

**REDAKCJA NAUKOWA
ZUZANNA GOLUCH**

SUPLEMENTY DIETY

**KORZYŚCI I ZAGROŻENIA
DLA ZDROWIA KONSUMENTA**

SUPLEMENTY DIETY
– KORZYŚCI I ZAGROŻENIA
DLA ZDROWIA KONSUMENTA

REDAKCJA NAUKOWA
ZUZANNA GOLUCH

**REDAKCJA NAUKOWA
ZUZANNA GOLUCH**

SUPLEMENTY DIETY

**KORZYŚCI I ZAGROŻENIA
DLA ZDROWIA KONSUMENTA**

ARCHAEGRAPH
Wydawnictwo Naukowe

REDAKCJA NAUKOWA (KIEROWNIK PROJEKTU BADAWCZEGO):

DR HAB. INŻ. ZUZANNA GOLUCH, PROF. UEW,

KATEDRA TECHNOLOGII ŻYWNOŚCI I ŻYWIENIA, WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI,
UNIwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

RECENZENCI:

DR HAB. INŻ. ZUZANNA GOLUCH, PROF. UEW

DR HAB. INŻ. JULITA REGUŁA, PROF. UPP

DR HAB. INŻ. LEK. MED. DARIUSZ WŁODAREK, PROF. SGGW

RADA NAUKOWA PROJEKTU:

DR HAB. INŻ. ZUZANNA GOLUCH, PROF. UEW,

KATEDRA TECHNOLOGII ŻYWNOŚCI I ŻYWIENIA, WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI,
UNIwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

DR HAB. INŻ. JULITA REGUŁA, PROF. UPP,

KATEDRA ŻYWIENIA CZŁOWIEKA I DIETETYKI, WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOŚCI
I ŻYWIENIU, UNIwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

DR HAB. INŻ. LEK. MED. DARIUSZ WŁODAREK, PROF. SGGW,

KATEDRA DIETETYKI, INSTYTUT NAUK O ŻYWIENIU CZŁOWIEKA,
SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE

DR HAB. INŻ. ANNA KOWALSKA, PROF. UEW,

KATEDRA EKONOMIKI I ORGANIZACJI GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ,
WYDZIAŁ EKONOMII I FINANSÓW, UNIwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

DR N. FARM. MAGDALENA HURKACZ,

KATEDRA I ZAKŁAD FARMAKOLOGII KLINICZNEJ, WYDZIAŁ FARMACEUTYCZNY,
UNIwersytet Medyczny we Wrocławiu

DR N. FARM. ALDONA WIERZBICKA-RUCIŃSKA,

ZAKŁAD BIOCHEMII, RADIOIMMUNOLOGII I MEDYCYNY DOŚWIADCZALNEJ,
INSTYTUT "POMNIK - CENTRUM ZDROWIA DZIECKA" W WARSZAWIE

KOREKTA REDAKTORSKA I SKŁAD

KAROL ŁUKOMIAK

DIANA ŁUKOMIAK

PROJEKT OKŁADKI

KAROL ŁUKOMIAK

© COPYRIGHT BY AUTHORS & ARCHAEGRAPH
& LABORATORIUM WIEDZY

ISBN: 978-83-67074-26-1

WERSJA ELEKTRONICZNA DOSTĘPNA NA STRONIE INTERNETOWEJ WYDAWCY:
www.archaeograph.pl

ARCHAEGRAPH
Wydawnictwo Naukowe

ŁÓDŹ - KIELCE 2021

SPIS TREŚCI

| | |
|--|-----|
| Wstęp | 7 |
| Zuzanna Goluch, Michał Borowski Częstotliwość i uwarunkowania spożycia suplementów diety przez halowych wspinaczy sportowych | 9 |
| Gabriela Haraf Zastosowanie białek serwatkowych do produkcji suplementów diety | 33 |
| Urszula Kaźmierska Fitoestrogeny a menopauza | 45 |
| Ewelina Książek Dietary Supplements - prebiotics, probiotics and selected flavonoids as natural modifiers of the immune response | 63 |
| Monika Maćków, Aleksandra Dołęgowska, Magdalena Zegan Stosowanie suplementów diety w postaci nutrikosmetyków wśród polskich kobiet | 83 |
| Patrycja Poziemska Alergie i nietolerancje pokarmowe | 97 |
| Joanna Radzik-Zajac Antyoksydanty jako suplementy diety – korzyści i zagrożenia w praktyce klinicznej ze szczególnym uwzględnieniem chorób sercowo-naczyniowych i alergicznych. Część I witamina e, witamina c, kwasy tłuszczowe Omega-3 i Omega-6 | 109 |

Joanna Radzik-Zajac

antyoksydanty jako suplementy diety – korzyści i zagrożenia w praktyce klinicznej ze szczególnym uwzględnieniem chorób sercowo-naczyniowych i alergicznych. Część II polifenole, karotenoidy, selen, kwas liponowy, koenzym Q10.....133

Monika Wereńska

Ocena częstotliwości spożycia suplementów diety i wiedza konsumentów województwa dolnośląskiego i świętokrzyskiego na temat trendu clean label.....153

WSTĘP

Szanowni Państwo

Rynek suplementów diety, zarówno w kraju jak i na świecie, rozwija się w dynamicznym tempie przyczyniając się do wzrostu odsetka ich konsumentów. Czynnikiem napędzającym rozwój tego rynku są zarówno niekorzystne zmiany zachodzące w zachowaniach żywieniowych i stylu życia różnych grup ludności (przyczyniające się do wtórnych niedoborów w organizmie składników odżywczych i regulatorowych w organizmie), jak i trudność z zaspokojeniem dziennego zapotrzebowania na te składniki wynikająca z intensywności życia codziennego. Suplementy diety, jako środki spożywcze, wzbudzają więc zainteresowanie nie tylko producentów żywności, dietetyków, żywieniowców, trenerów personalnych, lekarzy, ale również ogół społeczeństwa. Pomimo, iż suplementy diety nie posiadają właściwości leczniczych, to jednak mogą uzupełniać niezbilansowaną dietę w witaminy, składniki mineralne, związki o działaniu odżywczym lub fizjologicznym zarówno u osób zdrowych, chorych, w różnych stanach fizjologicznych, jak i o zwiększonej aktywności fizycznej. Jednakże włączenie ich do diety powinno być: uzasadnione badaniami diagnostycznymi/lecarskimi; oparte na krajowych lub ogólnościatowych rekomendacjach wynikających z badań naukowych; okresowe i kontrolowane. Spożycie tych środków spożywczych w sposób niekontrolowany może być nie tylko nieskuteczne, ale nawet i szkodliwe dla organizmu.

Niniejsza monografia zawiera zarówno artykuły przeglądowe, jak i prace badawcze. Prace przeglądowe dotyczą informacji na temat właściwości, mechanizmów działania i wpływu na organizm różnych substancji aktywnych (fitoestrogenów, probiotyków i prebiotyków, białek serwatkowych, kwasów tłuszczowych, związków antyoksydacyjnych i nutrikosmetycznych) występujących w suplementach diety. Prace badawcze dotyczą suplementacji diety

u wspinaczy halowych oraz wiedzy konsumentów na temat znajomości trendu *clean label*, preferowanego przez konsumentów również w odniesieniu do suplementów diety.

Życzymy, aby ta monografia posłużyła każdemu, kto interesuje się suplementacją i jej rolą w żywieniu człowieka.

CZĘSTOTLIWOŚĆ I UWARUNKOWANIA SPOŻYCIA SUPLEMENTÓW DIETY PRZEZ HAŁOWYCH WSPINACZY SPORTOWYCH

Streszczenie: Celem pracy była ocena częstotliwości i uwarunkowań spożycia suplementów diety przez wrocławskich hałowych wspinaczy sportowych. Badania przeprowadzono metodą ankietową wśród 60 osób, które podzielono na dwie grupy ze względu na staż we wspinaczce (≤ 4 lata i > 4 lat). Stwierdzono, że 2/3 wspinaczy miało prawidłowy stan odżywienia; ponad 2/3 trenuje 2-3 razy w tygodniu celem poprawy samopoczucia, odporności, wydolności fizycznej i redukcji stresu; co drugi badany spożywa 1-2 suplementy dziennie, głównie z polecenia lekarza lub znajomych, celem uzupełnienia niedoborów składników odżywczych, poprawy wydolności, stanu zdrowia i odporności. Źródłem wiedzy wspinaczy o suplementach są Internet, publikacje naukowe i książki dla sportowców, a ich zakupu dokonują w aptece stacjonarnej lub w środowisku internetowym kierując się ceną i rekomendacją specjalistów. Spożywanie suplementów diety powinno być uzasadnione badaniami diagnostycznymi wskazującymi na niedobory składników odżywczych w organizmie.

Słowa kluczowe: Alpinizm, wspinaczka hałowa, suplementy diety.

WSTĘP

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 27 listopada 2001r. sprawie uprawiania alpinizmu³ pojęcie to obejmuje: wspinaczkę sportową,

¹ Dr hab. inż. Zuzanna Goluch, prof. UEW, Katedra Technologii Żywności i Żywnienia, Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.

² Mgr inż. Michał Borowski, absolwent Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.

³ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 listopada 2001r. w sprawie uprawiania alpinizmu (Dz. U. z 2001 r. Nr 145, poz. 1624).

wspinaczkę wysokogórską, alpinizm jaskiniowy i narciarstwo wysokogórskie. Wspinaczka jest sportem ekstremalnym, który jeszcze do niedawna był uprawiany wyłącznie przez alpinistów. Obecnie zajmują się nią zarówno profesjonalści, jak i amatorzy. Dlatego wraz ze wzrostem zainteresowania tą dyscypliną sportową, coraz powszechniej zaczęły powstawać sztuczne zamknięte obiekty, służące do kontrolowanych treningów. Ostatecznie wyodrębniła się osobna dziedzina tego sportu ekstremalnego, jakim jest wspinaczka halowa. Naturalnym następstwem jej istnienia jest zarówno zwrócenie uwagi zawodników na kwestie dotyczące odpowiedniej diety, jak i suplementacji⁴. Sportowcy powinni zwracać szczególną uwagę na zbilansowaną, pod kątem wykonywanego wysiłku fizycznego, wartość energetyczną i odżywczą diety, dlatego coraz uwagi poświęca się badaniu zależności pomiędzy spożywanymi produktami, a ich wpływem na organizm osób aktywnych sportowo⁵. Niestety, często aktywne życie zawodowe, rodzinne i pośpiech w życiu sportowców są przyczyną niezbilansowania diety i zasadnym wówczas staje się jej prewencyjnie lub uzupełniające doposażenie w suplementy diety⁶. Wspinaczka sportowa zdaniem MacLeod (2009)⁷ wymaga przygotowania organizmu do wysokiej wydolności, poprzez zbilansowaną dietę i suplementację zarówno w cyklu przedtreningowym, w dniu startu treningowego i w okresie bezpośrednio go poprzedzającym.

Celem pracy była ocena częstotliwości spożycia suplementów diety przez wrocławskich halowych wspinaczy obojga płci, o różnym stażu uprawiania tej dyscypliny sportowej.

MATERIAŁ I METODY

W badaniu przeprowadzonym w marcu i kwietniu 2020r. łącznie wzięło 60 wrocławskich wspinaczy halowych: 37 mężczyzn (o średniej wieku 32.6 ± 7.0 lat) i 23 kobiety (o średniej wieku 30.5 ± 5.8 lat). Biorąc pod uwagę staż we wspinaczce halowej, to średni wiek badanych posiadających do 4 lat stażu

⁴ J. Mizera, Mizera K., *Dietetyka sportowa. Co jeść, by trenować efektywnie*, Wyd. Galaktyka, Łódź 2017.

⁵ Z. Krejpcio, K. Skwarek, A. Hyżyk, S. Dyba, *Ocena powszechności spożycia suplementów diety w wybranej grupie osób aktywnych sportowo*, Problemy Higieny i Epidemiologii, 2011, 92(4), 935-938.

⁶ M. Dymkowska-Malesa, Z. Walczak, *Suplementacja w sporcie*, Nowiny Lekarskie, 2011, 80, 3, 199-204.

⁷ D. MacLeod, *9 Out of 10 Climbers make the same mistakes*, Wyd. Rare Breed Productions, Spean Bridge, 2009.

wynosił 30.3 ± 6.0 lat, a powyżej 4 lat stażu 32.3 ± 7.7 lat. Podział badanych ze względu na staż i płeć przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Grupa badanych według stażu we wspinaczkę halową, z podziałem na płeć (N=60).

| Staż ≤ 4 lat | | | | Staż > 4 lat | | | | Ogółem |
|-------------------|----|---------|----|----------------|----|---------|----|--------|
| Mężczyźni | | Kobiety | | Mężczyźni | | Kobiety | | N |
| n | % | n | % | n | % | n | % | |
| 22 | 36 | 13 | 22 | 15 | 25 | 10 | 17 | 60 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników ankiety.

Ze względu na sytuację epidemiczną w kraju związaną z pandemią COVID-19⁸, badania przeprowadzono pośrednią metodą ankietową CAWI (ang. *Computer Assisted Web Interview*) z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza, który wrocławscy wspinacze halowi wypełnili w formularzu Google. Ankieta dotyczyła: danych antropometrycznych (masy i wysokości ciała zmierzonych w ostatnich trzech miesiącach), danych socjodemograficznych, stanu zdrowia, rodzaju i intensywności stosowanej aktywności fizycznej, spożywanych suplementów diety oraz uwarunkowania ich spożycia. W kwestionariuszu zamieszczono pytania zamknięte, a także pytanie otwarte. Do pytań zamkniętych należały pytania: -

- typu kafeterii koniunktywnej (możliwość zaznaczenia więcej niż jednej odpowiedzi),
- typu kafeterii dysjunktywnej (możliwość zaznaczenia tylko jednej odpowiedzi),
- typu kafeterii półotwartej (możliwość wyboru kilku odpowiedzi oraz dopisaniu innych)
- alternatywne (np. „tak”, „nie wiem”, „nie”)⁹.

Na podstawie uzyskanych danych masy i wysokości ciała wyliczono wartość wskaźnika stanu odżywienia BMI (ang. *Body Mass Index*) ze wzoru masa ciała [kg]/wzrost[m]², który zinterpretowano w oparciu o klasyfikację WHO

⁸ H. A. Rothan, Byrareddy SN, *The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak*, Journal of Autoimmunity, 2020, nr 109, s. 102433.

⁹ K. Mazurek-Łopacińska, *Badania marketingowe. Metody, techniki i obszary aplikacji na współczesnym rynku*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2020.

(World Health Organization)¹⁰. Uzyskane wyniki cech antropometrycznych, po sprawdzeniu normalności rozkładu testem Shapiro-Wilka i sprawdzeniu jednorodności wariancji testem Lavena, poddano obliczeniom statystycznym. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji Anova testem NIR (dla różnych N), szacując różnice pomiędzy badanymi parametrami na poziomie istotności $P \leq 0,05$ i $P \leq 0,01$, z zastosowaniem programu statystycznego Statistica® 13.1. Natomiast do przedstawienia pozostałych wyników z badań ankietowych zastosowano elementy statystyki opisowej. W pracy przyjęto podział grupy badanej ze względu na staż we wspinaczkę halową (≤ 4 lat stażu i > 4 lat).

WYNIKI

Biorąc pod uwagę płeć wspinaczy halowych stwierdzono, że statystycznie istotnie ($P \leq 0,01$) wyższymi wartościami masy i wysokości ciała oraz wskaźnika BMI charakteryzowali się mężczyźni, w porównaniu do kobiet (tab.2).

Tabela 2. Średnie wartości cech antropometrycznych i wskaźnika BMI u wspinaczy halowych w zależności od płci (N = 60, , SD).

| Badana cecha | Kobiety (n=23) | Mężczyźni(n=37) | P value |
|--|----------------|-----------------|---------|
| Masa ciała [kg] | 57,0B ± 6,30 | 75,8A ± 12,6 | 0,001 |
| Wysokość ciała [cm] | 168,3B ± 6,5 | 179,3A ± 6,7 | 0,001 |
| BMI (Body Mass Index [kg/m ²]) | 20,1 B ± 1,5 | 23,5A ± 2,7 | 0,002 |

A, B – średnie oznaczone małymi literami różnią się statystycznie na poziomie $P \leq 0,01$, zastosowano test NIR

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników ankiety.

Ponieważ w pracy przyjęto podział grupy badanej ze względu na staż wspinania (≤ 4 lat stażu i > 4 lat) obliczono również w tym układzie wartości cech antropometrycznych (Tabela 3). Ich analiza statystyczna jednak nie wykazała istotnych różnic pomiędzy grupami wspinaczy.

¹⁰ World Health Organization, *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*, Report of a WHO Expert Committee, World Health Organization Technical Report, Series, 1995, tom 854, 1 -52.

Tabela 3. Średnie wartości cech antropometrycznych i wskaźnika BMI u wspinaczy halowych w zależności od stażu we wspinaczce, (N = 60, , SD).

| Badana cecha | Staż ≤ 4 lat (n=34) | Staż > 4 lat (n=26) | P value |
|--|---------------------|---------------------|---------|
| Masa ciała [kg] | 71,0 ± 16,0 | 66,7 ± 10,4 | 0,217 |
| Wysokość ciała [cm] | 175,7 ± 9,2 | 174,8 ± 7,9 | 0,707 |
| BMI (<i>Body Mass Index</i> [kg/m ²]) | 22,8 ± 3,3 | 21,7 ± 2,0 | 0,144 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników ankiety. P value oszacowano testem NIR.

Średnie wartości wskaźnika BMI w grupach badanych wspinaczy, zarówno z podziałem na płeć (tabela 4), jak i staż wspinaczki (tabela 5), wskazują na występowanie prawidłowej masy ciała u ¾ z nich (częściej u mężczyzn i osób ze stażem we wspinaczce > 4 lat). Niska masa ciała i niedożywienie I° częściej występowało u kobiet oraz osób ze stażem we wspinaczce > 4 lat. Natomiast nadwaga i otyłość I° częściej występowała u mężczyzn i osób o stażu ≤ 4 lat we wspinaczce.

Tabela 4. Stan odżywienia wspinaczy halowych, w zależności od wartości wskaźnika BMI, z podziałem na płeć, (N = 60).

| Klasyfikacja BMI wg WHO | Zakres BMI | Mężczyźni (n=37) | | Kobiety (n=23) | | Ogółem (N=60) | |
|-------------------------|--------------|------------------|------|----------------|------|---------------|------|
| | | n | % | n | % | n | % |
| Niedożywienie III ° | < 16,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Niedożywienie II ° | 16,0 - 16,99 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Niedożywienie I ° | 17,0 - 18,49 | 1 | 2,7 | 4 | 17,4 | 5 | 8,3 |
| Niska masa ciała | 18,5 - 19,99 | 0 | 0 | 8 | 34,8 | 8 | 13,3 |
| Normowaga | 20,0 - 24,99 | 31 | 83,8 | 11 | 47,8 | 42 | 70,0 |
| Nadwaga | 25,0 - 29,99 | 4 | 10,8 | 1 | 0 | 4 | 6,7 |
| Otyłość I° | 30,0 - 34,99 | 1 | 2,86 | 0 | 0 | 1 | 1,7 |
| Otyłość II° | 35,0 – 39,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Otyłość III° | > 40,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wykonanej ankiety.

Tabela 5. Stan odżywienia wspinaczy halowych, w zależności od wartości wskaźnika BMI, podziałem na staż we wspinacze, (N = 60).

| Klasyfikacja BMI wg WHO | Zakres BMI | Staż ≤ 4 lat (n=34) | | Staż > 4 lat (n=26) | | Ogółem (N=60) | |
|-------------------------|--------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------|------|
| | | n | % | n | % | n | % |
| Niedożywienie III | < 16,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Niedożywienie II ° | 16,0 - 16,99 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Niedożywienie I ° | 17,0 - 18,49 | 3 | 8,6 | 3 | 11,5 | 6 | 10,0 |
| Niska masa ciała | 18,5 - 19,99 | 4 | 11,4 | 4 | 16,0 | 8 | 13,3 |
| Normowaga | 20,0 - 24,99 | 24 | 68,6 | 18 | 72,0 | 42 | 70,0 |
| Nadwaga | 25,0 - 29,99 | 3 | 8,6 | 1 | 4,0 | 4 | 6,7 |
| Otyłość I° | 30,0 - 34,99 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Otyłość II° | 35,0 - 39,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Otyłość III° | > 40,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników ankiety.

Badani wspinacze halowi (tabela 6) głównie wykonują pracę biurową (częściej osoby o ≤ 4 lat stażu), legitymują się wyższym wykształceniem (częściej osoby > 4 lat stażu) i ponad $2/3$ z nich zadeklarowała dobrą lub bardzo dobrą sytuację materialną. Głównym celem uprawiania wspinaczki dla respondentów jest poprawa samopoczucia i sprawności fizycznej oraz odstressowanie (częściej u osób z ≤ 4 lat stażu). Natomiast wyjazdy wspinaczkowe w skały i góry jest ważny dla blisko $2/3$ wspinaczy (częściej dla tych > 4 lat stażu). Treningi wspinaczki halowej wykonują najczęściej 2-3 razy w tygodniu (częściej osoby ≤ 4 lat stażu). Głównym typem uprawianej wspinaczki dla $2/3$ badanych (częściej u osób > 4 lat stażu) są asekuracja sposobem dolnym i bouldering. Tylko co 3 osoba badana stosuje wspinaczkę sposobem górnym. Ponad $2/3$ z badanych podczas uprawiania wspinaczki doświadczyło kontuzji palców, nadgarstka, łokcia, barków, kolan i stawu skokowego (częściej osoby > 4 lat stażu). Swoją sposobu żywienia blisko $2/3$ wspinaczy określiło jako tradycyjny (częściej osoby ≤ 4 lat stażu).

Tabela 6. Odsetek [%] wspinaczy halowych w zależności od statusu socio-demograficznego i charakterystyki uprawianej aktywności, (N=60)

| Odpowiedzi | Staż ≤ 4 lat (n=34) | | Staż > 4 lat (n=26) | | Ogółem (N=60) | |
|--|------------------------|------|------------------------|------|------------------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Rodzaj wykonywanej pracy: | | | | | | |
| - biurowa | 27 | 79,4 | 19 | 73,1 | 45 | 76,7 |
| - fizyczna | 5 | 14,7 | 4 | 15,4 | 9 | 15,0 |
| - mieszana | 2 | 5,9 | 3 | 11,5 | 5 | 8,3 |
| Wykształcenie: | | | | | | |
| - zawodowe i średnie | 9 | 26,5 | 6 | 23,1 | 15 | 25,0 |
| - wyższe | 25 | 73,5 | 20 | 76,9 | 45 | 75,0 |
| Sytuacja materialna: | | | | | | |
| - doskonała | 1 | 2,9 | 2 | 7,7 | 3 | 5,0 |
| - bardzo dobra | 15 | 44,1 | 6 | 23,1 | 21 | 35,0 |
| - dobra | 14 | 41,2 | 16 | 61,5 | 30 | 50,0 |
| - wystarczająca | 4 | 11,8 | 2 | 7,7 | 6 | 10,0 |
| Cel uprawiania wspinaczki (wielokrotny wybór): | | | | | | |
| - udział w zawodach | 0 | 0 | 3 | 11,5 | 3 | 10,0 |
| - pokonywanie własnych słabości | 18 | 52,9 | 10 | 38,5 | 28 | 46,7 |
| - dla atmosfery panującej wśród wspinaczy i na ścianach wspinaczkowych | 17 | 50,0 | 11 | 42,3 | 28 | 46,7 |
| - dla relaksu | 21 | 61,8 | 15 | 57,7 | 36 | 60,0 |
| - wyjazdy w skały, w góry | 19 | 55,9 | 22 | 84,6 | 41 | 68,3 |
| - na odstresowanie | 26 | 76,5 | 17 | 65,4 | 43 | 71,7 |
| - poprawa sprawności fizycznej | 26 | 76,5 | 17 | 65,4 | 43 | 71,7 |
| - dla poprawy samopoczucia | 27 | 79,4 | 18 | 69,2 | 45 | 75,0 |
| Częstotliwość treningów wspinaczkowych w tygodniu | | | | | | |
| - 4 razy | 2 | 5,9 | 5 | 19,2 | 7 | 11,7 |
| - 2-3 razy | 24 | 70,6 | 19 | 73,1 | 43 | 71,7 |
| - 1 i rzadziej | 8 | 23,5 | 2 | 7,7 | 10 | 16,6 |
| Typ uprawianej wspinaczki (wielokrotny wybór): | | | | | | |
| - asekuracja sposobem dolnym | 22 | 64,7 | 23 | 88,5 | 45 | 75,0 |
| - asekuracja sposobem górnym | 11 | 32,4 | 9 | 34,6 | 19 | 33,3 |
| - bouldering | 22 | 64,7 | 20 | 76,9 | 42 | 70,0 |
| Przebyte kontuzje podczas wspinaczki | | | | | | |
| - tak | 22 | 64,7 | 24 | 92,3 | 46 | 76,7 |
| - nie | 12 | 35,3 | 2 | 7,7 | 14 | 23,3 |
| Sposób żywienia: | | | | | | |
| - tradycyjny (mieszany) | 20 | 57,1 | 17 | 68,0 | 37 | 61,7 |
| - alternatywny | 15 | 42,9 | 8 | 32 | 23 | 38,3 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników ankiety.

Biorąc po uwagę zadeklarowane przez wspinaczy spożycie suplementów (tabela 7), to co drugi z nich uzupełnia swoją dietę tymi środkami spożywczymi i częściej osoby o dłuższym stażu we wspinaczkę. Spośród suplementów

białkowych bisko co trzeci respondent spożywa białko serwatkowe (częściej osoby o krótszym stażu). Natomiast aminokwasy BCAA spożywa co szósty badany, częściej jednak osoby z dłuższym stażem we wspinaczce halowej.

Spośród suplementów zawierających wyłącznie składniki mineralne co drugi z badanych zadeklarował spożywanie, magnezu, a co piąty żelaza (częściej osoby > 4 lat stażu). Z suplementów witaminowych niewielki odsetek osób zadeklarował spożywanie: D₃, B₁₂ i C. Natomiast z grupy suplementów o złożonym składzie, co siódma osoba zadeklarowała spożycie tranu i częściej były to osoby z dłuższym stażem we wspinaczce. Ponadto pojedyncze osoby z obu grup wspinaczy zadeklarowały spożycie suplementów zawierających: witaminy D₃+K₂, melatoninę, laktoferynę, żeń-szeń, kwasy omega-3, spirulinę i dimetylosulfon (MSM).

Tabela 7. Spożycie suplementów diety [%] przez wspinaczy halowych w zależności od stażu we wspinaczce, (N=60).

| Suplement | Staż ≤ 4 lat (n=34) | | Staż > 4 lat (n=26) | | Ogółem (N=60) | |
|---|------------------------|------|------------------------|------|------------------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Spożycie suplementów diety: | | | | | | |
| - tak | 18 | 52,9 | 20 | 76,9 | 38 | 63,3 |
| - nie | 16 | 47,1 | 6 | 23,1 | 22 | 36,7 |
| Suplementy białkowe (wielokrotny wybór): | | | | | | |
| - BCAA | 3 | 8,8 | 7 | 26,9 | 10 | 16,7 |
| - kreatyna | 3 | 8,8 | 1 | 3,8 | 4 | 6,7 |
| - β-alaniana | 1 | 2,9 | 1 | 3,8 | 2 | 3,3 |
| - białko serwatkowe | 13 | 38,2 | 6 | 23,1 | 19 | 31,7 |
| - kolagen | 5 | 14,7 | 0 | 0 | 5 | 8,3 |
| - wegańskie białko | 1 | 2,9 | 0 | 0 | 1 | 1,7 |
| Suplementy zawierające wyłącznie składniki mineralne (wielokrotny wybór): | | | | | | |
| - Ca | 1 | 2,9 | 0 | 0 | 1 | 1,7 |
| - Mg | 16 | 47,1 | 15 | 57,7 | 31 | 51,7 |
| - P | 1 | 2,9 | 3 | 11,5 | 4 | 6,7 |
| - Fe | 5 | 14,7 | 7 | 26,9 | 12 | 20,0 |
| - Zn | 5 | 14,7 | 3 | 11,5 | 8 | 13,3 |
| - J | 0 | 0 | 1 | 3,8 | 1 | 1,7 |
| - Se | 1 | 2,9 | 1 | 3,8 | 2 | 3,3 |
| Suplementy zawierające wyłącznie witaminy (wielokrotny wybór): | | | | | | |
| - D ₃ | 3 | 8,8 | 4 | 15,4 | 7 | 11,7 |
| - B ₁₂ | 2 | 5,9 | 1 | 3,8 | 3 | 5,0 |
| - C | 1 | 2,9 | 0 | 0 | 1 | 1,7 |
| Suplementy diety złożone (wielokrotny wybór): | | | | | | |
| - Multiwitamina | 1 | 2,9 | 0 | 0 | 1 | 1,7 |
| - Kolagen + witamina C | 0 | 0 | 2 | 7,7 | 2 | 3,3 |
| - Tran | 2 | 5,9 | 6 | 23,1 | 8 | 13,3 |
| - Probiotyki | 1 | 2,9 | 1 | 3,8 | 2 | 3,3 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników ankiety.

Podjęcie decyzji o spożyciu suplementów diety przez badanych (tabela 8) głównie wynikało z ich rekomendacji przez lekarza (częściej osoby > 4 lat stażu), znajomych, ale również z własnej wiedzy (częściej osoby ≤ 4 lat stażu).

Tabela 8. Odsetek [%] wspinaczy halowych w zależności od źródeł rekomendacji dotyczących spożycia suplementów diety (N=60).

| Źródła rekomendacji (wielokrotny wybór) | Staż ≤ 4 lat (n=34) | | Staż > 4 lat (n=26) | | Ogółem (N=60) | |
|---|------------------------|------|------------------------|------|------------------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Dietetyk | 3 | 8,8 | 4 | 15,4 | 7 | 11,7 |
| Lekarz | 4 | 11,8 | 6 | 23,1 | 10 | 16,7 |
| Farmaceuta | 0 | 0 | 1 | 3,8 | 1 | 1,7 |
| Trener personalny/instruktor | 4 | 11,8 | 5 | 19,2 | 9 | 15,0 |
| Sprzedawca suplementów | 2 | 5,8 | 2 | 7,7 | 4 | 6,7 |
| Znajomy | 6 | 17,6 | 4 | 15,4 | 10 | 16,7 |
| Reklama | 4 | 11,8 | 3 | 11,5 | 7 | 11,7 |
| Własna wiedza | 5 | 11,7 | 3 | 11,5 | 8 | 13,3 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników ankiety.

Biorąc pod uwagę ilość spożywanych jednocześnie suplementów diety (tabela 9), to blisko połowa wspinaczy spożywa dwa dziennie, a co trzeci jednej suplement (częściej osoby o krótszym stażu). Przez co czwartego badanego suplementy są spożywane dłużej niż 2 lata (częściej osoby > 4 lat stażu). Głównymi powodami spożywania suplementów diety dla blisko połowy wspinaczy było uzupełnienie niedoborów składników odżywczych (częściej osoby ≤ 4 lat stażu), poprawa zdrowia i osiągnięcie lepszych efektów treningowych (częściej osoby > 4 lat stażu). Dla co drugiego badanego źródłem wiedzy o suplementach diety jest Internet, a dla co piątego publikacje naukowe (częściej osoby > 4 lat stażu). Głównymi miejscami zakupu suplementów diety były apteka stacjonarna, Internet i sklep z suplementami (częściej osoby > 4 lat stażu). Zdaniem ponad połowy respondentów o jakości suplementów decyduje ich skład (częściej osób > 4 lat stażu). Natomiast w opinii co trzeciego z badanych o jakości suplementów świadczą ich rekomendacje lekarza, dietetyka, farmaceuty lub trenera oraz potwierdzone naukowo ich działanie (częściej według osób o dłuższym stażu). Mniejsze znaczenie dla wspinaczy ma reklama suplementów, popularność ich spożywania przez znajomych, cena i miejsce sprzedaży.

Tabela 9. Odsetek [%] wspinaczy halowych w zależności od dziennej ilości spożywanego suplementów diety (N=60).

| Odpowiedzi | Staż ≤ 4 lat (n=34) | | Staż > 4 lat (n=26) | | Ogółem (N=60) | |
|---|------------------------|------|------------------------|------|------------------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Ilość dziennie spożywanego suplementów diety: | | | | | | |
| - 1 | 15 | 42,9 | 8 | 32,0 | 23 | 38,3 |
| - 2 | 15 | 42,9 | 10 | 40,0 | 25 | 41,7 |
| - 3 | 3 | 8,5 | 7 | 28,0 | 10 | 16,7 |
| - Powyżej 3 | 2 | 5,7 | 0 | 0 | 2 | 3,3 |
| Czas stosowanie suplementów: | | | | | | |
| - do 1 miesiąca | 3 | 8,8 | 1 | 3,8 | 4 | 6,7 |
| - 1-12 miesięcy | 5 | 14,7 | 7 | 26,9 | 12 | 20,0 |
| - 1-2 lat | 6 | 17,6 | 4 | 15,4 | 10 | 16,7 |
| - powyżej 2 lat | 7 | 20,6 | 9 | 34,6 | 16 | 26,7 |
| Powody spożywania suplementów (wielokrotny wybór): | | | | | | |
| - poprawienie wydolności wysiłkowej | 6 | 17,6 | 6 | 23,1 | 12 | 20,0 |
| - poprawienie stanu zdrowia | 9 | 26,5 | 9 | 34,6 | 18 | 30,0 |
| - uzupełnienie niedoborów składników odżywczych | 17 | 50,0 | 11 | 42,3 | 28 | 46,7 |
| - poprawienie odporności | 6 | 17,6 | 7 | 26,9 | 13 | 21,7 |
| - przyrost masy, masy mięśniowej | 2 | 5,9 | 0 | 0 | 2 | 3,3 |
| - utrata masy | 4 | 11,8 | 0 | 0 | 4 | 6,7 |
| - ograniczenie poczucia głodu | 3 | 8,8 | 1 | 3,8 | 4 | 6,7 |
| - dla poprawy koncentracji | 4 | 11,8 | 1 | 3,8 | 5 | 8,3 |
| - dla lepszych efektów treningowych | 8 | 23,5 | 7 | 26,9 | 15 | 25 |
| - dla przyspieszenia metabolizmu | 1 | 2,9 | 1 | 3,8 | 2 | 3,3 |
| Pogłębianie wiedzy na temat suplementów diety: | | | | | | |
| - tak | 16 | 47,1 | 12 | 46,2 | 28 | 46,7 |
| - nie | 18 | 52,9 | 14 | 53,8 | 32 | 53,3 |
| Źródła wiedzy o suplementach diety (wielokrotny wybór): | | | | | | |
| - publikacje naukowe | 8 | 23,5 | 8 | 30,8 | 16 | 26,7 |
| - książki dla sportowców | 4 | 11,8 | 6 | 23,1 | 10 | 16,7 |
| - ulotki suplementów | 4 | 11,8 | 2 | 7,7 | 8 | 13,3 |
| - Internet | 16 | 47,1 | 13 | 50, | 29 | 48,3 |
| - konsultacje z lekarzem | 3 | 8,8 | 4 | 15,4 | 7 | 11,7 |
| - konsultacje z farmaceutą | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - konsultacje z trenerem personalnym | 0 | 0 | 2 | 7,7 | 2 | 3,3 |
| - konsultacje z instruktorem | 3 | 8,8 | 3 | 11,5 | 6 | 10,0 |
| - konsultacje ze sprzedawcami suplementów | 1 | 2,9 | 0 | 0 | 1 | 1,7 |
| - reklamy w mediach | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Miejsce zakupu suplementów diety (wielokrotny wybór): | | | | | | |
| - Internet | 10 | 29,4 | 10 | 41,7 | 20 | 33,3 |
| - apteka stacjonarna | 10 | 29,4 | 12 | 50,0 | 22 | 36,7 |
| - apteka internetowa | 5 | 14,7 | 0 | 0 | 5 | 8,3 |
| - sklep spożywczy | 2 | 5,9 | 1 | 3,8 | 3 | 5,0 |
| - sklep z suplementami | 8 | 23,5 | 10 | 41,7 | 18 | 30,0 |
| - dietetyk | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - trener personalny/instruktor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Czynniki świadczące o jakości suplementów wg badanych (wielokrotny wybór): | | | | | | | |
|---|---|----|------|----|------|----|------|
| - | cena | 3 | 8,8 | 2 | 7,7 | 5 | 8,3 |
| - | reklama w mediach | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - | popularność spożywania przez znajomych | 2 | 5,9 | 2 | 7,7 | 4 | 6,7 |
| - | skład | 16 | 47,1 | 15 | 62,5 | 31 | 51,7 |
| - | rekomendacja lekarza/dietetyka/farmaceuty/ trenera | 9 | 26,5 | 12 | 50,0 | 21 | 35,0 |
| - | producent | 4 | 11,8 | 4 | 15,4 | 8 | 13,3 |
| - | potwierdzone naukowo jego działanie | 10 | 29,4 | 09 | 34,6 | 19 | 31,7 |
| - | obserwowany u siebie efekt | 5 | 14,7 | 8 | 30,8 | 13 | 21,7 |
| - | miejsce sprzedaży | 3 | 8,8 | 2 | 7,7 | 5 | 8,3 |

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników ankiety.

DYSKUSJA

W przeprowadzonych badaniach własnych, dotyczących spożywania suplementów diety, respondentów stanowiły osoby dorosłe w przedziale wiekowym 19-46 lat. Podobnie w badaniach Frączek i in. (2012)¹¹, dotyczących spożycia suplementów wśród sportowców w przedziale wiekowym 18-32 lata, respondentów stanowiło 78 kobiet i tyle samo mężczyzn, podzielonych na dwie grupy wysiłkowe. W badaniach własnych mężczyźni stanowili ponad połowę ankietowanych, a wszystkich wspinaczy podzielono według stażu: trenujących krócej lub dłużej niż 4 lata.

Powszechnie wiadomo, że na stan odżywienia wpływa zarówno stosowana dieta, jak i podejmowana aktywność fizyczna¹². Dieta jest niezbędna w zachowaniu zdrowia, profilaktyce otyłości i innych chorób niezakaźnych¹³. Z przeprowadzonej w badaniach własnych analizy wartości wskaźnika stanu odżywienia BMI wynika, że 2/3 badanych wspinaczy charakteryzowało się prawidłową masą ciała. Niewielki odsetek badanych charakteryzował się niską masą ciała lub nadwagą. Rokowski (2012)¹⁴ wykazał, że niższa masa ciała zawodników uprawiających wspinaczkę przekłada się na lepsze osiągnięcia w tym sporcie, gdyż tzw. „grupa mistrzów” znajduje się w przedziale poniżej standardu populacyjnego. W badaniu własnym, ankietowani o stażu > 4 lat

¹¹ B. Frączek, Gacek M., Grzelak A., Żywnienie wspomaganie zdolności wysiłkowych w grupie sportowców wyczynowych, *Problemy Higieny i Epidemiologii* 2012, tom 93, nr 4, s. 817-823.

¹² M. Jeżewska-Zychowicz, J. Gębski, M. Plichta, D. Guzek, M. Kosicka-Gębska, *Diet-related factors, physical activity, and weight status in Polish adults*, *Nutrients*, 2019, tom 11, nr 10, s. 2532.

¹³ P. Wiklund, *The role of physical activity and exercise in obesity and weight management: Time for critical appraisal*, *Journal of Sport and Health Science*, 2016, tom 5, nr 2, s. 151-154.

¹⁴ R. Rokowski, *Kontrola wybranych cech budowy ciała, siły i wytrzymałości we wspinaczkę sportowej* [w:] 100 porad Gór cz. II, 2013, Wyd. Góry Books, s. 492-502.

częściej charakteryzowali się prawidłową masą ciała lub niedowagą, co może wynikać z faktu, że w tym sporcie dodatkowa masa ciała, nawet beztłuszczowa, zwykle niekorzystnie wpływa na osiągane wyniki we wspinaczce (odpadanie od ściany/skał).

W badaniach własnych 2/3 ankietowanych zadeklarowało wykonywanie pracy biurowej, co może wskazywać na zmianę modelu zatrudnienia w mieście na przestrzeni lat w kierunku pracy umysłowej¹⁵. Również 2/3 respondentów zadeklarowało wykształcenie wyższe (inżynierskie/licencjackie, magisterskie, doktoranckie). Na rodzaj wykształcenia wśród respondentów w badaniach własnych może mieć wpływ miejsce zamieszkania, gdyż ankietowani zamieszkują dużą aglomerację miejską jakim jest Wrocław, a w którym jest dostęp do wielu uczelni wyższych. Wyniki własne są zbieżne z badaniami Janus i Reguły (2011)¹⁶, którzy stwierdzili, że wyższy stopień wykształcenia ma wpływ na częstsze spożywanie suplementów diety. W cytowanych badaniach, przeprowadzonych wśród młodzieży z gimnazjum, liceum i studentów, autorzy stwierdzili przede wszystkim spożycie suplementów diety przez studentów.

Co druga osoba w badaniach własnych określiła swoją sytuację jako dobrą, a co trzecia jako bardzo dobrą. Podobnie swój status materialny określili ankietowani przez Janus i Regułę (2011)¹⁷, w badaniu dotyczącym wpływu czynników środowiskowych na częstość stosowania suplementów diety wśród uczniów o różnym stopniu aktywności fizycznej. Około 55% badanych zadeklarowało dobrą sytuację materialną, a 25,6% bardzo dobrą. Ponadto cytowani autorzy przedstawili zależność pomiędzy stanem majątkowym, a spożywaniem suplementów diety wśród badanych dowodząc, że lepsza sytuacja materialna ma wpływ na rzadszy zakup tych środków spożywczych. Osoby usytuowane lepiej mogą bardziej zadbać o urozmaiconą dietę i wówczas suplementacja diety nie jest zasadna. Jednak w badaniach własnych niemal 2/3 respondentów o sytuacji materialnej określonej jako dobra lub bardzo dobra spożywa suplementy diety, ale także wszyscy z grupy deklarującej swój stan budżetu jako doskonały. Uzyskane wyniki mogą wskazywać na fakt, że w ostatnich latach miejsce suplementów w żywieniu zmieniło się z niezbędne uzupełnienia diety na wygodny i modny dodatek do diety.

¹⁵ M. Szyłko-Skoczny, *Zmiana w modelu pracy*. Studia Ekonomiczne, 2014, nr 167, s. 174-183.

¹⁶ P. Janus, J. Reguła, *Wpływ wybranych czynników środowiskowych na częstość stosowania suplementów diety przez osoby w wieku 14-25 lat*, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2011, nr 1, s. 92-97.

¹⁷ Tamże.

Biorąc pod uwagę cel uprawiania wspinaczki interesującym jest fakt, że ponad 2/3 badanych zadeklarowało jako: poprawę samopoczucia, odstresowania i poprawę wydolności fizycznej. Z opublikowanych badań¹⁸ przeglądowych (obejmujących lata 1990-2000) wykazano, że aktywność fizyczna przyczynia się do poprawy samopoczucia, jak również jest skuteczna w terapii schorzeń neuropsychiatrycznych (m.in. depresji, zespół stresu pourazowego, zaburzeń lękowych, odżywiania i obsesyjno-kompulsywnych) oraz neurodegeneracyjnych (choroby Alzheimerera i Parkinsona). Aktywność fizyczna prowadzi do wyciszenia, spokoju, zmniejszenia gniewu i napięcia wewnętrznego. Ponadto poprawia krótkotrwałą reaktywność fizjologiczną, pomaga w radzeniu sobie ze stresorami psychospołecznymi, poprawia postrzeganie obrazu własnego ciała, daje poczucie autonomii i osobistej kontroli nad wyglądem i funkcjonowaniem ciała, a tym samym wzmacnia samoocenę. W badaniach Aras i wsp. (2016)¹⁹ wykazano, że osiem tygodni treningu wspinaczki sportowej u tureckich studentów z zaburzeniami lękowymi zmniejszyło objawy niepokoju poznawczego i somatycznego oraz zwiększyło poziom pewności siebie. Z innych badań wynika²⁰, że nawet 3 miesięczny kurs sportowej wspinaczki halowej, która nastawiona jest uczestnictwo w zawodach i osiąganiu wyników, może pozytywnie wpływać na stan psychiczny i uczucia zawodników, którymi byli studenci. Adamczyk i współ. (2012)²¹ przeprowadzali badania wśród osób trenujących na siłowni i wykazali, że dla 70% z nich celem treningów jest również redukcja stresu. Można zatem wnioskować, że podejmowanie aktywności fizycznej, w tym wspinaczki halowej, jest ważnym czynnikiem poprawiającym samopoczucie i przeciwdziałającym stresowi u badanych wspinaczy.

W badaniach własnych ankietowani najczęściej zadeklarowali wspinaczkę z asekuracją sposobem dolnym, następnie bouldering, a najmniejszy odsetek asekurację sposobem górnym. Typy wspinaczki mogą mieć również wpływ na różnice w fizycznej budowie zawodników. Gibson-Smith i współ.

¹⁸ E. Parra, A. Arone, S. Amadori, F. Mucci, S. Palermo, Marazziti D., *Impact of physical exercise on psychological well-being and psychiatric disorders*, Journal for ReAttach Therapy and Developmental Diversities, 2020, tom 3, nr 2, s. 24-39.

¹⁹ D. Aras, A. W. Ewert, *The effects of eight weeks sport rock climbing training on anxiety*, Acta Medica Mediterranea, 2016, nr 32, s. 223-230.

²⁰ D. Hrušová, P. Chaloupská, *Experiencing in climbing and psychological effects of sport climbing*, The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences, 7th icCSBs 2018, The Annual International Conference on Cognitive - Social, and Behavioural Sciences,

²¹ J. Adamczyk, P. Kowalski, D. Boguszewski, A. Ochal, M. Siewierski, *Postawy prozdrowotne u mężczyzn regularnie ćwiczących na siłowni*, Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports, 2012, nr 2, s. 138-145.

(2017)²² podkreślili, że wspinaczka z użyciem liny obejmuje wysiłek trwający około 2 do 7 minut i długość tras od 10 do 18 metrów. Natomiast wymagania siłowe zdaniem White i Olsen (2010)²³ w boulderingu są większe niż we wspinaczce ze względu na krótszy czas trwania, większą ilość powtórzeń kombinacji ruchowej krótszy czas spędzony w pozycji statycznej (25% do 35% biorąc pod uwagę pozostałe rodzaje wspinaczki). Utrzymanie i rozwój siły mięśniowej jest kluczowym czynnikiem wpływającym na wydajność boulderową, stąd sugeruje się spożycia białek na poziomie 1,4 – 2g białka/kg masy ciała (Całyniuk i współ. 2018)²⁴. Sportowcy tego typu, chcąc zmaksymalizować przyrost siły mięśni, mogą skorzystać np. z suplementu diety, jakim jest białko serwatkowe, które ma lepsze właściwości wchłaniania w porównaniu do białka sojowego (Tang i współ. 2009)²⁵. W badaniach własnych co trzeci z respondentów, spośród suplementów białkowych, zadeklarował spożycie białka serwatkowego, w tym co drugi badany uprawiający bouldering. Poza tym z pozostałych suplementów białkowych niewielki odsetek respondentów zadeklarował spożywanie kreatyny, ale również byli to ci uprawiający bouldering. Badania dotyczące wpływu kreatyny na osiągi wspinaczy przeprowadzili Doran i Godfrey (2001)²⁶, którzy zastosowali w żywieniu grupy badanych suplement kreatynę lub placebo. Po 5 dniach prób wykazano, że grupa zawodników spożywających kreatynę była w stanie na całym etapie próby wysiłkowej utrzymać siłę na podobnym poziomie, przewyższając osiągi grupy stosującej placebo. Wyniki badań własnych sugerują świadomość osób uprawiających bouldering dotyczącą wpływ spożycia suplementów białkowych na zdolności wysiłkowe podczas treningów. Podobnie w badaniach Gibson-Smith i wsp. (2020)²⁷ wykazano, że najczęściej spożywanym suplementem przez wspinaczy zawodowych (obojga płci) było białko w proszku.

W przeprowadzonych badaniach własnych najczęściej spożywanym przez respondentów suplementem diety zawierającym składniki mineralne

²² E. Gibson-Smith, R. Storey, M. Ranchordas, *Nutritional Considerations for Boulder-ing*, International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2017, tom 27, nr 4, s. 1-28.

²³ D. J. White, P. D. Olsen, *A time motion analysis of bouldering style competitive rock climbing*, Journal of Strength and Conditioning Research, 2010, tom 24, nr 5, s. 1356-1360.

²⁴ B. Całyniuk, T. Teresiński, Z. Całyniuk, *Spożycie białka przez osoby aktywne i nieaktywne fizycznie* [w:] Medyczne aspekty kosmetologii i dietetyki, Wyd. Tygiel, Lublin 2018.

²⁵ J. Tang, D. Moore, G. Kujbida, M. Tarnopolsky, M. Phillips, *Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men*, Journal of Applied Physiology 2009, tom 107, nr 3, s. 987-992.

²⁶ D. Doran, A. Godfrey, *Effects of creatine supplementation on upper body power out-put in elite rock climbers*, Biology of Sport, 2001, nr 18, s. 55-69.

²⁷ E. Gibson-Smith, R. Storey, M. Ranchordas, *Dietary intake, body composition and iron status in experienced and elite climbers*, Frontiers in Nutrition, 2020, nr 7, s. 122.

był magnez. Podobnie Seidler i Sobczak (2012)²⁸ w badaniach przeprowadzonych wśród młodzieży szkoły sportowej wykazały, że 60% z nich również spożywa ten pierwiastek w formie suplementu diety. Zwiększone zapotrzebowanie na magnez wiąże się z wysoką częstotliwością skurczy mięśni zachodzących podczas treningów, gdyż pierwiastek ten bierze udział w reakcjach enzymatycznych metabolizmu energetycznego²⁹.

Drugim składnikiem mineralnym spożywanym przez respondentów w formie suplementu diety było żelazo. Jest ono składnikiem hemoglobiny, mioglobiny i enzymów antyoksydacyjnych, przyczynia się do prawidłowej pracy mięśni, co przekłada się na wyniki osiągane przez zawodników (Wehrlin i współ., 2006)³⁰. Zwiększona aktywność fizyczna, przy niebilansowaniu diety, może być przyczyną niskiego stężenia żelaza we krwi i skutkować obniżeniem wydolności sportowców, co uzasadnia okresową indywidualną interwencyjną suplementację³¹. Potwierdziły to badania Gibson-Smith i wsp. (2020)³². W grupie zawodowych wspinaczy (obojga płci) uprawiających bouldering u 30% kobiet (częściej u stosujących dietę wegetariańską) stwierdzono niskie stężenie żelaza we krwi. Podobnie w badaniach własnych alternatywny sposób żywienia zadeklarował co trzeci z respondentów, co może uzasadniać suplementację diety żelazem.

Spośród suplementów zawierających witaminy lub złożonych w badaniach własnych niewielki odsetek zadeklarował spożywanie witaminy D₃ oraz tranu. Podobnie w badaniach Gibson-Smith i wsp. (2020)³³, wspinacze zadeklarowali spożycie witaminy D₃ oraz tranu. Spożycie witaminy D₃ przez wrocławskich wspinaczy halowych może wynikać z niewystarczającej jej konsumpcji z naturalnych produktów. Lebedzińska i współ. (2019)³⁴

²⁸ T. Seidler, A. Sobczak, *Suplementy diety w żywieniu uczniów szkoły mistrzostwa sportowego*, Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 2012, tom 63, nr 2, s. 193-198.

²⁹ M. Fogelholm *Micronutrients, Vitamins, minerals, and antioxidants* [w]: Clinical sports nutrition (5th ed.), Wyd. Mc Graw-Hill Education, Sydney, 2015, s. 310-326.

³⁰ J. P. Wehrlin, B. Marti, *Live high-train low associated with increased haemoglobin mass as preparation for the 2003 World Championships in two native European world class runners*, British Journal of Sports Medicine, 2006, tom 40, nr 2, s. e3.

³¹ L. A. Govus Garvican-Lewis, C. R. Abbiss, P. Peeling, C. J. Gore, *Pre-altitude serum ferritin levels and daily oral iron supplement dose mediate iron parameter and hemoglobin mass responses to altitude exposure*, PLoS ONE, 2015, tom 10, nr 8, e0135120.

³² E. Gibson-Smith Storey, M. Ranchordas, *Dietary intake, body composition and iron status in experienced and elite climbers*, Frontiers in Nutrition, 2020, nr 7, s. 122.

³³ Tamże.

³⁴ A. Lebedzińska, M. Stachowicz, M. Bochenek, J. Brzezicha-Cirocka, K. Kaźmierczak-Siedlecka, B. Kosińska, J. Czaja, J. Karczewski, *Oszacowanie zawartości witaminy D w dietach sportowców i aktywnych fizycznie studentów*, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 2019, tom LII, nr 3, s. 227-232.

zaobserwowała niskie spożycie tej witaminy u aktywnych fizycznie polskich studentów. Natomiast Płudowski i współ. (2013)³⁵ wykazali, że sportowcy trenujący w halach sportowych w 80% wykazują niedobory witaminy D₃ we krwi. Witamina ta wpływa pobudzająco na układ odpornościowy, wpływa na redukcję tkanki tłuszczowej, pobudza zwiększenie wytrzymałości oraz siły mięśniowej. W świetle obecnych badań zaleca się odpowiednie zindywidualizowane suplementowanie diety tą witaminą dla osiągnięcia optymalnego (30-50 ng/ml) stężenia 25(OH)D we krwi (Rusińska i współ., 2018)³⁶.

Suplementację diety aminokwasami, składnikami mineralnymi i witaminami podobnie stosował niewielki odsetek badanych wspinaczy. Podobnie w badaniach Gibson-Smith i wsp. (2020)³⁷ również stwierdzili niewielki odsetek wspinaczy obojga płci spożywający suplementy diety zawierające kreatynę, BCAA, β-alaninę, kolagen, wapń, witaminę C i B₁₂ oraz probiotyki.

W badaniach własnych stwierdzono, że wspinacze halowi kierowali się w zakresie spożycia suplementów diety głównie rekomendacjami znajomych, lekarza oraz trenera personalnego lub instruktora wspinaczki.

Blisko co drugi z respondentów spożywał 1 lub 2 suplementy jednocześnie. Zdaniem Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk (Wawrzyniak i wsp. 2021)³⁸ u wielu osób stosujących suplementy diety, zwłaszcza kilka rodzajów suplementów jednocześnie, mogą wystąpić niepożądane skutki uboczne i pogorszenie stanu zdrowia, szczególnie przy przyjmowaniu leków ze względu na możliwe interakcje. Spożywane przez wspinaczy

³⁵ P. Płudowski, E. Karczmarewicz, D. Chlebna-Sokół, J. Czech-Kowalska, R. Dębski, A. Dobrzańska, E. Franek, P. Głuszko, J. Konstantynowicz, J. Ksiażyk, K. Ksiezopolska-Orłowska, A. Lewiński, M. Litwin, R. Lorenc, J. Łukaszkiwicz, E. Marcinowska-Suchowierska, A. Milewicz, W. Misiorowski, M. Nowicki, P. Rozentryt, P. Socha, B. Solnica, M. Szalecki, M. Tałaaj, M. Żmijewski, *Witamina D: Rekomendacje dawkowania w populacji osób zdrowych oraz w grupach ryzyka deficytów - wytyczne dla Europy Środkowej 2013 r.*, Standardy Medyczne, 2013, tom 10, s. 573-58.

³⁶ A. Rusińska, P. Płudowski, M. Walczak, M. Borszewska-Kornacka, A. Bossowski, D. Chlebna-Sokół, J. Czech-Kowalska, A. Dobrzańska, E. Franek, E. Helwich, T. Jackowska, M. Kalina, J. Konstantynowicz, J. Ksiażyk, A. Lewińska, J. Łukaszkiwicz, E. Marcinowska-Suchowierska, A. Mazur, I. Michałus, J. Peregud-Pogorzelski, H. Romanowska, M. Ruchała, P. Socha, M. Szalecki, M. Wielgoś, D. Zwolińska, A. Zygmunt, *Zasady suplementacji i leczenia witaminą D – nowelizacja 2018r.*, Postępy Neonatologii 2018, tom 24, nr 1, s. 1-24.

³⁷ E. Gibson-Smith Storey, M. Ranchordas, *Dietary intake, body composition and iron status in experienced and elite climbers*. Frontiers in Nutrition, 2020, nr 7, s. 122.

³⁸ A. Wawrzyniak, K. Przybyłowicz, L. Wądołowska, J. Charzewska, D. Górecka, E. Lange i wsp., *Stanowisko Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk w sprawie stosowania suplementów diety zawierających witaminy i składniki mineralne przez osoby dorosłe*, Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 2021, tom 72, nr 3, s. 1-5.

suplementy diety zawierające witaminę D, magnez, fosfor, selen zostały zakwalifikowane do grupy B ryzyka dla zdrowia³⁹.

Głównym powodem spożywania suplementów diety przez wspinaczy było uzupełnienie niedoborów składników odżywczych w diecie, co jest zgodne z ich przeznaczeniem wynikającym z definicji⁴⁰. Kolejnymi powodami była chęć poprawy zdrowia i odporności oraz poprawa wydolności wysiłkowej, co jest zrozumiałe ze względu na rozwój w kraju i na świecie podczas badań pandemii wywołanej wirusem SARS-CoV2 (Michinezi i Badowski, 2020)⁴¹.

Biorąc pod uwagę źródła wiedzy o suplementach diety, z których najczęściej korzystają wspinacze, jest nim środowisko internetowe. Niestety nie jest ono pozbawione nieprawdziwych informacji, często przesyczone nachalnymi reklamami producentów, co dla osób bez wykształcenia żywieniowego, medycznego lub farmaceutycznego może stwarzać fałszywe przekonanie o wiarygodności tych danych. Z badań Karbownik i wsp. (2021)⁴² przeprowadzonych wśród 6273 polskich dorosłych internautów obojga płci wynika, że wykazują oni fałszywe przekonania dotyczące wymagań jakościowych, skuteczności i bezpieczeństwa suplementów diety. Niestety w badaniu własnym w mniejszym stopniu wspinacze poszukiwali wiedzy o suplementach w publikacjach naukowych, książkach dla sportowców bądź w konsultacjach ze specjalistami. Pozytywnym jest jednak fakt, że badani nie czerpali wiedzy o suplementach z reklam. Zdaniem Wierzejskiej (2016)⁴³ reklamy suplementów diety obiecują korzystny wpływ na organizm człowieka i wiele z nich wykracza poza warunki ustalone dla żywności, co może powodować błędną opinią o roli suplementów diety w leczeniu schorzeń. Natomiast Karbownik i wsp. (2021), stwierdzili, że zaufanie do reklam polskich internautów okazało się najsilniejszym negatywnym predykatorem wiedzy o tych środkach spożywczych.

³⁹ D. P. Richardson, *Risk management approaches to the setting of maximum levels of vitamins and minerals in food supplements for adults and for children aged 4–10 years*, Food Supplements Europe, July 2014, <https://foodsupplementseurope.org/wp-content/themes/fse-theme/documents/publications-and-guidelines/fseriskmanagement.pdf>

⁴⁰ *Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia* z dnia 25 sierpnia 2006 r. (Dz.U. z 2006 r. Nr 171, poz. 1225 ze zm.).

⁴¹ S. M. Michienzi, M. E. Badowski, *Can vitamins and/or supplements provide hope against coronavirus?*, *Drugs in Context*, 2020, nr 9, s. 2020-5-7.

⁴² M. S. Karbownik, R. Horne, E. Paul, E. Kowalczyk, J. Szemraj, *Determinants of knowledge about dietary supplements among Polish internet users: Nationwide Cross-sectional Study*, *Journal of Medical Internet Research*, 2021, tom 23, nr 4, s. e25228.

⁴³ R. Wierzejska, *Czy reklama suplementów diety jest obiektywnym źródłem informacji o ich wpływie na zdrowie? Analiza reklam radiowo-telewizyjnych w świetle przepisów prawa żywnościowego*, *Wiadomości Lekarskie*, 2016, tom 69, nr 1, s. 14-18.

Analizując miejsce zakupu suplementów badani wspinacze halowi najczęściej wskazywali w ankiecie aptekę stacjonarną, środowisko internetowe lub sklep z suplementami. Zakup w aptece stacjonarnej stwarza konsumentowi możliwość doinformowania się u farmaceutów co do składu, właściwości suplementów diety, jak i zapewnia wiarygodne źródło ich pochodzenia. Niestety zakup suplementów diety w Internecie stwarza ryzyko nabycia produktu zafałszowanego, a tym samym wywołania negatywnych konsekwencji dla zdrowia, jak i kariery sportowca (Fijałek i Sarna 2009⁴⁴, Goluch 2021⁴⁵).

Zdaniem ponad połowy badanych wspinaczy halowych o jakości suplementu świadczy przede wszystkim jego skład, ale również rekomendacja specjalistów (lekarza, dietetyka, farmaceuty, trenera, instruktora) i potwierdzone naukowo jego działanie. Można zauważyć prawdziwość tej opinii, gdyż spożywane przez wspinaczy suplementy diety zawierające białko serwatkowe, kreatynę, β -alaninę, wapń, żelazo, cynk, multiwitaminy, witaminę D₃ i probiotyki należą do grupy A suplementów o potwierdzonej naukowo skuteczności działania według Australijskiego Instytut Sportu (AIS) (2021)⁴⁶. Natomiast spożywane przez wspinaczy suplementy zawierające witaminę C, kolagen i tran klasyfikowane są przez AIS do grupy B suplementów wymagających dalszych badań naukowych, a BCAA i magnez należą do grupy C, w której brak znaczących dowodów korzystnego ich działania. Od wielu lat stanowiło tej właśnie instytucji wyznacza światowy standard w kwestii doposażania diety sportowców w suplementy diety, w zależności od uprawianej dyscypliny. Jednak decyzja o włączeniu do diety okresowo suplementów powinna być podjęta na podstawie diagnostycznie stwierdzonych niedoborów składników odżywczych w organizmie i pod kontrolą dietetyka/specjalisty ds. żywienia człowieka lub lekarza.

STWIERDZENIA I WNIOSKI

Na podstawie badań własnych stwierdzono:

- 1) 2/3 wrocławskich wspinaczy halowych charakteryzowało się prawidłowym stanem odżywienia;

⁴⁴ Z. Fijałek, K. Sarna, *Wybrane aspekty jakości produktów leczniczych i suplementów diety - produkty standardowe, nielegalne i sfałszowane*, Farmacja Polska, 2009, tom 65, nr 7, s. 467-475.

⁴⁵ Z. Goluch, *Zafałszowania suplementów diety a bezpieczeństwo zdrowotne konsumentów* [w:] Środowiskowe i genetyczne uwarunkowania zdrowia ludzi i zwierząt, (red.) B. Pilarczyk i in., 2021, Wyd. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, s. 121-136.

⁴⁶ Australian Institute Of Sport Position, *Statement supplements and sports foods in high performance sport*, March 2021, https://www.ais.gov.au/__data/assets/pdf_file/0014/1000841/Position-Statement-Supplements-and-Sports-Foods-abridged_v2.pdf.

- 2) ponad 2/3 wspinaczy trenuje 2-3 razy w tygodniu celem poprawy samopoczucia, odporności, wydolności fizycznej i redukcji stresu, ale i też doświadcza kontuzji;
- 3) ponad połowa wspinaczy spożywa 1-2 suplementy dziennie, głównie z rekomendacji lekarza lub znajomych, celem uzupełnienia niedoborów składników odżywczych, poprawy wydolności, stanu zdrowia i odporności;
- 4) źródłem wiedzy wspinaczy o suplementach diety są głównie Internet, publikacje naukowe i książki dla sportowców, a ich zakupu dokonują w aptece stacjonarnej lub w środowisku internetowym kierując się przy tym ceną i rekomendacją specjalistów;
- 5) zasadnym jest prowadzenie wśród wspinaczy halowych prozdrowotnej edukacji żywieniowej ukierunkowanej na zbilansowanie diety, tak aby nie było potrzeby jej uzupełniania suplementami diety o niepotwierdzonym naukowo działaniu;
- 6) spożywanie suplementów diety powinno być uzasadnione badaniami diagnostycznymi wskazującymi na niedobory składników odżywczych w organizmie.

BIBLIOGRAFIA

1. Adamczyk J., Kowalski P., Boguszewski D., Ochal A., Siewierski M., *Postawy prozdrowotne u mężczyzn regularnie ćwiczących na siłowni*, Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports, 2012, nr 2, s. 138-145.
2. Aras D., Ewert A. W., *The effects of eight weeks sport rock climbing training on anxiety*, Acta Medica Mediterranea, 2016, nr 32, s. 223-230.
3. Australian Institute Of Sport Position, *Statement supplements and sports foods in high performance sport*, March 2021, https://www.ais.gov.au/__data/assets/pdf_file/0014/-1000841/Position-Statement-Supplements-and-Sports-Foods-abridged_v2.pdf.
4. Całyniuk B., Teresiński T., Całyniuk Z., *Spożycie białka przez osoby aktywne i nieaktywne fizycznie* [w:] Medyczne aspekty kosmetologii i dietetyki, Wyd. Tygiel, Lublin, 2018.
5. Doran D., Godfrey A., *Effects of creatine supplementation on upper body power out-put in elite rock climbers*, Biology of Sport, 2001, nr 18, s. 55-69.

6. Dymkowska-Malesa M., Walczak Z., *Suplementacja w sporcie*, Nowiny Lekarskie 2011, tom 80, nr 3, s. 199-204.
7. Fijałek Z., Sarna K., *Wybrane aspekty jakości produktów leczniczych i suplementów diety - produkty standardowe, nielegalne i sfałszowane*, Farmacja Polska, 2009, tom 65, nr 7, s. 467-475.
8. Fogelholm M., *Micronutrients: Vitamins, minerals, and antioxidant* [w:] Clinical sports nutrition (5th ed.), Wyd. Mc Graw-Hill Education, Sydney, 2015, s. 310-326.
9. Frączek B., Gacek M., Grzelak A., Żywnienie wspomaganie zdolności wysiłkowych w grupie sportowców wyczynowych, *Problemy Higieny i Epidemiologii* 2012, tom 93, nr 4, s. 817-823.
10. Gibson-Smith E., Storey R., Ranchordas M., *Dietary intake, body composition and iron status in experienced and elite climbers*, *Frontiers in Nutrition*, 2020, nr 7, s. 122.
11. Gibson-Smith E., Storey R., Ranchordas M., *Nutritional Considerations for Boulder-ing*, *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2017, tom 27, nr 4, s. 1-28.
12. Goluch Z., *Zafałszowania suplementów diety a bezpieczeństwo zdrowotne konsumentów* [w:] Środowiskowe i genetyczne uwarunkowania zdrowia ludzi i zwierząt, (red.) Pilarczyk B. i in., 2021, Wyd. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, s. 121-136.
13. Govus A. D., Garvican-Lewis L. A., Abbiss C. R., Peeling P., Gore C. J., *Pre-altitude serum ferritin levels and daily oral iron supplement dose mediate iron parameter and hemoglobin mass responses to altitude exposure*, *PLoS ONE*, 2015, tom 10, nr 8, e0135120.
14. Hrušová D., Chaloupská P., *Experiencing in climbing and psychological effects of sport climbing*, *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences*, 7th icCSBs 2018, The Annual International Conference on Cognitive - Social, and Behavioural Sciences.
15. Janus P., Reguła J., *Wpływ wybranych czynników środowiskowych na częstotliwość stosowania suplementów diety przez osoby w wieku 14-25 lat*, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2011, nr 1, s. 92-97.

16. Jeżewska-Zychowicz M., Gębski J., Plichta M., Guzek D., Kosicka-Gębska M., *Diet-related factors, physical activity, and weight status in Polish adults*, *Nutrients*, 2019, tom 11, nr 10, s. 2532.
17. Karbownik M. S., Horne R., Paul E., Kowalczyk E., Szemraj J., *Determinants of knowledge*, *Journal of Medical Internet Research*, 2021, tom 23, nr 4, s. e25228.
18. Krejpcio Z., Skwarek K., Hyżyk A., Dyba S., *Ocena powszechności spożycia suplementów diety w wybranej grupie osób aktywnych sportowo*, *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 2011, tom 92, nr 4, s. 935-938.
19. Lebedzińska A., Stachowicz M., Bochenek M., Brzezicha-Cirocka J., Kaźmierczak-Siedlecka K., Kosińska B., Czaja J., Karczewski J., *Oszacowanie zawartości witaminy D w dietach sportowców i aktywnych fizycznie studentów*, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 2019, tom LII, nr 3, s. 227-232.
20. MacLeod D., *9 Out of 10 climbers make the same mistakes*, Wyd. Rare Breed Productions, Spean Bridge, 2009.
21. Mazurek-Łopacińska K., *Badania marketingowe. Metody, techniki i obszary aplikacji na współczesnym rynku*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2020.
22. Michienzi S. M., Badowski M. E., *Can vitamins and/or supplements provide hope against coronavirus?*, *Drugs in Context*, 2020, nr 9, s. 2020-5-7.
23. Mizera J., Mizera K., *Dietetyka sportowa. Co jeść, by trenować efektywnie*, Wyd. Galaktyka, Łódź 2017.
24. Parra E., Arone A., Amadori S., Mucci, F., Palermo S., Marazziti D., *Impact of physical exercise on psychological well-being and psychiatric disorders*, *Journal for ReAttach Therapy and Developmental Diversities*, 2020, tom 3, nr 2, s. 24-39.
25. Płudowski P., Karczarewicz E., Chlebna-Sokół D., Czech-Kowalska J., Dębski R., Dobrzańska A., Franek E., Głuszko P., Konstantynowicz J., Książyk J., Ksiezopolska-Orłowska K., Lewiński A., Litwin M., Lorenc R., Łukaszewicz J., Marcinowska-Suchowierska E., Milewicz A., Misiorowski W., Nowicki M., Rozentryt P., Socha P., Solnica B., Szalecki M., Tałałaj M., Żmijewski M., *Witamina D: Rekomendacje dawkowania w populacji osób zdrowych oraz w grupach ryzyka deficytów - wytyczne dla Europy Środkowej 2013 r.*, *Standardy Medyczne*, 2013, tom 10, s. 573-58.

26. Richardson D. P., *Risk management approaches to the setting of maximum levels of vitamins and minerals in food supplements for adults and for children aged 4–10 years*, Food Supplements Europe, July 2014, <https://foodsupplementseurope.org/wp-content/themes/fse-theme/documents/publications-and-guidelines/fseriskmanagement.-pdf>.
27. Rokowski R., *Kontrola wybranych cech budowy ciała, siły i wytrzymałości we wspinaczce sportowej* [w:] 100 porad Gór cz. II, 2013, Wyd. Góry Books, s. 492-502.
28. Rothan H. A., Byrareddy S. N., *The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak*, Journal of Autoimmunity, 2020, nr 109, s. 102433.
29. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 listopada 2001r. w sprawie uprawiania alpinizmu (Dz. U. z 2001 r. Nr 145, poz. 1624).
30. Rusińska A., Płudowski P., Walczak M., Borszewska-Kornacka M., Bossowski A., Chlebna-Sokół D., Czech-Kowalska J., Dobrzańska A., Franek E., Helwich E., Jac-kowska T., Kalina M., Konstantynowicz J., Książek J., Lewińska A., Łukaszewicz J., Marcinowska-Suchowierska E., Mazur A., Michałus I., Peregud-Pogorzelski J., Romanowska H., Ruchała M., Socha P., Szalecki M., Wielgoś M., Zwolińska D., Zygmunt A., *Zasady suplementacji i leczenia witaminą D – nowelizacja 2018r.*, Postępy Neonatologii 2018, tom 24, nr 1, s. 1-24.
31. Seidler T., Sobczak A., *Suplementy diety w żywieniu uczniów szkoły mistrzostwa sportowego*, Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 2012, tom 63, nr 2, str. 193-198.
32. Szyłko-Skoczny M., *Zmiana w modelu pracy*, Studia Ekonomiczne, 2014, nr 167, s. 174-183.
33. Tang J., Moore D., Kujbida G., Tarnopolsky M., Phillips M., *Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men*, Journal of Applied Physiology 2009, tom 107, nr 3, s. 987-992.
34. Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 25 sierpnia 2006 r. (Dz.U. z 2006 r. Nr 171, poz. 1225 ze zm.).

35. Wawrzyniak A., Przybyłowicz K., Wądołowska L., Charzewska J., Górecka D., Lange E. i wsp., *Stanowisko Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk w sprawie stosowania suplementów diety zawierających witaminy i składniki mineralne przez osoby dorosłe*, Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 2021, tom 72, nr 3, s. 1-5.
36. Wehrlin J. P., Marti B., *Live high-train low associated with increased haemoglobin mass as preparation for the 2003 World Championships in two native European world class runners*, British Journal of Sports Medicine, 2006, tom 40, nr 2, s. e3.
37. White D. J., Olsen P. D., *A time motion analysis of bouldering style competitive rock climbing*, Journal of Strength and Conditioning Research, 2010, tom 24, nr 5, s. 1356-1360.
38. Wierzejska R., *Czy reklama suplementów diety jest obiektywnym źródłem informacji o ich wpływie na zdrowie? Analiza reklam radiowo-telewizyjnych w świetle przepisów prawa żywnościowego*, Wiadomości Lekarskie, 2016, tom 69, nr 1, s. 14-18.
39. Wiklund P., *The role of physical activity and exercise in obesity and weight management: Time for critical appraisal*, Journal of Sport and Health Science, 2016, tom 5, nr 2, s. 151-154.
40. World Health Organization, *Physical status: the use and interpretation of anthropometry, Report of a WHO Expert Committee*, World Health Organization Technical Repor. Series, 1995, tom 854, s. 1 -52.

THE FREQUENCY AND CONDITIONS OF SUPPLEMENT CONSUMPTION BY INDOOR CLIMBERS

Abstract: The purpose of this study is to examine the frequency and conditions of supplement consumption by indoor climbers in Wrocław. The study has been conducted by means of interviews with 60 sportspeople, who were divided into two groups depending on their climbing experience (≤ 4 years and > 4 years). It has been concluded that the nutritional condition of $2/3$ of the indoor climbers was satisfactory; over $2/3$ of them train 2-3 times a week in order to improve their well-being and physical fitness and to reduce stress levels. Every second respondent consumes 1-2 diet supplements a day, mainly as advised by their doctor or by their friends, in order to supplement nutrients and to improve their fitness, health and immunity. The source of knowledge about diet supplements for the climbers are the Internet, academic publications and sports books, and they purchase the supplements in stationary pharmacies or online, as guided by the prices and the recommendations of specialists. Supplement consumption should be justified by the results of diagnostic examination that points out deficits in nutrients in the body.

Keywords: Mountaineering, indoor climbing, dietary supplements.

ZASTOSOWANIE BIAŁEK SERWATKOWYCH DO PRODUKCJI SUPLEMENTÓW DIETY

Streszczenie: Białka serwatkowe stanowią 20 % białek mleka, pozostałe 80 % stanowi kazeina. Surowcem do produkcji proszków serwatkowych jest serwatka uzyskana po wytrąceniu z mleka kazeiny. Frakcje białek serwatkowych są oczyszczane i zagęszczane za pomocą technik membranowych a następnie suszone rozpryskowo. Suplementy białek serwatkowych są dostępne na rynku w formie koncentratów i izolatów oraz w formie zhydrolizowanej. Białko serwatkowe to wysokiej jakości białko zawierające pełne spektrum aminokwasów niezbędnych i rozgałęzionych, bardzo ważnych do wzrostu i regeneracji tkanek. Proszki serwatkowe są również źródłem biologicznie aktywnych białek o potencjalnym działaniu biobójczym, immunomodulującym, czy też przeciwnowotworowym. Celem pracy było przedstawienie metody otrzymywania proszków serwatkowych i ich potencjalnego działania zdrowotnego. Jednak jak wynika z badań, proszki serwatkowe obecne na rynku mogą być złej jakości i w takiej sytuacji ich pozytywny wpływ na organizm może być wątpliwy.

Słowa kluczowe: serwatka, BCAA, odżywki dla sportowców.

WSTĘP

Białka mleka dzieli się na kazeinę i białka serwatkowe. Białka serwatkowe to te, które po zakwaszeniu mleka do pH równego 4,6 pozostają w roztworze (serwatce), w odróżnieniu od kazeiny która w takich warunkach wytrąca się z roztworu, tworząc skrzep (ser). Serwatka jest płynnym produktem ubocznym powstającym przy produkcji różnego rodzaju serów, kazeiny lub innych preparatów białek mleka. Początkowo była postrzegana wyłącznie jako produkt odpadowy. Jednak serwatka, ze względu na zawartość białka

¹ Dr inż., Katedra Technologii Żywności i Żywnienia, Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.

i laktozy, jest odpadem bardzo uciążliwym ekologicznie i trudnym do utylizacji, a wymagania legislacyjne dotyczące gospodarki odpadami z czasem stawały się coraz bardziej restrykcyjne. Z wymienionych wyżej powodów wzrosło zainteresowanie przetwarzaniem serwatki zwłaszcza, że jest źródłem białka o bardzo wysokiej wartości odżywczej². Dzięki rozwojowi nowoczesnej technologii okazało się, że serwatkę można efektywnie zagospodarować i pozyskiwać z niej koncentraty białek serwatkowych w proszku. Dzięki swoim korzystnym właściwościom funkcjonalnym i odżywczym stał się on dodatkiem funkcjonalnym do produktów spożywczych, a także popularnym suplementem diety.

Obecnie komercyjny sukces białka serwatkowego doprowadził do opracowania technologii produkcji wysokiej jakości suplementów wytwarzanych jako produkt podstawowy z mleka, a nie z produktu ubocznego produkcji sera. Producenci zwracają szczególną uwagę na zachowanie aktywności biologicznej, struktury białek natywnych i tłuszczów związanych z białkami w gotowym produkcie. Białka są pozyskiwane z użyciem podpuszczki, przetwarzane w niskich temperaturach i nie są narażone na zmiany pH, aby uniknąć denaturacji natywnych struktur. Białka serwatkowe są dostępne na rynku jako suplementy diety dla sportowców w postaci koncentratów i izolatów o różnej zawartości białka, jak również są stosowane do produkcji odżywek dla dzieci, żywności specjalnego przeznaczenia medycznego, środków stosowanych w żywieniu klinicznym i farmaceutyków³.

PRODUKTY POZYSKANE Z SERWATKI, ICH PROCES PRODUKCYJNY, WARTOŚĆ ODŻYWCZA, POTENCJALNE DZIAŁANIE ZDROWOTNE ORAZ NEGATYWNE SKUTKI I ZAGROŻENIA ICH STOSOWANIA

Fracje białka serwatkowego są oczyszczane do różnych stężeń, w zależności od pożądanego składu końcowego i mogą różnić się zawartością białka, laktozy, węglowodanów, składników mineralnych i tłuszczu (Tabela 1). Formy białka serwatkowego stosowane w suplementach diety, wysokobiałkowych batonach, napojach i odżywkach to koncentraty (WPC), izolaty (WPI)

² A. Trusek-Hołownia, A. Przybył, A. Noworyta, *Zagospodarowanie odpadowej serwatki w kierunku aktywnych peptydów*, „Inżynieria i Aparatura Chemiczna” 2014, t. 53, nr 4, s. 314-315.

³ K. Marshall, *Therapeutic Applications of Whey Protein*, „Alternative Medicine Review” 2004, t. 9, nr 2, s. 137-138.

oraz hydrolizaty (WPH) białek serwatkowych^{4,5}. Koncentrat zawiera od 25 do 89 % białka, a im go więcej tym mniejsza jest zawartość tłuszczu, laktozy i składników mineralnych.

Tabela 1. Skład proszków serwatkowych o różnym stopniu koncentracji białka i ich zastosowanie⁶

| Rodzaj proszku serwatkowego | Białko [%] | Laktoza [%] | Tłuszcz [%] | |
|-----------------------------|------------|-------------|--|--|
| Koncentrat | 25 – 89 | 4 - 52 | 1 – 9 | Najbardziej popularna i niedroga forma białek serwatkowych, stosowana w napojach i batonach białkowych również jako dodatek w przemyśle spożywczym |
| Izolat | 90 - 95 | 0,5 - 1 | 0,5 - 1 | Stosowany w suplementach, napojach i batonach białkowych |
| Hydrolizowany koncentrat | > 80 | < 8 | < 10 (różni się w zależności od zawartości białka) | Stosowany w odżywkach białkowych dla sportowców |
| Hydrolizowany izolat | > 90 | 0,5 - 1 | 0,5 - 1 | Składnik mleka modyfikowanego dla niemowląt i odżywek białkowych dla sportowców |

Izolat jest najczystszy dostępny źródłem białka, zawiera także bardzo niewielkie ilości tłuszczu i laktozy. Hydrolizat jest najdroższą formą białka serwatkowego. Ze względu na wyższy stopień hydrolizy białka zawiera więcej frakcji peptydowych, więc jest szybciej trawiony i łatwiej wykorzystywany przez tkankę mięśniową⁷. Jest również mniej alergenny. Jednak często zawiera tłuszcz i laktozę, jak również inne dodane węglowodany, ponieważ charakteryzuje się bardziej gorzkim smakiem niż WPC i WPI⁸. Suplementacja diety sportowców WPH wykazuje lepsze rezultaty biorąc pod uwagę wydolność

⁴ P. Fassina, G.Q. Nunes, F.S. Adami, M.I. Goettert, C.F.V. de Souza, *Importance of Cheese Whey Processing: Supplements for Sports Activities – a Review*, „Polish Journal of Food and Nutrition Sciences” 2019, t. 69, nr 1, s. 83-99.

⁵ J.R. Hoffman, M.J. Falvo, *Protein – Which is Best?*, „Journal of Sports Science & Medicine” 2004, t. 3, nr 3, s. 121-122.

⁶ H.H.. Gangurde, M.A.. Chordiya, P.S. Patil, Baste N.S., *Whey protein*, „Scholars Research Journal” 2011, t. 1, nr 2, s. 73.

⁷ Ibidem.

⁸ J. Krzywański, Ł. Jaśkiewicz, U. Somow, I. Łoniewski, H. Krzysztofiak, *Suplementy diety w sporcie*, w: *Dietetyka sportowa*, red. B. Frączek, J. Krzywański, H. Krzysztofiak, Warszawa 2019, s. 812.

fizyczną i hipertrofię mięśni⁹ niż WPC. Jednakże istnieje przekonanie, że ich stosowanie jest nieekonomiczne, ponieważ korzyści (u osób zdrowych) są niewspółmierne do kosztów w porównaniu z koncentratami¹⁰.

W produkcji koncentratów i izolatów stosuje się procesy filtracji membranowej. W odróżnieniu od konwencjonalnej filtracji, w procesach tych oddziela się składniki o wymiarach mniejszych niż 10 µm. W zależności od wielkości porów membrany wyróżniamy: odwróconą osmozę (10⁻⁴ – 10⁻³ µm), nanofiltrację (10⁻³ – 10⁻² µm), ultrafiltrację (10⁻² – 10⁻¹ µm) i mikrofiltrację (10⁻¹ – 10¹ µm). Proces produkcji koncentratów o różnej zawartości białka przedstawiono na Rysunku 1. Najpierw z serwatki należy usunąć drobne cząstki kazeiny stosując takie urządzenia jak hydrocyklony, wirówki i sita wibracyjne lub obrotowe, potem przeprowadza się separację tłuszczu w wirówkach. Następnie odtłuszczoną serwatkę poddaje się ultrafiltracji, a uzyskany retentant (koncentrat, który jest zatrzymywany na membranie) poddaje się zagęszczaniu w wyparkach i suszeniu rozpryskowemu. Aby uzyskać WPC o większej zawartości białka, koncentrat ten należy poddać mikrofiltracji w celu usunięcia tłuszczu. Następnie, odtłuszczony już filtrat (ciecz przenikająca przez membranę) jest kierowany do dalszej koncentracji białka z zastosowaniem diafiltracji celem usunięcia większości laktozy i związków mineralnych.

W celu otrzymania form hydrolizowanych WPC i WPI stosuje się enzymy t.j. trypsynę, pepsynę, chymotrypsynę, enzymy roślinne (papainę i bromelainę) czy proteazy bakteryjne¹¹. Produkcja biologicznie aktywnych białek takich jak laktoferyna czy laktoperoksydaza polega na ich izolowaniu z serwatki metodą chromatograficzną z użyciem wymiany jonowej, a następnie oczyszczaniu stosując ultrafiltrację z diafiltracją i sterylną mikrofiltrację. Proces kończy się suszeniem rozpryskowym¹².

Białko serwatkowe to kompletne, wysokiej jakości białko o bogatym profilu aminokwasowym (AA - Amino Acids) (Tabela 2). Zawiera pełne spektrum AA, w tym aminokwasy niezbędne (EAA - Essential Amino Acids) i o rozgałęzionych łańcuchach alifatycznych (BCAA - Branched-Chain Amino Acids) (L-leucyna, L-walina i L-izoleucyna), które są ważne w budowie i naprawie tkanek w tym mięśni¹³. Leucyna jest kluczowym BCAA w syntezie białek i została zidentyfikowana jako odgrywająca kluczową rolę w produkcji insuliny,

⁹ P. Fassina, G.Q. Nunes, F.S. Adami, M.I. Goettert, C.F.V. de Souza, Importance of..., s. 95.

¹⁰ M. Gundill, Suplementy żywnościowe dla sportowców, Łódź 2017, s. 77-79.

¹¹ J. Krzywański, Ł. Jaśkiewicz, U. Somow, I. Łoniewski, H. Krzysztofiak, *Suplementy...*, s. 812.

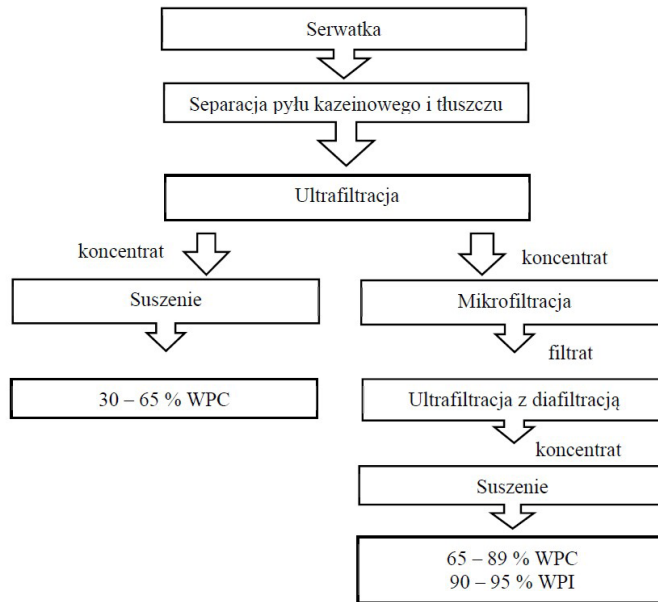
¹² *Mleczarstwo - Technika i...*, s. 353.

¹³ C. Sobral, D. Gomes, M. Silva, P. Martins, A. Baltazar, *Why protein supplementation in muscle hypertrophy*, „European Journal of Public Health” 2020, t. 30, nr Supplement 2, s. 1.

budowie mięśni i metabolizmie glukozy. EAA i BCAA w białku serwatkowym są obecne w wyższych stężeniach w porównaniu z innymi białkami, t.j. soja, mięso i pszenica; są również skutecznie wchłaniane i wykorzystywane¹⁴. Po spożyciu białek serwatkowych tuż po treningu siłowym obserwuje się przyrost beztłuszczowej masy ciała i zmniejszenie zmęczenia mięśni. Dzieje się tak, ponieważ BCAA minimalizują utratę beztłuszczowej masy ciała i sprzyjają regeneracji mięśni po urazach spowodowanych wyczerpującym wysiłkiem fizycznym¹⁵. Dobre efekty w tym względzie dają także mieszanki białek serwatkowych z innymi odżywkami np. kazeiną¹⁶.

Białka serwatkowe są również dobrym źródłem cysteiny, która może podnosić poziom glutationu, silnego przeciwutleniacza wspomagającego odporność organizmu¹⁷. Zawierają też glutaminę oraz duże ilości argininy i lizyny, które mogą stymulować uwalnianie hormonu wzrostu oraz wzrost masy mięśniowej¹⁸.

Rys. 1. Uproszczony schemat produkcyjny koncentratów białek serwatkowych^{19,20}



¹⁴ H.H. Gangurde, M.A.. Chordiya, P.S. Patil, Baste N.S., *Whey ...*, s. 69.

¹⁵ P. Fassina, G.Q. Nunes, F.S. Adami, M.I. Goettert, C.F.V. de Souza, *Importance of...*, s. 83.

¹⁶ J. Mizera, K. Mizera, *Dietetyka sportowa. Co jeść, by trenować efektywnie*, 2017, s. 135-138.

¹⁷ S. Minj, S. Anand, *Whey Proteins and Its Derivatives: Bioactivity, Functionality, and Current Applications*, „Dairy” 2020, t. 1, nr 3, s. 236.

¹⁸ *Whey Protein Concentrate (WPC)...*, s. 7.

¹⁹ *Mleczarstwo - Technika i Technologia*, Tetra Pak sp. z o.o., Warszawa, 2013, s. 347-352.

²⁰ *Whey Protein Concentrate (WPC) Handling*, Technical Evaluation Report Compiled by USDA, AMS, Agricultural Analytics Division for the USDA National Organic Program, 24 kwietnia 2015, s. 2.

Tabela 2. Jakość białka pochodzącego z różnych źródeł²¹

| Źródło białka | Współczynnik wydajności wzrostowej (PER) | Wartość biologiczna (BV) | Wykorzystanie białka netto (NPU) | Wskaźnik aminokwasu ograniczającego skorygowany o strawność białka (PDCAAS) |
|-------------------|--|--------------------------|----------------------------------|---|
| Białka serwatkowe | 3.2 | 104 | 92 | 1.00 |
| Jajo kurze | 3.9 | 100 | 94 | 1.00 |
| Mleko | 2.5 | 91 | 82 | 1.00 |
| Kazeina | 2.5 | 77 | 76 | 1.00 |
| Wołowina | 2.9 | 80 | 73 | 0.92 |
| Białko soi | 2.2 | 74 | 61 | 1.00 |
| Białko pszenicy | 0.8 | 64 | 67 | 0.25 |

Z powodu swoich, wyżej wymienionych, właściwości proszki serwatkowe są bardzo popularne jako suplementy dla sportowców. W klasyfikacji Australijskiego Instytutu Sportu (Australian Instytut of Sport – AIS) białka serwatkowe jako suplementy diety zostały zaliczone do grupy A, czyli do suplementów zalecanych sportowcom w określonych sytuacjach ze względu na udowodnione działanie wspomagające²². Proszki serwatkowe mogą być również stosowane u osób starszych cierpiących na sarkopenię, czyli pojawiający się z wiekiem zanik mięśni²³. W skład białka serwatkowego w większych ilościach wchodzi białka takie jak: laktoglobuliny- β , laktoalbuminy- α oraz albumina surowicza, natomiast w mniejszych ilościach białka takie jak: immunoglobuliny, laktoferyna, peroksydaza, glikomakropeptyd, albuminy serum (Tabela 3)²⁴. Jak wynika z dotychczas przeprowadzonych badań klinicznych białka serwatkowe oprócz poprawy siły mięśni i składu ciała, wykazują również działanie przeciwdrobnoustrojowe, przeciwnowotworowe, modulują odporność, zapobiegają chorobom sercowo-naczyniowym oraz cukrzycy (Tabela 3 i 4)²⁵.

²¹ J.R. Hoffman, M.J. Falvo, *Protein – Which is...*, s. 120.

²² J. Krzywański, Ł. Jaśkiewicz, U. Somow, I. Łoniewski, H. Krzysztofiak, *Suplementy...*, s. 794.

²³ M. Moyad, J. Lee, *Przewodnik po świecie suplementów*, Emmaus, USA 2014, s. 219.

²⁴ S. Minj, S. Anand, *Whey Proteins...*, s. 234.

²⁵ K. Marshall, *Therapeutic Applications...*, s. 136.

Tabela 3. Ilość poszczególnych frakcji białek serwatkowych w koncentracie (WPC) i izolacie (WPI) i ich potencjalne działanie zdrowotne^{26,27,28}

| Frakcja białek | WPC % | WPI % | Potencjalne działanie zdrowotne |
|------------------|---------|---------|---|
| β-Laktoglobulina | 50 - 60 | 44 - 69 | Przeciwdrobnoustrojowe, hypocholesterolemiczne, obniża ciśnienie krwi, źródło EAA i BCAA, możliwy antyoksydant |
| α-laktoalbumina | 12 - 16 | 14 - 15 | Przeciwdrobnoustrojowe, przeciwnowotworowe, immunomodelujące, reguluje ciśnienie krwi, |
| Glikomakropeptyd | 15 - 21 | 2 - 20 | Antywirusowe, zmniejsza wydzielanie żołądkowe, hamuje agregację płytek krwi i hamuje apetyt poprzez stymulację uwalniania hormonu trzustkowego cholecystokininy. Działa immunomodulująco i jako prebiotyki. |
| Albuminy serum | 3 - 5 | 1 - 3 | Przeciwutleniacz, hamuje wzrost komórek ludzkiego raka piersi, agonista opioidów |
| Immunoglobuliny | 5 - 8 | 2 - 3 | Immunomodulujące |
| Laktoferyna | <1 | - | Przeciwutleniacz, przeciwbakteryjny, przeciwrakotwórczy, przeciwwirusowy, przeciwgrzybiczy, wspomaga wzrost pożytecznych bakterii, razem z beta-laktoglobuliną i alfa-laktoalbuminą hamują rozwój nowotworu |
| Laktoperoksydaza | <1 | - | Ma właściwości biobójcze i biostatyczne |

Spożywanie suplementów białkowych ma również swoje negatywne skutki zdrowotne i najczęściej są one związane przede wszystkim z nadmiarem białek w racji pokarmowej. Sportowcy, zwłaszcza dyscyplin siłowych, starają się go dostarczyć w diecie jak najwięcej w przekonaniu, że takie postępowanie zwiększy efektywność treningu. W polskich normach zaleca się, aby udział białek w wartości energetycznej diety wynosił 10 – 20% natomiast w amerykańskich do 35%. Chęć maksymalizacji osiągnięć sportowych może doprowadzić do sytuacji, w której udział białek w wartości energetycznej racji pokarmowej przekroczy 35 %, a tak duża jego ilość może nie przynieść dodatkowych korzyści²⁹. Spożywanie diet wysokobiałkowych przez długi czas może prowadzić do dodatkowego obciążenia nerek³⁰, istotnego wzrostu stężenia kwasu moczowego w surowicy krwi, w konsekwencji zaostrzenia przebiegu

²⁶ *Whey Protein Concentrate (WPC)...*, s.4-5.

²⁷ F. Alimoradi, E. Hojaji, H. Jooyandeh, S.A. Hossein, Z. Moghadam, J. Moludi, *Whey Proteins : Health Benefits and Food Applications*, „Journal of International Research in Medical and Pharmaceutical Sciences” 2016, t. 9, nr 2, s. 65.

²⁸ A. Gupta, J.B. Jadhav, K.D. Gunaware, B. Shinde, *Whey Proteins and Its Impact on Human Health Nutrition: Review*, „Journal of Analytical & Pharmaceutical Research” 2016, t. 3, nr 8, s. 1-5.

²⁹ D. Włodarek, *Makroskładniki pokarmowe - białko*, w: *Dietetyka sportowa*, red. B. Frączek, J. Krzywański, H. Krysztofiak, Warszawa 2019, s. 189.

³⁰ Q. Damaris Jones Severino Vasconcelos, T. Paschoallete Rodrigues Bachur, G. Frota Aragão, *Whey protein supplementation and its potentially adverse effects on health: a systematic review*, „Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism” 2021, t. 46, nr 1, s. 27-33.

dny moczanowej, progresji rozwoju blaszek miażdżycowych w tętnicach oraz zwiększenia ryzyka rozwoju nadciśnienia tętniczego³¹.

Tabela 4. Przykłady badań klinicznych z użyciem białek serwatkowych³².

| Przedmiot badań | Dzienna dawka białek serwatkowych | Czas trwania eksperymentu | Wyniki |
|---|---|---------------------------|---|
| Choroba nowotworowa | 30 g | 6 mies. | 2 z 5 pacjentów miało regresję guza Wyniki sugerowały wzrost poziomu glutationu w zdrowych komórkach i obniżony poziom glutationu w komórkach nowotworowych |
| | 40 g Nowotwór w 4 stadium, stosowano inne naturalne terapie | 6 mies. | 16/20 osób, które przeżyły po 6 miesiącach; zwiększona funkcja komórek NK; zwiększona aktywność glutationu; wzrost hemoglobiny i hematokrytu; poprawa jakości życia |
| Zapalenie wątroby typu B | 12 g | 12 tyg. | Zmniejszone poziomy peroksydazy lipidowej w surowicy; zwiększona aktywność IL-2 i NK; zmniejszona aktywność transferazy alaninowej w surowicy; podwyższony poziom glutationu w osoczu |
| HIV | 45 g | 2 tyg. i 6 mies. | Podwyższony poziom glutationu w obu eksperymentach |
| Czynniki ryzyka chorób sercowo-naczyniowych | 200 ml fermentowanego mleka z dodatkiem płynnej serwatki | 8 tyg. | Podwyższony HDL; obniżony poziom trójglicerydów; obniżone skurczowe ciśnienie krwi; obniżony cholesterol całkowity |
| Odżywki dla niemowląt | Standardowa odżywka z mleka krowiego vs z dodatkiem częściowo zhydrolizowanego proszku serwatkowego (różne dawki) | 12 tyg. | Zwiększona proporcja <i>Bifidobacterium</i> ; zwiększona odporność przewodu pokarmowego; zmniejszony potencjał rozwoju chorób atopowych |
| | | 1 tyd. | Zmniejszona częstość występowania kolki niemowlęcej |
| Wydolność w sporcie | 1,2 g/kg m. c. | 12 tyg. | Poprawa masy beztłuszczowej w ciele; poprawa w jednym z czterech pomiarów siły mięśni |
| | 10 g 2 dz. | 3 mies. | Znacząca poprawa mocy szczytowej; znaczący wzrost 30-sekundowej wydajności pracy; zwiększony poziom glutationu w limfocytach |

³¹ J. Reguła, *Charakterystyka i ocena wybranych diet alternatywnych*, „Forum Zaburzeń Metabolicznych” 2013, t. 4, nr 3, s. 118-119.

³² K. Marshall, *Therapeutic Applications...*, s. 140.

Duża ilość białka w diecie narusza również równowagę kwasowo-zasadową organizmu. Białko serwatkowe jest produktem kwasotwórczym. Podczas katabolizmu 200 – 300 g białka powstaje 200 – 250 mmol jonów wodorowych/dobę. To jest wartość graniczna, z którą organizm ludzki może sobie bezszkodowo poradzić. Większa ilość kwasów do neutralizacji wymaga uruchomienia produkcji amoniaku z glutaminy, której źródłem stają się mięśnie. Dlatego po przekroczeniu pewnej granicy spożycia białka, mięśnie nie są budowane lecz degradowane. Innym efektem buforowania nadmiaru powstających kwasów jest odwapnianie kości i osteoporoza³³. Przyjmowanie nadmiernej ilości białek serwatkowych może również powodować trądzik u młodszych osób, ponieważ nieznacznie podnosi poziom insulinopodobnego czynnika wzrostu typu 1³⁴.

Innym ważnym problemem jest często niewystarczająca jakość sproszkowanych białek serwatkowych. Znane są przypadki fałszowania proszków serwatkowych poprzez dodatek endogennych, wolnych aminokwasów takich jak glutamina, kreatyna, glicyna i tauryna w celu zwiększenia zawartości białka w produkcie³⁵. W badaniach opublikowanych w 2021 roku³⁶ na próbkach suplementów białek serwatkowych dostępnych na rynku tureckim stwierdzono bardzo niską zawartość cysteiny a wysoką glicyny (nawet do 40 %). Zawartość aminokwasów niezbędnych i BCAA były niższe, a wartości PDCAAS (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score) bardzo niskie (0,08 – 0,71), w porównaniu do danych literaturowych. Autorzy zasugerowali zafałszowanie niektórych próbek białkiem kolagenowym, a także stosowanie przez producentów nieodpowiednich technologii produkcji.

PODSUMOWANIE

Białka serwatkowe są suplementem diety o wielu zaletach pod warunkiem jednak, że producent zastosował dobrej jakości surowiec i zachował odpowiednie reżimy produkcyjne. W przeciwnym razie proszki serwatkowe tracą swoje cenne właściwości na skutek denaturacji. Spożywając preparaty

³³ D. Włodarek, *Makroskładniki...*, s. 190.

³⁴ M. Moyad, J. Lee, *Przewodnik po...*, s. 219-220.

³⁵ R. Saxton, O.M. McDougal, *Whey protein powder analysis by mid-infrared spectroscopy*, „Foods” 2021, t. 10, nr 5, s. 1-18.

³⁶ H. Pehlivanoglu, H.F. Bardakci, M. Yaman, *Protein quality assessment of commercial whey protein supplements commonly consumed in Turkey by in vitro protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS)*, „Food Science and Technology” 2021, t. 2061, s. 1-8.

białkowe należy również zachować bezpieczny umiar z powodu możliwych, negatywnych konsekwencji zdrowotnych nadmiaru białka w diecie.

BIBLIOGRAFIA

1. Alimoradi F., Hojaji E., Jooyandeh H., Hossein S. A., Moghadam Z., Moludi J., *Whey Proteins : Health Benefits and Food Applications*, „Journal of International Research in Medical and Pharmaceutical Sciences” 2016, t. 9, nr 2.
2. Damaris Jones Severino Vasconcelos Q., Paschoalette Rodrigues Bachur T., Frota Aragão G., *Whey protein supplementation and its potentially adverse effects on health: a systematic review*, „Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism” 2021, t. 46, nr 1.
3. Delavier F., Gundill M., *Suplementy żywnościowe dla sportowców*, Łódź 2017.
4. Fassina P., Nunes G. Q., Adami F. S., Goettert M. I., Souza C. F. V. de, *Importance of Cheese Whey Processing: Supplements for Sports Activities – a Review*, „Polish Journal of Food and Nutrition Sciences” 2019, t. 69, nr 1.
5. Gangurde H. H. ., Chordiya M. A. ., Patil P. S., Baste N.S., *Whey protein*, „Scholars Research Journal” 2011, t. 1, nr 2.
6. Gupta A., Jadhav J. B., Gunaware K. D., Shinde B., *Whey Proteins and Its Impact on Human Health Nutrition: Review*, „Journal of Analytical & Pharmaceutical Research” 2016, t. 3, nr 8.
7. Hoffman J. R., Falvo M. J., *Protein – Which is Best?*, „Journal of Sports Science & Medicine” 2004, t. 3, nr 3.
8. Krzywański J., Jaśkiewicz Ł., Somow U., Łoniewski I., Krzysztofiak H., *Suplementy diety w sporcie*, w: *Dietetyka sportowa*, red. B. Frączek, J. Krzywański, H. Krzysztofiak, PZWŁ, Warszawa 2019.
9. Marshall K., *Therapeutic Applications of Whey Protein*, „Alternative Medicine Review” 2004, t. 9, nr 2.
10. Minj S., Anand S., *Whey Proteins and Its Derivatives: Bioactivity, Functionality, and Current Applications*, „Dairy” 2020, t. 1, nr 3.
11. Mizera J., Mizera K., *Dietetyka sportowa. Co jeść, by trenować efektywnie*, 2017.
12. Moyad M., Lee J., *Przewodnik po świecie suplementów*, Emmaus, USA 2014.

13. Pehlivanoglu H., Bardakci H. F., Yaman M., *Protein quality assessment of commercial whey protein supplements commonly consumed in Turkey by in vitro protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS)*, „Food Science and Technology” 2021, t. 2061.
14. Reguła J., *Charakterystyka i ocena wybranych diet alternatywnych*, „Forum Zaburzeń Metabolicznych” 2013, t. 4, nr 3.
15. Saxton R., McDougal O. M., *Whey protein powder analysis by mid-infrared spectroscopy*, „Foods” 2021, t. 10, nr 5.
16. Sobral C., Gomes D., Silva M., Martins P., Baltazar A., *Whey protein supplementation in muscle hypertrophy*, „European Journal of Public Health” 2020, t. 30, nr Supplement_2.
17. Trusek-Hołownia A., Przybył A., Noworyta A., *Zagospodarowanie odpadowej serwatki w kierunku aktywnych peptydów*, „Inżynieria i Aparatura Chemiczna” 2014, t. 53, nr 4.
18. *Mleczarstwo - Technika i Technologia*, Warszawa 2013.
19. *Whey Protein Concentrate (WPC) Handling*, „Technical Evaluation Report Compiled by USDA, AMS, Agricultural Analytics Division for the USDA National Organic Program” 2015.
20. Włodarek D., *Makroskładniki pokarmowe - białko*, w: *Dietetyka sportowa*, red. B. Frączek, J. Krzywański, H. Krysztofiak, PZWL, Warszawa 2019.

USE OF WHEY PROTEIN FOR DIET SUPPLEMENTS PRODUCTION

Summary: Whey proteins make up 20% of milk proteins; the remaining 80% is casein. The raw material for whey powders is whey obtained after precipitation of the casein from milk. The whey protein fractions are purified and concentrated using membrane techniques and then spray dried. Whey protein supplements are available on the market in the form of concentrates, isolates, and a hydrolyzed form. Whey protein is a high-quality protein containing the full spectrum of essential and branched amino acids, crucial for tissue growth and regeneration. Whey powders are also a source of biologically active proteins with potential biocidal, immunomodulating, or anti-cancer properties. This paper describes the methods of obtaining whey powders and their possible health effects. However, research shows that whey powders available on the market may be of poor quality, and in such a situation, their positive impact on the body may be questionable.

Keywords: whey, BCAA, sports nutrition.

FITOESTROGENY A MENOPAUAZA

Streszczenie: U kobiet znacznie wcześniej niż u mężczyzn rozpoczynają się inwolucyjne zmiany hormonalne i zanika funkcja owulacyjna gonad. Przemiany te wpływają na samopoczucie i jakość życia kobiet. Prowadzone są nadal badania i dyskusje na temat mechanizmu prowadzącego do wygaśnięcia funkcji owulacyjnej i hormonalnej jajników. Mechanizm prowadzący do wygaśnięcia funkcji owulacyjnej i hormonalnej jajników jest wciąż badany i dyskutowany. Wzór pojawienia się objawów menopauzy i ich naturalna historia stają się coraz bardziej jasne, dzięki badaczom, którzy badali i badają wiele aspektów biologii i psychologii kobiet w tym okresie życia. Objawy menopauzy mogą być niepokojące, zwłaszcza, że pojawiają się w czasie, gdy kobiety nadal odgrywają ważną rolę w społeczeństwie, rodzinie i życiu zawodowym. Oprócz wielu typowych niedogodności, jak uderzenia gorąca, drażliwość czy obniżenie koncentracji, dodatkowo pojawić się mogą problemy ze snem. Wiele kobiet, które nie mogą lub nie chcą stosować terapii hormonalnej celem redukcji negatywnych objawów związanych z menopauzą, spożywa suplementy diety dla kobiet przeznaczone dla kobiet w okresie menopauzalnym, które dostępne są w każdej aptece bez recepty. Ze względu na skład szczególną uwagę zwrócić należy na fitoestrogeny, które naśladując działanie estrogenów endogennych, potrafią wpływać na wiele procesów zachodzących w organizmie człowieka. Są one składnikami suplementów diety stosowane przez kobiety, by zminimalizować negatywne skutki menapauzy, choć nadal nie ma całkowitej zgody wśród badaczy, co do wpływu izoflawonów, pomimo ponad dwóch dekad ciągłych badań. Pomimo tych ograniczeń, dotychczasowe dowody przemawiają za stosowaniem izoflawonów ze względu na ich profil bezpieczeństwa i korzyści dla ogólnego stanu zdrowia. Z drugiej strony można je również uznać za substancje mogące zaburzać gospodarkę hormonalną oraz inny negatywny wpływ na zdrowie poprzez ich spożycie w żywności. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie rezultatów badań z ostatnich 10 lat w kontekście stosowania różnych metod radzenia sobie z negatywnymi objawami menopauzy u kobiet. W artykule tym wykorzystano publikacje naukowe z PubMed, Google Scholar, poprzez definiowanie następujących słów kluczowych: menopauza, klimakterium, fitoestrogeny, suplementy.

Słowa kluczowe: klimakterium, suplementy, zdrowie kobiet.

Orcid: 0000-0001-6409-8818.

¹ Polski Uniwersytet Na Obczyźnie w Londynie.

ZMIANY HORMONALNE U KOBIET I METODY ICH ŁAGODZENIA.

Subtelne zmiany hormonalne u kobiet rozpoczynają się już nawet około 10 lat przed menopauzą. Początek menopauzy znany pod nazwą klimakterium lub przekwitanie, to okres w życiu kobiety, w którym najpierw zanika, a w późniejszym czasie ustaje miesiączka. Jest to przeciwieństwo menarche, czyli wystąpienia u dziewcząt pierwszej miesiączki. Zmiany menopauzalne wiążą się z głębokimi zmianami rozrodczymi i hormonalnymi. Menopauzę można stwierdzić, wówczas gdy nie wystąpiło po 12 miesiącach krwawienie miesiączkowe i nie było to spowodowane zmianami patologicznymi [Basson i in. 2004, Bakalczuk i in. 2005]. Menopauza zazwyczaj następuje pomiędzy 45. a 55. rokiem życia, statystycznie jednak najczęściej około 51 roku życia. Światowe szacunki średniego wieku w naturalnej menopauzie wahają się od 44,6 lat u Hindusek z Pendżabu, 51,2 lat u Polek i 52,0 lat u Francuzek [Kaczmarek i in. 2015]. Z ustaniem cyklu miesięczkowego następuje nagły spadek stężenia we krwi estrogenu, zanik cyklicznej produkcji progesteronu i wyraźny wzrost stężenia gonadotropin FSH i LH. Zmiany menopauzalne wiążą się z głębokimi zmianami rozrodczymi i hormonalnymi. Wzór pojawienia się objawów menopauzy i ich naturalna historia stają się coraz bardziej jasne, dzięki przeprowadzeniu kilku długoterminowych badań kohortowych, które uzględniały wiele aspektów biologii i psychologii kobiet w tym okresie życia [Santoro, 2016]. Zmiany hormonalne, które rozpoczynają się w okresie menopauzy, wpływają na wiele układów i narządów, wobec tego obejmują zaburzenia związane z ośrodkowym układem nerwowym; zmiany metaboliczne, wahania masy ciała, zaburzenia sercowo-naczyniowe i mięśniowo-szkieletowe; atrofię układu moczowo-płciowego i skóry oraz zaburzenia seksualne [Monteleone i in. 2018]. Wiele kobiet w tym okresie życia ma poczucie spadku atrakcyjności fizycznej, zwiększa się u nich drażliwość, czemu często towarzyszą zmiany nastroju, pogarsza się zdolność koncentracji, obniża się wydolność psychofizyczna, występuje utrata pewności siebie, co powoduje zmniejszenie odporności na stres i skłonność do stanów depresyjnych [Klein, (red.), 2003]. Klimakterium wiąże się z zaburzeniami gospodarki hormonalnej. Z powodu obniżenia stężenia estrogenów we krwi występują zmiany atroficzne w układzie urogenitalnym, takie jak: suche i cienkie ściany pochwy, zmniejszenie warg sromowych mniejszych, zmiany elastyczności pochwy (jej naturalnej zdolności do rozciągania się wzdłuż i szerz) i reaktywności łechtaczki na bodźce. Zmiany atroficzne w układzie moczowym i płciowym powodują

suchość pochwy, częstsze występowanie zjawiska dyspareunii wywołanej zarówno atrofią i suchością ścian pochwy [Nappi i in. 2019], jak i większą skłonnością do występowania stanów zapalnych oraz infekcji bakteryjnych i grzybiczych pochwy [Grazzotin (red.), 2003]. W przypadku niektórych kobiet przechodzących menopauzę, problemy ze snem są poważne i wpływają na funkcjonowanie w ciągu dnia, i jakość życia oraz mogą mieć długoterminowe konsekwencje dla zdrowia psychicznego i fizycznego [Bączek i in. 2019]. Kobiety doświadczają przykrych objawów menopauzy, do których najczęściej należą wyczerpanie fizyczne i umysłowe, uderzenia gorąca i nocne poty, które występują nawet u 80% kobiet, trudności ze snem, zmniejszony popęd seksualny, problemy z myśleniem i pamięcią, suchość pochwy, prowadząca do bólu podczas współżycia seksualnego, bóle głowy, zmiany nastroju, nieregularne bicie serca lub kołatanie serca, ból i sztywność stawów, zmniejszona masa mięśniowa, częstsze infekcje dróg moczowych. Objawy, które towarzyszą menopauzie są bardzo indywidualne. Pojawiają się one u około 89% kobiet i powodują, że czas ten może być dla nich szczególnie trudny. Może również występować drażliwość oraz osłabienie pamięci. W świetle psychospołecznego modelu podatności zauważa się, że kobiety w okresie klimakterium są bardziej narażone na depresję, ponieważ zmiany hormonalne destabilizują ośrodkowy układ nerwowy, a pojawienie się pewnych uwarunkowań psychospołecznych (jak np. negatywne wydarzenia życiowe, negatywna postawa wobec menopauzy i starzenia się) może wywołać depresję [Barnaś i in. 2012,]. W okresie tym może dojść również do wzrostu masy ciała, który spowodowany jest zmniejszaniem się szybkości przemiany materii oraz utraty masy mięśniowej. Zmniejsza się również gęstość mineralna kości, co prowadzi do rozwoju osteoporozy. Menopauzę rozpoznaje się, gdy kobieta nie miesiączkuje przez 12 kolejnych miesięcy [Inayat i in. 2017]. Postmenopauza to lata po menopauzie, kiedy jajniki już nie funkcjonują. Jest to czas, kiedy problemy zdrowotne związane z długimi okresami niskiego stężenia we krwi estrogenów (osteoporoza i choroba sercowo-naczyniowa) są największą kwestią zdrowotną kobiety. W odniesieniu do okresu po 65 r.ż. stosuje się pojęcie geripauzy [Kim i in. 2015].

Następstwa zmian hormonalnych związanych z menopauzą są nieuchronne. Rozwój medycyny doprowadził do opracowania metod leczenia, które pozwalają na złagodzenie przykrych objawów klimakterium. Terapia hormonalna jest podstawowym sposobem leczenia objawów menopauzy. Jednak ze względu na zagrożenia zdrowotne związane z terapią hormonalną wiele kobiet nie może lub nie decyduje się na nią. Około 51% kobiet stosuje medycynę komplementarną i alternatywną (CAM Complementary and Alternative

Medicine), a ponad 60% uważa, że jest ona skuteczna w przypadku objawów menopauzy [Johnson i in. 2019]. Najczęściej stosowane przez Polki metody radzenia sobie z dolegliwościami związanymi z menopauzą, to przyjmowanie suplementów diety (42%), picie ziołowych herbat (37%) i aktywność fizyczna (35%). W Polsce odsetek kobiet, które nie mają sposobu na radzenie sobie z objawami menopauzy wynosi 14%. Odsetek ten jest różny w poszczególnych województwach. Najwyższy odsetek jest w województwie podkarpackim (25%), a najniższy w województwie pomorskim (4%). Co piąta przebadana kobieta korzystała z hormonalnej terapii menopauzalnej (HTM), a 38% badanych zadeklarowało, że planują to zrobić w przyszłości [Raport Badawczy, 2020]. W leczeniu kobiet w okresie menopauzy dostrzega się szeroki wachlarz korzyści związanych ze stosowaniem HTM. W synergii ze zdrowym stylem życia stosowanie HTM łagodzi objawy i oznaki menopauzy oraz promuje długowieczność w zdrowym stanie. Hormonalna terapia menopauzalna jest obecnie akceptowana jako skuteczna i bezpieczna opcja dla zdrowych kobiet z objawami w wieku poniżej 60 lat lub w ciągu 10 lat od wystąpienia menopauzy, które nie mają przeciwwskazań/ostrzeżeń do jej stosowania [Palacios i in. 2019]. Jako alternatywę dla łagodzenia objawów menopauzy w okresie przechodzenia do menopauzy mogą być oferowane same progestyny lub doustne środki antykoncepcyjne w małych dawkach [Reid i in. 2014].

Medycyna komplementarna i alternatywna, w kontekście walki z objawami menopauzy, została sklasyfikowana jako praktyki ciało-umysł, do których zaliczyć można hipnozę, CBT (Cognitive Behavioral Therapy = terapię kognitywno-behawioralną), relaksację, biofeedback, medytację, aromaterapię, stosowanie produktów naturalnych (np. ziół, witamin, minerałów, suplementów diety) oraz podejścia ogólnosystemowe, np. tradycyjna medycyna chińska, refleksologia, akupunktura czy homeopatia [Johnson i in. 2019]. Ponadto zaleca się umiarkowaną aktywność fizyczną. Wiele kobiet radzi sobie z negatywnymi objawami menopauzy stosując roślinne suplementy diety, które dostępne są w każdej aptece bez recepty. Zgodnie z definicją „suplement diety”, to środek spożywczy, którego celem jest uzupełnienie normalnej diety, będący skoncentrowanym źródłem witamin lub składników mineralnych oraz innych substancji wykazujących efekt odżywczy lub fizjologiczny. Suplementy nie są lekami i nie podlegają prawu farmaceutycznemu [Suplementy diety, 2017]. Większość z oferowanych suplementów nie wykazuje obiecwanego po nich efektu, dlatego zawsze należy być sceptycznie nastawionym wobec zapewnień producentów i sprzedawców [Suplementacja sportowca diety, 2018]. Lek to substancja, która leczy lub zapobiega chorobie. Przed wprowadzeniem

na rynek, lek poddawany jest wielu testom klinicznym, a całą dokumentację musi zatwierdzić Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych. Wyniki zebrane są m. in. w ogólnodostępnej ulotce, gdzie podane są informacje na temat dawkowania, działań niepożądanych czy przeciwwskazań. Nad produkcją i sprzedażą leków cały czas czuwa Główny Inspektor Farmaceutyczny i producent. Kontrolowana jest każda partia leku schodząca z taśmy produkcyjnej. Kontrola jest tak ścisła, że w razie jakichkolwiek niezgodności, całe partie leków są z dnia na dzień wycofywane z aptek. Natomiast suplementów diety nie trzeba badać przed wprowadzeniem do handlu. Nie są wymagane żadne badania, sprawdzanie skuteczności czy bezpieczeństwa. Dawka składników w suplementach powinna być na tyle mała, żeby nie wywierać efektu leczniczego na organizm, podlegają one kontroli Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych. Szczegółowe wymagania odnoszące się do składu i oznakowania suplementów diety określone są w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 9 października 2007 r. w sprawie składu i oznakowania suplementów diety [Szczegółowe wymagania prawne dotyczące suplementów diety, 2018].

Kobiety polskie z wysokim i umiarkowanym poziomem aktywności fizycznej mają mniej nasilone objawy menopauzy, w porównaniu z kobietami nieaktywnymi. Motywowanie kobiet do większej aktywności w pracy może zmniejszyć objawy somatowegetatywne, natomiast motywowanie ich do wzmożonej aktywności fizycznej w czasie wolnym, może zmniejszyć nasilenie objawów menopauzy - wyniki sugerują, że brak aktywności fizycznej prowadzi do nasilenia objawów menopauzy [Dąbrowska-Galas i in. 2019]. W innym badaniu umiarkowany poziom aktywności fizycznej wiązał się z mniej nasilonymi objawami menopauzy, niższym poziomem zaburzeń fizycznych, lepszym ogólnym stanem zdrowia i funkcjonowaniem w społeczeństwie [Sharifi i in. 2017].

FITOESTROGENY ORAZ INNE SUPLEMENTY STOSOWANE W LECZENIU NEGATYWNYCH SKUTKÓW MENOPAUY U KOBIET

Fitoestrogeny są niesteroidowymi związkami polifenolowymi pochodzenia roślinnego o budowie chemicznej podobnej do 17 β -estradiolu, które zawiera około 300 roślin [Siciliano i in. 2014]. Jego nazwa pochodzi od greckiego słowa *fito* („roślina”) i *estrogenu*. Źródła izoflawonów (mg/100g): chleb 0-0,8, otręby pszenne, mąka kukurydziana, kukurydza, płatki owsiane

<0,1, żurawina, porzeczki, daktyle, figi, suszone śliwki, rodzyunki 0-0,2, jabłka, banany, winogrona, kiwi, mango, melon, pomarańcze, gruszki, ananas, śliwka, arbuz <0,1, rośliny strączkowe 0-0,58, siemię lniane, miso 43-60, grzyby 0,02, noodle <0,1, orzeszki ziemne, orzechy brazylijskie, kasztany, orzechy laskowe, migdały, kokos <0,1, makaro<0,1, soczewica 0,1-2,5, ziemniaki <0,1, nasiona słonecznika i lucerny 0,01-0,6, sery sojowe 6-31, napoje sojowe 5-10, koncentrat białka sojowego / izolat 12-102, makaron sojowy 8,5, jogurt sojowy 16, sosy sojowe 0,1-1,6, mąka sojowa 131-198, nasiona soi 14-153, herbaty, tj. czarne, zielone 0,04-0,05, tofu 13,5-67, warzywa, takie jak: szparagi, bakłazan, buraki, brokuły, brukselka, kapusta, marchew, kalafior, seler, cukinia, ogórek, por, sałata, cebula, pasternak, dynia, rzodkiewka, szpinak, pomidor <0,1. Kumestany (mg/100g) występują w kielkach fasoli, lucernie 4,7, nasionach soi 0,05. Występowanie lignanów: ryż brązowy 0,3, otręby pszenne, mąka kukurydziana, kukurydza, płatki owsiane 0,5, jabłka, banany, winogrona, kiwi, mango, melon, pomarańcze, gruszki, ananas, śliwka, arbuz 0,1, siemię lniane 60-370, orzeszki ziemne, orzechy brazylijskie, kasztany, orzechy laskowe, migdały, kokos 0,02- 0,33, soczewica 0- 0,2, herbaty (czarne, zielone) 2,04, sosy sojowe 0,03, mąka sojowa 0,13, nasiona soi 0,01-0,27 [Huges, 2003]. Ich struktura chemiczna i skuteczność są prawie podobne do estradiolu [Thomas i in. 2014].

Związki bioaktywne obecne są w kwiatach, liściach, korzeniach, nasionach. Naśladując działanie estrogenów endogennych, potrafią wpływać na wiele procesów zachodzących w organizmie człowieka. Umiejscowienie fitoestrogenów w roślinach nie jest stałe. Związki te znajdują się zarówno w nasionach, jak i łodygach, korzeniach czy kwiatach. Zawartość uzależniona jest nie tylko od gatunku, ale także od miejsca uprawy, warunków klimatycznych i stopnia dojrzałości. Również sposób przechowywania, obróbki i stopień przetworzenia może mieć wpływ na ewentualne różnice wewnątrzgatunkowe. Okazuje się, że popularne dolegliwości okresu menopauzy są mniej dokuczliwe na przykład u Japonek niż mieszkank Europy czy Stanów Zjednoczonych. Jedno z badań potwierdziło, że poziom izoflawonów w próbkach moczu pobranych od Japonek był 100 razy wyższy niż u kobiet zamieszkujących Stany Zjednoczone i Finlandię, które stosują dietę bogatą w produkty mięsne. Spożycie izoflawonów w krajach azjatyckich sięga od 20 do 100 mg/dzień i jest najwyższe na świecie. W USA spożycie izoflawonów nie przekracza 5 mg/dzień [Fitoestrogeny – naturalne hormony w okresie menopauzy, 2018]. Inne badania szacują, że spożycie soi jest cztery do dziewięciu razy większe w krajach azjatyckich, takich jak Japonia, Korea, Chiny, Tajwan i Indonezja,

niż w krajach zachodnich, takich jak Stany Zjednoczone. Kobiety w krajach azjatyckich zgłaszają znacznie mniejszą częstość występowania uderzeń gorąca (10–25%) w porównaniu do kobiet z krajów zachodnich (60–90%) [Reed i in. 2013]. Jednak obliczenie częstości może być obciążone częstotliwością deklaracji. W przebiegu dotychczasowych badań wskazano na wiele korzystnych działań fitoestrogenów zawartych w soi. Związki takie jak: genisteina i daidzeina, działają przede wszystkim bardzo korzystnie w redukcji objawów zespołu klimakterycznego i jest to główne wskazanie do ich stosowania w grupie kobiet po menopauzie. Dzięki działaniu na profil lipidowy, fitoestrogeny wpływają również prawdopodobnie korzystnie na układ sercowo-naczyniowy. Większość badań sugeruje, że zwiększone spożycie fitoestrogenów szczególnie u osób z istniejącą wcześniej hipercholesterolemią, powoduje obniżenie stężenia we krwi cholesterolu całkowitego i LDL, a w niektórych przypadkach prowadzi do wzrostu stężenia HDL; ten ostatni wynik osiąga się tylko poprzez ich długotrwałe spożycie. Zakres tych zmian jest proporcjonalny do spożycia zarówno ilości, jak i czasu trwania suplementacji i źródła, a tym samym specyficznego rodzaju spożywanego fitoestrogenu [Nagamma i in. 2017]. Wielu autorów sugeruje również pozytywną rolę soi w zapobieganiu rozwojowi osteoporozy. Badania Park i Weaver podsumowują dowody potwierdzające możliwość korzyści połączenia witaminy D i fitoestrogenów sojowych, które zapobiegają utracie masy kostnej po menopauzie. Fitoestrogeny sojowe są w stanie poprawić koloryt skóry, jej nawilżenie, elastyczność i jędrność [Park, Waever, 2012]. Fitohormony stymulują bowiem produkcję kwasu hialuronowego, który pozwala na utrzymanie odpowiedniego nawilżenia skóry [Nanashima i in. 2018]. Badacze wskazują, że nie ma spójnych dowodów potwierdzających stosowania preparatów ziołowych w kontekście ich skuteczności i bezpieczeństwa. Istnieje dodatkowa obawa, że niektóre produkty ziołowe w połączeniu z innymi lekami mogą stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia. Witaminy i składniki mineralne mogą być ważne dla kobiet zagrożonych niedoborami, ale nie wydają się zmniejszać objawów menopauzy. „Negatywny wpływ izoflawonów, wielokrotnie wykazywany u rozwijających się zwierząt, nie został wykazany z takim samym znaczeniem u ludzi. Tylko dzieci z wrodzoną niedoczynnością tarczycy mogą mieć problemy i wymagać remodulacji dawek zastępczych hormonów tarczycy. Jest wysoce prawdopodobne, że sugestia towarzystw naukowych dotycząca stosowania SF (soya-based formula) u niemowląt, mimo że sięga kilku lat temu może zostać podtrzymana. Nie oznacza to jednak, że potencjalny szkodliwy wpływ izoflawonów sojowych na rozwój dziecka można ostatecznie wykluczyć” [Testa i in. 2018]. Źródłem

fitoestrogenów są orzechy, nasiona, owoce i warzywa. Źródła żywności obejmują: soję, czosnek, seler, marchew, ziemniaki, ryż, pszenicę, koniczynę czerwoną, bataty, owoce (jabłka, granaty i czyste jagody) oraz kawę. Izoflawony znajdują się zwłaszcza w roślinach strączkowych i soi. Fitoestrogeny w diecie są trawione, a następnie metabolizowane przez bakterie jelitowe, wchłaniane w jelicie i metabolizowane w wątrobie. Ponadto fitoestrogeny krążą w osoczu, aż zostaną ostatecznie wydalone z moczem [Desmawati, Sulastr, 2019]. Natomiast rośliny i preparaty roślinne dostępne w aptekach na terenie Polski są to przede wszystkim rośliny posiadające składniki aktywne działające na receptory estrogenowe: koniczyna czerwona (*Trifolium pratense*), soja zwyczajna (*Glycine max*), chmiel zwyczajny (*Humulus lupulus*), dzięgiel chiński (*Dong quai*, *Angelica sinensis*), len zwyczajny (*Linum usitatissimum*), kłącze pluskwicy groniastej (*Cimicifuga racemosa*), pieprzycy peruwiańska (*Maca*, *Lepidium meyenii*). W Polsce najbardziej popularne suplementy diety stosowane w łagodzeniu negatywnych skutków związanych z menopauzą zawierają soję. Zawartość ekstraktu w tych suplementach jest różna (od 50 mg do 500 mg w 1 dawce) podobnie jak w przypadku koniczyny czerwonej. Producent nie zawsze podaje rzeczywistą zawartość ekstraktu w przeliczeniu na obecność w soi izoflawonów. Zalecane przez producentów dzienne spożycie izoflawonów z nasion soi waha się (od 20 mg do 80 mg). Soja zwyczajna (*Glycine max*), podobnie jak koniczyna czerwona, zawiera znaczne ilości fitoestrogenów. Są to izoflawony w formie glikozydowej: genisteina, daidzeina oraz glicytyna. W trakcie trawienia z form glikozydowych przechodzą w formy aglikonów, które mogą się wiązać z receptorami estrogenowymi. Powyższe izoflawony występują głównie w nasionach soi [Cekała, Raciborska (red.)]. Niewiele jest suplementów diety dedykowanych zmniejszeniu objawów menopauzy, zawierających zmielone nasiona lnu jako główny składnik. Zwykle występuje on w połączeniu z innymi składnikami aktywnymi (np. ekstraktem z szyszek chmielowych). Zawartość lignanów lnianych zalecana przez producentów wynosi od 50 do 125 mg dziennie, co mieści się w zakresie wartości stężeń ocenianych w przytoczonych poniżej badaniach naukowych, gdzie zawartość lignanów lnianych wynosiła między 45 mg a 270 mg dziennie [Cekała, Raciborska (red.), 2018]. Maca, czyli inaczej pieprzycy peruwiańska, jest dostępna na rynku w postaci suplementów diety zawierających zwykle 500 mg korzenia macy w jednej kapsułce. Zalecane stosowanie (około 2 g sproszkowanego korzenia macy dziennie) pokrywa się z dawkami badanymi w warunkach klinicznych. Lee (2011) opisał badania kliniczne wpływu pieprzycy peruwiańskiej

na zmniejszenie symptomów menopauzy [Lee i in. 2011]. Tabela 1 przedstawia kilka propozycji suplementów dostępnych w Polsce.

Tabela 1. Analiza produktów stosowanych w menopauzie – kolejność losowa.

| Produkt, ilość tabletek, cena +/- | Główny związek aktywny | Ilość głównego związku aktywnego | Dawkowanie |
|--|---|--|---|
| Soyfem Lek OTC, 60 tabletek +/-30zł | Soja zwyczajna (<i>Glycine max</i>) | 100 mg wyciągu z nasion soi – w tym 26 mg zespołu izoflawonów przeliczonych na genisteinę, standaryzowany | 1-2 tabletki 2 razy na dobę (pełne informacje w ulotce) |
| Soyfem forte - Lek OTC, 30 tabletek +-35zł | Soja zwyczajna (<i>Glycine max</i>) | 230,8 mg wyciągu z nasion soi standaryzowanego na zawartość 26% izoflawonów w przeliczeniu na genisteinę – co odpowiada 60 mg genisteiny | 1-2 tabletki 2 razy na dobę (pełne informacje w ulotce) |
| Doppelherz aktiv Aktiv-Meno, Suplement diety, 60 tabletek +-35zł | Soja zwyczajna (<i>Glycine max</i>) | 125 mg koncentratu sojowego, w tym 50 mg izoflawonów sojowych + inne dodatkowe składniki, produkt standaryzowany | 1 tabletki dziennie po posiłku |
| Doppelherz aktiv Aktiv-Meno Forte, Suplement diety, 30 tabletek +-25zł | Soja zwyczajna (<i>Glycine max</i>) - koncentrat sojowy – standaryzowany Szyszki chmielu (<i>Humulus lupulus</i>) – brak standaryzacji | 125 mg koncentratu sojowego, w tym 50 mg izoflawonów sojowych, 50 mg wyciągu z szyszek chmielu + inne dodatkowe składniki, | 1 tabletki dziennie po posiłku. |
| Climea forte Suplement diety, 30 tabletek +-15zł | Soja zwyczajna (<i>Glycine max</i>) - standaryzowany Szyszki chmielu (<i>Humulus lupulus</i>) – brak standaryzacji Nasiona lnu zwyczajnego (<i>Linum usitatissimum</i>)- brak standaryzacji | Izoflawony z nasion soi – 100mg Wyciąg z szyszek chmielu – 60mg Nasiona lnu – 20mg + inne dodatkowe składniki | 1 tabletki 2 razy dziennie |
| Menopauzin Suplement diety, 30 tabletek +-20zł | Soja zwyczajna (<i>Glycine max</i>) - standaryzowany Szyszki chmielu (<i>Humulus lupulus</i>) – brak standaryzacji | 75 mg ekstraktu izoflawonów sojowych – w tym 30 mg izoflawonów sojowych, 50 mg ekstraktu z szyszek chmielu + inne dodatkowe składniki | 1 tabletki dziennie po posiłku |

| | | | |
|---|--|---|---|
| Menopauzin Forte Suplement diety, 30 tabletek +-25zł | Soja zwyczajna (<i>Glycine max</i>) - standaryzowany Szyszki chmielu (<i>Humulus lupulus</i>) – brak standaryzacji Ashwaganda | 75 mg ekstraktu izoflawonów sojowych, w tym 30 mg izoflawonów sojowych 50 mg ekstraktu z szyszek chmielu 50 mg ekstraktu z Ashwagandhy KSM-66, w tym 2,5 mg witanolidów + inne dodatkowe składniki | 2 kapsułki dziennie po posiłku |
| Femitonina – opinia Suplement diety, 30 tabletek +-20zł | Soja zwyczajna (<i>Glycine max</i>) - standaryzowany Koniczyna czerwona (<i>Trifolium pratense</i>) – standaryzowany Szyszki chmielu (<i>Humulus lupulus</i>) – standaryzowany | 118,8 mg wyciągu z nasion soi, w tym: 47,5 mg izoflawonów 31,3 mg wyciągu z czerwonej koniczyny, w tym: 2,5 mg izoflawonów 30 mg wyciągu z szyszek chmielu 1 mg melatoniny | 1 tabletki wieczorem |
| Liginin Termostop Suplement diety, 60 tabletek +-25zł | Szyszki chmielu (<i>Humulus lupulus</i>) – standaryzowany Nasiona lnu zwyczajnego (<i>Linum usitatissimum</i>) | 170 mg ekstraktu z szyszek chmielu, w tym 70 mcg 8-pre-nylnaringeny (8-PN) 50 mg lignanów lnianych | 2 kapsułki dziennie po posiłku |
| Liginin Suplement diety, 60 kapsulek +-25zł, | Nasiona lnu zwyczajnego (<i>Linum usitatissimum</i>) - standaryzowany | 50 mg lignanów lnianych | 2 kapsułki dziennie po posiłku |
| Mabelle Suplement diety, 60 tabletek +-50zł | Koniczyna czerwona (<i>Trifolium pratense</i>) - standaryzowany Nasiona lnu zwyczajnego (<i>Linum usitatissimum</i>) - standaryzowany | 1000 mg koniczyny łąkowej, 8% izoflawonoidów 125 mg lnu zwyczajnego, 20% lignanów | 1-2tabletki dziennie |
| Duo-Fem Suplement diety, 2x28 tabletek +-20zł | Koniczyna czerwona (<i>Trifolium pratense</i>) – brak standaryzacji Szyszki chmielu (<i>Humulus lupulus</i>) Melisa | Tabletka na dzień: 50 mg ekstraktu z czerwonej koniczyny Tabletka na noc: 250 mg ekstraktu z czerwonej koniczyny 50 mg ekstraktu z melisy 15 mg ekstraktu z szyszek chmielu | 1 tabletki na dzień, 1 tabletki na noc |
| Climeston Suplement diety, 30 tabletek +-40 zł | Koniczyna czerwona (<i>Trifolium pratense</i>) - standaryzowany | 200 mg ekstraktu z liści i kwiatów koniczyny czerwonej, w tym 80 mg izoflawonów + inne dodatkowe składniki | |

| | | | |
|--|---|--|------------------------------------|
| Remifemin Lek OTC, 100 tabletek + - 50zł | Kłącze pluskwicy groniastej (<i>Cimicifuga racemosa</i>) - standaryzowany | Wyciąg z kłącza pluskwicy groniastej (0,78-1,14: 1) isopropanolicum 40% (V/V) 0,018-0,026 ml – co odpowiada 20 mg kłącza pluskwicy groniastej. | 2 razy dziennie po jednej tablecie |
|--|---|--|------------------------------------|

Źródło: opracowanie własne.

Według ankiety przeprowadzonej przez Radę ds. Odpowiedzialnego Żywienia z 2017 r. 76% dorosłych w Stanach Zjednoczonych spożywa suplementy diety [Katta, Huang, 2019]. Podstawowym wyzwaniem w jakiegokolwiek dyskusji na temat regulacji suplementów diety jest to, że nie ma globalnego konsensusu co do sposobu definiowania kategorii produktów określanych jako suplementy diety, naturalne produkty zdrowotne (natural health products = NHPs), leki uzupełniające lub suplementy diety w różnych krajach. Na przykład produkt uważany za suplement diety i regulowany jako żywność w USA, w innej jurysdykcji może być uważany za suplement diety lub towar terapeutyczny (lek komplementarny) lub towar terapeutyczny (lek na receptę) lub potencjalnie nawet jako kontrolowana substancja. Sytuacja staje się jeszcze bardziej skomplikowana, gdy weźmie się pod uwagę kraje takie jak Chiny lub Indie, które mają istniejące ramy regulacyjne dla medycyny tradycyjnej lub fitomedycyny, która obejmuje surowe składniki botaniczne. Wzrost zainteresowania fitoestrogenami jako alternatywną metodą leczenia dolegliwości związanych z wygaśnięciem czynności jajników wynika z faktu, że część pacjentek i lekarzy kwestionuje bezpieczeństwo terapii hormonalnej lub występują przeciwwskazania do jej stosowania [Dwyer i in. 2018]. Profil bezpieczeństwa izoflawonów w połączeniu z ich korzyścią dla ogólnego stanu zdrowia sprawia, że są one atrakcyjną opcją leczenia dla kobiet po menopauzie, które nie chcą lub nie mogą stosować hormonalnej terapii zastępczej. Rozpowszechnienie stosowania suplementów dramatycznie wzrosło w ciągu ostatnich 20 lat [Kantor i in. 2016] i stały się one przedmiotem zainteresowania konsumentów [Manson i in. 2016]. W związku z istniejącymi obawami stosowania terapii hormonalnej, w Kanadzie stwierdzono, że od 60% do 90% kobiet rozważałoby przyjmowanie leków komplementarnych i/lub alternatywnych (CAM) w przypadku objawów menopauzy, gdyż są one zaniepokojone skutecznością i kosztami [Croden i in. 2015]. Jak z badań wynika, że izoflawony nigdy nie będą tak skuteczne w łagodzeniu

objawów menopauzy jak terapia hormonalna, jednakże 70% kobiet byłoby „zadowolonych z niehormonalnej interwencji, która zapewniłaby co najmniej w 50% redukcję uderzeń gorąca” [Taku i in. 2012]. Zdrojewicz [Zdrojewicz, Matusiak-Kita, 2012] przedstawił w swej pracy 23 najczęściej stosowane preparaty zawierających fitoestrogeny, choć od tego czasu pojawiło się ich jeszcze więcej, co może świadczyć o dużym zapotrzebowaniu na tego typu produkty na rynku polskim.

PODSUMOWANIE

Menopauza w życiu kobiety wcale nie musi być obciążona piętnem nieprzyjemnych objawów i prowadzić nieuchronnie do rozwoju chorób. Zrównoważona, pełnowartościowa dieta roślinna dostarcza substancji odżywczych, które pozwalają na produkcję neuroprzekaźników w mózgu, w najbardziej zrównoważonej formie. Właściwa produkcja neuroprzekaźników takich jak serotonina, dopamina, melatonina, jest kluczowa dla zachowania zdrowia emocjonalnego, właściwego wypoczynku i dobrego snu. Aktywność fizyczna zapobiega nadwadze i podnosi poziom energii, pomaga w walce z depresją i neutralizuje stres. Dodatkowo poprawia pracę serca i usprawnia krążenie, sprzyja normalizacji ciśnienia krwi, zmniejsza ryzyko cukrzycy i choroby nowotworowej. Dodatkowo wpływa na zwiększenie masy kostnej, przeciwdziałając procesom kościogubnym i wzmacnia mięśnie, zapobiegając atrofii. W kontekście menopauzy jest na rynku wiele suplementów diety, które zawierają składniki mogące pomóc w łagodzeniu początkowych objawów menopauzy, stanowiąc dobrą alternatywę dla hormonalnej terapii zastępczej, której wiele kobiet nie chce lub nie może stosować. Najlepiej zbadanymi suplementami diety dla kobiet menopauzalnych są preparaty zawierające różne postaci koniczyny czerwonej i nasion soi. Istnieje wystarczająco dużo dowodów potwierdzających skuteczność tych preparatów. Choć menopauzę nie można nazwać chorobą, wiele jej objawów może powodować dyskomfort, oraz obniżyć jakość życia kobiety.

BIBLIOGRAFIA

1. Allen, J.K., Becker, D.M., Kwiterovich, P.O., Lindenstruth, K.A., Curtis, C., *Effect of soy protein-containing isoflavones on lipoproteins in postmenopausal women*, Menopause, 2007.

2. Albert A., Altabre C., Baró F., Buendía E., Cabero A., Cancelo M.J., Castelo-Branco C., Chantre P., Duran M., Haya J., Imbert P., Juliá D., Lanchares J.L., Llana P., Manubens M., Miñano A., Quereda F., Ribes C., Vázquez F., *Efficacy and safety of a phytoestrogen preparation derived from Glycine max (L.) Merr in climacteric symptomatology: a multicentric, open, prospective and non-randomized trial*, *Phytomedicine*, 2002, 3, 9(2).
3. Cekała E., Raciborska I., *Wpływ suplementów diety na bazie fitoestrogenów na łagodzenie wczesnych objawów menopauzy W. (red.) Właściwości prozdrowotne roślin i ich metabolitów wtórnych*, Wydawnictwo naukowe TYGIEL sp. z o.o., Lublin, 2018.
4. Basson R., Leiblum S., Brotto L., Derogatis L., Fourcroy J., Fugl-Meyer K., Graziottin A., Heiman J.R., Laan E., Meston C., Schover L., van Lankveld J., Weijmar Schultz W., *Definitions of womens sexual dysfunction reconsidered: advocating expansion and revision*, *Journal of Psychosomatic Obstetrics & Gynecology*, 2003, 24.
5. Bakalczuk S., Bakalczuk G., Rykowska-Pierzchała A., Jakiel G., *Korelacja testu Kuppermana i testu liniowej oceny samopoczucia u kobiet otrzymujących HRT przez okres 12 miesięcy*, *Menopauza*, ICZMP, wyd. ADI, Łódź, 2001.
6. Barnaś E., Krupińska A., Kraśnianin E., Ras R., *Funkcjonowanie psychospołeczne i zawodowe kobiet w okresie okołomenopauzalnym*, *Przegląd Menopauzalny*, 2012, 4.
7. Bączek W., Wierzba U., Tataj-Puzyna A., Kamińska B., Baranowska D., Sys I., Walecka, *Jakość życia kobiet w okresie okołomenopauzalnym*, *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 2019, Tom 25, Nr 4.
8. Croden J., Ross S., Yuksel N., Sydora B.C., *A survey of the availability in Canadian pharmacy chains of over-the-counter natural health products for menopause symptoms*, *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 2015, 15:86.
9. Dąbrowska-Galas M., Dąbrowska J., Ptazkowski K., Plinta R., *High Physical Activity Level May Reduce Menopausal Symptoms*, *Medicina (Kaunas)*, 2019, 11;55(8).
10. Desmawati D., Sulastr D., *Phytoestrogens and Their Health Effect*, *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 2019, 7(3).

11. Dwyer J.T., Coates P.M., Smith M.J., *Dietary Supplements: Regulatory Challenges and Research Resources*, Nutrients, 2018 , 10(1).
12. González S., Jayagopal V., Kilpatrick E.S., Chapman T., Atkin S.L., *Effects of isoflavone dietary supplementation on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes*, Diab Care, 2007; 30.
13. Graziottin A., *Dyspareunia: clinical approach in the perimenopause*. W: Studd J. (red.). *The management of the menopause*, London Parthenon Publishing Group, 2003.
14. Huges I., Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment - *Phytoestrogens and Health*, The Food Standards Agency, 2003.
15. Ibarreta D., Daxenberger A., Meyer H.H.D., *Possible health impact of phytoestrogens and xenoestrogens in food*. Acta Pathologica, Microbiologica, et Immunologica Scandinavica, 2001; 109.
16. Inayat K., Danish N., Hassan L., *Symptoms of menopause in peri and postmenopausal women and their attitude towards them*, Journal of Ayub Medical College Abbottabad, 2017, 29(3).
17. Johnson A., Roberts L., Elkins G., *Complementary and Alternative Medicine for Menopause*, Journal of Evidence - Based Integrative Medicine, 2019; 24.
18. Kaczmarek M., Pacholska-Bogalska J., Kwaśniewski W., Kotarski J., Halerz-Nowakowska B., Goździka-Józefiak A., *A Microsatellite Polymorphism in IGF1 Gene Promoter and Timing of Natural Menopause in Caucasian Women*, International Journal of Medical Sciences, 2015; 12(1).
19. Kantor E.D., Rehm C.D., Du M., White E., Giovannucci E.L., *Trends in dietary supplement use among US adults from 1999–2012*, JAMA Internal Medicine, 2016, 316.
20. Katta R., Huang S., *Skin, Hair and Nail Supplements: An Evidence-Based Approach*, Skin Therapy Letter, 2019, 24(5).
21. Khaodhiar L., Ricciotti H.A., Li L., Pan W., Schickel M., Zhou J., Blackburn G.L., *Daidzein-rich isoflavone aglycones are potentially effective in reducing hot flashes in menopausal women*, Menopause, 2008; 15.

22. Kim M.Y., Im S-W., Park H.M., *The Demographic Changes of Menopausal and Geripausal Women in Korea*, Journal of bone metabolism, 2015, 22(1).
23. Klein P. *Mood and the menopause*. W: Semmlow J.S., Studd J. (red.). *The management of the menopause*, Parthenon Publishing Group, London 2003.
24. Lee M.S., Shin B.C., Yang E.J., Lim H.J., Ernst E., *Maca (Lepidium meyenii) for treatment of menopausal symptoms: A systematic review*, Ma-turitas, 2011.
25. Manson J.E., Brannon P.M., Rosen C.J., Taylor D., *Vitamin D deficiency– Is there really a pandemic?*, The New England Journal of Medicine, 2016, 375.
26. Monteleone P., Mascagni G., Giannini A., Genazzani A.R., Simoncini T., *Symptoms of menopause – global prevalence, physiology and implications*, Nature Reviews Endocrinology, 2018,14.
27. Nagamma T., Jagadeesh A.T., Anjaneyulu K., Bhat K.M., *Effect of phytoestrogens on lipid profile: mini review*, Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, 2017, Vol 10, Issue 2.
28. Nanashima N., Horie K., Maeda H., Tomisawa T., Kitajima M., Nakamura T., *Blackcurrant Anthocyanins Increase the Levels of Collagen, Elastin, and Hyaluronic Acid in Human Skin Fibroblasts and Ovariectomized Rats*, Nutrients, 2018, 10(4).
29. Nappi R.E., Martini E., Cucinella L., Martella S., Tiranini L., Inzoli A., Brambilla E., Bosoni D., Cassani C., Gardella B., *Addressing Vulvovaginal Atrophy (VVA)/Genitourinary Syndrome of Menopause (GSM) for Healthy Aging in Women*, Frontiers in endocrinology, 2019, 10.
30. Palacios S., Stevenson J.C., Schaudig K., Łukasiewicz M., Graziottin A. *Hormone therapy for first-line management of menopausal symptoms: Practical recommendations*, Womens Health (Lond), 2019, 15.
31. Park C.Y., Weaver C.M., *Vitamin D Interactions with Soy Isoflavones on Bone after Menopause: A Review*, Nutrients, 2012, 4(11).
32. Prescha A. , Biernat J., *Wpływ fitoestrogenów pokarmowych na organizm człowieka cz.II. Przeciwdziałanie skutkom menopauzy oraz działanie przeciwnowotworowe*, Katedra i Zakład Bromatologii i Dietetyki Akademii Medycznej we Wrocławiu, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, XLI, 2008, 4.

33. Reed S.D., Lampe J.W., Qu C., Gundersen G., Fuller S., Copeland W.K., Newton K.M., *Self-reported menopausal symptoms in a racially diverse population and soy food consumption*, Maturitas, 2013, 75.
34. Reid R., Abramson B.L., Blake J., Desindes S., Dodin S., Johnston S., Rowe T., Sodhi N., Wilks P., Wolfman W., *Managing Menopause*, SOGC Clinical Practise Guidelines, 2014, 36, 9.
35. Santoro N., *Perimenopause: From Research to Practice*, Journal of Women's Health, 2016, 25(4).
36. Schmitt E., Metzler M., Jonas R., *Genotoxic activity of four metabolites of the soyisoflavone daidzein*, Mutation Research, 2003, 542.
37. Sharifi N., Jalili L., Khazaeian S., Nia A.N., *The Relationship between Physical Activity and General Health among Menopausal Women in Ahvaz, Iran*, Electronic Physician Journal, 2017, 9.
38. Siciliano R.A., Mazzeo M.F., Spada V., Facchiano A., D'Acerno A., Stocchero M., De Franciscis P., Colacurci N., Sannolo N., Miraglia N., *Rapid peptidomic profiling of peritoneal fluid by MALDI-TOF mass spectrometry for the identification of biomarkers of endometriosis*, Gynecological Endocrinology, 2014, 30.
39. Stachowiak G., Pertyński T., Pertyńska-Marczewska M., *Metabolic disorders in menopause*, Przegląd Menopauzalny, 2015, 14.
40. Taku K., Melby M.K., Kronenberg F., Kurzer M.S., Messina M., *Extracted or synthesized soybean isoflavones reduce menopausal hot flash frequency and severity: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*, Menopause, 2012, 19.
41. Testa I., Salvatori C., Di Cara G., Latini A., Frati F., Troiani S., Principi N., Esposito S., *Soy-Based Infant Formula: Are Phyto-Oestrogens Still in Doubt?*, Frontiers in Nutrition, 2018, 5.
42. Thomas A.J., Ismail R., Taylor-Swanson L., Cray L., Schnall J.G., Mitchell E.S., Woods N.F., *Effects of isoflavones and amino acid therapies for hot flashes and co-occurring symptoms during the menopausal transition and early postmenopause: A systematic review*, Maturitas, 2014, 78..
43. Zdrojewicz Z., Matusiak-Kita M., *Czy fitoestrogeny mogą być alternatywą dla terapii hormonalnej?*, Family Medicine & Primary Care Review, 2012, 14, 4.

44. Zhang G., Qin L., Shi Y., *Epimedium-derived phytoestrogen flavonoids exert beneficial effect on preventing bone loss in late postmenopausal women: a 24-month randomized, double-blind and placebo-controlled trial*, Journal of Bone and Mineral Research, 2007, 22.

Źródła internetowe:

1. Raport badawczy „Zdrowa ONA – Menopauza” zrealizowany przez SW Research, czerwiec 2020. <https://media.mslgroup.pl/3430/pr/539836/print>
2. Suplementy diety, Narodowe Centrum Edukacji Żywnościowej, 2017. <https://ncez.pzh.gov.pl/informacje-dla-producentow/suplementy-diety/>
3. Suplementacja diety sportowca, Narodowe Centrum Edukacji Żywnościowej, 2018. <https://ncez.pzh.gov.pl/abc-zywienia/suplementacja-diety-sportowca/>
4. Szczegółowe wymagania prawne dotyczące suplementów diety, Główny Inspektorat Sanitarny, 2018. <https://www.gov.pl/web/gis/szczegolowe-wymagania-prawne-dotyczace-suplementow-diety>
5. Fitoestrogeny - naturalne hormony w okresie menopauzy, Dimedic, Kompleksowa Przychodnia Medyczna, 2018. <https://dimedic.eu/pl/wiedza/fitoestrogeny-naturalne-hormony-w-okresie-menopauzy>

PHYTOESTROGENS AND MENOPAUSE

Summary: In women earlier than in men involutinal hormonal changes begin and the ovulatory function of the gonads disappears. These changes affect the well-being and quality of life of women. There are still studies and discussions about the mechanism leading to the extinction of the ovulatory and hormonal functions of the ovaries. The mechanism leading to the termination of the ovulatory and endocrine function of the ovaries is still being researched and discussed. The pattern of the onset of menopausal symptoms and their natural history is becoming clearer thanks to researchers who have studied many aspects of the biology and psychology of women during this period of life. The symptoms of menopause can be disturbing, especially as they occur at a time when women continue to play an important role in society, family and working life. In addition to many common inconveniences, such as hot flashes, irritability or decreased concentration, there may also be problems with sleep. Many women who cannot or do not want to use hormone therapy to reduce the negative symptoms associated with menopause consume dietary supplements for women intended for menopausal women, which are available over the counter at any pharmacy. Due to their composition, particular attention should be paid to phytoestrogens, which, imitating the action of endogenous estrogens, can influence many processes in the human body. They are ingredients in dietary supplements used by women to minimize the negative effects of menopause, although there is still no complete consensus among researchers about the effects of isoflavones, despite over two decades of continuous research. Despite these limitations, the evidence so far supports the use of isoflavones because of their safety profile and overall health benefits. On the other hand, they can also be considered as endocrine disrupting substances and other negative health effects through their consumption in food. The aim of this study is to present the results of research from the last 10 years in the context of the use of various methods of coping with negative symptoms of menopause in women, with a strong emphasis on the use of phytoestrogens. This article uses scientific publications mainly from PubMed and Google Scholar, by defining the following keywords: menopause, climacteric, phytoestrogens, supplements.

Keywords: climacteric, supplements, women's health.

DIETARY SUPPLEMENTS - PREBIOTICS, PROBIOTICS AND SELECTED FLAVONOIDS AS NATURAL MODIFIERS OF THE IMMUNE RESPONSE

Abstract: Natural immunostimulants constitute a large group of products and preparations of herbal or bacterial origin, which stimulate the immune system. Their many-sided action is in literature referred to as immunostimulants, immunomodulators or biological response modifiers. Currently, scientific studies focus on gaining exact knowledge on their mechanisms and reduction of rare side effects. The aim of this study was to analyze the literature on potential immunomodulatory properties of probiotics and prebiotics, β -glucan and citrus flavonoids. Their manners of action and possible application in therapy have been taken into consideration. Experimental and clinical studies concerning natural immunomodulating substances are conducted for numerous years. Currently, we know a number of natural preparations which influence the cellular and humoral defence mechanisms. Mechanisms of immunomodulators mostly depend on the condition and efficiency of the immune system, their dose and application scheme. These products and compounds isolated from them, apart from immunostimulating properties are also characterized by anti-inflammatory and antiseptic activity. Rational application of natural immunostimulants may constitute a support for conventional therapy and enable to replace synthetic drugs with them.

Key words: Natural immunomodulators, biological response modifiers, probiotics, β -glucan, citrus flavonoids.

ORCID: 0000-0001-6416-0458.

¹ Dr inż., Katedra Agrotechnologii i Analizy Jakości, Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.

List of abbreviations: **AKT** – protein kinase; **CD** – cluster of differentiation complex; **COX** –cyclooxygenase; **DN-SIGN** – dendritic cell-specific intercellular adhesion molecule 3-grabbing non-integrin; **GALT** – gut-associated lymphoid tissue; **I-CAM** – intercellular adhesion molecule; **Ig** – immunoglobulin; **IkBs** – inhibitory proteins of NF-kB; **IL** – interleukin; **INF** – interferon; **iNOS** –inducible nitric oxide synthase; **LOX** – lypoksygenase; **LPS -I** ipopolysaccharide; **LT-** *leukotriene*; **MCP** –methyl-accepting chemotaxis protein; **MHC I** –major histocompatibility complex class I; **NF-kB** –nuclear factor kB; **NK** – natural killer; **PG** – prostaglandin; **sTNF – R1** –soluble tumour necrosis factor receptor; **TNF** –tumor necrosis factor; **TIMP** – tissue inhibitor of metalloproteinases; **TRL** – Toll-like receptor; **PAMP** – patogen associated molecular pattern.

INTRODUCTION

The immune system - next to the nervous and endocrine systems - is responsible for maintaining the body's homeodynamics. In animals and humans, there are two types of immunity: non-specific immunity and specific immunity, which complement each other [Calder, 2020; Chevre et al., 2018].

Non-specific (innate) immunity is the body's first line of defense, in which macrophages, NK cells and dendritic cells. It is based on anatomical and physiological barriers, and the response it triggers is immediate. The main elements of non-specific immunity include: phagocytosis, NK cell activity, cytokines, complement system, inflammation and fever [Guigoz et al., 2002].

Specific (acquired) immunity is phylogenetically younger and is distinguished by high precision of antigen recognition, and its basic components are T lymphocytes, B lymphocytes, antigen presenting cells, cytokines and antibodies. Acquired immunity cells have the capacity to produce an unlimited number of receptors. Moreover, their contact with the antigen results in the formation of immunological memory, while their re-contact with the recognized antigen induces an immune response. Specific immunity includes cellular and humoral immunity. An immune response mediated by T cells is conventionally called a specific cell type response, while B cells are involved in a specific humoral type response. T cell subpopulations play a major role in the specific cellular response, triggering the anti-antigen response. The humoral response is the release of antibodies by B lymphocytes and plasmocytes. After combining with an antigen, the task of antibodies is to neutralize it and facilitate its elimination [Zheng et al., 2012] .

The proper functioning of immune mechanisms depends on genetic conditions, age, health condition, but also on the diet. The ingredients in our diet are one of many, but an extremely important factor influencing the functions of the immune system. Immunomodulation of these components works by affecting the intestinal mucosa barrier, the activity of defense cells and the inflammatory response. The ability to extinguish the inflammatory process is a key process that testifies to the efficiency of the immune system. The search for compounds that will naturally support this process, by developing a new strategy to fight inflammation, by activating the physiological mechanisms that end inflammation, is important to the progress of medicine. In recent years, there have been many scientific reports discussing the influence of probiotics or plant extracts on the modulation of immune processes [Bourée, 2003; Conlon & Bird, 2014; El-Kadiki, 2015; Gardner et al., 2000; Gertsch et al., 2011; Jain, 2002; Kościej, 2017; Maijó et al., 2013; Prasad, 2014].

PROBIOTICS AND PREBIOTICS

The notion of probiotics, according to the World Health Organization, means live micro-organisms which, when administered in adequate amounts, confer a health benefit on the host. Probiotic strands are, most of all, lactic acid bacteria *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*. Also anascogenic yeasts *Saccharomyces boulardii* are counted to probiotics. The studies conducted so far have proved that probiotic strands manifest therapeutic properties in treatment and prophylaxis of diseases in which an abnormal activation of the immune system occurs [Seale & Millar, 2013].

It is stated that probiotic supplementation may release one of three of their mechanisms of activity: change of the intestinal microbiota, positive influence on the intestinal mucosal barrier or modulation of immunological response by means of reaction with the immune system of the digestive tract - GALT [Kotzampassi & Giamarellos-Bourboulis, 2012]. The available data suggest that the mechanism of probiotic activity is unique for each strand. Each probiotic strand has properties characteristic for itself and cannot be easily extrapolated to other species. Probiotic activity is also dependant on the dose, frequency of administration and administration route (Table 1 and Table 2) [Seale & Millar, 2013; Kim & de La Serre, 2018].

It is said that probiotic strands have a positive influence on the immune system thanks to the activity similar to intestinal microorganisms. Probiotic influence on the immune system is multidirectional: they stimulate cells of the

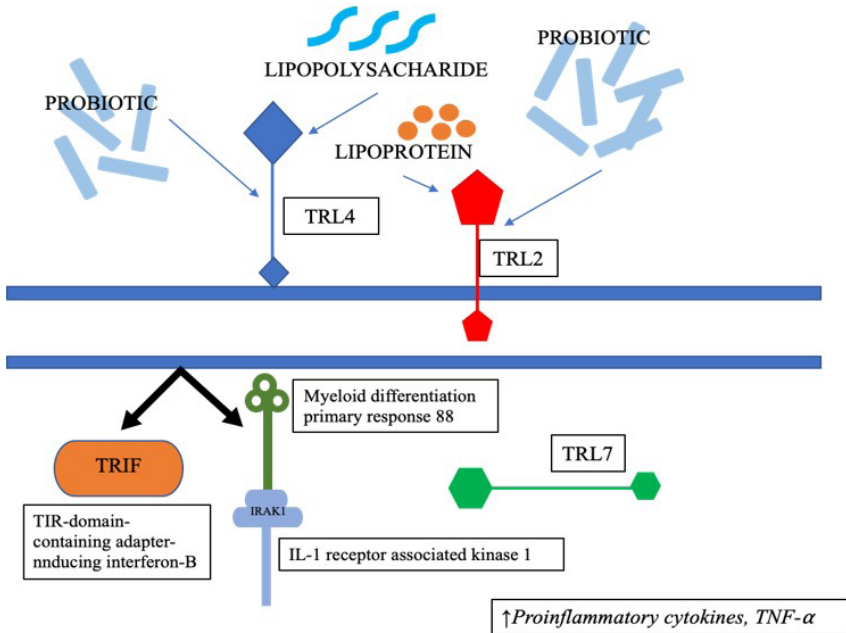
immune system to produce pro-inflammatory mediators, limit the expression of allergic reaction mediators, induce the production of sIgA antibodies, stimulate T lymphocytes to respond to an antigen and seal the intestinal barrier. Probiotics, inducing immunological mechanisms, do not activate a response directed against themselves. This takes place due to probiotic recognition by PPRs receptors (e.g. TLR, DN-SIGN) and inhibition of NF- κ B factor inhibitor degradation. Probiotic microorganisms activate the immune system cells by activation of TLRs present on enterocytes and immature dendritic cells (Figure 1). TLRs recognize characteristic structures of microorganism walls: TLR2 receptors identify peptidoglycan fragments and lipoteichoic acid of Gram+ bacteria, TLR4 - lipopolysaccharide of Gram- bacteria, TLR5-flagellin, whereas TLR9-non-methylated cpg sequences. The maturing dendritic cells stimulate the regulator T-lymphocytes responsible for modulating the immunological response and control of the immune system by suppressive activity [Plaza-Diaz et al., 2019; Cukrowska, 2013; Nicikowski & Reguła, 2021].

It was proved that probiotic *Lactobacillus* strands stimulate dendritic cells by a pectin receptor DN-SIGN. The effect consists in activation of regulator T-lymphocytes and cytokine Il-10 production [Cukrowska, 2013].

The activity mechanism of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* on the immune system is based on stimulation of T-lymphocytes, increase in the expression of receptors participating in the phagocytosis process (CR1, CR3, FccRI, FcaR), influence on oxidative stress and bactericidal properties of neutrophils. In addition, these strands increase the synthesis of sIgA and IgG and modulate the production of cytokines Il-1, Il-2, Il-6, Il-10, Il-12, Il-18, TNF- α , INF- γ - α [Castillo et al., 2012].

Probiotics also play an important role in maintenance of cytokine Th1/Th2 balance, thanks to which they can have a beneficial effect on the course of inflammatory and allergic reactions. What is observed in the case of allergic reactions, depending on the dose of probiotic mixture, are: limitation of the secretion of cytokines Th2 (Il-4, Il-5, Il-13) and increase in secretion of INF- γ by Th1 lymphocytes and Il-10 by regulator T-lymphocytes. Application of probiotics in critically ill patients, endangered with infection complications has contributed to the improvement in intestinal integrity and restoration of cytokine Th1/Th2 balance. Namely, after a 21-day supplementation, the number of INF- γ and Il-12p40 (Th1) cytokines decreased, whereas the concentration of cytokines appropriate for Th2: Il-4 i Il-10 - increased [Kotzampassi & Giamarellos-Bourboulis, 2012].

Figure. 1. Probiotic mechanism modulation of the immune system.



References: [Plaza-Díaz et al., 2019, 49-66]

One of the main effects of probiotic activity, acknowledged recently, is defensin production regulation. Defensins are natural antibacterial peptides produced in the organism. Some probiotics, such as *E. coli* Nissle 1917, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus fermentum*, *Pediococcus pentosaceus* induce defensin-2 expression [Górska et al., 2009].

The mechanism of probiotic influence on the function of the intestinal epithelium and integrity of the intestinal barrier consists, among others, in rebulation of production of proteins of the junctional plaque - occludin and ZO-1. Translocation of bacteria and products of bacterial metabolism take place, which, as a result, prevents pro-inflammatory cytokine production and regulates production of NO and aerobic free radicals in the liver and peripherally [Wunsch & Milkiewicz, 2010].

Application of probiotics is commonly found as safe, which is proved by the fact that Food and Drugs Administration granted them the GRAS status. Resignation from application of probiotic bacteria or carefulness is justified in people with immunological deficiency, critically ill, premature babies, patients nourished enterally or with organ insufficiency. It should also be stressed that, in spite of availability of scientific data pointing to immunostimulating

activity of probiotic microorganisms, EFSA expressed a negative opinion and did not accept this thesis. Unfortunately, an effective, minimum dose of probiotics has not been specified yet. Probiotic bacteria doses applied in studies and products oscillate between 10⁶–10¹⁰ CFU. Some clinical studies assume that an effective dose is 5–10 x 10⁹ CFU. Therefore, it seems justified to apply probiotics in a dose, which in a study conducted on people conferred a health benefit on the host [Gill & Rutherford, 2001; Gleeson et al., 2011; Kaźmier-ska, 2014; Kim & de La Serre, 2018; Sánchez et al., 2017].

Prebiotics, fermenting in the digestive tract, are necessary for probiotic activity. Prebiotics constitute food components, which are subject to digestion in the digestive tract and selectively induce activity and growth of the intestinal microflora which is beneficial to the organism. Fructans, i.e. probiotic substances, are undigested starch and non-starch polysaccharides and oligosaccharides. Most popular are fructooligosaccharides (FOS) which include inulin and oligofructose. High amounts of fructooligosaccharides can be found in asparagus, garlic, chicory, onion, honey, bananas, tomatoes, wheat, barley, rye, artichokes, beetroots. Health effect is obtained in a dose of 4g/day/person. Appropriate supply of probiotics together with fructanes influences maintenance of an appropriate intestinal microbiota, decreases the risk of infections in the digestive tract, as well as intestine motor activity disturbances. Regular intake of prebiotics, such as FOS or inulin improves physiological functions, promotes development of a normal immunological response and decreases allergic reactions. Studies have proved that diet with high amounts of inulin and oligofructose given to rodents, leads to a general improvement of the health condition of these animals. At the same time, high amounts of inulin and oligofructose given to mice with diet influenced the increase of phagocyte activity of spleen NK and decrease of IgA in the faeces. It was also proved that diet with high amounts of FOS or inulin results in an increase of Il-10 and INF-c by cells in Peyer's patches. This suggests that prebiotic supplementation stimulates the activity of subpopulation of T-lymphocytes and dendritic cells in the digestive tract. Moreover, diet containing fructanes increases the organism immunity to infections with *Salmonella* and *Listeria* and protects against tumour development, which can be seen in the increased activity of NK cells and macrophages [Delgado et al., 2010].

Table 1. Immune mechanisms of probiotics in different disease.

| Probiotics/Probiotyki | Immune mechanism / Mechanizm działania | Disease /jednostka chorobowa | References/ Źródło |
|--|--|--|-----------------------------|
| Bifidobacterium infantis 35624 | Inhibition of IFN- γ , TNF- α and IL-6 / Hamowanie wydzielania IFN- γ , TNF- α i IL-6, The increase the number of regulatory T cells CD4 ⁺ , CD25 ⁺ / Wzrost liczby regulatorowych limfocytów T CD4 ⁺ , CD25 ⁺ , Normalization of the immune response / Normalizacja odpowiedzi immunologicznej. | Irritable Bowel Syndrome (IBS) / Zespół jelita drażliwego (IBS) | [Quigley, 2011] |
| Bacillus coagulans GBI-30 | Increasing the production TNF- α / Zwiększenie produkcji TNF- α | Influenza A / Grypa typu A | [Homayoni Rad et al., 2012] |
| Lactobacillus rhamnosus GG | Inhibition of apoptosis / Inhibicja apoptozy The growth of epithelial cells / Wzrost komórek nabłonka, Activating the kinase AKT / Aktywowanie kinazy AKT Reducing the activity of TNF / Redukcja aktywności TNF | Inflammatory bowel disease (IBD) / Choroby zapalna jelit (IBD) | |
| Preparat VLS#3 (<i>Lactobacillus casei</i>, <i>Lactobacillus plantarum</i>, <i>Lactobacillus acidophilus</i>, <i>Lactobacillus bulgaricus</i>, <i>Bifidobacterium longum</i>, <i>Bifidobacterium breve</i>, <i>Bifidobacterium infantis</i>, <i>Streptococcus thermophilus</i>) | Increase the secretion of Il-10, Il-1 and inhibition of Il-12 / Zwiększone wydzielanie Il-10, Il-1 i zahamowanie wytwarzania Il-12. | Inflammatory bowel disease (IBD) / Choroby zapalne jelit (IBD) | [Buda et al., 2013] |
| Lactobacillus plantarum K68 | Inhibition of NO, TNF- α and PGE ₂ / Hamowanie wytwarzania NO, TNF- α i PGE ₂ . | Crohn's disease / Choroba Crohna <i>Colitis ulcerosa</i> / Zapalenia jelita grubego | |
| Lactobacillus plantarum | Receptor activation TLR-2 / Aktywacja receptora TLR-2, Increased expression of HBD-2 mRNA / Zwiększenie ekspresji HBD-2 mRNA, Induction of secretion B-defensin 2 (HBD-2) / Indukcja wydzielania β -defensyny 2 (HBD-2), Modulation of secretion of Il-23 / Modulacja wydzielania Il-23. | Inflammatory bowel disease (IBD) / Choroby zapalne jelit (IBD) | [Górska & Jarzab 2009] |

Table 2. Mechanisms of action of probiotics contained in food products and dietary supplements.

| Probiotics/Probiotyki | Immune mechanism / Mechanizm działania | Dose/Dawka |
|--|---|--|
| Yogurt - <i>Lactobacillus casei</i> | It reduces the incidence of diarrhea / Redukuje incydenty biegunki. | 10 ¹⁰ CFU |
| Yogurt – <i>Lactobacillus bolgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium animalis</i> , and <i>Bifidobacterium longum</i> | Reduction of lactose intolerance / Zmniejszenie nietolerancji laktozy. | - |
| Milk – <i>Bifidobacterium lactis</i> | Growth of CD4 +, CD25 +/ Wzrost CD4+, CD25+, Increasing the number of NK cells and the phagocytic capacity of the immune system cells / Zwiększenie ilości komórek NK oraz zdolności fagocytarnej komórek układu odpornościowego. | 5 x 10 ⁹ lub 5 x 10 ¹⁰ CFU |
| Fermented milk - <i>Lactobacillus casei</i> | Increased activity of NK cells against neoplastic cells / Wzrost aktywności komórek NK przeciw komórkom nowotworowym. | 10 ⁸ – 10 ¹⁰ CFU |
| Fermented milk – <i>Lactobacillus gasseri</i> , | Reduction of IgE and increase of Th ₁ secretion in people with allergic rhinitis / Redukcja IgE i zwiększenie sekrecji Th ₁ u osób z alergicznym nieżytem nosa. | - |
| Yogurt – <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i> | Increasing the percentage of granulocytes and monocytes and improving their phagocytic properties in healthy people / Podwyższenie procentowej zawartości granulocytów i monocytów oraz poprawa ich właściwości fagocytarnej u osób zdrowych, The specific immunity parameters remained unchanged / Parametry odporności swoistej pozostały bez zmian. | 3x10 ⁸ CFU <i>Lactobacillus acidophilus</i> i 27.9 x 10 ¹⁰ CFU <i>B. lactis</i> |
| Milk – <i>Lactobacillus casei</i> | There was no evidence of an increase in NK cells in healthy men / Nie wykazano wzrostu ilości komórek NK u zdrowych mężczyzn. | 1.95 x 10 ¹⁰ CFU |
| Yogurt – <i>Lactobacillus gasseri</i> , <i>Lactobacillus coriniformis</i> | Reduction of IgE, increase of CD4 +, CD25 +, and NK in children with allergies. / Zmniejszenie IgE, wzrost CD4+, CD25+, oraz NK u dzieci z alergią. | 4 x 10 ⁸ CFU |
| Highly hydrolyzed casein formula – <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG | Reduction of IgA and IgM secretion, increase of CD19 + and CD27 + ratio in infants with atopic dermatitis / Zmniejszenie sekrecji IgA i IgM, zwiększenie proporcji CD19+ i CD27+ u niemowląt z atopowym zapaleniem skóry. | 3.4 x 10 ⁹ CFU |

| | | |
|---|---|----------------------------|
| <i>Bifidobacterium bifidum</i> i <i>S. thermophilus</i> formula | Increased CD4 + in children infected with HIV / Zwiększała CD4+ u dzieci zarażonych wirusem HIV. | 2.5 x 10 ¹⁰ CFU |
| <i>Bacillus coagulans</i> capsules | Upregulation of TNF- α in response to influenza A virus and adenoviruses / Zwiększenie ekspresji TNF- α w odpowiedzi na wirus grypy typu A i adenowirusy. | 2 x 10 ⁹ CFU |

References: [Homayoni Rad et al., 2012, 733-736].

β -GLUCAN

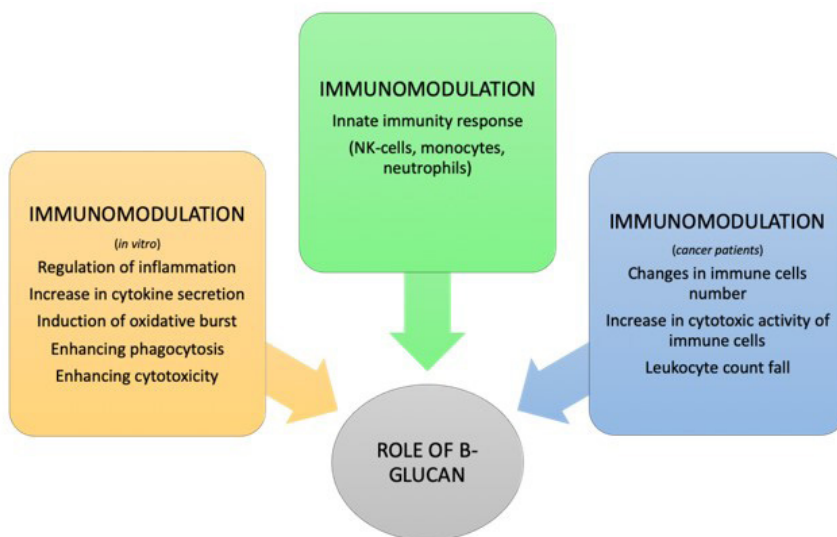
Grain products are very beneficial, namely, they contain a whole range of basic food products: proteins, fats, carbohydrates, vitamins, mineral salts and cellulose. The cellulose – β -glucan - contained in grain products, participates in recovery, detoxication and metabolic processes and it has a beneficial effect on the organism general condition, counteracting pathological conditions [Jurczyńska et al., 2012; Mantovani et al., 2008]. What constitutes the source of β -glucan are grains such as oats, barley, rye, sorghum, as well as fungi, yeast, algae, bamboo and some pathogenic bacteria. From among grains, barley and oats contain most β -glucan, correspondingly 2.5-11.3% and 2.2-7.8%. Right after them the following are placed: rye (1.2-2.9%), wheat (0.4-1.4%), sorghum (0.1-1.0%) and rice (0.04%) [Rieder & Samuelsen, 2012]. β -glucans are present most of all in the external layers of grains, mostly in the aleurone layer. Grain β -glucan are linear polysaccharides of D-glucopyranose residues, bound with β -(1-4) i β -(1-3) glycoside bonds. The β -(1-4) bonds in the homopolysaccharide occur in groups and are separated with single β -(1-3) bonds [Gibinski, 2008].

Recently, a lot of attention was paid to β -glucan immunomodulating properties (Figure 2). The studies conducted so far have confirmed its ability to improve the organism immunity to infections, to synergy with antibiotics, as a factor supporting antineoplastic therapy. In vitro studies have confirmed increase in cytokine release by macrophages stimulated with β -glucan. Mouse macrophage incubation with oats β -glucan has led to an increase in IL-1 oraz TNF- α secretion. Oats β -glucan also increased phagocytic activity of macrophages. Fractions of rice β -glucan also influenced the production of TNF- α by human monocytes. Moreover, grain β -glucan resulted in increased expression of cytokines (IL-2, INF- γ , IL-4) by mouse spleen cells [Rieder & Samuelsen, 2012; Volman et al., 2008].

Oats β -glucans manifest antiparasitic, antibacterial and antiviral properties. It was proved that administration of β -glucan to mice in a daily dose of 3 mg for 10 days before *Eimeria vermiformis* infection contributed to increased excretion of cysts, relief of infection clinical symptoms, mortality decrease and limitation of body weight loss in infected animals. In immunocompetent mice the level of intestinal anti-merozoite IgA was increased and the level of Il-4 secretion from mesentery lymph node cells dropped [Rieder & Samuelson, 2012].

The studies prove that what is responsible for the immunostimulating activity of β -glucans is the presence of β -(1-3) glycoside bonds. The mechanism of immunomodulating activity consists in adhesion of β -glucan to specific receptors present on macrophages, T- and B-lymphocytes and on neutrophils. These effector cells recognize the structure of β -glucan thanks to specific receptors, which, as a result, launches cellular and humoral immunological response. Secretion of cytokines stimulating macrophage and T-lymphocyte activity takes place, which results in phagocytosis of the pathogen, production of antibodies and cytokines Il-1, Il-6, TNF- α . β -glucan mainly influences the cells of the first line of defence-macrophages, which destroy pathogenic factors [Andersson & Hellstrand, 2012; Saluk-Juszczak & Królewska, 2010]. Activated macrophages decompose glucose polysaccharides and release them in the form of active fragments binding with the surface of neutrophils. Activation of the alternative complement pathway takes place. The activating pathogen is coated with the C3 component of the complement, particularly with its component C3b. C3b fragments are subject to proteolysis to iC3b fragment which is responsible for adhesion of opsonized pathogens to iC3 receptors of phagocyte cells and NK cells [Chan et al., 2009; Saluk-Juszczak & Królewska, 2010].

Grain β -glucans are a natural part of our everyday diet. Food and Drugs Administration assumed that daily consumption of 3 g of β -glucans combined with 30-35 g of food fibre will bring nutritional effects and provide increase in immune system activity and protection against infections [Gibinski, 2008; Bergh et al., 2021].

Figure 2. The potential role of β -glucans.

References: [Cerletti et al., 2021; Del Corno et al., 2020].

Table 3. Effect of β -glucans in immunoassays.

| Source/Źródło | Treatment/Działanie |
|--|---|
| barley β -glucan, norwegian barley extract / β -glukan jęczmienny, ekstrakt z jęczmienia norweskiego | activation of the alternative and classical pathway of the complement system / aktywacja alternatywnej i klasycznej drogi układu dopełniacza |
| oat β -glucan preparation, swedish rice flour extract / preparat β -glukanu owsianego, ekstrakt ze szwedzkiej mąki ryżowej | increasing the secretion of cytokines; efficient secretion of TNF- α by human monocytes; activation of NF- κ B dectin-1 of transfected cells, secretion of Il-6 / zwiększenie sekrecji cytokin; efektywna sekrecja TNF- α przez ludzkie monocyty; aktywacja NF- κ B dektyny-1 komórek transfekowanych, sekrecja Il-6 |
| oat β -glucan preparation / preparat owsianego β -glukanu | increasing resistance to infection with herpes virus; increasing the oxygen burst of neutrophils; reducing the spread of lung cancer metastasis, increasing immunity in mice to <i>Eimeria vermiformis</i> and <i>Staphylococcus aureus</i> infection / zwiększenie odporności na infekcję wirusem herpes; zwiększenie wybuchu tlenowego neutrofilii; zmniejszenie rozprzestrzenia metastazy nowotworu płuc, zwiększenie odporności u myszy na infekcję <i>Eimeria vermiformis</i> i <i>Staphylococcus aureus</i> |
| oat β -glucan preparation / preparat owsianego β -glukanu | activation of NF- κ B / aktywacja NF- κ B |

| | |
|--|--|
| <p>β-glucan (Lentinan) from the Shiitake mushroom <i>Lentinus edodes</i>/ β-glukan (Lentinan) z grzyba Shiitake <i>Lentinus edodes</i></p> | <p>demonstrating potential for the treatment of lung injury, reducing inflammation in a lung epithelial model, reducing cytokine induced NF-κB activation in human alveolar epithelial A549 cells / wykazanie potencjału w leczeniu uszkodzenia płuc, zmniejszenie stanu zapalnego w modelu nabłonka płuc, zmniejszenie aktywacji NF-κB indukowanej przez cytokiny w ludzkich komórkach nabłonka pęcherzyków płucnych A549</p> |
| <p>β-glucan from <i>Ganoderma lucidum</i> / β-glukan <i>Ganoderma lucidum</i></p> | <p>boosting the action of antigen-presenting cells, mononuclear phagocyte system, along with humoral and cellular immunity / wzmacnianie działania komórek prezentujących antygen, układu fagocytów jednojądrzastych oraz odporności humoralnej i komórkowej</p> |

References: [Ahmad et al., 2021; Cerletti et al., 2021; Murphy et al., 2020; Rieder & Samuelsen, 2012; Stachowiak & Reguła, 2012].

CITRUS FLAVONOIDS AND ETHEREAL OILS

Citrus tree growing is one of the most important in the world and gives yearly crop amounting to 102 million tonnes of fruit. Among fruit which belong to the type Citrus (Rutaceae) there is, among others, citron (*Citrus medica*), lemon (*Citrus limon*), lime (*Citrus aurantifolia*), pomelo (*Citrus maxima*), oranges (*Citrus aurantium*), tangerines (*Citrus reticulata*), grapefruit (*Citrus aurantium Macfad.*). Citrus fruit are a rich source of phenolic compounds, vitamins, minerals, ethereal oils, carotenoids and cellulose. Citrus flavonoids are present in the fruit in the form of glycosides and aglycones. Among flavonoids, juices and fresh fruit contain: hesperidin, neohesperidin, hesperitin, naringenin, naringin, rutin, diosmin, nobiletin, quercetin and apigenin. Vitamins present in citrus fruit, apart from vitamin C are: vitamins B (B1, B2, B3, B6) and vitamin A. The main mineral components are potassium, calcium, magnesium, phosphorus, zinc and selenium. Moreover, citrus fruit are rich in ethereal oils, from which limonene occurs in the greatest amounts. After it the following are placed: terpinene, citral, linalool and much more [Alonso-Arias & Ramón-Laca, 2005; González-Molina et al., 2010]

Among citrus fruit, health properties are ascribed to active compounds included in lemon (*Citrus lemon L.*). Its beneficial effect results from a high content of vitamin C and flavonoids. Lemon fruit are an essential product in a well-balanced diet, in particular due to its significant role in prevention

of such diseases as obesity, diabetes mellitus, circulatory system diseases or some types of tumours [González-Molina et al., 2010]. Apigenin, quercetin and naringenin present in lemon fruit manifest anti-inflammatory activity, the mechanism whereof consists in inhibition of LOX-5 (5-lipoxygenase) and COX-2 activity. These flavonoids, blocking COX-2, contribute to a decrease in PGE₂, LTB₄ and TXA₂ synthesis, which, as a result, inhibits leucocyte flow, regulates the tone of capillaries and decreases the inflammation [Saluk-Juszczak & Królewska, 2010]. Quercetin also limits expression of TNF- α and Il-1 α . This mechanism is explained by modulation of NF- κ B in mononuclear cells of peripheral blood by quercetin, which, as a result, inhibits the TNF- α expression genes [Menichini et al., 2011]. Lemon and other citrus fruit contain a flavonoid rich in methyl groups - nobiletin. Nobiletin suppresses the production of Il-1 and PGE₂ by human synovial membrane cells. In addition, it decreases the expression of COX-2, without influencing secretion of COX-1. Nobiletin also induces production of pro-inflammatory cytokines Il-1 α , Il-1 β , TNF- α , Il-6 by LPS-induced macrophages. It also inhibits the expression of metalloprotein of the extracellular matrix and increases the synthesis of tissue inhibitors TIMP-1. Nobiletin has a bifunctional activity, which means that it inhibits Il-1, TNF- α , PGE₂ and activates the systems of the immune system [Lin et al., 2003].

In the research conducted by Kil-Nam K. et al. [Kil Nam et al., 2013] have shown anti-inflammatory properties of citron (*Citrus medica* L.) ethereal oils. Citron ethereal oils inhibit the inflammatory process by COX-2 and later - PGE₂ inhibition. It appears that the anti-inflammatory properties may be ascribed to the component of citrus ethereal oils - limonene. Limonene is one of the terpenes which occur most often in the nature and it is present in oranges, tangerines, lemon, lime and grapefruits. Moreover, ethereal oils of citron considerably decrease the production of pro-inflammatory cytokines TNF- α , Il- β and Il, Il-6 by macrophages stimulated with lipopolysaccharide. The ability to inhibit the inflammation mediators may be the key to fight this process. The mechanism of activity of ethereal oils of *Citrus medica* consists in blocking phosphorylation of the components NF- κ B: p65 and I κ -B α proteins. NF- κ B plays the key role in the regulation of a cell life genes and expression of pro-inflammatory enzymes and cytokines, such as iNOS, COX-2, TNF- α , Il-1 β , Il-6. Blocking the activity of NF- κ B in the macrophage nucleus inhibits the expression of iNOS, COX-2, TNF- α , Il-1 β and Il-6. Therefore, the suppression influence of citrus ethereal oils on the expression of COX-2 and iNOS may follow from NF- κ B inhibition.

SUMMARY

The information presented in the thesis describe immunomodulating properties of compounds of herbal and bacterial origin. Currently, what is the purpose of biomedical sciences is searching for and identification of safe compounds, without any side effects. The discussed preparations are characterized by a variety of immunostimulating abilities. Their immunomodulating properties lead to the fact that they are often applied as supplement to conventional therapy. According to the World Health Organization, methods of treatment derived from natural medicine are gaining enormous popularity not only in poorer societies, but also in the group of wealthy people. Acceptance of natural methods of treatment or supporting the body is associated with a change in the approach to health as a potential that people strive for more and more often. An important reason for the popularity of natural methods of supporting immunity is the fact that it is based on natural ingredients and the lack of chemicals.

REFERENCES

1. Ahmad M. D., Ahmad F. A., Khan M. I., Alsayegh A. A., Wahab S., Alam I., Ahmed F. (2021), *Ganoderma lucidum: A potential source to surmount viral infections through β -glucans immunomodulatory and triterpenoids antiviral properties*. International Journal of Biological Macromolecules, 187, 769-779.
2. Alonso-Arias R., Ramón-Laca L. (2005), *Pharmacological properties of citrus and their ancient and medieval uses in the Mediterranean region*, Journal of Ethnopharmacology, 97(1), 89–95.
3. Andersson K., Hellstrand P. (2012), *Dietary oats and modulation of atherogenic pathways*, Molecular Nutrition & Food Research, 56(7), 1003–1013.
4. Bergh C., Landberg R., Andersson K., Heyman-Lindén L., Rascón A., Magnuson A., Khalili P., Kåregren A., Nilsson J., Pirazzi C., Erlinge D., Fröbert O. (2021), *Effects of Bilberry and Oat intake on lipids, inflammation and exercise capacity after Acute Myocardial Infarction (BIOA-MI): study protocol for a randomized, double-blind, placebo-controlled trial*, Trials, 22(1).

5. Bourée P. (2003), *Immunity and immunization in elderly*, Pathologie Biologie, 51(10), 581–585.
6. Buda B., Dylus E., Górska-Frączek S., Brzozowska E., Gamian A. (2013), *Biological properties of Lactobacillus surface proteins*, Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej, 67, 229–237.
7. Calder P. C. (2020), *Nutrition, immunity and COVID-19*, BMJ Nutrition, Prevention & Health, 3(1), 74.
8. Castillo N. A., de Moreno de LeBlanc A., Galdeano C. M., Perdigón G. (2012), *Probiotics: An alternative strategy for combating salmonellosis*, Food Research International, 45(2), 831–841.
9. Cerletti C., Esposito S., Iacoviello L., (2021), *Edible mushrooms and beta-glucans: impact on human health*, Nutrients, 13, 2195.
10. Chan, G. C. F., Chan W. K., Sze D. M. Y. (2009), *The effects of beta-glucan on human immune and cancer cells*, Journal of Hematology & Oncology, 2, 25.
11. Chevre R., Silvestre-Roig C., Soehnlein O. (2018), *Nutritional modulation of innate immunity: The fat–bile–gut connection*, Trends in Endocrinology & Metabolism, 29(10), 686–698.
12. Conlon M. A., Bird A. R. (2014), *The impact of diet and lifestyle on gut microbiota and human health*, Nutrients, 7(1), 17–44.
13. Cukrowska B. (2013), *Probiotics in prevention and treatment of allergic diseases-a review of the literature*, Standardy Medyczne/Pediatrics, 11(XX–XX), 191–201.
14. Delgado G. T. C., Tamashiro W. M. S. C., Pastore G. M. (2010), *Immunomodulatory effects of fructans*, Food Research International, 43(5), 1231–1236.
15. Del Cornò M., Gessani S., Conti L. (2020), *Shaping the innate immune response by dietary glucans: Any role in the control of cancer?* Cancers (Basel), 12(1), 155.
16. El-Kadiki A. (2015), *Foods and dietary supplements in the prevention and treatment of disease in older adults*, Elsevier, Academic Press.

17. Gardner E. M., Bernstein E. D., Popoff K. A., Abrutyn E., Gross P., Murasko D. M. (2000), *Immune response to influenza vaccine in healthy elderly: lack of association with plasma β -carotene, retinol, α -tocopherol, or zinc*. Mechanisms of Ageing and Development, 117(1–3), 29–45.
18. Gertsch J., Viveros-Paredes J. M., Taylor P. (2011), *Plant immunostimulants—scientific paradigm or myth?*, Journal of Ethnopharmacology, 136(3), 385–391.
19. Gibinski M. (2008), *Beta-glukany owsa jako składnik żywności funkcjonalnej*, Żywność Nauka Technologia Jakość, 15(2), 15–29.
20. Gill H. S., Rutherford K. J. (2001), *Probiotic supplementation to enhance natural immunity in the elderly: effects of a newly characterized immunostimulatory strain Lactobacillus rhamnosus HN001 (DR20TM) on leucocyte phagocytosis*, Nutrition Research, 21(1–2), 183–189.
21. Gleeson M., Bishop N. C., Oliveira M., Tauler P. (2011), *Daily probiotic's (Lactobacillus casei Shirota) reduction of infection incidence in athletes*, International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 21(1), 55–64.
22. González-Molina E., Domínguez-Perles R., Moreno D., García-Viguera C. (2010), *Natural bioactive compounds of Citrus limon for food and health*, Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 51(2), 327–345.
23. Górska S., Jarzab A., G. A. (2009), *Bakterie probiotyczne w przewodzie pokarmowym człowieka jako czynnik stymulujący*, Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej, 67, 653–667.
24. Guigoz Y., Rochat F., Perruisseau-Carrier G., Rochat I., Schiffrin E. (2002), *Effects of oligosaccharide on the faecal flora and non-specific immune system in elderly people*, Nutrition Research, 22(1–2), 13–25.
25. Homayoni Rad A., Mehrabany E. V., Alipoor B., Mehrabany L. V., Javadi M. (2012), *Do probiotics act more efficiently in foods than in supplements?*, Nutrition, 28(7–8), 733–736.
26. Jain A. L. (2002), *Influence of vitamins and trace-elements on the incidence of respiratory infection in the elderly*, Nutrition Research, 22(1–2), 85–87.

27. Jurczyńska E., Saczko J., Kulbacka J., Kawa-Rygielska J., Błazewicz J. (2012), *Beta-glukan, jako naturalny antykarcynogen*, Polski Merkuriusz Lekarski, XXXIII(196), 217–221.
28. Kaźmierska A. (2014), *Probiotyki — recepta na zdrowie?*, Kosmos, Problemy Nauk Biologicznych, 63(3), 455–472.
29. Kil Nam K., Yeong Jong K., Hye Mi Y., Young Min H., Seong Woon R., You Jin J., Ginnae A., Min Cheol K., Weon Jong Y., Daekyung K., Tatsuya O. (2013), *Anti-inflammatory effect of essential oil and its constituents from fingered citron (Citrus medica L. var. sarcodactylis) through blocking JNK, ERK and NF- κ B signaling pathways in LPS-activated RAW 264.7 cells*, Food and Chemical Toxicology, 57, 126–131.
30. Kim J. S., de La Serre C. B. (2018), *Diet, gut microbiota composition and feeding behavior*, Physiology & Behavior, 192, 177–181.
31. Kościej A. (2017), *Rola wybranych czynników żywieniowych w kształtowaniu odporności dzieci*, Probl Hig Epidemiol, 98(2), 110–117.
32. Kotzampassi K., Giamarellos-Bourboulis E. (2012), *Probiotics for infectious diseases: more drugs, less dietary supplementation*, International Journal of Antimicrobial Agents, 40(4), 288–296.
33. Lin N., Sato T., Takayama Y., Mimaki Y., Sashida Y., Yano M., Ito A. (2003), *Novel anti-inflammatory actions of nobiletin, a citrus polymethoxy flavonoid, on human synovial fibroblasts and mouse macrophages*, Biochemical Pharmacology, 65(12), 2065–2071.
34. Liu Y., Su Y., Ong W., Cheng T., Tsai Y. (2011), *Oral administration of Lactobacillus plantarum K68 ameliorates DSS-induced ulcerative colitis in BALB/c mice via the anti-inflammatory and immunomodulatory activities*, International Immunopharmacology, 11(12), 2159–2166.
35. Maijó M., Clements S. J., Ivory K., Nicoletti C., Carding S. R. (2013), *Nutrition, diet and immunosenescence*, Mechanisms of Ageing and Development, 136-137:116-28.
36. Mantovani M. S., Bellini M. F., Angeli J. P. F., Oliveira R. J., Silva A. F., Ribeiro L. R. (2008), *β -Glucans in promoting health: Prevention against mutation and cancer*, Mutation Research, 658(3), 154–161.

37. Menichini F., Loizzo M., Bonesi M., Conforti F., De Luca D., Statti G., de Cindio B., Menichini F., Tundis R. (2011), *Phytochemical profile, antioxidant, anti-inflammatory and hypoglycemic potential of hydroalcoholic extracts from Citrus medica L. cv Diamante flowers, leaves and fruits at two maturity stages*, Food and Chemical Toxicology : An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association, 49(7), 1549–1555.
38. Murphy E. J., Masterson C., Rezoagli E., O'Toole D., Major I., Stack D. D., Lynch M., Laffey J. G., Rowan N. J. (2020), *β -Glucan extracts from the same edible shiitake mushroom *Lentinus edodes* produce differential in-vitro immunomodulatory and pulmonary cytoprotective effects — Implications for coronavirus disease (COVID-19) immunotherapies*, Science of The Total Environment, 732.
39. Nicikowski J., Reguła J. (2021), *Selected bioactive compounds in food of plant origin as natural immunomodulators in asthma and chronic obstructive pulmonary disease*. Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria, 20 (4), 383-397.
40. Paolillo R., Romano Carratelli C., Sorrentino S., Mazzola N., Rizzo A. (2009), *Immunomodulatory effects of *Lactobacillus plantarum* on human colon cancer cells*, International Immunopharmacology, 9(11), 1265–1271.
41. Plaza-Diaz J., Ruiz-Ojeda F. J., Gil-Campos M., Gil A. (2019), *Mechanisms of Action of Probiotics*, Advances in Nutrition, 10, 49–66.
42. Prasad A. S. (2014), *Aging*, Elsevier, Academic Press.
43. Quigley E. M. (2011), *Gut microbiota and the role of probiotics in therapy*, Current Opinion in Pharmacology, 11(6), 593–603.
44. Rieder A., Samuelsen A. (2012), *Do cereal mixed-linked β -glucans possess immune-modulating activities?*, Molecular Nutrition & Food Research, 56(4), 536–547.
45. Saluk-Juszczak J., Królewska K. (2010), *β -glukan drożdży *Saccharomyces cerevisiae* - naturalny stymulator układu immunologicznego*, Kosmos, 59(1–2), 151–160.

46. Sánchez B., Delgado S., Blanco-Míguez A., Lourenço A., Gueimonde M., Margolles A. (2017), *Probiotics, gut microbiota, and their influence on host health and disease*, *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(1), 1600240.
47. Seale J. V., Millar M. (2013) *Probiotics: a new frontier for infection control*, *Journal of Hospital Infection*, 84(1), 1–4.
48. Stachowiak B., Reguła J. (2012), *Health-promoting potential of edible macromycetes under special consideration of polysaccharides: a review*, *European Food Research and Technology*, 234, 369-380.
49. Volman J. J., Ramakers J. D., Plat J. (2008), *Dietary modulation of immune function by β -glucans*, *Physiology and Behavior*, 94(2), 276–284.
50. Wunsch E. M. W., Milkiewicz P. (2010), *Probiotyki w przewlekłych schorzeniach wątroby*, *Polski Merkurusz Lekarski*, 29(174), 390–394.
51. Zheng Y. Y., Viswanathan B., Kesarwani P., Mehrotra S. (2012), *Dietary agents in cancer prevention: an immunological perspective*, *Photochemistry and Photobiology*, 88(5), 1083–1098.

SUPLEMENTY DIETY – PREBIOTYKI, PROBIOTYKI I WYBRANE FLAWONOIDY JAKO NATURALNE MODYFIKATORY ODPOWIEDZI IMMUNOLOGICZNEJ

Streszczenie: Naturalne immunostymulatory stanowią liczną grupę produktów i preparatów pochodzenia roślinnego lub bakteryjnego, stymulujących układ odpornościowy. Ich wszechstronne działanie określane jest w literaturze jako immunostymulanty, immunomodulatory lub modyfikatory odpowiedzi biologicznej. Obecnie badania naukowe koncentrują się na zdobyciu dokładnej wiedzy na temat mechanizmów ich działania i zredukowania ewentualnych skutków ubocznych. Celem pracy była analiza piśmiennictwa na temat potencjalnych właściwości immunomodulujących probiotyków i prebiotyków, β -glukanu i flawonoidów cytrusowych. W pracy uwzględniono ich sposoby działania i możliwości zastosowania w terapii. Badania eksperymentalne i kliniczne dotyczące naturalnych substancji immunomodulujących prowadzone są od wielu lat. Obecnie znamy szereg naturalnych preparatów, które wpływają na komórkowe i humoralne mechanizmy obronne. Mechanizmy działania immunomodulatorów zależą głównie od stanu i sprawności układu odpornościowego, ich dawki i schematu stosowania. Składniki te lub wyizolowane z nich związki oprócz właściwości immunostymulujących charakteryzują się również działaniem przeciwzapalnym i antyseptycznym. Stąd racjonalne stosowanie naturalnych immunostymulantów może stanowić wsparcie dla terapii konwencjonalnej, a nawet umożliwić zastąpienie nimi leków syntetycznych.

Słowa kluczowe: Naturalne immunomodulatory, modyfikatory odpowiedzi biologicznej, probiotyki, β -glukan, flawonoidy cytrusowe.

STOSOWANIE SUPLEMENTÓW DIETY W POSTACI NUTRIKOSMETYKÓW WŚRÓD POLSKICH KOBIET

Streszczenie: Wstęp: Konsumenci coraz częściej zaczynają dbać o zdrowie poprzez aktywność fizyczną, dobre zdrowie psychiczne oraz odpowiednie odżywianie, które również wpływa na wygląd zewnętrzny. Dlatego też coraz większą popularność zyskują nutrikosmetyki, których głównym celem jest poprawa stanu skóry, włosów i paznokci. Cel pracy: Określenie zachowań dotyczących przyjmowania nutrikosmetyków wśród kobiet. Materiał i metody: W badaniu wzięło udział 111 kobiet w wieku 19 - 42 lat, w tym studentki kierunku dietetyka (66 osób) oraz kobiety uczęszczające do salonów urody (45 osób). Badanie zrealizowano przy pomocy autorskiej ankiety. Wnioski: Suplementy diety na urodę stosowane były przez kobiety zarówno korzystające z salonów urody jak i studentki, co sugerować może dużą ich popularność. Wysoka podaż zawartych w nich witamin i składników mineralnych może być również niebezpieczna dla organizmu.

Słowa kluczowe: Nutrikosmetyki, suplementy diety, skóra, włosy, paznokcie.

WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się wzrost świadomości dotyczący korzyści związanych z prozdrowotnym stylem życia, co powoduje, że konsumenci zaczynają dbać o zdrowie poprzez aktywność fizyczną, dobre zdrowie psychiczne

¹ Katedra Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.

² SKN Dietetyków i Technologów Gatronomii „Zmiksowani”, Katedra Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.

³ Zakład Żywności Człowieka, Warszawski Uniwersytet Medyczny.

oraz odpowiednie odżywianie, które również wpływa na wygląd zewnętrzny. Na organy, takie jak: skóra, włosy, paznokcie, mają także wpływ choroby metaboliczne i endokrynologiczne związane z zaburzeniami wchłaniania składników pokarmowych i tym samym przyczyniają się do pojawiania się chorób skóry czy nadmiernego wypadania włosów. Czynniki te sprawiły, że rozpoczęto zwracać uwagę na wpływ spożywanych składników pokarmowych nie tylko na wydolność organizmu, rozwijanie chorób, ale również szczególnie na ich oddziaływanie na kondycję skóry, włosów i paznokci. Trend dbania o wygląd zewnętrzny wykorzystywany jest obecnie szczególnie przez producentów suplementów diety, którzy wzbogacają swoje produkty w coraz to nowsze składniki i substancje, mające głównie poprawić stan i wygląd skóry, włosów i paznokci, ponieważ tendencja do nabywania tego typu preparatów, szczególnie przez kobiety, ciągle wzrasta.

Nutrikosmetyki to nowa podgrupa suplementów diety i zarazem najnowszy trend w branży kosmetycznej. Powstały z połączenia „kosmeceutyków” i „nutraceutyków” i są przeznaczone do doustnego stosowania [1]. Czasami określane są również jako „suplementy kosmetyczne”. Promowane w mediach społecznościowych i przez celebrytów, stały się „naturalną” alternatywą dla zabiegów kosmetycznych [2].

Nutrikosmetyki to środki spożywcze, zawierające takie składniki żywności, które wpływają na wygląd skóry, włosów czy paznokci. W tej grupie znajdują się zatem produkty poprawiające kondycję włosów, paznokci, zapobiegające procesom starzenia skóry, a także zmniejszające cellulit [3].

Najczęściej składnikami nutrikosmetyków są: przeciwutleniacze, witaminy, biopierwiastki, a także inne substancje biologicznie czynne. Najpopularniejszymi roślinami wykorzystywanymi w nutrikosmetykach są surowce roślinne działające prozdrowotnie na skórę, włosy i paznokcie są takie jak: kwiat rumianku, ziele wąkroty, ziele pokrzywy, kwiat fiołka trójbarwnego, wyciąg ze skrzypu polnego czy olej z nasion ogórecznika. Spośród witamin najczęściej stosuje się: witaminę E, karotenoidy (prowitamina A), witaminę C, D oraz witaminy z grupy B. Najpopularniejsze biopierwiastki to żelazo, wapń, krzem, cynk i selen [3,4,5].

Wśród innych składników obecnych nutrikosmetykach są kwasy omega – 3, koenzym Q10, kolagen, kwas hialuronowy, kolagen, kurkumina, aloes czy ekstrakty owoców i warzyw [6]. Szczególnie nowością wśród składników jest dodatek owoców i nasion daktyli. Zarówno nasiona jak i owoce palmy daktylowej zawierają związki fenolowe, sterole, flawonoidy, kwasy tłuszczowe i karboksylowe, pigmenty, które to oprócz tego, że wykazują działanie

antyoksydacyjne to chronią skórę przed szkodliwym promieniowaniem UVA i UVB, leczą choroby skóry, przeciwdziałają starzeniu, zapobiegają pojawieniu się trądziku, wypadaniu włosów i zapewniają ich prawidłowy wzrost [7].

Jak wynika z najnowszych raportów [8] odnośnie rynku zbytu nutrikosmetyków, ten w 2020 roku stanowiły głównie Europa i Ameryka Północna. Ogólna wartość tego rynku oszacowana została na 6,925.49 milionów dolarów. Dodatkowo prognozuje się, że do 2026 roku wartość ta wzrośnie o dodatkowe 8,05%.

Celem głównym pracy było określenie zachowań dotyczących przyjmowania suplementów diety, w szczególności suplementów diety na urodę, w grupie kobiet, w wieku 19-42 lat.

MATERIAŁ I METODY

W badaniu wzięło udział 111 kobiet w wieku 19 - 42 lat, w tym studentki Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego z kierunku dietetyka (66 osób) oraz kobiety uczęszczające do salonów urody w takich miastach jak: Warszawa, Wrocław oraz Dzierżoniów (razem 45 osób). Badanie zostało przeprowadzone w Zakładzie Żywienia Człowieka Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego oraz w salonach urody na terenie Warszawy, Wrocławia oraz Dzierżoniowa. Zastosowano celowy dobór próby. Badanie zrealizowano przy pomocy autorskiej ankiety, która została skonstruowana na potrzeby badania. Kwestionariusz składał się z dwóch części. Pierwsza z nich dotyczyła przyjmowania różnego rodzaju suplementów diety, natomiast druga stosowania wyłącznie nutrikosmetyków. Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą testu nieparametrycznego Chi kwadrat przyjmując poziom istotności $p > 0,05$. Obliczeń dokonano przy użyciu programu Microsoft Office Excel oraz programu STATISTICA 9 firmy StatSoft Polska.

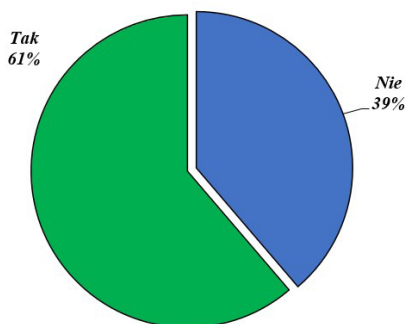
Tabela 1. Charakterystyka respondentek biorących udział w badaniu

| Respondentki | Liczba osób łącznie (N=111) | Liczba osób stosujących nutrikometryki (n=68) | Procent osób stosujących nutrikometryki |
|-------------------------------|-----------------------------|---|---|
| Wiek: | | | |
| 19-26 lat | 81 | 49 | 72,0 |
| 27-34 lata | 20 | 13 | 19,1 |
| 35-42 lata | 10 | 6 | 9,9 |
| Miejsce zamieszkania: | | | |
| Wieś | 11 | 6 | 8,8 |
| Małe miasto | 32 | 21 | 18,9 |
| Duże miasto | 68 | 41 | 72,3 |
| Wykształcenie: | | | |
| Zawodowe | 4 | 4 | 5,9 |
| Średnie | 53 | 27 | 39,7 |
| Wyższe | 54 | 35 | 54,4 |
| Dochód netto na osobę: | | | |
| Poniżej 1000 zł | 40 | 22 | 32,3 |
| 1100-2000 zł | 34 | 19 | 27,9 |
| 2100-3000 zł | 21 | 15 | 22,1 |
| 3100-4000 zł | 10 | 6 | 8,8 |
| Powyżej 4000 zł | 6 | 6 | 8,8 |

WYNIKI

Wśród ankietowanych stosujących suplementację diety (111 osób) 68 z nich (61%) deklarowało, że wśród spożywanych preparatów są te poprawiające urodę (Rysunek 1).

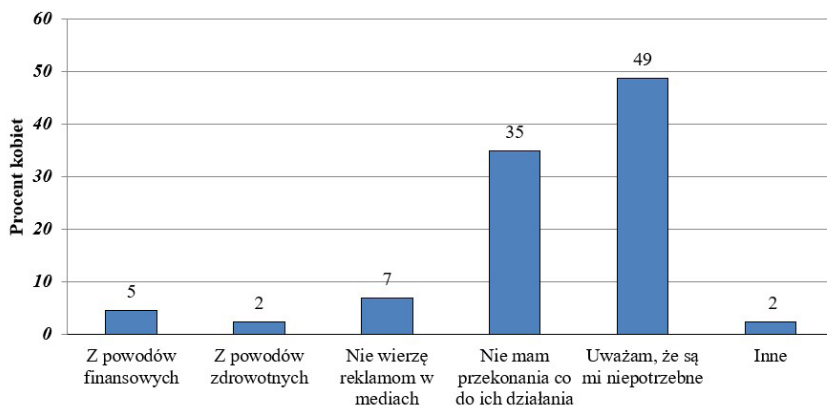
Rysunek 1. Stosowanie suplementów diety na urodę wśród kobiet stosując suplementację (N=111)



Badane kobiety zostały podzielone na studentki kierunku dietetyka i kobiety uczęszczające do salonów urody. W wynikach stwierdzono, że 45% (30 osób) studentek dietetyki stosowało suplementację nutrikosmetykami, natomiast wśród kobiet uczęszczających do salonów urody aż 84% (38 osób) badanych przyjmowało tego rodzaju preparaty. Natomiast takich suplementów nie stosowało 36 studentek (55%) i 7 kobiet (16%) uczęszczających do salonów urody.

Pozostałe 39% (n=13) kobiet, które nie spożywały nutrikosmetyków jako przyczyny nie przyjmowania tych suplementów diety wskazywały przede wszystkim brak potrzeby ich stosowania (49%), brak przekonania co do ich skuteczności (35%), a także brak zaufania do reklam promujących tego rodzaju preparaty (7%) (Rysunek 2).

Rysunek 2. Główne przyczyny nie przyjmowania nutrikosmetyków (n=43)



Spośród 68 respondentek 64 z nich jako główną przyczynę stosowania preparatów wspierających urodę wskazało przede wszystkim na chęć poprawy stanu włosów, skóry i paznokci, jak również przekonującą reklamę w mediach i opinię lekarza - po 10 wskazań, a 7 respondentek deklaruowało stosowanie tego rodzaju preparatów pod wpływem opinii znajomych i rodziny. Po jednej odpowiedzi uzyskały: moda, interesujące opakowanie lub reklama oraz sprawdzenie skuteczności na własnej osobie.

Widoczne różnice zaobserwowano, jeśli chodzi o częstość przyjmowania poszczególnych preparatów wspierających urodę. Suplementy diety w celu poprawy stanu włosów były przyjmowane raz dziennie przez 52% badanych i kilka razy dziennie przez 19% respondentów. By poprawić kondycję zarówno

włosów, skóry i paznokci najczęściej przyjmowano suplementy te raz dziennie (kolejno 38, 52 i 47%). Żadna z respondentek nie zadeklarowała stosowania kilka razy w miesiącu preparatów wzmacniających włosy i paznokcie (Tabela 2).

Tabela 2. Częstość stosowania suplementów diety w celu poprawy stanu skóry, włosów i paznokci

| Częstość stosowania | Preparaty | | | | | |
|------------------------------------|-----------|-----|----------|----|--------------|----|
| | na skórę | | na włosy | | na paznokcie | |
| | liczba | % | liczba | % | liczba | % |
| Kilka razy dziennie | 12 | 18 | 13 | 19 | 13 | 19 |
| Raz dziennie | 26 | 38 | 35 | 52 | 32 | 47 |
| Kilka razy w tygodniu | 2 | 3 | 5 | 7 | 4 | 6 |
| Raz w tygodniu | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 6 |
| Kilka razy w miesiącu | 1 | 1,5 | - | - | - | - |
| Rzadziej niż kilka razy w miesiącu | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| Nie stosuję | 24 | 35 | 10 | 15 | 12 | 18 |

Czynnikami, skłaniającymi kobiety do zakupu suplementów diety na urodę okazały się: ich przeznaczenie – dla 35 osób, skład – 31 osób, cena - 18 osób oraz opinia znajomych/rodziny – 17 wskazań (Tabela 3).

Tabela 3. Czynniki wpływające na zakup suplementów diety na urodę

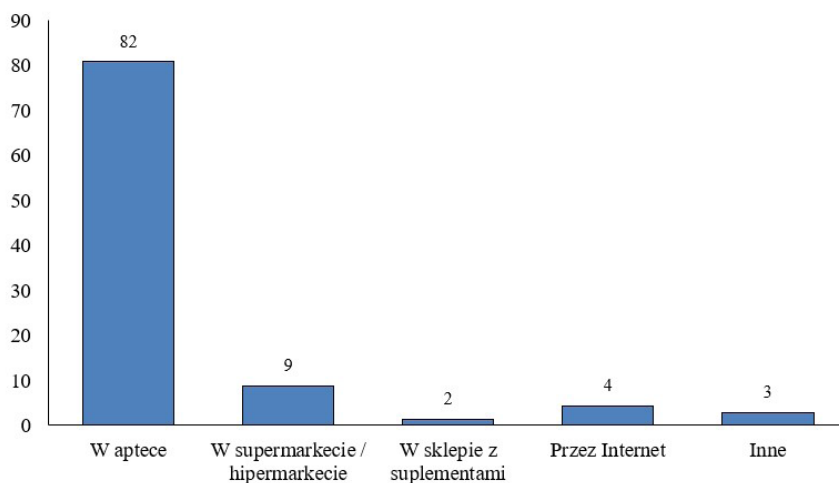
| Czynniki wpływający na wybór nutrikosmetyków | Liczba wskazań |
|--|----------------|
| Cena | 18 |
| Skład | 31 |
| Przeznaczenie | 35 |
| Mój dochód miesięczny | 3 |
| Opinia lekarza lub farmaceuty | 12 |
| Opinia znajomych / rodziny | 17 |
| Reklama w mediach | 8 |
| Ciekawe opakowanie | 1 |

Internet okazał się dla kobiet głównym źródłem informacji na temat suplementów diety na urodę (41 wskazań). Informacje uzyskiwano także od farmaceuty (27 wskazań), znajomych bądź rodziny (26 wskazań) z telewizji (20 wskazań) i od lekarza (19 wskazań), z prasy (16 wskazań), z książek (6 wskazań). Jako inne źródła informacji (łącznie 3 wskazania) podano również:

badania naukowe, opakowanie suplementu oraz pisma popularno – naukowe. Mimo iż ulotka jest we wszystkich opakowaniach suplementów diety, nie była ona głównym źródłem wiedzy, to zapoznawanie się z nią zadeklarowało 87% badanych, a 13% jej nie czytało.

Znaczna część respondentek (82%) dokonywała zakupu preparatów wspomagających urodę w aptece. Wśród innych miejsc, gdzie nabywano te preparaty były duże drogerie.

Rysunek 3. Miejsca zakupu nutrikosmetyków



Stwierdzono, że kobiety w wieku 27-34 lat, częściej znały pojęcie nutrikosmetyków i częściej je stosowały ($p=0,02$).

Głównymi źródłami wiedzy kobiet o średnim dochodzie 3100-4000 zł okazały się środki masowego przekazu ($p=0,005$). Analiza statystyczna wykazała również, że osoby z wyższym wykształceniem częściej dokonują zakupu nutrikosmetyków w aptece ($p=0,02$). Opinia znajomych, jako czynnik wpływający na zakup suplementów diety na urodę, była ważna dla osób z wykształceniem zawodowym ($p=0,03$) i dla kobiet w wieku 27-34 lat ($p=0,02$), co świadczy o nie korzystaniu z rzetelnych źródeł informacji przez młode kobiety i z niższym wykształceniem.

DYSKUSJA

Jak wynika z badania Dickinsona i wsp. [9] około 81% dermatologów rekomenduje suplementację diety w celu poprawy skóry, włosów i paznokci, a około 16% samą ją stosuje. W badaniu własnym suplementację ogółem stosowało 111 kobiet, tym 61% stanowiły kobiety, które przyjmowały nutrikosmetyki. Poprawa stanu skóry, włosów i paznokci była także głównym celem stosowania suplementacji wśród studentek Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w badaniu Spiółek i wsp. [10]. Do przyjmowania nutrikosmetyków w badaniu własnym zadeklarowało się więcej kobiet uczęszczających do salonów urody niż studentek. W innych badaniach [11-14] osoby starsze częściej stosowały suplementy diety, niż osoby młode. Jednak z badań Alowais i wsp. [15] wynika, że młodsze mieszkanki Arabii Saudyjskiej częściej stosują suplementację diety, podobnie jak mieszkanki rejonu śródziemnomorskiego w badaniu Roviry i wsp. [16].

Do głównych powodów nie stosowania suplementów diety na urodę badane Polki wymieniły głównie brak potrzeby ich spożywania. Podobny rezultat uzyskali Wangcharoen i wsp. [17] w swoim badaniu, w którym ponad 41% ankietowanych z Tajlandii przyznało, że nie potrzebuje stosować suplementów diety. Najczęściej wymienianymi powodami stosowania nutrikosmetyków w badaniu własnym była poprawa stanu skóry, włosów i paznokci oraz zalecenie lekarza i przekonująca reklama w mediach. Stosowanie suplementacji w celu poprawy stanu skóry, włosów i paznokci było istotne również dla blisko 78,3% studentek z badania Wybielaskiej [18] i dla 44% z badania Krejpcio i wsp. [19]. Natomiast w badaniu Hamułki i wsp. [20] poprawa włosów skóry i paznokci była ważna dla 27% ankietowanych w czasie trwającego lockdownu podczas epidemii wirusa COVID-19. W badaniu Barley i wsp. [14] zaledwie 6% kobiet zadeklarowało, że stosuje suplementy diety na urodę celu poprawy kondycji włosów, skóry i paznokci. Głównymi źródłami informacji wśród respondentek z badania własnego okazał się Internet i farmaceuta. Takie same rezultaty uzyskano również w innych badaniach [15, 21]. W badaniu Korzeniowskiej i wsp. [22] do źródeł informacji na temat suplementów diety należały głównie środki masowego przekazu i Internet. Rozga i wsp. [11] otrzymali wyniki badania, w których okazało się, że najpowszechniejszymi źródłami o suplementach diety są lekarz i książki. Jednak taki rezultat może być podyktowany tym, że w naszym badaniu większą grupę stanowiły osoby po 40 roku życia, co wskazuje na większe zaufanie tej grupy wiekowej do wiarygodnych źródeł informacji.

Z badania Blumberg i wsp. [23] wynika, że suplementy diety w postaci witaminy D kobiety stosowały 1-10 dni w miesiącu, podobnie jak witaminy E. Więcej niż 21 dni w miesiącu 25% kobiet stosowało tylko wapń, co oznacza małą częstość stosowania suplementacji. W badaniu ALTamimi [24] suplementy diety stosowano więcej niż 5 razy w ciągu tygodnia. Respondentki uczestniczące w badaniach własnych, podobnie jak w badaniu Ciszek i wsp. [25] wskazały, że suplementy diety stosowały najczęściej raz dziennie. Głównymi czynnikami stosowania nutrikosmetyków było ich przeznaczenie i skład. W badaniach Korzeniowskiej i wsp. [22] głównym czynnikiem determinującym zakup suplementów diety na urodę były środki masowego przekazu oraz kosmetyczka, co obrazuje podatność respondentów na przekazy medialne. W badaniu Wybielaskiej [18] czynnikami determinującymi wybór suplementów były głównie ich skład i cena, a dla kobiet w badaniu Szpringer i wsp. [26] czynnikami wspierającymi wybór było dla 31,41% opinia znajomych oraz reklama dla 21,91% osób. Zapoznanie się z ulotką suplementów diety zadeklarowało aż 87% kobiet z badania własnego. Również z badania Szpringer i wsp. [26] wynikało, że zapoznanie się z ulotką suplementów „zawsze” zadeklarowało 17,69% a „prawie zawsze” 37,55%. Wskazuje to na zapoznawanie się konsumentów z informacjami na temat tych środków spożywczych, a badanie Prieto-Castillo [27] wskazuje na większe zainteresowanie takimi informacjami kobiet niż mężczyzn.

Większość respondentów w badaniu własnym dokonywała zakupu nutrikosmetyków w aptece. Podobne rezultaty uzyskali inni badacze [22, 24-26], co wskazuje na ogólne zaufanie do farmaceutów w przypadku zalecanej suplementacji diety.

WNIOSKI

1. Suplementy diety na urodę stosowane były przez kobiety zarówno korzystające z salonów urody, jak i studentki, co sugerować może dużą ich popularność. W związku z tym istnieje bowiem potrzeba zwiększenia wiedzy osób, które stosują tego typu preparaty za pośrednictwem rzetelnych źródeł informacji. Pozwoliłoby to uniknąć ewentualnych negatywnych konsekwencji nieumiejętnego ich stosowania wynikającego z niewiedzy lub wprowadzenie w błąd przez producentów.
2. W przypadku niektórych składników suplementów diety może dochodzić do nadmiernej podaży witamin i składników mineralnych. Tak wysoka podaż może być również niebezpieczna dla organizmu jak i ich niedobór.

BIBLIOGRAFIA

1. Alves A., Sousa E., Kijjoa A. etc Marine-Derived, *Compounds with Potential Use as Cosmeceuticals and Nutricosmetics*, *Molecules* 2020, 25(11), 2536.
2. Burns E. K, Perez-Sanchez A., Katta R, *Risks of Skin, Hair, and Nail Supplements*, *Dermatol Pract Concept* 2020, 10(4):e2020089.
3. Kania-Dobrowolska M., Baraniak J., Kujawski R. i wsp., *Nutricosmetic – new subgroup of dietary supplements*, *Post Fitoter* 2017, 18(2): 132-138.
4. Seshadri D., De D., *Nails in nutritional deficiencies*, *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2012;78:237-41.
5. Almohanna H. M., Ahmed A. A., Tsatalis J. P., etc: *The Role of Vitamins and Minerals in Hair Loss, A Review*, *Dermatol Ther (Heidelb)*, 2019, Mar, 9(1):51-70.
6. Dhanashri Mahale¹, Dr. Shital Gondkar ², Dr. Ravindra Saudager, *Nutricosmetics: Review Article*, *International Journal of Universal Pharmacy and Bio Sciences*, March-April 2017, 6(2).
7. Alharbi K. L, Raman J., Shin H-J., *Date Fruit and Seed in Nutricosmetics*, *Cosmetics* 2021, 8, 59, <https://doi.org/10.3390/cosmetics8030059> [dostęp: 28.07.2021 r.].
8. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/nutricosmetics-market> [dostęp: 28.07.2021 r.].
9. Dickinson A., Shao A., Boyon N., etc: *Use of dietary supplements by cardiologists, dermatologists and orthopedists: report of a survey*, *Nutrition Journal* 2011, 10:20, <https://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2891-10-20>, [dostęp: 28.07.2021 r.].
10. Spiółek K., Kościółek A., Kania J. i wsp., *Factors influencing on the Silesian University students' decisions concerning purchasing of vitamin and mineral food supplements*, *ROCZN. PZH* 2011, 62, Nr 1, 37 – 40.
11. Rozga M. R, Stern J. S, Stanhope K., etc, *Dietary supplement users vary in attitudes and sources of dietary supplement information in East and West geographic regions: a cross-sectional study*, *Complementary and Alternative Medicine* 2013, 13:200, 2-9, <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/13/200> [dostęp: 28.07.2021 r.].

12. Kofoed C. L. F., Christensen J., Dragsted L. O., etc., *Determinants of dietary supplement use – healthy individuals use dietary supplements*, British Journal of Nutrition 2015, 113, 1993–2000.
13. Tetens I., Biltoft-Jensen A., Spagner C., etc, *Intake of micronutrients among Danish adult users and non-users of dietary supplements*, Food & Nutrition Research 2011, 55:7153.
14. Bailey R. L., Gahche J. J., Miller P. E., etc, *Why US Adults Use Dietary Supplements*, JAMA INTERN MED. 2013, 173 (5), 355-361.
15. Alowais M. A., El-Hakim Selim M. A., *Knowledge, attitude, and practices regarding dietary supplements in Saudi Arabia*, J Family Med Prim Care, 2019 Feb; 8(2): 365-372.
16. Rovira M. A, Grau M., Castaner O., etc *Dietary Supplement Use and Health-Related Behaviors in a Mediterranean Population*, Nutr Educ Behav 2013; 45: 386-391.
17. Wangcharoen W., Amornlerdpison D., Mengumphon K., *Factors influencing dietary supplement consumption, A case study in Chiang Mai, Thailand*, Maejo Int. J. Sci. Technol. 2013, 7(01), 155-165.
18. Wybieralska K., *Determinants of the use of vitamin and mineral supplements and functional beverages by selected groups of consumer*, Probl Hig Epidemiol 2014, 95(1): 70-74.
19. Krejpcio Z, Staniek H., Chmielewska A., *Evaluation of the prevalence of dietary supplement consumption in selected groups of students*, Probl Hig Epidemiol 2013, 94(3): 622-625.
20. Hamulka J., Jeruszka-Bielak M., Górnicka M., i wsp., *Dietary Supplements during COVID-19 Outbreak*, Results of Google Trends Analysis Supported by PLifeCOVID-19 Online Studies, Nutrients 2021, 13, 54, <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/1/54> [dostęp: 20.07.2021 r.].
21. Žeželj S. P., Tomljanovic A., Jovanovic G. K., etc, *Prevalence, Knowledge and Attitudes Concerning Dietary Supplements among a Student Population in Croatia*, Int. J. Environ. Res. Public Health 2018, 15, 1058, doi:10.3390/ijerph15061058 [dostęp: 19.07.2021 r.].
22. Korzeniowska K., Pawlaczyk M., Jabłeczka A., *Pilot study assessing the use of dietary supplements improving the condition of skin and its appendages*, Farmacja Współczesna 2012, 5: 170-173.

23. Blumberg J. B., Frei B. B., Fulgoni III V. L., etc, *Impact of Frequency of Multi-Vitamin/Multi-Mineral Supplement Intake on Nutritional Adequacy and Nutrient Deficiencies in U.S. Adults*, *Nutrients* 2017, 9(8), 849, <https://doi.org/10.3390/nu9080849> [dostęp: 21.07.2021 r.].
24. Al. Tamimi J. Z., *Awareness of the Consumption of Dietary Supplements among Students in a University in Saudi Arabia*, *Journal of Nutrition and Metabolism* 2019, 12, 1-10.
25. Ciszek P., Duma P., *The analysis of the usage of dietary supplements and the awareness of threats resulting from their uptake among students of the university of Rzeszow*, *Bromat, Chem, Toksykol.* 2013, XLVI, 3, 404 – 412.
26. Szpringer M., Olędzka M., Kosecka J. i wsp., *Use of OTC medicines and dietary supplements by adult inhabitants of Kielce Region*, *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu* 2015, T 21, Nr 2, 163–167.
27. Prieto-Castillo L., Royo-Bordonada M. A., Moya-Geromini A., *Information search behaviour, understanding and use of nutrition labeling by residents of Madrid, Spain*, *Public Health* 2015, Volume 129, Issue 3, 226-236.

THE USE OF DIETARY SUPPLEMENTS IN THE FORM OF NUTRICOSMETICS AMONG POLISH WOMEN

Summary: Introduction: Consumers are increasingly taking care of their health through physical activity, good mental health and proper nutrition, which also affects their external appearance. Therefore, nutricosmetics are becoming more and more popular, the main purpose of which is to improve the condition of the skin, hair and nails. im of the study: To determine the behavior of taking nutricosmetics among women. Material and methods: The study involved 111 women aged 19-42, including dietetics students (66 people) and women attending beauty salons (45 people). The study was carried out using a questionnaire. Conclusions: Beauty dietary supplements were used by both women visiting beauty salons and students, which may suggest their high popularity. A high supply of vitamins and minerals contained in them can also be dangerous for the body.

Keywords: Nutricosmetics, dietary supplements, skin, hair, nails.

ALERGIE I NIETOLERANCJE POKARMOWE

Streszczenie: Częstotliwość występowania alergii i nietolerancji pokarmowych z roku na rok wzrasta. Ma to ścisły związek ze zmianami w nawykach żywieniowych, otoczeniu i środowisku. Patogeneza nadwrażliwości pokarmowych jest bardzo złożona. W pracy przyjęto podział ze względu na patomechanizm. Na podstawie obecnego stanu wiedzy przedstawiono podstawową terminologię i podział oraz genezę powstania alergii i nietolerancji pokarmowych. Omówiono alergeny pokarmowe i założenia leczenia dietetycznego.

Słowa kluczowe: Nietolerancje pokarmowe, alergie, nadwrażliwość pokarmowa.

WSTĘP

Spożywanie pokarmów to jedna z podstawowych czynności życiowych. Niekiedy zdarza się, że składnik pokarmowy, który jest powszechnie tolerowany przez społeczność, u niektórych ludzi wywołuje niepożądane reakcje. Dotyczą one dolegliwości ze strony układu pokarmowego, skóry, układu moczowego, narządu wzroku, układu oddechowego oraz układu krwionośnego. Nadwrażliwość pokarmowa to problem zarówno zdrowotny, jak i społeczny. Konieczne jest zatem podejmowanie wielokierunkowych działań przez wielu specjalistów, aby ułatwić funkcjonowanie choremu w życiu codziennym. Problem nadwrażliwości pokarmowej dotyczy około 20 % populacji krajów rozwiniętych. Dolegliwości związane z nasileniem nadwrażliwości pokarmowej, obniżają jakość życia chorego. W szczególnych przypadkach prowadzą do zagrożenia życia [Rymarczyk i in. 2009, s. 248-251].

Europejska Akademia Alergologii i Immunologii (EAACI, *European Academy of Allergy and Clinical Immunology*) w roku 1995 sklasyfikowała zaburzenia zdrowotne wywoływane spożywanym przez człowieka pokarmem.

Wyróżniono zasadnicze dwie grupy niepożądanych, nietoksycznych reakcji na pokarmy: alergie pokarmowe (z udziałem mechanizmów immunologicznych) oraz nietolerancje pokarmowe (z udziałem innych mechanizmów niż reakcja immunologiczna).

Głównym celem niniejszej pracy jest omówienie terminologii alergii pokarmowej i nietolerancji pokarmowej, a także omówienie patogenezy tej choroby oraz leczenia dietetycznego.

TERMINOLOGIA I PODZIAŁ

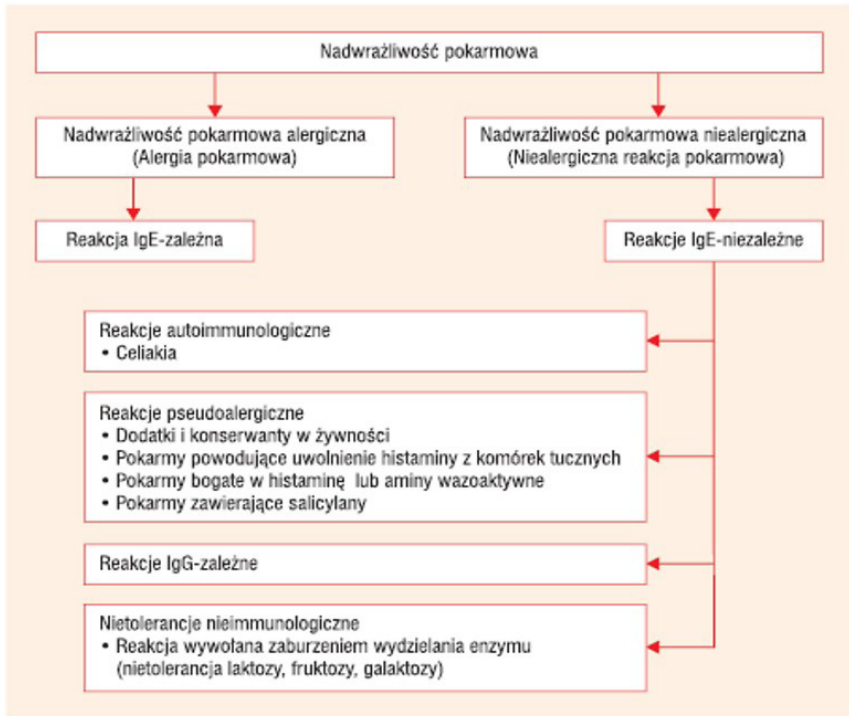
Termin alergia pochodzi z języka greckiego. To połączenie słowa „*allos*”, czyli zmieniony oraz „*ergon*” oznaczający reakcje. Pojęcie to zostało wprowadzone w 1906 roku przez Clemensa Pirqueta, austriackiego naukowca i lekarza pediatrę [Kruszewski 2005, s. 5-9].

Organizm ludzki w różny sposób reaguje na spożywany pokarm. Reakcja ta, może mieć charakter toksyczny lub nietoksyczny [Payne, Barker 2013, s. 53-71]. Reakcja toksyczna powstaje podczas spożycia nieodpowiedniej jakości żywności. Może dojść do zatrucia np. histaminą przy spożyciu nieprawidłowo przechowywanego jedzenia [Kurek 1998, s. 66-75]. Natomiast reakcja nietoksyczna związana jest z nietolerancją organizmu na określony składnik pokarmu. Objawy alergii pokarmowych występują po spożyciu danego składnika, na który chory jest uczulony. Zawsze występują w tej samej postaci [Schwarz, Carlsson 2003, s. 11-41].

World Allergy Organization (WAO) w 2003 r. zaproponowało podział nadwrażliwości pokarmowej na: alergie pokarmowe IgE-zależne i niealergiczne reakcje pokarmowe IgE-niezależne [Johansson S.G., i in. 2004, s. 832-836]. Nadwrażliwość pokarmowa ogólnie zdefiniowana jest jako powtarzalne objawy chorobotwórcze występujące w organizmie, do których dochodzi przez ekspozycję na dany bodziec, podany w dawce tolerowanej przez zdrowe osoby. Rysunek 1 przedstawia podział nadwrażliwości pokarmowej ze względu na patomechanizm.

Wyróżnia się nadwrażliwość pokarmową alergiczną i niealergiczną. Alergiczna postać jest to reakcja IgE-zależna. Natomiast niealergiczna jest to reakcja IgE-niezależna. Reakcje IgE-niezależne dzieli się na: reakcje autoimmunologiczne (np. celiakia – nietolerancja na gluten), reakcje pseudoalergiczne, reakcje IgG-zależne oraz nietolerancje nieimmunologiczne (wywołane zaburzeniem wydzielania enzymu np. nietolerancja laktozy).

Rysunek 1. Podział reakcji nadwrażliwości na pokarmy.



Źródło: [<https://journals.viamedica.pl>].

EPIDEMIOLOGIA

Nadwrażliwość pokarmowa stanowi istotny problem współczesnej ludności. Około 20% populacji zmienia swoją dietę pod wpływem nietolerancji lub alergii pokarmowych. Niepożądane reakcje organizmu mogą uaktywnić się w każdym wieku. Najczęściej problem rozwija się we wczesnym dzieciństwie [Valenta, Hochwallner, Linhart, Pahr 2015, s. 1120–1131]. Nadwrażliwość na pokarm i niedojrzałość śluzówki przewodu pokarmowego to jedna z przyczyn zachorowania. Prowadzi to do zaburzenia mechanizmu immunologicznego oraz zaburzenia równowagi poziomu limfocytów. Zwiększona liczba limfocytów zmniejsza tolerancję na pokarm [Kirjavainen, Apostolou, Salminen, Isolauri 1999, s. 909–915].

Ważnymi czynnikami powstawania alergii pokarmowych są czynniki środowiskowe i genetyczne. Do głównych czynników środowiskowych można zaliczyć: zanieczyszczenia środowiska, ekspozycję na dym tytoniowy,

niedobór witaminy D₃, nieodpowiednią dietę we wczesnym dzieciństwie, dużą ilość konserwantów i dodatków do żywności w spożywanych produktach oraz zbyt wczesne wprowadzanie do diety produktów potencjalnie alergizujących [Prescott, Allen 2011, s. 155-160]. Do czynników środowiskowych należy również pora roku w jakiej urodziło się dziecko. Wykazano, że dzieci urodzone wiosną rzadziej zapadają na alergie pokarmowe niż ich rówieśnicy urodzeni o innej porze roku. Na częstość pojawiania się reakcji alergicznych znaczący wpływ ma położenie geograficzne, ze względu na różne nawyki żywieniowe oraz sposób przygotowywania pokarmów [Sampson 2004, s. 805–819].

Głównym czynnikiem genetycznym zwiększającym ryzyko wystąpienia uczulenia na pokarmy jest dziedziczna atopia, czyli predyspozycja do alergii. Do czynników genetycznych zaliczyć można również mutacje genu np. kodującego filagrynę – białka pełniącego istotną funkcję w prawidłowym funkcjonowaniu bariery skóry oraz nabłonka [Pałgan, Bartuzi 2012, s. 385-387]. W przypadku enteropatii glutenowej, czyli tzw. celiakii do powstania choroby przyczynia się pozytywna odpowiedź organizmu na antygeny HLA (*human leukocyte antigen*). Antygeny HLA po połączeniu z peptydami pochodzącymi z gliadyn pszenicy powodują zwielokrotnienie odpowiedzi komórek tucznych [Protasiewicz, Iwaniak 2014, s. 238].

W zależności od rodzaju nietolerancji pokarmowej występują objawy m.in. skórne (wysypka, pokrzywka, obrzęk naczynioruchowy), nieprawidłowe funkcjonowanie układu oddechowego, zaburzenia trawienia i wchłaniania [Protasiewicz, Iwaniak 2014, s. 238]. Innymi objawami mogą być również: zaburzenia snu, migrena, przewlekłe zmęczenie oraz obrzęki stóp i dłoni [Chórek-Borowska, Wiśniewski 1993]. Częstość występowania zaburzeń alergicznych związana jest z wiekiem. Potocznie nazywa to się „marszem alergicznym”. U dzieci dominują alergie pokarmowe i atopowe zapalenie skóry, natomiast u dorosłych astma i alergiczny nieżyt nosa [Skypala 2011, s. 1877-1891]. Nietolerancje IgE-zależne w większości przypadków nabywa się w pierwszych 2 latach życia. Nietolerancja pokarmowa u dorosłych często jest pozostałością po okresie dzieciństwa, rzadziej zdarza się, że jest nabyta w okresie dorosłym.

PATOGENEZA ALERGII POKARMOWEJ

W patogenezie alergii pokarmowej główną rolę odgrywa system immunologiczny. Antygeny, czyli substancje wnikające z zewnątrz, wywołują wytwarzanie przeciwciał z którymi tworzą kompleksy antygen-przeciwciało. Jeśli

jednak organizm wytworzy nadmierną liczbę przeciwciał, wtedy dochodzi do reakcji zapalnych objawiających się alergią. Reakcje alergiczne wytwarzają przede wszystkim klasy przeciwciał, a w szczególności IgE. Głównie narażone na powstawanie alergii są osoby obciążone genetycznie atopią [Ciborowska, Rudnicka 2018, s. 620].

W powstawaniu reakcji alergicznych wyróżnia się cztery mechanizmy. Klasyfikacja ta została zaproponowana przez Roberta Coombsa i Philipa Gella. Różnią się między innymi czasem powstawania objawów chorobowych. Pierwszy mechanizm dominuje w alergiach pokarmowych. Wyjaśnia powstawanie nadwrażliwości IgE-zależnej. Nazywany jest reakcją anafilaktyczną, czyli natychmiastową. Objawy występują maksymalnie do 2 godzin po kontakcie z alergenem [Lasek, Gołąb, Jakóbsiak, (red.) 2004, s. 288-302]. Najczęściej występują swędzące zmiany skórne. Organizm ekspozycyjny na alergen, wywołuje reakcje powstawania przeciwciał IgE. Po ponownym kontakcie, alergen wiąże się z przeciwciałami IgE znajdującymi się na komórkach tucznych tkanki łącznej. Pod wpływem tego wiązania dochodzi do degranulacji mastocytów. W wyniku rozpadu uwalnia się histamina i inne mediatory zapalenia (np. cytokiny, leukotrieny, prostaglandyny). Do tego typu reakcji należą m.in. astma alergiczna, alergiczna pokrzywka oraz anafilaksja [Ciborowska, Rudnicka 2018, s. 621].

Kolejne trzy mechanizmy wyjaśniają patogenezę powstawania nadwrażliwości IgE-niezależnej [Asero, i in. 2002, s. 937-938]. Drugi mechanizm, tzw. cytotoksyczny polega na tym, że po kontakcie z alergenem w organizmie powstają przeciwciała IgG i IgM. Przeciwciała te uszkadzają komórki, a przy kolejnym kontakcie niszczą je. Przykładem takiej reakcji jest polekowa niedokrwistość hemolityczna. Trzeci mechanizm wywołany jest przez kompleksy immunologiczne. Alergen powoduje powstawanie dużej ilości przeciwciał IgG i IgM, które wiążą się tylko z alergenem, tworząc kompleksy. Powstałe kompleksy odkładają się w narządach prowadząc do ich uszkodzenia. Czwarty mechanizm to typ komórkowy opóźnionej nadwrażliwości. Objawy występują dopiero po 48 godzinach od kontaktu z alergenem. Biorą w tym udział uczulone limfocyty T i wydzielane przez nie cytokiny [Aderbal S., i in. 2003, s. 71-76].

NIETOLERANCJE POKARMOWE

Nietolerancja pokarmowa to niepożądana reakcja organizmu na spożywany pokarm. Przypomina alergię. Różnica polega na tym, że nie angażuje

systemu immunologicznego i nie występuje degranulacja komórek tucznych. Nietolerancja objawia się wolniej niż alergia i jej objawy są zróżnicowane. Wywołana jest przede wszystkim przez pokarmy często spożywane w dużych ilościach [Johansson, i in. 2001, s. 813-824]. Nietolerancje pokarmowe występują znacznie częściej niż alergie pokarmowe [Lack 2008, s. 1252-1260]. Ich objawy przebiegają łagodniej.

Nietolerancje pokarmowe dzieli się na: nietolerancje farmakologiczne, enzymatyczne i idiopatyczne. Nietolerancje enzymatyczne powoduje brak enzymów, co skutkuje zaburzeniami wchłaniania węglowodanów. Przyczynami nietolerancji enzymatycznych są głównie zakażenia bakteryjne i infekcje pasożytnicze (lamblioza, tasiemczyca, giardioza). Mogą mieć podłoże genetyczne (mutacje, polimorfizmy) lub wynikać z chorób układu pokarmowego [Michalczuk, Sybilski 2010, s. 189-193]. Nietolerancje pokarmowe o podłożu genetycznym są w DNA stałe, dlatego jedynym leczeniem jest eliminacja z jadłospisu szkodliwego składnika na stałe. Najczęstszymi defektami enzymatycznymi są: nietolerancja laktozy (spowodowana brakiem lub niedoborem enzymu β -galaktozydazy), nietolerancja sacharozy, fawizm, fruktozemia i galaktozemia.

Nietolerancje farmakologiczne są spowodowane substancjami zawartymi w żywności, szczególnie związkami dodawanymi w celu konserwowania i podczas przetwarzania żywności [Małgorzewicz 2016, s. 62-68]. Do substancji wywołujących nietolerancje farmakologiczne zaliczymy: histaminę, tyraminę, serotoninę, tryptaminę i fenyloetyloaminę [Czerwonka-Szaflarska, Zielińska-Duda 2009, s. 577-584].

Nietolerancje idiopatyczne spowodowane są spożyciem pokarmów zawierających m.in. barwniki, konserwanty spożywcze i przeciwutleniacze. Reakcje mogą powstawać w mechanizmie immunologicznym lub na skutek reakcji psychogennych [Michalczuk, Sybilski 2010, s. 191].

Odróżnienie nietolerancji pokarmowej od reakcji alergicznej jest dość trudne, ze względu na podobieństwo symptomów. Ten sam produkt może zawierać związki farmakologiczne odpowiedzialne za występowanie nadwrażliwości niealergicznej oraz alergeny.

ALERGENY POKARMOWE

Alergen można zdefiniować jako substancję posiadającą zdolność wywołania reakcji alergicznej u danej osoby. Alergeny głównie są pochodzenia białkowego. Inne substancje dopiero po połączeniu w organizmie z białkiem,

mogą stać się alergenem wywołującym reakcje alergiczne [Czarnecki, Targoński 2002, s. 21].

Alergeny pokarmowe dzieli się na pochodzenia zwierzęcego i roślinnego. Potencjalne alergenne białka znajdują się we wszystkich grupach żywności. Większość alergenów znajduje się w produktach najczęściej spożywanych, np. w jajach, produktach mlecznych, produktach mącznych, warzywach strączkowych, warzywach, owocach i orzechach. A także w owocach morza, zbożach i mięsie [Astwood, Fuchs 1996, s. 219]. U niektórych osób reakcja alergiczna może wystąpić po spożyciu śladowej ilości alergenu pokarmowego [Ferguson 1997, s. 33]. U dzieci najczęstszym alergenem są: mleko, pszenica, orzechy, jaja i soja. U dorosłych natomiast orzechy, ryby i skorupiaki [American Academy of Allergy 2000].

Istnieje możliwość występowania reakcji krzyżowych. Mogą one występować pomiędzy produktami pochodzącymi z tych samych grup produktów (tabela 1). Jeśli chory jest uczulony na np. cytryny, to powinien uważać również na inne owoce cytrusowe (pomarańcze, grejpfruty, pomelo, mandarynki) [Metcalf, Sampson, Simon 1997]. Planowanie diety chorego na alergię wymaga zwrócenia szczególnej uwagi na powiązania filogenetyczne występujące pomiędzy różnymi produktami spożywczymi.

Tabela 1. Produkty dające reakcje krzyżowe.

| Produkty | Inne produkty pochodzące z tej samej grupy, wywołujące alergie krzyżowe |
|-----------------|---|
| Jabłko | Morele, gruszki, wiśnie, jeżyna, śliwki, brzoskwinie |
| Ziemniaki | Melon, papryka, pomidor |
| Orzechy | Pistacje, mango |
| Cebula | Szparagi, czosnek, por, szczypiorek |
| Pszenica | Proso, kukurydza, inne gatunki zbóż |
| Zielony groszek | Soja, soczewica, fasola, orzeszki ziemne |
| Cytryny | Pomarańcze, grejpfruty, pomelo, mandarynki |

Źródło: Opracowanie własne.

Pozorna alergia pokarmowa, tzw. pseudoalergia to niepożądana reakcja na pokarm, którego składnik degranuluje komórkę tuczna bez udziału układu odpornościowego [Ciborowska, Rudnicka 2018, s. 624]. Pseudoalergia to nietolerancja histaminy i innych amin biogennych. Produktami mogącymi wywołać tego typu reakcję są: dojrzewające sery, tłuste ryby (łosoś, makrela), piwo, wino, truskawki, salami, szpinak i banany, pomidory, awokado i fermentowana żywność. W pseudoalergiach należy wykluczyć całkowicie z diety szkodliwy składnik. Wywołują one objawy podobne do alergii pokarmowych,

takie jak: pokrzywka, świąd, atopowe zapalenie skóry, duszności czy katar.

LECZENIE DIETETYCZNE

Problem występowania nadwrażliwości pokarmowych u ludzi rozpatrywany jest na wielu płaszczyznach. Głównym celem jest poprawa jakości życia chorych. Należy postawić odpowiednią diagnozę i wykonać testy medyczne, określające składnik wywołujący niepożądane reakcje. Kluczowy jest dokładny wywiad z pacjentem. Uzyskane informacje porównuje się z testami diagnostycznymi. Najczęściej stosowane są: punktowe testy skórne, badanie przedmiotowe, oznaczenie stężenia sIgE w krwi, próby prowokacji oraz molekularna diagnostyka alergii i badania genetyczne.

Leczenie zarówno nietolerancji, jak i alergii pokarmowej polega przede wszystkim na wyeliminowaniu z diety szkodliwego składnika, który wywołuje objawy chorobowe. W długotrwałym leczeniu stosuje się leki przeciwhistaminowe, probiotyki oraz doustną immunoterapię alergenową [Bayer, Wahn 2008, s. 553-556]. W zależności od intensywności objawów po pewnym czasie wprowadza się ponownie alergizujący składnik do diety, aby sprawdzić reakcję organizmu na alergen. Należy wprowadzać go stopniowo i w niewielkich ilościach. W przypadku celiakii produkty zawierające gluten, należy zamienić na produkty bezglutenowe [Darewicz, Dziuba 2007, s. 5-15]. Obecnie jest ich szeroka gama na rynku spożywczym. Celiakia jest to autoimmunologiczna choroba o podłożu genetycznym charakteryzująca się nietolerancją glutenu. Choroba ta ujawnia się w każdym wieku, jednak najczęściej chorują na nią kobiety. Często współistnieje ona z innymi chorobami autoimmunologicznymi, takimi jak cukrzyca insulinozależna.

U dzieci w profilaktyce alergii i nietolerancji pokarmowych zaleca się karmienie piersią co najmniej przez okres 6 miesięcy. U niemowląt karmionych piersią, zaleca się przez matkę stosowanie diety eliminacyjnej. Natomiast, gdy jest to niemożliwe stosuje się preparaty hipoalergiczne, oparte na hydrolizatach białkowych. Wraz z wiekiem należy stopniowo wprowadzać nowe pokarmy.

Suplementy diety również mogą stanowić zagrożenie w zakresie nadwrażliwości pokarmowych, ze względu na zawarte w nich składniki aktywne (np. kazeina, laktoza, substancje farmakopealne), jak i substancje dodatkowe wchodzące w skład osłonek, opakowań czy też wypełniające produkt (np. substancje glazurujące, przeciwbrylające, przeciwutleniające i barwniki).

Dlatego u osób z nadwrażliwością pokarmową przed włączeniem do diety suplementów należy dokładnie zapoznać się z ich składem.

PODSUMOWANIE

Z roku na rok wzrasta liczba osób cierpiąca na nadwrażliwości pokarmowe. Schorzenie te zaliczane jest do chorób cywilizacyjnych. Jest to problem wielopłaszczyznowy. Obejmuje on opiekę medyczną, dietetyczną oraz aspekty społeczne. Występowanie alergii i nietolerancji pokarmowych uzależnione jest od kilku czynników, należą do nich: predyspozycje genetyczne, region zamieszkania i nawyki żywieniowe. Uważa się, że wzrost udziału w diecie wysoko przetworzonych produktów, przyczynia się do zwiększenia częstości zachorowań na alergię i nietolerancje pokarmowe. Prawidłowo przygotowana dieta jest kluczowa w profilaktyce chorób dietozależnych, w tym nadwrażliwości pokarmowych. Obecnie rozwój produkcji żywności i jej oznaczenia przyczyniają się do poprawy jakości życia chorych. Na mocy dyrektywy nr 2003/89/WE z dnia 10 listopada 2003 roku wprowadzono obowiązek umieszczania na etykietach produktów żywnościowych informacji o obecności w nim składników alergicznych. Jednakże życie z alergią i nietolerancją pokarmową wymaga ciągłego kształcenia się, ponieważ jest to proces długotrwały.

BIBLIOGRAFIA

1. Aderbal S., i in., *IgE and non-IgE food allergy*, Ann Allergy Asthma Immunology, nr 90, 2003.
2. American Academy of Allergy, *Asthma and Immunology: The allergy report*, USA, 2000.
3. Asero R., *Food additives intolerance: A possible cause of perennial rhinitis*, Journal Allergy Clinical Immunology, nr 110, 2002.
4. Astwood J. D., Fuchs R. L., *Preventing food allergy: Emerging technologies*, Trends Food Science Technology, nr 7, 1996.
5. Beyer K., Wahn U., *Oral immunotherapy for food allergy in children*, Allergy Clinical Immunology, nr 8, 2008.
6. Chórek-Borowska S., Wiśniewski K., *Farmakoterapia chorób alergicznych*, Wydawnictwo PZWL, Warszawa 1993.

7. Ciborowska H., Rudnika A., *Dietetyka. Żywnienie człowieka zdrowego i chorego*, Wydawnictwo PZWL 2018.
8. Czarnecki T., Targoński Z., *Alergeny i alergie pokarmowe*, Żywność, nr 1(30), 2002.
9. Czerwonka-Szaflarska M., Zielińska-Duda H., *Allergy and food intolerance in children*, Family Medicine and Primary Care reviews, nr 11, 2009.
10. Darewicz M., Dziuba J., *Dietozależny charakter enteropatii pokarmowych na przykładzie celiakii*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, nr 1(50), 2007.
11. Ferguson A., *Symptoms and manifestations of food allergy, with particular relevance to gut*, Environment Toxicology and Pharmacology, nr 4, 1997.
12. Johansson S. G., i in. *Revised nomenclature for allergy for global use: report of the Nomenclature review Committee of the World Allergy Organization, October 2003.*, Journal Allergy Clinical Immunology, nr 113, 2004.
13. Johansson S. G., i in., *A revised nomenclature for allergy. An EAACI position statement from the EAACI nomenclature task force*, Allergy, nr 56, 2001.
14. Kirjavainen P. V., Apostolou E., Salminen S. J., Isolauri E., *New aspects of probiotics — a novel approach in the management of food allergy*, Allergy nr 54, 1999.
15. Kurek M., *Alergia i pseudoalergia pokarmowa młodzieży i osób dorosłych*, Alergia Astma Immunologia, nr 3(2), 1998.
16. Lack G., *Food allergy*, The New England Journal of Medicine, nr 359, 2008.
17. Lasek W., Gołąb J., Jakóbisiak M. (red.), *Immunologia*, Wydawnictwo PWN 2004.
18. Małgorzewicz S., *Diagnostyka niepożądanych reakcji na pokarm*, Forum Zaburzeń Metabolicznych, nr 2(7), 2016.
19. Metcalfe D. D., Sampson H. A., Simon R. A., *Food allergy: adverse reactions to foods and food additives*, Blackwell Science, Inc., nr 2, 1997.

20. Michalczuk M., Sybilski A. J., *Nietolerancje pokarmowe*, *Pediatryczna Medycyna Rodzinna*, nr 3(6), 2010.
21. Nowicka-Jasztal A., Bryl E., *Nadwrażliwość na pokarmy — choroba XXI wieku?*, https://journals.viamedica.pl/forum_medycyny_rodzinnej/article/view/45422/37337 [dostęp: 08.08.2021 r.].
22. Pałgan K., Bartuzi Z., *Czynniki genetyczne i środowiskowe w rozwoju alergii na pokarmy*, *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, nr 66, 2012.
23. Payne A., Barker H., *Dietetyka i żywienie kliniczne*, Elsevier Urban and Partner, 2013.
24. Prescott S. L., Allen K. J., *Food allergy: riding the second wave of the allergy epidemic*, *Pediatric Allergy and Immunology*, nr 22, 2011.
25. Protasiewicz M., Iwaniak A., *Alergie pokarmowe i Alergeny żywności*, *Bro-matologia i chemia toksykologiczna*, nr 2, 2014.
26. Rymarczyk B., i in., *Częstość występowania i charakterystyka reakcji nadwrażliwości na pokarmy w populacji śląskiej badanie ankietowe*, *Alergia Astma Immunologia*, nr 14(4), 2009.
27. Sampson H. A. *Update on food allergy*, *J. Allergy Clinical Immunology*, nr 113, 2004.
28. Schwarz G., Carlsson S., *Alergie pokarmowe. Przyczyny, rozpoznawanie, prawidłowe odżywianie*, Wydawnictwo PZWL, Warszawa 2003.
29. Skypala I., *Adverse food reactions – an emerging issue for adults*, *Journal of the American Dietetic Association*, nr 111(12), 2011.
30. Valenta R., Hochwallner H., Linhart B., Pahr S., *Food Allergies: The Basics*, *Gastroenterology*, nr 148(6), 2015.

ALLERGIES AND FOOD INTOLERANCES

Summary: The incidence of food allergies and intolerances is increasing over the years. There are changes in eating habits, the setting and the environment. The pathogenesis of food hypersensitivity is very complex. The study adopts the division into pathomechanism. Based on the current state of knowledge, the basic terminology and classification as well as the pathogenesis of food allergies and intolerances, food allergens and dietary treatment are discussed.

Keywords: Food intolerances, allergies, food hypersensitivity

ANTYOKSYDANTY
JAKO SUPLEMENTY DIETY –
KORZYŚCI I ZAGROŻENIA W PRAKTYCE
KLINICZNEJ ZE SZCZEGÓLNYM
UWZGLĘDNIENIEM CHOROÓB SERCOWO-
NACZYNIOWYCH I ALERGICZNYCH
CZĘŚĆ I WITAMINA E, WITAMINA C, KWASY
TŁUSZCZOWE OMEGA-3 I OMEGA-6

Streszczenie: Wśród licznych suplementów diety, powszechnie dostępnych w sprzedaży, znajdują się preparaty zawierające związki będące antyoksydantami. Przeciętnemu konsumentowi nasuwa się pytanie, które z tych preparatów należałoby regularnie suplementować i czy spożywanie tych substancji w zalecanych dawkach przyniesie oczekiwane korzyści, a jednocześnie nie będzie wiązało się z negatywnym wpływem na zdrowie. Rozdział ten przedstawia wyniki badań naukowych dotyczących wpływu suplementacji dostępnych i popularnych na rynku antyoksydantów w postaci witamin E i C oraz kwasów tłuszczowych omega-3 i omega-6, w aspekcie ich korzyści, jak również zagrożenia wynikającego z przyjmowania tych substancji. Uwzględniono wpływ tych antyoksydantów, jako suplementów diety, szczególnie w chorobach układu sercowo-naczyniowego oraz w chorobach alergicznych, w których stres oksydacyjny ma duże znaczenie.

Słowa kluczowe: Antyoksydanty, suplementy diety, choroby sercowo-naczyniowe, choroby alergiczne.

RFT – reaktywne formy tlenu, **GPX** - (ang. *glutathione peroxidase*) - peroksydaza glutationowa, **CRP**- białko C-reaktywne, **IL-6** - interleukina-6, **IL-1 β** – interleukina - 1 β , **TNF- α** – (ang. *tumor necrosis factor α*) – czynnik

¹ Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Pneumonologii i Alergologii Uniwersytetu medycznego im. Piastów Śląskich we Wrocławiu.

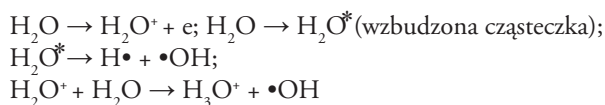
martwicy nowotworów, **PPD** - p-fenylenodiaminy, **EPA** - kwas eikozapentaenowy, **DHA** - kwas dokozaheksaenowy, **ALA** - kwas α -linolenowy, **PUFA** (ang. *polyunsaturated fatty acids*) - wielonienasycone kwasy tłuszczowe, **PM** (ang. *particulate matter*) – cząstki stałe, **LDL** (ang. *low-density lipoprotein*) - lipoproteiny o niskiej gęstości.

WSTĘP

Stres oksydacyjny został zdefiniowany przez Helmuta Sies z Uniwersytetu w Düsseldorfie jako brak równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej na korzyść reakcji utleniania. Do stresu oksydacyjnego dochodzi, kiedy komórki, tkanki lub organizmy są ekspozycjonowane na dodatkowe źródła reaktywnych form tlenu (RFT) lub wskutek ich zwiększonej endogennej produkcji, np. w nadczynności tarczycy. Udowodniono, że stres oksydacyjny wiąże się z występowaniem i rozwojem wielu chorób², w tym chorób układu sercowo-naczyniowego³, przyczynia się do powstawania i progresji nowotworów⁴ oraz bierze udział w procesie starzenia się organizmu⁵. Wzmocnienie obrony organizmu przeciwko RFT może przeciwdziałać efektom stresu oksydacyjnego⁶.

Reaktywne formy tlenu występują w wodzie i powietrzu, ale mogą być także produkowane przez organizmy żywe wskutek oddziaływania zewnętrznych czynników fizycznych. Najczęstsze procesy, które prowadzą wytworzenia RFT, to:

- 1) promieniowanie jonizujące, które powoduje jonizację i wzbudzenie cząsteczek wody (radiolizę), a wynikiem tego jest wytworzenie rodników hydroksylowych:



² G. Bartosz, *Druga twarz tlenu*, Warszawa 2003.

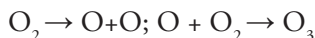
³ T. Xu, W. Ding, X. Ji, X. Ao, Y. Liu, W. Yu, J. Wang, *Oxidative Stress in Cell Death and Cardiovascular Diseases*, „Oxidative Medicine and Cellular Longevity” 4 listopada 2019, t. 2019, s. 1-11, <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2019/9030563/>.

⁴ J. E. Klaunig, *Oxidative Stress and Cancer*, „Current pharmaceutical design” 2018, t. 24, nr 40, s. 4771-4778, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30767733>.

⁵ A. V. Kudryavtseva, G. S. Krasnov, A. A. Dmitriev, B. Y. Alekseev, O. L. Kardymon, A. F. Sadrudinova, M. S. Fedorova, A. V. Pokrovsky, N. V. Melnikova, A. D. Kaprin, A. A. Moskalev, A. V. Snezhkina, *Mitochondrial dysfunction and oxidative stress in aging and cancer*, „Oncotarget” 19 lipca 2016, t. 7, nr 29, s. 44879-44905, <https://www.oncotarget.com/lookup/doi/10.18632/oncotarget.9821>.

⁶ G. Bartosz, *Druga twarz tlenu*, Warszawa 2003.

- 2) promieniowanie nadfioletowe, prowadzi do wzbudzenia, jonizacji lub rozpadu cząsteczek wody,
- 3) wysoka temperatura i wyładowania atmosferyczne powodują rozpad cząsteczek tlenu na atomy, które reagują z innymi cząsteczkami tlenu tworząc ozon O₃:



Ozon, będący częstym składnikiem smogu, jest także reaktywną formą tlenu. Ozon w roztworach wodnych rozpada się i tworzy rodniki •OH, HO₂• oraz H₂O₂⁷.

Pierwsza praca na temat wolnych rodników została opublikowana przez Denhama Harmana w 1956r⁸, z teorii tego badacza wynika, że wolne rodniki produkowane przez mitochondria jako produkty uboczne ich normalnego metabolizmu atakują później składniki komórki. Rok po opublikowaniu artykułu Harmana, inny badacz, Mills opisał czynnik, który współdziałał z glutationem w celu ochrony hemoglobiny obecnej w erytrocytach przed rozpadem oksydacyjnym. Czynnik ten został nazwany peroksydazą glutationową (GPX, ang. glutathione peroxidase), a ponadto opisano, że jest on głównym enzymem zaangażowanym w detoksykację nadtlenu wodoru⁹. W 1972r. Harman zaproponował pogląd, że długość życia ssaków zależy od genetycznej regulacji szybkości wykorzystania tlenu i zasugerował tzw. „teorię starzenia się mitochondrialnych wolnych rodników: „the Mitochondrial Free Radical Theory of Aging”¹⁰. Produktem mitochondrialnego metabolizmu oksydacyjnego jest wysoce reaktywny i niestabilny tlen, który może utleniać wiele cząsteczek i tworzyć RFT¹¹.

Przedstawione powyżej badania stanowiły podwaliny do dalszych prac poszukujących związków, mogących przeciwdziałać szkodliwym wpływom na tkanki organizmów reaktywnych form tlenu RFT. Takimi związkami są przeciwutleniacze, inaczej antyutleniacze. Terminem antyutleniacze /

⁷ K. L. Puzanowska-Tarasiewicz, Starczewska B., *Reaktywne formy tlenu*, „Bromat.Chem. Toksykol” 2008, t. XLI, nr 4, s. 1007-1015.

⁸ D. Harman, *Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry*, „Journal of gerontology” lipca 1956, t. 11, nr 3, s. 298-300, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13332224>.

⁹ G. C. Mills, *Hemoglobin catabolism. I. Glutathione peroxidase, an erythrocyte enzyme which protects hemoglobin from oxidative breakdown*, „The Journal of biological chemistry” listopada 1957, t. 229, nr 1, s. 189-97, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13491573>.

¹⁰ D. Harman, *The biologic clock: the mitochondria?*, „Journal of the American Geriatrics Society” kwietnia 1972, t. 20, nr 4, s. 145-7, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5016631>.

¹¹ P. D. Ray, B.-W. Huang, Y. Tsuji, *Reactive oxygen species (ROS) homeostasis and redox regulation in cellular signaling*, „Cellular signalling” maja 2012, t. 24, nr 5, s. 981-90, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22286106>.

przeciwutleniacze określono grupę związków chemicznych, które już w niskich stężeniach hamują (wygaszają) lub opóźniają utlenianie danej substancji. Związki te wpływają na zrównoważenie negatywnych skutków czynników utleniających i ochronę komórek przed uszkodzeniem oksydacyjnym¹².

Wyróżnia się dwie duże grupy antyoksydantów: endogenne, które są wytwarzane przez organizm oraz egzogenne, pochodzące ze źródeł dietetycznych. Antyoksydanty można podzielić również na enzymatyczne i nieenzymatyczne. Antyoksydanty endogenne enzymatyczne to: katalaza (CAT, ang. catalase), reduktaza glutationowa (GR, ang. glutathione reductase), peroksydaza glutationowa (GPX, ang. glutathione peroxidase), dysmutaza ponadtlenkowa (SOD, ang. superoxide dismutase)¹³. Antyoksydanty nieenzymatyczne obejmują składniki odżywcze, które nie są wytwarzane przez organizm, dlatego muszą być dostarczane w diecie¹⁴. Naturalne przeciwutleniacze znajdują się m.in. w owocach, warzywach, rybach, a spożywane w tych produktach, pełnią ważną funkcję neutralizującą stres oksydacyjny¹⁵. Związki te znajdują się także w suplementach diety, witaminowych i/lub mineralnych, których spożycie gwałtownie wzrosło w ciągu ostatnich dziesięcioleci.

Udowodnienie szkodliwego działania stresu oksydacyjnego na komórki skłoniło badaczy do oceny efektu terapii antyoksydacyjnej. Z badań wynika, że nie zawsze obserwuje się korzystny efekt terapii antyoksydacyjnej, a czasami może ona prowadzić nawet do zwiększenia śmiertelności. Wykazano tym samym, że stres oksydacyjny może być zarówno korzystny, jak i szkodliwy dla organizmu, ponieważ niektóre RFT są cząsteczkami sygnałowymi w komórkowych szlakach sygnałowych. Obniżenie poziomu stresu oksydacyjnego przez suplementy antyoksydacyjne może nie być korzystne, gdyż powinna być zachowana równowaga w organizmie pomiędzy RFT,

¹² M. Valko, D. Leibfritz, J. Moncol, M. T. D. Cronin, M. Mazur, J. Telser, *Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease*, „The international journal of biochemistry & cell biology” 2007, t. 39, nr 1, s. 44-84, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16978905>.

¹³ V. Lubrano, *Enzymatic antioxidant system in vascular inflammation and coronary artery disease*, „World Journal of Experimental Medicine” 2015, t. 5, nr 4, s. 218, <http://www.wjgnet.com/2220-315X/full/v5/i4/218.htm>.

¹⁴ V. Cammisotto, C. Nocella, S. Bartimoccia, V. Sanguigni, D. Francomano, S. Sciarretta, D. Pastori, M. Peruzzi, E. Cavarretta, A. D’Amico, V. Castellani, G. Frati, R. Carnevale, Sm. Group, *The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors*, „Antioxidants” 20 stycznia 2021, t. 10, nr 2, s. 146, <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/2/146>.

¹⁵ A. M. Pisoschi, A. Pop, *The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review.*, „European journal of medicinal chemistry” 5 czerwca 2015, t. 97, s. 55-74, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25942353>.

a przeciwutleniaczami. Obie skrajności, zarówno przewaga stresu oksydacyjnego, jak i antyoksydantów, są szkodliwe¹⁶.

Opis negatywnych skutków antyutleniaczy znajduje się na przykład w pracy Poljsak i Milisav z 2012r. Zasugerowali oni, że istnieją potencjalnie szkodliwe skutki tzw. „stresu antyoksydacyjnego” zwłaszcza w przypadku nadmiernej konsumpcji syntetycznych przeciwutleniaczy. Przeciwutleniacze mogą neutralizować RFT i zmniejszać stres oksydacyjny, jednak nie zawsze jest to korzystne w odniesieniu do postawania lub progresji choroby (np. raka) lub do opóźniania procesu starzenia¹⁷.

Według badacza, Barry Halliwell, zwiększone powstawanie RFT może implikować rozwój nowotworu złośliwego, a „normalne” tempo powstawania RFT może odpowiadać za zwiększone ryzyko rozwoju nowotworów związanych z wiekiem, do których zalicza się przede wszystkim: raka jelita grubego, odbyticy, prostaty, piersi¹⁸.

Należy zatem podkreślić, że zarówno stres oksydacyjny, jak antyoksydanty prowadzą do zaburzenia równowagi antyoksydacyjnej i mogą być szkodliwe dla organizmu prowadząc do karcenogenezy i starzenia. Dzieje się tak ponieważ rola RFT jest złożona. Przewlekły stan zapalny predysponuje do rozwoju nowotworu złośliwego, a RFT mogą działać przeciwwzajemnie¹⁹.

Wyniki badań klinicznych dotyczących przyjmowania egzogennych przeciwutleniaczy są sprzeczne. Dozowanie do komórek egzogennych przeciwutleniaczy może zmniejszyć tempo syntezy lub wychwytu przeciwutleniaczy endogennych, dzięki czemu całkowity „potencjał antyoksydacyjny komórki” pozostanie niezmienny.

Cutler wprowadził tzw. „model kompensacji stresu oksydacyjnego”, który miał tłumaczyć, dlaczego suplementy diety zawierające przeciwutleniacze mają minimalny wpływ na długowieczność. Badacz ten wyjaśnił, że większość

¹⁶ Borut Poljsak, D. Šuput, Irina Milisav, *Achieving the Balance between ROS and Antioxidants: When to Use the Synthetic Antioxidants*, „Oxidative Medicine and Cellular Longevity” 2013, t. 2013, s. 1-11, <http://www.hindawi.com/journals/omcl/2013/956792/>.

¹⁷ B. Poljsak, I. Milisav, *The Neglected Significance of “Antioxidative Stress”*, „Oxidative Medicine and Cellular Longevity” 2012, t. 2012, s. 1-12, <http://www.hindawi.com/journals/omcl/2012/480895/>.

¹⁸ B. Halliwell, *Effect of diet on cancer development: is oxidative DNA damage a biomarker?1,2* *This article is part of a series of reviews on “Oxidative DNA Damage and Repair”, The full list of papers may be found on the homepage of the journal. 2Guest Editor: Miral Dizd*, „Free Radical Biology and Medicine” maja 2002, t. 32, nr 10, s. 968-974, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891584902008080>; *Oxidative stress and cancer: have we moved forward?*, „Biochemical Journal” 1 stycznia 2007, t. 401, nr 1, s. 1-11, <https://portlandpress.com/biochemj/article/401/1/1/42166/Oxidative-stress-and-cancer-have-we-moved-forward>.

¹⁹ Ibidem.

ludzi jest w stanie utrzymać swój ustalony poziom stresu oksydacyjnego, nawet jeśli spożywają dodatkowe suplementy antyoksydacyjne; innymi słowy, nie ma dalszego zmniejszenia stresu oksydacyjnego²⁰. Osoby, które spożywają nadmierne ilości suplementów antyoksydacyjnych, mogą wejść w stan „stresu antyoksydacyjnego”. Jeśli konsumpcja suplementów antyoksydacyjnych obniży poziom wolnych rodników, może to zakłócić działanie układu odpornościowego w walce z patogennymi mikroorganizmami i podstawowymi mechanizmami obronnymi do usuwania uszkodzonych komórek, w tym przedrakowych i rakowych²¹.

Tradycyjne diety zazwyczaj zawierają bezpieczne poziomy witamin, dlatego suplementy antyoksydacyjne o wysokim poziomie antyutleniaczy mogą zaburzyć tę ważną fizjologiczną równowagę między tworzeniem i neutralizacją wolnych rodników tlenowych²².

Obecne w suplementach diety antyutleniacze były i nadal są przedmiotem wielu badań naukowych oceniających wpływ tych związków na zdrowie.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie działania na organizm człowieka powszechnie stosowanych antyoksydantów będących suplementami diety lub lekami. Szczególną uwagę zwrócono na wpływ suplementacji antyoksydantów takich jak: witamina C, witamina E, kwasy tłuszczowe omega-3 i omega-6, w chorobach układu sercowo-naczyniowego i w chorobach alergicznych. Przedstawione informacje poparte są wynikami badań naukowych.

WITAMINA E

Witamina E należy do grupy organicznych związków chemicznych, rozpuszczalnych w tłuszczach, w skład których wchodzi tokoferole i tokotrienole. Ich wspólną cechą jest obecność dwupierścieniowego szkieletu 6-hydroksychromanu oraz łańcucha bocznego zbudowanego z 3 jednostek izoprenowych. Znanych jest osiem naturalnie występujących homologów tej witaminy, wśród których wymienia się α -, β -, γ -, δ -tokoferole oraz ich odpowiedniki w postaci α -, β -, γ -, δ -tokotrienoli²³.

²⁰ Borut Poljsak, D. Šuput, Irina Milisav, *Achieving the Balance between ROS and Antioxidants: When to Use the Synthetic Antioxidants*, „Oxidative Medicine and Cellular Longevity” 2013, t. 2013, s. 1-11, <http://www.hindawi.com/journals/omcl/2013/956792/>.

²¹ R. I. Salganik, *The Benefits and Hazards of Antioxidants: Controlling Apoptosis and Other Protective Mechanisms in Cancer Patients and the Human Population*, „Journal of the American College of Nutrition” październik 2001, t. 20, nr sup5, s. 464S-472S, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07315724.2001.10719185>.

²² Borut Poljsak, D. Šuput, Irina Milisav, *Achieving the Balance between ...*, *op. cit.*, s.1-11.

²³ A. Zielińska, I. Nowak, *Tokoferole i tokotrienole jako witamina E*, „Chemik” 2014, t. 68, nr 7, s. 585-591.

Witamina E jest najobficiej występującym rozpuszczalnym w tłuszczach związkem działającym jako antyoksydant w organizmie człowieka²⁴. Jedynie α -tokoferol jest bioaktywny u ludzi. Główną funkcją witaminy E jest ochrona organizmu przed peroksydacją lipidów. Wykazano, że duże dawki witaminy E spożywane w formie suplementów diety (≥ 400 j.m./dobę lub więcej przez co najmniej 1 rok) mogą być niebezpieczne i mogą zwiększać ryzyko zgonu. Co więcej, analiza dawka-odpowiedź wykazała statystycznie istotny związek między zawartością witaminy E a śmiertelnością z jakiegokolwiek przyczyny, związaną ze zwiększeniem dawki powyżej 150 IU/dobę²⁵.

Kontrowersyjny jest wpływ suplementacji witaminą E w profilaktyce chorób układu krążenia. Analizy szesnastu randomizowanych badań kontrolowanych placebo wykazały, że leczenie witaminą E w zakresie 400-800 IU/dziennie zmniejszyło ryzyko wystąpienia zawału mięśnia sercowego²⁶.

Jednak analizy 15 badań, w których przedstawiono dane dotyczące 188 209 uczestników, dowiodły, że suplementacja witaminami antyoksydacyjnymi (witamina E, β -karoten i witamina C) nie miała wpływu na częstość występowania poważnych zdarzeń sercowo-naczyniowych, zawału mięśnia sercowego, udaru mózgu czy całkowitej śmiertelności²⁷, nie wpływała także na transdukcję sygnału szlaków komórkowych (np. sygnalizacja NF- κ B) i ekspresję genów (np. cytokin prozapalnych)²⁸.

Inne dowody naukowe wskazują, że spożycie witaminy E jako przeciwutleniacza dostarczanego z dietą lub w postaci suplementów diety ma korzystny wpływ na zapobieganie i leczenie chorób przewlekłych, w tym udaru mózgu²⁹,

²⁴ A. Ungurianu, A. Zanfrescu, G. Nițulescu, D. Margină, *Vitamin E beyond Its Antioxidant Label*, „Antioxidants” 21 kwietnia 2021, t. 10, nr 5, s. 634, <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/5/634>.

²⁵ E. R. Miller, R. Pastor-Barriuso, D. Dalal, R. A. Riemersma, L. J. Appel, E. Guallar, *Meta-analysis: high-dosage vitamin E supplementation may increase all-cause mortality.*, „Annals of internal medicine” 4 stycznia 2005, t. 142, nr 1, s. 37-46, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15537682>.

²⁶ L. Loffredo, L. Perri, A. Di Castelnuovo, L. Iacoviello, G. De Gaetano, F. Violi, *Supplementation with vitamin E alone is associated with reduced myocardial infarction: A meta-analysis*, „Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases” kwietnia 2015, t. 25, nr 4, s. 354-363, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0939475315000241>.

²⁷ Y. Ye, J. Li, Z. Yuan, *Effect of Antioxidant Vitamin Supplementation on Cardiovascular Outcomes: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials*, „PLoS ONE” 20 lutego 2013, t. 8, nr 2, s. e56803, <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0056803w>: *PLoS ONE*, (red.) A. V. Hernandez 20 lutego 2013, s. e56803.

²⁸ A. Ungurianu, A. Zanfrescu, G. Nițulescu, D. Margină, *Vitamin E beyond Its Antioxidant Label.*, „Antioxidants (Basel, Switzerland)” 21 kwietnia 2021, t. 10, nr 5, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/-33919211>.

²⁹ P. Cheng, L. Wang, S. Ning, Z. Liu, H. Lin, S. Chen, J. Zhu, *Vitamin E intake and risk of stroke: a meta-analysis.*, „The British journal of nutrition” 2018, t. 120, nr 10, s. 1181-1188, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30401005>.

nadciśnienia tętniczego, cukrzycy typu 2³⁰ i niealkoholowego stłuszczenia wątroby³¹.

Dowodzono, że witamina E działa hamująco na ekspresję cytokin prozapalnych poprzez hamowanie aktywacji kluczowego jądrowego czynnika transkrypcyjnego NF- κ B7. Ponadto istnieją dowody z badań obserwacyjnych wskazujące na ogólny korzystny wpływ spożycia witaminy E na poziom cytokin prozapalnych w surowicy³².

Wyniki badań klinicznych oceniających wpływ suplementacji witaminą E na subkliniczny stan zapalny są jednak sprzeczne. Przeprowadzona metaanaliza dwunastu badań wykazała, że α - tokoferol, w przeciwieństwie do innych form witaminy E, wpływał redukująco na poziom białka C-reaktywnego (CRP) w surowicy krwi uczestników badania, zarówno zdrowych osób dorosłych jak i pacjentów poddawanych hemodializie, chorych na cukrzycę t.2, palaczy tytoniu, pacjentów z ostrym zespołem wieńcowym, aktywnym reumatoidalnym zapaleniem stawów, zaburzeniami erekcji³³.

Niektóre badania dowiodły, że spożycie witaminy E przez matkę było ujemnie skorelowane z występowaniem świszczącego oddechu i astmy dziecięcej, natomiast inne badania nie stwierdzały takiej zależności. Wykazano, że niedobór witaminy E może predysponować do rozwoju astmy u niektórych osób i występuje bezpośrednia korelacja pomiędzy niskim stężeniem witaminy E a schorzeniami zapalnymi takimi jak astma³⁴. W chorobach astmatycznych

³⁰ J. H. Wu, N. C. Ward, A. P. Indrawan, C.-A. Almeida, J. M. Hodgson, J. M. Proudfoot, I. B. Puddey, K. D. Croft, *Effects of α -Tocopherol and Mixed Tocopherol Supplementation on Markers of Oxidative Stress and Inflammation in Type 2 Diabetes*, „Clinical Chemistry” 1 marca 2007, t. 53, nr 3, s. 511-519, <https://academic.oup.com/clinchem/article/53/3/511/5627292>.

³¹ I. Amanullah, Y. H. Khan, I. Anwar, A. Gulzar, T. H. Mallhi, A. A. Raja, *Effect of vitamin E in non-alcoholic fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials*, „Postgraduate medical journal” listopada 2019, t. 95, nr 1129, s. 601-611, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31434683>. ProQuest, Scopus, EBSCOhost and Ovid.

³² O. Asbaghi, M. Sadeghian, B. Nazarian, M. Sarreshtedari, H. Mozaffari-Khosravi, V. Maleki, M. Alizadeh, A. Shokri, O. Sadeghi, *The effect of vitamin E supplementation on selected inflammatory biomarkers in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials*, „Scientific Reports” 14 grudnia 2020, t. 10, nr 1, s. 17234, <http://www.nature.com/articles/s41598-020-73741-6>.

³³ S. Saboori, S. Shab-Bidar, J. R. Speakman, E. Yousefi Rad, K. Djafarian, *Effect of vitamin E supplementation on serum C-reactive protein level: a meta-analysis of randomized controlled trials*, „European Journal of Clinical Nutrition” 11 sierpnia 2015, t. 69, nr 8, s. 867-873, <http://www.nature.com/articles/ejcn2014296>.

³⁴ R. N. Rubin, L. Navon, P. A. Cassano, *Relationship of serum antioxidants to asthma prevalence in youth*, „American journal of respiratory and critical care medicine” 1 lutego 2004, t. 169, nr 3, s. 393-8, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14630617>, J. Ghaffari, R. Farid Hosseini, A. Khalilian, N. Nahanmoghadam, E. Salehifar, H. Rafatpanah, *Vitamin E supplementation, lung functions and clinical manifestations in children with moderate asthma: a randomized double blind placebo-controlled trial*, „Iranian journal of allergy, asthma, and immunology” kwietnia 2014, t. 13, nr 2, s. 98-103, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24338254>,

drogi oddechowe wykazują specyficzne nieprawidłowości związane z przewlekłym zapaleniem i ze zwiększoną generacją RFT oraz uszkodzeniem tkanek przez wolne rodniki. System antyoksydacyjny dróg oddechowych chroni przed szkodliwym działaniem utleniaczy i brakiem równowagi pomiędzy utleniaczami i przeciwutleniaczami.

W celu sformułowania zaleceń terapeutycznych konieczne są dalsze badania nad wpływem witaminy E w chorobach sercowo-naczyniowych, czy alergicznych (jak astma), związanych z występowaniem przewlekłego zapalenia systemowego niskiego stopnia³⁵.

WIAMINA C

Wyzolowana w 1928 r. witamina C (kwas L-askorbinowy) jest niezbędna do rozwoju i utrzymania tkanki łącznej³⁶. Odgrywa ona ważną rolę w tworzeniu kości, gojeniu się ran i utrzymaniu zdrowych dziąseł. Witamina C odgrywa istotną funkcję w wielu procesach metabolicznych, w tym w aktywacji witaminy B, kwasu foliowego, konwersji cholesterolu do kwasów żółciowych oraz konwersji aminokwasu tryptofanu do neuroprzekaźnika serotoniny³⁷. Witamina C chroni układ odpornościowy, zmniejsza nasilenie reakcji alergicznych i pomaga zwalczać infekcje. Znaczenie i korzystny wpływ witaminy C w odniesieniu do chorób takich jak nowotwory, miażdżycy, cukrzyca, choroby neurodegeneracyjne i toksyczność metali, pozostają niejednoznaczne³⁸.

Witamina C, czyli kwas askorbinowy, jest rozpuszczalnym w wodzie przeciwutleniaczem, pełniącym fundamentalną rolę w niwelowaniu działania różnych RFT.

W przypadku dużego spożycia witaminy C i jej metabolitów, takich jak kwas dehydroaskorbinowy, kwas 2,3-diketogulonowy i kwas szczawiowy, związki te są wydalane przez nerki u ludzi³⁹.

H. Wu, C. Zhang, Y. Wang, Y. Li, *Does vitamin E prevent asthma or wheeze in children: A systematic review and meta-analysis*, „Paediatric respiratory reviews” czerwca 2018, t. 27, s. 60-68, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29108868>.

³⁵ H. Wu, C. Zhang, Y. Wang, Y. Li, *Does vitamin E prevent asthma or wheeze in children: A systematic review and meta-analysis*, „Paediatric respiratory reviews” czerwca 2018, t. 27, s. 60-68, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29108868>.

³⁶ A. Grzybowski, K. Pietrzak, Albert Szent-Györgyi (1893-1986), *The scientist who discovered vitamin C*, „Clinics in Dermatology” maja 2013, t. 31, nr 3, s. 327-331, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0738081X1200171X>.

³⁷ S. Chambial, S. Dwivedi, K. K. Shukla, P. J. John, P. Sharma, *Vitamin C in disease prevention and cure: an overview.*, „Indian journal of clinical biochemistry: IJCB” październik 2013, t. 28, nr 4, s. 314-28, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24426232>.

³⁸ Ibidem.

³⁹ Ibidem.

Ubytek witaminy C (stężenie kwasu askorbinowego w surowicy między 2 a 5 mg/l) może powodować długotrwałe powikłania, takie jak zwiększenie ryzyka sercowo-naczyniowego i nowotworowego lub zaćmy⁴⁰, a przedłużony jej brak prowadzi do szkorbutu⁴¹. Witamina C jest w zasadzie nietoksyczna, ale w dużych dawkach (2–6 g/dzień) może powodować zaburzenia żołądkowo-jelitowe lub biegunkę. Te efekty uboczne nie są poważne i można je szybko odwrócić poprzez zmniejszenie spożycia witaminy C⁴².

Wyniki badań sugerują korzystny wpływ suplementacji preparatami witaminy C na obniżenie ryzyka wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych. Dawka witaminy C większa niż 500 mg/dobę wiązała się z korzystnym wpływem na funkcję śródbłonna i silniejszym działaniem u osób z wyższym ryzykiem chorób sercowo-naczyniowych, takich jak pacjenci z miażdżycą, cukrzycą i niewydolnością serca⁴³.

Analizy trzynastu badań obejmujących 1956 pacjentów po operacjach kardiochirurgicznych wykazały, że witamina C istotnie zmniejszała częstość występowania pooperacyjnego migotania przedsionków oraz ryzyko wystąpienia zdarzeń niepożądanych w ogóle⁴⁴. Działania witamin E i C są ze sobą ściśle skorelowane. U pacjentów z chorobą wieńcową doustna suplementacja 2g witaminy C i 600 mg witaminy E istotnie nasilała zależne od śródbłonna rozszerzenie naczyń w tętnicy promieniowej⁴⁵.

U pacjentów z astmą oskrzelową, występuje przewlekły stan zapalny, który prowadzi do zwiększonego wytwarzania RFT i uszkadzającego działania wolnych rodników. W związku z powyższym stres oksydacyjny może być ważnym czynnikiem patogennym w progresji astmy oskrzelowej. Witamina

⁴⁰ O. Fain, [Vitamin C deficiency], „La Revue de medecine interne” grudnia 2004, t. 25, nr 12, s. 872-80, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15582167>.

⁴¹ K. J. Carpenter, *The Discovery of Vitamin C*, „Annals of Nutrition and Metabolism” 2012, t. 61, nr 3, s. 259-264, <https://www.karger.com/Article/FullText/343121>.

⁴² S. Chambial, S. Dwivedi, K. K. Shukla, P. J. John, P. Sharma, *Vitamin C in disease prevention and cure: an overview.*, „Indian journal of clinical biochemistry: IJCB” października 2013, t. 28, nr 4, s. 314-28, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24426232>.

⁴³ A. W. Ashor, J. Lara, J. C. Mathers, M. Siervo, *Effect of vitamin C on endothelial function in health and disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.*, „Atherosclerosis” lipca 2014, t. 235, nr 1, s. 9-20, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24792921>.

⁴⁴ R. Shi, Z.-H. Li, D. Chen, Q.-C. Wu, X.-L. Zhou, H.-T. Tie, *Sole and combined vitamin C supplementation can prevent postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*, „Clinical cardiology” czerwca 2018, t. 41, nr 6, s. 871-878, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29603289>.

⁴⁵ A. Uzun, U. Yener, O. F. Cicek, O. Yener, A. Yalcinkaya, A. Diken, T. Ozkan, A. Turkvatan, M. Ulas, *Does vitamin C or its combination with vitamin E improve radial artery endothelium-dependent vasodilatation in patients awaiting coronary artery bypass surgery?*, „Cardiovascular journal of Africa” sierpnia 2013, t. 24, nr 7, s. 255-9, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24217301>.

C jest jednym z najskuteczniejszych przeciwutleniaczy hamujących wytwarzanie reaktywnych form tlenu. Przeciwdziałając utlenianiu i redukując ataki czynników zewnętrznych takich jak bakterie, wirusy, toksyny, ksenobiotyki w tkance płucnej, witamina C może modulować rozwój astmy i upośledzenie funkcji płuc. Niedobór witaminy C może uczestniczyć w relacji pomiędzy stresem oksydacyjnym, zapaleniem oskrzeli, redukcją funkcji komórkowych i rozwojem objawów astmy oskrzelowej⁴⁶. Suplementacja witaminy C może zmniejszyć stres oksydacyjny i zapobiec lub zminimalizować objawy astmy u dzieci i u dorosłych⁴⁷. Suplementacja witaminą C łagodzi skurcz oskrzeli indukowany wysiłkiem fizycznym u pacjentów z astmą⁴⁸. Ponadto suplementacja witaminami C i E przynosi korzyści dorosłym astmatykom, którzy są narażeni na zanieczyszczenia powietrza⁴⁹. Większość doniesień mówiących o potencjalnie korzystnym wpływie witaminy C u pacjentów z astmą opiera się na badaniach obserwacyjnych opisujących związek niskiego stężenia witaminy C w osoczu u astmatyków, u których wystąpiło wieloczynnikowe pogorszenie zdrowia. Dlatego konieczne jest przeprowadzenie ściśle kontrolowanych randomizowanych badań dotyczących działania witaminy C u pacjentów z astmą celem wyeliminowania wpływu potencjalnych czynników mogących zaburzać ocenę⁵⁰.

Zaskakujące rezultaty dało badanie oceniające wpływ witaminy C w alergicznym kontaktowym zapaleniu skóry. Farby do włosów to jedna z ważniejszych przyczyn alergicznego kontaktowego zapalenia skóry wynikającego ze stosowania produktów kosmetycznych. Główna przyczyna chemiczna wywołująca tę chorobę jest związana z produktami utleniania p-fenylenodiaminy

⁴⁶ E. Ginter, V. Simko, *Deficiency of vitamin D and vitamin C in the pathogenesis of bronchial asthma*, „Bratislava Medical Journal” 2016, t. 117, nr 06, s. 305-307, http://www.elis.sk/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=4816&category_id=129&option=com_virtuemart.

⁴⁷ G. Riccioni, M. Barbara, T. Buccioni, C. di Ilio, N. D’Orazio, *Antioxidant vitamin supplementation in asthma*, „Annals of clinical and laboratory science” 2007, t. 37, nr 1, s. 96-101, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17311877>.

⁴⁸ S. L. Tecklenburg, T. D. Mickleborough, A. D. Fly, Y. Bai, J. M. Stager, *Ascorbic acid supplementation attenuates exercise-induced bronchoconstriction in patients with asthma*, „Respiratory medicine” sierpnia 2007, t. 101, nr 8, s. 1770-8, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17412579>.

⁴⁹ C. A. Trenca, J. Q. Koenig, P. V. Williams, *Dietary Antioxidants and Ozone-Induced Bronchial Hyperresponsiveness in Adults with Asthma*, „Archives of Environmental Health: An International Journal” maja 2001, t. 56, nr 3, s. 242-249, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00039890109604448>.

⁵⁰ E. Ginter, V. Simko, *Deficiency of vitamin D and vitamin C in the pathogenesis of bronchial asthma*, „Bratislava Medical Journal” 2016, t. 117, nr 06, s. 305-307, http://www.elis.sk/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=4816&category_id=129&option=com_virtuemart.

(PPD) i blisko spokrewnionych substancji. Wykazano, że wcześniejsze (przed nałożeniem farby do włosów) zaaplikowanie na skórę głowy witaminy C było w stanie zmniejszyć nasilenie, a nawet zapobiec wystąpieniu skórnej reakcji alergicznej na PPD w około 75% przypadków w porównaniu ze skórą nieleczoną⁵¹.

KWASY TŁUSZCZOWE OMEGA-3 I OMEGA-6

Kwasy tłuszczowe, które charakteryzują się długim łańcuchem alifatycznym, są niezbędne dla zdrowia człowieka. Nie mogą one być wytwarzane w organizmie więc muszą być przyjmowane z pożywieniem. Kwasy omega-3 dzielą się na trzy różne typy: kwas eikozapentaenowy (EPA), kwas dokozaheksaenowy (DHA) i kwas α -linolenowy (ALA). EPA i DHA są obecne w rybach i mogą być wykorzystywane przez organizm bez zmian. ALA, który występuje w dużych ilościach w orzechach, musi zostać przekształcony na EPA i DHA⁵². Kwasy tłuszczowe omega-3 mają działanie przeciwzapalne. Chociaż idealna ilość, jaką należy przyjmować, nie jest dokładnie ustalona, dowody z prospektywnych badań profilaktyki wtórnej sugerują, że spożycie EPA + DHA w zakresie od 0,5 do 1,8 g dziennie (w postaci tłustych ryb lub suplementów) znacznie zmniejsza liczbę zgonów z powodu chorób serca. Badania interwencyjne z suplementami kwasów tłuszczowych omega-3 nie wykazały żadnych poważnych działań niepożądanych przy podawanych dawkach. Częściej występujące działania niepożądane preparatów z oleju rybiego, szczególnie w wyższych dawkach, obejmowały nudności, rybie odbijanie i luźne stolce. Ponadto wykazano, że spożywanie dużych ilości tych kwasów wydłuża czas krwawienia⁵³. Istnieje wiele dowodów klinicznych potwierdzających korzystny wpływ suplementacji EPA i DHA na prawidłowe funkcjonowanie układu sercowo-naczyniowego. Podaż suplementów diety pacjentom z ostrym zawałem mięśnia sercowego, dodatkowo poza leczeniem wg standardów opieki

⁵¹ D. A. Basketter, I. R. White, P. Kullavanijaya, P. Tresukosol, M. Wichaidit, J. P. McFadden, *Influence of vitamin C on the elicitation of allergic contact dermatitis to p-phenylenediamine*, „Contact Dermatitis” czerwiec 2016, t. 74, nr 6, s. 368-372, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cod.12576>.

⁵² R. J. Deckelbaum, C. Torrejon, *The Omega-3 Fatty Acid Nutritional Landscape: Health Benefits and Sources*, „The Journal of Nutrition” 1 marca 2012, t. 142, nr 3, s. 587S-591S, <https://academic.oup.com/jn/article/142/3/587S/4630966>.

⁵³ V. Cammisotto, C. Nocella, S. Bartimoccia, V. Sanguigni, D. Francomano, S. Sciarretta, D. Pastori, M. Peruzzi, E. Cavarretta, A. D'Amico, V. Castellani, G. Frati, R. Carnevale, Sm. Group, *The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors*, „Antioxidants” 20 stycznia 2021, t. 10, nr 2, s. 146, <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/2/146>.

w tym stanie klinicznym, w ilości czterech kapsułek po 1 g każda, dziennie, zawierającymi estry etylowe EPA (465 mg) i DHA (375 mg) wiązało się z redukcją niekorzystnej przebudowy lewej komory, redukcją zwłóknienia mięśnia sercowego bez zawału oraz redukcją osoczowych biomarkerów zapalenia systemowego⁵⁴. U chorych z ostrym zespołem wieńcowym otrzymujących 1,8 g/dobę EPA w formie suplementu diety, po skutecznym zabiegu pierwotnej przeskórnej interwencji wieńcowej, było mniej zgonów z przyczyn sercowo-naczyniowych⁵⁵. U dorosłych z wysokim ryzykiem sercowo-naczyniowym podawanie suplementów diety z kwasami tłuszczowymi omega-3 (1,8 g/dobę przez 12 tygodni) poprawiło sztywność tętnic i czynność śródbłonna⁵⁶.

Podawanie ikozapentatu etylowego (w dawce 2 g dwa razy dziennie), który jest wysoce oczyszczonym i stabilnym estrem etylowym EPA pacjentom z rozpoznaną chorobą sercowo-naczyniową lub cukrzycą t.1, cukrzycą t.2 i innymi czynnikami ryzyka sercowo-naczyniowego, znacznie zmniejszyło ryzyko wystąpienia zdarzeń niedokrwiennych, w tym zgonu z przyczyn sercowo-naczyniowych, w porównaniu z placebo⁵⁷.

Analizy czternastu randomizowanych, kontrolowanych badań (71 899 osób) wykazały niższe ryzyko zgonu sercowego o 8%, w grupach, które otrzymywały długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 w formie suplementu diety, w porównaniu z grupami kontrolnymi⁵⁸.

⁵⁴ B. Heydari i in., *Effect of Omega-3 Acid Ethyl Esters on Left Ventricular Remodeling After Acute Myocardial Infarction*, „Circulation” 2 sierpnia 2016, t. 134, nr 5, s. 378-391, <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.019949>.

⁵⁵ K. Nosaka, T. Miyoshi, M. Iwamoto, M. Kajiyama, K. Okawa, S. Tsukuda, F. Yokohama, M. Sogo, T. Nishibe, N. Matsuo, S. Hirohata, H. Ito, M. Doi, *Early initiation of eicosapentaenoic acid and statin treatment is associated with better clinical outcomes than statin alone in patients with acute coronary syndromes: 1-year outcomes of a randomized controlled study*, „International Journal of Cardiology” lutego 2017, t. 228, s. 173-179, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016752731633563X>.

⁵⁶ M. A. Casanova, F. Medeiros, M. Trindade, C. Cohen, W. Oigman, M. F. Neves, *Omega-3 fatty acids supplementation improves endothelial function and arterial stiffness in hypertensive patients with hypertriglyceridemia and high cardiovascular risk*, „Journal of the American Society of Hypertension: JASH” 2017, t. 11, nr 1, s. 10-19, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27876342>.

⁵⁷ D. L. Bhatt, P. G. Steg, M. Miller, E. A. Brinton, T. A. Jacobson, S. B. Ketchum, R. T. Doyle, R. A. Juliano, L. Jiao, C. Granowitz, J.-C. Tardif, C. M. Ballantyne, REDUCE-IT Investigators, *Cardiovascular Risk Reduction with Icosapent Ethyl for Hypertriglyceridemia*, „The New England Journal of Medicine” 2019, t. 380, nr 1, s. 11-22, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30415628>.

⁵⁸ K. C. Maki, O. M. Palacios, M. Bell, P. P. Toth, *Use of supplemental long-chain omega-3 fatty acids and risk for cardiac death: An updated meta-analysis and review of research gaps.*, „Journal of clinical lipidology”, t. 11, nr 5, s. 1152-1160.e2, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28818347>.

W przypadku ALA, całkowite spożycie 1,5 do 3 g dziennie wydaje się korzystne, chociaż kwestia ta wymaga dalszych prospektywnych randomizowanych badań klinicznych⁵⁹.

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA), zwłaszcza kwas eikozapentaenowy i dokozahexaenowy (omega 3) oraz kwas arachidonowy (omega 6) wykazują właściwości przeciwzapalne. Ostatnio wykazano odwrotną zależność między kwasami tłuszczowymi omega-3, stanem zapalnym, otyłością i chorobą sercowo-naczyniową. Aby ocenić działanie kwasów tłuszczowych, przeanalizowano poziomy niektórych biomarkerów stanu zapalnego. Wykazano, że omega-3 PUFA zmniejszały produkcję mediatorów stanu zapalnego, co miało pozytywny wpływ u chorych na otyłość i cukrzycę typu 2. Ponadto kwasy omega-3 istotnie zmniejszały pojawienie się czynników ryzyka sercowo – naczyniowego. Działanie kwasów tłuszczowych omega-6, budzi natomiast kontrowersje, czy wywierają one wpływ pro- czy przeciwzapalny⁶⁰. W jednym z przeprowadzonych badań u dzieci wykazano, że wyższe spożycie kwasów omega-6 z dietą wiązało się z cięższą astmą i zmniejszoną czynnością płuc. Co więcej, spożycie w diecie zarówno kwasów omega-6, jak i omega-3 zmodyfikowało skutek narażenia na cząstki stałe (PM) w pomieszczeniach, przejawiający się wystąpieniem objawów astmy i koniecznością zastosowania albuterolu (doraźnego beta2mimetyku rozkurczającego oskrzela). Zmniejszenie szkodliwych efektów PM zaobserwowano przy wyższych spożywanych poziomach omega-3, a nasilenie szkodliwych efektów PM obserwowane było przy wyższych poziomach spożycia omega-6. Wyższe spożycie omega-6 wiązało się również z nasileniem wpływu PM na zapalenie ogólnoustrojowe. Badanie Emily P. Brigham i wsp. stanowi pierwszy dowód ochronnego wpływu omega-3 i szkodliwego wpływu omega-6 na wywołane przez PM objawy skurczu oskrzeli i ogólnoustrojowe zapalenie u dzieci w wieku szkolnym chorujących na astmę⁶¹.

⁵⁹ P. M. Kris-Etherton, W. S. Harris, L. J. Appel, AHA Nutrition Committee, American Heart Association, *Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: new recommendations from the American Heart Association*, „Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology” 1 lutego 2003, t. 23, nr 2, s. 151-2, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12588750>.

⁶⁰ E. Tortosa-Caparrós, D. Navas-Carrillo, F. Marín, E. Orenes-Piñero, *Anti-inflammatory effects of omega 3 and omega 6 polyunsaturated fatty acids in cardiovascular disease and metabolic syndrome*, „Critical reviews in food science and nutrition” 2 listopada 2017, t. 57, nr 16, s. 3421-3429, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26745681>.

⁶¹ E. P. Brigham, H. Woo, M. McCormack, J. Rice, K. Koehler, T. Vulcain, T. Wu, A. Koch, S. Sharma, F. Kolahdooz, S. Bose, C. Hanson, K. Romero, G. Diette, N. N. Hansel, *Omega-3 and Omega-6 Intake Modifies Asthma Severity and Response to Indoor Air Pollution in Children*, „American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine” 15 czerwca 2019, t. 199, nr 12, s. 1478-1486, <https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/rccm.201808-1474OC>.

Przeprowadzone badania sugerują, że zarówno zwiększenie spożycia omega-3, jak i zmniejszenie spożycia omega-6 mogą spowodować zmniejszenie zachorowalności na astmę w populacji miejskiej, pediatrycznej. Co więcej, wykazano, że to bezwzględny poziom spożycia, a nie stosunek spożycia omega-6 do omega-3, może mieć istotny wpływ na zdrowie astmatyków⁶². Działanie PUFA na organizm ludzki, a zwłaszcza ich konsumpcja w suplementach diety, w różnych stanach chorobowych i grupach wiekowych wymaga dalszych badań.

Przedstawione dane naukowe dotyczące suplementacji witamy E, witaminy C, kwasów tłuszczowych omega-3 i omega-6 wskazują na korzystny wpływ tych substancji w chorobach sercowo naczyniowych i alergicznych wynikający z ich właściwości antyoksydacyjnych, jak również na to, że mechanizm działania tych substancji nie jest jeszcze dokładnie poznany w określonych stanach chorobowych.

W związku z powyższym konsumpcja tych związków w suplementach diety w zalecanych dawkach może mieć pozytywny wpływ na zdrowie. Aczkolwiek spożywanie tych substancji w suplementach diety w nadmiernych ilościach może powodować działania niepożądane. Mając na uwadze przede wszystkim właściwości antyoksydacyjne opisanych powyżej substancji należy przestrzegać wskazanych dawek ich spożycia w suplementach diety w celu zachowania równowagi antyoksydacyjnej ustroju.

BIBLIOGRAFIA

1. Amanullah I., Khan Y. H., Anwar I., Gulzar A., Mallhi T. H., Raja A. A., *Effect of vitamin E in non-alcoholic fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials*, „Postgraduate medical journal” 2019, t. 95, nr 1129, s. 601-611, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31434683>.
2. Asbaghi O., Sadeghian M., Nazarian B., Sarreshtedari M., Mozafari-Khosravi H., Maleki V., Sadeghi O., *The effect of vitamin E supplementation on selected inflammatory biomarkers in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials*, „Scientific Reports” 2020, t. 10, nr 1, s. 17234, <http://www.nature.com/articles/s41598-020-73741-6>.

⁶² Ibidem.

3. Ashor A. W., Lara J., Mathers J. C., Siervo M., *Effect of vitamin C on endothelial function in health and disease: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials.*, „Atherosclerosis” 2014, t. 235, nr 1, s. 9-20, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24792921>.
4. Bartosz G., *Druga twarz tlenu*, II wyd. II, Warszawa 2003.
5. Basketter D. A., White I. R., Kullavanijaya P., Tresukosol P., Wichaidit M., McFadden J. P., *Influence of vitamin C on the elicitation of allergic contact dermatitis to p -phenylenediamine*, „Contact Dermatitis” 2016, t. 74, nr 6, s. 368-372, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cod.12576>.
6. Bhatt D. L., Steg P. G., Miller M., Brinton E. A., Jacobson T. A., Ketchum S. B., REDUCE-IT Investigators, *Cardiovascular Risk Reduction with Icosapent Ethyl for Hypertriglyceridemia*, „The New England journal of medicine” 2019, t. 380, nr 1, s. 11-22, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30415628>.
7. Brigham E. P., Woo H., McCormack M., Rice J., Koehler K., Vulcain T., Hansel N. N., *Omega-3 and Omega-6 Intake Modifies Asthma Severity and Response to Indoor Air Pollution in Children*, „American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine” 2019, t. 199, nr 12, s. 1478-1486, <https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/rccm.201808-1474OC>.
8. Cammisotto V., Nocella C., Bartimoccia S., Sanguigni V., Francomano D., Sciarretta S., Group Sm., *The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors*, „Antioxidants” 2021, t. 10, nr 2, s. 146, <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/2/146>.
9. Carpenter K. J., *The Discovery of Vitamin C*, „Annals of Nutrition and Metabolism” 2012, t. 61, nr 3, s. 259-264, <https://www.karger.com/Article/FullText/343121>.
10. Casanova M. A., Medeiros F., Trindade M., Cohen C., Oigman W., Neves M. F., *Omega-3 fatty acids supplementation improves endothelial function and arterial stiffness in hypertensive patients with hypertriglyceridemia and high cardiovascular risk.*, „Journal of the American Society of Hypertension: JASH” 2017, t. 11, nr 1, s. 10-19, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27876342>.

11. Chambial S., Dwivedi S., Shukla K. K., John P. J., Sharma P., *Vitamin C in disease prevention and cure: an overview.*, „Indian journal of clinical biochemistry: IJCB” 2013, t. 28, nr 4, s. 314-28, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24426232>.
12. Cheng P., Wang L., Ning S., Liu Z., Lin H., Chen S., Zhu J., *Vitamin E intake and risk of stroke: a meta-analysis.*, „The British journal of nutrition” 2018, t. 120, nr 10, s. 1181-1188, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30401005>.
13. Deckelbaum R. J., Torrejon C., *The Omega-3 Fatty Acid Nutritional Landscape: Health Benefits and Sources*, „The Journal of Nutrition” 2012, t. 142, nr 3, s. 587S-591S, <https://academic.oup.com/jn/article/142/3/587S/4630966>.
14. Fain O., *[Vitamin C deficiency]*, „La Revue de medecine interne” 2004, t. 25, nr 12, s. 872-80, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15582167>.
15. Ghaffari J., Farid Hossiani R., Khalilian A., Nahanmoghadam N., Salehifar E., Rafatpanah H., *Vitamin e supplementation, lung functions and clinical manifestations in children with moderate asthma: a randomized double blind placebo- controlled trial.*, „Iranian journal of allergy, asthma, and immunology” 2014, t. 13, nr 2, s. 98-103, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24338254>.
16. Ginter E., Simko V., *Deficiency of vitamin D and vitamin C in the pathogenesis of bronchial asthma*, „Bratislava Medical Journal” 2016, t. 117, nr 06, s. 305-307, http://www.elis.sk/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&productid=4816&category_id=129&option=com_virtuemart.
17. Grzybowski A., Pietrzak K., Albert Szent-Györgyi (1893-1986), *The scientist who discovered vitamin C*, „Clinics in Dermatology” 2013, t. 31, nr 3, s. 327-331, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0738081X1200171X>.
18. Halliwell B., *Effect of diet on cancer development: is oxidative DNA damage a biomarker?*^{1,2} *This article is part of a series of reviews on “Oxidative DNA Damage and Repair.” The full list of papers may be found on the homepage of the journal.* *2Guest Editor: Miral Dizd*, „Free Radical Biology and Medicine” 2002, t. 32, nr 10, s. 968-974, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891584902008080>.

19. Halliwell B., *Oxidative stress and cancer: have we moved forward?*, „Biochemical Journal” 2007, t. 401, nr 1, s. 1-11, <https://portlandpress.com/biochemj/article/401/-/1/1/42166/Oxidative-stress-and-cancer-have-we-moved-forward>.
20. Harman D., *The biologic clock: the mitochondria?*, „Journal of the American Geriatrics Society” 1972, t. 20, nr 4, s. 145-7, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5016631>.
21. HARMAN D., *Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry*, „Journal of gerontology” 1956, t. 11, nr 3, s. 298-300, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/-13332224>.
22. Heydari B., Abdullah S., Pottala J. V., Kwong R. Y., *Effect of Omega-3 Acid Ethyl Esters on Left Ventricular Remodeling After Acute Myocardial Infarction*, „Circulation” 2016, t. 134, nr 5, s. 378-391, <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/-CIRCULATIONAHA.115.019949>.
23. Klaunig J. E., *Oxidative Stress and Cancer*, „Current pharmaceutical design” 2018, t. 24, nr 40, s. 4771-4778, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30767733>.
24. Kris-Etherton P. M., Harris W. S., Appel L. J., AHA Nutrition Committee. American Heart Association, *Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: new recommendations from the American Heart Association*, „Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology” 2003, t. 23, nr 2, s. 151-2, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12588750>.
25. Kudryavtseva A. V., Krasnov G. S., Dmitriev A. A., Alekseev B. Y., Kardymon O. L., Sadritdinova A. F., Snezhkina A. V., *Mitochondrial dysfunction and oxidative stress in aging and cancer*, „Oncotarget” 2016, t. 7, nr 29, s. 44879-44905, <https://www.oncotarget.com/lookup/>
26. Loffredo L., Perri L., Di Castelnuovo A., Iacoviello L., De Gaetano G., Violi F., *Supplementation with vitamin E alone is associated with reduced myocardial infarction: A meta-analysis*, „Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases” 2015, t. 25, nr 4, s. 354-363, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0939475315000241>.
27. Lubrano V., *Enzymatic antioxidant system in vascular inflammation and coronary artery disease*, „World Journal of Experimental Medicine” 2015, t. 5, nr 4, s. 218, <http://www.wjgnet.com/2220-315X/full/v5/i4/218.htm>.

28. Maki K. C., Palacios O. M., Bell M., Toth P. P., *Use of supplemental long-chain omega-3 fatty acids and risk for cardiac death: An updated meta-analysis and review of research gaps.*, „Journal of clinical lipidology” b.d., t. 11, nr 5, s. 1152-1160.e2, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28818347>.
29. Miller E. R., Pastor-Barriuso R., Dalal D., Riemersma R. A., Appel L. J., Guallar E., *Meta-analysis: high-dosage vitamin E supplementation may increase all-cause mortality.*, „Annals of internal medicine” 2005, t. 142, nr 1, s. 37-46, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15537682>.
30. MILLS G. C., *Hemoglobin catabolism. I. Glutathione peroxidase, an erythrocyte enzyme which protects hemoglobin from oxidative breakdown*, „The Journal of biological chemistry” 1957, t. 229, nr 1, s. 189-97, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13491573>.
31. Nosaka K., Miyoshi T., Iwamoto M., Kajiya M., Okawa K., Tsukuda S., Doi M., *Early initiation of eicosapentaenoic acid and statin treatment is associated with better clinical outcomes than statin alone in patients with acute coronary syndromes: 1-year outcomes of a randomized controlled study*, „International Journal of Cardiology” 2017, t. 228, s. 173-179, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016752731633563X>.
32. Pisoschi A. M., Pop A., *The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review*, „European journal of medicinal chemistry” 2015, t. 97, s. 55-74, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25942353>.
33. Poljsak B., Milisav I., *The Neglected Significance of “Antioxidative Stress”*, „Oxidative Medicine and Cellular Longevity” 2012, t. 2012, s. 1-12, <http://www.hindawi.com/journals/omcl/2012/480895/>.
34. Poljsak Borut, Šuput D., Milisav Irina, *Achieving the Balance between ROS and Antioxidants: When to Use the Synthetic Antioxidants*, „Oxidative Medicine and Cellular Longevity” 2013, t. 2013, s. 1-11, <http://www.hindawi.com/journals/omcl/2013/956792/>.
35. Puzanowska-Tarasiewicz H, Starczewska B K. L., *Reaktywne formy tlenu*, „Bromat.Chem. Toksykol.” 2008, t. XLI, nr 4, s. 1007-1015.
36. Ray P. D., Huang B.-W., Tsuji Y., *Reactive oxygen species (ROS) homeostasis and redox regulation in cellular signaling*, „Cellular signalling” 2012, t. 24, nr 5, s. 981-90, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22286106>.

37. Riccioni G., Barbara M., Bucciarelli T., di Ilio C., D'Orazio N., *Antioxidant vitamin supplementation in asthma.*, „Annals of clinical and laboratory science” 2007, t. 37, nr 1, s. 96-101, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17311877>.
38. Rubin R. N., Navon L., Cassano P. A., *Relationship of serum antioxidants to asthma prevalence in youth.*, „American journal of respiratory and critical care medicine” 2004, t. 169, nr 3, s. 393-8, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14630617>.
39. Saboori S., Shab-Bidar S., Speakman J. R., Yousefi Rad E., Djafarian K., *Effect of vitamin E supplementation on serum C-reactive protein level: a meta-analysis of randomized controlled trials.*, „European Journal of Clinical Nutrition” 2015, t. 69, nr 8, s. 867-873, <http://www.nature.com/articles/ejcn2014296>.
40. Salganik R. I., *The Benefits and Hazards of Antioxidants: Controlling Apoptosis and Other Protective Mechanisms in Cancer Patients and the Human Population.*, „Journal of the American College of Nutrition” 2001, t. 20, nr sup5, s. 464S-472S, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07315724.2001.10719185>.
41. Shi R., Li Z.-H., Chen D., Wu Q.-C., Zhou X.-L., Tie H.-T., *Sole and combined vitamin C supplementation can prevent postoperative atrial fibrillation after cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.*, „Clinical cardiology” 2018, t. 41, nr 6, s. 871-878, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/-29603289>.
42. Tecklenburg S. L., Mickleborough T. D., Fly A. D., Bai Y., Stager J. M., *Ascorbic acid supplementation attenuates exercise-induced bronchoconstriction in patients with asthma.*, „Respiratory medicine” 2007, t. 101, nr 8, s. 1770-8, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17412579>.
43. Tortosa-Caparrós E., Navas-Carrillo D., Marín F., Orenes-Piñero E., *Anti-inflammatory effects of omega 3 and omega 6 polyunsaturated fatty acids in cardiovascular disease and metabolic syndrome.*, „Critical reviews in food science and nutrition” 2017, t. 57, nr 16, s. 3421-3429, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26745681>.

44. Trenca C. A., Koenig J. Q., Williams P. V., *Dietary Antioxidants and Ozone-Induced Bronchial Hyperresponsiveness in Adults with Asthma*, „Archives of Environmental Health: An International Journal” 2001, t. 56, nr 3, s. 242-249, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00039890109604448>.
45. Ungurianu A., Zanfrescu A., Nițulescu G., Margină D., *Vitamin E beyond Its Antioxidant Label*, „Antioxidants” 2021, t. 10, nr 5, s. 634, <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/5/634>.
46. Ungurianu A., Zanfrescu A., Nițulescu G., Margină D., *Vitamin E beyond Its Antioxidant Label*, „Antioxidants (Basel, Switzerland)” 2021, t. 10, nr 5, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33919211>.
47. Uzun A., Yener U., Cicek O. F., Yener O., Yalcinkaya A., Diken A., Ulas M., *Does vitamin C or its combination with vitamin E improve radial artery endothelium-dependent vasodilatation in patients awaiting coronary artery bypass surgery?*, „Cardiovascular journal of Africa” 2013, t. 24, nr 7, s. 255-9, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24217301>.
48. Valko M., Leibfritz D., Moncol J., Cronin M. T. D., Mazur M., Telsler J., *Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease.*, „The international journal of biochemistry & cell biology” 2007, t. 39, nr 1, s. 44-84, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16978905>.
49. Wu H., Zhang C., Wang Y., Li Y., *Does vitamin E prevent asthma or wheeze in children: A systematic review and meta-analysis*, „Paediatric respiratory reviews” 2018, t. 27, s. 60-68, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29108868>.
50. Wu J. H., Ward N. C., Indrawan A. P., Almeida C.-A., Hodgson J. M., Proudfoot J. M., Croft K. D., *Effects of α -Tocopherol and Mixed Tocopherol Supplementation on Markers of Oxidative Stress and Inflammation in Type 2 Diabetes*, „Clinical Chemistry” 2007, t. 53, nr 3, s. 511-519, <https://academic.oup.com/clinchem/article/53/3/511/-5627292>.
51. Xu T., Ding W., Ji X., Ao X., Liu Y., Yu W., Wang J., *Oxidative Stress in Cell Death and Cardiovascular Diseases*, „Oxidative Medicine and Cellular Longevity” 2019, t. 2019, s. 1-11, <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2019/9030563/>.

52. Ye Y., Li J., Yuan Z., *Effect of Antioxidant Vitamin Supplementation on Cardiovascular Outcomes: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials*, „PLoS ONE”, (red.) A. V. Hernandez, 2013, t. 8, nr 2, s. e56803, <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.-0056803>.
53. Zielińska A., Nowak I., *Tokoferole i tokotrienole jako witamina E*, „Chemik” 2014, t. 68, nr 7, s. 585-591.

ANTIOXIDANTS AS DIETARY SUPPLEMENTS -
BENEFITS AND RISKS IN CLINICAL PRACTICE,
WITH PARTICULAR EMPHASIS ON CARDIOVASCULAR
AND ALLERGIC DISEASES.

PART I VITAMIN E, VITAMIN C, OMEGA-3 AND OMEGA-6 FATTY ACIDS

Summary: Among the numerous dietary supplements available for sale, there are those containing compounds that are antioxidants. The average consumer asks himself which of these products should be regularly supplemented, and whether consuming these substances in the recommended doses will bring the expected benefits, and at the same time will not be associated with a negative impact on health. This chapter presents the results of scientific research on the effects of supplementation with antioxidants available and popular on the market, in terms of their benefits as well as the risks of taking these substances. The influence of antioxidants as dietary supplements has been taken into account, especially in cardiovascular diseases and in allergic diseases, in which diseases oxidative stress is of great importance.

Keywords: Oxidative stress, antioxidants, dietary supplements, cardiovascular diseases, allergic diseases.

ANTYOKSYDANTY JAKO SUPLEMENTY DIETY – KORZYŚCI I ZAGROŻENIA W PRAKTYCE KLINICZNEJ ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM CHORÓB SERCOWO-NACZYNIOWYCH I ALERGICZNYCH

CZĘŚĆ II - POLIFENOLE, KAROTENOIDY, SELEN, KWAS LIPONOWY, KOENZYM Q10

Streszczenie: Antyoksydanty w postaci suplementów diety lub leków to duża grupa różnych związków chemicznych. Jedne z nich są bardziej popularne i stosowane od wielu lat przez pacjentów, do takich zaliczamy opisane w poprzednim rozdziale witaminy E i C czy kwasy tłuszczowe omega-3 i omega-6. Inne natomiast są znane z tego, że dostarczane są do organizmu razem z żywnością. Do takich antyoksydantów można zaliczyć polifenole, karotenoidy lub selen. Niektóre z antyoksydantów, jako suplementów diety, są powszechnie stosowane w pewnych grupach pacjentów, jak np. kwas liponowy u osób z neuropatią cukrzycową, natomiast pozostałe antyoksydanty mają aktualnie dużą popularność, gdyż są stosunkowo nowymi związkami o uznanym korzystnym wpływie na zdrowie, jak np. koenzym Q10. W tym rozdziale przedstawiono podstawowe informacje dotyczące polifenoli, karotenoidów, selenu, kwasu liponowego, koenzymu Q10 oraz wyniki badań naukowych dotyczących wpływu tych związków na organizm ze szczególnym uwzględnieniem chorób układu sercowo-naczyniowego i astmy.

Słowa kluczowe: Antyoksydanty, suplementy diety, choroby sercowo-naczyniowe, choroby alergiczne.

¹ Lekarz, Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Pneumonologii i Alergologii Uniwersytetu medycznego im. Piastów Śląskich we Wrocławiu.

CVD (ang. cardiovascular disease) – choroba sercowo-naczyniowa, **FDA** (ang. Food and Drug Administration) - Agencja Żywności i Leków, **Nrf2** - (ang. nuclear factor erythroid 2—related factor) - czynnik transkrypcyjny Nrf2.

POLIFENOLE

Polifenole to naturalne związki syntetyzowane wyłącznie przez rośliny, o cechach chemicznych związanych z substancjami fenolowymi. Z badań epidemiologicznych wynika, że diety bogate w polifenole mogą wiązać się ze zmniejszoną częstością występowania zaburzeń sercowo-naczyniowych ze względu na ich właściwości przeciwzakrzepowe, przeciwzapalne i przeciwagregacyjne na organizm człowieka². Polifenole możemy podzielić na flawonoidy i nie-flawonoidy.

Nie-flawonoidy obejmują kwasy fenolowe, stylbeny i lignany. Wśród nie-flawonoidów resweratrol, który jest stilbenoidem, wykazuje wiele korzyści terapeutycznych, w tym właściwości przeciwzapalne i przeciwutleniające oraz przeciwplatekcyjne, przeciwhiperlipidemiczne, immunomodulujące, kardioprotekcyjne, wazorelaksacyjne i neuroprotektoryjne. Resweratrol został po raz pierwszy wyizolowany w 1939 r. przez Takaokę z rośliny *Veratrum grandiflorum* (*Ciemiężyc*). Resweratrol występuje w ponad 70 gatunkach roślin, jest silnie skoncentrowany w skórce czerwonych winogron. Herbata, jagody, granaty, orzechy, jagody i gorzka czekolada również zawierają tę substancję w różnych stężeniach³. Wykazano, że dawki resweratrolu mniejsze niż 0,5 g na osobę mogą być wystarczające m.in. do obniżenia stężenia glukozy we krwi, poprawy działania insuliny oraz wywołania efektów kardioprotekcyjnych⁴.

Flawonoidy, jest to rodzina związków polifenolowych, które są silnymi przeciwutleniaczami. Flawonoidy znajdują się w owocach, warzywach, korze, zbożach, korzeniach, łodygach, kwiatach, herbacie, kakao, kawie, piwie,

² M. Quiñones, M. Miguel, A. Aleixandre, *Beneficial effects of polyphenols on cardiovascular disease*, „Pharmacological research” lutego 2013, t. 68, nr 1, s. 125-31, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23174266>.

³ A. Shaito, A. M. Posadino, N. Younes, H. Hasan, S. Halabi, D. Alhababi, A. Al-Mohannadi, W. M. Abdel-Rahman, A. H. Eid, G. K. Nasrallah, G. Pintus, *Potential Adverse Effects of Resveratrol: A Literature Review*, „International journal of molecular sciences” 18 marca 2020, t. 21, nr 6, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32197410>.

⁴ C.-H. Cottart, V. Nivet-Antoine, J.-L. Beaudoux, *Review of recent data on the metabolism, biological effects, and toxicity of resveratrol in humans*, „Molecular Nutrition & Food Research” stycznia 2014, t. 58, nr 1, s. 7-21, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mnfr.201200589>.

winie⁵. Jako związki chemiczne, są podzielone na podgrupy w zależności od numeru węgla pierścienia C, do którego przyłączony jest pierścień B oraz stopnia nienasylenia i utlenienia pierścienia C. Te podgrupy to: flawony, flawonole, flawanony, flawanonole, flawanole lub katechiny, antocyjany i chalcony. Każda podgrupa flawonoidów ma swoje główne źródło występowania. Na przykład cebula i herbata są głównymi źródłami flawonoli i flawonów w diecie. Aktualnie wiadomo, że flawonoidy mają liczne korzystne działania na organizm jak: właściwości przeciwutleniające, przeciwzapalne, przeciwmutagenne i przeciwnowotworowe, a ponadto mają zdolność modulowania funkcji kluczowych enzymów komórkowych⁶. Prawie każda grupa flawonoidów ma zdolność działania jako przeciwutleniacze. Zgodnie z doniesieniami naukowymi flawony i katechiny wydają się być najsilniejszymi flawonoidami chroniącymi organizm przed RFT⁷. Flawonoidy mogą zapobiegać uszkodzeniom powodowanym przez wolne rodniki, a jednym ze sposobów ich działania jest bezpośrednie wymiatanie wolnych rodników. Flawonoidy są utleniane przez rodniki, w wyniku czego powstaje bardziej stabilny, mniej reaktywny rodnik. Innymi słowy, flawonoidy stabilizują RFT poprzez reakcję z reaktywnym związkiem rodnika. Z badań wynika, że flawonoidy hamują utlenianie lipoprotein o niskiej gęstości LDL (low-density lipoprotein) przez co zapobiegają miażdżycy⁸. Przeprowadzone do tej pory badania sugerują, że długotrwałe spożywanie pokarmów bogatych we flawonoidy może wiązać się z niższym ryzykiem śmiertelnej, a także niezakończony zgonem choroby niedokrwiennej serca, choroby naczyń mózgowych i innych chorób sercowo-naczyniowych⁹.

Kwercetyna jest najbardziej dominującym flawonoidem w diecie człowieka, a szacowane jej spożycie waha się pomiędzy 4-68 mg/d, w oparciu o dane epidemiologiczne badań przeprowadzonych w USA, Europie i Azji¹⁰.

⁵ S. Kumar, A. K. Pandey, *Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview*, „The Scientific World Journal” 2013, t. 2013, s. 1-16, <http://www.hindawi.com/journals/tswj/2013/162750/>.

⁶ A. N. Panche, A. D. Diwan, S. R. Chandra, *Flavonoids: an overview*, „Journal of nutritional science” 2016, t. 5, s. e47, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28620474>.

⁷ Ibidem.

⁸ Ibidem.

⁹ B. H. Parmenter, K. D. Croft, J. M. Hodgson, F. Dalgaard, C. P. Bondonno, J. R. Lewis, A. Cassidy, A. Scalbert, N. P. Bondonno, *An overview and update on the epidemiology of flavonoid intake and cardiovascular disease risk.*, „Food & function” 19 sierpnia 2020, t. 11, nr 8, s. 6777-6806, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32725042>.

¹⁰ M. G. Hertog, E. J. Feskens, D. Kromhout, M. G. Hertog, P. C. Hollman, M. G. Hertog, M. Katan, *Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study*, „The Lancet” października 1993, t. 342, nr 8878, s. 1007-1011, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/014067369392876U>, M.G. Hertog, D. Kromhout, C. Aravanis, H. Blackburn, R. Buzina, F. Fidanza, S. Giampaoli, A. Jansen, A. Menotti, S. Nedeljkovic,

Działania biologiczne przypisywane kwercetynie obejmują jej właściwości przeciwwirusowe, przeciwzapalne, antyproliferacyjne i przeciwdrobnoustrojowe. Kwercetyna występuje w wysokich stężeniach w powszechnie spożywanej żywności takiej jak cebula, jabłka, jarmuż, czerwone wino, herbaty zielone i czarne¹¹. W badaniach *in vitro* oraz *in vivo* na modelach zwierzęcych opisano działanie kwercetyny w chorobach alergicznych: astma alergiczna, alergiczny nieżyt nosa, atopowe zapalenie skóry. Wykazano, że kwercetyna może redukować patologiczne mechanizmy występujące w astmie, takie jak rekrutacja eozynofili i neutrofilów czy aktywacja komórek nabłonka oskrzeli, produkcja kolagenu i śluzu oraz nadreaktywność dróg oddechowych. Może ona również hamować wytwarzanie zarówno periostyny, jak i indukowanych przez periostynę chemoatraktantów eozynofili, co prowadzi do poprawy stanu klinicznego u osób z alergicznym nieżytem nosa. Kwercetyna przyczyniała się także do zmniejszenia zmian skórnych w modelach zwierzęcych atopowego zapalenia skóry. Konieczne są jednak prospektywne, długoterminowe, randomizowane badania u ludzi celem wykazania działania kwercetyny w chorobach alergicznych¹².

Toksyczność flawonoidów jest niska, jednak w wyższych dawkach flawonoidy mogą działać jako mutageny, prooksydanty, generujące wolne rodniki oraz jako inhibitory kluczowych enzymów biorących udział w metabolizmie hormonów. Dostępne na rynku formuły przeciwutleniaczy i mieszanki ziołowe w dużych dawkach mogą powodować toksyczne działanie. Na przykład zalecane przez producentów dawki suplementów kwercetyny są w zakresie 500 i 1000 mg dziennie, czyli 10 do 20 razy więcej niż spożywane w typowej

Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study, „Archives of internal medicine” 27 lutego 1995, t. 155, nr 4, s. 381-6, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7848021>; E. B. Rimm, M. B. Katan, A. Ascherio, M. J. Stampfer, W. C. Willett, *Relation between intake of flavonoids and risk for coronary heart disease in male health professionals.*, „Annals of internal medicine” 1 września 1996, t. 125, nr 5, s. 384-9, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8702089>; P. Knekt, R. Järvinen, R. Seppänen, M. Hellövaara, L. Teppo, E. Pukkala, A. Aromaa, *Dietary flavonoids and the risk of lung cancer and other malignant neoplasms.*, „American journal of epidemiology” 1 sierpnia 1997, t. 146, nr 3, s. 223-30, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9247006>.

¹¹ C. F. Skibola, M. T. Smith, *Potential health impacts of excessive flavonoid intake*, „Free radical biology & medicine” sierpnia 2000, t. 29, nr 3-4, s. 375-83, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11035267>.

¹² M. Jafarinia, M. Sadat Hosseini, N. Kasiri, N. Fazel, F. Fathi, M. Ganjalikhani Hakemi, N. Eskandari, *Quercetin with the potential effect on allergic diseases*, „Allergy, asthma, and clinical immunology: official journal of the Canadian Society of Allergy and Clinical Immunology” 2020, t. 16, s. 36, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32467711>.

diecie wegetariańskiej¹³. Znaczna liczba badań dostarcza dowodów, że aktywność biologiczna flawonoidów może odgrywać podwójną rolę w mutagenezie i kancerogenezie. Flawonoidy mogą działać jako antymutageny lub promutageny, a także jako antyoksydanty lub prooksydanty, co jest w dużej mierze zależne od ich spożywanej ilości, jak również kondycji organizmu. Narażenie na zwiększony poziom flawonoidów, czy to poprzez diety lub suplementację, może potencjalnie prowadzić do powstania RFT, a ostatecznie doprowadzić do uszkodzenia DNA. Ponadto efekt ten może być wzmocniony u płodu, w którym dochodzi do szybkiego wzrostu komórek, co może zwiększać wrażliwość na ekspozycję fitochemiczną. Jak dotąd niewiele jednak wiadomo o toksycznym działaniu nadmiaru flawonoidów na organizm ludzki¹⁴. W badaniach na modelach zwierzęcych stwierdzono szkodliwość długotrwałej suplementacji wysokich dawek kwercetyny (ponad 12 tygodni powyżej lub równe 1000 mg/dobę). Wyniki tych badań ekstrapolowano na ludzi wyodrębniając grupy ryzyka szkodliwego działania kwercetyny, jak: pacjenci z nowotworami estrogenowo-zależnymi, pacjenci z niewydolnością nerek, pacjenci zażywający określone grupy leków, np. prawastatyna, feksofenadyna, cyklosporyna¹⁵.

KAROTENOIDY

Karotenoidy to rozpuszczalne w tłuszczach związki, pochodne węglodorów nienasyconych posiadające ugrupowania chromoforowe (barwniki), które są naturalnie obecne w roślinach, grzybach, bakteriach i algach, gdzie intensywność koloru jest związana z ilością karotenoidów. Karotenoidy naturalnie występują obficie w warzywach i owocach. Ponadto dobrym źródłem tych związków są bakterie fotosyntetyczne i algi¹⁶. Zauważalną funkcją tych fitochemikaliów w roślinach jest ochrona komórek przed promieniowaniem

¹³ C. F. Skibola, M. T. Smith, *Potential health impacts of excessive flavonoid intake*, „Free radical biology & medicine” sierpnia 2000, t. 29, nr 3-4, s. 375-83, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11035267>.

¹⁴ Ibidem.

¹⁵ S. Andres, S. Pevny, R. Ziegenhagen, N. Bakhiya, B. Schäfer, K. I. Hirsch-Ernst, A. Lampen, *Safety Aspects of the Use of Quercetin as a Dietary Supplement*, „Molecular Nutrition & Food Research” stycznia 2018, t. 62, nr 1, s. 1700447, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mnfr.201700447>.

¹⁶ T. Bhatt, K. Patel, *Carotenoids: Potent to Prevent Diseases Review*, „Natural products and bioprospecting” czerwca 2020, t. 10, nr 3, s. 109-117, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32405969>.

UV¹⁷. Karotenoidy są silnymi przeciwutleniaczami, ponieważ mogą usuwać z organizmu wolne rodniki tlenowe (hamowanie i terminacja reakcji wolnorodnikowej). Ponadto wykazano, że karotenoidy z tlenem w strukturze, takie jak fukoksantyna i astaksantyna, hamują ekspresję cytokin prozapalnych IL-6, TNF- α i IL-1 β oraz działają jak związki pro- i przeciwzapalne¹⁸.

Warzywa i owoce zawierają karotenoidy nie będące prowitaminą A (likopen, luteina i zeaksantyna) oraz witaminy A (β -karoten, β -kryptoksantyna i α -karoten)¹⁹. β -karoten należy do karotenoidów, rodziny witamin, które mogą być przekształcane w witaminę A i naturalnie występują w wysokich stężeniach w warzywach i owocach²⁰. β -karoten był intensywnie badany pod kątem korzyści zdrowotnych. Stwierdzono, że jego suplementacja w dawkach wyższych niż zalecane wywołuje działania niepożądane. Zaproponowano bezpieczniejszy profil dla karotenoidów nie będących prowitaminą A (do 20 mg/dzień dla luteiny i 75 mg/dzień dla likopenu) oraz 2–4 mg/dzień β -karotenu²¹.

Warto zwrócić uwagę na prospektywne, randomizowane badanie, przeprowadzone na dużą skalę dotyczące suplementacji β -karotenem. Wykazano bowiem, poważne działania niepożądane podczas czterech lat suplementacji β -karotenem w dawce od 20 do 30 mg dziennie, wiązały się ze zwiększonym ryzykiem raka płuc i chorób układu krążenia wśród palaczy i pracowników

¹⁷ M. K. Dhar, S. Mishra, A. Bhat, S. Chib, S. Kaul, *Plant carotenoid cleavage oxygenases: structure–function relationships and role in development and metabolism*, „Briefings in Functional Genomics” 22 stycznia 2020, t. 19, nr 1, s. 1-9, <https://academic.oup.com/bfg/article/19/1/1/5686226>.

¹⁸ T. Bhatt, K. Patel, *Carotenoids: Potent to Prevent Diseases Review*, „Natural products and bioprospecting” czerwca 2020, t. 10, nr 3, s. 109-117, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32405969>; V. Cammisotto, C. Nocella, S. Bartimoccia, V. Sanguigni, D. Francomano, S. Sciarretta, D. Pastori, M. Peruzzi, E. Cavarretta, A. D’Amico, V. Castellani, G. Frati, R. Carnevale, Sm. Group, *The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors*, „Antioxidants” 20 stycznia 2021, t. 10, nr 2, s. 146, <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/2/146>.

¹⁹ E. Toti, C.-Y.O. Chen, M. Palmery, D. Villaño Valencia, I. Peluso, *Non-Provitamin A and Provitamin A Carotenoids as Immunomodulators: Recommended Dietary Allowance, Therapeutic Index, or Personalized Nutrition?*, „Oxidative Medicine and Cellular Longevity” 2018, t. 2018, s. 1-20, <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2018/4637861/>.

²⁰ V. Cammisotto, C. Nocella, S. Bartimoccia, V. Sanguigni, D. Francomano, S. Sciarretta, D. Pastori, M. Peruzzi, E. Cavarretta, A. D’Amico, V. Castellani, G. Frati, R. Carnevale, Sm. Group, *The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors*, „Antioxidants” 20 stycznia 2021, t. 10, nr 2, s. 146, <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/2/146>.

²¹ E. Toti, C.-Y.O. Chen, M. Palmery, D. Villaño Valencia, I. Peluso, *Non-Provitamin A and Provitamin A Carotenoids as Immunomodulators: Recommended Dietary Allowance, Therapeutic Index, or Personalized Nutrition?*, „Oxidative Medicine and Cellular Longevity” 2018, t. 2018, s. 1-20, <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2018/4637861/>.

narażonych na działanie azbestu²². Inne badania zwracały jednak uwagę na liczne korzystne działanie karotenoidów, jak przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, przeciwnowotworowe. Sugeruje się także, że spożycie karotenoidów zapobiega rozwojowi chorób sercowo-naczyniowych²³. Badania dowodzą, że karotenoidy, których niższy poziom stwierdzono u otyłych dzieci z astmą, w porównaniu z dziećmi z astmą z prawidłową masą ciała i grupą kontrolną zdrowych dzieci, mogą mieć ochronny wpływ na zdrowie i czynność płuc u otyłych dzieci z astmą²⁴. Uważa się, że karotenoidy, a zwłaszcza witamina A, są potencjalnymi przeciwutleniaczami, a chociaż rzadko się o tym wspomina, są również prekursorami wysoce silnych i potencjalnie toksycznych pochodnych. W szczególności kwasy retinowe mają dużą zdolność do promowania atopii i procesów zapalnych. Są jednak badacze, którzy uważają, że suplementacja przeciwutleniaczy jest korzystna w prewencji chorób atopowych. Nowa koncepcja dotycząca wpływu karotenoidów na rozwój chorób atopowych podnosi, że karotenoidy nie będące prowitaminą A i prowitaminy A są potencjalnie zaangażowane w rozwój atopii. W społeczeństwach Europy Zachodniej, spożycie β -karotenu i stężenie β -karotenu w surowicy są wyższe, a zwiększone stężenie β -karotenu w surowicy powoduje wzrost stężenia kwasu retinowego w surowicy, który indukuje przesunięcie równowagi limfocytów Th1 w stronę Th2 w odpowiedzi immunologicznej. Zwiększona odpowiedź immunologiczna Th2 prowadzi natomiast do rozwoju atopii²⁵. Z kolei inne dane wskazują, że wysokie stężenia karotenoidów w osoczu, odzwierciedlające dietę bogatą w różne owoce i warzywa, mogą mieć ochronny wpływ na rozwój alergicznego nieżytu nosa u osób w wieku dorosłym²⁶. Na podstawie przedstawionych powyżej doniesień naukowych można wnioskować, że bezpośredni związek między zwiększonym spożyciem karotenu i zwiększonym ryzykiem

²² B.C.C.P.S.G. Alpha-Tocopherol, *The effect of vitamin E and beta carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers*, „The New England journal of medicine” 1994, t. 330, nr 15, s. 1029-35, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8127329>.

²³ M. K. Dhar, S. Mishra, A. Bhat, S. Chib, S. Kaul, *Plant carotenoid cleavage oxygenases: structure–function relationships and role in development and metabolism*, „Briefings in Functional Genomics” 22 stycznia 2020, t. 19, nr 1, s. 1-9, <https://academic.oup.com/bfg/article/19/1/1/5686226>.

²⁴ T. A. M. Tobias, L. G. Wood, D. Rastogi, *Carotenoids, fatty acids and disease burden in obese minority adolescents with asthma*, „Clinical & Experimental Allergy” 25 czerwca 2019, t. 49, nr 6, s. 838-846, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cea.13391>.

²⁵ R. Rühl, *Non-pro-vitamin A and pro-vitamin A carotenoids in atopy development*, „International archives of allergy and immunology” 2013, t. 161, nr 2, s. 99-115, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23343622>.

²⁶ I. Kompauer, J. Heinrich, G. Wolfram, J. Linseisen, *Association of carotenoids, tocopherols and vitamin C in plasma with allergic rhinitis and allergic sensitisation in adults*, „Public health nutrition” czerwca 2006, t. 9, nr 4, s. 472-9, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16870019>

atopii nie został jeszcze ustalony i potrzebne są dalsze rozstrzygające badania w tym kierunku.

SELEN

Selen jest niezbędnym mikroelementem w diecie. Pierwiastek ten występuje w bardzo niskich stężeniach w owocach morza, mięsie, glebie, niektórych warzywach i wątrobie. Selen jest kofaktorem enzymów, takich jak peroksydaza glutationowa (GPX), która jest silnym enzymem antyoksydacyjnym. Zalecana zawartość selenu w diecie, która według szacunków jest wystarczająca do zaspokojenia potrzeb żywieniowych, prawie wszystkich zdrowych osób dorosłych, wynosi 55 µg/dzień²⁷. Nadmierne spożycie selenu może być toksyczne zarówno w dawce pojedynczej, jak i podczas przewlekłego przyjmowania. Nadmiar selenu w diecie (>400 µg/dzień) powoduje selenozę, czyli zatrucie selenem. Objawy toksyczności selenu obejmują nudności, wymioty, przebarwienia paznokci, łamliwość, wypadanie włosów, zmęczenie, drażliwość²⁸.

Efekt kardioprotekcyjny selenu jest kontrowersyjny ze względu na skąpe dotychczasowe dowody naukowe. Z badań obserwacyjnych wynika, że 50% wzrost stężenia selenu wiązał się z 24% zmniejszeniem ryzyka choroby wieńcowej serca²⁹. W badaniu klinicznym u pacjentów z zastoinową niewydolnością serca podawano 200 µg/dobę selenu w formie suplementu diety przez 12 tygodni, co miało korzystny wpływ na metabolizm insuliny i markery ryzyka sercowo-metabolicznego³⁰. Jednak metaanalizy dwunastu badań, które obejmowały 19715 uczestników przyjmujących suplementację selenem, wykazały, że nie było statystycznie istotnego wpływu selenu na śmiertelność z jakiegokolwiek przyczyny, śmiertelność z powodu choroby sercowo-naczyniowej

²⁷ J. K. MacFarquhar, D. L. Broussard, P. Melstrom, R. Hutchinson, A. Wolkin, C. Martin, R. F. Burk, J. R. Dunn, A. L. Green, R. Hammond, W. Schaffner, T. F. Jones, *Acute selenium toxicity associated with a dietary supplement*, „Archives of internal medicine” 8 lutego 2010, t. 170, nr 3, s. 256-61, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20142570>.

²⁸ Ibidem, V. Cammisotto, C. Nocella, S. Bartimoccia, V. Sanguigni, D. Francomano, S. S. ciarretta, D. Pastori, M. Peruzzi, E. Cavarretta, A. D’Amico, V. Castellani, G. Frati, R. Carnevale, Sm. Group, *The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors*, „Antioxidants” 20 stycznia 2021, t. 10, nr 2, s. 146, <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/2/146>.

²⁹ G. Flores-Mateo, A. Navas-Acien, R. Pastor-Barriuso, E. Guallar, *Selenium and coronary heart disease: a meta-analysis*, „The American Journal of Clinical Nutrition” 1 października 2006, t. 84, nr 4, s. 762-773, <https://academic.oup.com/ajcn/article/84/4/762/4633142>.

³⁰ F. Raygan, M. Behnejad, V. Ostadmohammadi, F. Bahmani, M. A. Mansournia, F. Karamali, Z. Asemi, *Selenium supplementation lowers insulin resistance and markers of cardio-metabolic risk in patients with congestive heart failure: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial*, „British Journal of Nutrition” 14 lipca 2018, t. 120, nr 1, s. 33-40, https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114518001253/-type/journal_article.

(CVD ang. cardio-vascular disease) lub wszystkie zdarzenia związane z CVD (śmiertelne i niezakończone zgonem). Dostępne do tej pory dowody naukowe nie potwierdzają, aby można było zalecać suplementację selenu w prewencji pierwotnej chorób sercowo-naczyniowych³¹.

W badaniach oceniano także wpływ suplementacji selenu na przebieg astmy. Istnieją pewne przesłanki wskazujące, że suplementacja selenem może być przydatnym uzupełnieniem leków u pacjentów z przewlekłą astmą. Wniosek ten jest ograniczony z powodu niewystarczających badań i braku poprawy parametrów klinicznych czynności płuc u badanych chorych³². Nie ma także dowodów naukowych, aby suplementacja selenem miała korzystny wpływ na pojawienie się i przebieg atopowego zapalenia skóry³³ czy alergicznego nieżytu nosa³⁴.

KWAS LIPONOWY

Kwas α -liponowy (ALA), znany również jako kwas 1,2-ditiolano-3-pentanowy lub kwas tioktanowy, jest związkiem powszechnie występującym w mitochondriach. Kwas α -liponowy został wyizolowany przez Reeda w 1951 roku jako czynnik zastępujący octan, a jego pierwsze kliniczne zastosowanie datuje się od 1959 roku w leczeniu ostrego zatrucia *Amanita phalloides* (muchomor zielonawy), znanego również jako „śmiertelna kapusta z grzybów”. Kwas α -liponowy jest składnikiem siarkoorganicznym wytwarzanym z roślin, zwierząt i ludzi. Pełni podwójną rolę w organizmie, ponieważ jest przeciwutleniaczem i kofaktorem enzymów zaangażowanych w kompleks dehydrogenazy 2-oksoglutaranu. Jest syntetyzowany przez człowieka w niewielkiej ilości, a produkowane ilości nie wystarczają do zaspokojenia zapotrzebowania energetycznego komórki. Związek ten jest pozyskiwany głównie

³¹ K. Rees, L. Hartley, C. Day, N. Flowers, A. Clarke, S. Stranges, *Selenium supplementation for the primary prevention of cardiovascular disease*, „Cochrane Database of Systematic Reviews” 31 stycznia 2013, <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD009671.pub2>.

³² M. F. Allam, R. A. Lucena, *Selenium supplementation for asthma*, „Cochrane Database of Systematic Reviews” 19 kwietnia 2004, <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD003538.pub2>.

³³ A. R. Vaughn, N. Foolad, M. Maarouf, K. A. Tran, V. Y. Shi, *Micronutrients in Atopic Dermatitis: A Systematic Review*, „The Journal of Alternative and Complementary Medicine” czerwiec 2019, t. 25, nr 6, s. 567-577, <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/acm.2018.0363>.

³⁴ J. Jiang, E. Mehrabi Nasab, S. M. Athari, S. S. Athari, *Effects of vitamin E and selenium on allergic rhinitis and asthma pathophysiology*, „Respiratory Physiology & Neurobiology” kwiecień 2021, t. 286, s. 103614, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1569904820302731>.

z diety, zwłaszcza z mięsa, warzyw i owoców³⁵. ALA u ludzi, suplementowany w zakresie terapeutycznym od 200 do 1800 mg/dzień, ma wiele klinicznie cennych właściwości. Badania potwierdziły potencjalne zastosowanie ALA w leczeniu bólu i parestezji u osób neuropatią cukrzycową. Wykazano, że ALA może być środkiem ochronnym przed czynnikami ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. ALA ma różne zalety, w tym potencjał antyoksydacyjny; jednak jego skuteczność terapeutyczna jest ograniczona ze względu na profil farmakokinetyczny. Dane sugerują, że ALA ma krótki okres półtrwania i biodostępność (około 30%) wywołaną jego degradacją w wątrobie, zmniejszoną rozpuszczalnością oraz niestabilnością w żołądku³⁶. W badaniach na modelach zwierzęcych ALA miał korzystny wpływ w astmie i alergicznym nieżycie nosa³⁷.

Dla sformułowania konkretnych zaleceń suplementacji ALA w chorobach sercowo-naczyniowych i alergicznych konieczne są dalsze badania nad wpływem tego związku u ludzi.

KOENZYM Q10

Koenzym Q10 (CoQ10) to naturalnie występująca, rozpuszczalna w tłuszczach, witamino-podobna substancja uczestnicząca w mitochondrialnym łańcuchu transportu elektronów, a zatem niezbędna do produkcji energii w organizmie. Występuje on głównie w sercu i wątrobie, może być przyswajalny z mięsa, niektórych owoców i warzyw oraz soi³⁸. Ocena ryzyka dla CoQ10, oparta na różnych danych z badań klinicznych, wskazuje, że poziom bezpieczeństwa jego spożywania wynosi 1200 mg/dzień/osobę, co

³⁵ B. Salehi, Y. Berkay Yılmaz, G. Antika, T. Boyunegmez Tumer, M. Fawzi Mahomoodally, D. Lobine, M. Akram, M. Riaz, E. Capanoglu, F. Sharopov, N. Martins, W. C. Cho, J. Sharifi-Rad, *Insights on the Use of α -Lipoic Acid for Therapeutic Purposes*, „Biomolecules” 2019, t. 9, nr 8, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31405030>.

³⁶ Ibidem.

³⁷ Y. Sook Cho, J. Lee, T.-H. Lee, E. Young Lee, K.-U. Lee, J. Yeol Park, H.-B. Moon, *α -Lipoic acid inhibits airway inflammation and hyperresponsiveness in a mouse model of asthma*, „Journal of Allergy and Clinical Immunology” sierpnia 2004, t. 114, nr 2, s. 429-435, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0091674904013090>; T. Van Nguyen, C.H. Piao, Y. J. Fan, D.-U. Shin, S. Y. Kim, H.-J. Song, C. H. Song, H. S. Shin, O. H. Chai, *Anti-allergic rhinitis activity of α -lipoic acid via balancing Th17/Treg expression and enhancing Nrf2/HO-1 pathway signaling*, „Scientific reports” 2020, t. 10, nr 1, s. 12528, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32719431>.

³⁸ F. L. Crane, *Biochemical Functions of Coenzyme Q 10*, „Journal of the American College of Nutrition” grudnia 2001, t. 20, nr 6, s. 591-598, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07315724.2001.10719063>.

sugeruje, że CoQ10 jest wysoce bezpieczny do stosowania jako suplement diety³⁹. Z ostatnich danych wynika, że CoQ10 ma wpływ na ekspresję wielu genów zaangażowanych w metabolizm, transport komórkowy, kontrolę transkrypcji i sygnalizację komórkową, czyniąc CoQ10 silnym regulatorem genów. Dlatego suplementacja CoQ10 jest przydatna w chorobach związanych z niedoborem CoQ10, do których zalicza się cukrzycę typu 2, choroby mitochondrialne i choroby układu krążenia⁴⁰. Po dwóch latach obserwacji pacjentów z umiarkowaną lub ciężką niewydolnością serca, przydzielonych losowo do suplementacji CoQ10 (300 mg na dobę), oprócz standardowego leczenia, stwierdzono mniej poważnych niepożądanych zdarzeń sercowo-naczyniowych, mniejszą śmiertelność z jakiegokolwiek przyczyny i z przyczyn sercowo-naczyniowych, zmniejszenie się częstości hospitalizacji oraz poprawę w zakresie odczuwanych objawów, w porównaniu z grupą kontrolną⁴¹.

Dzienna dawka suplementu CoQ10 wahająca się od 60 do 300 mg, skutkowała wzrostem frakcji wyrzutowej netto o 3,67% u pacjentów z zastoinową niewydolnością serca⁴². Analiza ośmiu badań (267 uczestników) wykazała, że przyjmowanie CoQ10 przez pacjentów z chorobą wieńcową znacząco obniżyło stężenie cholesterolu całkowitego i podwyższyło cholesterolu HDL we krwi⁴³.

³⁹ T. Hidaka, K. Fujii, I. Funahashi, N. Fukutomi, K. Hosoe, *Safety assessment of coenzyme Q 10 (CoQ 10)*, „BioFactors” 2008, t. 32, nr 1-4, s. 199-208, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/biof.5520320124>.

⁴⁰ V. I. Zozina, S. Covantev, O. A. Goroshko, L. M. Krasnykh, V. G. Kukes, *Coenzyme Q10 in Cardiovascular and Metabolic Diseases: Current State of the Problem*, „Current Cardiology Reviews” 7 sierpnia 2018, t. 14, nr 3, s. 164-174, <http://www.eurekaselect.com/161292/article>; V. Cammisotto, C. Nocella, S. Bartimoccia, V. Sanguigni, D. Francomano, S. Sciarretta, D. Pastori, M. Peruzzi, E. Cavarretta, A. D'Amico, V. Castellani, G. Frati, R. Carnevale, Sm. Group, *The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors*, „Antioxidants” 20 stycznia 2021, t. 10, nr 2, s. 146, <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/2/146>.

⁴¹ A. L. Mortensen, F. Rosenfeldt, K. J. Filipiak, *Effect of coenzyme Q10 in Europeans with chronic heart failure: A sub-group analysis of the Q-SYMBIO randomized double-blind trial*, „Cardiology Journal” 2 stycznia 2013, https://journals.viamedica.pl/cardiology_journal/article/view/62920; V. Cammisotto, C. Nocella, S. Bartimoccia, V. Sanguigni, D. Francomano, S. Sciarretta, D. Pastori, M. Peruzzi, E. Cavarretta, A. D'Amico, V. Castellani, G. Frati, R. Carnevale, Sm. Group, *The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors*, „Antioxidants” 20 stycznia 2021, t. 10, nr 2, s. 146, <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/2/146>.

⁴² A. D. Fotino, A. M. Thompson-Paul, L. A. Bazzano, *Effect of coenzyme Q10 supplementation on heart failure: a meta-analysis*, „The American Journal of Clinical Nutrition” 1 lutego 2013, t. 97, nr 2, s. 268-275, <https://academic.oup.com/ajcn/article/97/2/268/4576993>.

⁴³ M. V. Jorat, R. Tabrizi, N. Mirhosseini, K. B. Lankarani, M. Akbari, S. T. Heydari, R. Mottaghi, Z. Asemi, *The effects of coenzyme Q10 supplementation on lipid profiles among patients with coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*, „Lipids in Health and Disease” 9 grudnia 2018, t. 17, nr 1, s. 230, <https://lipidworld.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12944-018-0876-4>.

CoQ10 nie jest zatwierdzony przez Agencję Żywności i Leków (FDA, ang. Food and Drug Administration) do leczenia jakichkolwiek schorzeń, chociaż jest szeroko dostępny bez recepty jako suplement diety i zalecany zarówno przez lekarzy podstawowej opieki zdrowotnej, jak i specjalistów. Choroby takie jak: neurodegeneracyjne, fibromialgia, cukrzyca, nowotwory, choroby mitochondrialne, choroby mięśni i niewydolność serca są związane ze zmniejszonym poziomem CoQ10 w krążeniu. Warto zauważyć, że statyny blokują wytwarzanie związku pośredniego w biochemicznym szlaku mewalanianu, który prowadzi do produkcji CoQ10⁴⁴.

Suplementacja 50 mg dwa razy dziennie CoQ10 wykazała zmniejszenie łagodnych do umiarkowanych bólów mięśniowych związanych z przyjmowaniem statyn, co skutkowało zwiększoną zdolnością do wykonywania codziennych czynności⁴⁵.

Suplementacja CoQ10, oprócz standardowej terapii u pacjentów z umiarkowaną lub ciężką niewydolnością serca, wiąże się z redukcją objawów i redukcją poważnych niepożądanych zdarzeń sercowo-naczyniowych⁴⁶. CoQ10 może również poprawiać wydolność funkcjonalną, funkcję śródbłonna i kurczliwość lewej komory u pacjentów z zastoinową niewydolnością serca⁴⁷.

CoQ10 ma działanie przeciwzapalne i antyoksydacyjne. Co-Q10 zwiększa ekspresję czynnika transkrypcyjnego Nrf2 (Nrf2, ang. nuclear factor erythroid 2 - related factor). Nadekspresja Nrf2 kontroluje procesy alergiczne i zapalne. Z drugiej strony, Nrf2 reguluje działanie enzymów antyoksydacyjnych i zwiększa aktywność antyoksydacyjną tego układu. Sygnalizacja mitochondrialna ma istotny wpływ na patofizjologię astmy, a stosowanie Co-Q10 może kontrolować objawy astmy i alergicznego nieżyty nosa. Nrf2

⁴⁴ B. Sood, M. Keenaghan, *Coenzyme Q10*.

⁴⁵ M. Šabovič, *Coenzyme Q10 Supplementation Decreases Statin-Related Mild-to-Moderate Muscle Symptoms: A Randomized Clinical Study*, „Medical Science Monitor” 2014, t. 20, s. 2183-2188, <http://www.medscimonit.com/abstract/index/idArt/890777>.

⁴⁶ K. N. Bhatt, J. Butler, *Myocardial Energetics and Heart Failure: a Review of Recent Therapeutic Trials*, „Current heart failure reports” 2018, t. 15, nr 3, s. 191-197, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29707741>; M. Jafari, S.M. Mousavi, A. Asgharzadeh, N. Yazdani, *Coenzyme Q10 in the treatment of heart failure: A systematic review of systematic reviews*, „Indian Heart Journal” lipca 2018, t. 70, s. S111-S117, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0019483217308696>; B. Sood, M. Keenaghan, *Coenzyme Q10*.

⁴⁷ R. Belardinelli, A. Mucaj, F. Lacalaprice, M. Solenghi, G. Seddaiu, F. Principi, L. Tiano, G.P. Littarru, *Coenzyme Q10 and exercise training in chronic heart failure*, „European Heart Journal” 11 kwietnia 2006, t. 27, nr 22, s. 2675-2681, <https://academic.oup.com/eurheartj/article-lookup/doi/10.1093/eurheartj/ehl158>; M. Jafari, S.M. Mousavi, A. Asgharzadeh, N. Yazdani, *Coenzyme Q10 in the treatment of heart failure: A systematic review of systematic reviews*, „Indian Heart Journal” lipca 2018, t. 70, s. S111-S117, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0019483217308696>.

w komórkach nabłonka dróg oddechowych i mięśni gładkich chroni przed działaniem prozapalnym i utleniającym, dzięki czemu ma efekt ochronny w astmie. Stres antyoksydacyjny, w którym pośredniczy Nrf2, ma kluczowe znaczenie dla utrzymania integralności bariery nabłonkowej i zapobieganiu wnikania alergenów. W badaniach na modelach zwierzęcych astmy alergicznej i alergicznego nieżyty nosa wykazano, że Co-Q10 zwiększa ekspresję Nrf2, a nadekspresja Nrf2 ma silny wpływ na kontrolę cytokin, mediatorów alergicznych i czynników zapalnych, które prowadzą do opanowania alergii i astmy⁴⁸.

PODSUMOWANIE

Na rynku istnieje wiele suplementów diety zawierających antyoksydanty. Wybór konkretnych produktów, które mają korzystny wpływ np. w chorobach układu krążenia czy chorobach alergicznych nadal stanowi wyzwanie. Badania naukowe wskazują szereg pozytywnych efektów suplementowania przeciwutleniaczy, ale podkreślają także, że niekontrolowane spożywanie ponadfizjologicznych ilości tych substancji może stanowić zagrożenie dla zdrowia poprzez możliwe wywołanie toksyczności.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można wskazać dowody na korzystne działanie antyoksydantów w pewnych chorobach, zwłaszcza tych, których patogeneza wiąże się z występowaniem przewlekłego stanu zapalnego i wywołaniem stresu oksydacyjnego.

Należy jednak pamiętać, że antyoksydanty w postaci suplementów diety czy leków nie zastąpią odpowiednio zbilansowanej diety, ani odpowiedniego leczenia farmakologicznego. Dlatego przy wyborze antyoksydantów – suplementów diety i leków należy kierować się zaleceniami lekarzy i farmaceutów.

BIBLIOGRAFIA

1. Allam M. F., Lucena R. A., *Selenium supplementation for asthma*, „Cochrane Database of Systematic Reviews” 2004, <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD003538.pub2>.
2. Alpha-Tocopherol B. C. C. P. S. G., *The effect of vitamin E and beta carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers*,

⁴⁸ Q. Du, W. Meng, S. S. Athari, R. Wang, *The effect of Co-Q10 on allergic rhinitis and allergic asthma*, „Allergy, asthma, and clinical immunology : official journal of the Canadian Society of Allergy and Clinical Immunology” 20 marca 2021, t. 17, nr 1, s. 32, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33743807>.

- „The New England journal of medicine” 1994, t. 330, nr 15, s. 1029-35, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8127329>.
3. Andres S., Pevny S., Ziegenhagen R., Bakhiya N., Schäfer B., Hirsch-Ernst K. I., Lampen A., *Safety Aspects of the Use of Quercetin as a Dietary Supplement*, „Molecular Nutrition & Food Research” 2018, t. 62, nr 1, s. 1700447, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mnfr.201700447>.
 4. Belardinelli R., Mucaj A., Lecalaprice F., Solenghi M., Seddaiu G., Principi F., Littarru G. P., *Coenzyme Q10 and exercise training in chronic heart failure*, „European Heart Journal” 2006, t. 27, nr 22, s. 2675-2681, <https://academic.oup.com/eurheartj/article-lookup/doi/10.1093/eurheartj/ehl158>.
 5. Bhatt K. N., Butler J., *Myocardial Energetics and Heart Failure: a Review of Recent Therapeutic Trials.*, „Current heart failure reports” 2018, t. 15, nr 3, s. 191-197, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29707741>.
 6. Bhatt T., Patel K., *Carotenoids: Potent to Prevent Diseases Review*, „Natural products and bioprospecting” 2020, t. 10, nr 3, s. 109-117, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32405969>.
 7. Cammisotto V., Nocella C., Bartimoccia S., Sanguigni V., Francomano D., Sciarretta S., Group Sm., *The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors*, „Antioxidants” 2021, t. 10, nr 2, s. 146, <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/2/146>.
 8. Cottart C.-H., Nivet-Antoine V., Beaudoux J.-L., *Review of recent data on the metabolism, biological effects, and toxicity of resveratrol in humans*, „Molecular Nutrition & Food Research” 2014, t. 58, nr 1, s. 7-21, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mnfr.201200589>.
 9. Crane F. L., *Biochemical Functions of Coenzyme Q 10*, „Journal of the American College of Nutrition” 2001, t. 20, nr 6, s. 591-598, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07315724.2001.10719063>.
 10. Dhar M. K., Mishra S., Bhat A., Chib S., Kaul S., *Plant carotenoid cleavage oxygenases: structure–function relationships and role in development and metabolism*, „Briefings in Functional Genomics” 2020, t. 19, nr 1, s. 1-9, <https://academic.oup.com/bfg/article/19/1/1/5686226>.

11. Du Q., Meng W., Athari S. S., Wang R., *The effect of Co-Q10 on allergic rhinitis and allergic asthma.*, „Allergy, asthma, and clinical immunology : official journal of the Canadian Society of Allergy and Clinical Immunology” 2021, t. 17, nr 1, s. 32, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33743807>.
12. Flores-Mateo G., Navas-Acien A., Pastor-Barriuso R., Guallar E., *Selenium and coronary heart disease: a meta-analysis.*, „The American Journal of Clinical Nutrition” 2006, t. 84, nr 4, s. 762-773, <https://academic.oup.com/ajcn/article/84/4/762/4633142>.
13. Fotino A. D., Thompson-Paul A. M., Bazzano L. A., *Effect of coenzyme Q10 supplementation on heart failure: a meta-analysis.*, „The American Journal of Clinical Nutrition” 2013, t. 97, nr 2, s. 268-275, <https://academic.oup.com/ajcn/article/97/2/268/4576993>.
14. Hertog M. G., Feskens E. J., Kromhout D., Hertog M. G., Hollman P. C., Hertog M. G., Katan M., *Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study.*, „The Lancet” 1993, t. 342, nr 8878, s. 1007-1011, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/014067369392876U>.
15. Hertog M. G., Kromhout D., Aravanis C., Blackburn H., Buzina R., Fidanza F., Nedeljkovic S., *Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study.*, „Archives of internal medicine” 1995, t. 155, nr 4, s. 381-6, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7848021>.
16. Hidaka T., Fujii K., Funahashi I., Fukutomi N., Hosoe K., *Safety assessment of coenzyme Q 10 (CoQ 10).*, „BioFactors” 2008, t. 32, nr 1-4, s. 199-208, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/biof.5520320124>.
17. Jafari M., Mousavi S. M., Asgharzadeh A., Yazdani N., *Coenzyme Q10 in the treatment of heart failure: A systematic review of systematic reviews.*, „Indian Heart Journal” 2018, t. 70, s. S111-S117, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0019483217308696>.
18. Jafarinia M., Sadat Hosseini M., Kasiri N., Fazel N., Fathi F., Ganjalikhani Hakemi M., Eskandari N., *Quercetin with the potential effect on allergic diseases.*, „Allergy, asthma, and clinical immunology: official journal of the Canadian Society of Allergy and Clinical Immunology” 2020, t. 16, s. 36, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32467711>.

19. Jiang J., Mehrabi Nasab E., Athari S. M., Athari S. S., *Effects of vitamin E and selenium on allergic rhinitis and asthma pathophysiology*, „Respiratory Physiology & Neurobiology” 2021, t. 286, s. 103614, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1569904820302731>.
20. Jorat M. V., Tabrizi R., Mirhosseini N., Lankarani K. B., Akbari M., Heydari S. T., Asemi Z., *The effects of coenzyme Q10 supplementation on lipid profiles among patients with coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*, „Lipids in Health and Disease” 2018, t. 17, nr 1, s. 230, <https://lipidworld.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12944-018-0876-4>.
21. Knekt P., Järvinen R., Seppänen R., Hellövaara M., Teppo L., Pukkala E., Aromaa A., *Dietary flavonoids and the risk of lung cancer and other malignant neoplasms.*, „American journal of epidemiology” 1997, t. 146, nr 3, s. 223-30, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9247006>.
22. Kompauer I., Heinrich J., Wolfram G., Linseisen J., *Association of carotenoids, tocopherols and vitamin C in plasma with allergic rhinitis and allergic sensitisation in adults.*, „Public health nutrition” 2006, t. 9, nr 4, s. 472-9, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16870019>.
23. Kumar S., Pandey A. K., *Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview*, „The Scientific World Journal” 2013, t. 2013, s. 1-16, <http://www.hindawi.com/journals/tswj/2013/162750/>.
24. MacFarquhar J. K., Broussard D. L., Melstrom P., Hutchinson R., Wolkin A., Martin C., ... Jones T. F., *Acute selenium toxicity associated with a dietary supplement.*, „Archives of internal medicine” 2010, t. 170, nr 3, s. 256-61, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20142570>.
25. Mortensen A. L., Rosenfeldt F., Filipiak K. J., *Effect of coenzyme Q10 in Europeans with chronic heart failure: A sub-group analysis of the Q-SYMBIO randomized double-blind trial*, „Cardiology Journal” 2013, https://journals.viamedica.pl/cardiology_journal/article/view/62920.
26. Panche A. N., Diwan A. D., Chandra S. R., *Flavonoids: an overview*, „Journal of nutritional science” 2016, t. 5, s. e47, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28620474>.
27. Parmenter B. H., Croft K. D., Hodgson J. M., Dalgaard F., Bondonno C. P., Lewis J. R., Bondonno N. P., *An overview and update on the epidemiology of flavonoid intake and cardiovascular disease risk.*, „Food

- & function” 2020, t. 11, nr 8, s. 6777-6806, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32725042>.
28. Quiñones M., Miguel M., Aleixandre A., *Beneficial effects of polyphenols on cardiovascular disease.*, „Pharmacological research” 2013, t. 68, nr 1, s. 125-31, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23174266>.
 29. Raygan F., Behnejad M., Ostadmohammadi V., Bahmani F., Mansournia M. A., Karamali F., Asemi Z., *Selenium supplementation lowers insulin resistance and markers of cardio-metabolic risk in patients with congestive heart failure: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial.*, „British Journal of Nutrition” 2018, t. 120, nr 1, s. 33-40, https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114518-001253/type/journal_article.
 30. Rees K., Hartley L., Day C., Flowers N., Clarke A., Stranges S., *Selenium supplementation for the primary prevention of cardiovascular disease.*, „Cochrane Database of Systematic Reviews” 2013, <https://doi.wiley.com/10.1002/-14651858.CD009671.pub2>.
 31. Rimm E. B., Katan M. B., Ascherio A., Stampfer M. J., Willett W. C., *Relation between intake of flavonoids and risk for coronary heart disease in male health professionals.*, „Annals of internal medicine” 1996, t. 125, nr 5, s. 384-9, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8702089>.
 32. Rühl R., *Non-pro-vitamin A and pro-vitamin A carotenoids in atopy development.*, „International archives of allergy and immunology” 2013, t. 161, nr 2, s. 99-115, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23343622>.
 33. Šabovič M., *Coenzyme Q10 Supplementation Decreases Statin-Related Mild-to-Moderate Muscle Symptoms: A Randomized Clinical Study.*, „Medical Science Monitor” 2014, t. 20, s. 2183-2188, <http://www.med-scimonit.com/abstract/index/idArt/890777>.
 34. Salehi B., Berkay Yılmaz Y., Antika G., Boyunegmez Tümer T., Fawzi Mahomoodally M., Lobine D., Sharifi-Rad J., *Insights on the Use of α -Lipoic Acid for Therapeutic Purposes.*, „Biomolecules” 2019, t. 9, nr 8, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/-31405030>.
 35. Shaito A., Posadino A. M., Younes N., Hasan H., Halabi S., Alhababi D., Pintus G., *Potential Adverse Effects of Resveratrol: A Literature Review.*, „International journal of molecular sciences” 2020, t. 21, nr 6, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32197410>.

36. Skibola C. F., Smith M. T., *Potential health impacts of excessive flavonoid intake.*, „Free radical biology & medicine” 2000, t. 29, nr 3-4, s. 375-83, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11035267>.
37. Sood B., Keenaghan M., *Coenzyme Q10*, *StatPearls*, 2021, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30285386>.
38. Sook Cho Y., Lee J., Lee T.-H., Young Lee E., Lee K.-U., Yeol Park J., Moon H.-B., *α -Lipoic acid inhibits airway inflammation and hyperresponsiveness in a mouse model of asthma*, „Journal of Allergy and Clinical Immunology” 2004, t. 114, nr 2, s. 429-435, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0091674904013090>.
39. Tobias T. A. M., Wood L. G., Rastogi D., *Carotenoids, fatty acids and disease burden in obese minority adolescents with asthma*, „Clinical & Experimental Allergy” 2019, t. 49, nr 6, s. 838-846, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cea.13391>.
40. Toti E., Chen C.-Y. O., Palmery M., Villaño Valencia D., Peluso I., *Non-Provitamin A and Provitamin A Carotenoids as Immunomodulators: Recommended Dietary Allowance, Therapeutic Index, or Personalized Nutrition?*, „Oxidative Medicine and Cellular Longevity” 2018, t. 2018, s. 1-20, <https://www.hindawi.com/journals/-omcl/2018/4637861/>.
41. Van Nguyen T., Piao C. H., Fan Y. J., Shin D.-U., Kim S. Y., Song H.-J., Chai O. H., *Anti-allergic rhinitis activity of α -lipoic acid via balancing Th17/Treg expression and enhancing Nrf2/HO-1 pathway signaling*, „Scientific reports” 2020, t. 10, nr 1, s. 12528, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32719431>.
42. Vaughn A. R., Foolad N., Maarouf M., Tran K. A., Shi V. Y., *Micro-nutrients in Atopic Dermatitis: A Systematic Review*, „The Journal of Alternative and Complementary Medicine” 2019, t. 25, nr 6, s. 567-577, <https://www.liebertpub.com/-doi/10.1089/acm.2018.0363>.
43. Zozina V. I., Covantev S., Goroshko O. A., Krasnykh L. M., Kukes V. G., *Coenzyme Q10 in Cardiovascular and Metabolic Diseases: Current State of the Problem*, „Current Cardiology Reviews” 2018, t. 14, nr 3, s. 164-174, <http://www.eurekaselect.com/-161292/article>.

ANTIOXIDANTS AS DIETARY SUPPLEMENTS -
BENEFITS AND RISKS IN CLINICAL PRACTICE,
WITH PARTICULAR EMPHASIS ON CARDIOVASCULAR
AND ALLERGIC DISEASES

PART II POLYPHENOLS, CAROTENOIDS, SELENIUM, L
IPOIC ACID, COENZYME Q10

Summary: Antioxidants in the form of dietary supplements or drugs are a large group of different chemical compounds. Some of them are more popular and used for many years by patients, such as vitamins E and C described in the previous chapter, and omega-3 and omega-6 fatty acids. Others, on the other hand, are rather associated with the fact that we supply them with food, such antioxidants include polyphenols, carotenoids, selenium. Some of the antioxidants as dietary supplements are known and used in certain groups of patients, such as lipoic acid in people with diabetic neuropathy. The remaining antioxidants are currently very popular because they are relatively new compounds with recognized health benefits, such as coenzyme Q10. This chapter presents basic information on polyphenols, carotenoids, selenium, lipoic acid, coenzyme Q10, and the results of research on the effects of these compounds, in particular in cardiovascular diseases and asthma.

Keywords: Oxidative stress, antioxidants, dietary supplements, cardiovascular diseases, allergic diseases.

OCENA CZĘSTOTLIWOŚCI SPOŻYCIA SUPLEMENTÓW DIETY I WIEDZA KONSUMENTÓW WOJEWÓDZTWA DOLNOŚLĄSKIEGO I ŚWIĘTOKRZYSKIEGO NA TEMAT TRENDU *CLEAN LABEL*

Streszczenie: Celem pracy było określenie częstotliwości spożycia suplementów diety, jak również ocena stanu wiedzy konsumentów na temat trendu *clean label*. Badania przeprowadzono wśród 106 konsumentów województwa dolnośląskiego i świętokrzyskiego. Jako metodę badawczą użyto autorski kwestionariusz ankietowy przygotowany na potrzeby tych badań. Badanie przeprowadzono pośrednią metodą ankietową CAWI (ang. *Computer-Assisted Web Interview*). Zaobserwowano, że prawie 80% respondentów ma nawyk czytania etykiety suplementów diety. Ponadto nieco ponad 90% ankietowanych uznało, że istotnym, bądź bardzo istotnym jest fakt, że kupowane suplementy diety nie zawierają dodatków. Połowa konsumentów suplementów diety poprawnie wskazała czym charakteryzuje się *czysta etykieta*, jednakże również prawie połowa odpowiedziała, że nie wie czym jest *czysta etykieta*. Oznacza to, konsumenci suplementów diety mimo wszechobecnej w środkach masowego przekazu reklamy suplementów diety są niedoinformowani i nie wiedzą na co w szczególności mieliby zwracać uwagę podczas podejmowania decyzji zakupowej.

Słowa kluczowe: Czysta etykieta.

WSTĘP

Suplementy diety w ostatnim dziesięcioleciu stały się popularnym środkiem spożywczym konsumowanym przez ludzi na całym świecie. Reklama

¹ Dr inż. Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Technologii Żywności i Żywienia.

suplementów diety pojawia się w środkach masowego przekazu, takich jak: telewizja, radio, czy Internet, stanowiąc około 30% reklamowanych produktów i usług [Zalewski, 2020].

W Polsce rynek suplementów diety stale się powiększa, a jego wartość wzrosła w latach 2011-2020 z około 3 mld zł do 5 mld zł [NIK, 2016; Stępień i wsp., 2019]. Spożywanie suplementów diety deklaruje coraz większy odsetek osób zdrowych, jak i chorych. Zwykle produktom tym przypisuje się działanie korzystne dla organizmu, np. wspomagające układ odpornościowy, pokarmowy, sercowo-naczyniowy, czy też zmniejszające ryzyko rozwoju nowotworów. Suplementy diety przeznaczone są dla różnych grup ludności, np. osób starszych, kobiet ciężarnych, czy karmiących, jak również osób aktywnych fizycznie [Skrypnik i wsp., 2021].

Wraz ze wzrostem spożycia suplementów diety, jak i wiedzy konsumentów na ich temat, istotne okazały się takie kwestie jak chociażby chęć spożycia przez nich produktów, które charakteryzują się brakiem dodatków do żywności, czyli E-składników. Zagadnienie to w znacznej mierze wynika ze skutecznego i ekspansyjnego marketingu.

Suplementy diety, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 grudnia 2014 r. w sprawie znakowania poszczególnych rodzajów środków spożywczych, oznacza się, umieszczając bezpośrednio na opakowaniu takie informacje tak:

- określenie „suplement diety”,
- nazwę kategorii składników odżywczych lub substancji charakteryzujących produkt lub wskazanie ich właściwości,
- porcję produktu zalecaną do spożycia w ciągu dnia,
- ostrzeżenie dotyczące nieprzekraczania zalecanej porcji do spożycia w ciągu dnia,
- stwierdzenie, że suplementy diety nie mogą być stosowane jako substytut (zamiennik) zróżnicowanej diety,
- stwierdzenie, że suplementy diety powinny być przechowywane w sposób niedostępny dla małych dzieci;
- informację dotyczącą zawartości witamin i składników mineralnych oraz zawartość witamin i składników mineralnych w procentach po przeliczeniu w stosunku do Referencyjnej Wartości Spożycia (RWS).

Znakując suplementy diety, nie można przypisywać im właściwości zapobiegania, leczenia lub wyleczenia chorób człowieka, ani sugerować takich właściwości. Wymienione zasady stosuje się również w przypadku

reklam. Etykieta jest zatem źródłem szczegółowych informacji dotyczących nabywanych suplementów diety [<https://ncez.pzh.gov.pl/abc-zywienia/suplementy-diety-czy-leki/>].

Suplementy diety mogą zawierać w swoim składzie witaminy i składniki mineralne, które naturalnie występują w żywności i spożywane są jako jej część oraz inne substancje wykazujące efekt odżywczy lub inny efekt fizjologiczny. Zatem należy stwierdzić, iż spożywanie suplementów diety nie ma na celu leczenia, lecz profilaktykę i wspomaganie funkcjonowania organizmu [Moore i wsp., 2020]. Według Wichrowskiej i wsp. (2018) celem stosowania suplementów diety są m.in.: poprawa samopoczucia, uregulowanie niedoborów występujących w organizmie, wspomaganie odchudzania, wspomaganie układu nerwowego, ruchu, pokarmowego oraz sercowo-naczyniowego, jak również wspomaganie odporności, czy stanu powłoki skórnej. Coraz popularniejsze stają się suplementy reklamowane, jako te przeznaczone dla sportowców. Należy jednak pamiętać, że stosowanie suplementów diety może wpłynąć korzystnie na zdrowie osób je spożywających, jednakże może również stanowić zagrożenie, wynikające chociażby z nieprawidłowego ich dawkowania [<https://ncez.pzh.gov.pl/abc-zywienia/suplementy-diety-czy-leki/>].

Poziom witamin i składników mineralnych obecnych w suplementach diety, w zalecanej przez producenta dziennej porcji spożywanego suplementu diety powinien uwzględniać: górne bezpieczne poziomy witamin i składników mineralnych ustalone na podstawie naukowej oceny ryzyka, w oparciu o ogólnie akceptowane dane naukowe, uwzględniając zmienne stopnie wrażliwości różnych grup konsumentów, ponadto spożycie witamin i składników mineralnych wynikające z innych źródeł diety, jak również zalecane spożycie witamin i składników mineralnych dla danej populacji [Dz.U.2018.1951].

Maksymalny dopuszczalny poziom zawartości witamin i składników mineralnych oraz innych substancji wykazujących efekt odżywczy lub inny efekt fizjologiczny zapewnia, że zwykłe stosowanie suplementu diety zgodnie z informacją zamieszczoną w oznakowaniu będzie bezpieczne dla zdrowia i życia człowieka. Oznakowanie, prezentacja i reklama suplementów diety nie mogą zawierać informacji stwierdzających lub sugerujących, że zbilansowana i zróżnicowana dieta nie może dostarczyć wystarczających dla organizmu ilości składników odżywczych [www.gov.pl].

Zgodnie z definicją suplementy diety wprowadzane są do obrotu w formie umożliwiającej dawkowanie, w postaci: kapsułek, tabletek, drażetek, sazetek z proszkiem, ampulek z płynem, butelek z kroplomierzem i w innych podobnych postaciach płynów i proszków przeznaczonych do spożywania

w małych odmierzonych ilościach jednostkowych. Konsumentom mają zatem do wyboru szeroki wachlarz form nabywanych suplementów diety, które wybierają w zależności od osobistych preferencji. Nabywane suplementy diety znajdują się w opakowaniu bezpośrednim z dołączoną etykietą. Etykieta to nic innego jak deklaracja producenta dotycząca składu produktu wprowadzonego do obrotu. Nierzadko dochodzi do zafałszowań podawanych przez producentów informacji znajdujących się na etykiecie dołączonej do suplementów diety. Dzieje się tak, ponieważ suplementy diety w odróżnieniu od produktów leczniczych nie podlegają ściśle określonym wymaganiom jakościowym. Stąd też osoby kupujące suplementy diety nie mają pewności, czy zawierają one deklarowaną substancję czynną, jak również, czy określona substancja występuje w deklarowanej przez producenta ilości. Ponadto występuje potencjalne ryzyko obecności w suplementach diety substancji niedozwolonych, jak również nie jest jasno sprecyzowana dostępność farmaceutyczna substancji czynnych. W związku z powyższym nie można jednoznacznie oszacować korzyści oraz zagrożeń wynikających ze stosowania suplementów diety [Stępień i wsp, 2019].

Odpowiedzią na fałszowanie informacji dotyczących składu suplementów diety jest stosowanie przez producentów tzw. „czystej etykiety”. Różne źródła podają, że pojęcie „czysta etykieta” powstało na początku XX wieku w Stanach Zjednoczonych, stąd zamiennie stosowane jest pojęcie pochodzące z języka angielskiego „*clean label*”. Wkład w upowszechnienie zwrotu „czysta etykieta” ma również Uniwersytet w Southampton. Zespół badaczy przeprowadził badania, w wyniku których uzyskano negatywny wpływ mieszanki kilku barwników pochodzenia syntetycznego oraz benzoenu sodu (E-211) na nadaktywność u dzieci. Przeprowadzone badania miały bezpośredni wpływ na ustawodawstwo europejskie, zobowiązano bowiem producentów do umieszczenia na etykiecie produktów spożywczych ostrzeżenia o substancjach, które się w nim znajdują. Pomimo, iż wyniki dalszych badań prowadzone osobno dla ww. związków nie potwierdziły szkodliwego ich działania, obowiązek ustawodawcy pozostał w mocy prawnej.

Do zwiększenia świadomości konsumentów, a tym samym zwracania szczególnej uwagi na skład spożywanych suplementów diety i czytania etykiet, przyczyniły się również działania Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (tzw. EFSA – *European Food Safety Authority*), a dokładniej publikacje naukowe związane z tematyką wpływu na organizm ludzki substancji stosowanych do produkcji środków spożywczych. W ten oto sposób powstała idea „*clean label*”, czyli idea „czystej etykiety”.

Pojęcie „czysta etykieta” oznacza jednoznaczłą deklarację producentów żywności, w tym suplementów diety dotyczącą składników wytwarzanego przez nich produktu. Suplementy diety określane jako „clean label” nie mogą mieć w swoim składzie E-dodatków, sztucznych dodatków, wypełniaczy, substancji glazurujących, zbrylających, utwardzaczy oraz sztucznych barwników. Najczęściej eliminowanymi składnikami negatywnie wpływającymi na zdrowie konsumentów są: konserwanty, barwniki i polepszacze strukturalne. Producenci chcąc zwiększyć sprzedaż swoich produktów, a tym samym zwiększyć zyski ze sprzedaży, muszą „oczyścić” etykiety ze szkodliwych substancji [Asioli i wsp., 2017]. Stąd coraz częściej w reklamach można dowiedzieć się o tym, że dane produkty są wolne od sztucznych dodatków, czy też szkodliwych barwników, czyli mają tzw. czystą etykietę „*clean label*” [Dąbrowska i Janoś-Kręśło, 2018].

Celem niniejszej pracy było określenie częstotliwości spożycia suplementów diety, jak również określenie stanu wiedzy konsumentów na temat trendu „*clean label*”.

MATERIAŁY I METODY BADAŃ ORAZ WYNIKI BADAŃ

Metody i hipotezy badawcze

Badanie ankietowe przeprowadzono w 2021 r., w których wzięło udział 106 dorosłych osób obojga płci (w tym 57 kobiet oraz 49 mężczyzn), mieszkańców województwa dolnośląskiego i świętokrzyskiego. Respondenci zostali podzieleni według kryterium płci. Pierwszą grupę stanowiły kobiety, natomiast drugą grupę mężczyźni.

Ze względu na sytuację pandemiczną w kraju wywołaną wirusem SARS-CoV-2 badanie przeprowadzono pośrednią metodą ankietową CAWI (ang. *Computer Assisted Web Interview*), a udział w nim był dobrowolny i anonimowy. Wszystkie kwestionariusze ankietowe w formie elektronicznej w formularzu Microsoft Teams zostały wypełnione w sposób prawidłowy (zwrotność 100%).

W kwestionariuszu ankiety zawarto pytania zamknięte. Wśród pytań zamkniętych ujęto pytania dysjunktywne, gdzie możliwe było zaznaczenie tylko jednej odpowiedzi oraz pytania koniunktywne, gdzie do wyboru była więcej niż jedna odpowiedź [Apanowicz, 2002].

Pytania od 1 do 5 kwestionariusza ankiety dotyczyły danych społeczno-demograficznych respondentów takich jak: wiek, płeć, wykształcenie, teren zamieszkania, województwo zamieszkania. Pytania od 6 do 22 były pytaniami dostarczającymi informacji nt. spożycia suplementów diety i stanu wiedzy respondentów o tych środkach spożywczych, jak i trendu *clean label*.

Na podstawie analizy literatury postawiono główną hipotezę badawczą brzmiącą: „Stan wiedzy konsumentów suplementów diety jest niezadawalający”.

Na podstawie hipotezy głównej postawiono hipotezy szczegółowe tj.:

- dla konsumentów suplementów diety nie jest istotnym, czy suplementy diety wytwarzane są z naturalnych składników;
- konsumenci suplementów diety nie czytają etykiet dołączonych do suplementów diety;
- konsumenci suplementów diety nie znają pojęcia „*clean label*”, tj. „czysta etykieta”.

Wyniki badań i ich omówienie

Dane socjodemograficzne respondentów

Wśród ogółu badanych, prawie połowa znajdowała się w wieku 18-30 lat (częściej kobiety), blisko połowa w wieku 31-50 lat (częściej kobiety), natomiast niewielki odsetek badanych stanowiły osoby powyżej 50 lat (częściej kobiety) (Tabela 1). Analizując wykształcenie respondentów, połowa z nich posiadała wykształcenie średnie (nieznacznie częściej kobiety), mniej niż połowa wykształcenie wyższe (częściej kobiety), natomiast wykształcenie zawodowe lub policealne posiadał znikomy odsetek respondentów (częściej kobiety) (Tabela 1).

Biorąc pod uwagę miejsce zamieszkania, prawie połowa zamieszkiwała miasto powyżej 500 tys. mieszkańców (częściej mężczyźni), natomiast w miastach mniejszych niż 500 tys. mieszkańców zamieszkiwał prawie co 3 badany (częściej kobiety). Natomiast na wsi zamieszkiwał niewielki odsetek ankietowanych (nieznacznie częściej kobiety) (Tabela 1).

Tabela 1. Odsetek [%] spożywających suplementy diety w zależności od odpowiedzi w ankiecie, (N=106).

| Odpowiedzi | Kobiety (n=57) | | Mężczyźni (n=49) | | Ogółem (N=106) | |
|------------------|----------------|------|------------------|------|----------------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Wiek | | | | | | |
| – 18-30 lat | 32 | 30,2 | 28 | 26,4 | 60 | 56,6 |
| – 31-50 lat | 16 | 15,1 | 14 | 13,2 | 30 | 28,3 |
| – powyżej 50 lat | 9 | 8,5 | 7 | 6,6 | 16 | 15,1 |

| | | | | | | |
|---|----|------|----|------|----|------|
| Wykształcenie | | | | | | |
| - zawodowe | 2 | 1,9 | 0 | 0,0 | 2 | 2,0 |
| - średnie | 28 | 26,4 | 26 | 24,5 | 54 | 50,9 |
| - policealne | 4 | 3,8 | 3 | 2,8 | 7 | 6,6 |
| - wyższe | 23 | 21,7 | 20 | 18,9 | 43 | 40,6 |
| Obszar zamieszkania | | | | | | |
| - wieś | 8 | 7,5 | 6 | 5,7 | 14 | 13,2 |
| - miasto poniżej 50 tys. mieszkańców | 19 | 17,9 | 8 | 7,5 | 27 | 25,5 |
| - miasto od 50 tys. do 150 tys. mieszkańców | 4 | 3,8 | 6 | 5,7 | 10 | 9,4 |
| - miasto od 150 tys. do 500 tys. mieszkańców | 3 | 2,8 | 1 | 0,9 | 4 | 3,8 |
| - miasto powyżej 500 tys. mieszkańców | 23 | 21,7 | 28 | 26,4 | 51 | 48,1 |

Częstotliwość spożywania suplementów diety

W odpowiedzi na pytanie o spożywanie suplementów diety prawie połowa ogółu respondentów odpowiedziała twierdząco, w tym co czwarta kobieta i co piąty mężczyzna (Tabela 2).

Biorąc pod uwagę rodzaj spożywanych suplementów diety, to stwierdzono, że prawie połowa spożywała te zawierające witaminy (częściej kobiety), a co czwarty ankietowany składniki mineralne (częściej mężczyźni). Niewielki odsetek badanych spożywał suplementy diety zawierające kwasy tłuszczowe, błonnik pokarmowy, probiotyki, prebiotyki (częściej kobiety) lub aminokwasy (nieco częściej mężczyźni) (Tabela 2).

Analizując natomiast częstotliwość spożywanych suplementów diety stwierdzono, że ponad połowa respondentów spożywała je dłużej niż rok (nieco częściej kobiety), pozostałe osoby krócej (częściej kobiety) (Tabela 2). Stwierdzono, że spożycie suplementów diety warunkowane było przez prawie 3/4 respondentów porą roku, z czego 1/3 z nich spożywała je głównie jesienią (częściej kobiety), a 1/3 zimą (częściej mężczyźni). Ankietowani nie suplementowali swojej diety w okresie letnim, a jedynie niewielki ich odsetek suplementował dietę w okresie wiosennym (częściej mężczyźni) (Tabela 2).

Tabela 2. Odsetek [%] spożywających suplementy diety w zależności od odpowiedzi w ankiecie, (N=106).

| Odpowiedzi | Kobiety (n=57) | | Mężczyźni (n=49) | | Ogółem (N=106) | |
|--|----------------|------|------------------|------|----------------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Spożycie suplementów diety | | | | | | |
| - tak | 26 | 24,5 | 21 | 19,8 | 47 | 44,3 |
| - nie | 3 | 2,8 | 5 | 4,7 | 8 | 7,5 |
| - sporadycznie | 28 | 26,4 | 23 | 21,7 | 51 | 48,1 |
| Rodzaj spożywanym suplementów diety (wielokrotny wybór) | | | | | | |
| - zawierające witaminy | 50 | 25,8 | 34 | 17,5 | 84 | 43,3 |
| - zawierające składniki mineralne | 20 | 10,3 | 27 | 13,9 | 47 | 24,2 |
| - zawierające kwasy tłuszczowe | 11 | 5,7 | 8 | 4,1 | 19 | 9,8 |
| - zawierające błonnik pokarmowy | 5 | 2,6 | 1 | 0,5 | 6 | 3,1 |
| - zawierające probiotyki | 13 | 6,7 | 7 | 3,6 | 20 | 10,3 |
| - zawierające prebiotyki | 4 | 2,1 | 2 | 1,0 | 6 | 3,1 |
| - zawierające aminokwasy | 4 | 4,1 | 8 | 4,1 | 12 | 6,2 |
| Częstotliwość spożywania suplementów diety | | | | | | |
| - nie spożywam | 6 | 5,7 | 6 | 5,7 | 12 | 11,3 |
| - od około miesiąca | 3 | 2,8 | 3 | 2,7 | 6 | 5,7 |
| - od 1-3 miesięcy | 4 | 3,8 | 3 | 2,8 | 7 | 6,6 |
| - od około pół roku | 6 | 5,7 | 2 | 1,9 | 8 | 7,5 |
| - od około roku | 8 | 7,5 | 6 | 5,7 | 14 | 13,2 |
| - z pewnością dłużej | 30 | 28,3 | 29 | 27,4 | 59 | 55,7 |
| Okresy związane z porą roku, kiedy spożywane są suplementy diety (wielokrotny wybór) | | | | | | |
| - nie | 23 | 16,4 | 19 | 13,6 | 42 | 30,0 |
| - tak, częściej na wiosnę | 4 | 2,9 | 9 | 6,4 | 13 | 9,3 |
| - tak, częściej w lecie | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| - tak, częściej na jesieni | 22 | 15,7 | 20 | 14,3 | 42 | 30,0 |
| - tak, częściej w zimie | 20 | 14,3 | 23 | 16,4 | 43 | 30,7 |

Wiedza konsumentów na temat trendu *clean label*

Ankietowanym zadano pytanie wprowadzające do tematyki etykiet tj. „Czy ma Pan/i nawyk czytania informacji umieszczonych na etykietach opakowań przez producentów suplementów?”. Z uzyskanych odpowiedzi wynika, że informacje zawarte na etykietach czytało 3/4 spożywających suplementy diety (częściej kobiety) (Tabela 3). Prawie połowa ankietowanych uważała, że bardzo istotne dla nich, jako konsumentów jest to, aby spożywane suplementy diety były wytwarzane bez dodatków i zawsze czytali co jest dodane do suplementów diety. Ponadto prawie połowa ankietowanych uważała, że istotne jest czytanie etykiety, jednak nie zwracali oni dotychczas uwagi na niniejsze kwestie podczas dokonywania decyzji zakupu (częściej kobiety) (Tabela 3). Wyniki te korespondują z wynikami otrzymanymi w odpowiedzi na pytanie „Czy kupując suplement diety zwraca Pan/i uwagę, aby nie było w nich E-dodatków?”. Prawie połowa respondentów nie sprawdzała podczas zakupu suplementów diety, czy znajdują się w nim E-dodatki (częściej kobiety), a wśród połowy osób zwracających uwagę na E-dodatki są również częściej kobiety (Tabela 3).

Sprawdzając stan wiedzy respondentów nt. trendu *clean label*, zadano pytanie „Według Pana/i opinii czym jest *clean label* czyli czysta etykieta?”. Połowa respondentów (częściej kobiety) odpowiedziała zgodnie z przyjętą wśród producentów definicją, że są to „suplementy mające zredukowaną ilość konserwantów, stabilizatorów, sztucznych substancji wypełniających i przeciwbrylających, sztucznych barwników i substancji wiążących”. Natomiast 1/3 badanych udzieliła odpowiedzi „nie wiem” (nieco częściej kobiety). Nie wielki odsetek respondentów odpowiedział błędnie, że *clean label* wg ich opinii to „suplementy, których etykieta informuje jedynie o naturalnych składnikach” (częściej mężczyźni), bądź „suplementy, których etykieta informuje jedynie o szkodliwych składnikach” (częściej kobiety) (Tabela 3).

Tabela 3. Odsetek [%] spożywających suplementy diety w zależności od odpowiedzi w ankiecie, (N=106).

| Odpowiedzi | Kobiety | | Mężczyźni | | Ogółem | |
|---|---------|------|-----------|------|---------|------|
| | (n=57) | | (n=49) | | (N=106) | |
| | n | % | n | % | n | % |
| Nawyk czytania etykiety | | | | | | |
| - Tak | 45 | 42,5 | 39 | 36,8 | 84 | 79,2 |
| - Nie | 12 | 11,3 | 10 | 9,4 | 22 | 20,8 |
| Istotność informacji na etykiecie o braku dodatków w suplementach diety | | | | | | |
| - bardzo istotne | 30 | 28,3 | 18 | 17,0 | 48 | 45,3 |
| - istotne jednak nie zwracam uwagi na etykietę podczas zakupu | 25 | 23,6 | 23 | 21,7 | 48 | 45,3 |
| - zupełnie nieistotne | 2 | 1,9 | 8 | 7,5 | 10 | 9,4 |
| Istotność informacji na etykiecie o braku E-dodatków w suplementach diety | | | | | | |
| - tak | 38 | 35,8 | 22 | 20,8 | 60 | 56,6 |
| - nie | 19 | 17,9 | 27 | 25,5 | 46 | 43,4 |
| Definicja "clean label" | | | | | | |
| - nie wiem | 18 | 17,0 | 17 | 16,0 | 35 | 33,0 |
| - a* | 31 | 29,2 | 24 | 22,6 | 55 | 51,9 |
| - b* | 6 | 5,7 | 8 | 7,5 | 14 | 13,2 |
| - c* | 2 | 1,9 | 0 | 9,0 | 2 | 1,9 |

a* „suplementy mające zredukowaną ilość konserwantów, stabilizatorów, sztucznych substancji wypełniających i przeciwzbrylających, sztucznych barwników i substancji wiążących”; b* „suplementy, których etykieta informuje jedynie o naturalnych składnikach”; c* „suplementy, których etykieta informuje jedynie o szkodliwych składnikach”.

DYSKUSJA

W przeprowadzonym badaniu własnym prawie połowa respondentów posiadała wykształcenie wyższe, jednakże również połowa z ankietowanych na pytanie o to czym jest czysta etykieta odpowiedziała „nie wiem”, bądź udzieliła błędnej odpowiedzi. Wykształcenie badanych osób nie miało zatem wpływu na posiadaną wiedzę dotyczącą *czystej etykiety*. W literaturze przedmiotu znajdują się informacje kiedy i gdzie powstał trend *clean label* i jak należy

rozumieć definicję *czystej etykiety*. Są to jednak jedynie wytyczne (brak jest w polskim prawie określenia definicji *czystej etykiety*) kierowane głównie do firm. Brak jest danych literaturowych opisujących stan wiedzy konsumentów dotyczący czystej etykiety. Mimo, iż prawie 3/4 respondentów w badaniach własnych zadeklarowało czytanie etykiety suplementów diety, prawie wszyscy badani uważali za istotne zapoznanie się z informacjami zawartymi na etykiecie. Ponad połowa respondentów zwraca uwagę na E-dodatki, ale prawie połowa nie wie czym jest czysta etykieta, bądź błędnie ją definiuje (Tabela 3). W tej kwestii okazuje się, że konsumenci są niedoinformowani. A skoro producenci suplementów diety dokonują starań, aby produkować produkty bez E-dodatków (oczyścić etykietę), w ich interesie jest również doinformowanie społeczeństwa o tym coraz popularniejszym trendzie.

W prezentowanych badaniach 92% ankietowanych spożywało suplementy diety. Podobne wyniki uzyskał Jarosz (2015), który stwierdził, że aż 98% respondentów spożywa suplementy diety pochodzenia naturalnego. Natomiast Kozłowski i wsp. (2017) oraz Wichrowska i wsp. (2018) podali, że suplementy diety stosowało bądź stosuje aktualnie około 70% respondentów. Warto również przytoczyć badania Reguły i wsp. (2011), którzy stwierdzili, że suplementy diety stosowało 43% ankietowanych kobiet i 11% mężczyzn w wieku 30-59 lat, a Sigłowa i wsp. (2009), że 38% studentów SGGW w wieku 21-25 lat. Częstotliwość spożywania suplementów diety wzrastała w ostatnim dziesięcioleciu wraz z rosnącym ich rynkiem, jak i częstotliwością reklam (Zalewski, 2020). Wyniki spożycia suplementów diety przez ankietowanych są zdecydowanie wyższe niż ogółem dla populacji Grecji, Hiszpani, Włoch, Niemiec, czy Szwecji, gdzie spożycie waha się w granicach 2,0% - 43% (<https://suplindex.com/wp-content/uploads/2017/10/RAPORT-Suplementy-diety-30.08.2017.pdf>).

Z przeprowadzonego badania własnego wynika również, że wśród najczęściej preferowanych form suplementów były preparaty witaminowe (43% respondentów), a co czwarty ankietowany (24%) spożywał dodatkowo składniki mineralne. Ponadto 10% ankietowanych suplementowało dietę kwasami tłuszczowymi oraz taki sam odsetek spożywało probiotykami (Tabela 2). Podobne wyniki badań uzyskała Grzelak i wsp. (2017) w grupie niewegetarian, wśród których 52% ankietowanych suplementowało dietę witaminami. Cytowani Autorzy stwierdzili znacznie większe zainteresowanie preparatami witaminowymi w grupie vegetarian wynoszące aż 76%. Natomiast odsetek ankietowanych, którzy stosowali składniki mineralne był dwukrotnie wyższy niż w badaniach własnych i wynosił w grupie vegetarian 49%. W badaniach

Reguły i wsp. (2011) ponad połowa badanych kobiet (63%) spożywała suplementy zawierające składniki witaminowo-mineralne, a prawie wszyscy, bądź wszyscy ankietowani (kobiety 83% i mężczyźni 100%) suplementy zawierające składniki wielowitaminowe.

WNIOSKI I STWIERDZENIA

1. Ponad 3/4 konsumentów suplementów diety deklarowało, że ma nawyk czytania etykiety, a dla prawie wszystkich respondentów istotnym, bądź bardzo istotnym jest, że kupowane suplementy diety nie zawierają dodatków.
2. Ponadto ponad połowa konsumentów suplementów diety zwraca uwagę podczas zakupu na to, że nie ma w nich E-dodatków.
3. Połowa konsumentów suplementów diety poprawnie wskazała na definicję *czystej etykiety*, jednakże prawie połowa odpowiedziała, że nie wie czym jest *czysta etykieta*. Oznacza to, konsumenci mimo wszechobecnej w środkach masowego przekazu reklamy suplementów diety są niedoinformowani i nie wiedzą na co w szczególności mieliby zwracać uwagę podczas podejmowania decyzji zakupowej. Skoro producenci suplementów diety zwiększają środki finansowe, aby produkować produkty bez E-dodatków (oczyszczyć etykiety), w ich interesie jest zatem doinformowanie społeczeństwa o tym coraz popularniejszym trendzie *clean label*.

BIBLIOGRAFIA

1. Apanowicz J., *Metodologia Ogólna*, Wydawnictwo Diecezji IV Pelpińskiej „BERNARDINUM”, Gdynia 2002, s. 4-25.
2. Asioli D., Aschemann-Witzel J., Caputo V., Vecchio R., Annunziata A., Næs T., Varela P., *Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications*, Food Research International, 2017, s. 1-62.
3. Dąbrowska A. i Janoś-Kręśło M., *Suplementy diety a prawa konsumentów*, *Ekonomia - Wrocław Economic Review*, 2018, 24 (4), s. 9-23.
4. Grzelak T., Suliga K., Pelczyńska M., Sperling M., Czyżewska K., *Oceńna częstości stosowania suplementów diety wśród wegetarian oraz osób odżywiających się tradycyjnie*, *Problemy Higieniczne i Epidemiologiczne*, 2017, 98 (2) s. 170-176.

5. Jarosz M. (red), *Otyłość, żywienie, aktywność fizyczna, zdrowie Polaków. Diagnoza stanu odżywienia, aktywności fizycznej i żywieniowych czynników ryzyka otyłości oraz przewlekłych chorób niezakaźnych w Polsce (1960-2005)*, Wydawnictwo IŻŻ, Warszawa 2006, s. 149-218.
6. Kozłowski P., Kozłowska M., Kozłowska K., *Ocena powszechności stosowania suplementów diety wśród młodych osób dorosłych*, Journal of Education, Health and Sport, 2017, 7 (8), s. 106-113.
7. Moore J., McClain A., Hong M. Y., *Dietary Supplement Use in the United States. Prevalence, Trends, Pros, and Cons*, Nutritional and Lifecycle, 2020, 55 (4), s. 174-181.
8. NIK o dopuszczeniu do obrotu suplementów diety, Raport z dnia 03.02.2017, <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/nik-o-dopuszczaniu-do-obrotu-suplementow-diety.html> [dostęp: 20.09.2021 r.].
9. Raport Suplementy diety/Pacjent/Rynek/Trendy/Regulacje, <https://suplindex.com/wp-content/uploads/2017/10/RAPORT-Suplementy-diety-30.08.2017.pdf> [dostęp: 20.09.2021 r.].
10. Reguła J., Gramza-Michałowska A., Stachowiak B., *Udział suplementów diety w żywieniu osób dorosłych*, Problemy Higieniczne i Epidemiologiczne, 2011, 92 (3), s. 614-616.
11. Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 grudnia 2014 r.
12. Sigłowa A., Bertrandt B., Conder M., Bernttrand K., Lisiecka A., Kubiak P., Urbańska A., *Suplementacja diety wśród studentów*, ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, 4 (65), s. 236-249.
13. Skrypnik D., Moszak M., Wender- Ozegowska E., Bogdanski P., *Comparison of Polish and international guidelines on diet supplements in pregnancy — review*, Ginekologia Polska, 2021, 92 (4), s. 322-330.
14. Stępień K., Niewiarowski J., Harasimiuk A., *Powszechność suplementów diety a zagrożenia związane z ich stosowaniem*, Biuletyn Wydziału Farmaceutycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, 2019, 9, s. 51-59.
15. Ustawa z dnia 12 października 2018 r. Skład oraz oznakowanie suplementów diety, Dz.U.2018.1951.

16. Wichrowska D., Walc A., Walc A., Knapowski T., Kozera W., *Znaczenie i udział suplementów diety w żywieniu osób dorosłych*, Przemysł Spożywczy, 2018, 72 (07), s. 39-43.
17. Zalewski A., *Marketing farmaceutyczny w Polsce – badanie przekazów reklamowych leków, suplementów diety i wyrobów medycznych*, Rozprawy Społeczne, 2020, 14 (2), s. 107-127.

Źródła internetowe

1. <https://suplindex.com/wp-content/uploads/2017/10/RAPORT-Suplementy-diety-30.08.2017.pdf> [dostęp: 20.09.2021 r.].
2. <https://ncez.pzh.gov.pl/abc-zywienia/suplementy-diety-czy-leki/> [dostęp: 20.09.2021 r.].
3. www.gov.pl [dostęp: 20.09.2021 r.].

ASSESSMENT OF THE FREQUENCY OF CONSUMPTION OF DIETARY SUPPLEMENTS AND CONSUMER AWARENESS OF THE CLEAN LABEL TREND

Summary: The aim of the study was to determine the frequency of consumption of dietary supplements, as well as to assess the level of consumer knowledge about the clean label trend. The research was conducted among 106 consumers of the Dolnośląskie and Świętokrzyskie Voivodeship. An original questionnaire prepared for the needs of this research was used as the research method. The study was conducted using the indirect CAWI (Computer-Assisted Web Interview) survey method. Almost 80% of respondents have the habit of reading the label of dietary supplements. Moreover, slightly over 90% of the respondents stated that it is important, or very important, that the purchased dietary supplements do not contain additives. Half of the consumers of dietary supplements correctly indicated what a clean label is, however, almost half replied that they did not know what a clean label was. This means that consumers of dietary supplements, despite the ubiquitous advertising of dietary supplements in the mass media, are uninformed and do not know what they should pay attention to when making a purchase decision.

Keywords: Clean label.

ISBN: 978-83-67074-26-8