



Państwowa Szkoła Wyższa
im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

MONOGRAFIE I ROZPRAWY nr 12

Adam Szepeluk

ZACHOWANIA ŻYWIENIOWE A ZAWARTOŚĆ OKREŚLONYCH PIERWIASTKÓW WE WŁOSACH STUDENTÓW Z WYBRANYCH UCZELNI EUROPEJSKICH

Biała Podlaska 2021

Państwowa Szkoła Wyższa
im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

SERIA „MONOGRAFIE I ROZPRAWY”, NR 12

Adam Szepeluk

**ZACHOWANIA ŻYWIENIOWE
A ZAWARTOŚĆ OKREŚLONYCH
PIERWIASTKÓW WE WŁOSACH
STUDENTÓW Z WYBRANYCH
UCZELNI EUROPEJSKICH**

Biała Podlaska 2021

Wydawca:

Państwowa Szkoła Wyższa
im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

Recenzenci:

prof. dr hab. Jacek Kławe
prof. dr hab. n. med. Andrzej Szpak

© Copyright by Państwowa Szkoła Wyższa
im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

ISBN 978-83-64881-82-4

Nakład: 100 egz.

Liczba arkuszy wydawniczych: 6



Wydawnictwo PSW JPII
ul. Sidorska 95/97
21-500 Biała Podlaska
www.pswbp.pl

Skład, druk, projekt okładki:

Agencja Reklamowa TOP, ul. Chocimska 4, 87-800 Włocławek
tel.: 54 427 09 70, www.agencjatonp.pl

*Dziękuję
Panu Prof. Janowi Kazimierzowi Karczewskiemu
za nieocenioną pomoc, wsparcie i inspirację.*

Spis treści

Wykaz skrótów	6
Wstęp	7
Rozdział 1. Składniki mineralne	9
1.1. Podział składników mineralnych	9
1.2. Rola składników mineralnych w organizmie	9
1.3. Charakterystyka oznaczanych składników mineralnych	10
1.4. Sposoby oznaczania składników mineralnych	14
Rozdział 2. Wartość diagnostyczna włosów	15
2.1. Budowa włosów	15
2.2. Włosy jako marker przy ocenie gospodarki mineralnej człowieka w stanach fizjologicznych i patologicznych	16
2.3. Zachowania żywieniowe a skład chemiczny włosów	18
Rozdział 3. Materiał i metodyka badań	21
3.1. Narzędzia badawcze	22
3.2. Walidacja kwestionariusza	22
3.3. Oznaczenie mikro- i makroelementów	26
3.4. Metody statystyczne	27
3.5. Organizacja i przebieg badań	30
3.6. Charakterystyka badanej grupy	30
Rozdział 4. Wpływ wybranych cech na zawartość mikro- i makroelementów 33	
4.1. Wpływ cech demograficznych	34
4.2. Wpływ aktywności fizycznej	45
4.3. Wpływ zachowań żywieniowych	47
4.4. Wpływ wskaźników biometrycznych	61
4.5. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych ..	64
4.6. Analiza skupień	74
4.7. Zależności pomiędzy analizowanymi składnikami mineralnymi	83
Zakończenie	87
Bibliografia	96
Spis tabel	107
Spis rycin	109
Aneks	111

Wykaz skrótów

WHO (ang. *World Health Organization*) – Światowa Organizacja Zdrowia

BMI (ang. *Body Mass Index*) – wskaźnik masy ciała

SEM (ang. *Scanning Electron Microscope*) – skanningowa mikroskopia elektronowa

EDS (ang. *Energy Dispersive Spectrometr*) – detektor energodispersyjny

n – liczba przypadków

% – odsetek badanych

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna

$x_{\min}$ – minimalny wynik

$x_{\max}$ – maksymalny wynik

SD – odchylenie standardowe

SE – błąd standardowy

Q1 – dolny kwartył

Me – mediana

Q3 – górny kwartył

W – wartość testu Shapiro-Wilka

H – wartość testu Kruskala-Wallisa

F – wartość testu U Manna-Whitneya

T – wartość testu t-Studenta

χ^2 – wartość testu Chi kwadrat Pearsona

V – wartość testu V Cramera

R – współczynnik korelacji rang Spearmana

p – poziom istotności

* – istotna zależność przy $p < 0,05$

Wstęp

Pierwsze badania dotyczące analizy chemicznej włosów wykonywane były w latach czterdziestych XX wieku. Następnie duży rozwój tych badań odnotowano w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych. Do chwili obecnej ukazało się około tysiąca publikacji związanych z analizą włosów. Początkowe badania dotyczyły oznaczania pierwiastków metalicznych: arsenu, rtęci, kadmu, ołowiu. Następnie zainteresowanie badaczy zostało skierowane na inne mikro- i makroelementy, a także na analizę ksenobiotyków, trucizn, leków oraz substancji psychoaktywnych [1].

Niniejsza książka powstała na bazie obronionej w 2019 r. na Uniwersytecie Medycznym w Białymstoku rozprawy doktorskiej nt. „Analiza zachowań żywieniowych a zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów uczelni we Francji, w Polsce i na Białorusi” napisanej pod promotorstwem prof. Jana Kazimierza Karczewskiego. Celem pracy jest przedstawienie wpływu cech demograficznych oraz zachowań żywieniowych na zawartość wybranych mikro- i makroelementów (sodu, potasu, wapnia, magnezu, siarki i ołowiu) we włosach studentów francuskich (Ośrodek Kształcenia Medycznego w Niort), polskich (Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej) oraz białoruskich (Grodzieński Uniwersytet Państwowy im. Janki Kupały). Przeprowadzone badania mają pokazać, które cechy respondentów wpływają na zawartość minerałów we włosach. Czy występują różnice ze względu na kraj zamieszkania, płeć, wiek, a może ze względu na zachowania żywieniowe, w tym np. spożywanie fast food-ów oraz dań błyskawicznych. Badania przeprowadzono po uzyskaniu zgody Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie nr KE-0254/62/2018.

Do prawidłowego funkcjonowania człowieka niezbędne jest zachowanie odpowiedniego poziomu w organizmie składników mineralnych, zwanych biopierwiastkami. Jest to czynnik determinujący prawidłowy rozwój fizyczny, dobre samopoczucie psychiczne, właściwą wydajność w pracy, czy też zdolność względnie łatwego przyswajania wiadomości. Ustrój człowieka nie jest w stanie sam ich syntetyzować i dlatego powinny być one dostarczane w odpowiednich proporcjach i ilościach wraz z pożywieniem. Udokumentowany jest wpływ nieprawidłowej podaży składników mineralnych na rozwój chorób kardiologicznych, cukrzycy, osteoporozy, czy też nowotworów [2]. Dlatego tak ważne było przeprowadzenie badań determinantów wpływających na zachowanie odpowiedniej gospodarki mineralnej organizmu u młodych ludzi – studentów.

Upředzając pytanie czytelnika, dlaczego do przeprowadzonych badań zostały wykorzystane włosy, należy zaznaczyć, że stanowią one trwałą, obojętną tkankę, nieulegającą biologicznej degradacji, na którą nie mają bezpośredniego wpływu mechanizmy homeostatyczne jak w przypadku krwi. Dzięki temu stanowią dobry materiał analityczny do oceny zawartości składników mineralnych w całym organizmie. Zawartość biopierwiastków we włosach jest od 50 do 100 razy wyższa niż w przypadku krwi czy moczu, a sposób pobierania włosów, w porównaniu do innych materiałów analitycznych, jest nieinwazyjny. Włosy łatwo się oczyszcza

z zanieczyszczeń środowiskowych, łatwo transportuje i przechowuje, a rozwinięte techniki analityczne pozwalają precyzyjnie określić skład mineralny.

Pobrane próbki włosów, po odpowiednim przygotowaniu, zostały przebadane w laboratorium Centrum Badań nad Innowacjami Państwowej Szkoły Wyższej im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej. Stężenie składników mineralnych oznaczono przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego SEM, na aparacie Hitachi TM-3000, wyposażonym w rentgen ze spektrometrem EDS do mikroanalizy. Dokładność tej metody została zweryfikowana na podstawie certyfikowanego odniesienia materiału NCS ZC81002 włosy ludzkie (Chiny).

W badaniu wykorzystano również autorski kwestionariusz dotyczący zachowań żywieniowych. Składał się on z 32 pytań podzielonych na trzy części. Pierwsza z nich obejmowała pytania dotyczące cech demograficznych oraz biometrycznych, druga zachowań żywieniowych, trzecia dotyczyła częstości spożywania poszczególnych pokarmów. Kwestionariusz przed przeprowadzonym badaniem głównym został poddany walidacji na grupie 30 respondentów.

Badania składu pierwiastkowego włosów nie były do tej pory wykonywane na badanej populacji i z tego względu stanowią dobry materiał porównawczy (czuły marker) do oceny niedoboru jak i nadmiaru mikro- i makroelementów w organizmie studentów objętych badaniem, spowodowanych złymi nawykami żywieniowymi, które mogą mieć udział w etiologii niektórych chorób cywilizacyjnych. Uzyskane wyniki mogą zostać wykorzystane do celów epidemiologicznych w przeciwdziałaniu wystąpienia schorzeń spowodowanych niedoborem mikro- i makroelementów wśród młodych ludzi.

Składniki mineralne

Składniki mineralne stanowią około 4% masy ciała dorosłego człowieka. Są to pierwiastki, które po spaleniu tkanek pozostają w postaci popiołu. Wśród 46 różnych składników mineralnych, aż 30 uznaje się za niezbędne do prawidłowego rozwoju organizmu. Dostarczane są do organizmu głównie z pożywieniem, dlatego bardzo ważne jest zachowanie prawidłowego żywienia, zarówno jakościowego, jak i ilościowego, przy uwzględnieniu liczby spożywanych posiłków w ciągu dnia oraz odstępów między posiłkami [1].

1.1. Podział składników mineralnych

Uwzględniając zawartość w ustroju oraz poziom dziennego zapotrzebowania organizmu na składniki mineralne, biopierwiastki dzielimy na dwie podstawowe grupy:

- **makroelementy**, czyli składniki mineralne zawarte w organizmie w ilości przekraczającej 0,01%, na które zapotrzebowanie w diecie człowieka wynosi powyżej 100 mg na dobę. Do makroelementów zaliczamy: wapń, fosfor, magnez, potas, sód, siarkę oraz chlor.
- **mikroelementy**, czyli pierwiastki zawarte w organizmie w ilości nie przekraczającej 0,01%, oraz na które dzienne zapotrzebowanie organizmu nie przekracza 100 mg na dobę. Do mikroelementów zaliczamy: żelazo, miedź, cynk, mangan, fluor, jod, selen, molibden, chrom oraz kobalt [1]. Trwają obecnie badania mające zaliczyć do mikroelementów również: wanad, cynę, krzem i nikiel [3].

1.2. Rola składników mineralnych w organizmie

Składniki mineralne są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu, a ich niedobór oraz nadmiar może prowadzić do wystąpienia problemów zdrowotnych [4]. Biopierwiastki stanowią element budulcowy organizmu. Biorą udział

w procesach metabolicznych, pełniąc funkcję regulatorów i katalizatorów w układach enzymatycznych, warunkując prawidłowy funkcjonowanie komórek i tkanek [5]. Niedobór jak i nadmiar składników mineralnych może mieć istotny wpływ na rozwój niektórych chorób cywilizacyjnych [6,7,8,9,10]. Pomimo zwiększonej świadomości społeczeństwa o sposobie żywienia, dieta Polaków nadal odbiega od zaleceń klasycznego kanonu żywieniowego. Wśród nieprawidłowości należy wymienić m.in. zbyt małą zawartość składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych: wapnia, magnezu, fosforu, cynku, żelaza i miedzi [11,12]. Zmniejszoną lub zwiększoną podaż biopierwiastków stwierdza się nie tylko w diecie Polaków. Podobne obserwacje dotyczą również innych populacji, zwłaszcza z państw wysoko rozwiniętych, gdzie sposób odżywiania związany jest z rosnącym popytem i podażą żywności. Racjonalne odżywianie zależy od wielu czynników, w tym cech biologicznych, stanu zdrowia oraz stylu życia, a także czynników ekonomicznych, które determinują spożywanie produktów wysoko przetworzonych, ale wygodnych w użyciu.

Dostarczenie do organizmu odpowiedniej ilości mikro- i makroelementów z pożywieniem i wodą nie zawsze gwarantuje uzyskanie odpowiedniego stężenia. Wpływ na biodostępność, czyli ilość składników mineralnych, która po dostarczeniu do przewodu pokarmowego zostanie zaabsorbowana do krwi, zależy od wielu czynników, wśród których należy wymienić: płeć, wiek, stan odżywiania, stan fizjologiczny, a także zawartość związków zmniejszających wchłanianie (taniny, błonnika, fitynianów, szczawianów). Pomędzy omawianymi biopierwiastkami oraz biopierwiastkami i spożywanym żywnością, często obserwuje się antagonizmy zmniejszające bioretencję, czyli ograniczające przyswajanie składników mineralnych przez organizm. Wśród nich można wymienić np. oddziaływanie magnezu z cynkiem, cynku z wapniem lub cynku z miedzią. Na odpowiednią przyswajalność mikro- i makroelementów, poza antagonizmami, istotny wpływ mają również takie cechy jak wiek, płeć czy stan wysycenia organizmu [4].

Pierwiastki takie jak: ołów, rtęć i kadm zaliczane są do pierwiastków toksycznych. Są nie tylko zbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu, lecz stanowią dodatkowo szczególne zagrożenie dla życia. Skutki zatrucia tymi pierwiastkami ujawniają się dopiero po wielu latach. Występują w powietrzu, w wodzie i w glebie jako zanieczyszczenie środowiska powstające z pyłów, gazów przemysłowych, ścieków i odpadów.

1.3. Charakterystyka oznaczanych składników mineralnych

Sód

Sód (Na) – alkaliczny, srebrzysty, dość miękki metal, niewystępujący w stanie wolnym, lecz będący składnikiem wielu minerałów. W organizmie człowieka sód gromadzi się głównie w kościach, płynach wewnątrzkomórkowych oraz tkankach. Średnia zawartość sodu w organizmie wynosi 92-105 g, natomiast w surowicy krwi

ok. 135-145 mmol/l. Sód bierze udział w gospodarce wodno-elektrolitowej, funkcjonowaniu układu mięśniowego i nerwowego oraz równowadze kwasowo-zasadowej, w tym wytwarzaniu kwasu solnego w żołądku [13,14,15].

Sód do organizmu przyjmowany jest wraz z pokarmami zawierającymi chlorek sodu, w tym z wędlinami, pieczywem, serami, warzywami konserwowymi oraz samą solą kuchenną, która jest głównym jego źródłem. Zapotrzebowanie organizmu na sód jest uzależnione między innymi od wieku, aktywności fizycznej i temperatury. Dorosły człowiek, w celu pokrycia strat sodu wydalanego wraz z potem, moczem i kałem, powinien dostarczać organizmowi około 115 mg sodu na dobę [16], a przy zmożonym wysiłku oraz wyższych temperaturach, powodujących zwiększone pocenie się, należy zwiększyć podaż sodu do 1500 mg [17]. Uwzględniając obecne normy żywieniowe, ustalone przez Instytut Medycyny ze Stanów Zjednoczonych w 2005 roku [16] oraz zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia z 2012 roku, spożycie sodu przez dorosłego człowieka nie powinno przekraczać: 2 g dziennie, zaś u dzieci powinno być odpowiednio mniejsze [18]. Niedobór, jak i nadmiar sodu, jest bardzo niekorzystny dla organizmu człowieka. Objawami niedoboru mogą być: osłabienie organizmu, nudności, bóle głowy, brak łaknienia, wymioty, zaburzenie orientacji [19], a nawet zmiany stężenia lipidów we krwi [20,21] oraz insulinooporność [22]. Długotrwałe, wysokie spożycie sodu, może być przyczyną wystąpienia wielu chorób. Najbardziej poważnymi konsekwencjami może być wystąpienie nadciśnienia tętniczego [23], udaru mózgu [24], raka żołądka [25], a także osteoporozy, kamienicy nerkowej czy otyłości [26,27]. Wykazano, że zmniejszenie spożycia soli o 6 g na dobę wpływa na regulację ciśnienia tętniczego, bez konieczności stosowania leków farmakologicznych, a także zmniejsza ryzyko wystąpienia zawału mięśnia sercowego o 18% oraz ryzyko wystąpienia udaru mózgu o 24% [28].

Magnez

Magnez (Mg) – jeden z czterech podstawowych kationów, a drugi po potasie, najważniejszy kation wewnątrzkomórkowy, aktywujący ponad 300 enzymów, biorący udział w przewodnictwie nerwowym, biosyntezie białka, kurczliwości mięśni, procesach termoregulacji, regulacji ciśnienia krwi, homeostazie mineralnej organizmu i kości [29,30,31]. Dostarczany jest do organizmu wraz z wodą (zwłaszcza twardą) oraz pożywieniem: produktami zbożowymi, roślinami strączkowymi, ziemniakami, rybami, serami, orzechami, gorzką czekoladą oraz zielonymi warzywami [32,33]. Średnie spożycie magnezu w Polsce wynosi 297 mg/dobę [34], przy zalecanej dawce 3-4,5 mg/kg m.c./dobę oraz zwiększonym zapotrzebowaniu w czasie ciąży [29,30,33]. Niedobory magnezu są bardzo groźne dla organizmu. Mogą powodować zaburzenia układu nerwowo-mięśniowego oraz sercowo-naczyniowego, a także zwiększają ryzyko wystąpienia osteoporozy oraz insulinooporności, jak również mogą zaburzyć wydzielanie parathormonu (PTH) i być przyczyną wystąpienia hipomagnezмии, objawiającej się osłabieniem organizmu, wystąpieniem depresji, apatii, sennieści, wymiotów oraz braku apetytu. Nadmierna podaż suplementów oraz produktów wzbogaconych magnezem może wywołać biegunkę. Do niepożądanych reakcji, wynikających z przedawkowania magnezu należy wymienić:

alkalozę, hipokaliemię, trudności w oddychaniu, odwodnienie oraz dezorientację [29,30,31,33].

Siarka

Siarka (S) – biopierwiastek stanowiący ok. 0,25% budowy ciała dorosłego człowieka. Zgromadzony głównie we włosach, paznokciach, chrząstkach oraz mazi stawowej, a także skórze [35]. Siarka jest składnikiem aminokwasów (cysteina, cystyna, metionina). Do organizmu dostarczana jest wraz z pożywieniem. Dobrym źródłem siarki są wszystkie produkty białkowe (jaja, mięso, serwatka, ryby) oraz produkty zbożowe i warzywa (kalafior, czosnek, cebula, groch, kapusta) [13]. Siarka w organizmie wiąże metale ciężkie i nikotynę, ułatwiając ich wydalanie. Stymuluje również wątrobę do wydzielania kwasów żółciowych i sprzyja jej odtruwaniu. Jako budulec kolagenu i kreatyny odgrywa istotną rolę w utrzymaniu dobrej kondycji skóry, włosów i paznokci. Posiada właściwości bakteriobójcze i grzybobójcze. Reguluje funkcje układu krążenia, rozszerza naczynia krwionośne, obniża ciśnienie, hamuje rozwój miażdżycy [35]. Niedobór siarki może wywołać zaburzenia organizmu objawiające się: wypadaniem włosów, blednięciem i brakiem jędrności skóry, łamliwością paznokci, odczuwaniem niepokoju, problemem ze wzrokiem i dolegliwościami stawowymi.

Potas

Potas (K) – srebrzystobiały, miękki metal alkaliczny, zapewniający optymalną gospodarkę wodno-elektrolitową, mający udział w regulacji ciśnienia osmotycznego komórek oraz funkcje aktywujące wiele enzymów ustrojowych, a także mający udział w metabolizmie węglowodanów i białek. W organizmie dorosłego człowieka zgromadzone jest ok. 150 g potasu (w 90% wewnątrz komórek). W surowicy krwi natomiast poziom potasu wynosi 3,5-5,0 mmol/l [13,14,15]. Potas jako składnik większości produktów spożywczych jest dostarczany do organizmu wraz z pokarmem. Duże zasoby potasu znajdują się w: suszonych owocach, warzywach, ziemniakach, orzechach, nasionach, kakao, czekoladzie, produktach zbożowych oraz mięsie [36]. Według zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia codzienne spożycie produktów zawierających potas powinno kształtować się na poziomie zapewniającym uniknięcie chorób związanych z jego niedoborem i zostało określone w 2012 roku na ilość 3510 mg/dobę dla dorosłego człowieka. Zbyt mały poziom potasu w diecie może być przyczyną wystąpienia udaru, nadciśnienia tętniczego, choroby niedokrwiennej serca [37,38], a także kamienicy nerkowej [39] czy cukrzycy typu 2 [40,41]. Nadmiar potasu w organizmie jest natomiast wydalany wraz z moczem [19,37], jednak przedawkowanie suplementów zawierających potas może być niekorzystne dla organizmu.

Wapń

Wapń (Ca) – podstawowy składnik mineralny kości i zębów, biorący udział w przewodnictwie bodźców nerwowych, kurczliwości mięśni, krzepnięciu krwi, regulacji hormonalnej oraz aktywacji wybranych enzymów. Zawartość wapnia w organizmie odgrywa istotny wpływ na pracę serca oraz układu naczyniowego, a także przepuszczalność błon komórkowych. Magazynowany jest w układzie szkieletowym i uwalniany w razie potrzeby do płynów pozakomórkowych [29,42,43,44]. Głównym źródłem dobrze przyswajalnego wapnia są: mleko oraz przetwory mleczarskie, a także konserwy rybne zawierające ości [29,32,43,44]. Wapń może być dostarczany do organizmu również wraz z produktami roślinnymi (pietruszką, szpinakiem, jarmużem) oraz z wodą. Zapotrzebowanie organizmu na wapń zmienia się wraz z okresem życia. Wyższe zapotrzebowanie odnotowuje się u dzieci, osób starszych, a także kobiet w ciąży oraz karmiących piersią [42,44,45]. Niedobory wapnia u dzieci mogą być przyczyną powstawania krzywicy, natomiast u osób dorosłych - osteoporozy oraz prowadzić do wzrostu ciśnienia tętniczego krwi [42,46]. Nadmierna suplementacja witaminy D u dzieci oraz wapnia u osób dorosłych może doprowadzić do wystąpienia hiperkalcemii, objawiającej się: chorobami nerek, zwapnieniem naczyń krwionośnych, zaburzeniem wchłaniania żelaza, cynku i magnezu oraz zmianami w funkcjonowaniu różnych systemów organizmu, w tym układu sercowo-naczyniowego [30,42,47,48].

Ołów

Ołów (Pb) – szczególnie toksyczny metal ciężki. Do organizmu człowieka dostający się za pomocą układu pokarmowego, układu oddechowego oraz poprzez skórę. Wykorzystywany powszechnie w XX wieku do produkcji farb, rur, kabli, akumulatorów oraz w celu wzbogacania benzyny. Obecnie wykorzystywany w mniejszym stopniu w przemyśle. Ołów dostaje się do środowiska z powodu złego zabezpieczenia ulatniających się pyłów fabrycznych oraz nieodpowiedniego przechowywania i utylizacji odpadów. Nie stwierdzono przydatności ołowiu dla organizmu człowieka, może być on jednak przyczyną przewlekłych i niebezpiecznych zatruć [49]. Ma negatywny wpływ na prawie każdy narząd i układ ciała człowieka [50]. W powietrzu stężenie przekraczające 100 mg/m³ stanowi natychmiastowe zagrożenie życia i zdrowia [51]. Po dostaniu się do organizmu, przenika do krwioobiegu, a następnie powoduje zaburzenia pracy enzymów [52]. Ołów wchodzi również w interakcje z wapniem, żelazem i cynkiem [53]. Wysokie stężenia żelaza i wapnia stanowi pewną ochronę przed zatruciem tym pierwiastkiem. Namiar ołowiu w organizmie może spowodować uszkodzenie mózgu oraz nerek, a także doprowadzić do zgonu. Ołów powoduje zniszczenie osłonek mielinowych neuronów, zmniejsza ich liczbę, a także zaburza neurotransmisję i upośledza wzrost neuronów [52]. Zanieczyszczenie żywności ołowiem jest odzwierciedleniem skażenia powietrza, wody oraz gleby przez pyły, gazy przemysłowe oraz ścieki i odpady. Wśród objawów zatrucia ołowiem należy wymienić nefropatię, kolkowe bóle brzucha, słabość w palcach dłoni, nadgarstkach i stawach skokowych oraz wzrost ciśnienia tętniczego [54].

1.4. Sposoby oznaczania składników mineralnych

Oznaczenie poziomu zawartości składników mineralnych w organizmie wykonuje się najczęściej przy wykorzystaniu krwi, osocza lub moczu. Korzystając z tych materiałów analitycznych, wyniki badania często nie odpowiadają zawartości biopierwiastków w całym organizmie, ponieważ osocze i jego skład jest rezultatem wyrównywania niedoborów poprzez mechanizmy homeostatyczne. W związku z powyższym, najbardziej miarodajnym sposobem określenia zawartości mikro- i makroelementów w organizmie jest wykorzystanie tkanek. Włosy, obok paznokci (które jest trudno oczyścić z zanieczyszczeń), są obojętną, trwałą tkanką, która nie ulega biologicznej degradacji. Ze względu na dostępność materiału analitycznego, łatwość transportowania, przechowywania oraz usuwania z niego zanieczyszczeń środowiskowych, włosy stanowią idealny materiał analityczny, zapewniający miarodajność i dobrą powtarzalność wyników [55,56]. Poza powyższym, zawartość biopierwiastków we włosach jest od 50 do 100 razy wyższa niż w przypadku krwi lub moczu [57,58], a sposób pobierania próby jest nieinwazyjny w porównaniu do pozyskiwania próbek krwi, co stanowi ważny element badań epidemiologicznych [59,60].

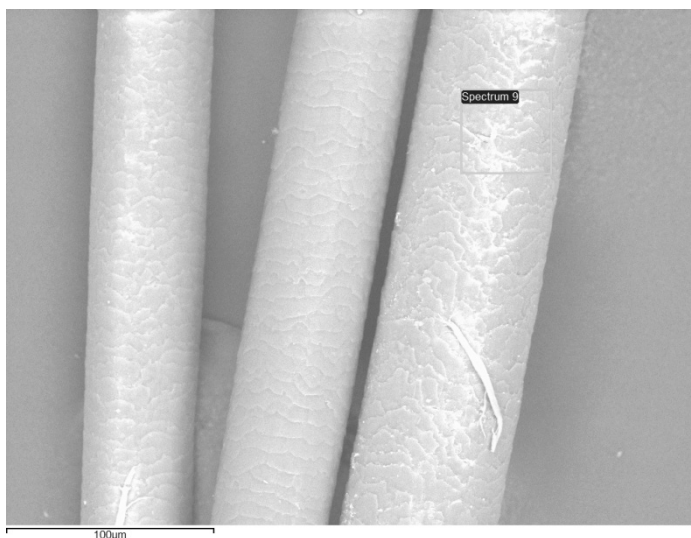
Wartość diagnostyczna włosa

Włosy, jako zrogowaciałe włókno komórek naskórka, okrywają niemal całą część ciała i są częścią charakterystyczną dla ssaków. U ludzi, w odróżnieniu od zwierząt, gdzie włosy tworzą zwartą i gęstą okrywę na całej powierzchni, większe zagęszczenie owłosienia znajduje się jedynie na głowie, w okolicy miejsc intymnych oraz pod pachami. Pierwsze włosy zawiązują się już w trzecim miesiącu płodu, a w siódmym pokrywają już niemal całą powierzchnię skóry [61].

2.1. Budowa włosa

Włosy zbudowane są z cebulki, brodawki włosowej, korzenia i łodygi, zaś w skład całego narządu włosowego należy zaliczyć: mieszek włosowy, gruczoł łojowy, gruczoł apokrynowy oraz mięśnie przywłosowe (Fotografia 1). Wyróżnia się trzy fazy rozwoju włosów: faza wzrostu (anagen), faza inwolucji (katagen) oraz faza spoczynku (telogen), których czas trwania uzależniony jest od miejsca występowania na ciele. Włosy na głowie w ok. 90% trwają w pierwszej fazie wzrostu, który się utrzymuje od 2 do 6 lat i następnie przechodzą w fazę inwolucji. Kolejna faza trwa 2-3 tygodnie, po czym włosy wchodzą w okres telogenu, trwającego około kilku miesięcy. Po przejściu trzech faz rozwoju, przygotowane są do wypadnięcia. Szacuje się, że ok. 15% włosów znajdujących się w okolicach głowy stanowią włosy w fazie uśpienia (*dormant hair*).

Większą część włosa stanowi białko (65-95%), głównie keratyna, następnie tłuszcz (1-9%), melanina (0,1-5%) oraz składniki mineralne, woda i polisacharydy [61,62,63]. Melanina (eumelanina i feomelanina) stanowi barwnik włosa. U osób posiadających ciemniejsze włosy, stosunek eumelaniny do feomelaniny jest wyższy. Przeciwna sytuacja jest u osób posiadających włosy rude. We włosach czarnych występuje wyższy poziom melaniny, we włosach jasnych – niższy, zaś we włosach siwych odnotowuje się niemal całkowity brak pigmentu (melaniny) [64].



Fotografia 1. Włosy pod mikroskopem elektronowym (SEM).

Biorąc pod uwagę, że u przeciętnego człowieka włosy rosną z intensywnością ok. $1\pm0,2$ cm na miesiąc, badając kolejne segmenty włosa od cebulki, długości ok. 1 cm, można analizować informacje o stanie organizmu w poszczególnych miesiącach życia. Dzięki temu istnieje możliwość wykrycia obecności substancji, którą badany zażywał w przeszłości. Dana substancja uległa wbudowaniu w strukturę keratynową włosa, po czym włos został wyłączony z procesów metabolicznych i przestał rosnąć, ponieważ przeszedł w fazę uśpienia [65,66].

2.2. Włosy jako marker przy ocenie gospodarki mineralnej człowieka w stanach fizjologicznych i patologicznych

Pierwsze badania związane z oceną zawartości mineralnej włosów wykonywane były na potrzeby analiz toksykologiczno-sądowych i dotyczyły poszukiwania antymonu. Wielu autorów odkryło korelację pomiędzy zawartością pierwiastków metalicznych we włosach i występowaniem różnych chorób oraz nieprawidłowości w funkcjonowaniu organizmu. Prowadzone były także badania związku pomiędzy składem stabilnych izotopów we włosach a niedożywieniem i głodem [67]. Dzięki rozbudowanemu aparatowi pomiarowemu, w obecnych czasach istnieje mechanizm umożliwiający badanie dokładnego składu mineralnego włosa. Niemniej badania w tym kierunku wymagają zachowania najwyższych standardów [68,69].

Zaburzona równowaga mineralna włosów może stanowić przydatne narzędzie diagnostyczne do wczesnego wykrywania wielu chorób. Wśród wykrytych korela-

cji pomiędzy zawartością związków mineralnych i wystąpieniem schorzeń należy wskazać istotny wpływ niedoboru żelaza na wystąpienie choroby Parkinsona [70]. Wielu autorów badało zależności pomiędzy zawartością składników mineralnych we włosach dzieci autystycznych oraz zawartością składników mineralnych we włosach ich matek [71,72,73,74]. Wykazano między innymi wpływ nadmiaru ołowiu, glinu, chromu, molibdenu, wanadu, kadmu, kobaltu i niklu u dzieci z autyzmem [75,76,77,78]. W badaniach innych autorów odnotowano natomiast niższe stężenie ołowiu, rtęci, kadmu i innych pierwiastków niż w przypadku grupy kontrolnej [79,80,81]. Poszukując korelacji pomiędzy zawartością składników mineralnych we włosach a wystąpieniem cukrzycy typu 2, niektórzy autorzy wykazali dodatnią zależność pomiędzy zawartością potasu, wapnia i magnezu i ujemną, w stosunku do sodu [82], dodatnią korelację toksycznych pierwiastków: ołowiu, kadmu i arsenu [83] oraz ujemną zależność w poziomie pierwiastków śladowych (cynku, manganu i chromu) [84]. Dużym zainteresowaniem autorów prac było porównywanie zawartości minerałów we włosach pacjentów z wystąpieniem zawału mięśnia sercowego w odniesieniu do zdrowej grupy kontrolnej. We włosach chorych stwierdzono niższy niż u pozostałych poziom chromu, magnezu i cynku oraz wyższy poziom ołowiu, kadmu i niklu [85,86,87,88,89]. Wyższą zawartość niklu, kadmu, miedzi, chromu i ołowiu oraz niższą zawartość żelaza i cynku zauważono u osób cierpiących na nadciśnienie tętnicze [90,91]. Badacze poszukiwali również związku choroby nerek z zawartością mikro- i makroelementów we włosach [92,93,94,95,96], a także zapalenia kości i stawów [97,98,99]. Zainteresowanie wzbudzał również istotny związek obniżonej zawartości miedzi we włosach dzieci, u których wystąpiło porażenie mózgowe lub opóźnienie psychiczne [100,101,102]. Poza powyższymi badaniami, poszukiwano również związków pomiędzy zawartością składników mineralnych we włosach a wystąpieniem fibromialgi [103,104], ślepoty nocnej [105,106], choroby Keshan [107]. Badano również włosy osób zakażonych żółtaczką WZW typu C [108]. Dużym zainteresowaniem cieszyły się również badania polegające na poszukiwaniu związku pomiędzy zawartością składników mineralnych we włosach a wystąpieniem nowotworów. W trakcie poszukiwania korelacji pomiędzy zawartością mineralną włosów a wystąpieniem raka piersi, stwierdzono, że osoby chore, w porównaniu do grupy kontrolnej, miały niższą zawartość selenu we włosach [109] czy, między innymi, wyższą zawartość sodu i potasu [110,111]. Poszukiwano także związku zawartości mineralnej włosów a wystąpieniem raka sutka [112,113,114,115], raka płuc [116,117], raka prostaty [118,119], raka jajnika [120], nowotworu nosogardzieli [121], raka przełyku [122] czy nowotworu przewodu pokarmowego [123]. Zaobserwowano, że osoby chore na raka często mają podwyższoną zawartość we włosach: jodu, arsenu, cynku i sodu oraz obniżoną zawartość selenu manganu i wanadu [124].

Badanie składu włosa wykorzystywane jest w niektórych krajach jak np. w Niemczech do badania abstynencji od marihuany i środków odurzających. Zakłada się, że u osoby przystępującej do egzaminu na prawo jazdy, na odcinku włosów o długości 12 cm, nie mogą się znajdować ślady zakazanych substancji, co potwierdza 12 miesięczną abstynencję od tych środków [125,126]. W Stanach Zjednoczonych analiza składu pierwiastkowego włosa wykorzystywana jest również w szkołach

i więzieniach, a także wśród przyszłych i obecnych pracowników zawodów zaufania publicznego: lekarzy, policjantów, wojskowych. Przeprowadzane są tam testy skryningowe na zawartość substancji zakazanych [127].

Włosy jako materiał analityczny są często wykorzystywane w medycynie sądowej. Zdarzają się przypadki, że po śmierci człowieka, nie ma możliwości wykrycia trucizn lub innych środków we krwi i w moczu, ze względu na szybki metabolizm lub postępowy rozkład, natomiast zapis o wystąpieniu tych związków pozostaje w strukturze włosa. Takie badania można wykonywać również na ekshumowanych zwłokach, a także w badaniach antropologicznych. Znane są badania włosów 500-letniej mumii, w których wykryto obecność narkotyków [128].

Analiza pierwiastkowa włosów wykorzystywana jest również w badaniach epidemiologicznych w celu monitorowania zanieczyszczenia środowiska. Badano między innymi zawartość arsenu we włosach mieszkańców terenów usytuowanych wśród jezior bogatych w ten pierwiastek [129], sprawdzano wpływ zanieczyszczenia miasta na zawartość wybranych mikro- i makroelementów mieszkańców Gliwic [130] lub użyto analizy pierwiastkowej włosów jako narzędzia oceny narażenia ludzi na metale ciężkie (kopalnia S. Domingos, Portugalia) [131]. Istnieją również prace, w których wykorzystano włosy do oznaczenia hormonów takich jak estradiol, testosteron i progesteron [132,133].

2.3. Zachowania żywieniowe a skład chemiczny włosa

Sposób odżywiania społeczeństwa w dużej mierze zależy od nawyków i przyzwyczajeń, które nabyło się w rodzinie. W ostatnich latach obserwuje się niekorzystny dla zdrowia wzrost zwyczajów spożywania żywności wysoko przetworzonej oraz dań błyskawicznych i fast food-ów. Odżywianie obfite w wysoko oczyszczone produkty węglowodanowe oraz tłuszcze zwierzęce prowadzi do niedoboru witamin i składników mineralnych. Dodatkowo siedzący tryb życia i brak aktywności jest przyczyną wielu chorób cywilizacyjnych, w tym otyłości, nadciśnienia tętniczego, cukrzycy, choroby niedokrwiennej serca, a także osteoporozy. Zaburzona gospodarka mineralna, spowodowana złymi nawykami żywieniowymi, często jest przyczyną powstawania nowotworów m.in. jelita grubego, żołądka, piersi, a także wielu innych chorób [134,135,136,137,138,139,140,141,142].

Biopierwiastki stanowią element budulcowy organizmu. Biorą udział w procesach metabolicznych, pełnią funkcję regulatorów i katalizatorów w układach enzymatycznych, warunkując prawidłowe funkcjonowanie komórek i tkanek [5]. Pomimo rozwoju świadomości społeczeństwa o sposobie żywienia, stosowana dieta często odbiega od zaleceń klasycznego kanonu żywieniowego. Wśród nieprawidłowości należy wymienić m.in. zbyt małą zawartość składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych: wapnia, magnezu, fosforu, cynku, żelaza i miedzi [11,12].

Nieodpowiednie nawyki żywieniowe i zła dieta, związane z dostarczeniem do organizmu zbyt małej ilości niezbędnych do życia biopierwiastków, może zostać odzwierciedlona w analizie pierwiastkowej włosa [143]. Stanowi ona czuły marker

umożliwiający zapobieganie wystąpienia wielu chorób. Analiza segmentowa włosów umożliwia dodatkowo uzyskanie informacji o wysyceniu organizmu w badane biopierwiastki na przestrzeni kilkunastu miesięcy czy nawet kilku lat.

Należy pamiętać, że ustrój człowieka nie jest w stanie sam syntetyzować biopierwiastków, dlatego powinny być one dostarczane w odpowiednich proporcjach i ilościach wraz z pożywieniem.

Materiał i metodyka badań

Celem pracy jest przedstawienie wpływu cech demograficznych oraz zachowań żywieniowych na zawartość wybranych mikro- i makroelementów (sodu, potasu, wapnia, magnezu, siarki i ołowiu) we włosach studentów francuskich (Ośrodek Kształcenia Medycznego w Niort), polskich (Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej) oraz białoruskich (Grodzieński Uniwersytet Państwowy im. Janki Kupały). Wyniki badań pozwolą wykryć, które determinanty różnicują poziom zawartości składników mineralnych we włosach młodych osób, które wkraczają na nową ścieżkę życiową. Dla wielu osób studia są okresem „odcięcia pępowiny” od rodziców. W tym okresie młodzi ludzie często rozpoczynają życie na własny rachunek, przestają mieszkać z rodzicami, często wykonują drobne prace w celu poprawy budżetu. Przeprowadzone badania mają pokazać, które cechy badanych wpływają na zawartość minerałów we włosach. Czy występują różnice ze względu na kraj zamieszkania, płeć, wiek, a może ze względu na zachowania żywieniowe, w tym np. spożywanie fast food-ów oraz dań błyskawicznych. Rozpatrywane są trzy państwa: studenci z Francji reprezentują młodych ludzi z wysoko rozwiniętej Europy Zachodniej, studenci z Białorusi są reprezentantami Europy Wschodniej, kraju który powstał po rozpadzie Związku Radzieckiego oraz studenci z Polski jako reprezentanci Europy Środkowej, kraju prężnie rozwijającego się, należącego do Wspólnoty Europejskiej od przeszło 10 lat.

Uzyskane wyniki mogą zostać wykorzystane do celów epidemiologicznych w przeciwdziałaniu wystąpienia schorzeń spowodowanych niedoborem mikro- i makroelementów wśród młodych ludzi.

Wysunięto następujące hipotezy badawcze:

- cechy demograficzne oraz wskaźniki biometryczne mają istotny wpływ na zawartość składników mineralnych we włosach studentów objętych badaniem;
- poziom aktywności fizycznej oraz zachowania żywieniowe istotnie różnicują zawartość mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem;
- częstość spożywania poszczególnych produktów ma istotny wpływ na zawartość składników mineralnych we włosach studentów objętych badaniem.

W pracy zostaną wyeksponowane trzy grupy studentów o różnym stężeniu bio-pierwiastków we włosach. Uzyskane wyniki mogą zostać wykorzystane do profilaktyki, w postaci zwiększenia świadomości młodych ludzi o wpływie ich diety na funkcjonowanie organizmu. Badania składu pierwiastkowego włosów nie były do tej pory wykonywane na badanej populacji i z tego względu stanowią dobry materiał porównawczy (czuły marker) do oceny niedoboru jak i nadmiaru mikro- i makroelementów w organizmie studentów objętych badaniem spowodowanych złymi nawykami żywieniowymi, które mogą mieć udział w etiologii niektórych chorób cywilizacyjnych.

Badania zostały przeprowadzone na pobranej od studentów próbce włosów oraz przy wykorzystaniu autorskiego kwestionariusza ankiety. Kwestionariusz ankiety został przygotowany w trzech językach: francuskim, polskim i rosyjskim. Badania przeprowadzono po uzyskaniu zgody Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie nr KE-0254/62/2018.

3.1. Narzędzia badawcze

Próbka włosów

Do analizy zostały pobrane próbki włosów z głowy w ilości ok. 0,2 - 0,5 g, zgodnie z przyjętymi standardami analitycznymi: odcięto próbkę włosów, jak najbliższej skóry, z sześciu różnych obszarów głowy. Następnie oznaczono korzeń włosa. Każdy włos próbki miał minimum 3 cm długości, tzn. świadczący o stanie organizmu z okresu ostatnich trzech miesięcy. Próbkę zamknięto w woreczku strunowym oraz odizolowano od dostępu światła. Po pobraniu próbki badane osoby wypełniały kwestionariusz ankiety. Zwracano uwagę, czy włosy nie są farbowane, bądź też poddawane innym zabiegom fryzjerskim. Takie włosy do badań nie były pobierane.

Autorski kwestionariusz ankiety

Kwestionariusz ankiety zawierał pytania dotyczące zachowań żywieniowych studentów objętych badaniem. Składał się z 32 pytań podzielonych na trzy części. Pierwsza z nich obejmowała pytania dotyczące cech demograficznych oraz biometrycznych, druga zachowań żywieniowych, trzecia dotyczyła częstości spożywania poszczególnych pokarmów. Większość pytań kwestionariusza stanowiły pytania zamknięte jednokrotnego lub wielokrotnego wyboru.

3.2. Walidacja kwestionariusza

W badaniu walidacyjnym wzięło udział 30 losowo wybranych studentów Państwowej Szkoły Wyższej im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, w wieku od 21 do 25 lat (średnia wieku wyniosła: $22,0 \pm 0,9$ lat). Badanie rzetelności wykonano metodą porównania odpowiedzi z dwukrotnego wypełnienia tego samego kwestionariusza w odstępie siedmiu dni. Dla badania obliczono współczynnik α -Cronbacha

– miarę określającą spójność pozycji wchodzących w skład danej skali, czyli współczynnik określający to na ile pozycje wchodzące w skład danego czynnika skali są do siebie podobne, czy badają te same zjawisko (ten sam konstrukt teoretyczny).

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono dobrą rzetelność. Współczynnik α -Cronbacha wyniósł $\alpha=0,71$, mieszcząc się w dopuszczalnej wartości od 0,7 do 0,9. Zauważono, że itemy skali były stosunkowo zgodne. Wynik α -Cronbacha wskazał, że usunięcie jakiegokolwiek pozycji nie spowodowałoby poprawy ogólnej rzetelności kwestionariusza. Uzyskany współczynnik $\alpha=0,71$ wskazuje na dobrą rzetelność wewnętrzną i dobrą zgodność pozycji wchodzących w skład kwestionariusza (Tabela 1).

Drugim narzędziem wykorzystanym do walidacji było obliczenie powtarzalności poszczególnych odpowiedzi na pytania. W wyniku przeprowadzonej analizy uzyskano średnią powtarzalność na poziomie 84,4%, co potwierdza wysoką rzetelność badanego kwestionariusza [144] (Tabela 1).

Przeprowadzona walidacja wskazała, że przygotowany kwestionariusz zachowań żywieniowych spełnia niezbędne wymogi do przeprowadzenia badań, które mogą zostać wykorzystane w pracach naukowych.

Tabela 1. Analiza walidacji kwestionariusza

	$\bar{x}=164,98$; $SD=15,35$ $n=30$ Alfa Cronbacha: 0,7121 Alfa standaryzowana:--- Średnia kor. między poz.: 0,00000 Średnia powtarzalność: 84,4%					
	Śred. gdy usunięte	War. gdy usunięte	Od St. gdy usunięte	poz-Cał. Korel.	Alfa gdy usunięte	Powtarzalność (%)
pyt 1	163,42	221,92	14,90	0,37	0,71	76,67
pyt 2	163,65	229,24	15,14	-0,09	0,72	76,67
pyt 3	162,22	223,84	14,96	0,09	0,71	73,33
pyt 4	162,88	223,71	14,96	0,13	0,71	93,33
pyt 5	163,35	218,77	14,79	0,28	0,70	96,67
pyt 6a	164,78	230,51	15,18	-0,25	0,72	86,67
pyt 6b	164,48	226,89	15,06	0,03	0,71	93,33
pyt 6c	164,28	229,01	15,13	-0,12	0,71	96,67
pyt 6d	164,75	228,03	15,10	-0,05	0,71	90,00
pyt 6e	164,65	230,50	15,18	-0,22	0,72	90,00
pyt 6f	164,52	227,06	15,07	0,02	0,71	90,00
pyt 6g	164,32	227,22	15,07	0,01	0,71	100,00
pyt 7a	164,25	226,76	15,06	0,05	0,71	86,67
pyt 7b	164,92	224,95	15,00	0,35	0,71	93,33
pyt 7c	164,22	230,61	15,19	-0,25	0,72	96,67

pyt 7d	164,78	226,51	15,05	0,08	0,71	90,00
pyt 8a	164,15	227,37	15,08	0,01	0,71	100,00
pyt 8b	164,82	232,86	15,26	-0,47	0,72	100,00
pyt 8c	164,32	229,76	15,16	-0,16	0,72	83,33
pyt 8d	164,22	229,71	15,16	-0,18	0,72	76,67
pyt 8e	164,65	231,17	15,20	-0,26	0,72	93,33
pyt 9	162,78	223,01	14,93	0,20	0,71	96,67
pyt 10a	164,65	229,07	15,14	-0,12	0,72	86,67
pyt 10b	164,95	229,12	15,14	-0,28	0,71	100,00
pyt 10c	164,18	223,72	14,96	0,31	0,71	80,00
pyt 10d	164,95	227,16	15,07	0,08	0,71	100,00
pyt 10e	164,48	228,02	15,10	-0,04	0,71	96,67
pyt 11	163,88	228,71	15,12	-0,13	0,71	86,67
pyt 12	163,10	229,49	15,15	-0,12	0,72	86,67
pyt 13	163,32	224,02	14,97	0,24	0,71	96,67
pyt 14	163,12	225,54	15,02	0,19	0,71	83,33
pyt 15	163,25	227,26	15,08	-0,01	0,71	93,33
pyt 16	164,58	223,98	14,97	0,07	0,71	96,67
pyt 17	164,15	215,74	14,69	0,13	0,72	96,67
pyt 18	164,75	225,16	15,01	0,13	0,71	93,33
pyt 19	163,15	229,14	15,14	-0,15	0,71	100,00
pyt 20a	164,95	229,12	15,14	-0,28	0,71	96,67
pyt 20b	164,98	227,62	15,09	0,00	0,71	100,00
pyt 20c	164,98	227,62	15,09	0,00	0,71	96,67
pyt 20d	164,98	227,62	15,09	0,00	0,71	93,33
pyt 20e	164,95	227,86	15,09	-0,05	0,71	93,33
pyt 20f	164,98	227,62	15,09	0,00	0,71	96,67
pyt 20g	164,95	228,42	15,11	-0,15	0,71	93,33
pyt 20h	164,75	227,50	15,08	0,00	0,71	90,00
pyt 20i	164,95	228,62	15,12	-0,19	0,71	100,00
pyt 21	164,28	225,74	15,02	0,02	0,72	73,33
pyt 22	163,48	225,36	15,01	0,02	0,72	73,33
pyt 23	163,05	215,82	14,69	0,30	0,70	90,00
pyt 24a	163,45	221,19	14,87	0,33	0,71	73,33
pyt 24b	163,45	216,02	14,70	0,44	0,70	76,67

pyt 24c	163,45	218,52	14,78	0,35	0,70	90,00
pyt 24d	163,75	223,60	14,95	0,30	0,71	100,00
pyt 25a	164,65	234,27	15,31	-0,48	0,72	100,00
pyt 25b	164,95	228,42	15,11	-0,15	0,71	100,00
pyt 25c	164,92	231,78	15,22	-0,56	0,72	86,67
pyt 25d	164,22	232,01	15,23	-0,35	0,72	100,00
pyt 26a	164,92	231,42	15,21	-0,51	0,72	100,00
pyt 26b	164,98	227,62	15,09	0,00	0,71	100,00
pyt 26c	164,98	227,62	15,09	0,00	0,71	100,00
pyt 26d	164,98	227,62	15,09	0,00	0,71	100,00
pyt 26e	164,98	227,62	15,09	0,00	0,71	100,00
pyt 26f	164,98	227,62	15,09	0,00	0,71	100,00
pyt 26g	164,98	227,62	15,09	0,00	0,71	100,00
pyt 26h	164,98	227,62	15,09	0,00	0,71	70,00
pyt 27	162,52	233,16	15,27	-0,18	0,73	76,67
pyt 28	163,25	230,96	15,20	-0,17	0,72	66,67
pyt 29	162,05	220,99	14,87	0,10	0,71	76,67
pyt 30	161,45	208,19	14,43	0,27	0,70	73,33
pyt 31	163,48	222,22	14,91	0,35	0,71	86,67
pyt 32.1	163,35	232,57	15,25	-0,21	0,72	80,00
pyt 32.2	161,95	206,72	14,38	0,54	0,69	56,67
pyt 32.3	162,52	218,42	14,78	0,34	0,70	73,33
pyt 32.4	161,82	216,72	14,72	0,48	0,70	73,33
pyt 32.5	161,82	213,89	14,63	0,52	0,70	73,33
pyt 32.6	161,32	216,86	14,73	0,36	0,70	80,00
pyt 32.7	161,68	211,89	14,56	0,39	0,70	76,67
pyt 32.8	160,68	215,76	14,69	0,40	0,70	70,00
pyt 32.9	162,02	224,02	14,97	0,10	0,71	80,00
pyt 32.10	162,95	229,96	15,16	-0,10	0,72	63,33
pyt 32.11	161,82	226,56	15,05	0,01	0,71	80,00
pyt 32.12	160,88	210,28	14,50	0,56	0,69	76,67
pyt 32.13	161,65	216,74	14,72	0,35	0,70	70,00
pyt 32.14	162,25	214,60	14,65	0,41	0,70	80,00
pyt 32.15	161,28	217,74	14,76	0,46	0,70	83,33
pyt 32.16	162,48	217,86	14,76	0,36	0,70	76,67

pyt 32.17	162,62	216,51	14,71	0,26	0,70	63,33
pyt 32.18	162,08	215,52	14,68	0,35	0,70	73,33
pyt 32.19	162,18	220,02	14,83	0,21	0,71	86,67
pyt 32.20	160,52	214,72	14,65	0,47	0,70	70,00
pyt 32.21	161,22	220,38	14,85	0,16	0,71	60,00
pyt 32.22	162,32	214,39	14,64	0,49	0,70	66,67
pyt 32.23	162,65	232,30	15,24	-0,21	0,72	66,67
pyt 32.24	161,15	211,74	14,55	0,47	0,70	73,33
pyt 32.25	160,98	222,46	14,92	0,18	0,71	80,00
pyt 32.26	160,28	228,24	15,11	-0,05	0,71	56,67
pyt 32.27	162,05	219,22	14,81	0,26	0,71	60,00
pyt 32.28	162,05	221,49	14,88	0,20	0,71	70,00
pyt 32.29	161,12	209,28	14,47	0,42	0,70	66,67
pyt 32.30	163,52	226,59	15,05	0,01	0,71	50,00
pyt 32.31	162,75	222,36	14,91	0,13	0,71	53,33
pyt 32.32	161,78	214,91	14,66	0,29	0,70	70,00
pyt 32.33	162,88	222,81	14,93	0,09	0,71	80,00
pyt 32.34	161,92	208,22	14,43	0,36	0,70	90,00
pyt 32.35	161,15	222,40	14,91	0,25	0,71	100,00

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe

3.3. Oznaczenie mikro- i makroelementów

Próbki włosów odtłuszczono chloroformem, następnie osuszono na bibule filtracyjnej i dokonano płukanie w acetonie. Następnie włosy ponownie wysuszono i przeniesiono na szklane próbki. Stężenie badanych składników mineralnych włosów przeprowadzono przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego SEM, na aparacie Hitachi TM-3000, wyposażonym w rentgen ze spektrometrem EDS do mikroanalizy (Fotografia 2). Dokładność tej metody została zweryfikowana na podstawie certyfikowanego odniesienia materiału NCS ZC81002 włosy ludzkie (Chiny). Z każdej próbki pobrano 3 włosy, każdy z trzech włosów zbadano w trzech mikroobzarach na długości nie przekraczającej 3 cm od cebulki włosa. Z pozyskanych dziewięciu wyników dla każdej próbki wyciągnięto średnie arytmetyczne, a następnie, przy wykorzystaniu referencyjnej próby odniesienia, przeliczono zawartość mikro- i makroelementów na wartości wagowe.

Mikroskop elektronowy SEM, w połączeniu z analizatorem rentgenowskim EDS, pozwala wyznaczyć skład pierwiastkowy badanych próbek o rozmiarze nawet kilku mikrometrów oraz tworzyć mapę rozkładu pierwiastków próbki z mikrometryczną rozdzielczością przestrzenną [145]. Działanie mikroanalizatora rentgenowskiego polega na wzbudzeniu przez silnie zogniskowaną wiązkę elektronów (średnicy ok.

1 μm) charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego. Wyznaczanie długości fali tego promieniowania umożliwia określenie rodzaju pierwiastków, natomiast natężenie promieniowania określa stężenie tych składników w analizowanej próbce wyrażone np. w % wagowych [146]. Pomiar natężenia energii odbywający się przy użyciu spektrometru promieniowania rentgenowskiego EDS (umożliwiającego wykrycie pierwiastków przy zawartości ok. 0,1% wagowych) przy zachowaniu standardów kalibracyjnych, umożliwia wyznaczenie wyniku ilościowego [147].



Fotografia 2. Mikroskop elektronowy SEM Hitachi TM-3000 w Centrum Badań nad Innowacjami

W przeprowadzonym badaniu dokonano oznaczenia sześciu wybranych mikro- i makroelementów (sodu, potasu, wapnia, magnezu, siarki i ołowiu). Sód, potas, wapń, magnez oraz siarka są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Niedobór jak i nadmiar powyższych pierwiastków może mieć wpływ na wystąpienie wielu chorób. Ołów jest natomiast szczególnie toksycznym metalem ciężkim. Nie stwierdzono przydatności ołowiu dla organizmu człowieka, może być on jednak przyczyną przewlekłych i niebezpiecznych zatruć.

3.4. Metody statystyczne

Opracowanie statystyczne wykonano przy zastosowaniu programu STATISTICA v. 10.0 PL oraz Microsoft Office 2010. Przy pytaniach określonych na skali nominalnej wskazano odsetek wybranych odpowiedzi, natomiast dla skali ilościowej przedstawiono średnie arytmetyczne, wartości minimalne ($x_{\min}$) i maksymalne ($x_{\max}$), odchylenie standardowe (SD), błąd standardowy (SE), medianę (Me) oraz dolny kwartyl (Q1) i górny kwartyl (Q3). Aby porównać badane parametry wykorzystano odpowiednie testy statystyczne w zależności od skali, powiązania prób

i od rodzaju rozkładu badanej próby. W celu wybrania odpowiedniego testu sprawdzono, czy oznaczone mikro- i makroelementy podlegały rozkładowi normalnemu stosując test Shapiro-Wilka. Po stwierdzeniu różnic istotnych statystycznie od rozkładu normalnego oraz stosunkowo wysokich odchyłeń standardowych i rozstępów, zdecydowano się na analizę zawartości mikro- i makroelementów przy użyciu testów nieparametrycznych (testu U Manna-Whitneya oraz testu Kruskala-Wallisa z testem porównań wielokrotnych – test post hoc Kruskala-Wallisa), a graficzne interpretację przedstawić przy użyciu mediany (Tabela 2).

Tabela 2. Rozkład wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem (mg/kg)

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3	Test Shapiro-Wilk	
									W	p
Sód	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11	0,78	<0,0001*
Magnez	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12	0,62	<0,0001*
Siarka*	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72	0,96	0,0298*
Potas	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00	0,73	<0,0001*
Wapń	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65	0,95	0,0002*
Ołów	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51	0,92	<0,0001*

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył, * – w g/kg, W – wartość testu Shapiro-Wilka, * – istotne różnicowanie przy $p < 0,05$

Test U Manna-Whitneya jest nieparametrycznym odpowiednikiem testu T-Studenta dla prób niezależnych. Stosuje się go w przypadku, gdy dane nie spełniają założeń do przeprowadzenia testu parametrycznego, w szczególności założenia o rozkładzie normalnym. Można go stosować do danych zmierzonych co najmniej na skali porządkowej. Test ten weryfikuje hipotezę zerową, że dwie losowo wybrane próby z populacji posiadają równą medianę.

W przypadku porównania więcej niż dwóch parametrów zmiennej, jak w przypadku kraju zamieszkania czy klasyfikacji BMI, zastosowano test Kruskala-Wallisa, będący nieparametrycznym odpowiednikiem jednoczynnikowej analizy wariancji. Stosuje się go, kiedy nie są spełnione założenia do przeprowadzenia testu parametrycznego, w przypadku porównania więcej niż dwóch prób niezależnych. W odróżnieniu do analizy wariancji, porównywane są rangi, a nie średnie oraz weryfikowana jest hipoteza zerowa o równości median. W celu wykrycia, pomiędzy którymi parametrami zachodzi różnica istotna statystycznie, zastosowano test porównań wielokrotnych – test post hoc Kruskala-Wallisa.

W przypadku badania współzależności pomiędzy zawartością składników mineralnych we włosach a częstością spożywania pokarmów oraz innych zmiennych

ilościowych jak np. wskaźników biometrycznych, zastosowano współczynnik korelacji rang Spearmana.

Analiza współczynnika rang Spermana w stosunku do analizy parametrycznej (współczynnika korelacji Pearsona) nie jest wrażliwa na pomiary odstające oraz przypadki niespełnienia rozkładu normalnego. Współczynnik korelacji rang Spermana przyjmuje wartości z przedziału od -1 do 1. W przypadku uzyskania współczynnika ujemnego, wnioskuje się, że zachodzi korelacja ujemna, a wzrostowi wartości jednej cechy odpowiada spadek wartości drugiej cechy. W przypadku uzyskania dodatniej wartości współczynnika, badacz uzyskuje informację o korelacji dodatniej, tzn. wzrostowi wartości jednej cechy odpowiada wzrost wartości drugiej cechy. W przypadku uzyskania współczynnika bliskiego 0, mówimy o braku korelacji. Korelacja jest interpretowana tylko wtedy gdy zależność pomiędzy analizowanymi zmiennymi jest istotna (test T studenta). W celu dokonania interpretacji korelacji określającej siłę związku przyjęto następujące przedziały:

$r=0$	zmienne nieskorelowane,
$0 < r < 0,1$	korelacja nikła,
$0,1 \leq r < 0,3$	korelacja słaba,
$0,3 \leq r < 0,5$	korelacja przeciętna,
$0,5 \leq r < 0,7$	korelacja wysoka,
$0,7 \leq r < 0,9$	korelacja bardzo wysoka,
$0,9 \leq r < 1$	korelacja prawie pełna.

W przypadku wykonywania porównań odpowiedzi na pytania jakościowe zastosowano test Chi kwadrat Pearsona oraz test V Cramera. Test Chi kwadrat Pearsona jest najbardziej popularnym testem istotności zmiennych jakościowych. Mechanizm jego działania polega na porównaniu liczebności oczekiwanych z liczebnościami obserwowanymi. W przypadku braku zależności pomiędzy badanymi zmiennymi, liczebności obserwowane są zbliżone wartościom oczekiwany. W przypadku, gdy różnicę pomiędzy wartościami obserwowanymi i oczekiwanymi wzrastają, test informuje badacza o zależności istotnej statycznie. W celu zbadania siły tej zależności wykorzystano test V Cramera. Test ten przyjmuje wartości od 0 do 1. Im bliżej jedynki jest wartość współczynnika, tym silniejsze jest powiązanie pomiędzy analizowanymi zmiennymi [148,149].

W celu dokonania podziału badanych ze względu na posiadaną zawartość analizowanych pierwiastków we włosach, wykorzystano analizę skupień metodą k-średnich. Metoda ta jest jedną z najczęściej stosowanych metod grupowania. Za pomocą metody k-średnich tworzone są k skupienia, możliwie jak najbardziej różniące się od siebie. Wyboru początkowych k środków skupień dokonuje się w sposób losowy, arbitralnie lub według pewnego kryterium. W kolejnych krokach dokonuje się korekty tego rozwiązania. Algorytm przenosi obiekty pomiędzy skupieniami tak, aby zminimalizować zmienność wewnątrz skupień i zmaksymalizować zmienność między skupieniami. Kolejne kroki algorytmu charakteryzowane są przez funkcję błędu. Zatrzymanie procedury następuje wówczas, gdy wartość funkcji błędu nie wykazuje istotnych zmian lub gdy zostanie przekroczona z góry zadana liczba iteracji [150].

W pracy dokonano podziału na trzy skupienia. Jako zmienne zależne przyjęto dane o zawartości sześciu analizowanych mikro- i makroelementów we włosach, które wcześniej poddano procesowi standaryzacji. W pierwszym skupieniu znalazło się 18 studentów (14,9%), w drugim 55 studentów (45,4%), zaś w trzecim 48 studentów (39,7%).

We wszystkich analizowanych przypadkach, przy badaniu normalności rozkładu, przeprowadzaniu testów istotności różnic, badaniu współzależności oraz wykonywaniu analizy skupień, przyjęto poziom istotności $p=0,05$.

3.5. Organizacja i przebieg badań

Wyniki badań dotyczące składu mineralnego uzyskano z pobranych próbek włosów, natomiast dane dotyczące cech demograficznych oraz zachowań żywieniowych uzyskano na podstawie autorskiego kwestionariusza ankiety. Badania przeprowadzono w okresie marzec-kwiecień 2018 r. Pobrano próbki włosów oraz kwestionariusze ankiet od studentów z Francji, Polski i Białorusi. Następnie przygotowano próbki do wykonania badań laboratoryjnych przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego. Oznaczanie mikro- i makroelementów przeprowadzono w okresie czerwiec-lipiec 2018 r. W kolejnym okresie skupiono się na przygotowaniu analizy statystycznej uzyskanych wyników.

3.6. Charakterystyka badanej grupy

Zostało przebadanych 121 osób w wieku od 18,0 do 44,0 lat. Badania przeprowadzono na grupie studentów francuskich (Ośrodek Kształcenia Medycznego w Niort), polskich (Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej) oraz białoruskich (Grodzieński Uniwersytet Państwowy im. Janki Kupały). Większość badanych stanowili studenci z Polski (41,3%), kobiety (65,3%) oraz mieszkańcy miast (71,9%). Ponad połowa badanych (61,2%) zadeklarowała, że jest aktywna fizycznie, o czym świadczy wskaźnik BMI w normie u 66,1% badanych osób. Najwyższy odsetek respondentów sklasyfikowano do grupy wiekowej 22 i więcej lat (37,2%) (Tabela 3).

Tabela 3. Liczebność i odsetek osób w grupach wydzielonych ze względu na zróżnicowany poziom wybranych wskaźników społeczno-demograficznych oraz morfologiczno-sprawnościowych

Zmienna	Kategoria	n	%
Kraj	Francja	39	32,2
	Polska	50	41,3
	Białoruś	32	26,5
Płeć	kobieta	79	65,3
	mężczyzna	42	34,7

Wiek	18-19 lat	40	33,1
	20-21 lat	36	29,8
	22 lub więcej lat	45	37,2
Miejsce zamieszkania	miasto	87	71,9
	wieś	34	28,1
Wskaźnik masy ciała (BMI)	poniżej normy (<18,5 kg/m ²)	16	13,2
	w normie (18,5-25,0 kg/m ²)	80	66,1
	powyżej normy (≥25,0 kg/m ²)	25	20,7
Aktywność fizyczna	tak	74	61,2
	nie	47	38,8

n – liczba przypadków, % – odsetek badanych

Średnia wieku badanych wyniosła $\bar{x}=22,2$ lat ($SD=5,1$). Najwyższa badana osoba miała 197,0 cm wzrostu, zaś najniższa 151,0 cm. W przypadku masy ciała, odnotowano osoby o wadze od 45,0 kg do 119,0 kg. Na podstawie danych biometrycznych obliczono dla poszczególnych osób wskaźnik masy ciała (BMI), którego średnia wartość wyniosła 22,0 w przypadku kobiet i 23,9 – w przypadku mężczyzn (Tabela 4).

Tabela 4. Przeciętny poziom i zróżnicowanie wybranych wskaźników biometrycznych

Zmienna	Grupa	n	$\bar{x}$	SD	$x_{\min}$	$x_{\max}$
Wiek [lat]	Ogółem	121	22,2	5,1	18,0	44,0
	Kobiety	79	21,6	4,7	18,0	41,0
	Mężczyźni	42	23,5	5,8	18,0	44,0
Wzrost [cm]	Ogółem	121	170,7	10,0	151,0	197,0
	Kobiety	79	165,3	6,4	151,0	182,0
	Mężczyźni	42	181,0	6,9	169,0	197,0
Masa ciała [kg]	Ogółem	121	66,4	15,3	45,0	119,0
	Kobiety	79	59,9	9,9	45,0	92,0
	Mężczyźni	42	78,4	16,4	52,0	119,0
Wskaźnik masy ciała (BMI) [kg/m ²]	Ogółem	121	22,6	4,0	16,5	37,5
	Kobiety	79	22,0	3,6	16,7	37,5
	Mężczyźni	42	23,9	4,4	16,5	35,5

n – liczba przypadków, $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik

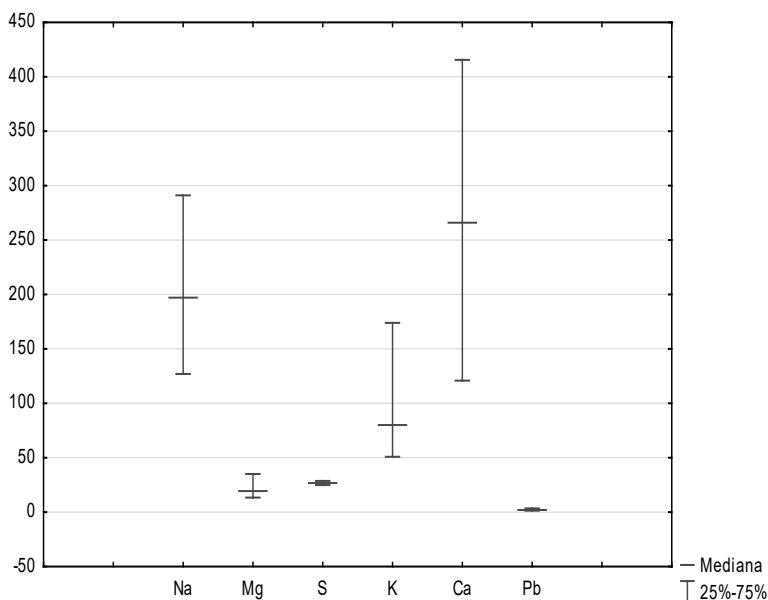
Wpływ wybranych cech na zawartość mikro- i makroelementów

Zbadano zawartość 6 wybranych pierwiastków występujących we włosach: sodu, magnezu, siarki, potasu wapnia i ołowiu. Zawartość sodu w całej badanej próbie wahała się od 48,95 mg/kg do 1106,02 mg/kg, przy średniej wartości 238,15 mg/kg $\pm$ 16,16 mg/kg. Średnia zawartość magnezu we włosach studentów objętych badaniem wyniosła: 26,78 $\pm$ 2,18, przy rozpiętości od 4,15 mg/kg do 204,13 mg/kg. W przypadku siarki, średni poziom wyniósł: 26,90 g/kg $\pm$ 0,24 g/kg, przy rozpiętości od 20,10 g/kg do 31,79 g/kg, potasu: 146,57 mg/kg $\pm$ 14,40 mg/kg, przy rozpiętości od 9,09 mg/kg do 830,87 mg/kg, wapnia: 278,98 mg/kg $\pm$ 15,89 mg/kg, przy rozpiętości od 25,06 mg/kg do 720,85 mg/kg, natomiast ołowiu: 2,55 mg/kg $\pm$ 0,15 mg/kg, przy rozpiętości od 0,00 mg/kg do 9,20 mg/kg (Tabela 5, Rycina 1).

Tabela 5. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem (mg/kg)

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka*	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

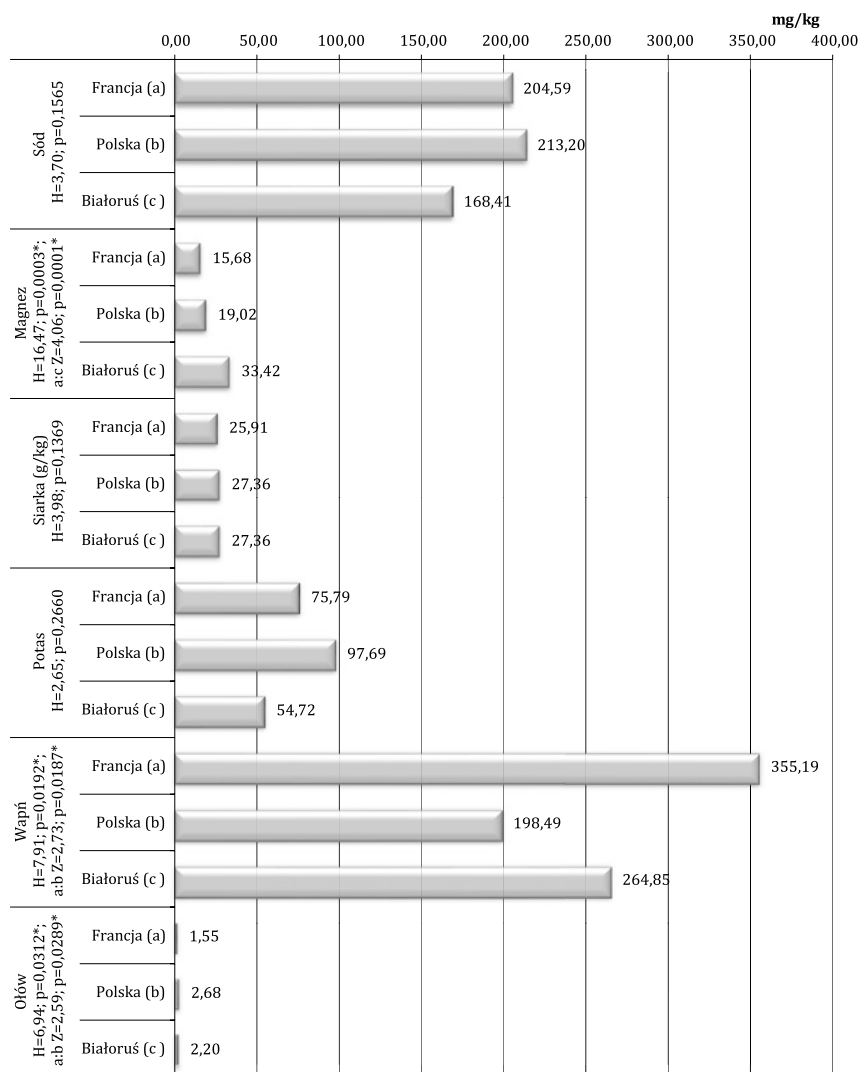
$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartyl, M – mediana, Q3 – górny kwartyl; * – w g/kg



Rycina 1. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem (mg/kg, siarka: g/kg)

4.1. Wpływ cech demograficznych

Badając zróżnicowanie zawartości mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, przy uwzględnieniu kraju zamieszkania, odnotowano istotne statystycznie zróżnicowanie w przypadku zawartości: magnezu ($p=0,0003$), wapnia ($p=0,0192$) oraz ołowiu ($p=0,0312$). Istotnie najwyższy średni poziom magnezu odnotowano we włosach studentów z Białorusi ($Me=33,42$ mg/kg), zaś najniższy u studentów z Francji ($Me=15,68$ mg/kg). W przypadku wapnia analiza statyczna wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy badanymi studentami z Polski ($Me=198,49$ mg/kg) i studentami z Francji ($Me=355,19$ mg/kg). Badając natomiast zróżnicowanie w zawartości ołowiu we włosach studentów stwierdzono istotne różnice na niekorzyść studentów z Polski ($Me=2,68$ mg/kg) oraz korzyść studentów z Francji ($Me=1,55$ mg/kg) (Rycina 2, Tabela 6).



Kraj zamieszkania: Francja (n=39; 32,2%), Polska (n=50; 41,3%), Białoruś (n=32; 26,5%)

H – wartość testu Kruskala-Wallisa, F – wartość testu porównań wielokrotnych (test post-hoc Kruskala-Wallisa),

* – istotne zróżnicowanie przy $p < 0,05$

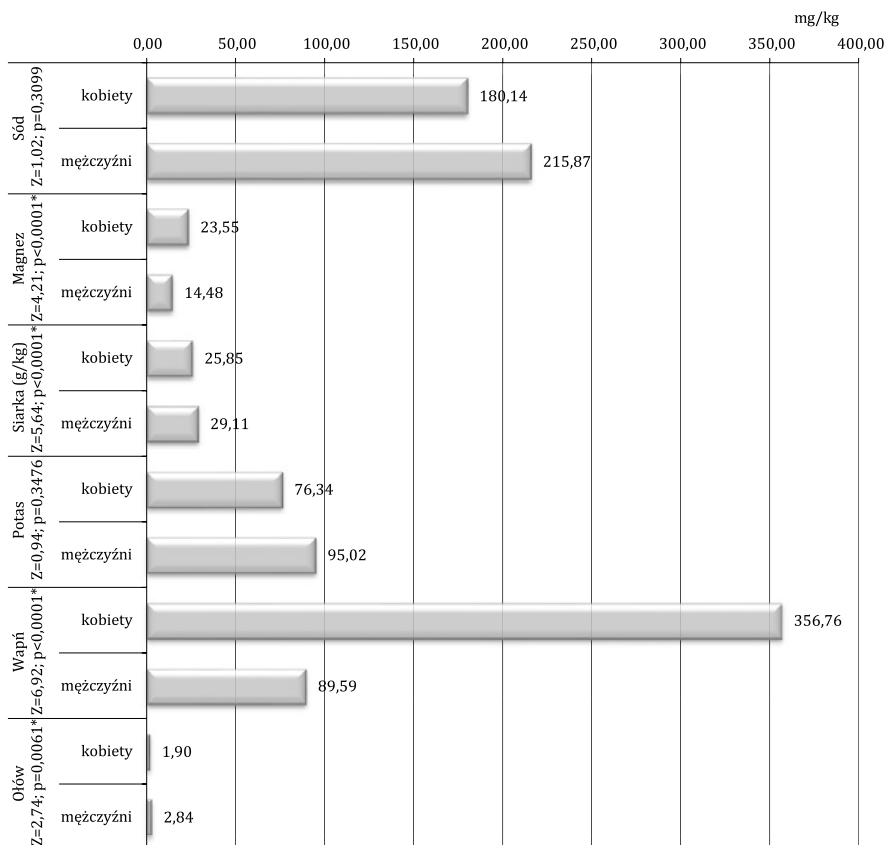
Rycina 2. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, przy uwzględnieniu kraju zamieszkania

Tabela 6. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu kraju zamieszkania

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
Francja (a)	231,92	49,35	1004,08	160,64	25,72	137,69	204,59	280,98
Polska (b)	275,57	59,75	1106,02	214,32	30,31	130,87	213,20	330,72
Białoruś (c)	187,28	48,95	453,36	114,70	20,28	87,96	168,41	257,77
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
Francja (a)	19,49	4,15	68,22	13,81	2,21	10,19	15,68	21,54
Polska (b)	29,28	4,44	204,13	32,84	4,64	14,45	19,02	34,68
Białoruś (c)	31,76	12,18	53,57	13,90	2,46	19,72	33,42	44,47
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
Francja (a)	26,26	21,26	31,79	2,62	0,42	24,41	25,91	28,32
Polska (b)	27,18	20,10	31,74	3,04	0,43	25,29	27,36	29,77
Białoruś (c)	27,23	23,24	30,88	2,07	0,37	25,73	27,36	28,47
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
Francja (a)	161,61	9,09	704,89	175,15	28,05	46,30	75,79	184,16
Polska (b)	143,34	9,89	612,53	134,20	18,98	56,48	97,69	172,27
Białoruś (c)	133,27	11,36	830,87	174,65	30,87	47,81	54,72	127,42
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
Francja (a)	337,43	43,77	607,75	158,47	25,38	192,40	355,19	493,49
Polska (b)	246,86	25,06	720,85	190,69	26,97	77,58	198,49	376,67
Białoruś (c)	257,93	29,79	550,25	153,58	27,15	91,61	264,85	371,62
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
Francja (a)	1,91	0,66	4,55	0,89	0,14	1,36	1,55	2,57
Polska (b)	2,81	0,00	5,93	1,67	0,24	1,57	2,68	4,22
Białoruś (c)	2,90	0,66	9,20	2,15	0,38	1,23	2,20	4,29
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, M – mediana, Q3 – górny kwartył

Analizując wpływ płci na zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, wykazano istotne statystycznie zróżnicowanie w przypadku: magnezu ($p<0,0001$), siarki ($p<0,0001$), wapnia ($p<0,0001$) i ołowiu ($p=0,0061$). Włosy badanych studentek zawierały istotnie statystycznie więcej niż włosy badanych mężczyzn: magnezu ($Me=23,55$ mg/kg) i wapnia ($Me=356,76$ mg/kg). Natomiast we włosach badanych mężczyzn wykryto wyższy niż u badanych kobiet poziom siarki ($Me=29,11$ g/kg) i ołowiu ($Me=2,84$ mg/kg). W przypadku pozostałych analizowanych pierwiastków chemicznych zawartych we włosach respondentów (sodu i potasu), analiza statystyczna nie wykazała istotnego zróżnicowania pomiędzy badanymi kobietami i mężczyznami (Rycina 3, Tabela 7).



Płeć: kobiety (n=79; 65,3%), mężczyźni (n=42; 34,7%)

F – wartość testu U Manna-Whitneya, * – istotne zróżnicowanie przy $p<0,05$

Rycina 3. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu płci

Tabela 7. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu płci

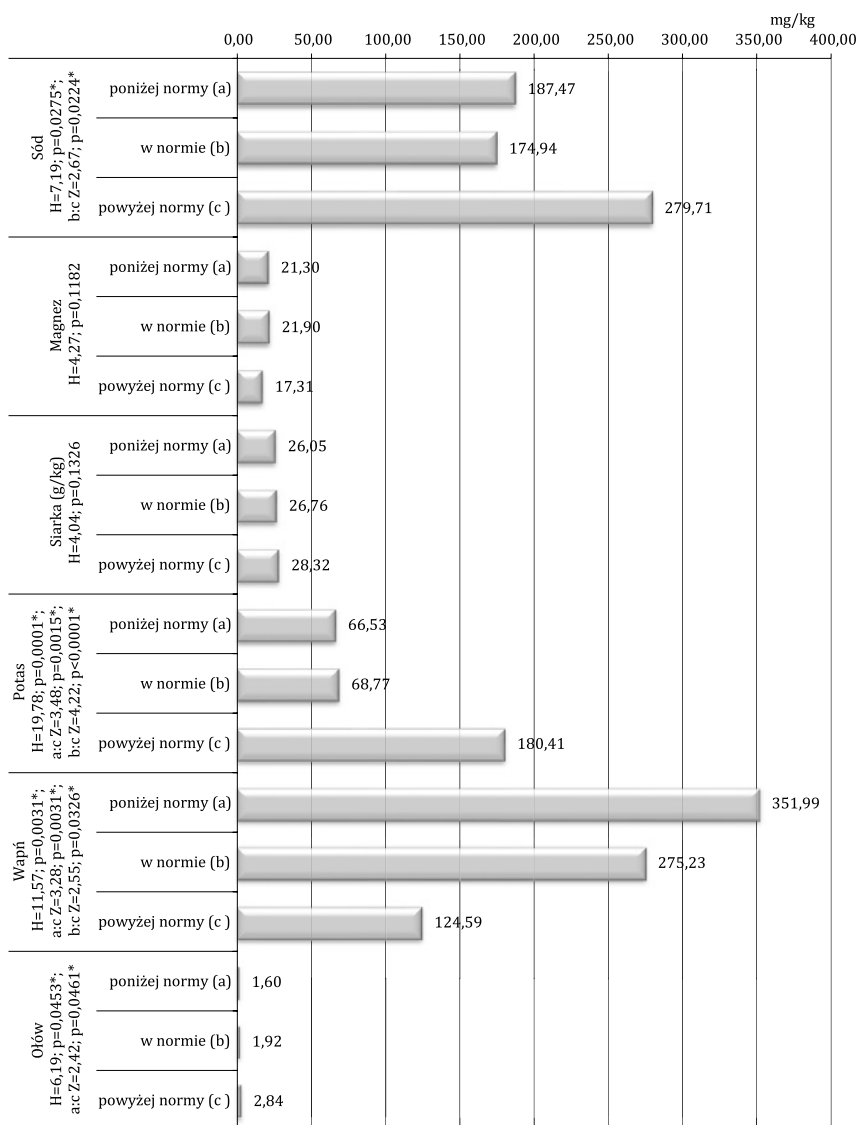
	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
kobiety	220,11	48,95	1004,08	149,36	16,80	126,56	180,14	290,82
mężczyźni	272,09	52,12	1106,02	219,71	33,90	129,17	215,87	313,35
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
kobiety	31,32	6,83	204,13	27,35	3,08	17,12	23,55	37,99
mężczyźni	18,25	4,15	51,18	12,35	1,91	11,05	14,48	19,39
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
kobiety	25,88	20,10	30,90	2,40	0,27	24,41	25,85	27,77
mężczyźni	28,80	23,70	31,79	2,13	0,33	27,46	29,11	30,70
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
kobiety	133,47	9,89	704,89	142,49	16,03	50,23	76,34	159,73
mężczyźni	171,21	9,09	830,87	183,86	28,37	54,06	95,02	208,95
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
kobiety	355,67	62,77	720,85	151,40	17,03	250,45	356,76	465,81
mężczyźni	134,72	25,06	535,51	114,72	17,70	55,03	89,59	181,56
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
kobiety	2,17	0,00	5,93	1,32	0,15	1,27	1,90	2,84
mężczyźni	3,25	0,66	9,20	2,01	0,31	1,53	2,84	4,84
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, M – mediana, Q3 – górny kwartył

Na podstawie informacji antropometrycznych z kwestionariusza na temat wzrostu i masy badanych respondentów obliczono wskaźnik masy ciała (BMI). Następnie studentów objętych badaniem przydzielono do jednej z trzech kategorii: poniżej normy ($BMI < 18,5 \text{ kg/m}^2$), w normie ($18,5\text{-}25,0 \text{ kg/m}^2$) oraz powyżej normy ($\geq 25,0 \text{ kg/m}^2$). W pierwszej grupie znalazło się najmniej – 16 osób (13,2%), w drugiej – 80 (66,1%), zaś w trzeciej (powyżej normy) – 25 osób, stanowiących 20,7% badanej próby.

Analizując różnice w poziomie zawartości mikro- i makroelementów we włosach badanych respondentów przy uwzględnieniu klasyfikacji BMI, wykryto istotne

statystycznie różnice w zawartości: sodu ($p=0,0275$), potasu ($p=0,0001$), wapnia ($p=0,0031$) i ołowiu ($p=0,0453$). U studentów objętych badaniem sklasyfikowanych do grupy osób o najwyższym BMI (powyżej normy) wykryto istotnie wyższą zawartość sodu ($Me=279,71$ mg/kg) niż u studentów posiadających BMI w normie ($Me=174,94$ mg/kg) oraz wyższą zawartość potasu ($Me=180,41$ mg/kg) niż wśród studentów z pierwszej grupy (poniżej normy) ($Me=66,53$ mg/kg) i studentów z drugiej grupy (w normie) ($Me=68,77$ mg/kg). Również zawartość ołowiu we włosach studentów posiadających BMI powyżej normy ($Me=2,84$ mg/kg) była istotnie wyższa niż u badanych z najniższym BMI ($Me=1,60$ mg/kg). Analiza statystyczna wykazała także, że badani respondenci posiadający współczynnik BMI powyżej normy posiadali najniższą zawartość wapnia we włosach ($Me=124,59$ mg/kg). Była ona istotnie niższa, niż u studentów objętych badaniem należących do grupy o najniższym BMI ($Me=351,99$ mg/kg) oraz grupy osób posiadających współczynnik BMI w normie ($Me=275,23$ mg/kg) (Rycina 4, Tabela 8).



BMI: poniżej normy (n=16; 13,2%), w normie (n=80; 66,1%), powyżej normy (n=25; 20,7%)
H – wartość testu Kruskala-Wallisa, F – wartość testu porównań wielokrotnych (test post-hoc Kruskala-Wallisa),
* – istotne różnicowanie przy $p < 0,05$

Rycina 4. Różnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu klasyfikacji BMI

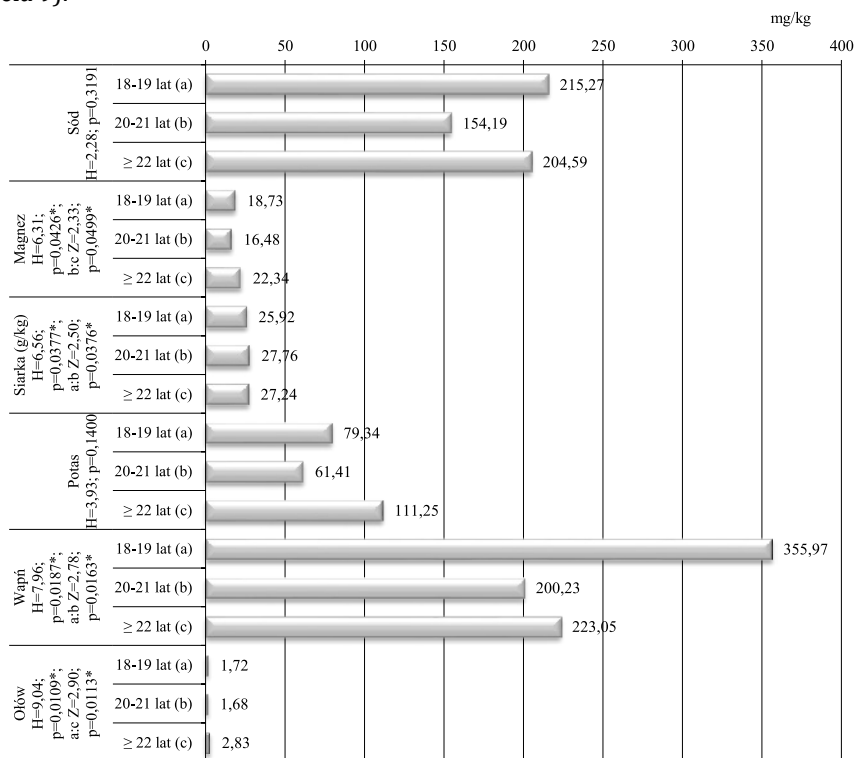
Tabela 8. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu klasyfikacji BMI

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
poniżej n. (a)	194,61	117,67	307,76	58,15	14,54	141,74	187,47	230,18
w normie (b)	222,57	48,95	1106,02	181,67	20,31	115,27	174,94	287,16
powyżej n. (c)	315,89	59,75	768,52	197,31	39,46	196,12	279,71	352,78
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
poniżej n. (a)	33,16	4,15	204,13	47,13	11,78	10,65	21,30	33,07
w normie (b)	27,94	6,22	139,94	19,90	2,22	14,43	21,90	38,18
powyżej n. (c)	18,99	4,44	52,81	9,99	2,00	13,16	17,31	19,67
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
poniżej n. (a)	25,95	21,62	30,88	2,66	0,67	24,11	26,05	27,11
w normie (b)	26,88	20,10	31,79	2,70	0,30	24,89	26,76	28,52
powyżej n. (c)	27,56	21,26	30,89	2,60	0,52	25,66	28,32	29,60
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
poniżej n. (a)	93,92	9,89	323,82	87,58	21,90	44,72	66,53	100,53
w normie (b)	121,67	9,09	704,89	135,70	15,17	47,35	68,77	138,57
powyżej n. (c)	259,95	46,30	830,87	206,53	41,31	114,54	180,41	417,60
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
poniżej n. (a)	368,14	82,59	574,71	151,80	37,95	289,21	351,99	497,71
w normie (b)	288,12	25,06	720,85	168,98	18,89	157,55	275,23	403,94
powyżej n. (c)	192,67	29,44	564,09	176,14	35,23	70,00	124,59	250,45
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
poniżej n. (a)	1,90	0,09	5,33	1,40	0,35	0,90	1,60	2,45
w normie (b)	2,48	0,00	6,58	1,61	0,18	1,37	1,92	3,37
powyżej n. (c)	3,15	0,66	9,20	1,88	0,38	1,68	2,84	4,24
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Badani studenci zostali podzieleni na trzy grupy wiekowe. W pierwszej grupie (18-19 lat) znalazło się 40 badanych osób (33,1%), w drugiej (20-21 lat) – 36 respondentów (29,8%), zaś w trzeciej, najstarszej (≥ 22 lat) – 45 badanych osób (37,2%).

Badając zróżnicowanie w zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach respondentów, przy uwzględnieniu grup wieku, odnotowano istotne statystycznie różnice w przypadku: magnezu ($p=0,0426$), siarki ($p=0,0377$), wapnia ($p=0,0187$) i ołowiu ($p=0,0109$). Istotnie statystycznie u studentów objętych badaniem z najstarszej grupy wieku (≥ 22 lat) wykryto wyższą zawartość magnezu ($Me=22,34$ mg/kg) niż u studentów w grupie 20-21 lat ($Me=16,48$ mg/kg) oraz wyższą zawartość siarki ($Me=27,24$ g/kg) i ołowiu ($Me=2,83$ mg/kg) niż u najmłodszych studentów objętych badaniem z grupy 18-19 lat ($Me_{siarka}=25,92$ g/kg, $Me_{olów}=1,72$ mg/kg). We włosach studentów z najmłodszej grupy wiekowej (18-19 lat) odnotowano natomiast istotnie wyższy poziom wapnia ($Me=355,97$ mg/kg) niż u studentów objętych badaniem z grupy 20-21 lat ($Me=200,23$ mg/kg) (Rycina 5, Tabela 9).



Grupa wieku: 18-19 lat ($n=40$; 33,1%), 20-21 lat ($n=36$; 29,8%), ≥ 22 lat ($n=45$; 37,2%)

H – wartość testu Kruskala-Wallisa, F – wartość testu porównań wielkokrotnych (test post-hoc Kruskala-Wallisa),

* – istotne zróżnicowanie przy $p<0,05$

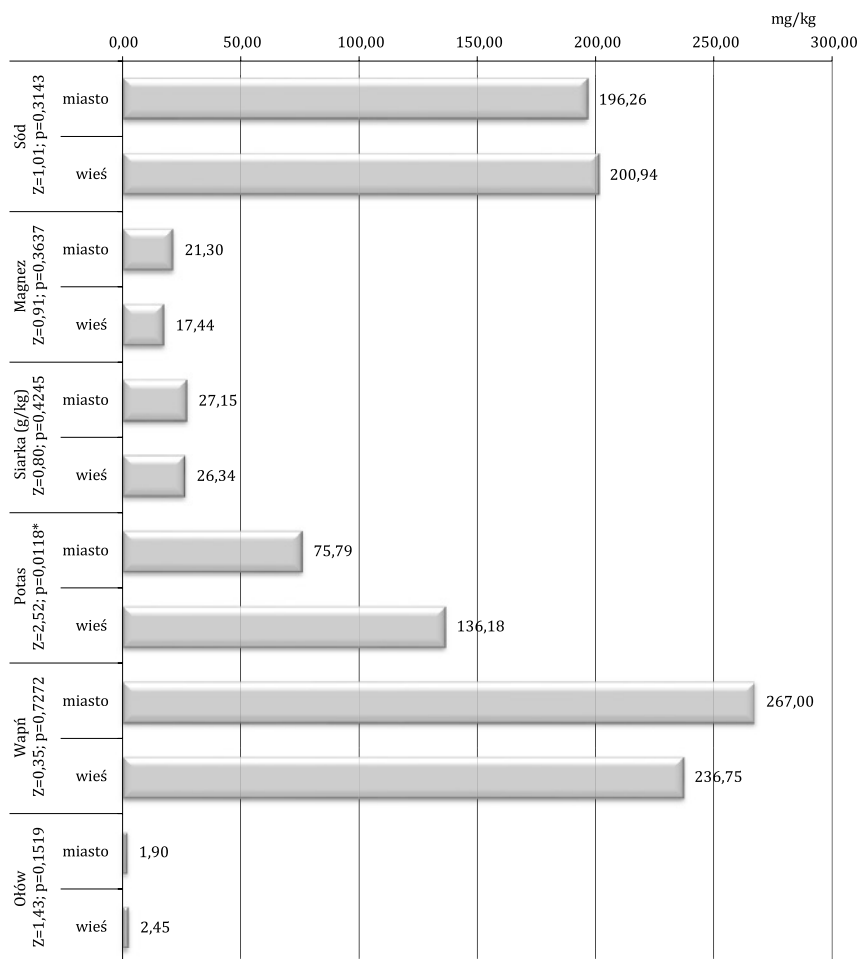
Rycina 5. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu wieku badanych

Tabela 9. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu wieku badanych

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
18-19 lat (a)	231,42	49,35	598,36	119,34	18,87	135,49	215,27	292,50
20-21 lat (b)	208,46	52,12	1004,08	167,52	27,92	114,04	154,19	266,02
≥22 lat (c)	267,89	48,95	1106,02	222,71	33,20	126,56	204,59	313,35
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
18-19 lat (a)	22,44	6,83	68,22	12,87	2,03	13,77	18,73	29,62
20-21 lat (b)	22,97	4,15	53,57	15,83	2,64	10,03	16,48	36,67
≥22 lat (c)	33,69	4,44	204,13	33,92	5,06	17,77	22,34	36,59
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
18-19 lat (a)	26,23	20,10	31,74	2,71	0,43	24,46	25,92	28,30
20-21 lat (b)	27,90	23,24	31,79	2,58	0,43	25,92	27,76	30,44
≥22 lat (c)	26,68	20,45	31,04	2,60	0,39	24,89	27,24	28,38
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
18-19 lat (a)	146,84	9,09	704,89	163,80	25,90	55,56	79,34	164,95
20-21 lat (b)	123,71	9,89	830,87	159,84	26,64	46,30	61,41	142,77
≥22 lat (c)	164,61	11,36	612,53	153,36	22,86	54,06	111,25	184,16
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
18-19 lat (a)	336,63	38,94	720,85	163,55	25,86	197,68	355,97	436,91
20-21 lat (b)	228,30	25,06	550,25	170,12	28,35	82,59	200,23	345,47
≥22 lat (c)	268,28	29,44	611,27	177,07	26,40	124,59	223,05	419,89
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
18-19 lat (a)	2,04	0,12	5,33	1,29	0,20	1,12	1,72	2,80
20-21 lat (b)	2,48	0,00	9,20	1,88	0,31	1,32	1,68	3,39
≥22 lat (c)	3,04	0,09	6,58	1,68	0,25	1,77	2,83	4,25
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Wśród studentów objętych badaniem większość stanowili mieszkańcy miast ($n=87$; 71,9%). Badając zróżnicowanie w poziomie zawartości mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu miejsca zamieszkania, analiza statystyczna wykazała istotne różnice tylko w przypadku zawartości potasu ($p=0,0118$). We włosach studentów mieszkających na wsi zawartość potasu była istotnie wyższa ($Me=136,18$ mg/kg) niż we włosach respondentów mieszkających w miastach ($Me=75,79$ mg/kg). W przypadku analizy zawartości pozostałych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, analiza statystyczna nie wykazała istotnego zróżnicowania pomiędzy mieszkańcami miast i wsi (Rycina 6, Tabela 10).



Miejsce zamieszkania: miasto ($n=87$; 71,9%), wieś ($n=34$; 28,1%)

F – wartość testu U Manna-Whitneya, * – istotne zróżnicowanie przy $p<0,05$

Rycina 6. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu miejsca zamieszkania

Tabela 10. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu miejsca zamieszkania

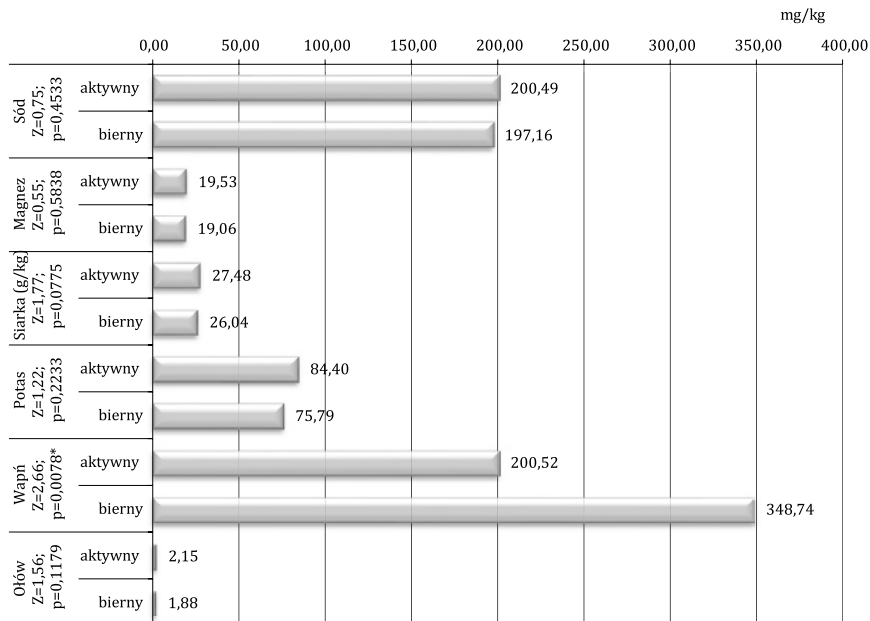
	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
miasto	222,76	48,95	1004,08	154,87	16,60	122,88	196,26	291,11
wieś	277,54	52,12	1106,02	224,11	38,43	151,03	200,94	347,59
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
miasto	27,96	4,44	204,13	26,63	2,86	14,41	21,30	35,38
wieś	23,76	4,15	63,74	15,40	2,64	13,12	17,44	35,12
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
miasto	27,04	20,10	31,79	2,60	0,28	24,98	27,15	28,78
wieś	26,53	20,45	31,42	2,93	0,50	24,52	26,34	28,72
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
miasto	120,43	9,09	612,53	123,45	13,24	46,30	75,79	143,88
wieś	213,45	38,40	830,87	212,24	36,40	62,36	136,18	263,70
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
miasto	281,08	29,44	720,85	168,69	18,08	123,37	267,00	413,74
wieś	273,62	25,06	611,27	192,10	32,94	83,02	236,75	419,89
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
miasto	2,36	0,09	6,58	1,42	0,15	1,29	1,90	2,97
wieś	3,02	0,00	9,20	2,12	0,36	1,43	2,45	4,33
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

4.2. Wpływ aktywności fizycznej

Wśród studentów objętych badaniem większość stanowiły osoby aktywne fizycznie ($n=74$; 61,2%). Badając zróżnicowanie w poziomie zawartości mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu samooceny aktywności fizycznej, analiza statystyczna wykazała istotne różnice tylko w przypadku zawartości wapnia ($p=0,0078$). We włosach studentów biernych fizycznie zawartość wapnia była istotnie wyższa ($Me=348,74$ mg/kg) niż we włosach

respondentów aktywnych ($Me=200,52$ mg/kg). W przypadku analizy zawartości pozostałych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem analiza statystyczna nie wykazała istotnego zróżnicowania pomiędzy osobami aktywnymi i biernymi fizycznie (Rycina 7, Tabela 11).



Aktywność fizyczna: aktywny (n=74; 61,2%), bierny (n=47; 38,8%)

F – wartość testu U Manna-Whitneya, * – istotne zróżnicowanie przy $p < 0,05$

Rycina 7. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu aktywności fizycznej

Tabela 11. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu aktywności fizycznej

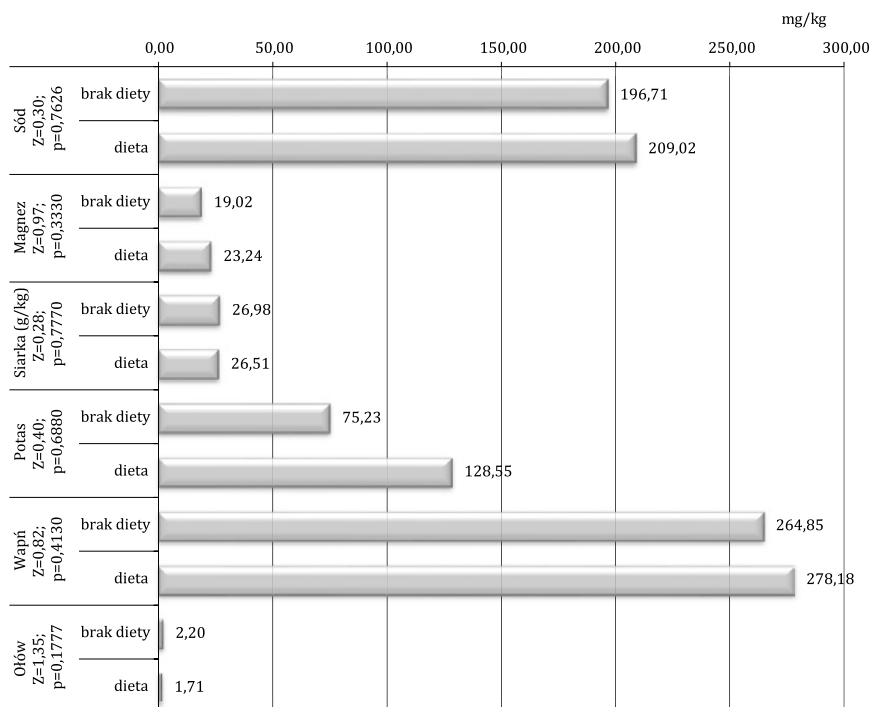
	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
aktywny	252,98	52,12	1106,02	197,90	23,01	125,73	200,49	307,76
bierny	214,81	48,95	768,52	139,30	20,32	127,16	197,16	276,72
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
aktywny	29,06	4,44	204,13	28,84	3,35	14,41	19,53	36,52
bierny	23,19	4,15	53,57	12,83	1,87	13,16	19,06	35,11
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12

Siarka – S (g/kg)								
aktywny	27,20	20,10	31,79	2,84	0,33	25,23	27,48	29,15
bierny	26,42	21,26	30,90	2,40	0,35	24,52	26,04	28,21
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
aktywny	163,47	9,09	830,87	172,80	20,09	54,06	84,40	184,16
bierny	119,96	11,36	634,10	129,76	18,93	46,30	75,79	141,92
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
aktywny	247,40	25,06	720,85	175,43	20,39	92,74	200,52	374,30
bierny	328,70	43,82	607,75	163,49	23,85	202,96	348,74	451,52
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
aktywny	2,78	0,09	9,20	1,84	0,21	1,43	2,15	3,96
bierny	2,18	0,00	5,52	1,28	0,19	1,29	1,88	2,84
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

4.3. Wpływ zachowań żywieniowych

Ponad trzy czwarte studentów objętych badaniem ($n=94$; 77,7%) nie stosowało żadnego rodzaju diety. Pozostali badani wybrali odpowiedź wskazującą na stosowanie diety z przewagą węglowodanów ($n=11$; 40,7%), z przewagą produktów zawierających białko ($n=6$; 22,2%), z przewagą produktów zawierających tłuszcze ($n=4$; 14,8%) oraz inną np. dietę odchudzającą ($n=6$; 22,2%). Badając zróżnicowanie w poziomie zawartości mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu stosowania diety, analiza statystyczna nie wykazała istotnego zróżnicowania w żadnym z analizowanych przypadków (Rycina 8, Tabela 12).



Stosowanie diety: brak diety (n=94; 77,7%), dieta (n=27; 22,3%)

F – wartość testu U Manna-Whitneya, * – istotne zróżnicowanie przy $p < 0,05$

Rycina 8. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu stosowania diety

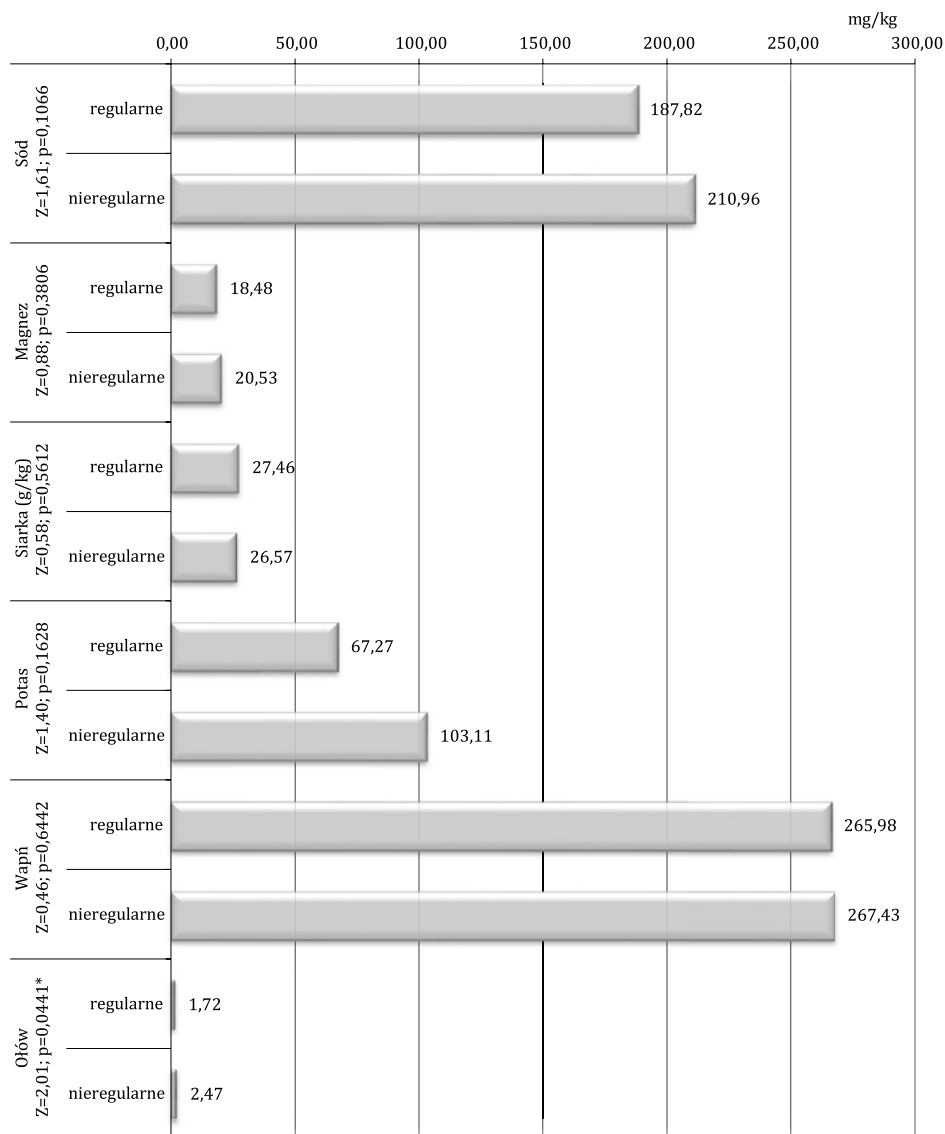
Tabela 12. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu stosowania diety

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
brak diety	247,29	49,35	1106,02	193,14	19,92	127,16	196,71	291,11
dieta	206,33	48,95	379,97	105,40	20,28	114,70	209,02	307,76
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
brak diety	26,90	4,15	204,13	26,21	2,70	13,12	19,02	35,38
dieta	26,38	9,75	63,74	14,35	2,76	15,70	23,24	35,12
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
brak diety	26,94	20,10	31,79	2,55	0,26	25,17	26,98	28,57
dieta	26,75	20,45	31,42	3,20	0,62	24,06	26,51	29,98
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72

Potas – K (mg/kg)								
brak diety	146,97	9,09	830,87	161,33	16,64	54,06	75,23	184,16
dieta	145,16	11,36	704,89	150,40	28,94	44,72	128,55	159,73
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
brak diety	272,02	25,06	720,85	169,44	17,48	121,38	264,85	393,82
dieta	303,23	50,05	605,34	193,73	37,28	100,20	278,18	507,85
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
brak diety	2,65	0,00	9,20	1,74	0,18	1,42	2,20	3,63
dieta	2,18	0,66	5,93	1,33	0,26	1,19	1,71	3,51
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, M – mediana, Q3 – górny kwartył

Wśród studentów objętych badaniem tylko 63 osoby (52,1%) wskazało, że regularnie spożywa posiłki. Badając zróżnicowanie w poziomie zawartości mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, przy uwzględnieniu regularności spożywania posiłków, analiza statystyczna wykazała istotne różnice tylko w przypadku zawartości ołowiu ($p=0,0441$). We włosach studentów odżywiających się nieregularnie zawartość ołowiu była istotnie wyższa ($Me=2,47$ mg/kg) niż we włosach pozostałych respondentów ($Me=1,72$ mg/kg). W przypadku analizy zawartości pozostałych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, analiza statystyczna nie wykazała istotnego zróżnicowania pomiędzy osobami odżywiającymi się regularnie i nieregularnie (Rycina 9, Tabela 13).



Spożywanie posiłków: regularne (n=63; 52,1%), nieregularne (n=58; 47,9%)

F – wartość testu U Manna-Whitneya, * – istotne różnicowanie przy $p<0,05$

Rycina 9. Różnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu regularności spożywania posiłków

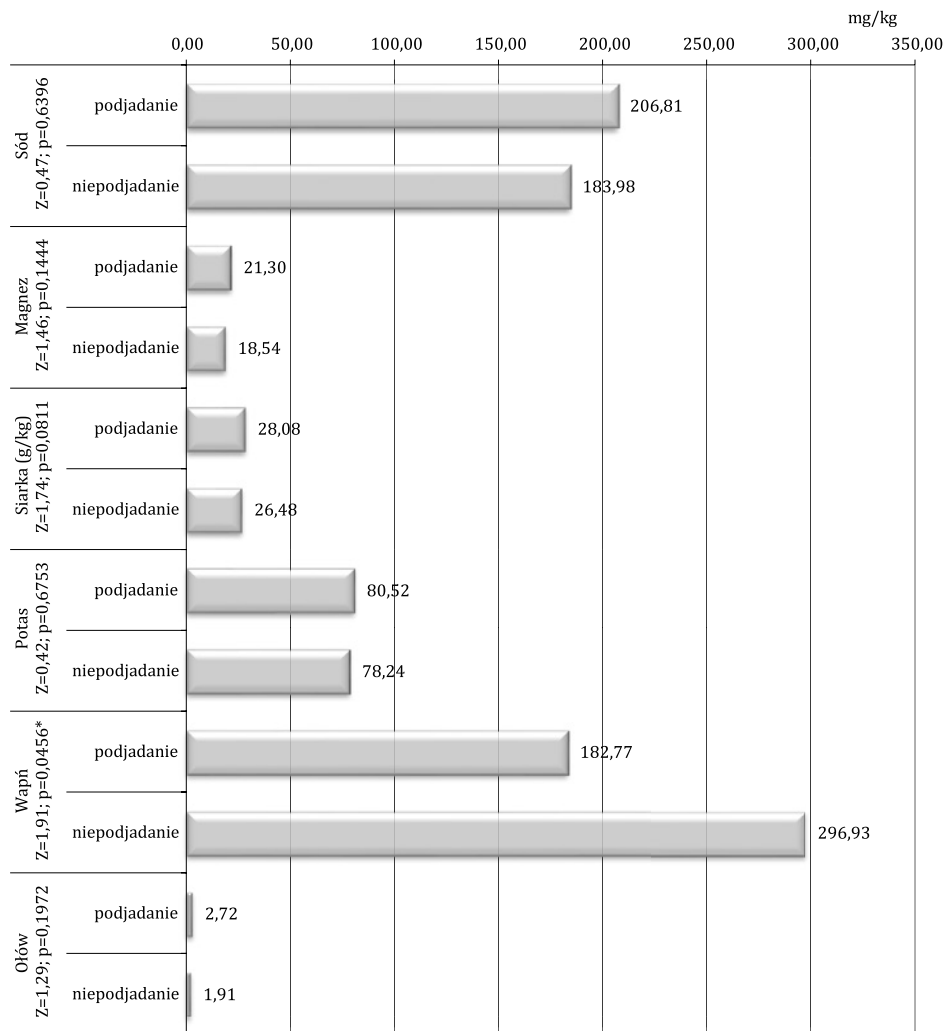
Tabela 13. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu regularności spożywania posiłków

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
regularne	204,83	49,35	1004,08	138,46	17,44	125,73	187,82	279,71
nieregularne	274,34	48,95	1106,02	207,70	27,27	127,08	210,96	348,25
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
regularne	26,66	4,15	204,13	27,22	3,43	12,18	18,48	36,52
nieregularne	26,91	4,44	139,94	20,22	2,66	14,52	20,53	35,12
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
regularne	27,05	20,45	31,79	2,77	0,35	24,71	27,46	28,56
nieregularne	26,72	20,10	31,34	2,62	0,34	24,89	26,57	28,77
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
regularne	131,03	9,09	704,89	145,95	18,39	48,40	67,27	159,73
nieregularne	163,45	9,89	830,87	170,47	22,38	54,47	103,11	208,95
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
regularne	283,88	25,06	607,75	168,12	21,18	121,38	265,98	413,74
nieregularne	273,66	29,44	720,85	183,08	24,04	103,99	267,43	419,89
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
regularne	2,29	0,09	6,58	1,56	0,20	1,29	1,72	2,84
nieregularne	2,82	0,00	9,20	1,75	0,23	1,63	2,47	4,22
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Co trzecia badana osoba (n=41; 33,9%) przyznała się do podjadania między posiłkami. Wśród produktów spożywanych między posiłkami badani studenci wskazali: owoce (n=21; p=51,2%), jogurty, kefiry (n=14; 34,1%), wyroby czekoladowe (n=13; 31,7%), pieczywo (n=13; 31,7%), pieczywo cukiernicze (n=12; p=29,3%), cukierki (n=11; 26,8%) oraz chipsy i paluszki (n=7; 17,1%). Badając zróżnicowanie w poziomie zawartości mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, przy uwzględnieniu podjadania między posiłkami, analiza statystyczna wykazała istotne różnice tylko w przypadku zawartości wapnia (p=0,0456). We włosach studentów niepodjadających między posiłkami zawartość wapnia była istotnie

wyższa (Me=296,93 mg/kg) niż we włosach pozostałych respondentów (Me=182,77 mg/kg). W przypadku analizy zawartości pozostałych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, analiza statystyczna nie wykazała istotnego zróżnicowania pomiędzy osobami podjadającymi i niepodjadającymi między posiłkami (Rycina 10, Tabela 14).



Podjadanie między posiłkami: podjadanie (n=41; 33,9%), niepodjadanie (n=80; 66,1%)

F – wartość testu U Manna-Whitneya, * – istotne zróżnicowanie przy $p < 0,05$

Rycina 10. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu podjadania między posiłkami

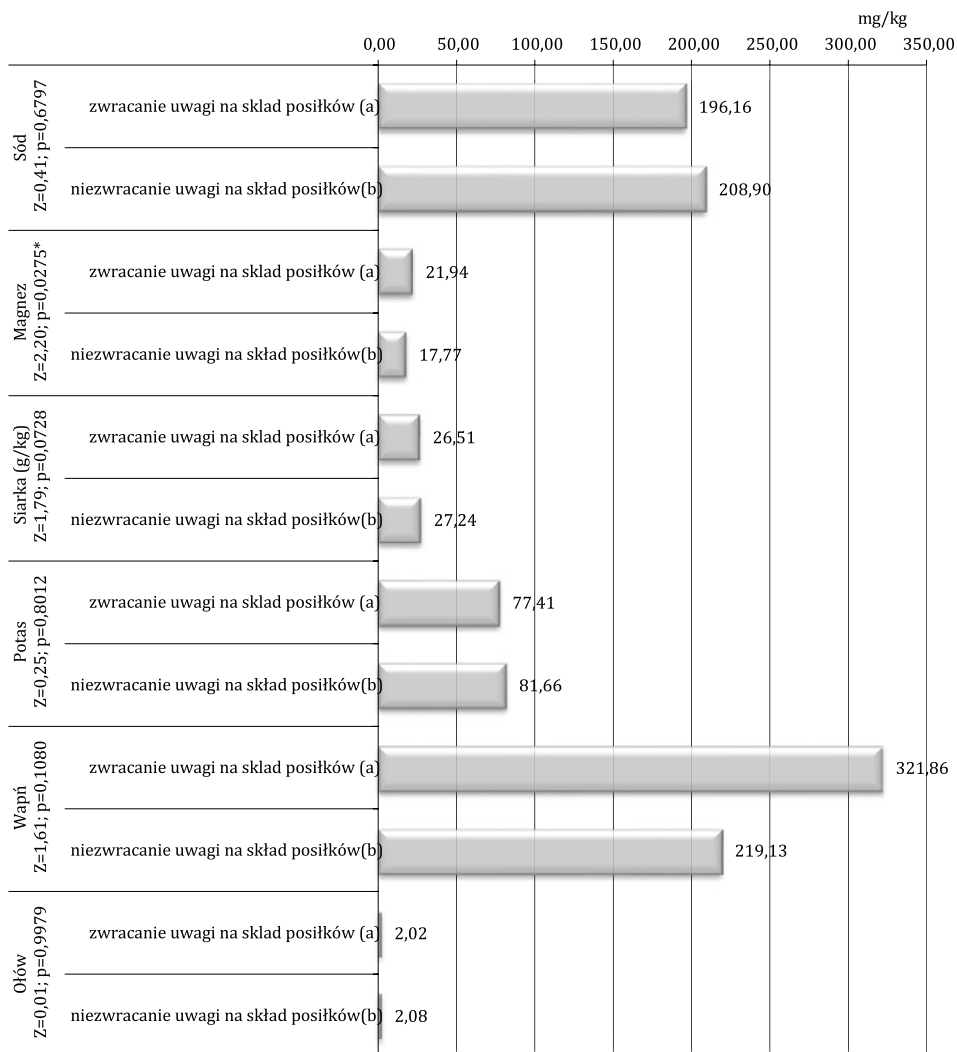
Tabela 14. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu podjadania między posiłkami

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
podjadanie	252,34	52,12	1106,02	199,26	31,12	122,00	206,81	291,11
niepodjadanie	230,88	48,95	1004,08	166,60	18,63	127,12	183,98	290,96
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
podjadanie	26,76	9,33	53,57	13,95	2,18	16,15	21,30	38,56
niepodjadanie	26,79	4,15	204,13	27,90	3,12	12,50	18,54	34,89
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
podjadanie	27,38	20,10	31,74	2,86	0,45	25,54	28,08	29,60
niepodjadanie	26,65	20,45	31,79	2,58	0,29	24,58	26,48	28,30
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
podjadanie	140,55	9,89	704,89	161,12	25,16	54,06	80,52	159,73
niepodjadanie	149,65	9,09	830,87	157,84	17,65	50,81	78,24	180,95
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
podjadanie	240,08	38,94	720,85	183,16	28,61	86,44	182,77	356,76
niepodjadanie	298,92	25,06	607,75	168,03	18,79	157,55	296,93	424,50
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
podjadanie	2,82	0,36	6,58	1,70	0,26	1,53	2,72	3,76
niepodjadanie	2,41	0,00	9,20	1,64	0,18	1,35	1,91	3,10
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Ponad połowa badanych ($n=64$; 52,9%) wskazała odpowiedź stwierdzającą, że zwraca uwagę na skład swoich posiłków. Badając zróżnicowanie w poziomie zawartości mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, przy uwzględnieniu zwracania uwagi na skład posiłków, analiza statystyczna wykazała istotne różnice tylko w przypadku zawartości magnezu ($p=0,0275$). We włosach studentów zwracających uwagę na skład spożywanych produktów, zawartość magnezu była istotnie wyższa ($Me=21,94$ mg/kg) niż we włosach pozostałych respondentów ($Me=17,77$ mg/kg). W przypadku zawartości innych analizowanych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, analiza statystyczna

nie wykazała istotnego zróżnicowania pomiędzy osobami zwracającymi i niezwracającymi uwagi na skład spożywanych produktów (Rycina 11, Tabela 15).



Skład posiłków: zwracanie uwagi na skład posiłków (n=64; 52,9%), niezwracanie uwagi na skład posiłków (n=57; 47,1%)

F – wartość testu U Manna-Whitneya, * – istotne zróżnicowanie przy $p < 0,05$

Rycina 11. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu zwracania uwagi na skład posiłków

Tabela 15. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu zwracania uwagi na skład posiłków

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
a	236,99	48,95	1106,02	194,25	24,28	127,12	196,16	300,83
b	239,45	49,35	768,52	159,02	21,06	126,56	208,90	290,82
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
a	29,78	9,11	204,13	26,27	3,28	15,69	21,94	37,66
b	23,41	4,15	139,94	20,95	2,77	12,38	17,77	25,79
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
a	26,46	20,10	31,42	2,64	0,33	24,52	26,51	28,32
b	27,38	20,45	31,79	2,69	0,36	25,66	27,24	29,77
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
a	155,11	9,09	704,89	166,78	20,85	54,06	77,41	184,16
b	136,97	9,89	830,87	149,20	19,76	48,40	81,66	168,72
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
a	303,68	25,06	720,85	177,84	22,23	141,24	321,86	443,88
b	251,25	29,44	607,75	168,55	22,32	92,74	219,13	376,67
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
a	2,54	0,00	6,58	1,68	0,21	1,42	2,02	3,65
b	2,55	0,12	9,20	1,67	0,22	1,31	2,08	3,22
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

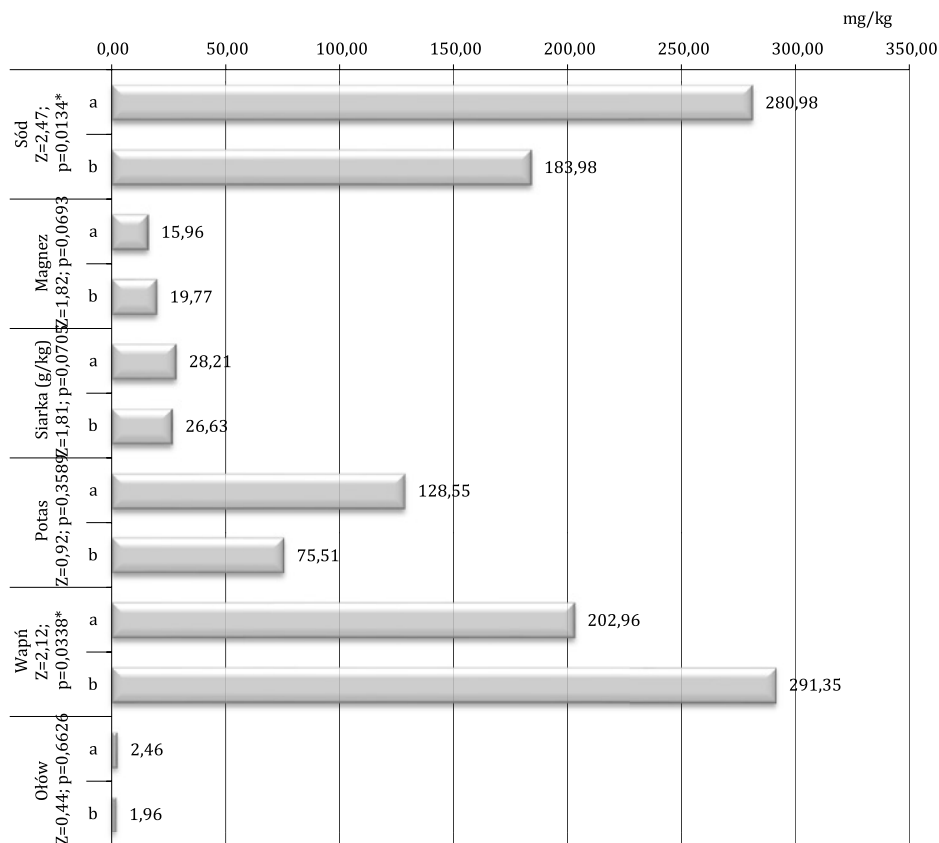
a – zwracanie uwagi na skład posiłków, b – niezwracanie uwagi na skład posiłków

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Większość studentów objętych badaniem samodzielnie przygotowywała swoje posiłki (n=95; 78,5%) lub/i korzystała z żywienia zbiorowego (n=35; 28,9%) lub/i posiłków domowych (n=62; 51,2%). Tylko 17 badanych osób (14,1%) zadeklarowało, że często korzysta z dań błyskawicznych i fast food-ów.

Badając zróżnicowanie w poziomie zawartości mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, przy uwzględnieniu spożywania dań błyskawicznych i fast food-ów, analiza statystyczna wykazała istotne różnice tylko w przypadku zawartości sodu (p=0,0134) i wapnia (p=0,0338). We włosach studen-

tów spożywających dania błyskawiczne i fast food-y zawartość sodu była istotnie wyższa ($Me=280,98$ mg/kg), a zawartość wapnia istotnie niższa ($Me=202,96$ mg/kg) niż we włosach pozostałych respondentów ($Me_{sód}=183,98$ mg/kg, $Me_{wapń}=291,35$ mg/kg). W przypadku zawartości innych analizowanych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, analiza statystyczna nie wykazała istotnego zróżnicowania pomiędzy osobami spożywającymi i niespożywającymi dania błyskawiczne i fast food-y (Rycina 12, Tabela 16).



Dania błyskawiczne: a - spożywanie dań błyskawicznych ($n=17$; 14,1%), b - niespożywanie dań błyskawicznych ($n=104$; 85,9%)

F – wartość testu U Manna-Whitneya, * – istotne zróżnicowanie przy $p<0,05$

Rycina 12. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu spożywania dań błyskawicznych i fast food-ów

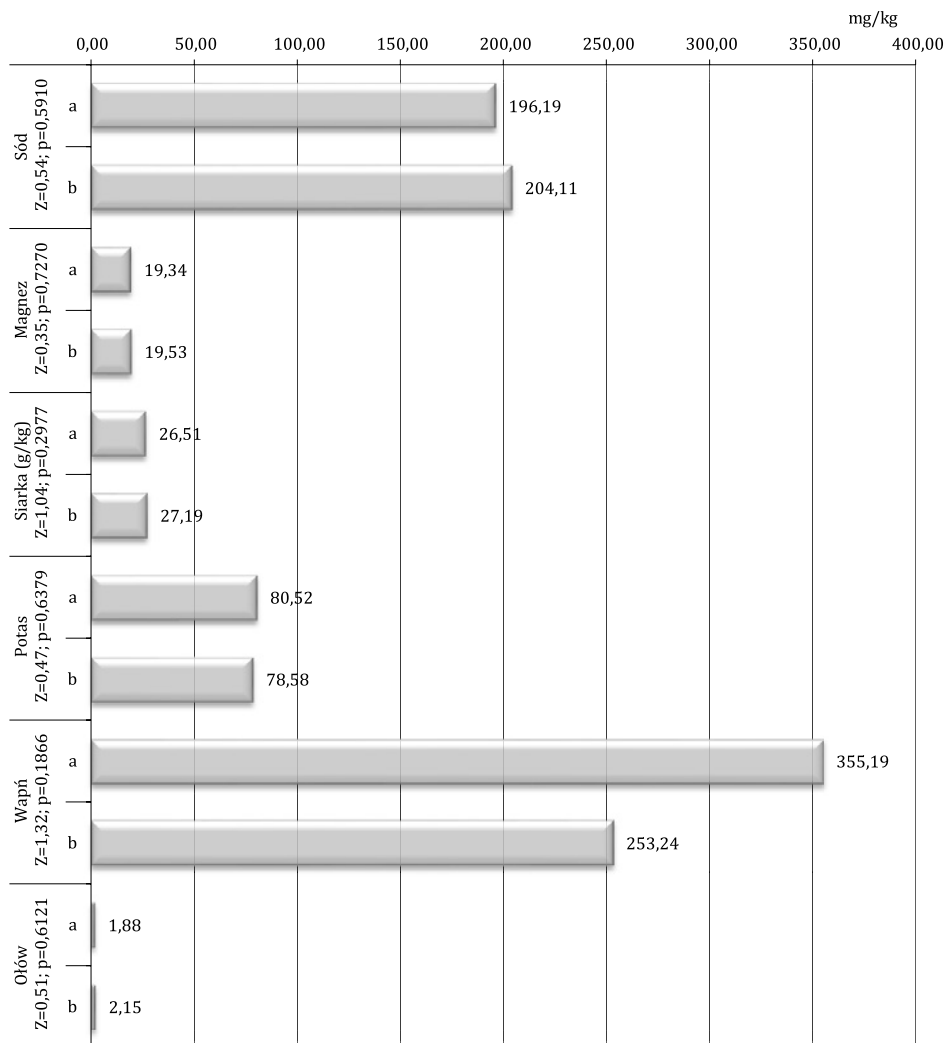
Tabela 16. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu spożywania dań błyskawicznych i fast food-ów

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
a	321,85	84,69	1106,02	233,92	56,73	209,02	280,98	342,65
b	224,47	48,95	1004,08	164,27	16,11	124,61	183,98	284,47
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
a	18,19	4,15	37,36	9,57	2,32	12,62	15,96	24,25
b	28,19	6,22	204,13	25,38	2,49	14,41	19,77	36,55
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
a	28,06	25,17	30,89	1,99	0,48	26,44	28,21	29,98
b	26,71	20,10	31,79	2,75	0,27	24,52	26,63	28,61
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
a	139,55	16,76	487,06	115,32	27,97	67,18	128,55	162,24
b	147,71	9,09	830,87	164,73	16,15	49,64	75,51	179,08
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
a	193,27	29,44	415,65	122,68	29,75	74,73	202,96	272,29
b	292,99	25,06	720,85	178,45	17,50	123,98	291,35	429,05
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
a	2,66	0,12	5,72	1,59	0,39	1,31	2,46	3,54
b	2,53	0,00	9,20	1,69	0,17	1,40	1,96	3,39
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

a – spożywanie dań błyskawicznych, b – niespożywanie dań błyskawicznych;

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Co czwarta badana osoba (n=29; 24,0%) wskazała odpowiedź stwierdzającą, że preferuje spożywanie dań przygotowywanych na parze. Badając zróżnicowanie w poziomie zawartości mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, przy uwzględnieniu preferowania spożywania dań przygotowywanych na parze, analiza statystyczna nie wykazała istotnego zróżnicowania (Rycina 13, Tabela 17).



Dania przygotowywane na parze:

a – preferowane spożywania dań przygotowywanych na parze (n=29; 24,0%),

b – niepreferowanie spożywania dań przygotowywanych na parze (n=92; 76,0%);

F – wartość testu U Manna-Whitneya, * – istotne różnicowanie przy $p < 0,05$

Rycina 13. Różnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu preferowania spożywania dań przygotowywanych na parze

Tabela 17. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu preferowania przygotowywania dań na parze

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
a	203,02	52,12	465,27	105,35	19,56	133,53	196,19	255,32
b	249,22	48,95	1106,02	194,30	20,26	126,14	204,11	307,76
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
a	24,63	4,15	53,55	15,45	2,87	11,13	19,34	36,52
b	27,46	4,44	204,13	26,19	2,73	13,89	19,53	35,11
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
a	26,46	21,26	31,34	2,81	0,52	24,52	26,51	28,32
b	27,03	20,10	31,79	2,66	0,28	25,20	27,19	28,93
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
a	159,51	11,52	704,89	168,44	31,28	54,06	80,52	174,00
b	142,49	9,09	830,87	155,77	16,24	50,81	78,58	173,26
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
a	315,70	25,06	583,21	179,45	33,32	181,56	355,19	493,49
b	267,41	29,44	720,85	172,67	18,00	113,94	253,24	391,62
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
a	2,38	0,39	6,58	1,45	0,27	1,36	1,88	3,51
b	2,60	0,00	9,20	1,73	0,18	1,40	2,15	3,38
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

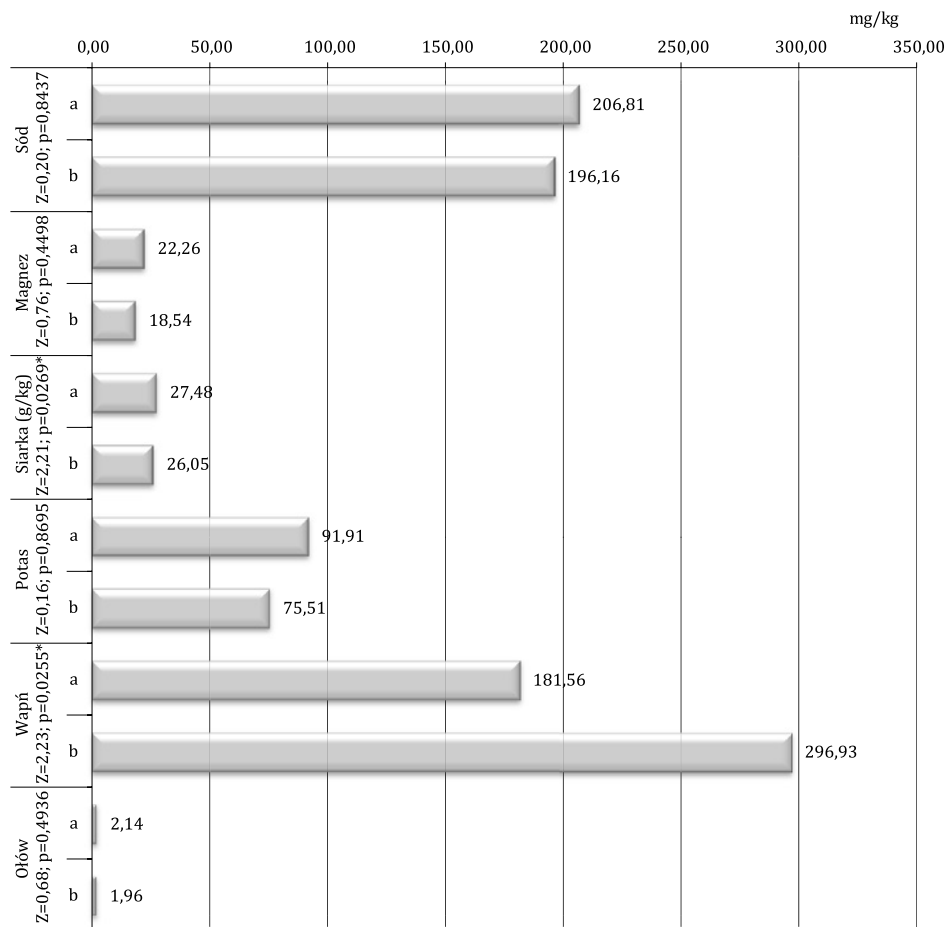
a – preferowane spożywania dań przygotowywanych na parze,

b – niepreferowanie spożywania dań przygotowywanych na parze;

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Co trzecia badana osoba ($n=41$; 33,9%) wskazała odpowiedź stwierdzającą, że preferuje spożywanie dań smażonych. Badając zróżnicowanie w poziomie zawartości mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, przy uwzględnieniu preferowania spożywania dań smażonych, analiza statystyczna wykazała istotne różnice tylko w przypadku zawartości siarki ($p=0,0269$) i wapnia ($p=0,0255$). We włosach studentów preferujących spożywanie dań smażonych zawartość siarki była istotnie wyższa ($Me=27,48$ g/kg), a zawartość wapnia istot-

nie niższa ($Me=181,56$ mg/kg) niż we włosach pozostałych respondentów ($Me_{\text{siark}}=26,05$ g/kg, $Me_{\text{wapń}}=296,93$ mg/kg). W przypadku zawartości innych analizowanych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem, analiza statystyczna nie wykazała istotnego zróżnicowania pomiędzy osobami preferującym i niepreferującym spożywanie dań smażonych (Rycina 14, Tabela 18).



Dania smażone:

a – preferowane spożywanie dań smażonych (n=41; 33,9%),

b – niepreferowanie spożywania dań smażonych (n=80; 66,1%);

F – wartość testu U Manna-Whitneya, * – istotne zróżnicowanie przy $p<0,05$

Rycina 14. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu preferowania spożywania dań smażonych

Tabela 18. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu preferowania spożywania dań smażonych

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
a	239,86	52,12	1106,02	198,00	30,92	125,73	206,81	290,82
b	237,28	48,95	1004,08	167,83	18,76	131,23	196,16	291,11
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11
Magnez – Mg (mg/kg)								
a	25,73	4,44	63,74	14,13	2,21	15,60	22,26	35,11
b	27,32	4,15	204,13	27,83	3,11	13,14	18,54	35,82
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12
Siarka – S (g/kg)								
a	27,64	20,45	31,42	2,41	0,38	26,29	27,48	29,77
b	26,51	20,10	31,79	2,76	0,31	24,51	26,05	28,35
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72
Potas – K (mg/kg)								
a	126,07	11,52	537,39	111,72	17,45	54,06	91,91	162,24
b	157,07	9,09	830,87	177,30	19,82	49,58	75,51	196,56
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00
Wapń – Ca (mg/kg)								
a	228,93	29,44	605,34	152,59	23,83	86,44	181,56	334,15
b	304,63	25,06	720,85	180,70	20,20	126,43	296,93	453,68
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65
Ołów – Pb (mg/kg)								
a	2,82	0,36	6,58	1,90	0,30	1,27	2,14	4,50
b	2,41	0,00	9,20	1,53	0,17	1,41	1,96	2,89
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

a – preferowane spożywania dań smażonych, b – niepreferowanie spożywania dań smażonych;

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

4.4. Wpływ wskaźników biometrycznych

Badając wpływ wieku (wyrażonego w latach) na zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach badanych respondentów, stwierdzono istotną statystycznie zależność tylko w przypadku zawartości ołowiu ($p=0,0017$). Odnotowano

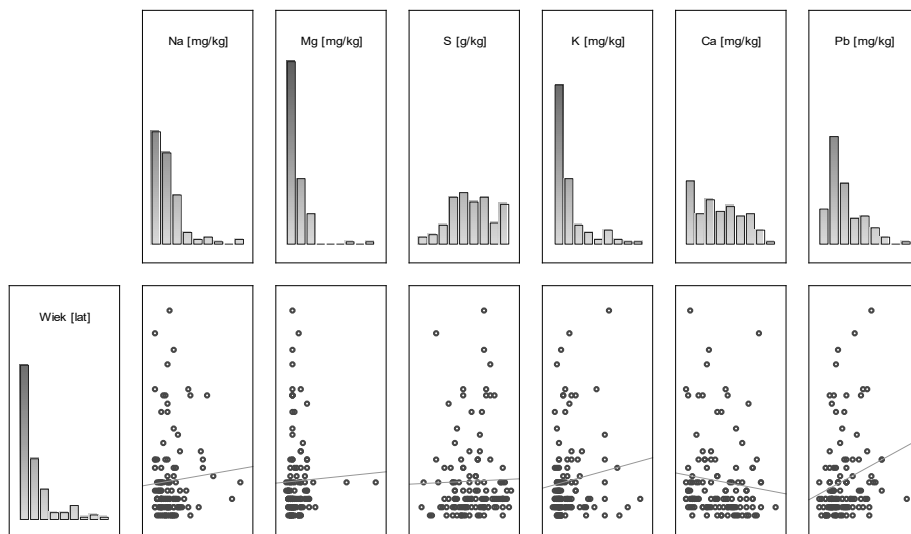
słabą ($r < 0,3$) dodatnią korelację. Oznacza to, że wraz z wiekiem zawartość ołowiu we włosach badanych respondentów była wyższa (Tabela 19, Rycina 15).

Tabela 19. Wpływ wieku na zawartość mikro- i makroelementów we włosach studentów

	n	r	t	p
Sód	121	-0,01	-0,11	0,9130
Magnez	121	0,16	1,77	0,0794
Siarka	121	0,08	0,90	0,3715
Potas	121	0,10	1,14	0,2573
Wapń	121	-0,18	-1,96	0,0529
Ołów	121	0,28	3,22	0,0017*

n – liczba obserwacji, r – współczynnik korelacji rang Spearmana, t – wartość testu t-Studenta,

* – istotna zależność przy $p < 0,05$



Rycina 15. Wykres rozrzutu analizowanych składników mineralnych przy uwzględnieniu wieku

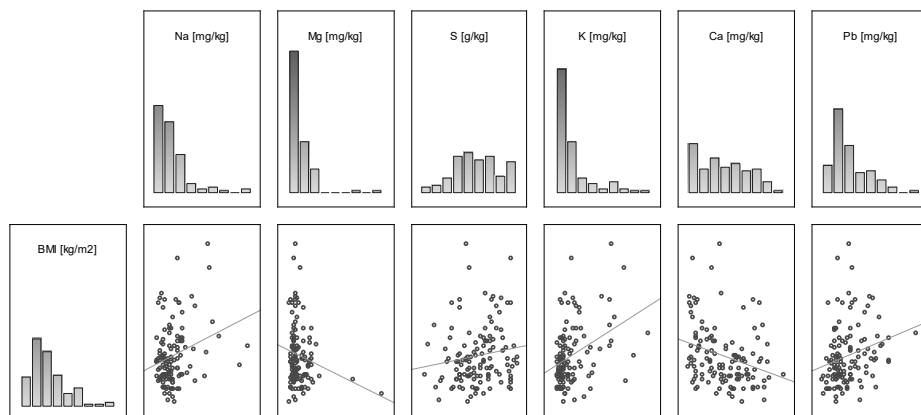
Analizując wpływ wskaźnika masy ciała (BMI) wyrażonego w postaci ilościowej na zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach badanych respondentów, stwierdzono istotną statystycznie zależność w przypadku zawartości: sodu ($p=0,0408$), potasu ($p=0,0002$), wapnia ($p=0,0005$) oraz ołowiu ($p=0,0004$). We wszystkich tych przypadkach, poza sodem, odnotowano przeciętną korelację ($r < 0,5$), natomiast w przypadku sodu – korelację słabą ($r < 0,3$). W przypadku: sodu, potasu i ołowiu zaobserwowano korelację dodatnią; oznacza to, że wraz z wzrostem BMI, zawartość sodu, potasu i ołowiu we włosach badanych respondentów była wyższa. W przypadku wapnia zaobserwowano natomiast korelację ujemną;

oznacza to, że wraz ze wzrostem BMI, zawartość wapnia we włosach badanych respondentów była niższa (Tabela 20, Rycina 16).

Tabela 20. Wpływ wskaźnika masy ciała (BMI) na zawartość mikro- i makroelementów we włosach studentów

	n	r	t	p
Sód	121	0,19	2,07	0,0408*
Magnez	121	-0,10	-1,15	0,2526
Siarka	121	0,17	1,85	0,0668
Potas	121	0,33	3,85	0,0002*
Wapń	121	-0,31	-3,57	0,0005*
Ołów	121	0,31	3,61	0,0004*

n – liczba obserwacji, r – współczynnik korelacji rang Spearmana, t – wartość testu t-Studenta,
* – istotna zależność przy $p < 0,05$



Rycina 16. Wykres rozrzutu analizowanych składników mineralnych przy uwzględnieniu BMI

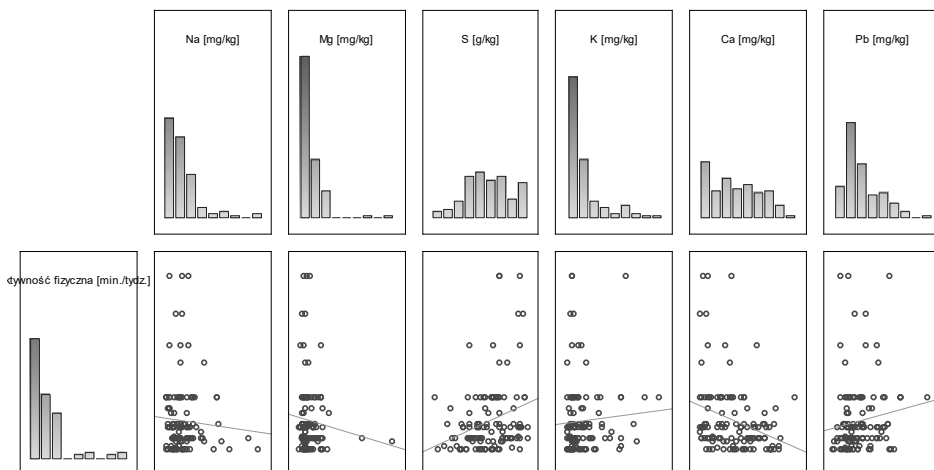
Badając wpływ natężenia aktywności fizycznej w ciągu tygodnia na zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach badanych respondentów, stwierdzoną istotną statystycznie zależność tylko w przypadku zawartości siarki ($p=0,0025$), wapnia ($p=0,0003$) i ołowiu ($p=0,0343$). W przypadku siarki i ołowiu odnotowano słabą korelację ($r < 0,3$), zaś w przypadku wapnia – korelację przeciętną ($r < 0,5$), przy czym, w przypadku wapnia była to korelacja ujemna, zaś w przypadku siarki i ołowiu – korelacja dodatnia. Oznacza to, że wraz ze wzrostem intensywności tygodniowej aktywności fizycznej, zawartość wapnia we włosach badanych respondentów była niższa, zaś zawartość siarki i ołowiu – wyższa (Tabela 21, Rycina 17).

Tabela 21. Wpływ częstotliwości aktywności tygodniowej na zawartość mikro- i makroelementów we włosach studentów

	n	r	t	p
Sód	121	-0,02	-0,25	0,8062
Magnez	121	-0,04	-0,47	0,6385
Siarka	121	0,27	3,08	0,0025*
Potas	121	0,06	0,65	0,5195
Wapń	121	-0,32	-3,74	0,0003*
Ołów	121	0,19	2,14	0,0343*

n – liczba obserwacji, r – współczynnik korelacji rang Spearmana, t – wartość testu t-Studenta,

* – istotna zależność przy $p < 0,05$

**Rycina 17.** Wykres rozrzutu analizowanych składników mineralnych przy uwzględnieniu tygodniowej aktywności fizycznej

4.5. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych

Częstość tygodniowa spożywania poszczególnych produktów spożywczych została obliczona po przypisaniu dla poszczególnych odpowiedzi na ostatnie pytanie kwestionariusza następujących wartości:

codziennie	7,
3-6 razy w tygodniu	4,5,
1-2 razy w tygodniu	1,5,
sporadycznie	0,5,
nie spożywam	0.

Badani studenci najczęściej (więcej niż trzy razy w tygodniu) spożywali wodę (6,52/tydzień), herbatę (4,06/tydzień), pozostałe warzywa (3,72/tydzień), owoce (3,36/tydzień), wędliny i kiełbasy (3,29/tydzień), cukier do słodzenia (3,29/tydzień) oraz pieczywo jasne (3,03/tydzień). Najrzadziej natomiast, czyli mniej niż 1 raz w tygodniu, badani respondenci spożywali: sery pleśniowe (0,37/tydzień), owoce morza (0,47/tydzień), podroby (0,57/tydzień), tłuste ryby (0,70/tydzień), płatki naturalne (0,73/tydzień), napoje alkoholowe (0,76/tydzień), napoje gazowane (0,78/tydzień), chude ryby (0,94/tydzień) oraz płatki śniadaniowe (0,96/tydzień) (Tabela 22).

Tabela 22. Częstość tygodniowa spożywania poszczególnych produktów spożywczych

Produkty spożywcze	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	M	Q3
pieczywo jasne	3,03	0,00	7,00	2,92	0,27	0,50	1,50	7,00
pieczywo ciemne	2,69	0,00	7,00	2,74	0,25	0,50	1,50	4,50
ziemniaki	1,62	0,00	7,00	1,61	0,15	0,50	1,50	1,50
makaron	1,58	0,00	7,00	1,59	0,14	0,50	1,50	1,50
ryż	1,40	0,00	7,00	1,42	0,13	0,50	0,50	1,50
kasze	1,50	0,00	7,00	2,09	0,19	0,00	0,50	1,50
płatki śniadaniowe	0,96	0,00	7,00	1,79	0,16	0,00	0,50	0,50
płatki naturalne	0,73	0,00	7,00	1,49	0,14	0,00	0,50	0,50
czekolady, batony	1,64	0,00	7,00	1,89	0,17	0,50	0,50	1,50
cukier (słodzenie)	3,29	0,00	7,00	3,06	0,28	0,50	1,50	7,00
ciasta, ciastka, drożdżówki	1,69	0,00	7,00	2,10	0,19	0,50	0,50	1,50
fasola, bób, groch	1,14	0,00	7,00	1,71	0,16	0,50	0,50	1,50
warzywa kapustne	1,67	0,00	7,00	1,88	0,17	0,50	1,50	1,50
pozostałe warzywa	3,72	0,00	7,00	2,38	0,22	1,50	4,50	4,50
orzechy, ziarna, pestki	1,29	0,00	7,00	1,81	0,16	0,50	0,50	1,50
owoce	3,36	0,00	7,00	2,50	0,23	1,50	1,50	4,50
mleko	2,98	0,00	7,00	2,80	0,25	0,50	1,50	7,00
jogurty, kefiry	2,25	0,00	7,00	2,41	0,22	0,50	1,50	4,50
sery żółte	2,76	0,00	7,00	2,50	0,23	0,50	1,50	4,50
sery pleśniowe	0,37	0,00	4,50	0,87	0,08	0,00	0,00	0,50
twarogi	1,68	0,00	7,00	2,06	0,19	0,50	0,50	1,50
jajka	2,29	0,00	7,00	2,12	0,19	0,50	1,50	4,50
wędliny, kiełbasy	3,29	0,00	7,00	2,58	0,23	1,50	1,50	4,50
ryby chude	0,94	0,00	7,00	1,20	0,11	0,50	0,50	1,50
ryby tłuste	0,70	0,00	7,00	0,89	0,08	0,50	0,50	0,50
owoce morza	0,47	0,00	7,00	1,05	0,10	0,00	0,50	0,50
drób	2,13	0,00	7,00	1,90	0,17	0,50	1,50	4,50
wieprzowina, wołowina	1,69	0,00	7,00	1,91	0,17	0,50	1,50	1,50

podroby	0,57	0,00	7,00	1,38	0,13	0,00	0,00	0,50
woda	6,52	0,50	7,00	1,32	0,12	7,00	7,00	7,00
soki owocowe	2,89	0,00	7,00	2,68	0,24	0,50	1,50	4,50
napoje gazowane	0,78	0,00	7,00	1,24	0,11	0,00	0,50	0,50
herbata	4,06	0,00	7,00	3,00	0,27	0,50	4,50	7,00
kawa	2,77	0,00	7,00	3,01	0,27	0,00	1,50	7,00
napoje alkoholowe	0,76	0,00	7,00	1,04	0,09	0,50	0,50	0,50

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe,

SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Badając korelacje pomiędzy częstością spożywania poszczególnych produktów spożywczych a zawartością sodu we włosach studentów objętych badaniem, nie odnotowano istotnej statystycznie zależności (Tabela 23).

Tabela 23. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość sodu (Na) we włosach studentów

Produkty spożywcze	n	r	t	p
pieczywo jasne	121	-0,13	-1,46	0,1478
pieczywo ciemne	121	0,03	0,30	0,7620
ziemniaki	121	-0,05	-0,58	0,5615
makaron	121	-0,08	-0,93	0,3560
ryż	121	-0,11	-1,22	0,2255
kasze	121	-0,04	-0,41	0,6857
płatki śniadaniowe	121	0,11	1,19	0,2348
płatki naturalne	121	0,04	0,42	0,6771
czekolady, batony	121	-0,17	-1,92	0,0571
cukier (słodzenie)	121	-0,07	-0,74	0,4608
ciasta, ciastka, drożdżówki	121	-0,12	-1,27	0,2053
fasola, bób, groch	121	0,11	1,25	0,2124
warzywa kapustne	121	0,08	0,92	0,3588
pozostałe warzywa	121	0,03	0,38	0,7051
orzechy, ziarna, pestki	121	-0,06	-0,67	0,5054
owoce	121	0,07	0,76	0,4496
mleko	121	-0,06	-0,70	0,4846
jogurty, kefir	121	-0,05	-0,57	0,5708
sery żółte	121	-0,01	-0,13	0,8933
sery pleśniowe	121	0,16	1,77	0,0791
twarogi	121	0,02	0,24	0,8098
jajka	121	0,09	0,98	0,3290

wędliny, kiełbasy	121	-0,02	-0,23	0,8214
ryby chude	121	0,05	0,51	0,6116
ryby tłuste	121	-0,06	-0,67	0,5027
owoce morza	121	-0,01	-0,08	0,9391
drób	121	0,00	0,03	0,9792
wieprzowina, wołowina	121	0,01	0,12	0,9047
podroby	121	-0,01	-0,07	0,9476
woda	121	-0,09	-0,99	0,3251
soki owocowe	121	0,03	0,38	0,7069
napoje gazowane	121	0,18	1,96	0,0521
herbata	121	0,06	0,68	0,5003
kawa	121	-0,10	-1,13	0,2627
napoje alkoholowe	121	0,09	1,01	0,3163

n – liczba badanych, $r(X,Y)$ – współczynnik korelacji liniowej Pearsona, t – wartość testu t-Studenta,

* – istotna zależność przy $p < 0,05$

Badając korelacje pomiędzy częstością spożywania poszczególnych produktów spożywczych a zawartością magnezu we włosach studentów objętych badaniem, odnotowano istotną statystycznie zależność w przypadku: pieczywa ciemnego ($p=0,0046$), kasz ($p=0,0003$), pozostałych warzyw ($p=0,0279$), orzechów, ziaren, pestek ($p=0,0157$), owoców ($p=0,0203$), jogurtów, kefirów ($p=0,0025$) oraz herbaty ($p=0,0215$). We wszystkich powyższych przypadkach, poza kaszami, otrzymano słabą dodatnią korelację ($r < 0,3$), zaś w przypadku kasz – dodatnią korelację przeciętną ($r < 0,5$). Oznacza to, że u studentów częściej spożywających wyżej wymienione produkty spożywcze, zawartość magnezu we włosach była wyższa niż u pozostałych respondentów (Tabela 24).

Tabela 24. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość magnezu (Mg) we włosach studentów

Produkty spożywcze	n	r	t	p
pieczywo jasne	121	-0,07	-0,75	0,4528
pieczywo ciemne	121	0,26	2,89	0,0046*
ziemniaki	121	0,14	1,51	0,1336
makaron	121	-0,08	-0,92	0,3605
ryż	121	0,04	0,39	0,6980
kasze	121	0,32	3,73	0,0003*
płatki śniadaniowe	121	-0,13	-1,48	0,1423
płatki naturalne	121	0,13	1,48	0,1404
czekolady, batony	121	0,03	0,37	0,7134

cukier (słodzenie)	121	-0,05	-0,58	0,5660
ciasta, ciastka, drożdżówki	121	-0,13	-1,41	0,1599
fasola, bób, groch	121	-0,07	-0,80	0,4235
warzywa kapustne	121	0,17	1,87	0,0645
pozostałe warzywa	121	0,20	2,23	0,0279*
orzechy, ziarna, pestki	121	0,22	2,45	0,0157*
owoce	121	0,21	2,35	0,0203*
mleko	121	0,00	0,05	0,9569
jogurty, kefiry	121	0,27	3,08	0,0025*
sery żółte	121	-0,08	-0,86	0,3889
sery pleśniowe	121	-0,03	-0,36	0,7223
twarogi	121	0,07	0,75	0,4569
jajka	121	0,07	0,79	0,4297
wędliny, kiełbasy	121	-0,05	-0,60	0,5499
ryby chude	121	-0,03	-0,28	0,7788
ryby tłuste	121	-0,03	-0,34	0,7311
owoce morza	121	-0,09	-0,97	0,3335
drób	121	0,11	1,24	0,2159
wieprzowina, wołowina	121	0,04	0,39	0,6988
podroby	121	-0,11	-1,17	0,2460
woda	121	0,12	1,28	0,2022
soki owocowe	121	-0,10	-1,08	0,2841
napoje gazowane	121	-0,11	-1,25	0,2122
herbata	121	0,21	2,33	0,0215*
kawa	121	0,07	0,78	0,4363
napoje alkoholowe	121	-0,05	-0,54	0,5920

n – liczba obserwacji, r – współczynnik korelacji rang Spearmana, t – wartość testu t-Studenta,

* – istotna zależność przy $p < 0,05$

Badając korelacje pomiędzy częstością spożywania poszczególnych produktów spożywczych a zawartością siarki we włosach studentów objętych badaniem, odnotowano istotną statystycznie zależność w przypadku: makaronu ($p=0,0014$), ryżu ($p=0,0185$), jajek ($p=0,0393$), drobiu ($p=0,0009$) oraz napojów gazowanych ($p=0,0035$). We wszystkich wyżej wymienionych przypadkach, poza drobiem, odnotowano słabą ($r < 0,3$) korelację dodatnią, natomiast w przypadku drobiu – dodatnią korelację przeciętną ($r < 0,5$). Oznacza to, że u studentów częściej spożywających makaron, ryż, jajka, drób i napoje gazowane, zawartość siarki we włosach była wyższa niż u pozostałych respondentów (Tabela 25).

Tabela 25. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość siarki (S) we włosach studentów

Produkty spożywcze	n	r	t	p
pieczywo jasne	121	0,04	0,41	0,6818
pieczywo ciemne	121	0,06	0,61	0,5434
ziemniaki	121	0,10	1,13	0,2621
makaron	121	0,29	3,27	0,0014*
ryż	121	0,21	2,39	0,0185*
kasze	121	-0,02	-0,26	0,7957
płatki śniadaniowe	121	0,01	0,10	0,9168
płatki naturalne	121	0,03	0,28	0,7779
czekolady, batony	121	-0,03	-0,28	0,7801
cukier (słodzenie)	121	0,06	0,69	0,4906
ciasta, ciastka, drożdżówki	121	0,15	1,69	0,0934
fasola, bób, groch	121	-0,09	-0,99	0,3257
warzywa kapustne	121	-0,06	-0,64	0,5252
pozostałe warzywa	121	-0,09	-1,00	0,3209
orzechy, ziarna, pestki	121	-0,09	-0,94	0,3495
owoce	121	-0,05	-0,51	0,6139
mleko	121	0,03	0,34	0,7327
jogurty, kefiry	121	0,05	0,58	0,5618
sery żółte	121	-0,06	-0,64	0,5243
sery pleśniowe	121	-0,02	-0,17	0,8678
twarogi	121	0,05	0,54	0,5904
jajka	121	0,19	2,08	0,0393*
wędliny, kiełbasy	121	0,10	1,13	0,2611
ryby chude	121	0,00	0,02	0,9816
ryby tłuste	121	0,02	0,27	0,7898
owoce morza	121	0,11	1,24	0,2192
drób	121	0,30	3,39	0,0009*
wieprzowina, wołowina	121	0,17	1,91	0,0582
podroby	121	0,15	1,65	0,1020
woda	121	0,13	1,48	0,1426
soki owocowe	121	0,09	1,00	0,3204
napoje gazowane	121	0,26	2,98	0,0035*
herbata	121	-0,03	-0,38	0,7047
kawa	121	0,02	0,25	0,8024
napoje alkoholowe	121	-0,02	-0,27	0,7864

n – liczba obserwacji, r – współczynnik korelacji rang Spearmana, t – wartość testu t-Studenta,

* – istotna zależność przy $p < 0,05$

Analizując korelacje pomiędzy częstością spożywania poszczególnych produktów spożywczych a zawartością potasu we włosach studentów objętych badaniem, odnotowano istotną statystycznie zależność tylko w przypadku warzyw kapustnych ($p=0,0492$). W tym przypadku stwierdzono słabą ($r<0,3$) korelację dodatnią. Oznacza to, że u studentów częściej spożywających warzywa kapustne zawartość potasu we włosach była wyższa niż u pozostałych respondentów (Tabela 26).

Tabela 26. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość potasu (K) we włosach studentów

Produkty spożywcze	n	r	t	p
pieczywo jasne	121	-0,06	-0,62	0,5368
pieczywo ciemne	121	0,10	1,15	0,2524
ziemniaki	121	-0,03	-0,36	0,7171
makaron	121	0,00	-0,01	0,9901
ryż	121	0,08	0,90	0,3709
kasze	121	-0,03	-0,36	0,7201
płatki śniadaniowe	121	0,09	0,94	0,3480
płatki naturalne	121	0,05	0,54	0,5908
czekolady, batony	121	-0,05	-0,49	0,6216
cukier (słodzenie)	121	0,01	0,09	0,9264
ciasta, ciastka, drożdżówki	121	-0,06	-0,62	0,5339
fasola, bób, groch	121	0,05	0,60	0,5494
warzywa kapustne	121	0,18	1,99	0,0492*
pozostałe warzywa	121	0,11	1,15	0,2513
orzechy, ziarna, pestki	121	0,15	1,63	0,1065
owoce	121	0,07	0,76	0,4502
mleko	121	0,06	0,67	0,5033
jogurty, kefiry	121	0,12	1,30	0,1956
sery żółte	121	-0,03	-0,33	0,7393
sery pleśniowe	121	0,14	1,50	0,1372
twarogi	121	-0,09	-0,95	0,3452
jajka	121	0,06	0,65	0,5202
wędliny, kiełbasy	121	0,03	0,33	0,7422
ryby chude	121	0,10	1,05	0,2954
ryby tłuste	121	0,11	1,23	0,2204
owoce morza	121	0,12	1,31	0,1938
drób	121	0,11	1,23	0,2215

wieprzowina, wołowina	121	0,00	0,01	0,9919
podroby	121	0,09	0,98	0,3305
woda	121	0,12	1,35	0,1791
soki owocowe	121	-0,03	-0,34	0,7347
napoje gazowane	121	0,17	1,90	0,0601
herbata	121	0,04	0,41	0,6831
kawa	121	0,08	0,86	0,3892
napoje alkoholowe	121	0,17	1,83	0,0704

n – liczba obserwacji, r – współczynnik korelacji rang Spearmana, t – wartość testu t-Studenta, * – istotna zależność przy $p < 0,05$

Analizując korelacje pomiędzy częstością spożywania poszczególnych produktów spożywczych a zawartością wapnia we włosach studentów objętych badaniem, odnotowano istotną statystycznie zależność w przypadku: makaronu ($p=0,0014$), ryżu ($p=0,0086$), jajek ($p=0,0111$), drobiu ($p=0,0024$), podrobów ($p=0,0441$) oraz napojów gazowanych ($p=0,0003$). We wszystkich wyżej wymienionych przypadkach, poza napojami gazowanymi, otrzymano słabą ($r < 0,3$) ujemną korelację, natomiast w przypadku napojów gazowanych – ujemną korelację przeciętną ($r < 0,5$). Oznacza to, że u studentów częściej spożywających makaron, ryż, jajka, drób, podroby oraz napoje gazowane zawartość wapnia we włosach była niższa niż u pozostałych respondentów (Tabela 27).

Tabela 27. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość wapnia (Ca) we włosach studentów

Produkty spożywcze	n	r	t	p
pieczywo jasne	121	-0,05	-0,51	0,6133
pieczywo ciemne	121	-0,12	-1,29	0,2012
ziemniaki	121	-0,10	-1,09	0,2773
makaron	121	-0,29	-3,27	0,0014*
ryż	121	-0,24	-2,67	0,0086*
kasze	121	-0,02	-0,20	0,8428
płatki śniadaniowe	121	0,01	0,11	0,9139
płatki naturalne	121	-0,04	-0,46	0,6435
czekolady, batony	121	0,09	1,01	0,3162
cukier (słodzenie)	121	-0,06	-0,65	0,5196
ciasta, ciastka, drożdżówki	121	-0,04	-0,42	0,6735
fasola, bób, groch	121	0,05	0,58	0,5655
warzywa kapustne	121	-0,04	-0,40	0,6870
pozostałe warzywa	121	0,06	0,65	0,5148

orzechy, ziarna, pestki	121	0,05	0,52	0,6050
owoce	121	0,02	0,20	0,8420
mleko	121	-0,03	-0,35	0,7299
jogurty, kefiry	121	-0,08	-0,89	0,3770
sery żółte	121	0,10	1,06	0,2897
sery pleśniowe	121	-0,04	-0,43	0,6683
twarogi	121	-0,01	-0,10	0,9196
jajka	121	-0,23	-2,58	0,0111*
wędliny, kiełbasy	121	-0,11	-1,16	0,2498
ryby chude	121	-0,01	-0,15	0,8782
ryby tłuste	121	-0,07	-0,75	0,4543
owoce morza	121	-0,08	-0,90	0,3688
drób	121	-0,27	-3,10	0,0024*
wieprzowina, wołowina	121	-0,17	-1,89	0,0614
podroby	121	-0,18	-2,03	0,0441*
woda	121	-0,16	-1,72	0,0888
soki owocowe	121	-0,06	-0,63	0,5325
napoje gazowane	121	-0,32	-3,68	0,0003*
herbata	121	0,03	0,33	0,7423
kawa	121	0,02	0,18	0,8571
napoje alkoholowe	121	-0,04	-0,46	0,6471

n – liczba obserwacji, r – współczynnik korelacji rang Spearmana, t – wartość testu t-Studenta,

* – istotna zależność przy $p < 0,05$

Analizując korelacje pomiędzy częstością spożywania poszczególnych produktów spożywczych a zawartością ołowiu we włosach studentów objętych badaniem, odnotowano istotną statystycznie zależność tylko w przypadku ciasta, ciastek i drożdżówek ($p = 0,0195$). W tym przypadku otrzymano słabą ($r < 0,3$), ujemną korelację. Oznacza to, że u studentów częściej spożywających ciasta, ciasteczka i drożdżówki, zawartość ołowiu we włosach była niższa niż u pozostałych respondentów (Tabela 28).

Tabela 28. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość ołowiu (Pb) we włosach studentów

Produkty spożywcze	n	r	t	p
pieczywo jasne	121	0,13	1,44	0,1519
pieczywo ciemne	121	0,15	1,62	0,1080
ziemniaki	121	0,05	0,57	0,5726

makaron	121	0,06	0,63	0,5305
ryż	121	0,16	1,73	0,0858
kasze	121	0,16	1,77	0,0796
płatki śniadaniowe	121	-0,07	-0,82	0,4164
płatki naturalne	121	-0,06	-0,65	0,5140
czekolady, batony	121	-0,12	-1,29	0,1996
cukier (słodzenie)	121	0,02	0,26	0,7947
ciasta, ciastka, drożdżówki	121	-0,21	-2,37	0,0195*
fasola, bób, groch	121	0,04	0,43	0,6714
warzywa kapustne	121	0,11	1,22	0,2268
pozostałe warzywa	121	-0,04	-0,49	0,6279
orzechy, ziarna, pestki	121	-0,03	-0,38	0,7071
owoce	121	0,01	0,13	0,8961
mleko	121	-0,07	-0,73	0,4670
jogurty, kefiry	121	0,08	0,87	0,3843
sery żółte	121	-0,01	-0,14	0,8872
sery pleśniowe	121	0,00	0,00	0,9992
twarogi	121	-0,15	-1,68	0,0957
jajka	121	0,04	0,40	0,6918
wędliny, kiełbasy	121	0,06	0,64	0,5250
ryby chude	121	0,00	-0,01	0,9899
ryby tłuste	121	0,10	1,11	0,2701
owoce morza	121	-0,05	-0,50	0,6145
drób	121	0,00	0,00	0,9979
wieprzowina, wołowina	121	-0,01	-0,12	0,9055
podroby	121	0,07	0,80	0,4233
woda	121	0,07	0,74	0,4601
soki owocowe	121	-0,07	-0,81	0,4217
napoje gazowane	121	0,09	0,98	0,3314
herbata	121	-0,02	-0,18	0,8578
kawa	121	-0,10	-1,11	0,2712
napoje alkoholowe	121	0,10	1,07	0,2884

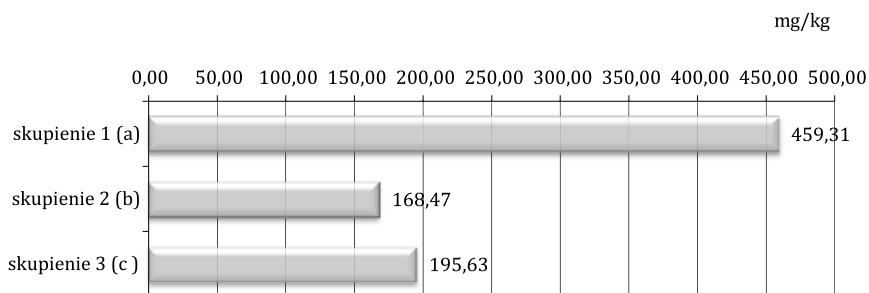
n – liczba obserwacji, r – współczynnik korelacji rang Spearmana, t – wartość testu t-Studenta,

* – istotna zależność przy $p < 0,05$

4.6. Analiza skupień

W dalszej części pracy, korzystając z analizy skupień, przy wykorzystaniu metody k-średnich, podzielono badanych respondentów na trzy grupy. Jako zmienne zależne przyjęto dane o zawartości sześciu analizowanych mikro- i makroelementów we włosach, które poddano procesowi standaryzacji. W pierwszym skupieniu znalazło się 18 (14,9%) studentów, w drugim 55 (45,4%), zaś w trzecim 48 (39,7%).

Porównując zawartość sodu we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień, odnotowano zróżnicowanie istotne statystycznie ($p < 0,0001$). U studentów sklasyfikowanych do pierwszego skupienia zawartość sodu była istotnie wyższa ($Me = 459,31$ mg/kg) niż w przypadku pozostałych respondentów należących do skupienia drugiego ($Me = 168,47$ mg/kg) i skupienia trzeciego ($Me = 195,63$ mg/kg) (Rycina 18, Tabela 29).



Statystyczna ocena różnic

$H = 36,10$; $p < 0,0001$ *

a:b $Z = 5,96$; $p < 0,0001$ *

a:c $Z = 4,94$; $p < 0,0001$ *

H – wartość testu Kruskala-Wallisa, F – wartość testu porównań wielokrotnych (test post-hoc Kruskala-Wallisa),

* – istotne zróżnicowanie przy $p < 0,05$

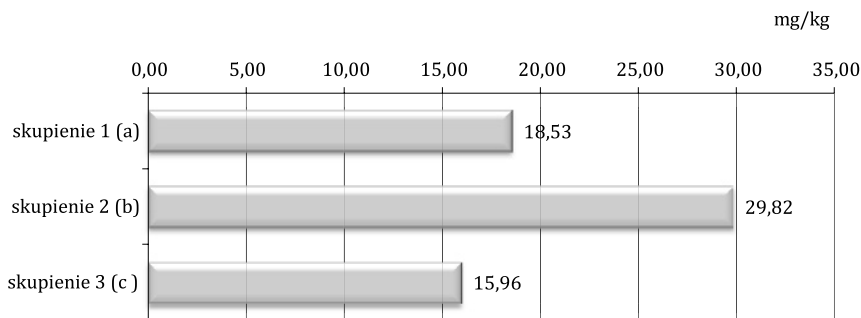
Rycina 18. Zróżnicowanie zawartości sodu (Na) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

Tabela 29. Zawartość sodu (Na) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Sód – Na (mg/kg)								
skupienie 1 (a)	515,23	204,72	1106,02	248,03	58,46	330,72	459,31	637,08
skupienie 2 (b)	170,55	48,95	342,65	72,93	9,83	122,00	168,47	217,51
skupienie 3 (c)	211,71	52,12	688,80	129,93	18,75	120,28	195,63	291,11
ogół	238,15	48,95	1106,02	177,80	16,16	127,08	197,16	291,11

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Analizując zawartość magnezu we włosach studentów objętych badaniem, przy uwzględnieniu skupień, również odnotowano zróżnicowanie istotne statystycznie ($p=0,0056$). U studentów sklasyfikowanych do drugiego skupienia, zawartość magnezu była istotnie wyższa ($Me=29,82$ mg/kg) niż w przypadku pozostałych respondentów, szczególnie badanych należących do skupienia trzeciego ($Me=15,96$ mg/kg) (Rycina 19, Tabela 30).



Statystyczna ocena różnic:

$H=10,36$; $p=0,0056^*$; $b:c Z=3,21$; $p=0,0039^*$

H – wartość testu Kruskala-Wallisa, F – wartość testu porównań wielokrotnych (test post-hoc Kruskala-Wallisa),

* – istotne zróżnicowanie przy $p<0,05$

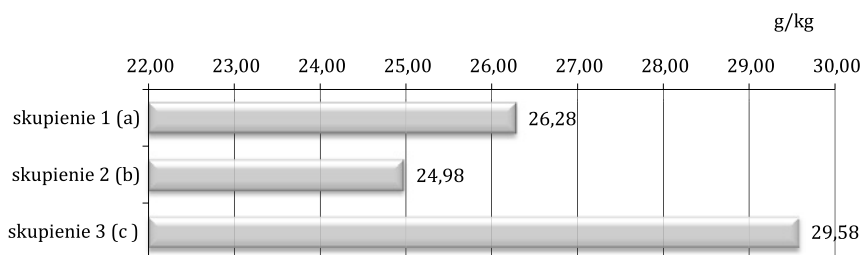
Rycina 19. Zróżnicowanie zawartości magnezu (Mg) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

Tabela 30. Zawartość magnezu (Mg) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Magnez – Mg (mg/kg)								
skupienie 1 (a)	22,34	12,38	51,68	11,11	2,62	15,70	18,53	23,55
skupienie 2 (b)	33,75	4,15	204,13	31,71	4,28	17,24	29,82	39,68
skupienie 3 (c)	20,47	4,44	54,25	12,98	1,87	12,18	15,96	24,25
ogół	26,78	4,15	204,13	24,02	2,18	13,38	19,39	35,12

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Także w przypadku zawartości siarki we włosach studentów objętych badaniem, analiza statystyczna wykazała istotne zróżnicowanie ($p<0,0001$) pomiędzy badanymi sklasyfikowanymi do jednej z trzech grup skupień. U studentów należących do trzeciego skupienia, zawartość siarki we włosach była istotnie wyższa ($Me=29,58$ g/kg) niż w przypadku pozostałych respondentów, należących do skupienia pierwszego ($Me=26,28$ g/kg) i drugiego ($Me=24,98$ g/kg) (Rycina 20, Tabela 31).



Statystyczna ocena różnic

H=80,29; $p<0,0001^*$

a:b Z=2,52; $p=0,0354^*$; a:c Z=3,92; $p=0,0003^*$; b:c Z=8,94; $p<0,0001^*$

H – wartość testu Kruskala-Wallisa, F – wartość testu porównań wielkokrotnych (test post-hoc Kruskala-Wallisa),

* – istotne zróżnicowanie przy $p<0,05$

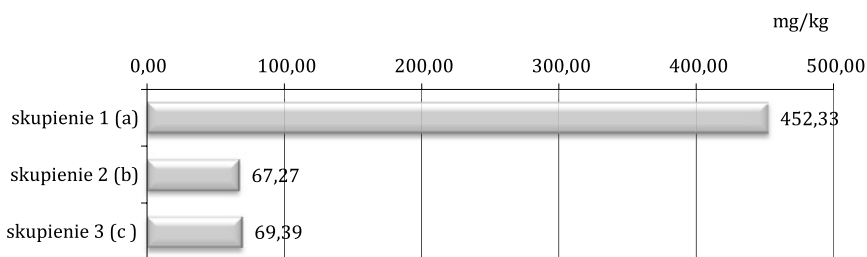
Rycina 20. Zróżnicowanie zawartości siarki (S) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

Tabela 31. Zawartość siarki (S) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Siarka – S (g/kg)								
skupienie 1 (a)	26,57	22,72	29,15	1,90	0,45	25,17	26,28	28,56
skupienie 2 (b)	24,80	20,10	27,48	1,76	0,24	23,70	24,98	26,07
skupienie 3 (c)	29,41	27,16	31,79	1,42	0,20	28,23	29,58	30,86
ogół	26,90	20,10	31,79	2,69	0,24	24,89	26,80	28,72

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Analizując zawartość potasu we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień, również odnotowano zróżnicowanie istotne statystycznie ($p<0,0001$). Podobnie jak w przypadku zawartości sodu u studentów sklasyfikowanych do pierwszego skupienia, zawartość potasu we włosach była istotnie wyższa (Me=452,33 mg/kg) niż w przypadku pozostałych respondentów należących do skupienia drugiego (Me=67,27 mg/kg) i skupienia trzeciego (Me=69,39 mg/kg) (Rycina 21, Tabela 32).



Statystyczna ocena różnic

$H=43,09$; $p<0,0001^*$

a:b $Z=6,31$; $p<0,0001^*$;

a:c $Z=5,88$; $p<0,0001^*$

H – wartość testu Kruskala-Wallisa, F – wartość testu porównań wielokrotnych (test post-hoc Kruskala-Wallisa),

* – istotne zróżnicowanie przy $p<0,05$

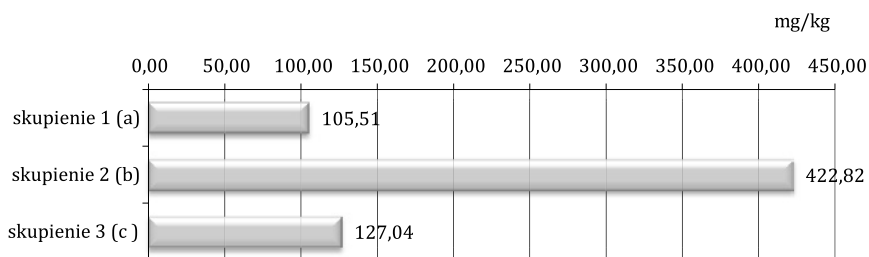
Rycina 21. Zróżnicowanie zawartości potasu (K) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

Tabela 32. Zawartość potasu (K) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Potas – K (mg/kg)								
skupienie 1 (a)	448,22	180,41	830,87	174,61	41,16	316,43	452,33	537,39
skupienie 2 (b)	97,25	9,09	491,24	88,99	12,00	44,88	67,27	116,06
skupienie 3 (c)	89,96	11,52	235,14	54,07	7,80	54,06	69,39	133,10
ogół	146,57	9,09	830,87	158,35	14,40	50,87	80,15	174,00

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Także w przypadku zawartości wapnia we włosach studentów objętych badaniem analiza statystyczna wykazała istotne zróżnicowanie ($p<0,0001$) pomiędzy badanymi sklasyfikowanymi do jednej z trzech grup skupień. W tym przypadku, podobnie jak w przypadku zawartości magnezu, u studentów sklasyfikowanych do drugiego skupienia zawartość wapnia we włosach była istotnie wyższa ($Me=422,82$ mg/kg) niż w przypadku pozostałych respondentów należących do skupienia pierwszego ($Me=105,51$ mg/kg) i skupienia trzeciego ($Me=127,04$ mg/kg) (Rycina 22, Tabela 33).



Statystyczna ocena różnic

H=84,03; $p<0,0001^*$

a:b Z=5,84; $p<0,0001^*$;

b:c Z=8,63; $p<0,0001^*$

H – wartość testu Kruskala-Wallisa, F – wartość testu porównań wielokrotnych (test post-hoc Kruskala-Wallisa),

* – istotne zróżnicowanie przy $p<0,05$

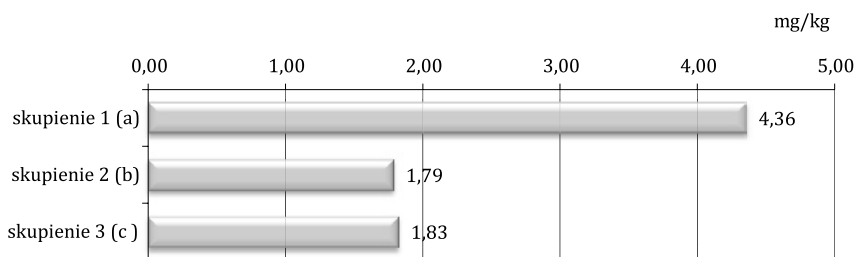
Rycina 22. Zróżnicowanie zawartości wapnia (Ca) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

Tabela 33. Zawartość wapnia (Ca) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Wapń – Ca (mg/kg)								
skupienie 1 (a)	160,98	29,79	413,74	114,19	26,92	77,58	105,51	250,45
skupienie 2 (b)	438,01	229,87	720,85	105,12	14,17	348,78	422,82	513,49
skupienie 3 (c)	141,01	25,06	297,40	78,88	11,39	72,36	127,04	197,68
ogół	278,98	25,06	720,85	174,79	15,89	120,86	265,98	415,65

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

Analizując zawartość ołowiu we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień, również odnotowano zróżnicowanie istotne statystycznie ($p<0,0001$). W tym przypadku, podobnie jak w przypadku zawartości sodu i potasu, u studentów sklasyfikowanych do pierwszego skupienia zawartość ołowiu we włosach była istotnie wyższa (Me=4,36 mg/kg) niż w przypadku pozostałych respondentów należących do skupienia drugiego (Me=1,79 mg/kg) i skupienia trzeciego (Me=1,83 mg/kg) (Rycina 23, Tabela 34).



Statystyczna ocena różnic

$H=17,63$; $p<0,0001^*$

a:b $Z=4,00$; $p=0,0002^*$;

a:c $Z=3,82$; $p=0,0004^*$

H – wartość testu Kruskala-Wallisa, F – wartość testu porównań wielokrotnych (test post-hoc Kruskala-Wallisa),

* – istotne zróżnicowanie przy $p<0,05$

Rycina 23. Zróżnicowanie zawartości ołowiu (Pb) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

Tabela 34. Zawartość ołowiu (Pb) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień

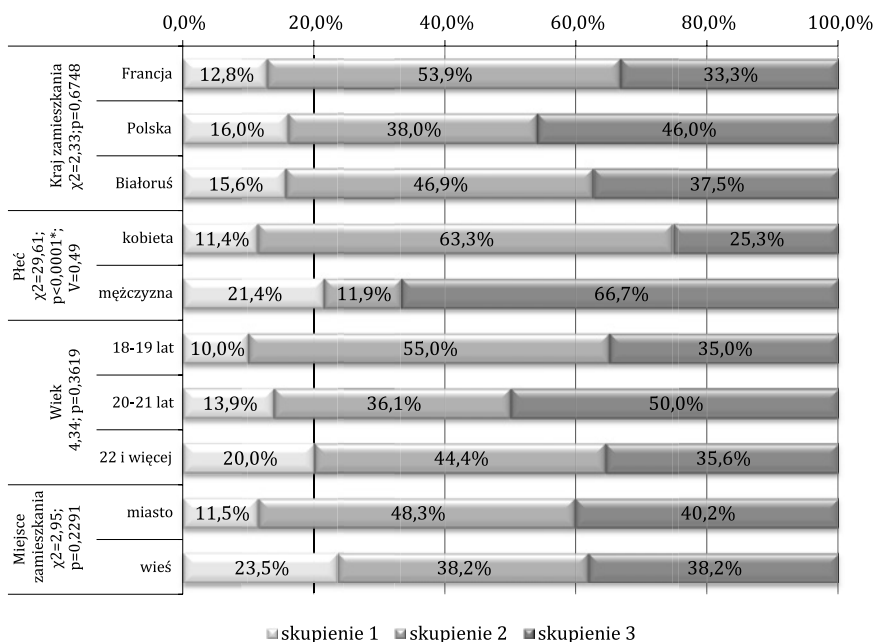
	$\bar{x}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD	SE	Q1	Me	Q3
Ołów – Pb (mg/kg)								
skupienie 1 (a)	4,14	1,53	9,20	1,82	0,43	2,77	4,36	5,10
skupienie 2 (b)	2,17	0,09	5,93	1,28	0,17	1,36	1,79	2,85
skupienie 3 (c)	2,37	0,00	6,58	1,68	0,24	1,20	1,83	2,91
ogół	2,55	0,00	9,20	1,67	0,15	1,39	2,04	3,51

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, $x_{\min}$ – minimalny wynik, $x_{\max}$ – maksymalny wynik, SD – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy, Q1 – dolny kwartył, Me – mediana, Q3 – górny kwartył

W rezultacie otrzymano trzy odmienne skupienia respondentów. W pierwszym skupieniu znalazły się osoby posiadające najwyższą zawartość we włosach sodu, potasu i ołowiu oraz najniższą zawartość wapnia. Do drugiego skupienia sklasyfikowano osoby posiadające we włosach najwyższą zawartość magnezu i wapnia oraz najniższą zawartość sodu, siarki i potasu i ołowiu. Osoby należące do trzeciego skupienia posiadały we włosach natomiast najwyższą zawartość siarki oraz najniższą zawartość magnezu. W dalszej części analizy postanowiono poszukać determinantów wpływających pośrednio na przynależność do danego skupienia.

Badając wpływ cech demograficznych na przynależność do poszczególnych skupień, analiza statystyczna wykazała istotny wpływ tylko w przypadku płci ($p<0,0001^*$). W przypadku pozostałych analizowanych cech: kraju zamieszkania ($p=0,6748$), wieku ($p=0,3619$) oraz miejsca zamieszkania ($p=0,2291$), nie wykazano istotnych zależności. Większość badanych kobiet została sklasyfikowana do drugiego skupienia (63,3%), w odróżnieniu od mężczyzn, którzy w większości reprezentowali

wali skupienie trzecie (66,7%). Badając siłę zależności pomiędzy płcią a przynależnością do skupień, stwierdzono umiarkowany związek ($V=0,49$) (Rycina 24).



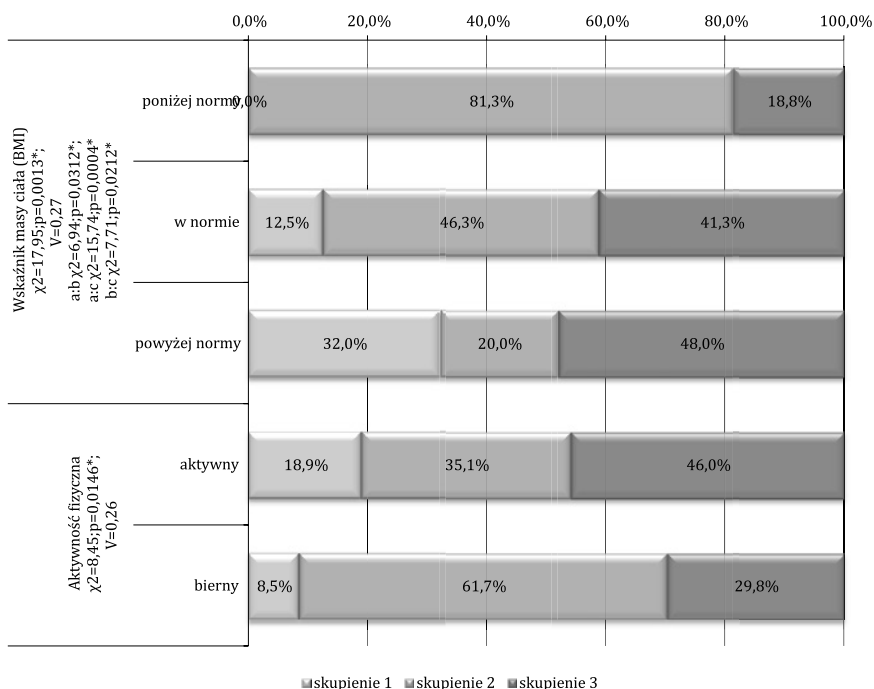
χ^2 – wartość testu Chi kwadrat Pearsona, V – wartość testu V Cramera

* – istotna zależność przy $p<0,05$

Rycina 24. Przynależność do poszczególnych skupień przy uwzględnieniu cech demograficznych

Analizując wpływ wskaźnika masy ciała na przynależność do badanych skupień, wykazano istotną statystycznie zależność ($p=0,0013$) o słabym związku ($V=0,27$). Istotnie statystycznie osoby z grupy posiadającej najniższy wskaźnik masy ciała (BMI) należeli do drugiego skupienia (81,3%), respondenci z BMI w normie: do drugiego (46,3%) lub trzeciego skupienia (41,3%), zaś osoby z najwyższym BMI: do skupienia trzeciego (48,0%) lub skupienia pierwszego (32,0%).

Również w przypadku aktywności fizycznej wykazano istotną zależność ($p=0,0146$) o słabym związku ($V=0,26$). Większość respondentów aktywnych fizycznie należało do trzeciego (46,0%) lub drugiego skupienia (35,1%). W przypadku osób biernych fizycznie, większość sklasyfikowano do drugiego skupienia (61,7%) (Rycina 25).

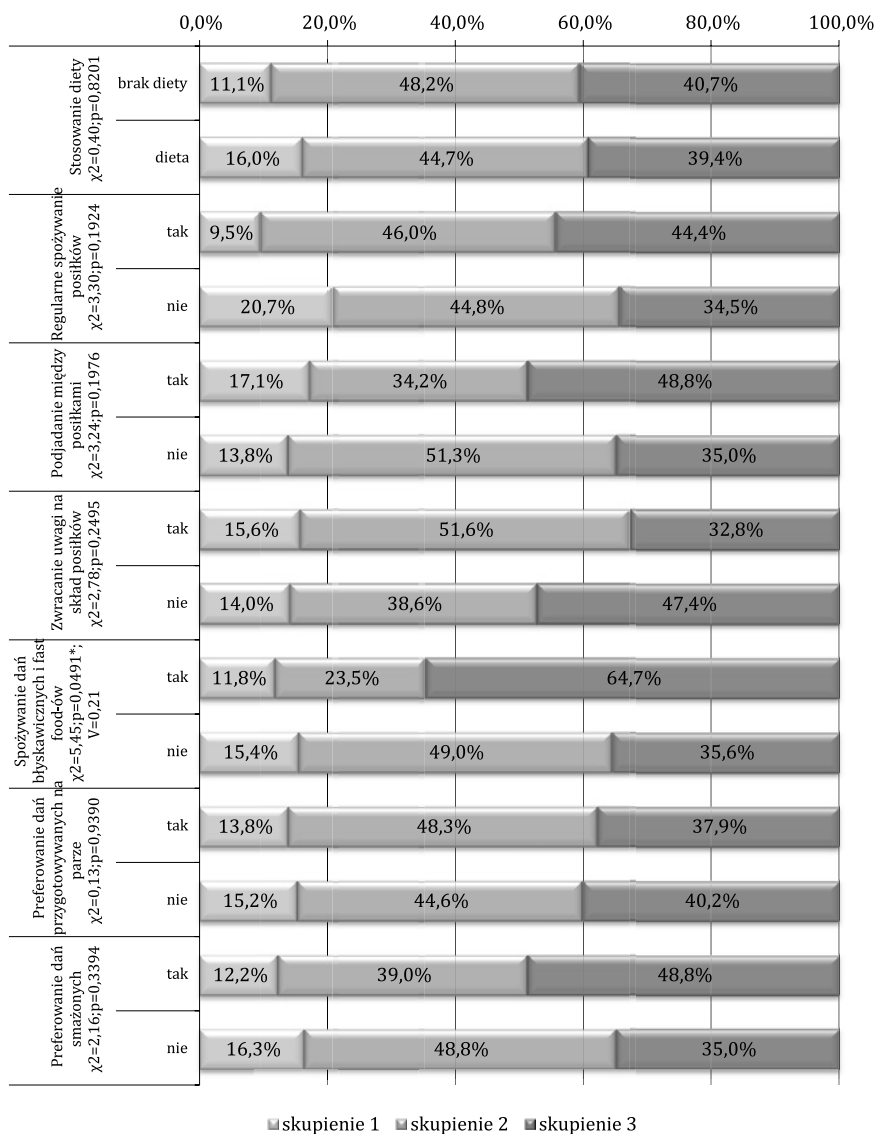


χ^2 – wartość testu Chi kwadrat Pearsona, V – wartość testu V Cramera

* – istotna zależność przy $p < 0,05$

Rycina 25. Przynależność do poszczególnych skupień przy uwzględnieniu wskaźnika masy ciała (BMI) i aktywności fizycznej

Badając wpływ zachowań żywieniowych na przynależność do poszczególnych grup skupień, analiza statystyczna nie wykazała istotnego związku poza spożywaniem dań błyskawicznych i fast food-ów ($p=0,0491$). Badani respondenci, którzy wskazali, że spożywają takie produkty, w większości przypadków znaleźli się w trzecim skupieniu (64,7%), natomiast pozostali badani w większości w skupieniu drugim (49,0%). Siłę badanego związku określono na poziomie niskim ($V=0,21$) (Rycina 26).



χ^2 – wartość testu Chi kwadrat Pearsona, V – wartość testu V Cramera

* – istotna zależność przy $p < 0,05$

Rycina 26. Przynależność do poszczególnych skupień przy uwzględnieniu zachowań żywieniowych

4.7. Zależności pomiędzy analizowanymi składnikami mineralnymi

Badając współczynnik korelacji pomiędzy analizowanymi mikro- i makroelementami, zauważono istotną dodatnią zależność pomiędzy: poziomem sodu a poziomem potasu ($p=0,0001$), poziomem magnezu a poziomem wapnia ($p=0,0006$) oraz poziomem potasu a poziomem ołowiu ($p=0,0001$). Wykryto również istnienie istotnych, ujemnych korelacji pomiędzy poziomem sodu a poziomem magnezu ($p=0,0251$), poziomem sodu a poziomem wapnia ($p=0,0017$), poziomem siarki a poziomem magnezu ($p=0,0004$), poziomem siarki a poziomem wapnia ($p=0,0001$) oraz poziomem potasu a poziomem wapnia ($p=0,0165$). W przypadku badania zależności pomiędzy zawartości sodu i magnezu, sodu i wapnia oraz wapnia i potasu uzyskano korelację słabą ($r<0,3$). W przypadku zależności pomiędzy zawartością we włosach studentów objętych badaniem magnezu i siarki, magnezu i wapnia, potasu i sodu oraz potasu i ołowiu uzyskano korelację przeciętną ($r<0,4$). W przypadku zależności pomiędzy zawartością we włosach wapnia i siarki uzyskano natomiast korelację prawie pełną (Tabela 35, Tabela 36).

Tabela 35. Analiza korelacji analizowanych mikro- i makroelementów

	Na	Mg	S	K	Ca	Pb
Na	1,00					
Mg	-0,20*	1,00				
S	0,10	-0,32*	1,00			
K	0,41*	0,01	-0,05	1,00		
Ca	-0,28*	0,31*	-0,91*	-0,22*	1,00	
Pb	0,00	0,02	-0,13	0,37*	-0,14	1,00

* – istotna zależność przy $p<0,05$

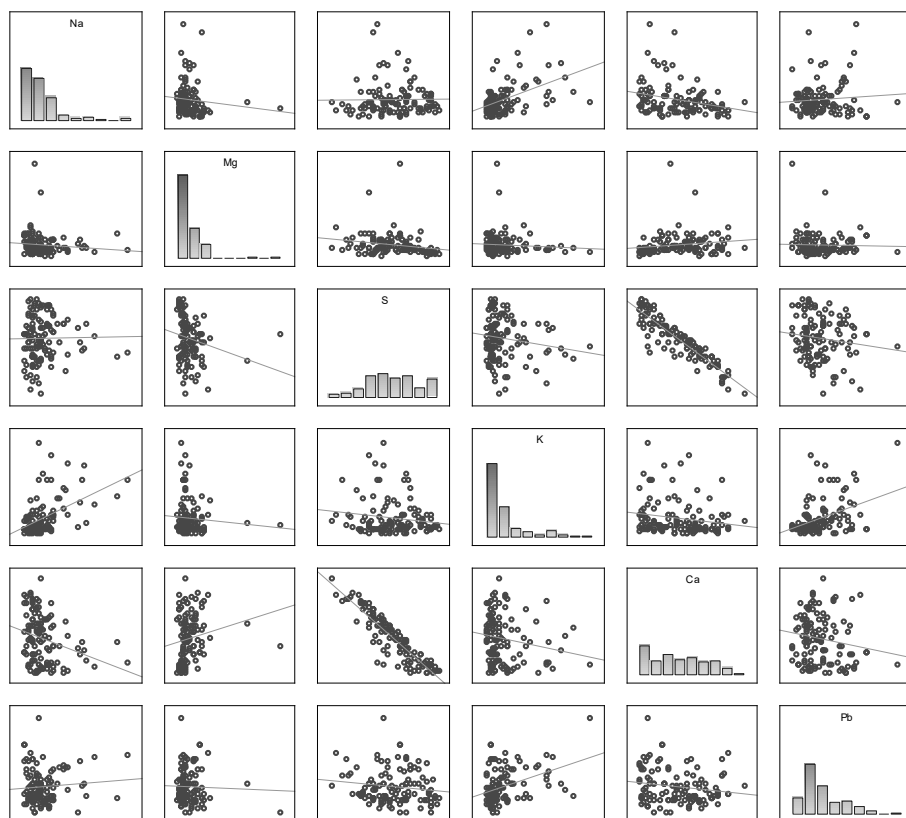
Z uzyskanych wyników można wnioskować, że osoby które miały wyższą zawartość wapnia we włosach, miały również wyższą zawartość we włosach magnezu oraz niższą sodu, siarki i potasu; studenci z wyższą zawartością potasu we włosach mieli również wyższą zawartość we włosach sodu i ołowiu, natomiast respondenci, którzy mieli wyższą zawartość magnezu we włosach, mieli również niższą zawartość we włosach siarki i sodu (Tabela 35, Tabela 36, Rycina 27).

Tabela 36. Szczegółowa analiza korelacji analizowanych mikro- i makroelementów

	n	r	t	p
Sód				
Na & Mg	121	-0,20	-2,27	0,0251*
Na & S	121	0,10	1,10	0,2722
Na & K	121	0,41	4,93	0,0001*
Na & Ca	121	-0,28	-3,21	0,0017*
Na & Pb	121	0,00	-0,03	0,9748
Magnez				
Mg & Na	121	-0,20	-2,27	0,0251*
Mg & S	121	-0,32	-3,63	0,0004*
Mg & K	121	0,01	0,06	0,9537
Mg & Ca	121	0,31	3,52	0,0006*
Mg & Pb	121	0,02	0,17	0,8629
Siarka				
S & Na	121	0,10	1,10	0,2722
S & Mg	121	-0,32	-3,63	0,0004*
S & K	121	-0,05	-0,52	0,6017
S & Ca	121	-0,91	-23,76	0,0001*
S & Pb	121	-0,13	-1,44	0,1526
Potas				
K & Na	121	0,41	4,93	0,0001*
K & Mg	121	0,01	0,06	0,9537
K & S	121	-0,05	-0,52	0,6017
K & Ca	121	-0,22	-2,43	0,0165*
K & Pb	121	0,37	4,36	0,0001*
Wapń				
Ca & Na	121	-0,28	-3,21	0,0017*
Ca & Mg	121	0,31	3,52	0,0006*
Ca & S	121	-0,91	-23,76	0,0001*
Ca & K	121	-0,22	-2,43	0,0165*
Ca & Pb	121	-0,14	-1,59	0,1140
Ołów				
Pb & Na	121	0,00	-0,03	0,9748
Pb & Mg	121	0,02	0,17	0,8629
Pb & S	121	-0,13	-1,44	0,1526
Pb & K	121	0,37	4,36	0,0001*
Pb & Ca	121	-0,14	-1,59	0,1140

n – liczba obserwacji, r – współczynnik korelacji rang Spearmana, t – wartość testu t-Studenta,

* – istotna zależność przy $p < 0,05$



Rycina 27. Wykres rozrzutu analizowanych składników mineralnych

Zakończenie

Analizowane mikro- i makroelementy obecne w ciele człowieka ogrywają ważną rolę istotnie związaną ze zdrowiem. Podstawowe składniki mineralne, takie jak wapń, potas, magnez czy sód są składnikami wielu enzymów, wspierają przewodzenie nerwów, mięśni i skurczy [97]. Niedobór jak i nadmiar badanych biopierwiastków może być przyczyną wielu problemów zdrowotnych [74,76,97]. Większość autorów uważa, że zawartość pierwiastków we włosach odpowiada poziomowi składników mineralnych w całym organizmie.

Włosy jako materiał analityczny były od dawna stosowane do oznaczeń składu pierwiastkowego, a przede wszystkim zawartości metali ciężkich. Początkową barierą w rozpowszechnieniu stosowania oznaczenia we włosach składników mineralnych był brak odpowiednich technik i procedur analitycznych. Oznaczenie mikrośladowych ilości metali ciężkich wykonywano początkowo metodami kolorymetrycznymi, a następnie spektrofotometrycznymi. Te metody charakteryzowały się jednak skomplikowaną i długotrwałą procedurą przygotowywania próbek oraz wymagały wykorzystania dużej ilości materiału analitycznego. Włosy były mineralizowane na mokro z użyciem stężonych kwasów nieorganicznych. Wyniki takich badań były obarczone dużym błędem spowodowanym zbyt skomplikowaną procedurą oraz zbyt małą czułością metody. W związku z powyższym, w badaniach analitycznych preferowane były analizy składu mineralnego, przy użyciu krwi i moczu. Przyjmowano, że określenie stężenia makropierwiastków takich jak: sód, potas, wapń czy magnez we krwi i moczu, odpowiada poziomowi składników mineralnych w organizmie [151,152].

W kolejnych latach okazało się jednak, że oznaczenie poziomu składników mineralnych przy użyciu krwi lub moczu, niewiele może powiedzieć o faktycznym jego niedoborze lub nadmiarze w ustroju. Osocze i jego skład jest rezultatem wyrównywania niedoborów przez mechanizmy homeostatyczne. Stąd też wynikła konieczność poszukiwania materiału biologicznego, który bardziej precyzyjnie pozwoli śledzić zachowanie się stężenia biopierwiastków w ustroju. Najbardziej miarodajne okazało się określenie zawartości mikro- i makroelementów w tkankach, jednak tego rodzaju badania wywołują wątpliwości natury etycznej i nie można ich powszechnie stosować. Włosy są obojętną, trwałą tkanką, która nie ulega biologicznej degradacji. Zawartość biopierwiastków we włosach jest od 50 do 100 razy wyższa niż w przypadku krwi czy moczu [57,58]. Sposób pobierania włosów, w porównaniu do innych materiałów analitycznych, jest nieinwazyjny. Włosy łatwo się oczyszczają z zanieczyszczeń środowiskowych, łatwo transportuje i przechowuje, a rozwinięte techniki analityczne pozwalają precyzyjnie określić skład mineralny [59,60]. Dzięki właściwościom włosów, możliwe jest oznaczenie składu pierwiastkowego nawet po śmierci człowieka, kiedy już inne tkanki uległy rozkładowi. Znane są badania prze-

prowadzone na włosach 500-letniej mumii, we włosach której wykryto obecność narkotyków [128].

Włosy jako marker przy ocenie gospodarki mineralnej człowieka

Włosy stanowią czuły marker wykrywający liczne choroby. Wzbudza to zainteresowanie coraz większej liczby autorów artykułów, którzy dokonują porównania składu mineralnego włosów chorych osób w odniesieniu do osób zdrowych. Przeprowadzono między innymi badania, które wykazały niedobór żelaza u osób cierpiących na chorobę Parkinsona [70], mniejszą zawartość miedzi u osób posiadających opóźnienie psychiczne czy większą zawartość antymonu u osób z rakiem, a także mniejszą ilość żelaza oraz większą ilość kadmu u osób z nadciśnieniem [153].

W ostatnich latach zwiększa się również liczba osób poszukujących przyczyn wystąpienia autyzmu wśród dzieci. Wielu autorów artykułów poszukuje związków między zawartością składników mineralnych we włosach dzieci chorych oraz we włosach ich matek, porównując wyniki z badaniami przeprowadzonymi nad osobami zdrowymi [71,72,73,74,154]. W przeprowadzonych badaniach wykazano między innymi, że dzieci cierpiące na zaburzenia autystyczne miały wielokrotne podwyższony poziom ołowiu, chromu, glinu, wanadu, molibdenu, kadmu, niklu i kobaltu niż porównywana grupa kontrolna [75,79,80,81].

Wpływ badanych cech na zawartość sodu we włosach studentów

Sód jest jednym z makroelementów niezbędnych do funkcjonowania organizmu. Niedobór jak i nadmiar sodu może być przyczyną wystąpienia wielu chorób. Objawami niedoboru omawianego pierwiastka są: osłabienie organizmu, nudności, bóle głowy, wymioty, zaburzenia orientacji [19], zmiany stężenia lipidów we krwi [20,21] oraz insulinooporność [22]. Nadmiar sodu w organizmie może być natomiast przyczyną wystąpienia nadciśnienia tętniczego [23], udaru mózgu [24], raka żołądka [25], osteoporozy, kamienicy nerkowej czy otyłości [26,27].

Z przeprowadzonych badań wynika, że jedynym czynnikiem, wśród badanych cech demograficznych, wpływającym na zawartość sodu we włosach studentów objętych badaniem, był wskaźnik masy ciała (BMI). Badani studenci posiadający BMI powyżej normy mieli istotnie wyższą zawartość sodu we włosach ($Me=279,71$ mg/kg) niż osoby z BMI w normie ($Me=174,94$ mg/kg). Zależność ta została potwierdzona również badaniem korelacyjnym, w którym stwierdzono dodatnią zależność pomiędzy wskaźnikiem BMI a zawartością sodu we włosach badanych. Podobne wyniki uzyskano w badaniach przeprowadzonych nad populacją kobiet [155,156]. Wysoka zawartość sodu we włosach badanych osób z najwyższym BMI nie była skutkiem, lecz prawdopodobnie przyczyną istnienia nadwagi [26,27].

Nie stwierdzono natomiast istotnych korelacji pomiędzy częstością spożywania poszczególnych produktów spożywczych a zawartością sodu we włosach. Badając wpływ zachowań żywieniowych na zawartość analizowanego biopierwiastka, wykazano istotną zależność tylko w przypadku spożywania dań błyskawicznych i produktów typu fast food. Osoby które deklarowały, że regularnie spożywają ta-

kie dania, miały istotnie wyższą zawartość sodu (Me=280,98 mg/kg) niż pozostali badani studenci (Me=183,98 mg/kg). Zawartość sodu w daniach błyskawicznych oraz produktach typu fast food jest dużo wyższa niż w przypadku dań przygotowywanych w tradycyjny sposób [157,158], co może tłumaczyć wystąpienie powyższej zależności.

W związku z powyższym można stwierdzić, że osoby z podwyższonym wskaźnikiem BMI oraz osoby regularnie spożywające dania błyskawiczne oraz produkty typu fast food należą do grupy ryzyka zachorowania na: nadciśnienie tętnicze, udar mózgu, raka żołądka, osteoporozę, kamienicę nerkową czy otyłość.

Wpływ badanych cech na zawartość magnezu we włosach studentów

Magnez jako drugi po potasie najważniejszy kation wewnątrzkomórkowy jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Niedobory magnezu prowadzą do zaburzenia układu nerwowo-mięśniowego oraz sercowo-naczyniowego, a także zwiększają ryzyko wystąpienia osteoporozy oraz insulinooporności, jak również mogą zaburzyć wydzielanie parathormonu (PTH) i być przyczyną wystąpienia hipomagnezemii, objawiającej się osłabieniem organizmu, wystąpieniem depresji, apatii, senności, wymiotów oraz braku apetytu [29,30,31,33].

Z przeprowadzonych badań wynika, że istotnie wyższą zawartość magnezu we włosach posiadali studenci z Białorusi (Me=33,42 mg/kg) w stosunku do studentów z Francji (Me=15,68 mg/kg), kobiety (Me=23,55 mg/kg) w stosunku do mężczyzn (Me=14,48 mg/kg), osoby w wieku powyżej 22 lat (22,34 mg/kg) w stosunku do badanych w wieku 20-21 lat (Me=16,48 mg/kg). Badania własne są potwierdzeniem wyników innych autorów [151]. Wyższą zawartość magnezu we włosach posiadały również osoby, które zwracały uwagę na skład spożywanych posiłków (Me=21,94 mg/kg) w stosunku do pozostałych respondentów (Me=17,77 mg/kg).

Badając korelacje pomiędzy częstością spożywania poszczególnych produktów spożywczych a zawartością magnezu we włosach studentów objętych badaniem, odnotowano istotną statystycznie zależność w przypadku spożywania: pieczywa ciemnego, kasz, pozostałych warzyw, orzechów, ziaren, pestek, owoców, jogurtów, kefirów oraz herbaty. We wszystkich powyższych przypadkach otrzymano dodatnią korelację. Oznacza to, że u studentów częściej spożywających wyżej wymienione produkty spożywcze, zawartość magnezu we włosach była wyższa niż u pozostałych respondentów. Związane jest to z wysoką zawartością magnezu w wyżej wymienionych produktach spożywczych [159].

W związku z powyższym, można stwierdzić, że studenci z Francji, mężczyźni, osoby w wieku 20-21 lat oraz osoby spożywające z mniejszą częstotliwością: pieczywo ciemne, kasze, pozostałe warzywa, orzechy, ziarna, pestki, owoce, jogurty, kefiry oraz herbatę, należą do grupy ryzyka zachorowania na choroby wynikające z niedoboru magnezu.

Wpływ badanych cech na zawartość siarki we włosach studentów

Siarka jest jednym z głównych biopierwiastków budulcowych człowieka. Niedobór siarki w organizmie może wywołać zaburzenia objawiające się wypadaniem włosów, blednięciem i brakiem jędrności skóry, łamliwością paznokci, odczuwaniem niepokoju, problemem ze wzrokiem i dolegliwościami stawowymi [35].

W przeprowadzonych badaniach własnych, zawartość siarki we włosach studentów była istotnie wyższa u mężczyzn ($Me=29,11$ g/kg) w stosunku do kobiet ($Me=25,85$ g/kg) oraz u osób w wieku 20-21 lat ($Me=27,76$ g/kg) w stosunku do najmłodszych studentów objętych badaniem w wieku 18-19 lat ($Me=25,92$ g/kg).

W przypadku badania wpływu zachowań żywieniowych na zawartość siarki we włosach studentów wykazano istotną zależność tylko w przypadku preferowania dań smażonych. W tym przypadku osoby które zadeklarowały, że preferują przygotowywanie dań za pomocą smażenia miały istotnie wyższą zawartość siarki we włosach ($Me=27,48$ g/kg) niż pozostali badani ($Me=26,05$ mg/kg).

Badając korelacje pomiędzy częstością spożywania poszczególnych produktów spożywczych a zawartością siarki we włosach studentów objętych badaniem, odnotowano istotną statystycznie zależność w przypadku: makaronu, ryżu, jajek, drobiu oraz napojów gazowanych. Są to produkty w składzie których duży udział stanowi siarka [13].

Siarka odgrywa ważną rolę w medycynie sportowej, a jej niedobór może powodować uszkodzenia mięśni, wpływając na zmniejszoną wydajność sportowców. W przeprowadzonych badaniach wykazano dodatnią korelację pomiędzy częstotliwością tygodniowej aktywności fizycznej oraz zawartością siarki we włosach studentów objętych badaniem. Jest to zgodne z przeprowadzonymi badaniami nad brazylijską grupą osób uprawiających amatorsko biegi długodystansowe, u których stwierdzono o 30% wyższą zawartość siarki niż w przypadku grupy kontrolnej [160].

W związku z powyższym można stwierdzić, że: mężczyźni, studenci w wieku 20-21 lat, osoby preferujące dania smażone, osoby częściej spożywające: makaron, ryż, jajka, drób oraz napoje gazowane, a także osoby uprawiające w wyższym stopniu aktywność fizyczną, są mniej narażone na wystąpienie chorób związanych z niedoborem siarki w organizmie.

Wpływ badanych cech na zawartość potasu we włosach studentów

Potas jest biopierwiastkiem zapewniającym optymalną gospodarkę wodno-elektrolitową organizmu. Bierze udział w regulacji ciśnienia osmotycznego komórek oraz pełni funkcję aktywującą wiele enzymów ustrojowych, a także bierze udział w metabolizmie węglowodanów i białek [13,14,15]. Niedobór potasu w organizmie może być przyczyną wystąpienia: udaru mózgu, nadciśnienia tętniczego, choroby niedokrwiennej serca [37,38], kamienicy nerkowej [39] czy cukrzycy typu 2 [40,41].

W badaniach własnych wykazano istotne różnice w zawartości potasu we włosach studentów pomiędzy osobami mającymi BMI powyżej normy ($Me=180,41$ mg/kg) w stosunku do osób z BMI poniżej normy ($Me=66,53$, mg/kg) oraz BMI w normie

(Me=68,77 mg/kg), a także pomiędzy osobami mieszkającymi na wsi (Me=136,18 mg/kg) a badanymi studentami mieszkającymi w mieście (Me=75,79 mg/kg). Wpływ współczynnika BMI na poziom potasu we włosach studentów objętych badaniem został potwierdzony dodatnią korelacją, podobnie jak w badaniach innych autorów [156].

Badając korelacje pomiędzy częstością spożywania poszczególnych produktów spożywczych a zawartością potasu we włosach studentów objętych badaniem, odnotowano istotną statystycznie zależność tylko w przypadku spożywania warzyw kapustnych. Warzywa kapustne są źródłem wielu witamin i minerałów w tym potasu [159]. Nie wykazano natomiast istotnego wpływu analizowanych zachowań żywieniowych na zawartość potasu we włosach studentów objętych badaniem.

W związku z powyższym można stwierdzić, że: studenci z podwyższonym BMI, osoby mieszkające na wsi, gdzie mają łatwiejszy dostęp do świeżych warzyw i owoców oraz osoby spożywające z większą częstością warzywa kapustne są mniej narażone na wystąpienie chorób związanych z niedoborem potasu w organizmie.

Wpływ badanych cech na zawartość wapnia we włosach studentów

Wapń jest podstawowym składnikiem mineralnym kości i zębów. Bierze udział w przewodnictwie bodźców nerwowych, kurczliwości mięśni, krzepnięciu krwi, regulacji hormonalnej oraz aktywacji wybranych enzymów [29,42,43,44]. Niedobory wapnia u dzieci mogą być przyczyną powstawania krzywicy, natomiast u osób dorosłych - osteoporozy oraz prowadzić do wzrostu ciśnienia tętniczego krwi [42,46]. Nadmierna suplementacja wapnia może natomiast doprowadzić do wystąpienia hiperkalcemii objawiająca się chorobami nerek, zwapnieniem naczyń krwionośnych, zaburzeniem wchłaniania żelaza, cynku i magnezu oraz zmianami w funkcjonowaniu różnych systemów organizmu w tym układu sercowo-naczyniowego [30,42,47,48].

W badaniach własnych wykazano istotne różnice w zawartości wapnia we włosach pomiędzy: studentami z Francji (Me=355,19 mg/kg) a studentami z Polski (Me=198,49 mg/kg), kobietami (Me=356,76 mg/kg) a mężczyznami (Me=89,59 mg/kg), osobami z najniższym BMI (Me=351,99 mg/kg) i BMI w normie (Me=275,23 mg/kg) a osobami mającymi nadwagę (Me=144,59 mg/kg), studentami najmłodszymi w wieku 18-19 lat (Me=355,97 mg/kg) a studentami w wieku 20-21 lat (Me=200,23 mg/kg), osobami biernymi fizycznie (Me=348,74 mg/kg) a osobami aktywnymi (Me=200,52 mg/kg).

Badając wpływ zachowań żywieniowych na zawartość wapnia we włosach badanych, wykryto istotne różnice: pomiędzy osobami niepodjadającymi między posiłkami (Me=296,93 mg/kg) oraz osobami podjadającymi (Me=182,77 mg/kg), a także osobami niespożywającymi dań błyskawicznych i fast food-ów (Me=291,35 mg/kg) a osobami spożywającymi takie dania (Me=202,96 mg/kg) oraz pomiędzy osobami niepreferującymi przygotowywania dań smażonych (Me=296,93 mg/kg) i osobami preferującymi taki sposób przygotowywania posiłków (Me=181,56 mg/kg).

Badając korelację pomiędzy wskaźnikami biometrycznymi a zawartością wapnia we włosach studentów objętych badaniem, potwierdzono ujemną zależność

między zawartością wapnia a BMI oraz tygodniową częstotliwością uprawiania aktywności fizycznej.

Badając korelacje między częstością spożywania poszczególnych produktów spożywczych a zawartością wapnia we włosach studentów objętych badaniem, odnotowano ujemny wpływ spożywania: makaronu, ryżu, jajek, drobiu, podrobów oraz napojów gazowanych.

W związku z powyższym można stwierdzić, że: studenci z Polski, mężczyźni, osoby z podwyższonym BMI, studenci w wieku 20-21 lat, osoby aktywne fizycznie, osoby podjadające między posiłkami, osoby spożywające dania błyskawiczne i fast food-y oraz osoby preferujące przygotowywanie dań gorących przy użyciu patelni, a także osoby z wyższą częstością spożywające: makaron, ryż, jajka, drób, podroby oraz napoje gazowane, są bardziej narażone na wystąpienie chorób związanych z niedoborem wapnia w organizmie.

Wpływ badanych cech na zawartość ołowiu we włosach studentów

Ołów jest szczególnie toksycznym pierwiastkiem. Choć obecnie jest wykorzystywany w dużo mniejszym stopniu niż w XX wieku, to zanieczyszczenie środowiska tym pierwiastkiem nadal przynosi negatywne skutki dla organizmów żywych. Do układu człowieka może dostać się za pomocą układu pokarmowego, układu oddechowego oraz poprzez skórę. Jest przyczyną wielu niebezpiecznych zatruć [50]. Po dostaniu się do organizmu, przenika do krwioobiegu, a następnie powoduje zaburzenia pracy enzymów [52]. Nadmiar ołowiu powoduje uszkodzenie mózgu, nerek, a także może doprowadzić do zgonu [52]. Badania składu pierwiastkowego włosów wskazały dodatnią korelację pomiędzy stężeniem ołowiu a wystąpieniem cukrzycy typu 2 [83], zawału serca [85,86,87,88,89], a także nadciśnienia tętniczego [90,91].

Z przeprowadzonych badań własnych wynika, że aż cztery z pięciu analizowanych cech demograficznych (kraj zamieszkania, płeć, BMI, wiek) miały istotny wpływ na zawartość ołowiu we włosach studentów. Wykazano istotnie wyższy poziom ołowiu u studentów z Polski ($Me=198,49$ mg/kg) w stosunku do studentów objętych badaniem z Francji ($Me=1,55$ mg/kg). Istotną statystycznie, wyższą zawartością ołowiu we włosach charakteryzowali się również mężczyźni ($Me=2,84$ mg/kg) w stosunku do kobiet ($Me=1,90$ mg/kg), osoby z nadwagą ($Me=2,84$ mg/kg) w stosunku do badanych osób z obniżonym wskaźnikiem BMI ($Me=1,60$ mg/kg), oraz osoby w wieku powyżej 22 lat ($Me=2,83$ mg/kg) w stosunku do najmłodszych studentów objętych badaniem wieku 18-19 lat ($Me=1,72$ mg/kg). Wyniki te są zgodne z wcześniej prowadzonymi badaniami innych autorów [155,161,162,163].

Przeprowadzając analizę korelacji między zawartością ołowiu a wskaźnikami biometrycznymi, potwierdzono istotny wpływ wieku oraz BMI na zawartość ołowiu we włosach studentów objętych badaniem, a także wpływ częstotliwości aktywności fizycznej na wzrost stężenia badanego pierwiastka. Stwierdzenie dodatniej korelacji między zawartością ołowiu we włosach studentów objętych badaniem a aktywnością fizyczną jest zgodne z badaniami innych autorów [164,165].

Badając wpływ częstości spożywania poszczególnych pokarmów na zawartość ołowiu we włosach, analiza statystyczna wykazała istotny wpływ tylko w przy-

padku spożywania ciast, ciasteczek, drożdżówek. Wzrost spożycia tych produktów powodował spadek zawartości ołowiu we włosach studentów objętych badaniem. Być może jest to spowodowane zawartością drożdży, które według prowadzonych badań mają właściwości detoksykacyjne w stosunku do jonów ołowiu [166].

W przypadku poszukiwania związku pomiędzy zachowanymi żywieniowymi a zawartością ołowiu, stwierdzono jedynie istotny statycznie wpływ regularności odżywiania się. Mianowicie osoby które nieregularnie się odżywiały miały wyższą zawartość ołowiu we włosach ($Me=2,47$ mg/kg) niż osoby dbające o spożywanie posiłków o stałych porach ($Me=1,72$ mg/kg).

W związku z powyższym można wywnioskować, iż: studenci mieszkający w Polsce, mężczyźni, osoby z nadwagą oraz osoby starsze, a także osoby spożywające w mniejszej ilości drożdżówki i nieregularnie się odżywiające, ze względu na wyższą zawartość ołowiu są bardziej narażone na wystąpienie chorób, w tym nadciśnienia tętniczego, zawału serca czy cukrzycy typu 2. Biorąc pod uwagę, że badani byli młodzi ludzie będący u progu zakładania rodzin, można przepuszczać, że wyżej wymienione grupy są również bardziej narażone na urodzenie potomstwa obciążonego autyzmem.

Zależności pomiędzy analizowanymi składnikami mineralnymi

Po przeprowadzeniu analizy skupień, otrzymano trzy grupy respondentów. Skupienie pierwsze z najwyższą zawartością we włosach sodu, potasu i ołowiu oraz najniższą zawartością wapnia, reprezentowały osoby z najwyższym wskaźnikiem BMI oraz osoby aktywne fizycznie. W drugim skupieniu, z najwyższą zawartością magnezu i wapnia oraz najniższą zawartością sodu, siarki i potasu i ołowiu, znalazło się większość kobiet, osób z BMI poniżej normy oraz większość studentów niespożywających dań błyskawicznych i fast food-ów. W trzecim skupieniu, z najwyższą zawartością siarki oraz najniższą zawartością magnezu, znaleźli się, w istotnie najwyższym odsetku, mężczyźni, osoby z podwyższonym wskaźnikiem BMI, osoby aktywne fizycznie oraz osoby spożywające dania błyskawiczne i fast food-y.

Badając współczynnik korelacji pomiędzy analizowanymi mikro- i makroelementami, zauważono istotną dodatnią zależność pomiędzy: poziomem sodu a poziomem potasu, poziomem magnezu a poziomem wapnia oraz poziomem potasu a poziomem ołowiu. Wykryto również istnienie istotnych, ujemnych korelacji pomiędzy poziomem sodu a poziomem magnezu, poziomem sodu a poziomem wapnia, poziomem siarki a poziomem magnezu, poziomem siarki a poziomem wapnia oraz poziomem potasu a poziomem wapnia.

Z uzyskanych wyników wynika, że osoby, które miały wyższą zawartość wapnia we włosach, miały również wyższą zawartość we włosach magnezu oraz niższą sodu, siarki i potasu – co odpowiada badanym studentom należącym do skupienia drugiego. Osoby z wyższą zawartością potasu we włosach miały również wyższą zawartość we włosach sodu i ołowiu – co odpowiada grupie studentów należących do skupienia pierwszego. Natomiast studenci, którzy mieli wyższą zawartość magnezu we włosach mieli również niższą zawartość we włosach siarki i sodu – co odpowiada grupie studentów należących do skupienia trzeciego.

Istnienie zależności pomiędzy analizowanymi składnikami mineralnymi zostało stwierdzone również w badaniach innych autorów. Biopierwiastki i metale toksyczne oddziałują na siebie zarówno na etapie absorpcji jelitowej, przyswajania komórkowego, procesach biochemicznych, w których uczestniczą, jak i w trakcie kumulacji w narządach i tkankach, w tym we włosach. Wzajemne interakcje mogą mieć charakter synergistyczny jak i antagonistyczny. Istotna jest zatem nie tylko ilość zawartych biopierwiastków i metali ciężkich, ale także wzajemne ilościowe proporcje między nimi [167,168,169,170,171].

Wnioski z przeprowadzonych badań

Celem pracy było przedstawienie wpływu cech demograficznych oraz zachowań żywieniowych na zawartość wybranych mikro- i makroelementów (sodu, potasu, wapnia, magnezu, siarki i ołowiu) we włosach studentów z trzech państw europejskich (z Francji, Polski oraz Białorusi). Te trzy grupy studentów zamieszkują państwa o różnym rozwoju gospodarczym, zróżnicowanym klimacie, a także posiadają odmienne przyzwyczajenia żywieniowe.

Włosy dzięki swoim właściwościom biochemicznym, stanowią idealny materiał biologiczny, dzięki któremu można precyzyjnie określić poziom stężenia biopierwiastków w ustroju. Zawartość składników mineralnych we włosach jest od 50 do 100 razy wyższa niż w przypadku krwi czy moczu, a sposób pobierania próbki, w porównaniu do innych materiałów analitycznych, jest nieinwazyjny. Włosy łatwo się oczyszcza z zanieczyszczeń środowiskowych, łatwo transportuje i przechowuje, a rozwinięte techniki analityczne pozwalają precyzyjnie określić skład mineralny.

Na podstawie przeprowadzonych badań nad populacją studentów trzech państw europejskich sformułowano następujące wnioski:

1. Oznaczenie zawartości składników mineralnych we włosach może być wykorzystane w badaniach epidemiologicznych jako wstępny test w ocenie zawartości biopierwiastków w sposobie żywienia człowieka.
2. Zawartość składników mineralnych we włosach studentów objętych badaniem zależy od: cech demograficznych, wskaźników biometrycznych, zachowań żywieniowych, częstości spożywania poszczególnych pokarmów oraz częstotliwości wykonywania ćwiczeń fizycznych, a w szczególności:
 - zawartość sodu we włosach studentów zależy od: BMI oraz od regularności spożywania dań błyskawicznych i fast food-ów;
 - zawartość magnezu we włosach studentów zależy od: kraju zamieszkania, płci, wieku oraz częstości spożywania pieczywa ciemnego, kasz, pozostałych warzyw, orzechów, ziaren, pestek, owoców, jogurtów, kefirów oraz herbaty;
 - zawartość siarki we włosach studentów zależy od: płci, wieku, preferowania dań smażonych oraz częstości spożywania: makaronu, ryżu, jaj, drobiu oraz napojów gazowanych, a także od częstości uprawiania aktywności fizycznej;
 - zawartość potasu we włosach studentów zależy od: BMI, miejsca zamieszkania oraz częstości spożywania warzyw kapustnych;

- zawartość wapnia we włosach studentów zależy od: kraju zamieszkania, płci, BMI, wieku, aktywności fizycznej, podjadania między posiłkami, preferowania dań smażonych, a także częstości spożywania: dań błyskawicznych i fast food-ów, makaronu, ryżu, jaj, drobiu, podrobów oraz napojów gazowanych;
- zawartość ołowiu we włosach studentów zależy od: kraju zamieszkania, płci, BMI, wieku, a także od częstości spożywania drożdżówek, ciastek i ciasteczek.

3. Oznaczenie składników mineralnych we włosach może być czułym markerem w ocenie niedoborów organizmu na biopierwiastki.

Badania składu pierwiastkowego włosów nie były do tej pory wykonywane na badanej populacji i z tego względu stanowią dobry materiał porównawczy (czuły marker) do oceny niedoboru jak i nadmiaru mikro- i makroelementów w organizmie studentów objętych badaniem, spowodowanych złymi nawykami żywieniowymi, które mogą mieć udział w etiologii niektórych chorób cywilizacyjnych. Uzyskane wyniki mogą zostać wykorzystane do celów epidemiologicznych, w celu przeciwdziałania wystąpienia schorzeń spowodowanym niedoborem mikro- i makroelementów wśród młodych osób, a także do profilaktyki w postaci zwiększenia świadomości młodych osób o wpływie ich diety na funkcjonowanie organizmu.

Bibliografia

1. Kintz P. (red.): Drug testing in hair. CRC Press. 1996.
2. Ziemiański Ś. (red.): Normy żywienia człowieka: fizjologiczne podstawy. PZWL. 2001.
3. Trumbo P., Yates A. et al.: Dietary reference intakes: vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Journal of the American Dietetic Association. 2001; 101.3: 294-301.
4. Szady-Grad M., Klawe J. et al.: Ocena zawartości składników mineralnych we włosach dziewcząt z zastosowaniem absorpcyjnej spektrometrii atomowej. Probl. Hig. Epidemiol. 2010, 91(4): 685-688.
5. Olejnik D., Krejpcio Z. et al.: Zawartość wybranych składników mineralnych [Ca, Mg, Zn, Cu, Fe] w całodziennych racjach pokarmowych młodzieży starszej: porównanie wyników analitycznych i obliczeniowych. Roczniki PZH. 1999, 4(50): 361-367.
6. US Preventive Services Task Force et al.: Screening for osteoporosis in postmenopausal women: recommendations and rationale. AJN The American Journal of Nursing. 2003; 103.1: 73-80.
7. Graczyk A., Radomska K., Konarski J.: Magnez w fizjologii i patologii człowieka. Mag. Med. 1993; 8.36: 34-38.
8. Klosiewicz-Latoszek L.: Niedobór magnezu a choroby serca. Żywnie Człowieka i Metabolizm. 1993; 20.4: 374-380.
9. Knypl K.: Znaczenie magnezu oraz wapnia w schorzeniach układu krążenia. Przewodnik Lekarza/Guide for GPs. 2004; 7.11: 44-48.
10. Lorenc R., Klocinska K.: Znaczenie i rola suplementacji wapniem w zapobieganiu i leczeniu osteoporozy. Żywnie Człowieka i Metabolizm. Suplement. 1999; 26: 30-39.
11. Bolesławska I., Maruszczyńska M., Przysławski J.: Ocena poziomu spożycia wybranych mikropierwiastków występujących w całodziennych racjach pokarmowych kobiet i mężczyzn z regionu Wielkopolski. Now. Lek. 2005; 74.4: 366-368.
12. Bolesławska I., Przysławski J. et al.: Zawartość składników mineralnych w całodziennych racjach pokarmowych kobiet i mężczyzn stosujących dietę tradycyjną i „optymalną” – analiza porównawcza. Żywność Nauka Technologia Jakość. 2009; 16.4.
13. Sikorski Z.: Chemia żywności – odżywcze i zdrowotne właściwości składników żywności. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa. 2000.
14. Petraccia L., Liberati G. et al.: Water, mineral waters and health. Clinical nutrition. 2006; 25.3: 377-385.
15. Fijorek K., Püsküllüoğlu M. et al.: Serum potassium, sodium and calcium levels in healthy individuals—literature review and data analysis. Folia medica Cracoviensia. 2014; 54.1: 53-70.

16. Institute of Medicine (US): Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes, & Water. DRI, dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. National Academy Press. 2005.
17. Allsopp A.J., Sutherland R. et al.: The effect of sodium balance on sweat sodium secretion and plasma aldosterone concentration. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1998; 78.6: 516-521.
18. World Health Organization: Sodium intake for adults and children. WHO. 2012.
19. Kokot F., Franek E.: Zaburzenia gospodarki wodno-elektrolitowej i kwasowo-zasadowej. PZWL. 2015.
20. Graudal N.A., Galløe A.M., Garred P.: Effects of sodium restriction on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterols, and triglyceride: a meta-analysis. *Jama*. 1998; 279.17: 1383-1391.
21. Ruppert M., Overlack A. et al.: Effects of severe and moderate salt restriction on serum lipids in nonobese normotensive adults. *The American journal of the medical sciences*. 1994; 307: 87-90.
22. Feldman R.D., Logan A.G., Schmidt N.D.: Dietary salt restriction increases vascular insulin resistance. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*. 1996; 60.4: 444-451.
23. Stamler J., Elliott P. et al.: Inverse relation of dietary protein markers with blood pressure: findings for 10 020 men and women in the INTERSALT study. *Circulation*. 1996; 94.7: 1629-1634.
24. Perry I.J., Beevers D.G.: Salt intake and stroke: a possible direct effect. *Journal of human hypertension*. 1992; 6.1: 23-25.
25. D'Elia L., Galletti F., Strazzullo P.: Dietary salt intake and risk of gastric cancer. In: *Advances in Nutrition and Cancer*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2014: 83-95.
26. Campanozzi A., Avallone S. et al.: High sodium and low potassium intake among Italian children: relationship with age, body mass and blood pressure. *PloS one*. 2015; 10.4: e0121183.
27. Ma Y., He F.J., Mac Gregor G.A.: High salt intake: independent risk factor for obesity? *Hypertension*. 2015; 115.05948.
28. Äijälä M., Malo E. et al.: Dietary sodium intake and prediction of cardiovascular events. *European journal of clinical nutrition*. 2015; 69.9: 1042-1047.
29. Erdman Jr J.W., MacDonald I.A., Zeisel S.H. (red.): *Present knowledge in nutrition*. John Wiley & Sons. 2012.
30. Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes: *Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride*. National Academies Press (US). 1997.
31. Wyskid K., Chudek J.: Suplementacja doustna magnezu – wskazania, przeciwwskazania, sytuacje niejednoznaczne. *Medycyna po Dyplomie*. 2016; 12-17.
32. Kunachowicz H., Przygoda B. et al.: *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*. PZWL. 2017.

33. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for magnesium. *EFSA Journal*. 2015; 13.7: 4186.
34. Szponar L., Sekuła W. et al.: Badania indywidualnego spożycia żywności i stanu odżywienia w gospodarstwach domowych. *Prace IŻŻ*. 2003; 101: 896.
35. Kunachowicz H.: Podstawy żywienia człowieka. *WSiP*. 1988.
36. Kunachowicz H., Przygoda B. et al.: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. *PZWL*. 2017.
37. Tetens I.: EFSA panel on dietetic products, nutrition and allergies (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for potassium. *EFSA Journal*. 2016; 14.10: 4592.
38. World Health Organization: Potassium intake for adults and children. *WHO*. 2012.
39. Taylor E.N., Stampfer M.J., Curhan G.C.: Dietary factors and the risk of incident kidney stones in men: new insights after 14 years of follow-up. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2004; 15.12: 3225-3232.
40. Stone M., Martyn L., Weaver C.: Potassium intake, bioavailability, hypertension, and glucose control. *Nutrients*. 2016; 8.7:444.
41. Chatterjee R., Davenport C.A. et al.: Serum potassium is a predictor of incident diabetes in African Americans with normal aldosterone: the Jackson Heart Study. *The American journal of clinical nutrition*. 2016; 105.2: 442-449.
42. Del V., Heather B. et al. (red): Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. *National Academies Press*. 2011.
43. EFSA Panel On Dietetic Products, Nutrition And Allergies (Nda). Scientific opinion on the tolerable upper intake level of calcium. *EFSA Journal*. 2012; 10.7: 2814.
44. EFSA Panel On Dietetic Products, Nutrition And Allergies (Nda). Scientific opinion on dietary reference values for calcium. *EFSA Journal*. 2015; 13.5: 4101.
45. Kovacs C.S.: Calcium and bone metabolism during pregnancy and lactation. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*. 2005; 10.2: 105-118.
46. Rizzoli R., Bianchi M.L. et al.: Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone*. 2010; 46.2: 294-305.
47. Moe S.M.: Disorders involving calcium, phosphorus, and magnesium. *Primary Care: Clinics in Office Practice*. 2008; 35.2: 215-237.
48. Patel A.M., Goldfarb S.: Got calcium? Welcome to the calcium-alkali syndrome. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2010; 21.9: 1440-1443.
49. Staniak S.: Źródła i poziom zawartości ołowiu w żywności. *Polish Journal of Agronomy*. 2014; 19: 36-45.
50. Sanyal A.J., Friedman S.L. et al.: United States Food and Drug Administration. Challenges and opportunities in drug and biomarker development for nonalcoholic steatohepatitis: findings and recommendations from an American Association for the Study of Liver Diseases-US Food and Drug Administration Joint Workshop. *Hepatology*. 2015; 61.4: 1392-1405.

51. Craighead J.E. Abraham J.L. et al.: The pathology of asbestos-associated diseases and the proposed grading schema. Report of the Pneumoconiosis Committee of the College of American Pathologists and the National Institute for Occupational Safety and Health. *Archives of pathology & laboratory medicine*. 1982; 106.11: 544.
52. Rudolph A.M.: *Rudolph's Pediatrics*. Wyd. 21st. McGraw-Hill Professional. 2003: 369.
53. Olson K.R., Anderson I.B. et al.: *Poisoning & drug overdose*. Lange Medical Books/McGraw-Hill, 2007.
54. Navas-Acien A., Guallar E. et al.: Lead exposure and cardiovascular disease a systematic review. *Environmental health perspectives*. 2006; 115.3: 472-482.
55. Kasznia-Kocot J., Zachwieja Z., Chłopicka J.: Zawartość wybranych mikroelementów i metali ciężkich we włosach dzieci z Chorzowa. *Ped. Pol.* 1996; 71: 31-36.
56. Zoccali C., Mallamaci F., Leonardis D.: Assessment of the salt-arterial pressure relationship in mild hypertensive subjects by 24-hour ambulatory monitoring. *Clinical Science*. 1994; 87.6: 635-639.
57. Goch A., Goch J.H.: Zawartość makro-i mikroelementów we włosach osób z nadciśnieniem tętniczym. *Arterial Hypertension*. 2004; 8.3: 177-184.
58. Esteban M., Castaño A.: Non-invasive matrices in human biomonitoring: a review. *Environment international*. 2009; 35.2: 438-449.
59. Khaliq A., Ahmad S. et al.: A comparative study based on gender and age dependence of selected metals in scalp hair. *Environmental monitoring and assessment*. 2005; 104.1-3: 45-57.
60. Centers for Disease Control and Prevention, USA. *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 2009; 58(46): 1300-1302.
61. Łuczak-Zielkiewicz I., Szutowski M.M.: Wartość diagnostyczna włosów. *Biuletyn Wydziału Farmaceutycznego*. WUM. 2013; 8: 56-64.
62. Bochenek A., Reicher M.: *Anatomia człowieka*. Tom II. PZWL. Warszawa. 1998, 152; (1952).
63. Narkiewicz O., Moryś J. et al.: *Anatomia człowieka*. Tom IV. PZWL. Warszawa. 2010.
64. Larsson B., Tjälve H.: Studies on the melanin-affinity of metal ions. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1978; 104.4: 479-484.
65. Sachs H.: Theoretical limits of the evaluation of drug concentrations in hair due to irregular hair growth. *Forensic science international*. 1995; 70.1-3: 53-61.
66. Dunicz-Sokolowska A., Graczyk A. et al.: Contents of bioelements and toxic metals in a Polish population determined by hair analysis. *Magnesium research*. 2006; 19.3: 167-179.
67. Neuberger F.M., Jopp E. et al.: Signs of malnutrition and starvation—Reconstruction of nutritional life histories by serial isotopic analyses of hair. *Forensic science international*. 2013; 226.1-3: 22-32.

68. Namkoong S., Hong S.P. et al.: Reliability on intra-laboratory and inter-laboratory data of hair mineral analysis comparing with blood analysis. *Annals of dermatology*. 2013; 25.1: 67-72.
69. Steindel S.J., Howanitz P.J.: The uncertainty of hair analysis for trace metals. *Jama*. 2001; 285.1: 83-85.
70. Forte G., Alimonti A. et al.: Calcium, copper, iron, magnesium, silicon and zinc content of hair in Parkinson's disease. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2005; 19.2-3: 195-201.
71. Holmes A.S., Blaxill M.F., Haley B.E.: Reduced levels of mercury in first baby haircuts of autistic children. *International journal of toxicology*. 2003; 22.4: 277-285.
72. Lubkowska A., Sobieraj W.: Concentrations of magnesium, calcium, iron, selenium, zinc and copper in the hair of autistic children. *Trace Elements & Electrolytes*. 2009; 26(2).
73. IP P., Wong V. et al.: Mercury exposure in children with autistic spectrum disorder: case-control study. *Journal of Child Neurology*, 2004, 19.6: 431-434.
74. Fido A., Al-Saad S.: Toxic trace elements in the hair of children with autism. *Autism*. 2005; 9.3: 290-298.
75. Al-Farsi Y.M., Waly M.I. et al.: Levels of heavy metals and essential minerals in hair samples of children with autism in Oman: a case-control study. *Biological trace element research*. 2013; 151.2: 181-186.
76. Adams J.B., Holloway C.E. et al.: Analyses of toxic metals and essential minerals in the hair of Arizona children with autism and associated conditions, and their mothers. *Biological trace element research*. 2006; 110.3: 193-209.
77. De Palma G., Catalani S. et al.: Lack of correlation between metallic elements analyzed in hair by ICP-MS and autism. *Journal of autism and developmental disorders*. 2012; 42.3: 342-353.
78. Priya M.D.L., Geetha A.: Level of trace elements (copper, zinc, magnesium and selenium) and toxic elements (lead and mercury) in the hair and nail of children with autism. *Biological trace element research*. 2011; 142.2: 148-158.
79. Kern J.K., Grannemann B.D. et al.: Sulfhydryl-reactive metals in autism. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*. 2007; 70.8: 715-721.
80. Yasuda H., Yonashiro T. et al.: Mineral imbalance in children with autistic disorders. *Biomedical Research on Trace Elements*. 2005; 16.4: 285-292.
81. Obrenovich M.E., Shamberger R.J., Lonsdale D.: Altered heavy metals and transketolase found in autistic spectrum disorder. *Biological trace element research*. 2011; 144.1-3: 475-486.
82. Afridi H.I., Kazi T.G. et al.: Potassium, calcium, magnesium, and sodium levels in biological samples of hypertensive and nonhypertensive diabetes mellitus patients. *Biological trace element research*. 2008; 124.3: 206.
83. Afridi H.I., Kazi T. G. et al.: Evaluation of status of toxic metals in biological samples of diabetes mellitus patients. *Diabetes research and clinical practice*. 2008; 80.2: 280-288.

84. Kazi T.G., Afridi H.I. et al.: Copper, chromium, manganese, iron, nickel, and zinc levels in biological samples of diabetes mellitus patients. *Biological Trace Element Research*. 2008; 122.1: 1-18.
85. Afridi H.I., Kazi T.G. et al.: Essential trace and toxic element distribution in the scalp hair of Pakistani myocardial infarction patients and controls. *Biological trace element research*. 2006; 113.1: 19-34.
86. Afridi H.I., Kazi T.G. et al.: Evaluation of toxic elements in scalp hair samples of myocardial infarction patients at different stages as related to controls. *Biological trace element research*. 2010; 134.1: 1-12.
87. Kazi T.G., Afridi H.I. et al.: Distribution of zinc, copper and iron in biological samples of Pakistani myocardial infarction (1st, 2nd and 3rd heart attack) patients and controls. *Clinica Chimica Acta*. 2008; 389.1-2: 114-119.
88. Hsieh B.T., Chang C.Y. et al.: Relationship between the level of essential metal elements in human hair and coronary heart disease. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2011; 290.1: 165-169.
89. Tan C., Chen H., Xia C.: The prediction of cardiovascular disease based on trace element contents in hair and a classifier of boosting decision stumps. *Biological trace element research*. 2009; 129.1-3: 9-19.
90. Afridi H.I., Kazi T.G. et al.: Analysis of heavy metals in scalp hair samples of hypertensive patients by conventional and microwave digestion methods. *Spectroscopy Letters*. 2006; 39.2: 203-214.
91. Afridi H.I., Kazi T.G. et al.: Evaluation of cadmium, lead, nickel and zinc status in biological samples of smokers and nonsmokers hypertensive patients. *Journal of human hypertension*. 2010; 24.1: 34.
92. Kazi T.G., Jalbani N. et al.: Estimation of toxic metals in scalp hair samples of chronic kidney patients. *Biological trace element research*. 2009; 127.1: 16-27.
93. Khan S., Kazi T.G. et al.: Separation/preconcentration methods for the determination of aluminum in dialysate solution and scalp hair samples of kidney failure patients. *Biological trace element research*. 2011; 144.1-3: 205-216.
94. Ortaç E., Ozkaya O. et al.: Low hair selenium and plasma glutathione peroxidase in children with chronic renal failure. *Pediatric Nephrology*. 2006; 21.11: 1739-1745.
95. Ochi A., Ishimura E. et al.: Trace elements in the hair of hemodialysis patients. *Biological trace element research*. 2011; 143.2: 825-834.
96. Długaszek M., Szopa M. et al.: Magnesium, calcium and trace elements distribution in serum, erythrocytes, and hair of patients with chronic renal failure. *Magnesium Research*. 2008; 21.2: 109-117.
97. Hashmi G.M., Shah M.H.: Comparative evaluation of trace elements in the scalp hair of arthritis patients and healthy donors. *Toxicological & Environmental Chemistry*. 2011; 93.10: 2123-2134.
98. Mierzecki A., Strecker D., Radomska K.: A pilot study on zinc levels in patients with rheumatoid arthritis. *Biological trace element research*. 2011; 143.2: 854-862.

99. Wang C.T., Chou C.Y., Chang W.T.: Study on the content of trace elements in the hair of female osteoarthritis patients. *Trace Elements & Electrolytes*. 2009; 26.1.
100. Khalique A., Shah M.H. et al.: Multivariate analysis of the selected metals in the hair of cerebral palsy patients versus controls. *Biological trace element research*. 2006; 111.1-3: 11-22.
101. Wojciak R.W., Krejpcio Z.: Assessment of the content of selected bioelements in the hair of children with infantile cerebral palsy (paralysis cerebri in infantilis). *Trace elements and electrolytes*. 2002; 19.3: 133-137.
102. Man C.K., Zheng Y.H.: Analysis of trace elements in scalp hair of mentally retarded children. *Journal of Radioanalytical and Nuclear chemistry*. 2002; 253.3: 375-377.
103. NG S.Y.: Hair calcium and magnesium levels in patients with fibromyalgia: a case center study. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 1999; 22.9: 586-593.
104. Kim Y.S., Kim K.M. et al.: Women with fibromyalgia have lower levels of calcium, magnesium, iron and manganese in hair mineral analysis. *Journal of Korean medical science*. 2011; 26.10: 1253-1257.
105. Afridi H.I., Kazi T.G. et al.: Evaluation of status of calcium, magnesium, potassium, and sodium levels in biological samples in children of different age groups with normal vision and night blindness. *Clinical laboratory*. 2011; 57.7-8: 559-574.
106. Kazi T.G., Afridi H. I. et al.: Evaluation of essential and toxic metals by ultrasound-assisted acid leaching from scalp hair samples of children with macular degeneration patients. *Clinica chimica acta*. 2006; 369.1: 52-60.
107. Yang J., Wang T. et al.: Selenium level surveillance for the year 2007 of Keshan disease in endemic areas and analysis on surveillance results between 2003 and 2007. *Biological trace element research*. 2010; 138.1-3: 53-59.
108. Lloyd G.R., Ahmad S. et al.: Pattern recognition of inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy of human scalp hair for discriminating between healthy and hepatitis C patients. *Analytica chimica acta*. 2009; 649.1: 33-42.
109. Suzana S., Normah H. et al.: Antioxidant intake and status, and oxidative stress in relation to breast cancer risk: a case-control study. *Asian Pacific J Cancer Prev*. 2008; 9: 343-50.
110. Pasha Q., Malik S.A. et al.: Comparison of trace elements in the scalp hair of malignant and benign breast lesions versus healthy women. *Biological trace element research*. 2010; 134.2: 160-173.
111. Joo N.S., Kim S.M. et al.: Hair iron and other minerals' level in breast cancer patients. *Biological trace element research*. 2009; 129.1-3: 28-35.
112. Kilic E., Saraymen R. et al.: Chromium and manganese levels in the scalp hair of normals and patients with breast cancer. *Biological trace element research*. 2004; 102.1-3: 19-25.

113. Borella P., Bargellini A. et al.: Observations on the use of plasma, hair and tissue to evaluate trace element status in cancer. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 1997; 11.3: 162-165.
114. Wang C.T., Chang W.T., Yang T.L.: Study of the concentrations of calcium, copper, iron, magnesium and zinc in the hair of breast cancer patients. *Trace Elements & Electrolytes*. 2006; 23.4.
115. Cihan Y.B., Sözen S., Yildirim S.Ö.: Trace elements and heavy metals in hair of stage III breast cancer patients. *Biological trace element research*. 2011; 144.1-3: 360-379.
116. Cihan Y.B., Yildirim S.Ö.: A discriminant analysis of trace elements in scalp hair of healthy controls and stage-IIIB non-small cell lung cancer (NSCLC) patients. *Biological trace element research*. 2011; 144.1-3: 272-294.
117. Kazi T.G., Memon A.R. et al.: Determination of cadmium in whole blood and scalp hair samples of Pakistani male lung cancer patients by electrothermal atomic absorption spectrometer. *Science of the total environment*. 2008; 389.2-3: 270-276.
118. Guo J.K., Deng W. et al.: Prediction of prostate cancer using hair trace element concentration and support vector machine method. *Biological trace element research*. 2007; 116.3: 257-271.
119. Tan C., Chen H.: Screening of prostate cancer by analyzing trace elements in hair and chemometrics. *Biological trace element research*. 2011; 144.1-3: 97-108.
120. Kazi T.G., Afridi H.I. et al.: Evaluation of zinc status in whole blood and scalp hair of female cancer patients. *Clinica Chimica Acta*. 2007; 379.1-2: 66-70.
121. Leung P.L., Huang H.M.: Analysis of trace elements in the hair of volunteers suffering from naso-pharyngeal cancer. *Biological trace element research*. 1997; 57.1: 19-25.
122. Azin F., Raie R.M., Mahmoudi M.M.: Correlation between the levels of certain carcinogenic and anticarcinogenic trace elements and esophageal cancer in northern Iran. *Ecotoxicology and environmental safety*. 1998; 39.3: 179-184.
123. Pasha Q., Malik S.A. et al.: Investigation of trace metals in the blood plasma and scalp hair of gastrointestinal cancer patients in comparison with controls. *Clinica Chimica Acta*. 2010; 411.7-8: 531-539.
124. Yasuda H., Yoshida K. et al.: Metallomics study using hair mineral analysis and multiple logistic regression analysis: relationship between cancer and minerals. *Environmental health and preventive medicine*. 2009; 14.5: 261.
125. Mieczkowski T.: Urinalysis and hair analysis for illicit drugs of driver applicants and drivers in the trucking industry. *Journal of forensic and legal medicine*. 2010; 17.5: 254-260.
126. Montagna M., Stramesi C. et al.: Simultaneous hair testing for opiates, cocaine, and metabolites by GC-MS: a survey of applicants for driving licenses with a history of drug use. *Forensic science international*. 2000; 107.1-3: 157-167.
127. Salomone A., Gerace E. et al.: Simultaneous analysis of several synthetic cannabinoids, THC, CBD and CBN, in hair by ultra-high performance liquid chro-

- matography tandem mass spectrometry. Method validation and application to real samples. *Journal of Mass Spectrometry*. 2012; 47.5: 604-610.
128. Cartmell L.W., Aufderheide A.C. et al.: The frequency and antiquity of prehistoric coca-leaf-chewing practices in northern Chile: radioimmunoassay of a cocaine metabolite in human-mummy hair. *Latin American Antiquity*. 1991; 2.3: 260-268.
129. Shah A.Q., Kazi T.G. et al.: Correlation between arsenic concentration in fish and human scalp hair of people living in arsenic-contaminated and noncontaminated areas of Pakistan. *Biological trace element research*. 2011; 144.1-3: 197-204.
130. Srogi K.: Określenie zawartości cynku i miedzi we włosach jako próba oceny zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego miasta Gliwic. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*. 2005; 2.56: 189-198.
131. Pereira R., Ribeiro R., Goncalves F.: Scalp hair analysis as a tool in assessing human exposure to heavy metals (S. Domingos mine, Portugal). *Science of the Total Environment*. 2004; 327.1-3: 81-92.
132. Yang H.Z., Lan J. et al.: A preliminary study of steroid reproductive hormones in human hair. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*. 1998; 67.5-6: 447-450.
133. Ames B.N.: DNA damage from micronutrient deficiencies is likely to be a major cause of cancer. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*. 2001; 475.1-2: 7-20.
134. Coyle Y.M., Hyman L.S. et al.: An ecological study of the association of environmental chemicals on breast cancer incidence in Texas. *Breast cancer research and treatment*. 2005; 92.2: 107-114.
135. Fenech M., Ferguson L.R.: Vitamins/minerals and genomic stability in humans. 2001.
136. Ferguson L.R.: Natural and human-made mutagens and carcinogens in the human diet. *Toxicology*. 2002; 181: 79-82.
137. Knasmüller S., Verhagen H.: Impact of dietary factors on cancer causes and DNA integrity: new trends and aspects. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*. 2002; 40.8: 1047-1050.
138. OH S.Y., Lee J. H et al.: Relationship of nutrients and food to colorectal cancer risk in Koreans. *Nutrition research*. 2005; 25.9: 805-813.
139. Rojas E., Herrera L.A. et al.: Are metals dietary carcinogens? *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. 1999; 443.1: 157-181.
140. Alaejos M.S., Romero F.D., Romero C.D.: Selenium and cancer: some nutritional aspects. *Nutrition*. 2000; 16.5: 376-383.
141. Temple N.J., Gladwin K.K.: Fruit, vegetables, and the prevention of cancer: research challenges. *Nutrition*. 2003; 19.5: 467-470.
142. Zhai H., Chen X., Hu Z.: Study on the relationship between intake of trace elements and breast cancer mortality with chemometric methods. *Computational biology and chemistry*. 2003; 27.6: 581-586.

143. Park S.B., Choi S.W., Nam A.Y.: Hair tissue mineral analysis and metabolic syndrome. *Biological trace element research*. 2009; 130.3: 218-228.
144. Wadolowska L.: Walidacja kwestionariusza częstotliwości i spożycia żywności - FFQ. Ocena powtarzalności. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*. 2005; 1.38: 27-33.
145. Barbacki A. (red.): *Mikroskopia elektronowa*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. 2007.
146. Goldstein J.I., Newbury D.E. et al.: *Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis*. Springer. 2017.
147. Łasińska A.: Skaningowa mikroskopia elektronowa w badaniach kryminalistycznych. *Prokuratura i Prawo*. 2013; 10: 145-166.
148. Stanisław A.: *Przystępny kurs statystyki: z wykorzystaniem programu STATISTICA PL na przykładach z medycyny*. StatSoft. 2000.
149. Rabiej M.: *Statystyka z programem Statistica*. Gliwice: Wydawnictwo Helion. 2012.
150. Stanisław A.: *Przystępny kurs statystyki: z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny. Analizy wielowymiarowe*. StatSoft. 2007.
151. Karczewski J.K.: Próba oceny środowiska człowieka w oparciu o zawartość magnezu w wybranych materiałach biologicznych. *Oficyna Wydawnicza AMB* zam. 117/96, n.55
152. Karczewski J.K.: Próba oceny środowiska człowieka w oparciu o zawartość magnezu w wybranych materiałach biologicznych. *Biuletyn Magnezologiczny*. 1998; 1.03: 42-44.
153. Wołowicz P., Michałak, I. et al.: Hair analysis in health assessment. *Clinica Chimica Acta*. 2013; 419: 139-171.
154. Fiłon J., Ustymowicz-Farbiszewska J. et al.: Analysis of trace element content in hair of autistic children. *Journal of Elementology*. 2017; 22.4: 1285-1293.
155. Hong S.R., Lee S.M. et al.: Association between hair mineral and age, BMI and nutrient intakes among Korean female adults. *Nutrition research and practice*. 2009; 3.3: 212-219.
156. Wang C.T., Chang W.T. et al.: Concentrations of calcium, copper, iron, magnesium, potassium, sodium and zinc in adult female hair with different body mass indexes in Taiwan. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*. 2005; 43.4: 389-393.
157. Johnson C.M., Angell S.Y., et al.: Sodium content of lunchtime fast food purchases at major US chains. *Archives of internal medicine*. 2010; 170.8: 732-734.
158. Scourboutakos M.J., Semnani-Azad Z., L'abbe M.R.: Restaurant meals: almost a full day's worth of calories, fats, and sodium. *JAMA internal medicine*. 2013; 173.14: 1373-1374.
159. Kunachowicz H., Nadoln I. et al.: *Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw*. PZWL. 2016.
160. Kovacs L., Zamboni C. et al.: Sulfur status in long distance runners. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing. 2015: 012009.
161. Clarkson T.W.: The three modern faces of mercury. *Environmental health perspectives*. 2002; 110.Suppl 1: 11.

162. Zalups R.K., Ahmad S.: Molecular handling of cadmium in transporting epithelia. *Toxicology and applied pharmacology*. 2003; 186.3: 163-188.
163. Skalnaya M.G., Tinkov A.A. et al.: Hair toxic element content in adult men and women in relation to body mass index. *Biological trace element research*. 2014; 161.1: 13-19.
164. Skalny A.V.: Reference values of chemical elements concentration in hair, obtained by means of ICP-AES method in ANO Centre for Biotic Medicine. *Trace Elem Med*. 2003; 4.1: 55-56.
165. Zaitseva I.P., Skalny A.A., et al.: The influence of physical activity on hair toxic and essential trace element content in male and female students. *Biological trace element research*. 2015; 163.1-2: 58-66.
166. Nastaj J., Hnat A.: Bioadsorpcja jonów ołowiu na wybranych złożach bioadsorbentów. *Studia literaturowe. Przemysł Chemiczny*. 2008; 87.8: 844-849.
167. Apostoli P.: Elements in environmental and occupational medicine. *Journal of chromatography B*. 2002; 778.1-2: 63-97.
168. Długaszek M., Kaszczuk M., Mularczyk-Oliwa M.: Magnesium, calcium, and trace elements excretion in 24-h urine. *Biological trace element research*. 2011; 142.1: 1-10.
169. Długaszek M., Kaszczuk M., Mularczyk-Oliwa M.: Application of atomic absorption spectrometry in the elements and heavy metals determination in biological media-human hair. *Prace Instytutu Elektrotechniki*. 2012; 255: 345-355.
170. Długaszek M., Szopa M. et al.: Magnesium, calcium and trace elements distribution in serum, erythrocytes, and hair of patients with chronic renal failure. *Magnesium Research*. 2008; 21.2: 109-117.
171. Kosanovic M., Jokanovic M.: Quantitative analysis of toxic and essential elements in human hair. Clinical validity of results. *Environmental monitoring and assessment*. 2011; 174.1-4: 635-643.

Spis tabel

Tabela 1.	Analiza walidacji kwestionariusza	23
Tabela 2.	Rozkład wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem (mg/kg).....	28
Tabela 3.	Liczebność i odsetek osób w grupach wydzielonych ze względu na zróżnicowany poziom wybranych wskaźników społeczno-demograficznych oraz morfologiczno-sprawnościowych	30
Tabela 4.	Przeciętny poziom i zróżnicowanie wybranych wskaźników biometrycznych	31
Tabela 5.	Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem (mg/kg).....	33
Tabela 6.	Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu kraju zamieszkania	36
Tabela 7.	Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu płci ..	38
Tabela 8.	Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu klasyfikacji BMI	41
Tabela 9.	Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu wieku badanych	43
Tabela 10.	Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu miejsca zamieszkania	45
Tabela 11.	Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu aktywności fizycznej	46
Tabela 12.	Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu stosowania diety	48
Tabela 13.	Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu regularności spożywania posiłków	51
Tabela 14.	Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu podjadania między posiłkami	53
Tabela 15.	Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu zwracania uwagi na skład posiłków	55

Tabela 16. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu spożywania dań błyskawicznych i fast food-ów	57
Tabela 17. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu preferowania przygotowywania dań na parze.....	59
Tabela 18. Zawartość wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu preferowania spożywania dań smażonych	61
Tabela 19. Wpływ wieku na zawartość mikro- i makroelementów we włosach studentów.....	62
Tabela 20. Wpływ wskaźnika masy ciała (BMI) na zawartość mikro- i makroelementów we włosach studentów	63
Tabela 21. Wpływ częstotliwości aktywności tygodniowej na zawartość mikro- i makroelementów we włosach studentów.....	64
Tabela 22. Częstość tygodniowa spożywania poszczególnych produktów spożywczych.....	65
Tabela 23. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość sodu (Na) we włosach studentów	66
Tabela 24. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość magnezu (Mg) we włosach studentów	67
Tabela 25. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość siarki (S) we włosach studentów	69
Tabela 26. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość potasu (K) we włosach studentów	70
Tabela 27. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość wapnia (Ca) we włosach studentów ...	71
Tabela 28. Wpływ częstości spożywania poszczególnych produktów spożywczych na zawartość ołowiu (Pb) we włosach studentów ...	72
Tabela 29. Zawartość sodu (Na) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień	74
Tabela 30. Zawartość magnezu (Mg) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień	75
Tabela 31. Zawartość siarki (S) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień	76
Tabela 32. Zawartość potasu (K) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień	77
Tabela 33. Zawartość wapnia (Ca) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień	78
Tabela 34. Zawartość ołowiu (Pb) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień	79
Tabela 35. Analiza korelacji analizowanych mikro- i makroelementów	83
Tabela 36. Szczegółowa analiza korelacji analizowanych mikro- i makroelementów	84

Spis rycin

Rycina 1. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem (mg/kg, siarka: g/kg).....	34
Rycina 2. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu kraju zamieszkania	35
Rycina 3. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu płci	37
Rycina 4. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu klasyfikacji BMI	40
Rycina 5. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu wieku badanych	42
Rycina 6. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu miejsca zamieszkania.....	44
Rycina 7. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu aktywności fizycznej	46
Rycina 8. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu stosowania diety	48
Rycina 9. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu regularności spożywania posiłków	50
Rycina 10. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu podjadania między posiłkami.....	52
Rycina 11. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu zwracania uwagi na skład posiłków	54
Rycina 12. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu spożywania dań błyskawicznych i fast food-ów	56
Rycina 13. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu preferowania spożywania dań przygotowywania na parze	58

Rycina 14. Zróżnicowanie zawartości wybranych mikro- i makroelementów we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu preferowania spożywania dań smażonych.....	60
Rycina 15. Wykres rozrzutu analizowanych składników mineralnych przy uwzględnieniu wieku.....	62
Rycina 16. Wykres rozrzutu analizowanych składników mineralnych przy uwzględnieniu BMI.....	63
Rycina 17. Wykres rozrzutu analizowanych składników mineralnych przy uwzględnieniu tygodniowej aktywności fizycznej.....	64
Rycina 18. Zróżnicowanie zawartości sodu (Na) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień.....	74
Rycina 19. Zróżnicowanie zawartości magnezu (Mg) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień	75
Rycina 20. Zróżnicowanie zawartości siarki (S) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień.....	76
Rycina 21. Zróżnicowanie zawartości potasu (K) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień	77
Rycina 22. Zróżnicowanie zawartości wapnia (Ca) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień	78
Rycina 23. Zróżnicowanie zawartości ołowiu (Pb) we włosach studentów objętych badaniem przy uwzględnieniu skupień	79
Rycina 24. Przynależność do poszczególnych skupień przy uwzględnieniu cech demograficznych	80
Rycina 25. Przynależność do poszczególnych skupień przy uwzględnieniu wskaźnika masy ciała (BMI) i aktywności fizycznej	81
Rycina 26. Przynależność do poszczególnych skupień przy uwzględnieniu zachowań żywieniowych	82
Rycina 27. Wykres rozrzutu analizowanych składników mineralnych	85

Aneks

KWESTIONARIUSZ ANKIETY ŻYWIENIOWEJ

Został Pan/Pani zaproszony/a do wzięcia udziału w ankiecie, której celem jest zebranie informacji o zwyczajach żywieniowych i sposobie żywienia. Ankieta jest anonimowa. Uzyskane wyniki badań posłużą wyłącznie do celów naukowych. Przewidywany czas na wypełnienie ankiety wynosi ok. 15 minut.

Data wypełniania:.....

Metryczka

Płeć:

☐ Mężczyzna

☐ Kobieta

Dane antropometryczne:

Wiek

Wzrost

Masa ciała

Obwód talii.....

Obwód bioder.....

Wykształcenie:

☐ Podstawowe

☐ Średnie

☐ Student

☐ Wyższe

Aktualne miejsce zamieszkania:

☐ Miasto

☐ Wieś

1. Czy uprawiasz sport/ jesteś aktywny fizycznie:

☐ Tak

☐ Nie

Jeśli uprawiasz sport-

preferowana dyscyplina

2. Rodzaj stosowanej diety:

☐ zwyczajowa, codzienna

☐ z przewagą węglowodanów

☐ z przewagą produktów zawierających białko

☐ z przewagą produktów zawierających tłuszcze

☐ inna, jaka?

3. Ile posiłków spożywasz w ciągu dnia:

☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ więcej niż 6

4. Czy spożywasz posiłki regularnie:

☐ Tak ☐ Nie ☐ Czasami

5. Czy podjadasz między posiłkami?

☐ Tak ☐ Nie ☐ Czasami

*** W pytaniach oznaczonych gwiazdką można udzielić więcej niż jednej odpowiedzi**

6.* Jeżeli podjadasz, to jakie produkty?

☐ Pieczywo ☐ Chipsy, paluszki
☐ Owoce ☐ Pieczywo cukiernicze
☐ Jogurty, kefir ☐ Cukierki
☐ Czekolada, wyroby czekoladowe

7.* Kto przygotowuje Twoje posiłki?

☐ Sam przygotowuję ☐ Korzystam z żywienia zbiorowego
☐ Posiłki domowe ☐ Korzystam z „Dań błyskawicznych” i „fast foodów”

8.* Jaki sposób przygotowania gorących posiłków preferujesz?

☐ Gotowanie ☐ Gotowanie na parze ☐ Smażenie
☐ Pieczenie ☐ Grillowanie

9. Czy zwracasz uwagę na skład swoich posiłków?

☐ Tak ☐ Nie ☐ Czasami

10.* Czynniki kształtujące wiedzę żywieniową:

☐ Rodzina ☐ Wykształcenie ☐ Media (TV, prasa, internet)
☐ Dietetyk ☐ Otoczenie

11. Czy zmieniłabyś/zmieniłbyś swoje przyzwyczajenia żywieniowe, aby poprawić swoje samopoczucie, zdrowie, kondycję fizyczną (formę):

☐ Tak ☐ Nie

12. Ile litrów płynów wypijasz dziennie

☐ Podaj ilość.....

13. Czy zwracasz uwagę na wypijanie odpowiedniej ilości płynów:

☐ Tak ☐ Nie

14. Czy wykonujesz badania diagnostyczne/biochemiczne w celu sprawdzenia stanu zdrowia?

☐ Tak ☐ Nie

15. Czy palisz papierosy?

- ☐ Tak ☐ Nie ☐ Paliłem, ale już nie palę

16. Jeżeli palisz, to ile dziennie?

- ☐ Mniej niż jedna paczkę ☐ Jedną paczkę
☐ Dwie paczki ☐ Więcej niż dwie paczki

17. Jeżeli palisz, to jak długo?

- ☐lat

18. Czy były przerwy w paleniu papierosów? Jeżeli tak, to jak długie?

- ☐ Nie ☐ Tak.....msc/lat

19. Czy przyjmujesz suplementy diety?:

- ☐ Tak ☐ Nie

20. Jeżeli przyjmujesz suplementy diety, to które?:

- ☐ Tłuszcze rybne ☐ Witamina B12
☐ Foliiany ☐ Witamina B2
☐ Witamina B6 ☐ Witamina D
☐ Witamina K ☐ Zestaw wit. i min.
☐ Inne (Podaj nazwę).....

21. Dlaczego przyjmujesz suplementy diety?

- ☐ Wskazania lekarskie
☐ Doradzał farmaceuta
☐ Reklama w TV, w prasie

22. Czy robiąc zakupy czytasz etykiety na produktach (suplementach diety)?

- ☐ Tak ☐ Nie ☐ Czasami

23. Co wpływa na wybór produktu/ suplementu diety?

- ☐ Wygląd opakowania
☐ Skład (jakość)
☐ Cena

24. Czy kontrolujesz wymienione wskaźniki ?

- Ciśnienie ☐ Tak ☐ Nie
 Poziom cholesterolu ☐ Tak ☐ Nie
 Poziom cukru ☐ Tak ☐ Nie
 Masę ciała ☐ Tak ☐ Nie

25. Jeżeli tak, to jak często?

- | | |
|--|---|
| ☐ Ciśnienie..... | ☐ Poziom cholesterolu..... |
| ☐ Poziom cukru..... | ☐ Masę ciała..... |

26.* Czy dotyczą Cię wymienione choroby?

- | | |
|---------------------------------------|--|
| ☐ Nadciśnienie | ☐ Hipercholesterolemia |
| ☐ Cukrzyca | ☐ Otyłość |
| ☐ RZS | ☐ Niewydolność nerek |
| ☐ Udar OUN | ☐ Choroba tętnic obwodowych |

27. Ile razy w tygodniu jesteś aktywny fizycznie:

- ☐ Rzadziej niż 1 raz w tygodniu
- ☐ 1-2 razy w tygodniu
- ☐ 3-4 razy w tygodniu
- ☐ 5-6 razy w tygodniu
- ☐ 7 i więcej razy w tygodniu
- ☐ Nie jestem

28. Określ czas trwania jednorazowego wysiłku:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| ☐ poniżej 0,5 h | ☐ 0,5-1 h |
| ☐ 1-2 h | ☐ powyżej 2 h |

29. Uprawiana dyscyplina/preferowana aktywność fizyczna:

- | | |
|---|--|
| ☐ Nordic Walking | ☐ Spacer |
| ☐ Pływanie | ☐ Jazda Rowerem |
| ☐ Inna..... | |

30. Kto lub co ma największy wpływ na Twoje zachowania prozdrowotne?

- | | |
|----------------------------------|--|
| ☐ Lekarz | ☐ Pielęgniarka |
| ☐ Rodzina | ☐ Prasa |
| ☐ Książki | ☐ Radio/TV/Internet |

31. Czy ten wpływ dotyczy zmiany diety i zwiększenia aktywności fizycznej?

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| ☐ Tak | ☐ Nie |
|------------------------------|------------------------------|

Częstość spożywania produktów spożywczych

Rodzaj pokarmu	Częstość spożycia				
	codzien- nie	3-6 razy w tygo- dniu	1-2 razy w tygodniu	spora- dycznie	nie spo- żywam
Pieczywo jasne					
Pieczywo ciemne					
Ziemniaki					
Makaron					
Ryż					
Kasze					
Płatki śniadaniowe					
Płatki naturalne					
Czekolady, batony					
Cukier (słodzenie)					
Ciasta, ciastka, drożdżówki					
Fasola, bób, groch					
Warzywa kapustne (brokuły, kapusta, kalafior)					
Pozostałe warzywa					
Orzechy, ziarna, pestki					
Owoce (pomarańcz, jabłka, winogrona, truskawki....)					
Mleko					
Jogurty, kefir					
Sery żółte					
Sery pleśniowe					
Twarogi					
Jajka					
Wędliny, kiełbasy					
Ryby chude (dorsz, flądra)					
Ryby tłuste (śledź, łosoś, makrela)					
Owoce morza (krewetki, mule)					
Kurczaki, indyki					
Wieprzowina, wołowina,					
Podroby					

Woda					
Soki owocowe					
Napoje tzw. kolorowe					
Herbata					
Kawa					
Napoje alkoholowe					

Niezaznaczenie X przy danej pozycji zostanie uznane za fakt, iż ankietowana osoba nie spożywa danego rodzaju pokarmu.