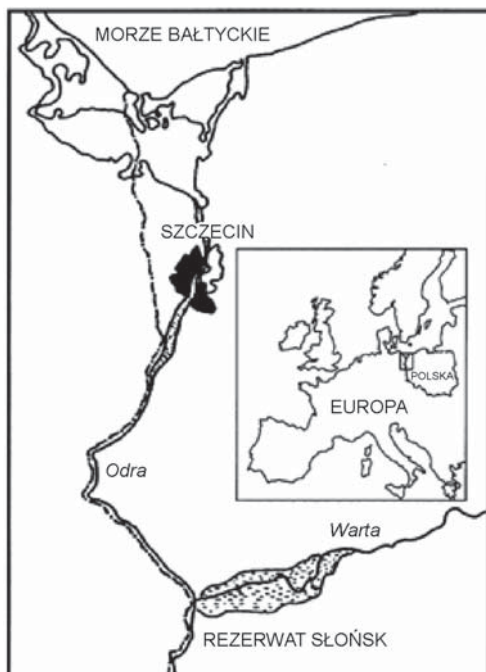
Krzyżówki do badań pochodziły z polowań wokół śródpolnych oczek wodnych położonych po zachodniej stronie Szczecina i w okolicach rezerwatu Słońsk (ryc. 1), które odbyły się w latach 1999, 2000. W 1999 roku upolowano 40 krzyżówek (25 młodych i 15 dorosłych) w okolicach rezerwatu Słońsk i 23 krzyżówki (13 młodych i 10 dorosłych) w okolicach Szczecina. W 2000 roku 26 ptaków (11 młodych i 15 dorosłych) pochodziło z okolic Słońska oraz 29 (6 młodych i 23 dorosłe) z okolic Szczecina. Wszystkie ptaki zostały upolowane w okresie pozalęgowym.

Upolowane przez myśliwych ptaki były przechowywane do czasu wykonania sekcji w temp. poniżej  $-20^{\circ}\text{C}$ . Po rozmrożeniu określono wiek i płeć ptaków oraz pobrano kości skokowe (*tarsometatarsus*). Przy ocenie wieku kaczek kierowano się różnicami w upierzeniu ptaków młodych i dorosłych. Ponadto brano pod uwagę stopień rozwoju gonad oraz wielkość torebki Fabrycjusza (13).

Do zbadania stężenia fluoru zastosowano metodę potencjometryczną z użyciem fluorkowej elektrody jonoselektywnej, powszechnie stosowaną przez autorów, zajmujących się oznaczaniem fluoru w kościach ptaków (7–9). Metoda ta odznacza się dużą selektywnością, liniowością w zakresie kilku rzędów wielkości, wysoką czułością.

Zawartość suchej masy w kościach oznaczono metodą wagową. Rozmrożone kości suszono w temp.  $105^{\circ}\text{C}$  do stałej masy. Kolejnym etapem było pozabawienie badanych kości substancji organicznej. W tym celu spalano je w piecu elektrycznym w temp.  $700^{\circ}\text{C}$  w ciągu 8 godz. Z każdej spopielonej i dokładnie zmielonej kości odważono 100 mg próbki, które rozpuszczono w  $5\text{ cm}^3$  roztworu kwasu nadchlorkowego o stężeniu  $1,13\text{ mol/dm}^3$  (5), a następnie dodano  $50\text{ cm}^3$  roztworu cytrynianu sodowego o stęż.  $0,2\text{ mol/dm}^3$  i uzupełniono do  $100\text{ cm}^3$  wodą podwójnie destylowaną. W tak otrzymanym roztworze wartość pH wahała się od 5,48 do 5,56. Przed

każdym oznaczeniem korygowano tę wartość roztworem kwasu nadchlorowego lub wodorotlenku sodowego do pH 5,50. Oznaczenie stężenia fluoru w próbce kości wykonywano za pomocą fluorkowej elektrody jonoselektywnej (DETEKTOR) oraz jonometru CX-731 (ELMETRON). Jako elektrodę odniesienia do pomiaru różnicy potencjału zastosowano elektrodę chlorosrebrową z płaszczem zewnętrznym zawierającym 1 mol/dm<sup>3</sup> roztwór KNO<sub>3</sub>. Do kalibrowania aparatu stosowano roztwory fluorku sodowego o wartościach zbliżonych do oczekiwanych, wykonanych z roztworu podstawowego fluorku sodowego o zawartości 1 mg jonu fluorkowego w 1 cm<sup>3</sup> roztworu oraz roztworów kwasu nadchlorowego i cytrynianu sodowego używanych w identyczny sposób, jak przy oznaczeniach fluoru w próbkach kości. Kalibrację aparatu przeprowadzano po każdym 20 oznaczeniach, stosując również sprawdzenie dokładności wskazań jonometru metodą dodatku wzorca, wyznaczając procent odzysku, który mieścił się w zakresie 96–101%. Wyniki analiz przedstawiono jako zawartość fluoru wyrażoną w miligramach na kilogram popiołu.



Ryc. 1. Położenie geograficzne terenów, z których pochodziły krzyżówki.

Fig. 1. Geographical location of the places where the Mallards collected.

Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu STATISTICA 6.0. Do zbadania zgodności rozkładu otrzymanych wyników z rozkładem normalnym zastosowano test W Shapiro-Wilka. Ponieważ większość rozkładów badanych zmiennych różniła się od rozkładu normalnego, do porównań zmiennych zastosowano nieparametryczny test U Manna-Whitneya.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Porównania zawartości fluoru w kościach pomiędzy osobnikami młodymi i dorosłymi reprezentującymi poszczególne miejsca i lata ich pozyskania przedstawiono w tab. I.

Tab e l a I. Średnie stężenia ( $\bar{X}$ ), odchylenia standardowe (SD), zakresy zmienności (min. – max.) fluoru w kościach krzyżówek pochodzących z okolic Słońska i Szczecina oraz wartości p testów U Manna-Whitneya; n – liczba przypadków

Table I. Average concentration ( $\bar{X}$ ), Standard deviation (SD), range of variation (min. – max.) of fluoride in bones of the mallards from vicinity of Słońsk and Szczecin and the p-values of Mann-Whitney's U tests; n – number of occurrences

Rok	Wiek	n	Stężenie fluoru mg F/kg ( $\bar{X}$ $\pm$ SD (min. – max.))
Słońsk			
1999	młode	25	1741 $\pm$ 670 (207–3203)
	dorośle	15	3211 $\pm$ 1218 (749–5410)
Test U młode vs dorośle			$\leq 0,0001$
2000	młode	11	1079 $\pm$ 643 (145–2132)
	dorośle	15	2508 $\pm$ 1041 (115–3943)
Test U młode vs dorośle			$\leq 0,001$
Szczecin			
1999	młode	13	1056 $\pm$ 618 (346–2632)
	dorośle	10	2808 $\pm$ 706 (2175–4287)
Test U młode vs dorośle			$\leq 0,0001$
2000	młode	6	1424 $\pm$ 180 (1271–1671)
	dorośle	23	2569 $\pm$ 1382 (508–5649)
Test U młode vs dorośle			różnica nieistotna

Zawartość fluoru w kościach badanych krzyżówek wzrastała wraz z wiekiem średnio ok. dwukrotnie. Istotnie statystycznie różnice stwierdzono porównując młode i dorosłe osobniki pochodzące z okolic Szczecina i Słońska z roku 1999. Podobne różnice odnotowano w 2000 r. jedynie w przypadku osobników pochodzących z okolic Słońska.

Zestawienie istotności różnic badanych parametrów kości w obrębie grup wiekowych pomiędzy ptakami pochodzącymi z obu terenów i z poszczególnych lat, przedstawiono w tab. II. Istotne różnice w zawartości fluoru w kościach młodych osobników stwierdzono pomiędzy młodymi krzyżówkami upolowanymi w 1999 r. w okolicach Słońska i Szczecina oraz pomiędzy ptakami upolowanymi w Słońsku w latach 1999 i 2000. Zawartością fluoru różniły się kości krzyżówek z okolic Szczecina z lat 1999 i 2000.

Ogólną zawartość fluoru w ciele krzyżówek badał *Culik* (14). Jak wynika z jego badań kościec stanowi 13% masy całego ciała kaczki, a 99,5% fluoru przypada właśnie na szkielet tych ptaków. W kościach czaszki znajduje się 29,7%, a w pozosta-

łych kościach 69,8% fluoru. Kości krzyżówki spełniają jeden z warunków dobrego biomonitora w stosunku do fluoru, bowiem kumuluje się w nich prawie w całości.

Table II. Istotność różnic testów U Manna–Whitneya dla porównań stężeń fluoru w kościach krzyżówek młodych i dorosłych pochodzących z lat 1999 i 2000 z okolic rezerwatu Słońsk (S) i Szczecina (Sz); NS – różnice nieistotne  
Table II. The significance of differences of Mann-Whitney's U tests for comparison of fluoride concentrations level in bones of the mallard (immature and adult) from vicinity of Słońsk reserve (S) and Szczecin (Sz) in 1999 and 2000; NS – insignificant differences

Testu U Manna–Whitneya	p	
	młode	dorośle
1999 S vs 2000 S	≤ 0,05	NS
1999 Sz vs 2000 Sz	≤ 0,05	NS
1999 S vs 1999 Sz	≤ 0,01	NS
2000 S vs 2000 Sz	NS	NS

Zjawisko kumulacji fluoru w kościach ptaków wraz z wiekiem udokumentowane w tej pracy potwierdza obserwacje niektórych badaczy. Badany przez Henny i Burke (9) ślepowron zwyczajny *Nycticorax nycticorax* ma szczególną cechę corocznej (każdorazowo różniącej się od siebie ubarwieniem) wymiany upierzenia przez samce. Ptaki te różnią się upierzeniem w pierwszym, drugim, trzecim i po trzecim roku życia. W przypadku samic różnice w upierzeniu występują do trzeciego i po trzecim roku życia. Można dzięki temu prześledzić proces kumulacji fluoru w bardzo ściśle określonych przedziałach czasowych, w okresie wzrostu i dojrzewania tych ptaków. Krzyżówki, które były poddane badaniom w niniejszej pracy mogły być podzielone jedynie na dwie kategorie wiekowe, jako młode – w pierwszym roku życia i dorosłe – mające więcej niż jeden rok. W obu przypadkach stwierdzono znaczny, istotny statystycznie wzrost stężenia fluoru w kościach ptaków. Istotny wzrost zawartości fluoru w kościach ptaków wraz z wiekiem, pominięty przez niektórych autorów mógł powodować złą ocenę stanu zanieczyszczenia środowiska tym pierwiastkiem. Badając zawartość fluoru w kościach bernikli kanadyjskiej (*Branta canadensis*) Vikøren i Stuve (15), poddali ocenie trzy środowiska. Dwa z nich były zanieczyszczone poprzez emisję fluoru z hut aluminium, a jedno pozbawione zanieczyszczenia antropogenicznego. U wszystkich ptaków nie oznaczono wieku i płci. Ponad dwukrotnie większe, istotnie różniące się ( $p \leq 0,01$ ), stężenia fluoru stwierdzono w kościach gęsi pochodzących z jednego terenu zanieczyszczonego w stosunku do gęsi z pozostałych dwóch badanych obszarów. Autorzy konkludują, że bernikla kanadyjska nie jest dobrym bioindykatorem skażenia środowiska fluorem. W innych badaniach, dotyczących bioindykacji zanieczyszczenia fluorem okolic huty aluminium, wykonanych przez Vikørena i Stuvego (8), wykorzystano mewę srebrzystą *Larus argentatus*. Zbadano 21 mew z terenu zanieczyszczonego (14 samic i 7 samców) oraz 21 z terenu niezanieczyszczonego (13 samic i 8 samców), nie określając wieku badanych ptaków. Stwierdzono istotne statystycznie różnice pomiędzy stężeniami fluoru w kościach samców i samic pochodzących z terenu zanieczyszczonego ( $p < 0,01$ ) oraz pomiędzy samicami pochodzącymi z obu terenów ( $p = 0,02$ ). Badania zawartości fluoru w kościach mew były powiązane z badaniami zawartości fluoru

w skorupach jaj zniesionych przez mewę srebrzystą. Wykazano większe stężenia fluoru w skorupach jaj zniesionych w okolicach huty niż w skorupach jaj zniesionych w terenie niezanieczyszczonym fluorem. Brak podziału na grupy wiekowe nie pozwala na właściwą ocenę wpływu emisji związków fluoru z huty aluminium na wielkość stężenia tego pierwiastka w kościach mew. Badania zawartości fluoru w kościach mew były powiązane z badaniami zawartości fluoru w skorupach jaj zniesionych przez mewę srebrzystą. Wykazano większe stężenia fluoru w skorupach jaj zniesionych w okolicach huty niż w skorupach jaj zniesionych w terenie niezanieczyszczonym fluorem.

Podobnie w badaniach *Turnera* i współpr. (7) bez określenia wieku i płci, biorąc pod uwagę jedynie przynależność gatunkową, badano zależność wpływu miejsca bytowania ptaków na wielkość stężenia fluoru w ich kościach. Badania przeprowadzono na niewielkiej liczbie okazów od jednego do ośmiu w poszczególnych gatunkach. Porównano stężenia fluoru w kościach ptaków pochodzących z trzech uprzemysłowionych i czterech nieuprzemysłowionych terenów w Nowej Zelandii. Badano pięć gatunków ptaków związanych ze środowiskiem wodnym i wodno-błotnym. Nie stwierdzono żadnych istotnych różnic pomiędzy zawartością fluoru w kościach osobników tych samych gatunków egzystujących w warunkach terenów uprzemysłowionych i nieuprzemysłowionych. Autorzy sugerują, że różnice w stężeniach fluoru w kościach badanych ptaków są spowodowane głównie różnicami w odżywianiu się różnych gatunków ptaków. Sposrządzenia te potwierdzają badania *Stewart* i współpr. (6), którzy dokonali porównawczych badań dziewięciu gatunków dziko żyjących ptaków (bez podziału na wiek i płeć analizowanych osobników), różniących się dietami. Zauważono, że stężenie fluoru malało w kościach ptaków, które preferują dietę pobieraną ze środowiska lądowego, w przeciwieństwie do tych, które żerują w środowisku wodnym. Podobna tendencja charakteryzuje ptaki, które preferują dietę bogatszą w roślinność, zarówno pochodzącą ze środowiska wodnego, jak i lądowego.

## WNIOSKI

Krzyżówka jako licznie występujący, szeroko rozpowszechniony, łowny ptak jest doskonałym gatunkiem do badań biomonitoringowych fluoru w środowisku wodno-lądowym. Niezbędne jest określenie przynależności badanych ptaków do tej samej grupy wiekowej i pozyskiwanie do badań osobników poza okresem lęgowym, podczas którego jest zaburzona struktura kości samic. Tylko tak zakwalifikowane ptaki mogą zobrazować obciążenie badanego środowiska fluorem i służyć do celów porównawczych obciążenia tym czynnikiem innych, analogicznych środowisk.

W. Salicki

THE MALLARD (*ANAS PLATYRHYNCHOS*) AS A BIOINDICATOR OF ENVIRONMENTAL FLUORIDE POLLUTION OF THE AREAS OF NORTH-WESTERN POLAND

Summary

The Mallard (*Anas platyrhynchos*) was used as a model in order to evaluate the fluoride pollution of two communities in North-Western Poland. The ducks were obtained from hunting, which took place in

two successive years, during the same period, in the area near Szczecin and the estuary of Warta river. Mallards were classified into two age groups (immature and adult). Significant differences were detected between the concentration levels of fluoride in the bones of immature and adult birds. Differences were also shown to occur in the concentration levels of the element within the group of immature birds between those collected at both sites and in the two years. No such differences were detected in the group of adult birds. It has been shown that primarily juvenile birds should be researched for biomonitoring of fluoride in amphibious habitats.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Tataruch F., Kierdorf H.*: Mammals as biomonitors. *Markerl B.A., Breure A.M., Zechmeister H.G.* (ed.) :Bioindicators and biomonitors. Elsevier Science Ltd. 2004; 6: 737-772. – 2. *Furness R.W., Greenwood J.J.D., Jarvis P.J.* : Can birds be used to monitor the environment? *Furness R.W., Greenwood J.J.D.* (ed.) Birds as monitors of environmental change. Chapman & Hall, London. 1993; 1-41. – 3. *Becker P.H.*: Biomonitoring with birds. *Markerl B.A., Breure A.M., Zechmeister H.G.* (ed.) Bioindicators and biomonitors. Elsevier Science Ltd. 2004; 6: 677-736. – 4. *Bird D.M., Massari C.*: Effects of dietary sodium fluoride on bone fluoride levels and reproductive performance of captive American kestrels. *Environ. Pollut.*, 1983; 31: 67-76. – 5. *Bird D.M., Carrière D., Lacombe D.*: The effect of dietary sodium fluoride on Internal organs, breast muscle, and bones in captive American kestrels (*Falco sparverius*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 1992; 22: 242-246. – 6. *Stewart D.J., Manley T.R., White D.A., Harrison D.L., Stringer E.A.*: Natural fluorine levels in the Bluff area, New Zeland. *N. Z. J. Sci.*, 1974; 17: 105-113. – 7. *Turner J.C., Solly S.R.B., Mol-Krijnen J.C.M., Shanks V.*: Organochlorine, fluorine, and heavy-metal levels in some birds from New Zeland estuaries. *N. Z. J. Sci.*, 1978; 21: 99-102. – 8. *Vikøren T., Stuve G.*: Bone fluorine concentrations in Canada geese (*Branta Canadensis*) from areas with different levels of fluoride pollution. *Sci. Total Environ.*, 1995; 163: 123-128. – 9. *Henny C.J., Burke P.M.*: Fluoride accumulation and bone strength in wild black-crowned night-herons. *Arch Environ Contam. Toxicol.*, 1990; 19: 132-137. – 10. *Salicki W., Kalisińska E.*: Fluorine and calcium in bones of the woodpigeon (*Columba palumbus*). *Ann. Acad. Med. Stetin.*, 2004; 50, Suppl. 1: 94-99.
11. *Tomiałojć L., Stawarczyk T.*: The Avifauna of Poland. Distribution, numbers and trends. PTPP „pro Natura”, Wrocław. 2003; 1: 147-148. – 12. *del Hoyo J., Elliot A., Sargatal J.* (ed.): Handbook of the birds of the world. Lynx Edition, Barcelona. 1992; 1: 536-628. – 13. *Glick B.*: Bursa of fabricius. *Farner D.S., King J.R., Parkes K.C.* (ed.) Avian biology. Academic Press, London. 1983; 7: 443-483. – 14. *Culik B.*: Fluoride turnover in Adélie penguins (*Pygoscelis adeliae*) and other bird species. *Polar. Biol.*, 1987; 7: 179-187. – 15. *Vikøren T., Stuve G.*: Fluoride exposure and selected characteristics of eggs and bones of the Herring gull (*Larus argentatus*) and the Common gull (*Larus canus*). *J. Wildl. Dis.*, 1996; 32: 190-198.

Adres: 71-466 Szczecin, ul. Doktora Judyma 20

*Joanna Stragierowicz, Adam Daragó, Michał Klimczak, Aneta Galoch,  
Joanna Duda-Szymańska<sup>1</sup>, Małgorzata Skrzypińska-Gawrysiak, Anna Kilanowicz*

## ZMIANY HISTOPATOLOGICZNE W WĄTROBIE SZCZURÓW PO NARAŻENIU NA MIESZANINY POLICHLOROWANYCH NAFTALENÓW – BADANIA UZUPEŁNIAJĄCE\*

Zakład Toksykologii, Międzywydziałowej Katedry Farmakologii Ogólnej, Klinicznej  
i Toksykologii, Uniwersytetu Medycznego w Łodzi  
Kierownik: prof. dr hab. *A. Sapota*

<sup>1</sup> Zakład Patomorfologii, Międzywydziałowej Katedry Patomorfologii,  
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi  
Kierownik: prof. dr hab. *M. Danilewicz*

*W pracy przeprowadzono ocenę histopatologiczną wątroby samców szczurów Wistar, którym podawano wielokrotnie (7, 14, 21 lub 28 dni) drogą dożołądkową dwie różne mieszaniny polichlorowanych naftalenów (PCNs): w tym jedną o składzie zbliżonym do najczęściej stosowanego w przeszłości preparatu Halowax 1014 oraz drugą składającą się głównie z izomerów heksachloronaftalenu uważanego za najbardziej toksyczny kongener PCNs.*

Hasła kluczowe: mieszaniny polichlorowanych naftalenów, zmiany histopatologiczne, wątroba, szczury.

Key words: polychlorinated naphthalenes mixture, histopathology changes, liver, rats.

Polichlorowane naftaleny (PCNs) to grupa 75 kongenerów, których mieszaniny w handlowych preparatach (m.in. Halowax, Nibren Wax, Perna Wax, Seekay Wax, Clonacire Wax), były bardzo powszechnie używane w różnych gałęziach przemysłu (np. w przemyśle elektroenergetycznym) (1, 2). Stosowano je także do impregnacji drewna, papieru i materiałów tekstylnych celem zwiększenia oporności tych materiałów na działanie wody, ognia oraz warunków atmosferycznych (1). Najczęściej stosowanymi do końca lat 80<sup>tych</sup> ubiegłego wieku preparatami były Halowax 1013 i Halowax 1014 (3). Pomimo, iż od wielu lat zabroniono ich syntezy oraz stosowania, to właściwości fizyko-chemiczne PCNs (głównie duża stabilność termiczna i chemiczna) sprawiły, że są wszechobecne praktycznie we wszystkich elementach środowiska naturalnego (powietrze, woda, gleba) (2, 4). PCNs należą do zanieczyszczeń, których na przykład nie można wyeliminować z żywności. Ich obecność wykazano w rybach morskich oraz rzecznych, mleku, jajach, przetworach mięsnych, olejach i tłuszczach zwierzęcych (5, 6, 7). Ze względu na ogromną trwałość w środowisku oraz działanie

---

\* Badania zostały dofinansowane z działalności statutowej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi (Nr 503/3-045-01/503-31-001).

toksyczne, związki te zostały w 2012 r. włączone przez kraje Unii Europejskiej do grupy tzw. *trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO)* uważanych za najgroźniejsze trucizny środowiskowe dla ludzi (8).

Z przeprowadzonych przez nas wcześniej badań toksyczności ogólnej wynika, że mieszaniny polichlorowanych naftalenów wywołują u szczurów działanie neurotoksyczne objawiające się m.in. anoreksją, a także indukują stres oksydacyjny oraz bardzo silną peroksydację lipidów w wątrobie, co prawdopodobnie prowadzi do jej stłuszczenia (9, 10, 11).

Celem pracy była ocena histopatologiczna wątroby pozwalająca na potwierdzenie działania hepatotoksycznego PCNs u samców szczurów szczepu Wistar, którym wielokrotnie drogą dożołądkową podawano dwie mieszaniny polichlorowanych naftalenów, jedną o składzie zbliżonym do preparatu Halowax 1014, i drugą składającą się z izomerów heksachloronaftalenu (heksaCN), uważanego za najbardziej toksyczny kongener.

## MATERIAŁY I METODY

Doświadczenia przeprowadzono na samcach szczurów Wistar o masie  $265 \pm 38$  g pochodzących ze Zwierzętarń Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. Zwierzęta karmione były standardową paszą „Murigran” (Agropol, Motycz, Polska) i otrzymywały wodę *ad libitum*. W trakcie eksperymentu zwierzęta przebywały w pomieszczeniu o temp.  $21\text{--}23^\circ\text{C}$  i wilgotności  $55 \pm 5\%$  przy cyklu światło/ciemność wynoszącym 12/12 godz. Eksperyment przeprowadzony był zgodnie z obowiązującymi przepisami i uzyskał zgodę Lokalnej Komisji Etycznej ds. Doświadczeń na Zwierzętach (Nr L/BD/170).

W badaniu zastosowano dwie mieszaniny polichlorowanych naftalenów (PCNs i heksaCN) zsyntetyzowane w Zakładzie Chemii Radiacyjnej Politechniki Łódzkiej, dla których skład poszczególnych kongenerów potwierdzony (jakościowo i ilościowo) metodą GC/MS (chromatograf gazowy Agilent-6890 połączony z detektorem mas Agilent-5973 MSD-El) przedstawiał się następująco: mieszanina PCNs: 54% tetraCN, 8% pentaCN, 23% hexaCN i 14% heptaCN; natomiast mieszanina heksaCN składała się w 94,14% z różnych izomerów heksaCN: 81,17% 1,2,3,5,6,7-heksaCN oraz 12,97% z innych izomerów heksaCN (1,2,3,4,6,7-, 2,3,4,5,6,7-, 1,2,4,5,6,7-heksaCN). Dodatkowo, obie mieszaniny poddano analizie ilościowej w celu sprawdzenia zawartości dioksyn i furanów za pomocą metody rozcieńczeń izotopowych HRGC/HRMS. Zawartość wymienionych zanieczyszczeń nie przekraczała  $0,1 \mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ .

Obie mieszaniny: PCNs i heksaCN podawano szczurom (dla każdej dawki,  $n=5$ ) dożołądkowo (za pomocą sondy) po rozpuszczeniu w oleju słonecznikowym w objętości  $0,5 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$  masy ciała szczura. Grupa kontrolna ( $n=5$ ) otrzymywała vehiculum (olej słonecznikowy) w takiej samej ilości. Mieszaninę PCNs podawano szczurom codziennie w dawkach: 1, 10 i  $100 \text{ mg/kg}$  masy ciała przez 7, 14 i 21 dni, natomiast mieszaninę izomerów heksaCN podawano przez 7, 14 i 28 dni w dziennych dawkach: 1 i  $10 \text{ mg/kg}$  masy ciała. Ze względu na widoczne niekorzystne działanie mieszaniny PCNs podawanej szczurom w dawce  $100 \text{ mg/kg}$  masy ciała eksperyment



zakończono po 14 dniach. W trakcie trwania obu eksperymentów codziennie kontrolowano zmianę masy ciała zwierząt, a także spożycie paszy i wody.

Po zakończonym okresie podawania badanych substancji, szczury poddano eutanazji poprzez skrwawienie przez punkcję dosercową w narkozie z użyciem dwutlenku węgla po: 7, 14 i 21 dniach narażenia na mieszaninę PCNs oraz po 7, 14 i 28 dniach po podaniu heksaCN. Od każdego zwierzęcia pobrano wątrobę do oceny histopatologicznej oraz surowicę, w której oznaczono aktywności: aminotransferazy alaninowej (AIAT, E.C 2.6.1.2) oraz dehydrogenazy sorbitolowej (SDH, E.C 1.1.1.14). Aktywność aminotransferazy alaninowej i dehydrogenazy sorbitolowej oznaczono zgodnie z metodyką zamieszczoną w publikacji (9). Za jednostkę aktywności AIAT przyjęto liczbę  $\mu\text{moli}$  powstałego w ciągu 1 godz. w temp.  $37^\circ\text{C}$  pirogronianu sodu w przeliczeniu na  $1\text{cm}^3$  surowicy, natomiast aktywność SDH wyrażano w jednostkach międzynarodowych IU.

Pobrane do oceny histopatologicznej próbki wątroby utrwalano w 10% buforowanej formalinie ( $\text{pH}=7,4$ ). Następnie uformowano bloczki parafinowe, pocięto je i przeprowadzano przez szereg alkoholi, starannie płukano w wodzie destylowanej i poddano wybarwieniu hematoksyliną i eozyną. Zabarwione skrawki następnie odwadniano w szeregu alkoholi. Tak przygotowane preparaty oceniano w mikroskopie świetlnym. Ocenę zaawansowania procesu zapalnego w wątrobie oparto na międzynarodowej skali (od 1 do 4), w której stosuje się oznaczenia G (grading) – ocena stopnia uszkodzenia hepatocytów oraz rozprzestrzeniania nacieków limfatycznych i S (staging) – ocena w zmianach budowy całego narządu i zaawansowania procesów włóknienia oraz marskości wątroby (12).

Statystyczne opracowanie wyników przygotowano za pomocą programu Statistica 10.0 (StatSoft Inc., USA) korzystając z analizy wariancji ANOVA. Różnice przy  $p\leq 0,05$  i przy  $p\leq 0,01$  uznano za znamienne statystycznie.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Spożywane z dietą nawet w śladowych ilościach PCNs w sposób nieunikniony mogą kumulować się w różnych narządach i tkankach człowieka przez całe jego życie. Badania populacji generalnej przeprowadzone w licznych krajach na świecie potwierdziły obecność tych związków głównie w tkance tłuszczowej oraz w wątrobie, która jest uważana za narząd krytyczny (1,13,14). Dominującymi kongenerami PCNs zidentyfikowanymi w tkankach ludzi z populacji generalnej były głównie izomery tetraCN, pentaCN oraz dwa izomery heksaCN: 1,2,3,4,6,7-/1,2,3,5,6,7-heksaCN (1,13,14). Dane na temat toksyczności polichlorowanych naftalenów u ludzi dotyczą głównie narażenia zawodowego. U pracowników obserwowano nieswoiste objawy ze strony OUN (zawroty i bóle głowy, kłopoty z koncentracją, czy zahamowanie łaknienia), a także uszkodzenie wątroby o charakterze martwiczym (1). Z przeglądu piśmiennictwa wynika, że choć niewiele jest badań eksperymentalnych na zwierzętach, to wykazano, że podobnie jak u ludzi, również u szczurów związki te m.in. wywołują działanie anorektyczne prowadzące do istotnego zmniejszenia masy ciała jak również toksycznie wpływają na wątrobę (1, 9, 10). O ile u ludzi narażonych na PCNs zawodowo (droga inhalacyjna) obserwowano efekty toksycz-

nego uszkodzenia wątroby o charakterze martwicznym (1), to w przypadku badań toksyczności ogólnej przeprowadzonych na szczurach narażonych na te związki drogą pokarmową (w paszy lub po podaniu dożołądkowym) działania takiego nie potwierdzono (1, 9, 10). Świadczył o tym m.in. brak zmian w aktywności uznanych enzymów wskaźnikowych charakterystycznych dla uszkodzenia wątroby tj. aminotransferazy alaninowej (AlAT), czy dehydrogenazy sorbitolowej (SDH) – szczególnie czułego markera hepatotoksyczności dla gryzoni (9). Z przeprowadzonych przez nas wcześniej eksperymentów na szczurach, którym podawaliśmy zarówno mieszaninę PCNs jak i heksaCN wynikało, że związki te mogą jednak indukować działanie hepatotoksyczne, ale o charakterze stłuszczenia wątroby (9,10). U narażonych szczurów wykazano hepatomegalię oraz zależną od dawki bardzo silną peroksydację lipidów w wątrobie wyrażoną istotnym wzrostem poziomu dialdehydu malonowego (MDA) (9,10).

Wyniki oceny histopatologicznej wątroby szczurów narażonych na obie podawane wielokrotnie mieszaniny: PCNs i heksaCN przedstawiono w tab. I. Obliczono także częstość występowania zmian stłuszczeniowych o różnym stopniu zaawansowania w zależności od dawki i czasu ekspozycji, co przedstawiono na ryc. 1. Jak wynika z analizy uzyskanych wyników do najczęstszych zmian stwierdzonych w wątrobach narażonych na obie mieszaniny szczurów należały: stłuszczenie, przewlekłe zmiany zapalne oraz zaburzenia odpływu żółci. Przykładowe zdjęcia wskazujące na typowe zmiany histopatologiczne przedstawiono na ryc. 2. Analiza mikroskopowa wątroby szczurów po narażeniu na mieszaninę PCNs i heksaCN wykazała, że natężenie zmian stłuszczeniowych (wyrażone poprzez odsetek hepatocytów ze stłuszczeniem), jak również ich rozmieszczenie (strefy zrazika lub cały zrazik) zależało w większym stopniu od liczby podanych dawek obu substancji aniżeli od wielkości dawek, przy czym mieszanina PCNs składająca z różnych kongenerów wydaje się działać znacznie silniej niż heksaCN, który jest uważany za najbardziej toksyczny kongener. Wyniki wielokrotnego podania mieszaniny PCNs, przedstawione w tab. I wskazują, że efekt stłuszczenia wątroby pojawił się już po podaniu 7-krotnym niezależnie od dawki. Stłuszczenie miało charakter zmian zarówno drobno- jak i wielkowodniczkowych, występujących w centralnej strefie zrazików, a niekiedy obejmujących całe zraziki. Zmiany te dotyczyły od mniej niż 33%, do ponad 66% hepatocytów. Istotność statystyczną stwierdzono po podaniu dwóch wyższych dawek. Po podaniu 14-krotnym obserwowane zmiany choć miały podobny charakter, to obejmowały mniejszy zakres uszkodzonych hepatocytów (do 66% hepatocytów). Stopień zaawansowania stłuszczenia był istotny statystycznie ( $p < 0,05$ ) w porównaniu do grupy kontrolnej tylko po narażeniu na najwyższą dawkę (100 mg/kg m.c.). Natomiast po podaniu 21-krotnym mieszaniny PCNs stwierdzono zależność dawka-efekt. Po narażeniu szczurów na dawkę 10 mg/kg m.c. stłuszczenie wątroby wystąpiło u większej liczby zwierząt (4/5) aniżeli po podaniu dawki 1 mg/kg m.c. (3/5) (ryc. 1). Natomiast stłuszczenie wątroby u szczurów, którym podawano heksaCN (tab. I) odznacza się mniejszą intensywnością. Pierwsze oznaki stłuszczenia wątroby wykazano niezależnie od dawki dopiero po podaniu 14-krotnym. Stłuszczeniu uległo do 66% hepatocytów, głównie w centralnej strefie zrazików. Natomiast cechy wyraźnego stłuszczenia wątroby obejmującego ponad 66% hepatocytów stwierdzono tylko u jednego osobnika dopiero po 28-krotnym narażeniu.

Table I. Porównanie częstości występowania oraz średniego stopnia zaawansowania zmian histopatologicznych w wątrobie szczurów po wielokrotnym podaniu dożyłkowym mieszaniny PCNs i heksoCN

Table I. Comparison of the incidence and average severity of lesions of histopathological changes in rat liver following a repeated intragastric PCNs mixture and hexaCN administration

Rodzaj ekspozycji (liczba podanych codziennie dawek)		7					14			21 (PCNs) lub 28 (heksoCN)			
Dawka (mg/kg m.c.)	Badana mieszanina	0	1	10	100	0	1	10	100	0	1	10	
Stłuszczenie wątroby	Mix PCNs	0	3 (1,3)	5 (1,8)**	4 (2)**	0	0	2 (2)	4 (1,3)*	0	3 (1)*	4 (3)*	
	heksoCN	0	0	0	-	0	1 (1)	3 (2)*	-	0	1 (3)	1 (2)	
Przewłokłe zapalenie	G	Mix PCNs	0	2 (3)	2 (3)	3 (2)*	0	0	0	4 (3,3)**	0	0	2 (2)
		heksoCN	0	0	0	-	0	0	1 (3)	-	0	0	1 (3)
	S	Mix PCNs	0	2 (2)	2 (2,5)	3 (2)*	0	0	0	4 (3)**	0	0	2 (1)
		heksoCN	0	0	0	-	0	0	1 (3)	-	0	0	1 (3)
Rozrost kanalików żółciowych (zaburzenia w odpływie żółci)	Mix PCNs	0	2 (0,5)	3 (0,6)*	0	0	0	0	4 (0,8)**	0	0	0	
	heksoCN	0	0	0	-	0	0	1 (0,2)	-	0	0	1 (0,2)	
Martwica	Mix PCNs	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
	heksoCN	0	0	0	-	0	0	1	-	0	0	0	
Bez zmian	Mix PCNs	5	2	0	1	5	5	3	1	5	2	0	
	heksoCN	5	5	5	-	5	4	0	-	5	4	4	

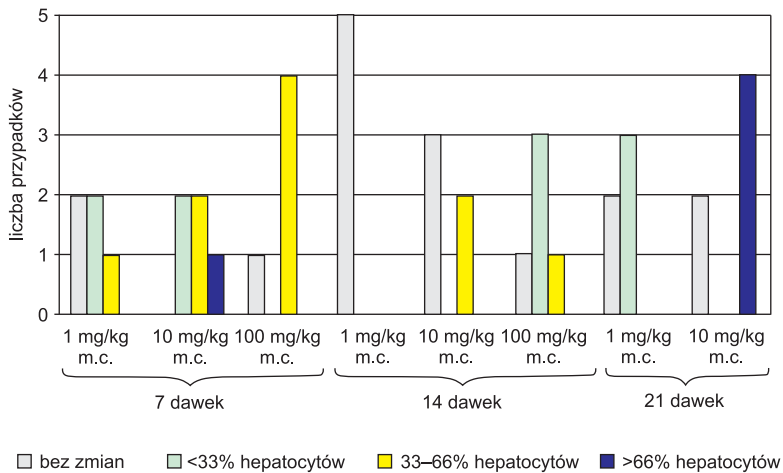
Liczby w nawiasach przedstawiają średni stopień zaawansowania zmian dla danej grupy

Stłuszczenie wątroby: (1) stłuszczeniu uległo do 33% hepatocytów; (2) stłuszczeniu uległo 33–66% hepatocytów; (3) stłuszczeniu uległo ponad 66% hepatocytów  
Przewłokłe zapalenie: G (Grading – skala od 1 do 4); S (Staging – skala od 1 do 4) (12)

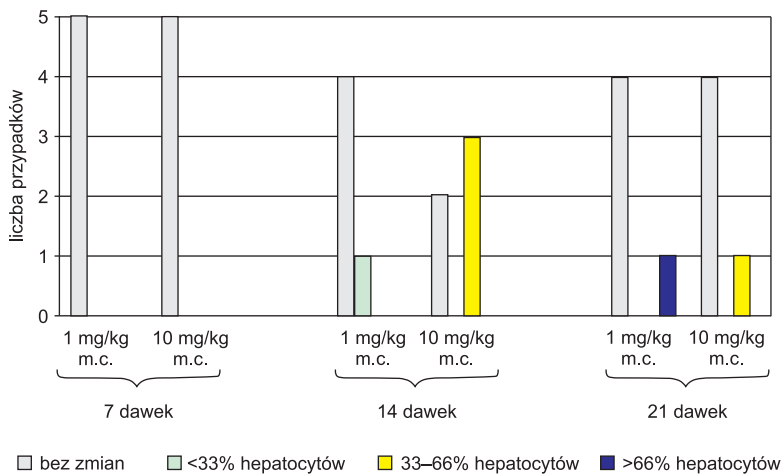
\* wynik znamieny statystycznie w stosunku do grupy kontrolnej (p≤0,05)

\*\* wynik znamieny statystycznie w stosunku do grupy kontrolnej (p≤0,01).

## A) Mieszanina PCNs



## B) Mieszanina heksaCN

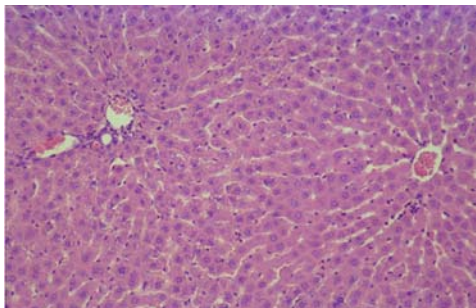


Ryc. 1. Częstość występowania zmian stłuszczeniowych o różnym stopniu zaawansowania w zależności od dawki i czasu ekspozycji na: A) mieszaniny PCNs; B) heksaCN.

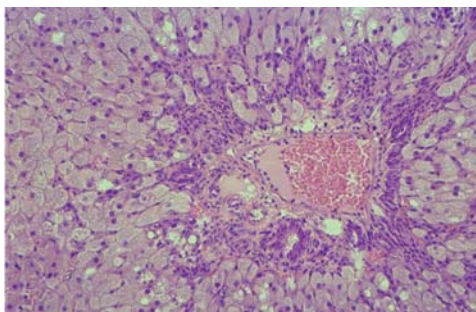
Fig. 1. The incidence of fatty change with the grade of steatosis, depending on the dose and time of exposure: A) mixture of PCNs; B) hexaCN.

Jak wynika z tab. I cechy przewlekłego zapalenia wątroby stwierdzono u szczurów po ekspozycji na mieszaninę PCNs w każdym punkcie czasowym doświadczenia jednak nie dla wszystkich dawek. Stąd pomimo zróżnicowania w nasileniu tych zmian, nie wykazano zależności ani od ilości podań, ani od wielkości zastosowanej dawki. Nasilenie zmian zapalnych wahało się w granicach od G1 S1 do G3 S3, a w pojedynczych przypadkach także do G4. Natomiast u szczurów, którym podawano heksaCN

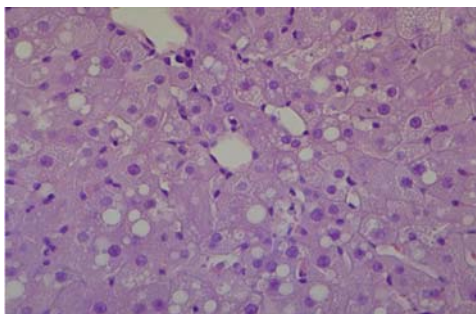
A



B



C



Ryc. 2. Przykładowe zdjęcia wybranych preparatów histopatologicznych wątrób barwionych hematoksylina i eozyną. (A) – Obraz histopatologiczny prawidłowej wątroby szczura (grupa kontrolna) z widoczną żyłą centralną zrazika i przestrzenią wrotno-żółciową,  $\times 100$ ; (B) – Przewlekłe zapalenie G3, S3, rozrost kanalików żółciowych (zaburzenia odpływu żółci). Widoczny rozplamienie kanalików żółciowych i stłuszczenie (podanie 14 dawek mieszaniny PCNs w dawce 100 mg/kg m.c.),  $\times 200$ ; (C) – stłuszczenie drobno- i wielkowodniczkowe obejmujące ponad 66% hepatocytów po narażeniu na 21 dawek mieszaniny PCNs 10 mg/kg m.c.,  $\times 400$ .

Fig. 2. Histopathological pictures of rat liver sections stained with hematoxylin and eosin. (A) – The liver of the control group animal, showing normal histology of hepatic lobule with central vein and portobiliary space,  $\times 100$ ; (B) – The rat liver after administration of 14 doses of 100 mg/kg b.w. PCNs mixture. Chronic hepatitis G3, S3, proliferation of bile ducts (disorders of bile flow),  $\times 200$ ; (C) – The rat liver after administration of 21 doses of 10 mg/kg b.w. PCNs mixture. Micro- and macrovesicular steatosis,  $\times 400$ .

Table II. Wybrane parametry biochemiczne (aktywność aminotransferazy alaninowej – AIAT oraz dehydrogenazy sorbitolowej – SDH w surowicy), średnie ± SD  
 Table II. The selected biochemical parameters (activity of alanine aminotransferase – AIAT and sorbitol dehydrogenase – SDH in serum), mean ± SD

Rodzaj ekspozycji (liczba podanych codziennie dawek)		7			14			21 (PCNs) lub 28 (heksaCN)				
		0	1	10	100	0	1	10	100	0	1	10
Dawka (mg/kg m.c.)	Podawana mieszanka											
	Mix PCNs (9)	2,56 ±0,53	2,60 ±0,37	2,74 ±0,16	2,59 ±0,41	2,35 ±0,78	2,42 ±0,49	2,49 ±0,59	3,52 ±0,54	2,93 ±0,70	2,70 ±0,15	2,80 ±0,26
Aktywność AIAT w surowicy ( $\mu$ mol pirogronianu/cm <sup>3</sup> surowicy)	heksaCN	2,21 ±0,23	2,82 ±0,40	2,43 ±0,30	–	2,69 ±0,45	2,56 ±1,52	2,77 ±1,81	–	2,27 ±0,40	2,34 ±0,19	2,70 ±0,59
	Mix PCNs (9)	3,43 ±0,97	4,77 ±0,74	3,82 ±0,37	5,16 ±2,17	3,62 ±0,88	4,31 ±1,12	4,67 ±0,50	6,39 ±1,05*	3,26 ±0,69	4,70 ±1,44	6,66 ±1,03*
Aktywność SDH w surowicy (IU)	heksaCN	3,03 ±0,67	3,17 ±0,24	3,09 ±0,30	–	3,52 ±0,67	3,61 ±0,82	4,00 ±0,39	–	3,60 ±0,59	3,70 ±0,54	4,66 ±0,83
	Mix PCNs (9)											

(9) Źródło: (Reference)

\* wynik znamieny statystycznie w porównaniu do grupy kontrolnej,  $\alpha \leq 0,05$

tylko w dawce 10 mg/kg m.c. zarówno po 14- jak i 28-krotnym podaniu odnotowano jedynie pojedyncze przypadki przewlekłego zapalenia o dużym natężeniu (G3 S3).

W wykonanych badaniach histopatologicznych wątroby narażanych na obie mieszaniny polichlorowanych naftalenów stwierdzono ponadto przypadki rozrostu kanalików żółciowych, któremu towarzyszyły zaburzenia w odpływie żółci. Ponieważ stwierdzone zmiany cholestatyczne obserwowano po podaniu 7 lub 14 dawek mieszaniny PCNs, a nie po podaniu 21-krotnym, to może wskazywać na ich przejściowy charakter.

Zarówno badania histopatologiczne wątroby, jak i pomiar aktywności enzymów wskaźnikowych charakterystycznych dla uszkodzenia wątroby (AIAT, SDH) dla obu badanych w pracy mieszanin nie wskazuje na indukcję zmian martwiczych w tym narządzie (tab. II). Martwicę odnotowano tylko w pojedynczych przypadkach, a uzyskane wyniki nie były statystycznie istotne.

## WNIOSKI

1. Wyniki oceny histopatologicznej wątroby szczura potwierdziły, że wielokrotne narażenie na badane mieszaniny: PCNs i heksaCN podawane drogą pokarmową prowadzi do indukcji zmian w wątrobie o charakterze stłuszczeniowym, któremu na ogół towarzyszą zmiany zapalne o charakterze przewlekłym.

2. Stwierdzone w badaniach zaburzenia odpływu żółci oraz rozrost kanalików żółciowych obserwowany w pojedynczych przypadkach można uznać za zmianę o charakterze przejściowym.

3. Większe nasilenie zmian histopatologicznych w wątrobie szczurów po narażeniu na mieszaninę różnych kongenerów PCNs w porównaniu do mieszaniny zawierającej izomery heksaCN, może sugerować na interakcję o charakterze synergizmu pomiędzy poszczególnymi kongenerami PCNs.

J. Stragierowicz, A. Daragó, M. Klimeczak, A. Galoch,  
J. Duda-Szymańska, M. Skrzypińska-Gawrysiak, A. Kilanowicz

### HISTOPATHOLOGICAL CHANGES IN THE RAT LIVER AFTER EXPOSURE TO DIFFERENT MIXTURES OF POLYCHLORINATED NAPHTHALENES. A COMPLEMENTARY STUDY

#### Summary

The study was carried out to assess histopathological changes in the liver of male Wistar rats. The animals were administered intragastrically two different mixtures of polychlorinated naphthalenes (PCNs) in repeated doses for 7, 14, 21 or 28 days. One of those mixtures showed the composition similar to that used in the preparation most commonly applied in the past (Halowax 1014) and the other one predominantly composed of isomers of hexachloronaphthalene, considered to be the most toxic PCN congener.

## PIŚMIENNICTWO

1. IPCS (International Programme on Chemical Safety): Chlorinated naphthalenes. Concise International Chemical Assessment Document No. 34, WHO, Geneva. 2001. – 2. *Falandysz J., Fernandes A., Gregoraszczyk E., Rose M.*: The toxicological effects of halogenated naphthalenes: a review of aryl

hydrocarbon receptor-mediated (dioxin-like) relative potency factors. *J. Environ. Sci. Health. C. Environ. Carcinog. Ecotoxicol. Rev.*, 2014; 32(3): 239-272. – 3. *Falandysz J., Puzyn T., Szymanowska B., Kawano M., Markuszewski M., Kaliszan R.* i współprac.: Thermodynamic and physico-chemical descriptors of chloronaphthalenes: an attempt to select features explaining environmental behavior and specific toxic effects of these compounds. *Pol. J. Environ. Stud.*, 2001; 10(4): 217-235. – 4. *Falandysz J.*: Polychlorinated naphthalenes: an environmental update. *Environ. Pollut.*, 1998; 101(1): 77-90. – 5. *Falandysz J.*: Chloronaphthalenes as food-chain contaminants: a review. *Food. Addit. Contam.*, 2003; 20(11): 995-1014. – 6. *Fernandes A., Mortimer D., Gem M., Smith F., Rose M., Panton S.*: Polychlorinated naphthalenes (PCNs): congener specific analysis, occurrence in food, and dietary exposure in the UK. *Environ. Sci. Technol.*, 2010; 44(9): 3533-3538. – 7. *Fernandes A., Tlustos C., Rose M., Smith F., Carr M., Panton S.*: Polychlorinated naphthalenes (PCNs) in Irish foods: Occurrence and human dietary exposure. *Chemosphere.*, 2011; 85(3): 622-328. – 8. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 519/2012 z dnia 19 czerwca 2012 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 850/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczące trwałych zanieczyszczeń organicznych w odniesieniu do załącznika I Tekst mający znaczenie dla EOG. Dz.U. L 159 z 20.6.2012, str. 1-4. – 9. *Kilanowicz A., Skrzypinska-Gawrysiak M., Sapota A., Galoch A., Daragó A.*: Subacute toxicity of polychlorinated naphthalenes and their effect on cytochrome P-450. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 2009; 72(2): 650-657. – 10. *Kilanowicz A., Skrzypinska-Gawrysiak M.*: Toxicity of hexachloronaphthalene (HxCN) and induction of CYP 1A in rats. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 2010; 73(2): 196-205. 11. *Kilanowicz A., Właderna D., Lutz P., Szymczak W.*: Behavioral effects following repeated exposure to hexachloronaphthalene in rats. *Neurotoxicology.*, 2012; 33(3): 361-369. – 12. *Ishak K., Baptista A., Bianchi L., Callea F., De Groote J., Gudat F., Denk H., Desmet V., Korb G., MacSween R.N.*, i współprac.: Histological grading and staging of chronic hepatitis. *J. Hepatol.*, 1995; 22(6): 696-699. – 13. *Weistrand C., and Noren K.*: Polychlorinated naphthalenes and other organochlorine contaminants in human adipose and liver tissue. *J. Toxicol. Environ. Health. A.*, 1998; 53(4): 293-311. – 14. *Schiavone A., Kannan K., Horii Y., Focardi S., Corsolini S.*: Polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated naphthalenes and polycyclic musks in human fat from Italy: comparison to polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides. *Environ. Pollut.*, 2010; 158(2): 599-606.

Adres: 90-151 Łódź, ul. Muszyńskiego 1



RECENZJA AKADEMICKIEGO PODRĘCZNIKA  
PT.: „CHEMIA ŻYWNOŚCI”  
– PRACA ZBIOROWA POD REDAKCJĄ  
ZDZISŁAWA E. SIKORSKIEGO I HANNY STAROSZCZYK

W Wydawnictwie WNT ukazał się ostatnio 2-tomowy akademicki podręcznik, praca zbiorowa pod redakcją *Zdzisława E. Sikorskiego* oraz *Hanny Staroszczyk*.

(Wysoko oceniony, konstruktywny i refleksyjny współudział w redakcji podręcznika – Magdalena Karamać. PAN. Olsztyn.)

W tomie **1** pod tytułem: „*Główne składniki żywności*”, oprócz przedmowy, znajdują się następujące rozdziały: **1.** Zakres i rola chemii żywności. *Z. E. Sikorski*. **2.** Budowa i podstawowy skład surowców i produktów. *R. Tylingo*. **3.** Rola wody w żywności. *Z. Pałacha i A. Lenart*. **4.** Składniki mineralne – ich niezbędność fizjologiczna, zagrożenia toksykologiczne oraz rola w żywności. *P. Szefer*. **5.** Sacharydy – występowanie i znaczenie. *H. Staroszczyk*. **6.** Tłuszcze – właściwości i modyfikowanie. *M. Adamczak*. **7.** Białka. *Z. E. Sikorski*. **8.** Niebiałkowe związki azotowe. *E. Malinowska-Pańczyk*. **9.** Witaminy. *T. Sejdler*. **10.** Naturalne barwniki surowców żywnościowych. *J. Rutkowska*. **11.** Substancje zapachowe w żywności. *H. Jeleń*. **12.** Związki wpływające na smak żywności. *R. Tylingo*.

Każdy rozdział opatrzony jest bibliografią, a tom skorowidzem oraz słowem o Autorach. Stron 400.

W tomie **2** zatytułowanym: „*Biologiczne właściwości składników żywności*”, po przedmowie, są następujące rozdziały:

**1.** Składniki wpływające na reologiczne cechy żywności. *R. Tylingo*. **2.** Rola rodników, utleniaczy i przeciwutleniaczy w żywności. *I. Sinkiewicz*. **3.** Nauki o żywieniu w erze postgenomicznej. *J. Cyprys, M. Doraczyńska, A. Bartoszek*. **4.** Nieodżywcze substancje prozdrowotne pochodzenia roślinnego. *B. Kuśnierewicz*. **5.** Alergeny w żywności. *B. Wróblewska*. **6.** Mutagenne i rakotwórcze składniki żywności. *A. Lewandowska, A. Bartoszek*. **7.** Toksyny surowców żywnościowych. *D. Kołożyn-Krajewska*. **8.** Dodatki do żywności – właściwości, rola i zasady stosowania. *K. Dąbrowski, A. Rutkowski*. **9.** Chemiczne właściwości i działanie suplementów diety. *I. Wawer*. **10.** Analiza żywności. *B. Plutowska, H. Jeleń*.

Każdy rozdział opatrzony jest bibliografią, a tom skorowidzem oraz słowem o Autorach. Stron 322.

Dynamiczny postęp wszystkich dyscyplin naukowych, w tym również chemii żywności i permanentne wzbogacanie wiedzy również i w tej dyscyplinie naukowej o nowe odkrycia, doświadczalne wyniki badań naukowych oraz czynionych obserwacji, wykluczają ich jednoosobowy przekaz. Encyklopedyści już nieodwołalnie przeszli do historii. Stąd też współcześnie w pełni uzasadnione i powszechnie akcep-

towane jest informowanie czytelników o osiągnięciach danej dyscypliny naukowej przez zespoły składające się z wąsko wyspecjalizowanych Autorów. Doskonałym przykładem podporządkowania się tym aktualnym trendom jest ostatnio oddany potencjalnym czytelnikom, znacząco różniący się od poprzednich wydań, zaktualizowany o nowe wyniki badań oraz w pełni nowoczesnie zredagowany akademicki podręcznik „Chemia żywności”. Został on napisany przez 23 wybitnych specjalistów reprezentujących wąskie zagadnienia dyscypliny naukowej, jaką jest chemia żywności. W podręczniku przedstawiono szeroki wachlarz zagadnień jednocześnie unikając obarczanie treści wiedzą dostępną i reprezentowaną przez: chemię organiczną i nieorganiczną, biochemię, biologię oraz dyscypliny pokrewne. Odmienne do poprzednich wydań chemii żywności, zrezygnowano z wzorów chemicznych.

Uwagę czytelników zogniskowano natomiast na, dotychczas po macoszemu traktowanych informacjach, o m.in.: suplementach diety, nieodżywczych substancjach prozdrowotnych, żywnościowych toksynach i alergenach, mutagennych i rakotwórczych składnikach żywności.

Nie rezygnując oczywiście z prezentacji fundamentalnych zagadnień chemii żywności, tj. o budowie i składzie chemicznym surowców i produktów, biologicznych właściwościach składników żywności, procesach i reakcjach przetwórczych i przechowalniczych, z problematyki sensorycznej (smak, zapach, barwa, tekstura) itp.

Wyczerpująco przedstawiono współczesne poglądy na główne składowe surowców i produktów żywnościowych, tj.: wodę, białka i niebiałkowe związki azotowe, tłuszcze, węglowodany, sole mineralne, witaminy, barwniki i substancje zapachowe oraz uczestniczące w kształtowaniu smakowości żywności, tj. smaku i zapachu. Zaprezentowano ponadto problematykę związaną z analityką surowców i produktów ich przetwarzania w artykuły żywnościowe.

Wysoce korzystne jest przekazywanie treści prezentowanych w książce językiem precyzyjnym pod względem obowiązującej terminologii i jej ilustrowanie niezbędnymi tabelami, rycinami, wzorami i wykresami.

Złożyć należy, że podręcznik będzie wręcz niezbędną pozycją dydaktyczną dla: studiujących naukę o żywności i żywieniu człowieka, technologii przetwarzania surowców roślinnych i zwierzęcych w artykuły żywnościowe, dietetykę, bromatologię i farmację przede wszystkim akademickiego szczebla nauczania. Przewidywać również należy, że prezentowana praca zbiorowa zainteresuje również inżynierską kadrę kierowniczą i operacyjną przedsiębiorstw przemysłu żywnościowego, a także pracowników naukowo-badawczego jego zaplecza.

Prof. dr hab. *Zbigniew Duda*

Komitet Organizacyjny  
Ogólnopolskiego Sympozjum Bromatologicznego  
Zakład Bromatologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
ul. Banacha 1, 02-097 Warszawa  
tel. (022) 57 20 785  
e-mail: bromatologia@wum.edu.pl

Warszawa, 27.01.2016 r.

## KOMUNIKAT 1

### **Szanowni Państwo!**

W imieniu Komitetu Organizacyjnego, serdecznie zapraszam Państwa do wzięcia udziału w XXV Ogólnopolskim Sympozjum Bromatologicznym, które odbędzie się w dniach 12 i 13 września 2016 roku pod hasłem:

### **„JAKOŚĆ ZDROWOTNA ŻYWNOŚCI I ŻYWIENIA”**

Organizatorem tegorocznego Sympozjum jest zespół Zakładu Bromatologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego i jak zwykle Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, zaś miejscem spotkania i obrad będzie hotel Holiday Inn w Józefowie k/Otwocka (ok. 20 km od centrum Warszawy).

Świat współczesny stawia coraz poważniejsze wyzwania społeczeństwu, które oczekują wsparcia w ich rozwiązywaniu ze strony specjalistów poszczególnych dziedzin. Jednym z takich obszarów są kwestie żywnościowe i żywieniowe mające kluczowe znaczenie dla zdrowia obecnych i przyszłych pokoleń. I właśnie dlatego celem planowanego sympozjum jest wymiana poglądów i doświadczeń w zakresie wartości odżywczej żywności, sposobów żywienia różnych grup ludności, składników bioaktywnych w żywności, aspektów zdrowotnych różnych diet, metodyki analitycznej żywności, bezpieczeństwa żywności, wpływu procesów technologicznych na jakość zdrowotną żywności i miejsca bromatologii w opiece farmaceutycznej.

### **Szanowni Państwo!**

Na stronie internetowej [www.bromatologiasympozja.pl](http://www.bromatologiasympozja.pl), aktywnej wkrótce, pojawiać się będą informacje dotyczące spraw organizacyjnych sympozjum.

Przewidywane jest odpłatne wydrukowanie zgłoszonych i zakwalifikowanych prac w kwartalniku Bromatologia i Chemia Toksykologiczna. Koszt wydruku wynosić będzie 350 zł, natomiast opłata uczestnictwa wynosić będzie 650 zł.

Równocześnie informujemy, że Holiday Inn zapewnia uczestnikom Sympozjum usługi noclegowe (rozliczane osobno):

za pokój jednoosobowy – 220 zł/doba

za pokój dwuosobowy – 260 zł/doba

Osoby zgłaszające swój udział w Sympozjum, proszone są o zadeklarowanie swojego zainteresowania wykorzystaniem miejsc noclegowych, ażeby możliwe było dokonanie ich rezerwacji.

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego

Dr hab. Andrzej Tokarz

RECENZENCI PRAC,  
KTÓRE UKAZAŁY SIĘ W KWARTALNIKU  
„BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA”  
W ROKU 2015

1. Prof. dr hab. Jadwiga Biernat
2. Prof. dr hab. Henryka Bodek
3. Prof. dr hab. Maria Borawska
4. Dr hab. Monika Bronkowska
5. Prof. dr hab. Halina Grajeta
6. Prof. dr hab. Jan Karczewski
7. Dr hab. Bolesław Karwowski
8. Dr hab. Anna Kilanowicz
9. Prof. dr hab. Anna Lebedzińska
10. Dr Paweł Lisiecki
11. Dr hab. Renata Markiewicz-Żukowska
12. Dr hab. Zbigniew Marzec
13. Prof. dr hab. Regina Ołędzka
14. Dr hab. Katarzyna Pawłowska-Góral
15. Dr Anna Prescha
16. Prof. dr hab. Juliusz Przysławski
17. Prof. dr hab. Małgorzata Schlegel-Zawadzka
18. Dr hab. Katarzyna Socha
19. Prof. dr hab. Piotr Szefer
20. Prof. dr hab. Andrzej Tokarz
21. Prof. dr hab. Halina Weker
22. Prof. dr hab. Anna Wędzisz
23. Prof. dr hab. Anna Witkowska
24. Prof. dr hab. Joanna Wyka
25. Dr Katarzyna Zabłocka-Słowińska
26. Dr hab. Paweł Zagrodzki

# BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA

Journal of health and environmental  
research

The online version of the published magazine is a primal version

---

---

**VOL. XLVIII**

**2015**

**No. 4**

---

---

## CONTENS

<i>G. Cichosz, H. Czczot, A. Ambroziak, M. Kowalska</i> : The influence of storage on the profile of fatty acids in breast-milk substitutes . . . . .	605
<i>B. Paszczyk</i> : Fatty acid composition, the proportion of CLA and <i>trans</i> isomers of C18:1 and C18:2 acids in cheeses from organic production . . . . .	615
<i>M. Zychnowska, K. Krygier, M. Iwańczuk</i> : The analysis of the content and the quality of the fats contained in the polish fried potato chips . . . . .	622
<i>M. Hartman-Petrycka, A. Lebiedowska, W. Bobrowska, B. Błońska-Fajfrowska</i> : Bread spread products. II. Ingredients – the label information . . . . .	630
<i>M. Bilek, K. Malek, S. Sosnowski</i> : The physicochemical parameters of drinking water from dug wells in the area of Podkarpacie . . . . .	640
<i>E. Stasiuk, P. Przybyłowski, N. Skrzypkowska</i> : Analysis of selected quality indicators of functional waters of ACTIVE, BALANCE and BEAUTY type . . . . .	647
<i>C. Pieszko, J. Grabowska, N. Jurek</i> : Determination and selected elements polyphenol in coffee, tea and honey . . . . .	653
<i>T. Cebulak, I. Kapusta, M. Czarnicka, G. Zagula, Cz. Puchalski</i> : Health promoting properties broccoli with conventional and organic cultivation . . . . .	660
<i>M. Czernicka, G. Zagula, Cz. Puchalski, T. Cebulak, I. Kapusta</i> : Assessment of the nutritional value of high-grade leafy white and green teas based on the analysis of the content of fluorides, caffeine and minerals . . . . .	667
<i>A. Karmańska, A. Stańczak, B. Karwowski</i> : Magnesium: current state of knowledge . . . . .	677
<i>J. Sadowska, A. Stawska</i> : Nutritional prevention of diseases concomitant with hypothyroidism in the group of selected women . . . . .	690
<i>Z. Karwowska, K. Majchrzak</i> : The effect of dietary fibre on the diversity of intestinal microbiota . . . . .	701
<i>J. Wýka, E. Piotrowska, A. Broniecka, M. Bronkowska, D. Mazurek, J. Biernat</i> : Nutritional status of children aged 10–12 from Wrocław . . . . .	710
<i>D. Mazurek, J. Wýka, A. Broniecka, E. Piotrowska, M. Bronkowska, J. Biernat</i> : Nutrition assessment of children aged 10–12 years from Wrocław . . . . .	718
<i>Z. Goluch-Koniuszy, M. Gizek</i> : State of nutrition, body composition and the dietary habits of obese women aged 60–85, students at the association of The Third Age University in Szczecin . . . . .	724
<i>A. Kukulowicz</i> : Evaluation of consumers' knowledge on the role of fish proteins in humans' nutrition . . . . .	736
<i>M.E. Zujko, A. Grużewska, A.M. Witkowska</i> : Evaluation of polyphenol contents in the diet of young adults . . . . .	743
<i>A. Florkiewicz, E. Grzych-Tuleja, E. Cieślík, K. Topolska, A. Filipiak-Florkiewicz, T. Leszczyńska, A. Kopeć, M. Pysz</i> : Assessment of dietary intake of selected vitamins by young people aged 13–15 years, depending on gender and place of residence . . . . .	747
<i>M. Kostecka</i> : Dietary supplements used by people in old age . . . . .	758
<i>W. Salicki</i> : The mallard ( <i>Anas platyrhynchos</i> ) as a bioindicator of environmental fluoride pollution of the areas of North-Western Poland . . . . .	766
<i>J. Stragierowicz, A. Daragó, M. Klimczak, A. Galoch, J. Duda-Szymańska, M. Skrzypińska-Gawrysiak, A. Kilanowicz</i> : Histopathological changes in the rat liver after exposure to different mixtures of polychlorinated naphthalenes. a complementary study . . . . .	773

## **REDAKCJA**

**Redaktor Naczelny: prof. UM dr hab. Anna Wędzisz**

**Adres Redakcji: 90-151 Łódź, ul. Muszyńskiego 1, tel. 42 677 91 40**

## **KOMITET REDAKCYJNY**

dr hab. Jerzy Bertrandt (Warszawa), prof. dr hab. Anna Brzozowska (Warszawa),  
dr hab. Halina Grajeta (Wrocław), prof. dr hab. Regina Olędzka (Warszawa),  
mgr inż. Grażyna Rychter (Warszawa), prof. dr hab. Piotr Szefer (Gdańsk),  
prof. dr hab. Bogumiła Urbanek-Karłowska (Warszawa)

## **Wydawca**

**POLSKIE TOWARZYSTWO FARMACEUTYCZNE**

**DZIAŁ WYDAWNICTW – Redaktor Prowadzący: Hanna Plata**

**00-238 Warszawa, ul. Długa 16**

**tel. 22 831 02 41; fax 22 635 84 43**

Czasopismo indeksowane/abstraktowane przez Biological Abstracts, Chemicals Abstracts, Nutrition Abstracts and Reviews Series A: Human and Experimental; Nutrition Abstracts and Reviews Series B: Livestock Feeds and Feeding, Apicultural Abstracts, Food Science and Technology Abstracts, Excerpta Medica, Agro-Librex