

## Analiza zawartości cynku i miedzi w witaminowo-mineralnych suplementach diety w aspekcie bezpieczeństwa ich stosowania

### An analysis of zinc and copper concentration in vitamin-mineral dietary supplements and the safety of their administration

Malwina Gwóźdź<sup>1 (a, b, c, e, f)</sup>, Agnieszka Fischer<sup>1 (a, b, f)</sup>, Martyna Rogowiec<sup>1 (c, d)</sup>,  
Krzysztof Loska<sup>2 (d)</sup>

<sup>1</sup> Medical University of Silesia, School of Pharmacy with the Division of Laboratory Medicine in Sosnowiec, Department of Toxicology and Bioanalysis, Sosnowiec, Poland

Dyrektor: dr hab. n. med. J. Stojko

<sup>2</sup> Silesian University of Technology, Institute of Water and Wastewater Engineering, Gliwice, Poland

Dyrektor jednostki: dr hab. inż. M. Dudziak

<sup>(a)</sup> koncepcja

<sup>(b)</sup> opracowanie tekstu

<sup>(c)</sup> zebranie materiału do badań

<sup>(d)</sup> wykonanie analiz chemicznych

<sup>(e)</sup> statystyka

<sup>(f)</sup> interpretacja wyników analitycznych

#### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Cynk i miedź są mikroelementami niezbędnymi do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Często spotykana niska podaż cynku z pożywieniem jest wskazaniem do jego suplementacji. Wieloskładnikowe preparaty suplementacyjne są chętnie stosowanym źródłem składników mineralnych, w tym Cu i Zn dla organizmu.

**Materiał i metody.** Analizie poddano 22 witaminowo-mineralne suplementy diety dostępne na polskim rynku farmaceutycznym. W preparatach oznaczono stężenie Zn i Cu za pomocą płomieniowej metody AAS.

**Wyniki.** Stężenie Zn i Cu oznaczone w badanych suplementach nie zawsze odpowiadało zawartości deklarowanej przez producentów. Podaż Zn i Cu zaspokajała około 30–150% dziennego zalecanego spożycia dla tych pierwiastków.

**Wnioski.** Dla świadomego używania preparatów suplementacyjnych potrzebne są odpowiednie regulacje prawne dotyczące ich jakości.

**Słowa kluczowe.** cynk, miedź, suplementy diety

#### ABSTRACT

**Introduction.** Zinc and copper are microelements necessary for the proper functioning of the human organism. About 20–40% of the population suffers from too low a supply of zinc, which is why this element requires frequent supplementation. Multicomponent diet supplements are often used as a source of minerals (also Zn and Cu) for the body.

**Material and methods.** 22 vitamin-mineral dietary supplements purchased from local pharmacies were analyzed. The concentration of Zn and Cu in the samples was determined with the flame AAS method.

**Results.** The concentration of Zn and Cu determined in the samples was often different from that declared by manufacturers. The administration of dietary supplements provided around 30–150% of the recommended daily intake for Zn and Cu.

**Conclusions.** Dietary supplements require legal regulations regarding their quality.

**Key words.** zinc, copper, dietary supplements

## WSTĘP

W ostatnich latach znacząco wzrosła sprzedaż preparatów suplementów diety na polskim rynku farmaceutycznym. Według danych prognozowanych w 2020 roku wartość tych produktów wyniesie 5,04 mln zł [1]. Wzrost popytu jest wynikiem coraz powszechniejszego trendu zdrowego trybu życia, dbałością o wygląd zewnętrzny, łatwą dostępnością. Znaczący jest udział reklamy, która błędnie przedstawia suplementy diety jako „leki” na wszelkie dolegliwości i choroby.

Według definicji suplementem diety nazywamy skoncentrowane środki spożywcze stanowiące źródło witamin i składników mineralnych stosowane w celu uzupełnienia prawidłowej diety [2–5]. Spośród preparatów stosowanych przez konsumentów szczególnie popularne są kompozycje wieloskładnikowe, których zadaniem jest kompleksowa suplementacja. Trzeba jednak pamiętać, że stosowanie preparatów wieloskładnikowych powoduje dostarczenie do organizmu nie tylko składników pożądaných, ale także zwiększa poziom substancji niewymagających suplementacji. Zarówno niedobór, a także nadmiar witamin i minerałów może być szkodliwy dla zdrowia [4].

Cynk i miedź są mikroelementami niezbędnymi do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Dane literaturowe wskazują, że zbyt niska podaż cynku z pożywieniem może dotyczyć od około 20% do nawet 40% populacji [6–7]. Dlatego zachowanie odpowiedniego poziomu cynku w organizmie często wymaga suplementacji. Problem niedoboru może być związany z preferencją żywieniową – sprzyja temu dieta bogata w kwas fitynowy i błonnik. Deficyt cynku często towarzyszy chorobom organizmu, głównie jelit, nerek lub wątroby. Jest spotykany w cukrzycy, u pacjentów leczonych kortykosteroidami, czy u kobiet stosujących doustną antykoncepcję. Pojawia się również w stanach zwiększonego zapotrzebowania na składniki odżywcze – co ma miejsce np. w czasie ciąży i laktacji [8]. Z kolei prawidłowa dieta jest w stanie w pełni zaspokoić zapotrzebowanie organizmu na miedź. Pomimo tego, że do deficytu miedzi dochodzi bardzo rzadko, pierwiastek ten jest częstym komponentem suplementów diety [4].

W organizmie dorosłego człowieka zgromadzone jest około 2,5 g cynku. Spośród tej puli większość znajduje się w mięśniach (60%) i w kościach (30%). Pozostała ilość jest umiejscowiona w przysadce mózgowej, gruczole krokowym, wątrobie, nerkach i trzustce [8]. W tkankach cynk pełni funkcje fizjologiczne: katalityczne, strukturalne i regulacyjne. Bierze

udział w syntezie białek (m.in kolagenu i elastyny wywierając korzystny wpływ na skórę, włosy i paznokcie), a także tłuszczów i węglowodanów. Pełni ważną rolę w produkcji hormonów (m. in. hormonu wzrostu i insuliny), wchodzi w skład wielu enzymów (np. anhidrazy węglanowej) lub pełni rolę aktywatora (np. enolazy, arginazy), utrzymuje stabilność błon biologicznych. Cynk bierze udział w metabolizmie ksenobiotyków (np. alkoholu), aktywuje syntezę metalotioneiny wiążącej metale toksyczne, działa ochronnie na komórki wątroby. Poza tym jest ważnym elementem odczuwania smaku i zapachu. Przy jego niedoborze dochodzi do zwiększonej generacji wolnych rodników [8].

W diecie cynk występuje przede wszystkim w ciemnym pieczywie, wątrobie, mięsie, jajach, kaszy gryczanej. Przyswajalność jest większa z produktów zwierzęcych niż roślinnych [4]. Wskaźnikiem zawartości cynku w organizmie jest poziom tego pierwiastka oznaczany w surowicy bądź osoczu [7].

Puła miedzi w organizmie dorosłego człowieka wynosi około 100–150 mg. Połowa znajduje się w kościach i mięśniach, a pozostała część w wątrobie, nerkach, mózgu i innych organach [8]. Jako składnik dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) występuje w cytozolu wielu komórek między innymi w erytrocytach. Badania wykazały, że u osób z niedoborem miedzi dochodzi do zmniejszenia aktywności tego enzymu [9]. Ponadto miedź odgrywa kluczową rolę w formowaniu kości i szkieletu [10]. Warunkuje prawidłowe funkcjonowanie systemu nerwowego, metabolizm żelaza oraz syntezę hemu. Bierze udział w utrzymaniu struktury keratyny oraz w syntezie melaniny. Źródłem miedzi w pożywieniu może być czekolada, kakao, orzechy, otręby pszenne, nasiona słonecznika, także wątroba. Podobnie jak w przypadku cynku, przyswajalność miedzi jest większa z produktów zwierzęcych niż roślinnych [4].

Wiele pierwiastków niezbędnych dla człowieka może oddziaływać wzajemnie na siebie lub też z innymi składnikami suplementów diety. Istnieje również możliwość zajścia interakcji z pokarmem na etapie trawienia i absorpcji w przewodzie pokarmowym. Wchłanianie w jelicie cienkim może odbywać się na zasadzie dyfuzji biernej lub z udziałem transporterów występujących w niewielkiej ilości. Ten drugi mechanizm może zostać zajęty przy nadmiarze mikroelementów, przez co dochodzi do braku wchłaniania jonów metali. Aby zapobiec zablokowaniu transportera białkowego korzystne jest przyjmowanie minerałów w różnym czasie [5].

Pierwiastki dostarczone do organizmu podlegają wzajemnym wpływom [5]. Przykładem mogą być np. cynk, żelazo, molibden, działające antagonis-

tycznie wobec miedzi [8]. W przypadku wysokiego stężenia jonów cynku wynikającego np. z niekontrolowanej suplementacji może, dochodzić do zmniejszonej absorpcji jonów miedzi w przewodzie pokarmowym. Tak więc niezmiernie istotne jest zachowanie prawidłowej proporcji pomiędzy tymi pierwiastkami w diecie, aby nie dochodziło do wtórnego niedoboru [6–7, 11]. Określa się, że ryzyko deficytu miedzi jest największe, gdy stosunek ilościowy Zn/Cu sięga powyżej 18 [6].

Zarówno nadmiary jak i niedobory cynku oraz miedzi w diecie mogą prowadzić do wielu schorzeń. Zbyt niskie stężenie cynku w organizmie upośledza funkcję immunologiczną. Objawia się występowaniem zmian skórnych, utratą włosów, zaburzeniem wzrostu i płodności [12]. Może prowadzić do zahamowania wzrostu płodu, wcześniactwa, a nawet poronienia. U mężczyzn dochodzi do spadku syntezy testosteronu [8]. Z kolei nadmiar cynku wpływa na metabolizm miedzi, zmniejsza frakcję HDL-cholesterolu [4]. Niedobór miedzi objawia się nieprawidłowościami w budowie tkanki łącznej i kostnej, także anemią związaną z nieprawidłowym wykorzystaniem żelaza [12]. Dochodzi do zaburzeń metabolizmu glukozy, cholesterolu. Podwyższone stężenia miedzi stwierdza się w chorobie Wilsona, Menkesa, czy w patogenezie choroby Alzheimera [10]. Pierwiastek ten może także kumulować się w wątrobie, mózgu i rogówce oka, prowadząc do ich uszkodzenia [12].

W odniesieniu do przedstawionych powyżej informacji pojawia się więc pytanie: czy niekontrolowane przyjmowanie suplementów diety zawierających cynk i miedź jest bezpieczne dla naszego zdrowia?

Celem niniejszej pracy było określenie zawartości miedzi i cynku w wybranych preparatach suplementów diety. Otrzymane wyniki badań porównano z zawartością tych pierwiastków deklarowaną przez producentów. Ponadto przeanalizowano czy i w jakim stopniu badane preparaty suplementacji zaspokajają zalecane zapotrzebowanie organizmu z uwzględnieniem prawidłowej ilościowej proporcji pomiędzy pierwiastkami.

## MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań było 22 preparatów suplementów diety pochodzących od różnych producentów. Wszystkie dostępne były na polskim rynku farmaceutycznym. 18 spośród nich przeznaczonych było zarówno dla kobiet i mężczyzn powyżej 19. roku życia, 4 specyfiki dedykowane były wyłącznie

kobietom (preparaty T-Y). Preparaty przyjmowały różną postać – były to tabletki i kapsułki. Każdy z tych środków zawierał różną deklarowaną przez producentów zawartość cynku i miedzi w swoim składzie (Tab. I).

W celu oznaczenia zawartości pierwiastków, preparaty poddano następującej procedurze analitycznej: z każdego opakowania, w sposób losowy, wybrano po 3 sztuki preparatu, wszystkie zwarzono (waga analityczna RADWAG AS 220/C/2). Pomiar ten umożliwił określenie masy pojedynczej tabletki/kapsułki.

Następnie osobno każdą sztukę preparatu rozdrobniono w porcelanowym moździerz, przygotowując z jednorodnej części próbkę o masie około 0,3 g. Próbkę zadano 5 cm<sup>3</sup> 65% HNO<sub>3</sub> (suprapure, Merck, Germany) i poddano mineralizacji mikrofalowej (Magnum, EATEC, Poland). Zmineralizowane próbki dopełniano w kolbach miarowych oczyszczoną wodą (system Merck Millipore) do objętości 25 cm<sup>3</sup>. Zawartość cynku i miedzi oznaczono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS) w płomieniu acetylen-powietrze (SpectrAA 880Z VARIAN).

Otrzymane wyniki oznaczeń przeliczono w odniesieniu do jednej tabletki/kapsułki zgodnie ze wzorem:

$$C = \frac{Ca}{m} \cdot 1000$$

gdzie:

- C – zawartość badanego pierwiastka w tabletki/kapsułce preparatu [mg],
- Ca – zawartość badanego pierwiastka oznaczona metodą AAS w próbce [μg/g],
- m – masa tabletki/kapsułki [g].

Jednorodność masy tabletki/kapsułki określono:

$$RSD\% = \frac{SD}{m_{sr}} \cdot 100\%$$

gdzie:

- SD – odchylenie standardowe od średniej masy tabletki/kapsułki,
- m<sub>sr</sub> – średnia masy masa tabletki/kapsułki [g].

W celu sprawdzenia poprawności zastosowanej metody, równoległe z próbkami badanymi, przeprowadzono analizę materiału referencyjnego.

Mieszanina Ziół Polskich INCT-MPH-2: Wyniki z sześciu powtórzeń oznaczeń:

- dla Zn: 32,2 ± 0,6 mg/kg (wartość certyfikowana 33,5 ± 2,1 mg/kg), RSD% = 1,9%, odzysk 93,9–97,6%,

Tabela I. Charakterystyka badanych preparatów suplementów diety

Table I. Characteristics of the dietary supplements studied

Preparat	Średnia masa tabletki/kapsułki [g]	±SD	%RSD	Zn			Cu		
				deklarowana zawartość [mg]*	średnia oznaczona zawartość [mg]	odchylenie od deklarowanej zawartości [%]	deklarowana zawartość [mg]*	średnia oznaczona zawartość [mg]	odchylenie od deklarowanej zawartości [%]
A	1,4378	0,0059	0,41	7,5	9,26	23,52	0,7	1,15	64,82
B	1,2466	0,0050	0,40	5	5,21	4,24	0,5	0,62	24,42
C	1,0299	0,0299	2,90	3	2,97	-1,02	0,33	0,21	-37,49
D	0,3680	0,0016	0,43	5	4,87	-2,63	0,5	0,44	-12,96
E	0,2074	0,0011	0,54	5,3	3,86	-27,23	0,3	0,29	-2,55
F	0,4633	0,0034	0,73	7,5	6,43	-14,28	0,5	0,47	-6,76
G	0,2182	0,0013	0,60	10	7,50	-25,00	1	0,97	-3,02
H	0,4564	0,0075	1,64	2,2	2,26	2,52	0,5	0,58	16,35
I	0,8369	0,0094	1,12	10	9,51	-4,89	0,5	0,52	4,32
J	0,9193	0,0084	0,91	12	12,72	5,98	1	1,11	11,35
K	0,7646	0,0061	0,79	5	2,09	-58,18	0,5	0,20	-59,35
L	0,6744	0,0085	1,26	10	9,88	-1,20	0,25	0,46	82,58
M	4,9583	0,0547	1,10	7,5	9,87	31,62	0,5	0,61	22,61
N	4,3551	0,0506	1,16	10	9,50	-4,96	1	0,87	-13,40
O	0,8229	0,0012	0,14	10	9,49	-5,13	0,5	0,56	11,95
P	0,4596	0,0039	0,85	2	2,16	8,08	0,5	0,60	20,30
R	0,6478	0,0073	1,12	5	5,00	-0,07	1	1,10	9,69
S	0,8824	0,0064	0,72	10	9,89	-1,10	0,5	0,52	4,19
T	1,3756	0,0139	1,01	5	4,91	-1,82	0,5	0,61	22,55
U	0,9214	0,0131	1,42	10	12,30	23,05	1	1,02	1,93
W	1,1932	0,0026	0,21	10	10,84	8,42	0,15	0,17	14,00
Y	0,8025	0,0096	1,20	15	15,60	4,02	1	1,31	31,12

\* Wartości deklarowane przez producenta

– dla Cu:  $7,71 \pm 0,21$  mg/kg (wartość certyfikowana  $7,77 \pm 0,53$  mg/kg), RSD% = 2,7%, odzysk 99,2%.

Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono w programie Statistica 11, StatSoft oraz Microsoft Excel. Za statystycznie znamienne przyjęto poziom prawdopodobieństwa  $p < 0,05$ .

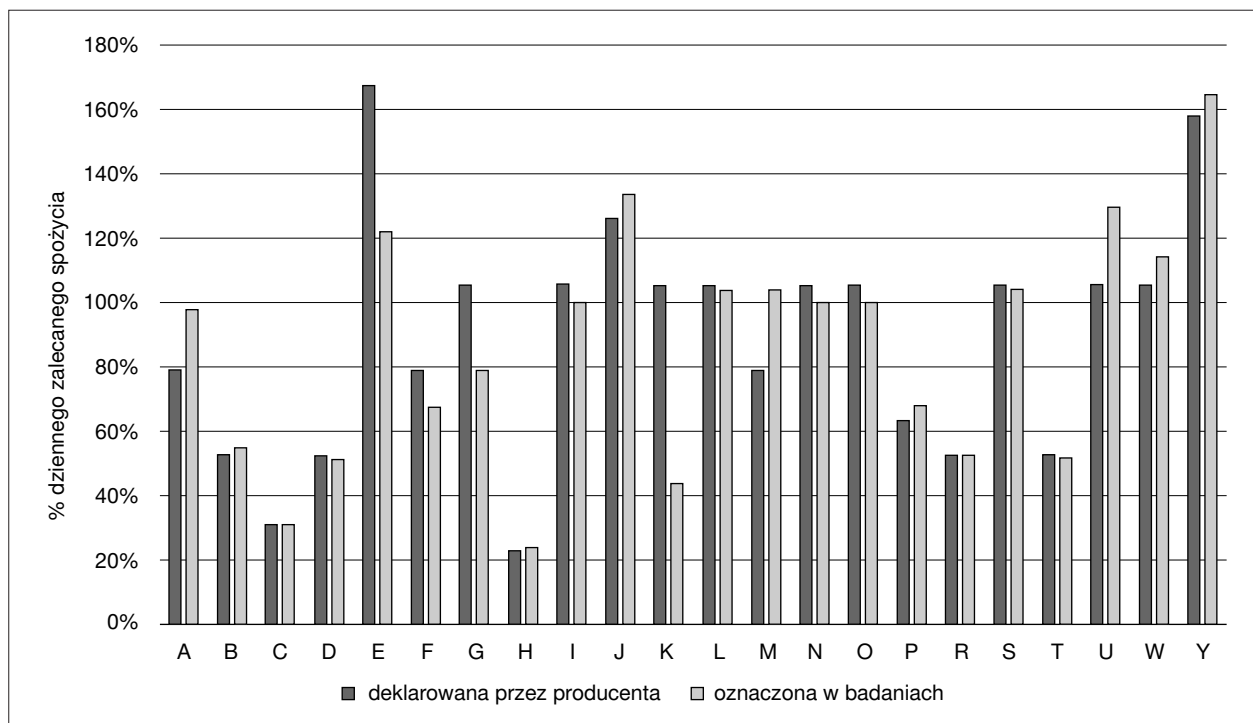
## WYNIKI

W tabeli I przedstawiono charakterystykę badanych preparatów suplementów diety. Jednolitości masy preparatu wyznaczono w oparciu o wartość odchylenia standardowego od średniej masy 3 zważonych tabletek/kapsułek oraz %RSD. Wyniki badań wskazały, że losowo wybrane z opakowania porcje preparatu charakteryzują niewielkie odchylenia wagowe. Masa większości (12 spośród 22) badanych preparatów zmieniała się w granicy do 1%. Tylko w przypadku jednego preparatu względne odchylenie standardowe poszczególnych zważonych porcji osiągnęło rozbieżność w granicy 3% (preparat C).

W tab. I przedstawiono także deklarowaną przez producentów preparatów zawartość Cu i Zn oraz stężenie tych pierwiastków oznaczone w badaniach. Stwierdzono różnice w zawartości Cu i Zn pomiędzy stężeniem deklarowanym i oznaczonym. W przypadku Cu wartości oznaczone były dla większości badanych preparatów większe od zawartości deklarowanej. Odchylenie od deklarowanej zawartości Cu wyniosło od 1,93–82,58%. Różnice w zawartości Zn były mniejsze i mieściły się w przedziale 0,07–58,18%.

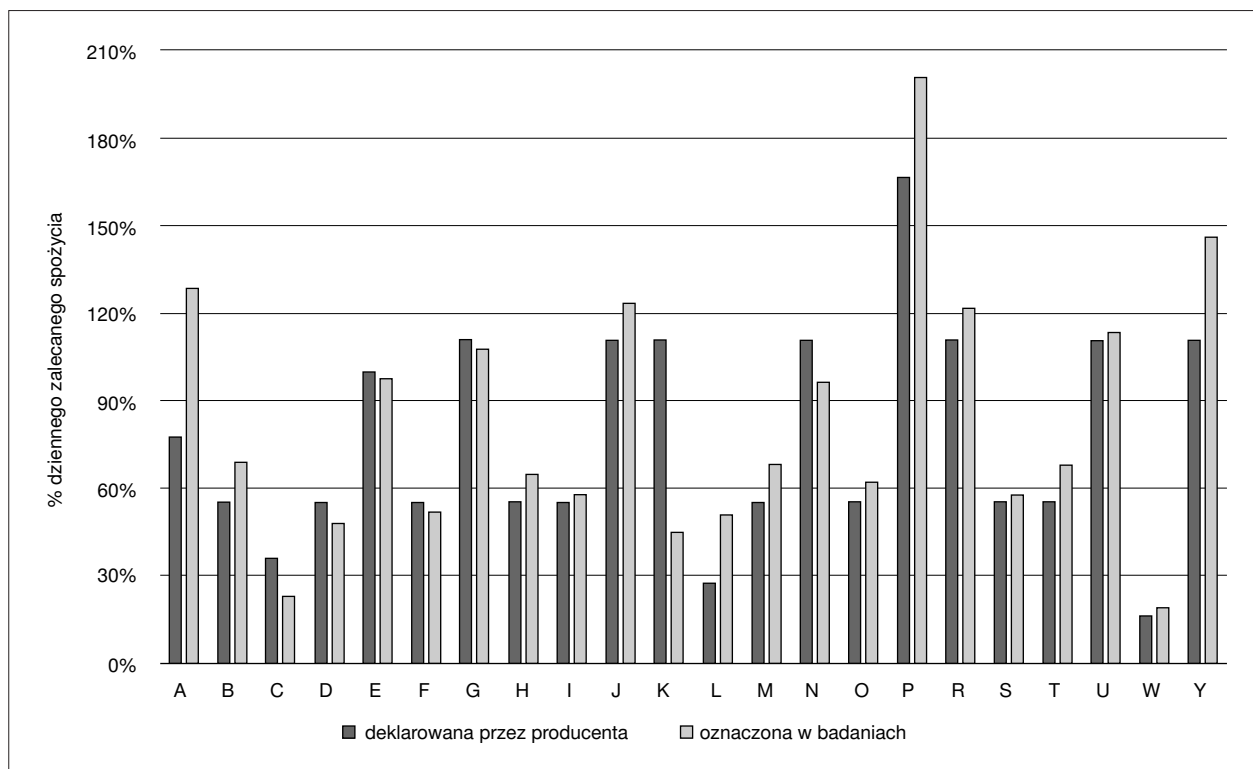
Na rycinie 1 deklarowaną i oznaczoną zawartość Zn w badanych preparatach suplementacyjnych zestawiono z normą wyznaczającą dzienne zalecane spożycie (RDA) wg. której wynosi 8 mg dla kobiet i dla mężczyzn 11 mg [4].

Na ilustracji przyjętą uśrednioną dla obu płci wartość RDA wynoszącą 9,5 mg Zn. W wynikach uwzględniono ilość sztuk preparatu zalecaną na dobę przez producenta. Prawie wszystkie preparaty przeznaczone dla kobiet (T-Y) posiadały zawartość Zn przekraczającą wartość RDA. Preparat E przekraczał tę wartość o ponad 160% w stosunku



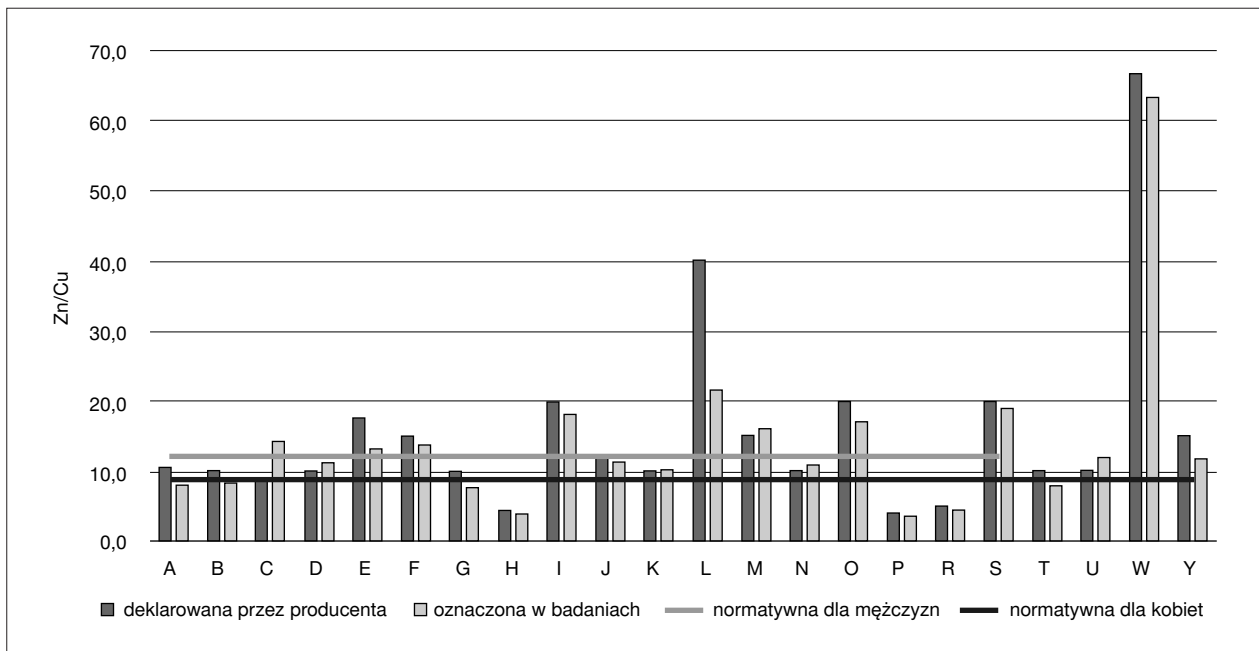
Ryc. 1. Zawartość Zn w suplementach diety (preparaty A-Y) w odniesieniu do dziennego zalecanego spożycia

Fig. 1. The concentration of Zn in dietary supplements (preparations A-Y) compared to daily recommended consumption



Ryc. 2. Zawartość Cu w suplementach diety (preparaty A-Y) w odniesieniu do dziennego zalecanego spożycia

Fig. 2. The concentration of Cu in dietary supplements (preparations A-Y) compared to daily recommended consumption



Ryc. 1. Zawartość Zn w suplementach diety (preparaty A-Y) w odniesieniu do dziennego zalecanego spożycia

Fig. 1. The concentration of Zn in dietary supplements (preparations A-Y) compared to daily recommended consumption

do stężenia oznaczanego w preparacie. W przypadku Cu, zarówno dla zawartości deklarowanej jak i oznaczanej, większość badanych preparatów nie przekraczała dziennej zalecanej dawki – rycina 2.

Prawidłowa proporcja cynku do miedzi obliczona na podstawie normy dziennego zalecanego spożycia (RDA) wynosi 8,89 dla kobiet i 12,22 dla mężczyzn [4]. Zgodnie z wyżej wymienionymi wartościami na rycinie 3 porównano deklarowane i oznaczone ilościowe proporcje Zn/Cu. Badania wykazały, że odbiegającą od zalecanej normy [4] proporcję pomiędzy analizowanymi pierwiastkami wykazują prawie wszystkie preparaty przeznaczone dla kobiet i około 50% preparatów wskazanych dla obojga płci.

## DYSKUSJA

Szacunkowo przyjmuje się, że niemal połowa populacji przyjmuje stale lub okresowo naturalne lub syntetyczne preparaty, których zadaniem jest wzbogacenie składników pokarmowych. W Polsce po suplementy diety sięga 36% populacji, w tym 11% stosuje je systematycznie [13]. Specyfiki suplementacyjne stosowane są dla osiągnięcia konkretnych korzyści, jaką jest np. poprawa wyglądu skóry, jakości włosów, utrata wagi i inne. Powszechnie stosowane są także preparaty wielopierwiastkowe, których wskazaniem może być dowolne zapotrzebowa-

nie organizmu. Potocznie twierdzi się nawet, że złożone produkty suplementacyjne mogą być systematycznie stosowane dla uzupełnienia fizjologicznych zasobów organizmu. Dane wskazują, że ponad połowa osób stosujących suplementację robi to nie zasięgając jakiegokolwiek porady lekarskiej lub medycznej (np. dietetycznej czy kosmetycznej) [4]. Także spory odsetek osób przyjmuje preparaty suplementacyjne zamiennie w charakterze leków spodziewając się osiągnięcia leczniczych efektów ich działania. Większość z tych osób nie ma świadomości, że preparaty suplementacyjne nie podlegają kontroli składu i jakości w takim stopniu jak dotyczy to produktów leczniczych (leków). Dane sugerują także, że około 30% osób obserwuje u siebie różnorodne działania niepożądane związane z ich zażywaniem [4]. W świetle powyższych informacji pojawia się pytanie, czy stosowanie preparatów suplementacyjnych jest całkowicie bezpieczne dla zdrowia?

W przeprowadzonych badaniach przeanalizowaliśmy skład wybranych preparatów suplementów diety zawierającym pierwiastki o ważnej roli fizjologicznej dla organizmu: cynk i miedź. Z punktu widzenia bezpieczeństwa przyjmowania preparatów medycznych ważnym parametrem jest identyczność przyjmowanej każdorazowo dawki. Badania wskazały, że masa porcji preparatu (kapsułki, tabletki) wykazuje niewielką zmienność (%RSD przeciętnie wyniosło 0,94%), dostarczając każdorazowo porównywalną dawkę produktu.

Wytyczne opracowane przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie w 2012 określiły, że dzienne zalecane spożycie cynku dla kobiet wynosi 8 mg, dla mężczyzn 11 mg, natomiast dla miedzi norma wynosi 0,9 mg i jest spójna dla obu płci. Standardy te odnoszą się osób dorosłych powyżej 19 roku życia [4]. Prawidłowa pełnowartościowa dieta jest w stanie w pełni zaspokoić filologiczne zapotrzebowanie organizmu na miedź. Stany niedoboru tego pierwiastka występują stosunkowo rzadko. Badania wykazały, że oceniane preparaty w większości dostarczały około 50% dawki zalecanej jako dzienne zapotrzebowanie organizmu na ten pierwiastek. Co wskazuje, że dodatkowa podaż miedzi w stanach fizjologicznych przewyższa zapotrzebowania organizmu. W przypadku 6 spośród badanych 22 preparatów poziom ten przekraczał w 100% potrzeby organizmu. Trzeba uwzględnić również, że w większości z objętych badaniem preparatów oznaczone stężenie miedzi było większe niż wskazywały dane producentów umieszczone na opakowaniach. Świadczy to, że suplementacyjne preparaty wielowitaminowe wprowadzają miedź często w ilości przekraczającej zapotrzebowanie organizmu.

W przypadku cynku natomiast stosunkowo często dochodzi do niedoborów tego pierwiastka w organizmie. Problem ten może dotyczyć od około 20% nawet do 40% populacji [6–7]. Suplementacja cynku niezależna od diety więc jest częstym zaleceniem medycznym. Przeprowadzone badania wskazały, że ilości cynku deklarowane przez producentów na opakowaniach swoich preparatów często różnią się od stężenia tego pierwiastka oznaczanego w badaniach. Tak więc ilości tego pierwiastka dostarczane do organizmu w przypadku suplementacji może być nie do końca właściwie sprecyzowana. Odchylenie od zawartości Zn deklarowanej i określonej w badaniach sięgało nawet ponad 20%. Wyżej opisane kwestie mogą skutkować zarówno niedoborem jak i nadmiarem tego pierwiastka w organizmie. Ważną kwestią jest także zachowanie prawidłowych ilościowych proporcji Zn i Cu dostarczanych do organizmu. Wysoka suplementacja cynku ogranicza wchłanianie miedzi [6]. Tak więc preparaty wielowitaminowe mogą indukować wzajemne interakcje pomiędzy wprowadzanymi składnikami i tym samym powodować zachwianie równowagi pierwiastkowej. Nadmiar cynku wiąże się ze zwiększonym usuwaniem miedzi z przewodu pokarmowego, pomimo jej dostarczania z pożywieniem. Ponadto cynk indukuje syntezę metalotioneiny w komórkach jelita cienkiego, która ma zdolność do wiązania pierwiastków. Jednakże większe powinowactwo miedzi

do tego wiązania powoduje zahamowanie jej transportu do tkanek organizmu [6,11].

Zaleceniem dla pacjentów powinno być przestrzeganie dostarczanych dawek składników mineralnych [14]. W świetle uzyskanych wyników badań wskazano, że proporcje pomiędzy stężeniem cynku i miedzi, zarówno te deklarowane przez producentów, a także te określone w badaniach są niewłaściwe dla większości badanych preparatów. Stosowanie preparatów suplementacyjnych może więc spowodować brak pożądanego efektu terapeutycznego, czy także prowadzić do kumulacji pierwiastków w tkankach organizmu.

W Polsce nie istnieją regulacje prawne, które odnoszą się do preparatów suplementacyjnych. Obowiązującym dokumentem, który nie posiada statutu prawnego są Wytyczne Komisji Europejskiej z grudnia 2012 roku określające limity tolerancji dla składników odżywczych na etykietach, w myśl których za górną granicę odchylenia standardowego od zawartości deklarowanej przyjmuje się +45% dla składników mineralnych w suplementach diety, zaś dolną – 20% [15–17]. Przeprowadzone badania wykazały, że niektóre z badanych preparatów nie spełniają tych zaleceń. Dotyczyło to zawartości cynku w 3 preparatach oraz miedzi w 5 spośród nich. Jednak brak obowiązujących kontroli suplementów diety skutkuje brakiem egzekwowania jakości ich składu. W świetle prawa wprowadzenie suplementu diety do obrotu bez jakiegokolwiek kontroli jest dozwolone. Producent zobowiązany jest jedynie powiadomić Główny Inspektorat Sanitarny o nazwie preparatu, który ma znaleźć się na rynku oraz przedstawić wzór opakowania w języku polskim [18–20]. Wytwórca nie musi przeprowadzać badań klinicznych swoich preparatów, także z zakresu ich bezpieczeństwa stosowania. Pod tym względem stanowią one przeciwieństwo produktów leczniczych. Tymczasem wydaje się wskazane, aby producenci przed wprowadzeniem produktów na rynek powinni mieć świadomość ilości cynku i miedzi, którą każdy powinien codziennie dostarczyć do organizmu w celu prawidłowego jego funkcjonowania. Wbrew powszechnej opinii – więcej nie znaczy lepiej.

Istnieje wiele czynników, które podczas stosowania preparatów suplementów diety mogą doprowadzić do wystąpienia poważnych skutków ubocznych. Zaliczyć do nich możemy między innymi nieprawidłowe oznakowanie na opakowaniu, brak informacji o przeciwwskazaniach do stosowania, możliwość przekroczenia dziennej zalecanej porcji składników mineralnych i witamin poprzez jednoczesne przyjmowanie kilku preparatów suplementacyjnych, czy też brak adnotacji o możliwych interakcjach

z lekami lub składnikami pożywienia [4]. Przykładem może być zmniejszone wchłanianie antybiotyków, leków przeciwdrgawkowych lub kardiologicznych w przypadku stosowania nieprawidłowej suplementacji [21]. W Polsce powinno wprowadzić się regulacje prawne dotyczące suplementów diety, gdyż ich niekontrolowane przyjmowanie niesie potencjalne niebezpieczeństwo dla zdrowia i życia całej populacji.

## WNIOSKI

1. Analizowane suplementy diety charakteryzują się wysoką jednolitością masy pojedynczej tabletki/kapsułki.
2. W większości badanych preparatów stężenie Cu i Zn deklarowane przez producentów było różne od oznaczanego w badaniach. Wartość względnego odchylenia standardowego zmieniała się w granicach od 0,1 do 80%.
3. Podaż Zn i Cu w przypadku stosowania badanych preparatów suplementacyjnych zaspakajała od 30% do ponad 150% dawki wskazanej za dzienne zalecane spożycie dla ludności Polski, opracowanej przez Instytut Żywności i Żywienia.
4. Około 50% wybranych do badań preparatów suplementacyjnych dla kobiet oraz około 40% dla mężczyzn odznaczają się nieprawidłową proporcją Zn/Cu.
5. Dla właściwego używania preparatów suplementacyjnych wskazane są odpowiednie regulacje prawne dotyczące ich jakości.

**Podziękowania:** *śp. dr hab. Danucie Wiechule za inspirację tematem badań.*

**Źródło finansowania badań:** *umowa Śląskiego Uniwersytetu Medycznego KNW 1 166/L/N/7*

## PIŚMIENICTWO

- [1] Najwyższa Izba Kontroli.: Dopuszczenie do obrotu suplementów diety. <https://www.nik.gov.pl/plik/id,13031,vp,15443.pdf>, dostęp: 15 luty 2018.
- [2] Socha K., Borowska M.H.: Ocena zawartości kadmu w suplementach diety. BROMAT. CHEM. TOKSYKOL. 2011; XLIV(3): 351-354.
- [3] Socha K.: Ocena zawartości ołowiu w suplementach diety. BROMAT. CHEM. TOKSYKOL. 2010; XLIII(4): 529-532. Jarosz M.: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2012.
- [4] Błęcha K., Wawer I.: Profilaktyka zdrowotna i fitoterapia. Rola suplementów diety, dietetycznych środków spożywczych specjalnego przeznaczenia medycznego, żywności

funkcjonalnej oraz leków roślinnych. Bonimed, Żywiec 2011: 8-24.

- [5] Nordberg G.F., Fowler B.A., Nordberg M., et al: Handbook on the toxicology metals. ELSEVIER, USA 2007.
- [6] Maret W., Sandstead H.H.: Zinc requirements and the risks and benefits of zinc supplementation. J Trace Elem Med Biol. 2006; 20: 3-18.
- [7] Zaporowska H.: Mikroelementy w życiu zwierząt i ludzi. UMCS, Lublin 2002: 29-35, 49-53.
- [8] Olivares M., Uauy R.: Copper as an essential nutrient. Am J Clin Nutr. 1996; 63: 791S-796S.
- [9] Zofkova I., Davis M., Blahos J.: Trace Elements Have Beneficial, as Well as Detrimental Effects on Bone Homeostasis. Physiol. Res. 2017; 66: 391-402.
- [10] Fischer P., Giroux A., L'Abbe M.: The effect of dietary zinc on intestinal copper absorption. Am J Clin Nutr. 1981; 34: 1670-1675.
- [11] Ciborowska H., Rudnicka A., Ciborowski A.: Dietetyka. Żywnienie zdrowego i chorego człowieka. PZWŁ, Warszawa 2014: 158-160.
- [12] Kostecka M.: Stosowanie suplementów diety przez osoby w wieku starszym. BROMAT. CHEM. TOKSYKOL. 2015; XLVIII(4): 758 – 765.
- [13] Błoniarczyk J., Zaręba S., Rybak M.: Badanie zawartości Zn, Cu, Mn i Fe w suplementach diety zawierających antyoksydanty. BROMAT. CHEM. TOKSYKOL. 2009; XLII(3): 760-765.
- [14] Komisja Europejska, Dyrekcja Generalna ds. Zdrowia i Konsumentów: Wytyczne z grudnia 2012r. w zakresie określenia limitów tolerancji dla składników odżywczych wymienionych na etykiecie. [https://gis.gov.pl/images/bz/guidance\\_tolerances\\_december\\_2012\\_pl.pdf](https://gis.gov.pl/images/bz/guidance_tolerances_december_2012_pl.pdf). dostęp: 15 luty 2018.
- [15] Walkiewicz A., Przygoda B.: Wartość odżywcza w znakowaniu żywności a wymagania prawne Unii Europejskiej. Hygeia Public Health. 2013; 48(4): 432-435.
- [16] Świetlik R., Dębska P., Trojanowska M.: Porównanie profili uwalniania żelaza z witaminowo-mineralnych suplementów diety zawierających diglicynian żelaza (II). BROMAT. CHEM. TOKSYKOL. 2017; L(2): 172-178.
- [17] Krasnowska D., Sikora T.: Suplementy diety a bezpieczeństwo konsumenta. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 2011; 4(77): 5-23.
- [18] Pawlak A., Rajczykowski K., Loska K., i wsp.: Ocena zawartości żelaza w witaminowo-mineralnych suplementach diety. BROMAT. CHEM. TOKSYKOL. 2016; XLIX(1): 23-31.
- [19] Bojarowicz H., Dźwigulska P.: Suplementy diety. Część I. Suplementy diety a leki – porównanie wymagań prawnych. Hygeia Public Health. 2012; 47(4): 427-432.
- [20] Bojarowicz H., Dźwigulska P.: Suplementy diety. Część III. Interakcje suplementów diety z lekami. Hygeia Public Health. 2012; 47(4): 442-447.

*Adres do korespondencji:*

*dr n. med. Agnieszka Fischer  
Medical University of Silesia  
Department of Toxicology and Bioanalysis  
4 Jagiellońska Street, 41 200 Sosnowiec, Poland  
afischer@sum.edu.pl*