

# Ciemna czekolada jako bogactwo flawonoidów – sprzymierzeńców w prewencji i leczeniu wielu schorzeń

## Dark chocolate as a source of flavonoids – allies in the prevention and treatment of selected diseases

PAULINA GŁODO<sup>1/</sup>, BARTŁOMIEJ MATEJKO<sup>2/</sup>

<sup>1/</sup> Koło Naukowe Dietetyki przy Klinice Chorób Metabolicznych, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie

<sup>2/</sup> Katedra Chorób Metabolicznych, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie

Dzięki wysokiej zawartości bioaktywnych związków flawonowych ciemna czekolada, jako przedstawiciel produktów spożywczych zaliczanych do żywności funkcjonalnej, zyskuje popularność i aprobatę wśród lekarzy, dietetyków i pacjentów. Dotychczas przeprowadzono wiele badań, które udowadniają dobroczynny wpływ czekolady w prewencji i leczeniu wybranych schorzeń: cukrzycy, chorób sercowo-naczyniowych, neurodegeneracyjnych. Wykazano pozytywny efekt spożywania gorzkiej czekolady podczas redukcji nadmiernej masy ciała. Sugeruje się również, że przyczynia się ona do ograniczenia występowania uszkodzeń miocytów w czasie intensywnego treningu, dlatego coraz chętniej sięgają po nią sportowcy. Pomimo wysokiej wartości energetycznej, ciemna czekolada powinna być rekomendowana jako dobre źródło magnezu oraz prozdrowotnych polifenoli.

**Słowa kluczowe:** czekolada, flawonoidy, prewencja, choroby metaboliczne

Due to its high amount of flavonoids, dark chocolate, classified as a functional food product, is gaining in popularity and approval among doctors, dietitians and patients. So far, a great deal of research has been conducted, and a lot of it has proven the beneficial effects of dark chocolate. This particular foodstuff has been shown to be helpful in the prevention and treatment of the following diseases: diabetes, cardiovascular disorders, and neuro-degenerative pathologies. Moreover, the consumption of dark chocolate has a positive impact on the reduction of body weight. There has been a suggestion that it also contributes to decreased damage of myocytes during intensive physical training, and that is why it is more frequently used by athletes. Despite the high energy value, dark chocolate should be recommended as a good source of magnesium and health-oriented polyphenols.

**Key words:** chocolate, flavonoids, prevention, metabolic diseases

© Probl Hig Epidemiol 2019, 100(2): 82-88

www.phie.pl

Nadesłano: 08.03.2019

Zakwalifikowano do druku: 11.05.2019

**Adres do korespondencji / Address for correspondence**

mgr. Paulina Głodo

Koło Naukowe Dietetyki Przy Klinice Chorób Metabolicznych

Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum

ul. Św. Anny 12, 31-008 Kraków

tel. 795 94 03 19, e-mail: paulaglodo@gmail.com

Pacjenci coraz częściej sięgają po alternatywne metody postępowania w przebiegu wielu chorób. Obok farmakoterapii tudzież innych procedur nierzadko związanych z hospitalizacją, bardzo popularna wydaje się być medycyna naturalna, zawierająca w sobie leczenie poprzez dostarczanie organizmowi z pożywieniem odpowiednich składników odżywczych: makro i mikroelementów. Żywność funkcjonalna znajduje coraz więcej swoich zwolenników w ostatnim czasie. Jedną z przyczyn może być rosnąca wśród społeczeństwa obawa przed wystąpieniem niepożądanych skutków ubocznych przyjmowania produkowanych lekarstw. W ciągu ostatnich kilkunastu lat opublikowano wiele badań traktujących o właściwościach flawonoidów (związków flawonowych) i ich znaczeniu w profilaktyce i leczeniu wybranych dolegliwości [1].

Przykładem produktu spożywczego, będącego dobrym źródłem wspomnianych związków jest ciem-

na czekolada. Udowodniono pozytywny wpływ jej spożywania m.in. na wyniki parametrów związanych z chorobami metabolicznymi, prewencję zdarzeń sercowo-naczyniowych, neurodegeneracyjnych czy regenerację włókien mięśniowych u sportowców wyczynowych [2, 3]. Plejotropowość dobroczynnego działania czekolady może stanowić podstawę do rozważenia jej rekomendacji zarówno w populacji zdrowej, jak i u osób cierpiących na wybrane jednostki chorobowe.

### Czekolada

Czekolada stanowi jeden z najbardziej popularnych produktów spożywczych. Jest wyrobem cukierniczym produkowanym z ziaren kakaowca (miazgi kakaowej), tłuszczu kakaowego i cukru. Może zawierać dodatki, m.in.: mleko, bakalie, alkohol, kawę, owoce, aromaty. Według Dyrektywy 2000/36/WE

czekolada musi zawierać nie mniej niż 35% suchej masy kakaowej [4]. Jej wartość energetyczna szacowana jest na 530-580 kcal/100 g produktu [5]. Oprócz makroskładników, których zawartość wynosi: 30-35% tłuszczu kakaowego (w większości tłuszcze nasycone: stearynowy, palmitynowy), 53-64% węglowodanów i 5-10% białek, czekolada jest produktem polecanym jako cenne źródło antyoksydantów, witamin, składników mineralnych: magnezu, manganu, żelaza, fosforu, cynku, seleniu, potasu [6].

Ze względu na różnice w procentowej zawartości składników odżywczych wyróżnia się następujące rodzaje czekolad:

- czekolada gorzka, zawierająca co najmniej 70% miazgi kakaowej (uznawana za najbardziej wartościową, ze względu na wysoką zawartość kakao, a niską cukru);
- czekolada deserowa, zawierająca 30-70% miazgi kakaowej;
- czekolada mleczna, zawierająca maksymalnie 50% miazgi kakaowej (przy zawartości cukru ok. 50%), jest najbardziej popularna;
- czekolada biała, która nie zawiera w składzie miazgi kakaowej; składa się z tłuszczu kakaowego (do 33%), cukru, mleka lub śmietany [7].

Porównanie składu popularnych na rynku polskim czekolad:

| Czekolada                        | składniki  | miazga kakaowa (%) | cukier (g/100 g) |
|----------------------------------|--|--------------------|------------------|
| Lindt Excellence 70% Cocoa       | miazga kakaowa, cukier, tłuszcz kakaowy, wanilia   | min 70             | 29               |
| Wawel 70% Cocoa Czekolada gorzka | miazga kakaowa (miejsce pochodzenia: Afryka), cukier, kakao o obniżonej zawartości tłuszczu, tłuszcz kakaowy, emulgator lecytyny (z soi) | min 70             | 30               |
| E. Wedel Czekolada gorzka 64%    | miazga kakaowa, cukier, kakao o obniżonej zawartości tłuszczu, tłuszcz kakaowy, emulgatory (lecytyna sojowa i E476), aromat              | min 64             | 35               |
| Terravita 70%                    | miazga kakaowa, cukier, kakao o obniżonej zawartości tłuszczu, tłuszcz kakaowy, emulgatory (lecytyna sojowa i E476), aromat              | min 70             | 30               |
| Cocoa Czekolada klasyczna gorzka | nieprażone ziarno kakaowca, cukier z kwiatu palmy kokosowej, tłuszcz kakaowy, składniki pochodzące z upraw ekologicznych                 | min 70             | 28               |

Sprzedż czekolady w Polsce rośnie. Według raportu firmy Claritas Polska odnośnie rynku czekolad, ok. 93% gospodarstw domowych w naszym kraju kupuje czekoladę. W 2011 r. spożycie tego produktu w Polsce wynosiło 1,2 kg na osobę [9], zaś w 2015 r. już ok. 5 kg/osobę. W dalszym ciągu jest to mniej w porównaniu do innych krajów Europy: Szwajcaria: 8,8 kg/osobę, Niemcy: 8,4 kg/osobę, Wielka

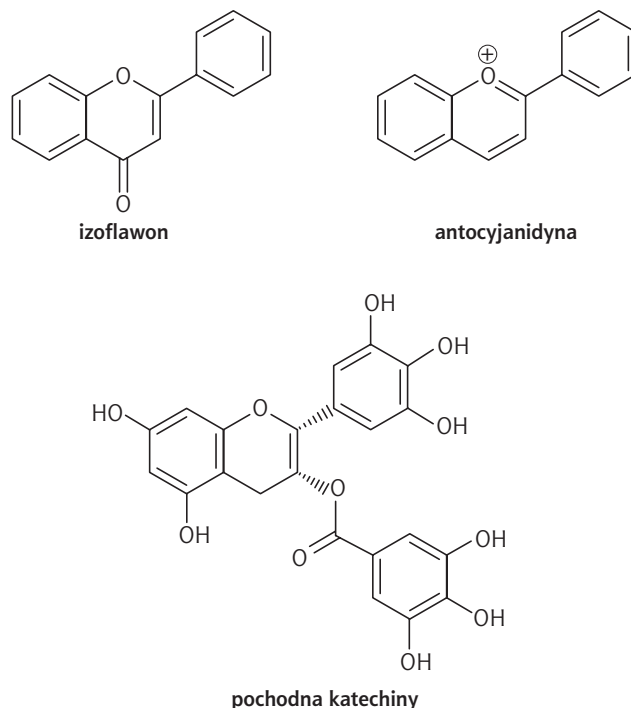
Brytania: 68,8 kg/osobę. Mieszkańcy USA w 2015 r. zjadali rocznie 5,5 kg czekolady/osobę [10]. Obecnie obserwuje się wzrost zainteresowania konsumentów czekoladą gorzką. W 2015 r. 48% konsumentów we Włoszech deklaroowało kupno czekolady ciemnej. We Francji jej spożycie w przeciągu 3 lat (2012-2015) wzrosło o prawie 10%. Sprzedaż ciemnej czekolady w Ameryce sięga niemal 50% [10].

### Struktura chemiczna flawonoidów

Flawonoidy, to bioaktywne chemiczne związki organiczne, należące do grupy polifenoli, naturalnie występujące w roślinach. Pełnią przede wszystkim funkcję barwników, ale wykazują również działanie przeciwutleniające (antyoksydacyjne) oraz ochronne roślin przed owadami i grzybami (insektycydy/fungicydy) [11]. Podstawą szkieletu flawonoidów jest 2-fenylchroman (flawon) lub 3-fenylchroman (izoflawon) (ryc. 1), do którego dołączane są podstawniki różnicujące poszczególne klasy związku, wśród których wymienia się m.in.: flawonole (kwercetyna), flawony, izoflawony, flawanole (katechiny), taniny, antocyjanidyny. Do tej pory rozpoznano kilka tysięcy flawonoidów [11].

### Występowanie flawonoidów w ciemnej czekoladzie

Przedstawicielami flawonoidów występujących w czekoladzie są przede wszystkim katechiny, epikatechiny i antocyjanidyny [13]. Ich ilość jest zależna



Ryc. 1. Podstawa szkieletu flawonoidów (izoflawon) oraz dwa rodzaje flawonoidów: antocyjanidyna i katechyna [12]

Fig. 1. Base of flavonoid skeleton (isoflavone) and two types of flavonoids: anthocyanidin and catechin [12]

od rodzaju czekolady (od ok. 70 do ok. 170 mg/100 g produktu) [14]. Dokładnie opisany flawan-3-ol jest jednym ze składników kakao, co udowadnia zależność: im więcej zawartości miazgi kakaowej w czekoladzie, tym wyższe stężenie całkowite flawonoidów.

### Inne związki bioaktywne występujące w czekoladzie

Pośród cennych związków zawartych w czekoladzie wyróżnia się tryptofan (prekursor serotoniny). Czekolada o zawartości kakao 70-85% zawiera 13,3 µg/g tryptofanu [15]. Powstająca z niego serotonina odpowiada m.in. za proces krzepnięcia (stymulując agregację płytek krwi), regulację ośrodką głodu, procesy pamięci, sen i dobry nastrój. Jej niedobór prowadzi do rozwoju depresji [16].

Kolejnym cennym związkiem bioaktywnym występujących w ziarnach kakaowca jest biogenna fenyloetyloamina (PEA, metabolit fenyloalaniny) [17]. Jej zawartość w czekoladzie szacowana jest na 0,4 do 6,6 µg/g [18]. PEA swoją budową przypomina strukturę amfetaminy [19]. Amina w organizmie pełni funkcję neurotransmitera oraz aktywuje działanie dopaminy, noradrenaliny, serotoniny i acetylocholino. Sugeruje się, że może mieć również następstwo psychoaktywne [16]. Udowodniono, że fenyloetyloamina wydzielana jest w zwiększonych ilościach podczas uprawiania sportu. Przypisuje się jej rolę w wystąpieniu powysiłkowej 'euforii biegacza'. W jednym z badań zaobserwowano zmniejszoną wrażliwość na ból u osób poddanych długotrwałemu treningowi aerobowemu [20]. U osób z rozpoznanymi stanami lękowymi i depresją udowodniono obniżenie stężenia PEA [19], co może stanowić podstawę do rekomendacji spożycia ciemnej czekolady przez pacjentów psychiatrycznych, u których zdiagnozowano te schorzenia. Teorię tę potwierdza jedno z badań, w których spożywanie 50 g ciemnej czekolady przez pacjentów z chorobami nowotworowymi wiązało się z pozytywnym wpływem na nastrój i redukcję objawów depresyjnych [21].

Innymi substancjami o charakterze psychoaktywnym obecnymi w czekoladzie są kofeina i teobromina. Są one przedstawicielami grupy alkaloidów, których działanie polega na konkurowaniu z adenozyną, blokowaniu jej receptora, co prowadzi do pobudzenia w ośrodkowym układzie nerwowym. Kofeina stymuluje uwalnianie w nadnerczach katecholamin (adrenalina, noradrenalina, dopamina), prowadząc do wywoływania reakcji ich działania [18]. Teobromina wpływa na powstawanie tlenku azotu w tętnicach, wykazuje działanie przeciwkaszlowe i moczopędne [22].

### Ciemna czekolada a cukrzyca

Stan przedcukrzycowy (*prediabetes*) charakteryzuje się upośledzoną tolerancją glukozy (*Impaired Glucose*

*Tolerance* – IGT) lub nieprawidłową glikemią na czczo (*Impaired Fasting Glucose* – IGF). Poprawa wyników tych parametrów przyczynia się zatem do opóźnienia lub prewencji rozwoju cukrzycy typu 2 (*type 2 diabetes* – T2D). Celem weryfikacji hipotezy dotyczącej działania flawonoidów zawartych w ciemnej czekoladzie na wzrost insulinowrażliwości i redukcję IGT u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym (bez zdiagnozowanej dotychczas cukrzycy) przeprowadzono eksperyment, podczas którego badani w zależności od grupy, do której trafili (przydział przy użyciu randomizacji) spożywali przez okres 15 dni 100 g ciemnej czekolady bogatej we flawonoidy (grupa badawcza) lub 100 g białej czekolady bez flawonoidów (grupa kontrolna). Ciemna czekolada w 100 g produktu zawierała ogółem 1008 mg polifenoli, w tym: 110,9 mg epikatechiny, 36,12 mg katechiny, 2,5 mg kwercetyny, 0,03 mg kemferol i 0,2 mg izorhamnetina. Czekolada biała w 100 g produktu zawierała ogółem 130 mg polifenoli, w tym 0,04 mg katechiny. Uczestnicy zostali pouczeni, by unikać innych produktów spożywczych zawierających flawonoidy, m.in.: czerwone wino, kakao, na 7 dni przed rozpoczęciem i przez cały okres interwencji. Dodatkowo, celem uniknięcia niepożądanego skutku ubocznego – wzrostu masy ciała, badani mieli zagwarantowaną pomoc dietetyka, zostali przeszkoleni pod względem wartości kalorycznej posiłków zwyczajowo przez nich spożywanych. Podczas oceniania punktów końcowych lekarze i inni przedstawiciele personelu medycznego nie wiedzieli, do której z grup należała dana osoba (zaślepienie próby). Rezultatami, jakie otrzymano były: istotne zmniejszenie wskaźnika insulinoporności HOMA-IR (*homeostatic model assessment* – stężenie insuliny na czczo [IU/ml] x stężenie glukozy na czczo [mmol/l]/22,5) oraz zwiększenie wartości QUICKI (*quantitative insulin sensitivity check index*) u pacjentów spożywających ciemną czekoladę w porównaniu z wyjściowym jego poziomem i z grupą kontrolną. Obniżenie oporności na insulinę było odwrotnie skorelowane z poprawą funkcji śródbłonna. Ponadto zauważono wpływ spożycia ciemnej czekolady na poprawę czułość komórek β trzustki, czego nie wykazano w przypadku grupy kontrolnej [23]. Wyniki badań dowodzą, że zwiększone spożycie polifenoli przyczynia się do redukcji insulinoporności poprzez zwiększenie biodostępności śródbłonna NO (tlenek azotu) i działanie antyoksydacyjne [2]. Poprawa funkcji śródbłonna, zmiana metabolizmu glukozy, zmniejszenie stresu oksydacyjnego stymulowane spożyciem polifenoli z gorzkiej czekolady, prowadzące do zwiększenia insulinowrażliwości może być pomocne w leczeniu cukrzycy, łagodząc jej postęp. Wiele mówi się o potencjalnym terapeutycznym działaniu kakao w zapobieganiu rozwojowi powikłań choroby na poziomie molekularnym, jednak potrzebne są dalsze badania randomizowane [24].

Wyniki licznych badań wskazują na istotny związek pomiędzy spożyciem ciemnej czekolady a ryzykiem rozwoju cukrzycy typu 2 (T2D). W lutym 2015 r. opublikowano rezultaty prospektywnego badania, w którym oceniano ryzyko T2D w zależności od deklarowanej ilości spożywanej czekolady przez dorosłych mężczyzn (przebadano 18245 osób). Uczestnicy zostali poproszeni o wypełnienie zwalidowanego kwestionariusza częstości spożycia. Na jego podstawie przydzielono badanych do 4 grup (niespożywający czekolady; spożywający 1-3 porcji/miesiąc; spożywający 1 porcję/tydzień (1 porcja odpowiadała 1 uncji, tj. ok. 30 g); spożywający  $\geq 2$  porcje/tydzień). Za wyjątkiem badanego czynnika grupy były ze sobą porównywalne (analizie podlegały: inne czynniki dietetyczne, spożywanie alkoholu, aktywność fizyczna, BMI, palenie tytoniu, hipercholesterolemia lub nadciśnienie tętnicze w wywiadzie. Okazało się, że deklarowane częstsze spożycie czekolady korelowało z incydentami rozwoju T2D, a zależność ta była odwrotnie proporcjonalna [25]. Rezultaty, jakie otrzymano potwierdziły wiarygodność wcześniejszych prac, których wyniki były analogiczne [26]. W innych badaniach wykazano, że epikatechiny i katechiny z czekolady podobnie do akarbozy hamują aktywność  $\alpha$ -glukozydazy. Związki te wpływają także na zmniejszenie absorpcji glukozy z jelit [27].

W 2015 r. zostało opisane jedno z pierwszych badań na temat korelacji spożycia ciemnej czekolady z poprawą wyrównania hemoglobiny glikowanej (HbA1c) u dzieci i młodzieży z cukrzycą typu 1 (*type 1 diabetes* – T1D). Pacjenci, którzy spożywali ok. 25 g ciemnej czekolady 2-5 razy w tygodniu charakteryzowali się częstszym osiągnięciem docelowej wartości HbA1c (<7,5%) w odniesieniu do grup: spożywający mleczną czekoladę lub niespożywający żadnej z wymienionych rodzajów (odpowiednio: 67, 49 i 52%;  $p < 0,001$ ) [28].

W ostatnim czasie jako element holistycznego podejścia do pacjenta na Oddziale Diabetologii w Katowicach wprowadzono wkomponowaną do diety chorych – czekoladę. Jak twierdzi prof. Przemysław Jarosz-Chobot ze względu na wysoką kaloryczność powinna spożywana być z umiarem, ale w odpowiedniej ilości jest produktem bezpiecznym dla osób z cukrzycą. Pacjenci otrzymują do 4 kostek czekolady o wysokiej zawartości kakao do obiadu lub podwieczorku [29].

Niewątpliwie, w przypadku T1D konieczne jest przeprowadzenie większej ilości randomizowanych badań kontrolowanych oceniających skuteczność flawonoidów w wyrównaniu glikemii, co pozwoliłoby na rozszerzenie wiedzy i wprowadzenie opartych na wiarygodnych badaniach rekomendacji i edukacji żywieniowej pacjentów, celem lepszej kontroli glikemii.

## Ciemna czekolada a choroby sercowo-naczyniowe

Choroby sercowo-naczyniowe wciąż stanowią główną przyczynę zgonów na całym świecie i pomimo stosowania na dużą skalę farmakoterapii są istotnym problemem zdrowotnym. Sugeruje się, że flawonoidy stanowią obecnie jedną z najważniejszych grup biologicznie czynnych związków, przyczyniając się do redukcji rozwoju chorób układu krążenia. Wykazano ich wpływ na minimalizację objawów miażdżycy oraz zmniejszenie śmiertelności spowodowanej tą chorobą [30]. W jednym z najnowszych przeglądów badań, autorzy wymieniają właściwości wielu nutraceutyków pochodzenia roślinnego i przedstawiają wzajemne interakcje produktów spożywczych z potencjalnym wpływem na prewencję schorzeń układu krążenia. Wśród licznych przykładów żywności funkcjonalnej, m.in. cytrusów, granatu, jagód, orzechów, przypraw (kurkuma, cynamon), czosnku, produktów z pełnego ziarna, swoje miejsce ma również ciemna czekolada. Udowodniono, że spożywanie przez osoby dorosłe flawonoidów pochodzących z ziarna kakaowca wiąże się z redukcją ciśnienia tętniczego, obniżeniem całkowitego cholesterolu, cholesterolu frakcji LDL, podwyższeniem HDL cholesterolu [31]. Pozytywne skutki były zauważalne już w przypadku jedzenia produktu w ilości 25 g/d [32-34], co w miarach domowych odpowiada ok. 2 kostkom.

Jak wspomniano wcześniej, polifenole zawarte w ziarnach kakaowca posiadają właściwości hamujące w organizmie reakcje prozapalne, w wyniku których dochodzi do wytwarzania wolnych rodników, stymulujących procesy prowadzące do dysfunkcji śródbłonna. Flawanol i inne związki bioaktywne mają udowodnione działanie stymulujące biodostępność NO, który rozkurcza naczynia krwionośne, prowadząc do poszerzenia ich światła. Przede wszystkim tej funkcji polifenoli pochodzących z ciemnej czekolady przypisuje się udział w zmniejszeniu ryzyka kardiometabolicznego [2]. Co więcej, wykazano ich wpływ na hamowanie wytwarzania prozapalnych cytokin takich, jak interleukiny (IL): IL-1 $\beta$ , IL-2 [35]. Opisane działania mogą sugerować istnienie korelacji spożywania pokarmów bogatych we flawonoidy z redukcją ciśnienia tętniczego krwi. Przeprowadzono wiele badań sprawdzających tę zależność, których wyniki jednoznacznie wskazują na istotne obniżenie ciśnienia skurczowego po interwencji, jaką było włączenie do diety ciemnej czekolady [36]. Sugeruje się, że jej spożycie prowadzi również do spowolnienia procesu tworzenia blaszek miażdżycowych [37], może to pomóc w prewencji chorób sercowo-naczyniowych i udaru mózgu [38]. Podczas jednego z badań polifenole zawarte w czekoladzie i kakao wzmacniały działanie związków występujących

w migdałach, przyczyniając się do poprawy profilu lipidowego pacjentów (spadek stężenia frakcji małych gęstych lipoprotein LDL) [39]. Z drugiej strony wielu badaczy przestrzega, że ze względu na wysoką zawartość kofeiny (ok. 73 mg/100 g produktu) [40] należy pamiętać o możliwych konsekwencjach jej nadmiernej konsumpcji: ryzyko częstoskurczu nadkomorowego, migotania przedsionków, komór czy tachykardii [41].

### **Rola czekolady w prewencji i leczeniu nadwagi i otyłości**

Pomimo swojej wysokiej wartości energetycznej, ciemna czekolada zyskuje popularność wśród osób stosujących dietę redukcyjną czy normokaloryczną, dążących do uzyskania (utrzymania) prawidłowej masy ciała. Wykazano, że przy zachowaniu odpowiedniej wartości energetycznej pochodzącej z diety, podaż związków polifenolowych zawartych w ziarnach kakaowca sprzyja zmniejszaniu ilości tkanki tłuszczowej organizmu w wyniku ich wpływu na metabolizm tłuszczów i węglowodanów. Spożywanie gorzkiej czekolady stymuluje wiele mechanizmów takich, jak: zmniejszenie ekspresji genów odpowiedzialnych za syntezę kwasów tłuszczowych, zwiększenie uczucia sytości, ograniczenie trawienia i wchłaniania substancji odżywczych [42]. Metaanaliza badań przeprowadzonych do końca grudnia 2017 r. przedstawia istotny związek pomiędzy spożyciem gorzkiej czekolady a poprawą wskaźników antropometrycznych: masy ciała, BMI, obwodu talii (zależnie od dawki i czasu spożywania produktu) [43].

### **Korzyści ze spożycia gorzkiej czekolady w odniesieniu do schorzeń układu nerwowego**

W ostatnich latach naukowcy starali się zweryfikować wpływ flawonoidów z gorzkiej czekolady w zakresach neuromodulacyjnym i neuroprotektoryjnym. Uważa się, że polifenole w dwojaki sposób uczestniczą w reakcjach neurobiologicznych organizmu. Po pierwsze uczestniczą w bezpośrednich interakcjach z kaskadami, biorącymi udział w reakcjach prowadzących do ekspresji neuroprotektoryjnych białek – promując neurogenezę (proces tworzenia nowych komórek nerwowych). Dodatkowo, stymulują przepływ krwi i angiogenezę (proces powstawania naczyń włosowatych) w mózgu i systemach sensorycznych [44]. Najnowsze doniesienia dowodzą istnienia zależności pomiędzy spożyciem ciemnej czekolady, a zmianami w aktywności elektrycznej mózgu, czego nie obserwowano w przypadku grupy kontrolnej [45]. W 2013 r. opublikowano wyniki jednego z pierwszych badań weryfikującego korelację między spożyciem gorzkiej czekolady a poprawą nastroju i funkcji poznawczych zdrowych osób dorosłych. Po randomizacji i po-

dwójnym zaślepieniu próby uczestnicy (40-65 lat) otrzymywali mieszanki koktajli z ciemnej czekolady zawierające: 500 mg, 250 mg lub 0 mg polifenoli (placebo) raz dziennie przez okres 30 dni. Badanie ukończyły 72 osoby. Funkcje poznawcze mierzono za pomocą systemu *Cognitive Drug Research*, zaś samopoczucie sprawdzano na podstawie analogowej skali Bond-Lader. Uczestnicy byli badani przed, po 1; 2,5 i 4 godzinach po wypiciu koktajli oraz po 30 dniach. Okazało się, że spożycie gorzkiej czekolady, niezależnie od dawki nie miało wpływu na zmianę funkcji poznawczych na każdym etapie leczenia. Zauważono jednak pozytywny efekt długoterminowego (30 dni) podawania uczestnikom polifenoli na istotny wzrost samooceny i poprawę nastroju. Opisane rezultaty dostarczają argumentów przemawiających za kontynuowaniem badań w tym kierunku, celem dostarczenia wiedzy na temat alternatywnej metody leczenia depresji [46]. Przypuszcza się, że spożycie ciemnej czekolady może przyczynić się do poprawy stanu klinicznego osób cierpiących na chorobę Alzheimera [47]. Schorzenie to charakteryzuje się zwiększoną produkcją oligomerów amyloidu A $\beta$ , który powoduje powstanie stanu zapalnego i obumieranie komórek nerwowych. Polifenole przeciwdziałają tym procesom dzięki swoim właściwościom antyoksydacyjnym i neuroprotektoryjnym. Sugeruje się, że mogą w podobny sposób jak resweratrol (nieflawonoidowy składnik polifenoli, obecny np. w czerwonym winie) promować usuwanie neurotoksycznych amyloidów A $\beta$  [47].

### **Wpływ spożycia gorzkiej czekolady na mikrobiotę jelitową**

W ciągu ostatnich lat przeprowadzano wiele badań sprawdzających wpływ polifenoli pochodzenia roślinnego na stan jelit w chorobach zapalnych. Rezultaty, jakie otrzymano były analogiczne. Udowodniono, że suplementacja kakao u myszy z chorobami zapalnymi jelit powodowała znaczący spadek poziomu prozapalnych interleukin (TNF- $\alpha$  i IL-1 $\beta$ ) oraz przyczyniała się do zwiększenia integralności błony śluzowej jelita [47]. W świetle wyników wnioskuje się, że aby poprawić stan kliniczny czy utrzymać stan remisji możliwie jak najdłużej, warto rozważyć dodawanie polifenoli podczas żywienia dojelitowego pacjentów z nieswoistymi chorobami jelit, jako stymulatorów procesów przeciwzapalnych [47].

### **Wysiłek fizyczny**

Jak pokazują wyniki randomizowanego badania eksperymentalnego, przeprowadzonego wśród sportowców (biegaczy), spożycie flawonoidów pochodzących z czekolady przyczynia się do zmniejszenia potreningowego poziomu markera stresu oksydacyjnego

go (*Malondialdehyde* – MDA), co z kolei wpływa na redukcję uszkodzeń miocytów i szybszą regenerację mięśni [3]. W 2018 r. opublikowano rezultaty eksperymentu przeprowadzonego wśród zawodowych piłkarzy, którego celem było sprawdzenie wpływu polifenoli zawartych w gorzkiej czekoladzie na stres oksydacyjny i urazy mięśni spowodowane intensywnymi treningami sportowców. Uczestnicy zostali losowo przydzieleni do grup (spożywający ciemną czekoladę oraz grupa kontrolna). Po 30 dniach zaobserwowano zwiększenie potencjału antyoksydacyjnego oraz znaczną redukcję markerów uszkodzenia włókien mięśniowych u piłkarzy spożywających czekoladę (40 g/d ciemnej czekolady o zawartości kakao >85%) w porównaniu z grupą kontrolną [48]. Ponadto wykazano zależność spożycia gorzkiej czekolady (30 g produktu/d) ze zwiększeniem całkowitej wydolności fizycznej ( $VO_2$  max) o 17% [49].

## Podsumowanie

Pomimo swojej wysokiej wartości energetycznej (średnio 560 kcal/100 g produktu), ciemna czekolada powinna być rozważona zarówno jako element profilaktyki, jak i w przypadku leczenia wielu schorzeń. Niewątpliwie jest przykładem żywności funkcjonalnej, wpływającej pozytywnie na wyrównanie wartości glikemii, redukcję insulinooporności. Zyskała uznanie wśród kardiologów, jako istotny element kardioprotekcji. Ostatnie lata pokazują wielokierunkowość badań nad związkami bioaktywnymi zawartymi w czekoladzie.

*Źródło finansowania:* Praca nie jest finansowana z żadnego źródła.

*Konflikt interesów:* Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

## Piśmiennictwo / References

- Olechnowicz J, Suliburska J. Możliwości zastosowania gorzkiej czekolady i zawartych w niej flawonoidów w profilaktyce i terapii zespołu metabolicznego. *Forum Zab Metabol* 2015, 6(2): 49-55.
- Grassi D, Desideri G, Ferri C. Protective effects of dark chocolate on endothelial function and diabetes. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2013, 16(6): 662-668.
- Rasyid HN, Ismiarto YD, Praselia R. The efficacy of flavonoid antioxidant from chocolate: bean extract: prevention of myocyte damage caused by reperfusion injury in predominantly anaerobic sports. *Malaysian Orthop J* 2012, 6(3): 3-6.
- Dyrektywa 2000/36/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 czerwca 2000 r. odnosząca się do wyrobów kakaowych i czekoladowych przeznaczonych do spożycia przez ludzi (Dz.U. L 197 z 3.8.2000).
- Szponar L, Ryzko-Skiba M. Współczesne poglądy na właściwości żywieniowe czekolady. *Żyw Człow Metab* 2001, 28(3): 264-275.
- Kowalska J, Małozewska E. Ocena towaroznawstwa czekolad wysokokakaowych. *Nauka Przyr Technol* 2009, 3(4): 141.
- Czekolada – rodzaje i właściwości. Co do gara – Internetowy Magazyn Kulinaryny. <http://www.codogara.pl/8123/czekolada-rodzaje-i-wlasciwosci> (26.02.2019).
- Fabiańska-Kuba J. Czekolada gorzka 70 % – porównanie 12 marek. Fakty o żywności <http://faktyozywnosci.pl/czekolada-gorzka-70-porownanie-ranking> (15.04.2019).
- Samolej K, Magdziarz M, Grzechnik J i wsp. Analiza Rynku Czekolady w Polsce. <https://docslide.net/documents/analiza-ryнку-czekolady-w-polsce-strona-gl-ryńku-czekolady-w-polsce-raport-sporzadzili.html> (10.02.2019).
- Adiuvio Investments. Dokąd zmierza światowy rynek czekolady. *Capital24.tv*. [http://www.capital24tv.pl/firmowe/zdrowie/dokad\\_zmierza\\_swiatowy\\_rynek\\_czekolady,p1198186265](http://www.capital24tv.pl/firmowe/zdrowie/dokad_zmierza_swiatowy_rynek_czekolady,p1198186265) (26.02.2019).
- Jasiński M, Mazurkiewicz E, Rodziewicz P. Flawonoidy – budowa, właściwości i funkcja ze szczególnym uwzględnieniem roślin motylkowatych. *Biotechnologia* 2009, 2(85): 81-94.
- Polifenole. Wikipedia. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Polifenole> (26.02.2019).
- Natsume M, Osakabe N, Yamagishi M, et al. Analyses of polyphenols in cacao liquor, cocoa, and chocolate by normal-phase and reversed-phase HPLC. *Biosci Biotechnol Biochem* 2000, 64(12): 2581-2587.
- Steinberg FM, Bearden MM, Keen CL. Cocoa and chocolate flavonoids: implications for cardiovascular health. *J Am Diet Assoc* 2003, 103(2): 215-223.
- Guillén-Casla V, Rosales-Conrado N, León-González ME, et al. Determination of serotonin and its precursors in chocolate samples by capillary liquid chromatography with mass spectrometry detection. *J Chromatogr A* 2012, 1232: 158-165.
- Zdrojewicz Z, Grześkowiak K, Łukasiewicz M. Wpływ spożycia czekolady na organizm człowieka. *Med Rodz* 2017, 3: 237-243.
- Ziegler G, Stojacic E, Stumpf B. Vorkommen von  $\beta$ -Phenylethylamin und seinen Derivaten in Kakao und Kakaoverzeugnissen. *Z Lebensm Unters Forsch* 1992, 195(3): 235-238.
- Skrajda M, Dąbrowski G. Czekolada jako źródło związków bioaktywnych oddziałujących na organizm. *J Educ Health Sport* 2015, 5(9): 429-442.
- Domosławska-Żylińska K, Pyrzak B. Neuroendokrynne i psychospołeczne mechanizmy oddziaływania wysiłku fizycznego na psychikę. *Endokrynol Ped* 2013, 12(3(44)): 71-76.
- Szabo A, Billett E, Turner J. Phenylethylamine, a possible link to the antidepressant effects of exercise? *Br J Sports Med* 2001, 35(5): 342-343.
- Lua PL, Wong SY. Dark chocolate consumption on anxiety, depression and health-related quality of life of patients with cancer: a randomised clinical investigation. *MJP* 2012, 21(1): 10-24.
- Węglarz M, Kubica A, Sinkiewicz W. Znaczenie czekolady w prewencji chorób sercowo-naczyniowych. *Folia Cardiologica Excerpta* 2011, 6(2): 127-134.

23. Grassi D, Desideri G, Necozione S, et al. Blood pressure is reduced and insulin sensitivity increased in glucose-intolerant, hypertensive subjects after 15 days of consuming high-polyphenol dark chocolate. *J Nutr* 2008, 138(9): 1671-1676.
24. Shah SR, Alweis R, Najim NI, et al. Use of dark chocolate for diabetic patients: a review of the literature and current evidence. *J Community Hosp Intern Med Perspect* 2017, 7(4): 218-221.
25. Matsumoto C, Petrone AB, Sesso HD, et al. Chocolate consumption and risk of diabetes mellitus in the Physicians' Health Study. *Am J Clin Nutr* 2015, 101(2): 362-367.
26. Greenberg JA. Chocolate intake and diabetes risk. *Clin Nutr* 2015, 34(1): 129-133.
27. Johnston K, Sharp P, Clifford M, Morgan L. Dietary polyphenols decrease glucose uptake by human intestinal Caco-2 cells. *FEBS Lett* 2005, 579(7): 1653-1657.
28. Scaramuzza AE, Zuccotti GV. Dark chocolate consumption and lower HbA1c in children with diabetes: direct cause or pure happiness? *Clin Nutr* 2015, 34(2): 333-334.
29. Watoła J. Czekoladowa dieta dla dzieci z cukrzycą. Katowicki szpital przelamuje schematy. *Wyborcza.pl* – Katowice. <http://katowice.wyborcza.pl/katowice/7,35063,24325602,czekoladowa-dieta-dla-dzieci-z-cukrzyca-katowicki-szpital-przelamuje.html> (25.02.2019).
30. Florkowska K, Duchnik W, Muzykiewicz A i wsp. Flawonoidy w profilaktyce i leczeniu miażdżycy. *Probl Hig Epidemiol* 2017, 98(3): 217-225.
31. Asgary S, Rastqar A, Keshvari M. Functional food and cardiovascular disease prevention and treatment: a review. *J Am Coll Nutr* 2018, 37(5): 429-455.
32. Belz GG, Mohr-Kahaly S. Kakao und dunkle schokolade zur kardiovaskulären prävention? *Dtsch Med Wochenschr* 2011, 136(51-52): 2657-2663.
33. Katz DL, Doughty K, Ali A. Cocoa and chocolate in human health and disease. *Antioxid Redox Signal* 2011, 15(10): 2779-2811.
34. Stoclet JC, Schini-Kerth V. Flavonoïdes alimentaires et santé humaine. *Ann Pharm Fr* 2011, 69(2): 78-90.
35. Keen CL, Holt RR, Oteiza PI, et al. Cocoa antioxidants and cardiovascular health. *Am J Clin Nutr* 2005, 81(suppl 1): 298S-303S.
36. Grassi D, Lippi C, Necozione S, et al. Short-term administration of dark chocolate is followed by a significant increase in insulin sensitivity and a decrease in blood pressure in healthy persons. *Am J Clin Nutr* 2005, 81(3): 611-614.
37. Curtis PJ, Potter J, Kroon PA, et al. Vascular function and atherosclerosis progression after 1 y of flavonoid intake in statin-treated postmenopausal women with type 2 diabetes: a double-blind randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2013, 97(5): 936-942.
38. Yuan S, Li X, Jin Y, Lu J. Chocolate consumption and risk of coronary heart disease, stroke, and diabetes: a meta-analysis of prospective studies. *Nutrients* 2017, 9(7): E688.
39. Lee Y, Berryman CE, West SG, et al. Effects of dark chocolate and almonds on cardiovascular risk factors in overweight and obese individuals: a randomized controlled-feeding trial. *J Am Heart Assoc* 2017, 6(12): e005162.
40. Wierzbicka E, Gałkowska K, Brzozowska A. Ocena spożycia kofeiny z całodzienną racją pokarmową w wybranej grupie dorosłych kobiet. *Probl Hig Epidemiol* 2010, 91(4): 564-571.
41. Gammone MA, Efthymakis K, Pluchinotta FR, et al. Impact of chocolate on the cardiovascular health. *Front Biosci (Landmark Ed)* 2018, 23: 852-864.
42. Farhat G, Drummond S, Fyfe L, Al-Dujaili EA. Dark chocolate: an obesity paradox or a culprit for weight gain? *Phytother Res* 2014, 28(6): 791-797.
43. Kord-Varkaneh H, Ghaedi E, Nazary-Vanani A, et al. Does cocoa/dark chocolate supplementation have favorable effect on body weight, body mass index and waist circumference? A systematic review, meta-analysis and dose-response of randomized clinical trials. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2018, 19: 1-14.
44. Sokolov AN, Pavlova MA, Klosterhalfen S, Enck P. Chocolate and the brain: neurobiological impact of cocoa flavanols on cognition and behavior. *Neurosci Biobehav Rev* 2013, 37(10 pt 2): 2445-2453.
45. Santiago-Rodríguez E, Estrada-Zaldívar B, Zaldívar-Uribe E. Effects of dark chocolate intake on brain electrical oscillations in healthy people. *Foods* 2018, 7(11): E187.
46. Pase MP, Scholey AB, Pipingas A, et al. Cocoa polyphenols enhance positive mood states but not cognitive performance: a randomized, placebo-controlled trial. *J Psychopharmacol* 2013, 27(5): 451-458.
47. Magrone T, Russo MA, Jirillo E. Cocoa and dark chocolate polyphenols: from biology to clinical applications. *Front Immunol* 2017, 8: 677.
48. Cavarretta E, Peruzzi M, Del Vecovo R, et al. Dark chocolate intake positively modulates redox status and markers of muscular damage in elite football athletes: a randomized controlled study. *Oxid Med Cell Longev* 2018, 2018: 4061901.
49. Taub PR, Ramirez-Sanchez I, Patel M, et al. Beneficial effects of dark chocolate on exercise capacity in sedentary subjects: underlying mechanisms. A double blind, randomized, placebo controlled trial. *Food Funct* 2016, 7(9): 3686-3693.