



# Gorzka czekolada – niekorzystna dla zdrowia pokusa czy wartościowy komponent diety?

Dark chocolate – a temptation harmful to health or a valuable component of diet?

Klaudia Melkis<sup>1,A-D</sup>, Katarzyna Janda Milczarek<sup>1,F</sup>, Karolina Patrycja Jakubczyk<sup>1,A,D-F</sup>

<sup>1</sup> Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Polska

A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne zrecenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Melkis K, Milczarek KJ, Jakubczyk KP. Gorzka czekolada – niekorzystna dla zdrowia pokusa czy wartościowy komponent diety? Med Og Nauk Zdr. 2022; 28(3): 239–246. doi: 10.26444/monz/152270

## ■ Streszczenie

**Wprowadzenie i cel pracy.** Czekolada to jeden z najchętniej wybieranych produktów spożywczych na całym świecie. Niekiedy już sam zapach czy konsystencja wywołują wśród konsumentów poczucie szczęścia. Mimo iż gorzka czekolada wydaje się produktem powszechnie znanym, krąży o niej mnóstwo błędnych informacji opartych na niepełnych bądź przestarzałych danych, które ze względu na jej rosnącą popularność należałoby uaktualnić. Celem niniejszej pracy było podsumowanie dostępnych doniesień naukowych i na ich podstawie sformułowanie klarownych wniosków.

**Metody przeglądu.** Przeglądu badań naukowych dokonano z wykorzystaniem elektronicznych baz danych, takich jak PubMed oraz Google Scholar. Do ich przeszukiwania użyto następujących sformułowań oraz ich kombinacji: „gorzka czekolada”, „kakao”, „prozdrowotne oddziaływanie”, „przeciwskazania”, „następstwa spożycia”.

**Opis stanu wiedzy.** Gorzka czekolada to produkt łączący atrakcyjne cechy organoleptyczne oraz wartościowy skład. Wiele doniesień wskazuje na dobroczynny wpływ danego wyrobu kakaowego. Obiecujące wyniki badań sugerują, iż wykazuje on działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne, sercowo-naczyniowe, neuroprotektoryjne, metaboliczne oraz przeciwdepresyjne. Jednakże pomimo wielu potencjalnie korzystnych efektów biologicznych dla ludzkiego organizmu, nie należy zapominać o ryzyku wystąpienia niepożądanych skutków. Mając na uwadze zawartość poszczególnych składników bądź ich swoiste działanie, w niektórych przypadkach rekomenduje się ograniczenie bądź definitywne zaprzestanie konsumpcji gorzkiej czekolady.

**Podsumowanie.** Obecnie więcej danych wskazuje na korzyści niż na negatywne konsekwencje płynące z konsumpcji gorzkiej czekolady. Reasumując, gorzka czekolada spożywana w rozsądnych ilościach w ramach zdrowej, zbilansowanej diety wydaje się odżywczym komponentem.

## ■ Słowa kluczowe

właściwości prozdrowotne, kakao, gorzka czekolada

## ■ Abstract

**Introduction and Objective.** Chocolate is one of the most popular food products worldwide. Sometimes the smell or consistency alone evokes a feeling of happiness among consumers. Although dark chocolate appears to be a well-known product, there is a lot of misinformation about it, based on incomplete or outdated data which should be updated due to its growing popularity. The aim of this study was to summarize the available scientific reports and on their basis to formulate clear conclusions.

**Review methods.** Scientific research was reviewed using electronic databases, such as PubMed and Google Scholar.

**Brief description of the state of knowledge.** Bitter chocolate is a product that combines attractive organoleptic features and a valuable composition. Many reports indicate the beneficial effect of the cocoa product. Promising research results suggest that it has antioxidant, anti-inflammatory, cardiovascular, neuroprotective, metabolic and antidepressant effects. However, despite many potentially beneficial biological effects it has on the human body, the risk of undesirable effects should not be overlooked. Taking into account the content of individual ingredients or their specific action, in some cases it is recommended to limit or permanently stop the consumption of dark chocolate.

**Summary.** Currently, more data show benefits than negative consequences of consuming dark chocolate. Overall, dark chocolate appears to be a nutritional component when consumed in reasonable amounts as part of a healthy, balanced diet.

## ■ Key words

cocoa, health-promoting properties, dark chocolate

Adres do korespondencji: Karolina Patrycja Jakubczyk, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Szczecin, Polska  
E-mail: jakubczyk.kar@gmail.com

Nadesłano: 12.05.2022; zaakceptowano do publikacji: 21.07.2022; publikacja online: 19.08.2022

## WPROWADZENIE I CEL PRACY

Czekolada to wyrób cukierniczy produkowany głównie z ziaren kakaowca właściwego (łac. *Theobroma cacao* L.), tłuszczu kakaowego i cukru. Zgodnie z Dyrektywą 2000/36/WE powinien zawierać co najmniej 35% suchej masy kakaowej ogółem, w tym nie mniej niż 18% masła kakaowego i nie mniej niż 14% suchej masy kakaowej [1]. Dodatkowo w celu wzbogacenia walorów smakowych może zawierać: mleko, aromaty, płatki zbożowe, bakalie, alkohol, kawę czy owoce [2]. Proces przetwarzania ziarna kakaowego polega na zebraniu owoców, wyłuskaniu ziaren, poddaniu ich fermentacji i suszeniu. W wyniku tych czynności otrzymuje się surowiec gotowy do kolejnych etapów obróbki. Ziarna poddawane są mieleniu, w wyniku czego powstaje miazga kakaowa, następnie ta ulega dalszemu procesowi tłoczenia, co powoduje oddzielenie tłuszczu (masło kakaowe) od proszku kakaowego. Po dodaniu masła kakaowego do miazgi kakaowej otrzymuje się surowiec, z którego po dodaniu mleka oraz innych substancji uatrakcyjniających smak powstaje popularna czekolada [3]. Ze względu na zawartość miazgi kakaowej wyróżnia się kilka rodzajów czekolad, w tym czekoladę gorzką, zawierającą co najmniej 70% miazgi kakaowej. Ten rodzaj czekolady jest jednym z najchętniej wybieranych produktów spożywczych na całym świecie. Niekiedy już sam jej zapach czy konsystencja wywołują wśród konsumentów poczucie szczęścia. Zarówno sprzedaż, jak i zainteresowanie konsumentów czekoladą gorzką jako żywnością funkcjonalną nieustannie wzrasta. Niemniej jednak, pomimo atrakcyjnych cech sensorycznych oraz bogactwa związków biologicznie aktywnych, korzyści płynące z jej spożywania wciąż pozostają kwestią kontrowersyjną, a pytanie, czy gorzka czekolada stanowi niekorzystną dla zdrowia pokusę, czy wartościowy komponent diety, pozostaje bez odpowiedzi. Celem pracy była analiza dostępnych doniesień naukowych o gorzkiej czekoladzie i na tej podstawie sformułowanie klarownych wniosków.

## METODY PRZEGLĄDU

Przełomu badań naukowych dokonano z wykorzystaniem elektronicznych baz danych takich jak PubMed oraz Google Scholar. Do ich przeszukiwania użyto następujących sformułowań oraz ich kombinacji: „gorzka czekolada”, „kakao”, „prozdrowotne oddziaływanie”, „przeciwskazania”, „następstwa spożycia”.

## OPIS STANU WIEDZY

### Wartości odżywcze

Ziarno kakaowe, będące podstawowym surowcem do produkcji czekolady, zawiera znaczną ilość tłuszczu – 50–58%, z czego 97–98% to triacyloglicerole (TAG), składające się z 33–38% kwasu stearynowego (C18:0), 33–38% kwasu oleinowego (C18:1(9c)), 24–27% kwasu palmitynowego (C16:0) oraz niewielkich ilości kwasu linolowego (2–4%). Zawartość białka wynosi 10–15%. Ziarno kakaowe charakteryzuje się wysoką zawartością polifenoli, gdyż stanowią one ok. 10% jego suchej masy. Ponadto jest znaczącym źródłem wielu witamin i minerałów istotnych dla diety człowieka, głównie: magnezu, cynku, miedzi, potasu, ryboflawiny i żelaza [4, 5]. Innymi bioaktywnymi składnikami są metyloksantyny

(kofeina i teobromina w proporcji 1:5) oraz serotonina, jej prekursor, tryptofan i  $\beta$ -fenyloetyloamina (PEA) [6–8].

Gorzka czekolada, jak i inne wyroby kakaowe nie zachowują proporcji makroskładników ziarna kakaowego [2, 9]. Głównym składnikiem czekolady nie są tłuszcze, lecz węglowodany, co wynika z dodatku cukru w procesie produkcji. Tłuszcze stanowią 30–35%, w tym nienasycone kwasy tłuszczowe: kwas palmitynowy (C16:0) i kwas stearynowy (C18:0), mononienasycone kwasy tłuszczowe (MNKT): kwas oleinowy (C18:1(9c)) oraz wielonienasycone kwasy tłuszczowe (WNKT): kwas linolowy (C18:2(n-6)). Zawartość białka wynosi 5–10%. Wartość energetyczna produktu szacowana jest na 515–580 kcal/100g. Wyroby czekoladowe, tak jak surowiec z którego powstają, są bogate we flawonoidy, witaminy, minerały oraz substancje o charakterze psychoaktywnym [2, 10]. Obecność jak i ilość składników odżywczych w czekoladzie jest determinowana wieloma czynnikami: rodzajem i pochodzeniem ziarna, sposobem jego obróbki, zawartością miazgi kakaowej oraz typem dodatków [9, 11, 12]. Wraz ze wzrostem procentowej zawartości kakao maleje zawartość węglowodanów, a zwiększa się zawartość tłuszczu. W rezultacie oznacza to większą kaloryczność produktu, ale również wyższą zawartość polifenoli oraz składników mineralnych. Zależność pomiędzy pochodzeniem ziaren kakaowych a ilością danego składnika występuje m.in. w przypadku kofeiny oraz teobrominy, gdyż ich stosunek oraz zawartość kofeiny w czekoladzie zależą od obszaru geograficznego uprawy kakaowców, a także od rodzaju wytwarzanej z ich ziaren czekolady [2, 13].

## ZWIĄZKI BIOAKTYWNE

### Polifenole

Wyniki badań naukowych wskazują, iż ziarna kakaowca są jednym z najbogatszych źródeł przeciwutleniaczy. Substancje neutralizujące wolne rodniki występują w nich w bardzo wysokich stężeniach, a ich aktywność biologiczna może wpływać na zdrowie konsumenta. Nasiona *Theobroma cacao* L. zawierają wiele związków polifenolowych, wśród których wyróżnia się kwasy fenolowe, w tym kwas chlorogenowy i flawonoidy. Grupa ta stanowi ok. 12–18% całkowitej masy suszonego ziarna kakaowego [14]. Podstawę szkieletu flawonoidów stanowi 2-fenylochroman (flawon) lub 3-fenylochroman (izoflawon), do którego przyłączane są podstawniki różnicujące poszczególne klasy związków chemicznych, w tym monomeryczne flawanole (głównie epikatechina i katechina), oligomeryczne flawanole (procyjanidyny, głównie B2, B5, C1, tetramery do heptamery i dimery typu A), flawanole (przede wszystkim pochodne kwercetyny), amidy kwasu hydroksycynamonowego oraz inne [10, 15]. W gorzkiej czekoladzie najliczniej występującymi fitoskładnikami są katechiny, epikatechiny oraz proantocyjanidyny, a ogólna zawartość flawonoidów wynosi 70–170 mg/100 g produktu [10]. Łączna zawartość katechin/epikatechin w czekoladzie wynosi 46–61 mg/100 g [16]. Największe stężenie flawonoidów w organizmie odnotowuje się 2 do 3 godzin po spożyciu czekolady, a utrzymuje się ono nawet do 8 godzin. Niezwykle istotny wpływ na zawartość tych cennych składników wykazuje rodzaj spożywanej czekolady – im więcej miazgi kakaowej, tym wyższe stężenie całkowite flawonoidów. Równie ważne jest pochodzenie surowca, a także czynniki przetwórcze [17]. Z uwagi na fakt, iż polifenole nadają ziarnom

kakaowca gorzki smak, producenci opracowali techniki ich przetwarzania w celu wyeliminowania goryczy [4, 6]. Należą do nich: fermentacja, prażenie w temperaturze do 120°C, alkalizowanie oraz dodanie cukru, mleka i wanilii. Suszenie nieznacznie wpływa na zawartość epikatechin i katechin, natomiast podczas fermentacji ziarna kakaowego następuje ponad 80-procentowa redukcja katechin i epikatechin. Prażenie ziarna kakaowego w temperaturze powyżej 70°C powoduje obniżenie zawartości epikatechin, jednak podczas tego procesu nie należy przekraczać temperatury 120°C ze względu na wzrost zawartości katechin wynikający z natężonej epimeryzacji epikatechin do katechin. Etapem przetwarzania surowca, w trakcie którego następuje największa redukcja flawanoli, jest alkalizacja; wówczas może dojść do utraty 80% katechin oraz 98% epikatechin [18]. Zachodzące przy tym reakcje powodują powstawanie trudno wchłanianych z przewodu pokarmowego polimerów epikatechin. Zmiany te mogą przyczynić się do znacznego obniżenia ilości flawanoli w gotowych produktach, a tym samym spadku potencjalnych korzyści płynących ze spożywania gorzkiej czekolady [19]. Flawonoidy wykazują zróżnicowany wpływ na organizm, a ich działanie opisano w dalszej części pracy [17].

### Składniki mineralne

Składniki mineralne to pierwiastki niezbędne do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmu. Zarówno ich niedobór, jak i nadmiar w diecie może powodować liczne dysfunkcje oraz schorzenia. Gorzka czekolada może stanowić dobre źródło niektórych z nich, m.in.: wapnia (Ca), magnezu (Mg), żelaza (Fe), cynku (Zn), a także miedzi (Cu) [20] (tab. 1).

**Tabela 1.** Zawartość wybranych składników mineralnych w gorzkiej czekoladzie (mg/100 g)

| Składnik mineralny | Gorzka czekolada 70% | Gorzka czekolada 80% | Gorzka czekolada 90% | Referencje |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------|
| Wapń               | 79,51                | 72,41                | 90,83                | [5]        |
| Magnez             | 192,23               | 198,76               | 252,21               | [5]        |
| Żelazo             | 9,84                 | 11,24                | 10,89                | [5]        |
| Cynk               | 3,18                 | 2,85                 | 3,52                 | [5]        |
| Miedź              | 1,83                 | 1,78                 | 2,02                 | [5]        |

Źródło: [5]

Wapń jest podstawowym składnikiem budulcowym kości i zębów. Bierze także udział w przewodnictwie bodźców nerwowych, krzepnięciu krwi, kurczliwości mięśni oraz aktywacji niektórych enzymów [11]. Zalecane dzienne spożycie tego minerału dla kobiet i mężczyzn w wieku 19–50 lat wynosi 1000 mg. W 100-gramowej tabliczce gorzkiej czekolady, w zależności od zawartości kakao, jego poziom wynosi od 79,50 mg do 90,80 mg, tym samym 30 g (5 kostek) pokrywa od 2,4% do 2,7% RDA (ang. *recommended dietary allowance*) [5].

Magnez, jeden z najistotniejszych aktywnych biologicznie pierwiastków, pełni rolę kofaktora w biosyntezie białek, uczestniczy w przekazywaniu impulsów nerwowych, rozluźnianiu mięśni, produkcji energii oraz adsorpcji kości i zębów [5]. Zapotrzebowanie na ten składnik mineralny u dorosłego człowieka wynosi od 310 mg (kobiety) do 420 mg (mężczyźni) [21]. Zawartość magnezu w gorzkiej czekoladzie z 90-procentowym udziałem masy kakaowej wynosi

252,21 mg/100 g, 75,67 mg/30 g, co przekłada się na pokrycie nawet 81,3% RDA [5].

Żelazo, minerał niezbędny dla zdrowia i życia, odpowiada za syntezę hemoglobiny – białka znajdującego się w erytrocytach, którego funkcją jest przenoszenie cząsteczek tlenu z płuc do tkanek obwodowych oraz wspomaganie funkcjonowania układu odpornościowego i nerwowego. Aby nie dopuścić do niedoborów, rekomenduje się dzienne spożycie tego minerału w ilości od 10 do 18 mg w zależności od płci oraz wieku [21]. Gorzka czekolada, zawierająca 80% kakao, może pokryć nawet do 100% dzienne zapotrzebowanie, gdyż zawiera ok. 11,20 mg żelaza w 100 g produktu, 3,36 mg/30 g [5].

Cynk jest kluczowym elementem w wielu procesach, począwszy od wzrostu i różnicowania komórek, poprzez regulowanie czynności układu immunologicznego, na modulowaniu mechanizmów związanych z uczeniem się i pamiętaniem skończywszy [5]. Rekomendowane dzienne spożycie wynosi 8 mg dla kobiet i 11 mg dla mężczyzn, zaś 90-procentowa czekolada zawiera 3,50 mg/100 g produktu, 1,05 mg/30 g [5, 21].

Miedź stanowi składnik dysmutazy ponadtlenkowej, dzięki czemu wpływa na reakcję dekompozycji wolnych rodników. Co więcej, odpowiada za reakcje enzymatyczne oraz syntezę kolagenu i neuroprzekaźników [11]. RDA dla osób dorosłych wynosi 0,90 mg [21]. W czekoladzie zawierającej 90% kakao miedź występuje w ilości 2,00 mg/100 g, 0,6 mg/30 g [5].

Oprócz ww. pierwiastków w skład gorzkiej czekolady wchodzi również: selen, chrom, potas, fosfor, mangan.

### Witaminy

Witaminy to związki organiczne biorące udział w wielu procesach metabolicznych, niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu zdolnego do samodzielnej syntezy tylko niektórych z nich. Zatem by nie doprowadzić do hipowitaminozy, konieczne jest dostarczanie ich w odpowiednio zbilansowanej i urozmaiconej diecie. Gorzka czekolada jest jednym z produktów dostarczających: witaminę A oraz witaminy z grupy B: tiaminę (B<sub>1</sub>), ryboflawinę (B<sub>2</sub>) i niacynę (B<sub>3</sub>). Ponadto najnowsze badania dowodzą, że może być ona również źródłem witaminy D<sub>2</sub>. Z uwagi na fakt, iż ziarna kakaowe z *Theobroma cacao* L. wykazują podatność na skażenia grzybami, posiadającymi wysokie stężenie ergosterolu, często zawierają znaczne ilości tego związku, będącego prekursorem witaminy D<sub>2</sub>. Po procesie fermentacji ziarna są zwykle suszone na słońcu, co potencjalnie prowadzi do konwersji ergosterolu do witaminy D<sub>2</sub> [22].

**Tabela 2.** Zawartość poszczególnych witamin w 100 g gorzkiej czekolady

| Witamina         | Zawartość | Referencje |
|------------------|-----------|------------|
| Tiamina (mg)     | 0,07      | [23]       |
| Ryboflawina (mg) | 0,07      | [23]       |
| Niacyna (mg)     | 0,60      | [23]       |
| Witamina A (µg)  | 9,00      | [23]       |
| Witamina D (µg)  | 1,90–5,48 | [23]       |

Źródło: [23]

### Substancje o charakterze psychoaktywnym

W gorzkiej czekoladzie znajdują się również substancje mogące wykazywać działanie psychoaktywne. Do



najważniejszych zaliczamy teobrominę, kofeinę, anandamid, teofilinę, fenyloetyloaminę, a także, występujące w śladowych ilościach, kokainę i morfinę [10, 11]. Kofeina i teobromina to przedstawiciele grupy alkaloidów, których działanie polega na konkurowaniu z adenozyną, blokowaniu jej receptora, a w następstwie pobudzeniu ośrodkowego układu nerwowego. Kofeina katalizuje uwalnianie w nadnerczach katecholamin (adrenalina, noradrenalina, dopamina) [11]. Teobromina wpływa na powstawanie tlenu azotu(II) w tętnicach, wykazuje działanie przeciwkaszlowe oraz moczopędne [10]. Zawartość teobrominy w gorzkiej czekoladzie mieści się w przedziale od 500 mg/100 g do 750 mg/100 g, a kofeiny od 63 mg/100 g do 88 mg/100 g. Tyramina i fenyloetyloamina (PEA, metabolit fenyloalaniny) to związki azotowe będące aminami biogennymi. W organizmie niezbędne są do utrzymania żywotności komórek i prawidłowego przebiegu procesów komórkowych. PEA wydziela się w znacznych ilościach u osób intensywnie uprawiających sport i jest odpowiedzialna za wystąpienie efektu „euforii biegacza”. W organizmie pełni ona funkcję neurotransmitera oraz aktywuje działanie dopaminy, noradrenaliny, serotoniny i acetylocholin, dlatego jej deficyt może być przyczyną depresji. W czekoladzie występuje w ilościach od 0,4 µg/g do 6,6 µg/g [11]. Wśród cennych związków zawartych w czekoladzie znajduje się zarówno tryptofan, jak i powstająca z niego serotonina. Pełni ona istotną rolę w procesie krzepnięcia (stymuluje agregację płytek krwi), a także reguluje ruchy perystaltyczne jelit [24]. Jednakże najważniejsze jej właściwości związane z jej obecnością w czekoladzie wynikają z oddziaływania na centralny układ nerwowy. Jako neuroprzekaznik pełni szereg funkcji, m.in. reguluje ośrodek głodu, sen, procesy zapamiętywania, uczenia się, a także wpływa na nastrój. Stąd też popularnie nazywana jest „hormonem szczęścia”. Im wyższa zawartość kakao w czekoladzie, tym posiada ona więcej serotoniny oraz jej prekursora, przy 85% – 2,9 µg/g, przy 70–85% – 13,3 µg/g [25]. Dlatego też wyrób ten określany jest mianem „pokarmu szczęścia”.

## PROZDROWOTNE ODDZIAŁYWANIE GORZKIEJ CZEKOLADY

### Prewencja i leczenie chorób układu sercowo-naczyniowego

Choroby układu krążenia są od lat wiodącą przyczyną śmierci ludności na całym świecie. Według opublikowanych globalnych szacunków WHO z 2019 roku aż 8,9 mln zgonów przypisuje się chorobie niedokrwiennej serca, co stanowi 16% wszystkich zgonów na świecie [26]. Dane te wyraźnie wskazują na potrzebę zintensyfikowania działań na rzecz profilaktyki i leczenia chorób układu sercowo-naczyniowego. Dlatego też wielu naukowców podjęło badania, których celem jest wskazanie produktów spożywczych przyczyniających się do poprawy stanu fizjologicznego serca oraz naczyń krwionośnych. W konsekwencji odkryto korzystny wpływ kakao oraz wybranych przetworów kakaowych, w tym gorzkiej czekolady, na parametry związane z obniżeniem ryzyka wystąpienia CVD (ang. *cardiovascular diseases*) bądź poprawą obecnego stanu chorobowego [27].

Jednym z mechanizmów sprawiających, iż gorzka czekolada wykazuje działanie kardioprotekcyjne, jest modulacja biodostępności związku chemicznego, odgrywającego kluczową rolę w ochronie nabłonka wyściełającego naczynia

krwionośne [28]. Zawarte w niej flawonole kakaowe stymulują śródbłonek do wzmożonego wytwarzania tlenu azotu(II), co przyczynia się do rozszerzenia naczyń krwionośnych, obniżania ciśnienia krwi oraz zmniejszenia sztywności tętnic [6, 29]. Dowiedziono, że codzienne spożycie flawonoli w ilości 710 mg, 95 mg (-)-epikatechiny lub 25 mg (+)-katechiny znacząco poprawia funkcję śródbłonka [30].

Flawonole kakaowe wpływają także na poziom leukotrienów i prostacyklin. Leukotrieny to mediatory lipidowe prawdopodobnie odpowiedzialne za zwężanie światła naczyń krwionośnych i czynniki prozapalne oraz stymulujące agregację płytek krwi. Prostacykliny natomiast działają w sposób przeciwny. W badaniach klinicznych wykazano, iż spożywanie czekolady o wysokiej zawartości proantocyjanidyn (148 mg/37g) znacząco obniża poziom leukotrienów (o 29%) i podnosi prostacyklin (o 32%) [11].

Ponadto gorzka czekolada, na skutek hamowania aktywacji limfocytów T wywołanej przez miogeny, poliklonalnej aktywacji limfocytów B, redukcji ekspresji przekaźnika RNA interleukiny-2 oraz zmniejszenia wydzielania interleukiny-2 przez limfocyty T, wykazuje działanie przeciwzapalne. Co więcej, występujące w czekoladzie proantocyjanidyny mogą modyfikować wiele innych cytokin o charakterze przeciwzapalnym, np. interleukiny-5 [11].

Potencjalna korelacja między konsumpcją kakao a zmniejszonym ryzykiem chorób układu sercowo-naczyniowego jest również związana z poprawą profilu lipidowego: stężenia lipoprotein o dużej gęstości (HDL) i lipoprotein o niskiej gęstości (LDL). Dzielne spożycie 26 g proszku kakaowego przez 12 tygodni powoduje wzrost stężenia cholesterolu frakcji HDL nawet o 23%, obniżenie stężenia cholesterolu frakcji LDL o 12% oraz redukcję stopnia utleniania lipidów [31]. Znaczna poprawa biomarkerów metabolizmu lipidów występuje zarówno u osób zdrowych, jak i w przypadku występowania u pacjenta: nadciśnienia, hipercholesterolemii, nadwagi czy cukrzycy [32, 33]. Oprócz polifenoli na poprawę profilu lipidowego mogą wpływać takie składniki jak: jednonienasycone kwasy tłuszczowe oraz frakcja błonnika rozpuszczalnego.

Wyniki badań klinicznych sugerują, że 6 g ciemnej czekolady spożywane wieczorem obniża zarówno ciśnienie skurczowe (o ok. 3 mmHg), jak i rozkurczowe (o ok. 2 mmHg), a codzienna dawka w ilości 100 g zmniejsza ryzyko miażdżycy tętnic wieńcowych o 11%, a udaru mózgu o 23% [17, 34]. Jednakże zalecana i optymalna dawka stosowana w celu zmniejszenia ryzyka CVD wynosi 45 g tygodniowo, z uwagi na zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych, cukru oraz wysoką kaloryczność [35].

Na podstawie dotychczas zgromadzonych danych można zatem stwierdzić, iż gorzka czekolada wykazuje pozytywne i wielokierunkowe działanie na układ sercowo-naczyniowy człowieka. Regularne spożywanie jej w niewielkich ilościach może zapobiegać, a we wczesnych stadiach hamować bądź opóźniać progresję choroby wieńcowej (choroby niedokrwiennej serca), niewydolności serca, zawału mięśnia sercowego, udaru, nadciśnienia, hiperlipemii i miażdżycy [36–38].

Biorąc pod uwagę atrakcyjność sensoryczną oraz ogólnodostępność produktu, jakim jest gorzka czekolada, można ją uznać za skuteczny środek strategii profilaktyki chorób sercowo-naczyniowych.

### Wpływ gorzkiej czekolady na układ nerwowy

Układ nerwowy to system kierujący wszystkimi funkcjami żywego organizmu, często bez udziału naszej świadomości. Odbiera informacje z otoczenia, steruje procesami myślenia i podejmowania decyzji, przez co pozwala reagować na otaczający świat. Niestety wraz z upływem lat starzeje się, czego przejawem jest obniżenie zdolności kongwistycznych. Mimo iż jest to naturalny proces biologiczny, często sprzyja występowaniu chorób, m.in. neurodegeneracyjnych. Z tego względu duże zainteresowanie wzbudzają neurologiczne i neuroprotektoryjne właściwości gorzkiej czekolady [39, 40].

Mechanizm jej działania polega na generowaniu tlenu azotu(II), co prowadzi do rozszerzenia naczyń krwionośnych i wzmożonego przepływu krwi. W konsekwencji intensyfikuje to dopływ tlenu oraz glukozy do neuronów, pomaga w usunięciu zbędnych metabolitów z mózgu i narządach zmysłów, a także stymuluje wzrost nowych neuronów w hipokampie. Sugeruje to potencjalną rolę flawanoli kakaowych w leczeniu i zapobieganiu chorobom naczyń mózgowych, takim jak otępienie czy udar [41, 42].

Regulacja funkcji mózgu za pomocą produktów na bazie kakao zachodzi również na drodze bezpośredniego oddziaływania zawartych w nich bioaktywnych substancji na szlaki sygnałowe w neurocytach. Flawonoidy przechodzą przez barierę krew–mózg, dzięki czemu wpływają na układ przekazników wewnątrzkomórkowych kontrolujących dojrzewanie i różnicowanie neuronów, a tym samym stymulują regenerację tkanki nerwowej [4, 43].

Antyoksydanty pochodzące z kakao wychwytyją i wywołują wolne rodniki oraz ograniczają ich wytwarzanie, dzięki czemu spożywanie gorzkiej czekolady przyczynia się do zapobiegania wystąpienia związanych z wiekiem chorób neurodegeneracyjnych wynikających z akumulacji reaktywnych form tlenu w mózgu, takich jak choroba Alzheimera i Parkinsona. Ponadto kakao wykazuje działanie ochronne na neurotoksyczność wywołaną białkiem amyloidu  $\beta$ , korelującą z chorobą Alzheimera i neurologiczną demencją spowodowaną nagromadzeniem blaszek amyloidowych oraz spletków neurofibrilarnych w mózgu [4, 44, 45].

Gorzka czekolada może również odgrywać istotną rolę w zapobieganiu zaburzeniom neurologicznym, takim jak depresja. Działanie to związane jest zarówno z jej składem, jak i smakiem. Smakowitość prawdopodobnie wynika z uwalniania w podwzgórzu opioidów, takich jak  $\beta$ -endorfiny. Natomiast zawartość tryptofanu ulegającego konwersji do serotoniny oraz obecność substancji psychoaktywnych: kofeiny, teobrominy, anandamidu, teofiliny, fenyloetyloaminy wpływa korzystnie na samopoczucie, powoduje uczucie zrelaksowania i odprężenia [41, 46–48].

Wyniki badań dowodzą, iż efektem spożywania gorzkiej czekolady jest poprawa ogólnych zdolności poznawczych, w tym uwagi, pamięci i szybkości przetwarzania informacji, zarówno u osób młodych, jak i starszych, a codzienne spożywanie 35 g gorzkiej czekolady może przynosić korzyści dla pracy mózgu [49–53].

Włączenie do diety produktów kakaowych bogatych we flawonole może być zatem realnym i rozsądnym elementem profilaktyki chorób neurodegeneracyjnych czy zaburzeń neurologicznych, a także chronić przed pogorszeniem funkcji poznawczych.

### Gorzka czekolada a mikrobiota jelitowa

Mikrobiota jelitowa to zespół mikroorganizmów odgrywających istotną rolę w funkcjonowaniu organizmu człowieka. Bakterie wchodzące w jej skład wykazują funkcję metaboliczną, troficzną i immunologiczną, tym samym przyczyniając się do utrzymania homeostazy. Zarówno struktura ilościowa, jak i jakościowa mikrobiomu jest zmienna. Na jej kształtowanie wpływa wiele czynników, m.in.: wiek, genotyp gospodarza, stan zdrowia, stosowanie antybiotykoterapii, a także sposób żywienia. Nowym kierunkiem badań naukowych jest zdolność gorzkiej czekolady jako żywności o wysokiej zawartości polifenoli do interakcji z mikrobiomem [54]. Dowiedziono, iż polifenole zawarte w kakao oraz wyrobach kakaowych nie tylko zachowują się jak silne wybiatacze wolnych rodników, ale także mogą oddziaływać z drobnoustrojami jelitowymi. Zjawisko to ma charakter dwukierunkowy. Otóż większość polifenoli, przechodząc przez układ pokarmowy, wykazuje się względną trwałością, dzięki czemu docierają do jelita w niemal niezmięnionej formie. W wyniku tego są wchłaniane w nieznacznym stopniu. Jednakże na dalszym etapie dzięki bakteriom zasiedlającym okrężnicę oraz uwalnianym przez nie enzymom zostają przekształcone w bioaktywne metabolity. Niezmodyfikowane polifenole, jak również część produktów powstałych w wyniku biotransformacji, modulują skład mikroflory jelitowej, działając prebiotycznie. A mianowicie wspomagają wzrost pożytecznych bakterii jelitowych, m.in. z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, jednocześnie zmniejszając liczbę patogennych, takich jak *Clostridium perfringens*. Ponadto bakterie z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* aktywują produkcję regulatorowych limfocytów T i powodują stymulację IL-10, przyczyniając się do hamowania stanów zapalnych w jelitach, tym samym pozytywnie wpływając na odporność organizmu i zmniejszenie ryzyka wystąpienia różnorodnych chorób [47, 55–57].

Mikroorganizmy zasiedlające jelita wykazują również zdolność do komunikacji z ośrodkowym układem nerwowym. Sygnały z mikroflory jelitowej przekazywane są do mózgu i odwrotnie, za pomocą połączeń nerwowych, hormonalnych, immunologicznych oraz humoralnych. Dzięki temu mikrobiom może uczestniczyć w regulacji funkcji układu nerwowego, wpływać na patogenezę i progresję chorób neurologicznych. Oznacza to, że czekolada o wysokiej zawartości kakao, wykazująca zdolność restrukturyzacji różnorodności i obfitości bakterii jelitowych, za pośrednictwem osi jelito–mózg może niwelować negatywne stany emocjonalne [58, 59].

Odkrycia te są niezwykle optymistyczne dla osób borykających się z zaburzeniem równowagi mikrobiologicznej. Gorzka czekolada zawierająca substancje, które niewątpliwie mają mierzalne efekty biologiczne, wykazuje także pozytywny wpływ na samopoczucie, może zatem w przyszłości stanowić bardzo potrzebną i kompleksową metodę leczenia pacjentów dotkniętych jednocześnie zaburzeniami funkcji przewodu pokarmowego oraz nastroju.

## NEGATYWNE ASPEKTY SPOŻYWANIA GORZKIEJ CZEKOLADY

### Niepożądane następstwa spożycia gorzkiej czekolady i jej składników

Pomimo licznych korzyści dla organizmu, wynikających ze spożycia gorzkiej czekolady, nie należy zapominać o ryzyku wystąpienia kilku negatywnych tego skutków.

Gorzka czekolada to żywność o wysokiej wartości energetycznej – 100 g porcja tego produktu dostarcza średnio 515 kcal. Z tego względu konsumpcja czekolady w nadmiarze może doprowadzić do przyrostu masy ciała, a w konsekwencji przyczynić się do otyłości. Aczkolwiek w niektórych badaniach, w których analizowano zapobiegawcze lub terapeutyczne działania gorzkiej czekolady i jej składników przeciw otyłości i zespołowi metabolicznemu, dowiedziono, że – w przeciwieństwie do czekolady mlecznej – jej spożycie może sprzyjać odchudzaniu. Osoby spożywające gorzką czekoladę regularnie miały niższe BMI niż te, które w ogóle po nią nie sięgały, a suplementacja kakao lub gorzkiej czekolady przez co najmniej 4 tygodnie w dawce 30 g/dzień przyczyniła się do redukcji masy ciała, a tym samym obniżenia BMI [60].

Głód czekolady to kolejny aspekt jej konsumpcji, zwiększający prawdopodobieństwo otyłości. Choć uzależnienia na ogół związane są z nadużyciem narkotyków i alkoholu, czekolada może wywoływać podobne reakcje psychofarmakologiczne i behawioralne u osób na to podatnych. Zawiera ona kilka biologicznie aktywnych składników, tj. metylokasantyny, aminy biogenne i kwasy tłuszczowe podobne do kannabinoidów, z których wszystkie potencjalnie dają efekty psychologiczne podobne do tych, będących rezultatem działania innych substancji uzależniających. Oprócz tego na poczucie pragnienia czekolady wpływają jej cechy sensoryczne oraz comiesięczne wahania hormonalne u kobiet [61].

Do negatywnych skutków spożycia gorzkiej czekolady wciąż zalicza się wyzwalanie migreny. Jednakże coraz więcej klinicznych badań naukowych udowadnia błędność tej tezy. Przemawia za tym kilka argumentów. Przede wszystkim czekolada zawiera wiele witamin i minerałów, m.in. magnez i ryboflawinę, które są zalecane w profilaktyce migreny. A także, dzięki zdolności do modulacji populacji drobnoustrojów ludzkiego jelita, może łagodzić silne ataki bólu głowy [62, 63].

### Przeciwwskazania do spożycia gorzkiej czekolady

Mając na uwadze zawartość poszczególnych składników i ich swoiste działanie, rekomenduje się ograniczenie bądź definitywne zaprzestanie konsumpcji gorzkiej czekolady w przypadku choroby refleksowej przełyku, kamicy nerkowej, alergii, a także w razie stosowania inhibitorów monoaminooksydazy (MAO) [17].

Osoby borykające się z kamicą nerkową oraz schorzeniami predysponującymi do jej rozwoju, aby obniżyć ryzyko wystąpienia kamieni moczowych, zmuszone są do redukcji szczawianów dostarczanych wraz z pożywieniem do ilości nieprzekraczającej 40–50 mg na dzień. Większe spożycie może przyczynić się do powstawania złogów, jak i zwiększenia rozmiarów już istniejących. Jednym z produktów stanowiących istotne źródło szczawianów w diecie jest gorzka czekolada, gdyż może ona zawierać 401,07 mg/100 g kwasu szczawowego [64].

Spożycie gorzkiej czekolady nie zaleca się również osobom cierpiącym na chorobę refleksową przełyku, gdyż

skutkuje to zwiększoną produkcją kwasu solnego w żołądku oraz osłabieniem tonusu dolnego zwieracza przełyku. Objawia się to częstszym odczuwaniem zgagi, zwłaszcza w ciągu pierwszej godziny od spożycia, a w konsekwencji może doprowadzić do pogorszenia obecnego stanu zdrowia [47].

Czekolada uważana jest także za jeden z głównych potencjalnie alergizujących produktów spożywczych. U części konsumentów, w szczególności u dzieci, ujawnia się alergia na jeden z jej składników. Natomiast znacznie częściej występują reakcje pseudoalergiczne wynikające z obecności tyraminy, która może wyzwać migrenowy ból głowy, kołatanie serca czy podwyższenie ciśnienia krwi. Ryzyko tej reakcji wzrasta u osób stosujących leki z grupy inhibitorów monoaminooksydazy (MAO), gdyż właśnie ten enzym odpowiedzialny jest za metabolizm tyraminy [4, 65]. Jednakże badania również dowodzą, iż będące głównym surowcem gorzkiej czekolady kakao, poprzez regulację komórek odpornościowych wpływających zarówno na odporność wrodzoną, jak i nabytą, ma pozytywny wpływ na układ immunologiczny. Flawonoidy kakaowe modulują uwalnianie mediatorów, przywracają równowagę komórek T-helper 1 i T-helper 2 oraz ograniczają produkcję immunoglobulin typu E. Zatem oznacza to, iż spożywanie produktów kakaowych, zwłaszcza w umiarkowanej ilości, może zapobiegać chorobom o podłożu immunologicznym oraz łagodzić objawy alergiczne [66–68].

## PODSUMOWANIE

Gorzka czekolada to produkt łączący w sobie atrakcyjne cechy organoleptyczne oraz wartościowy skład. Stanowi dobre źródło wybranych składników mineralnych: wapnia (Ca), magnezu (Mg), żelaza (Fe), cynku (Zn), miedzi (Cu), witamin A, i D2, witamin z grupy B: tiaminy (B1), ryboflawiny, niacyny (B3) oraz bioaktywnych fitozwiązków, głównie polifenoli. Wszystko to przekłada się na potencjalnie wielokierunkowe efekty biologiczne wywoływane w organizmach konsumentów. Jednakże wskazując na dobroczynne działanie gorzkiej czekolady, należy pamiętać o jej wysokiej gęstości kalorycznej, zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych, cukru czy szczawianów. Zatem włączając ją do codziennej diety, warto również wziąć pod uwagę kilka aspektów, w tym występowanie różnych schorzeń, m.in. kamicy nerkowej oraz alergii.

Obecnie więcej danych wskazuje na korzyści niż na negatywne konsekwencje konsumpcji gorzkiej czekolady. Spektrum chorób, których rozwojowi może ona zapobiegać, a we wczesnych stadiach hamować bądź opóźniać progresję, jest rozległe. Do schorzeń tych zalicza się choroby układu sercowo-naczyniowego, choroby neurodegeneracyjne, zaburzenia neurologiczne oraz dysbiozę mikrobioty jelitowej.

Pomimo przekonujących dowodów świadczących o pozytywnym oddziaływaniu gorzkiej czekolady należy podkreślić, iż w kilku doświadczeniach opisano prozdrowotne właściwości kakao, a nie wyrobu kakaowego. Te zaś nie odzwierciedlają w pełni jej charakteru, gdyż w procesie przetwarzania następuje częściowa utrata związków polifenolowych. Ponadto poszczególne cechy produktu mogą różnić się w zależności od jego producenta.

Natomiast aby móc stosować czekoladę w celach terapeutycznych, kluczowe jest ustalenie skutecznej dawki wywołującej zmiany istotne klinicznie. Dlatego też niezbędne jest przeprowadzenie kompleksowych badań klinicznych wraz z analizą czynników zakłócających, co



pozwoliłoby sformułować zalecenia żywieniowe, których aktualnie brak.

Reasumując, gorka czekolada spożywana w rozsądnych ilościach w ramach zdrowej, zbilansowanej diety wydaje się odżywczym komponentem.

## PIŚMIENICTWO

- 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 (DzUrz WE L 197 z 03.08.2000, str. 19; DzUrz UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 13, t. 25, str. 431)
- Caligiani A, Marseglia A, Palla G. Cocoa: Production, Chemistry, and Use. *Encycl Food Health*. 2016;185–190. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00177-X>
- Krotki M, Stoparczyk B. Właściwości przeciwutleniające kakao w zapobieganiu chorobom układu krążenia. *Postępy Fitoterapii*. 2009; 1: 45–49.
- Montagna MT, Diella G, Triggiano F, et al. Chocolate, “Food of the Gods”: History, Science, and Human Health. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(24): 4960. <https://doi.org/10.3390/ijerph16244960>
- Cinquanta L, Di Cesare C, Manoni R, et al. Mineral Essential Elements for Nutrition in Different Chocolate Products. *Int J Food Sci Nutr*. 2016; 67(7): 773–778. <https://doi.org/10.1080/09637486.2016.1199664>
- Nowaczewska M, Wiciński M, Kaźmierczak W, et al. To Eat or Not to Eat: A Review of the Relationship between Chocolate and Migraines. *Nutrients*. 2020; 12(3): 608. <https://doi.org/10.3390/nu12030608>
- Cova I, Leta V, Mariani C, et al. Exploring Cocoa Properties: Is Theobromine a Cognitive Modulator? *Psychopharmacology (Berl)*. 2019; 236(2): 561–572. <https://doi.org/10.1007/s00213-019-5172-0>
- Barišić V, Kopjar M, Jozinović A, et al. The Chemistry behind Chocolate Production. *Molecules*. 2019; 24(17): 3163. <https://doi.org/10.3390/molecules24173163>
- Murphy KJ, Chronopoulos AK, Singh I, et al. Dietary flavanols and procyanidin oligomers from cocoa (*Theobroma cacao*) inhibit platelet function. *Am J Clin Nutr*. 2003; 77(6): 1466–1473. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.6.1466>
- Glodo P, Matejko B. Ciemna czekolada jako bogactwo flawonoidów – sprzymierzeńców w prewencji i leczeniu wielu schorzeń. *Probl Hig Epidemiol*. 2019; 100(2): 82–88.
- Skrajda M, Dąbrowski G. Chocolate as a Source of Bioactive Compounds Acting on the Organism. *J Educ Health Sport*. 2015; 5(9): 429–442. <https://doi.org/10.5281/zenodo.31046>
- Andres-Lacueva C, Monagas M, Khan N, et al. Flavanol and Flavonol Contents of Cocoa Powder Products: Influence of the Manufacturing Process. *J Agric Food Chem*. 2008; 56(9): 3111–3117. <https://doi.org/10.1021/jf0728754>
- Caprioli G, Fiorini D, Maggi F, et al. Nutritional composition, bioactive compounds and volatile profile of cocoa beans from different regions of Cameroon. *Int J Food Sci Nutr*. 2016; 67(4): 422–430. <https://doi.org/10.3109/09637486.2016.1170769>
- Kobus-Cisowska J, Flaczyk E, Heś M, et al. Ocena aktywności przeciwutleniającej prób kakao dostępnego na rynku. *Probl Hig Epidemiol*. 2014; 95(1): 138–142.
- Gammone MA, Efthymakis K, Pluchinotta FR. Impact of chocolate on the cardiovascular health. *Frontiers in bioscience (Landmark edition)*. 2018; 23(5): 852–864. <https://doi.org/10.2741/4620>
- Katz DL, Doughty K, Ali A. Cocoa and chocolate in human health and disease. *Antioxid Redox Signal*. 2011; 15(10): 2779–2811. <https://doi.org/10.1089/ars.2010.3>
- Zdrojewicz Z, Grzeszkowiak K, Łukasiewicz M. Wpływ spożycia czekolady na organizm człowieka. *Med Rodzinna*. 2017; 20(3): 237–243. <https://doi.org/10.25121/mr.2017.20.3.237>
- Seem SA, Yuan YV, Tou JC. Chocolate and chocolate constituents influence bone health and osteoporosis risk. *Nutrition*. 2019; 65: 74–84. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.02.011>
- Ioannone F, Di Mattia CD, De Gregorio M, et al. Flavanols, proanthocyanidins and antioxidant activity changes during cocoa (*Theobroma cacao* L.) roasting as affected by temperature and time of processing. *Food Chem*. 2015; 174: 256–262. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.019>
- Olechnowicz J, Staniek H. Ocena zawartości wybranych pierwiastków w różnych rodzajach czekolad. *Żywność Nauka Technologia Jakosc*. 2017; 24(1): 70–77. <https://doi.org/10.15193/zntj/2017/110/174>
- Jarosza M, Rychlik E, Stoś K, et al. Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie. Warszawa: NIZP-PZH; 2020.
- Kühn J, Schröter A, Hartmann BM, et al. Cocoa and chocolate are sources of vitamin D2. *Food Chem*. 2018; 269: 318–20. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.098>
- Tabella di composizione degli alimenti. Clitt. Roma, 2013.
- De Deurwaerdère P, Di Giovanni G. Serotonin in Health and Disease. *Int J Mol Sci*. 2020; 21(10): 3500. <https://doi.org/10.3390/ijms21103500>
- Gullén-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: 158–65. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2011.11.037>
- WHO <https://www.who.int> (access: 2022.04.24).
- 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. <https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1410867>
- Ludovici V, Barthelmes J, Nägele MP, et al. Cocoa, Blood Pressure, and Vascular Function. *Front Nutr*. 2017; 4: 36. <https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00036>
- Nishiwaki M, Nakano Y, Matsumoto N. Effects of regular high-cocoa chocolate intake on arterial stiffness and metabolic characteristics during exercise. *Nutrition*. 2019; 60:53–8. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.09.021>
- Sun Y, Zimmermann D, De Castro CA, et al. Dose-response relationship between cocoa flavanols and human endothelial function: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Food Funct*. 2019; 10(10): 6322–30. <https://doi.org/10.1039/c9fo01747j>
- Baba S, Osakabe N, Kato Y, et al. Continuous intake of polyphenolic compounds containing cocoa powder reduces LDL oxidative susceptibility and has beneficial effects on plasma HDL-cholesterol concentrations in humans. *Am J Clin Nutr*. 2007; 85(3): 709–17. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.3.709>
- Basu A, Betts NM, Leyva MJ, et al. Acute Cocoa Supplementation Increases Postprandial HDL Cholesterol and Insulin in Obese Adults with Type 2 Diabetes after Consumption of a High-Fat Breakfast. *J Nutr*. 2015; 145(10): 2325–32. <https://doi.org/10.3945/jn.115.215772>
- Sarriá B, Martínez-López S, Sierra-Cinos JL, et al. Regular consumption of a cocoa product improves the cardiometabolic profile in healthy and moderately hypercholesterolaemic adults. *Br J Nutr*. 2014; 111(1): 122–34. <https://doi.org/10.1017/S000711451300202X>
- Kwok CS, Boehholdt SM, Lentjes MAH, et al. Habitual chocolate consumption and risk of cardiovascular disease among healthy men and women. *Heart*. 2015; 101(16): 1279–87. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2014-307050>
- Ren Y, Liu Y, Sun XZ, et al. Chocolate consumption and risk of cardiovascular diseases: a meta-analysis of prospective studies. *Heart*. 2019; 105(1): 49–55. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2018-313131>
- Yuan S, Li X, Jin Y, et al. Chocolate Consumption and Risk of Coronary Heart Disease, Stroke, and Diabetes: A Meta-Analysis of Prospective Studies. *Nutrients*. 2017; 9(7): 688. <https://doi.org/10.3390/nu9070688>
- Larsson SC, Åkesson A, Gigante B, et al. Chocolate consumption and risk of myocardial infarction: a prospective study and meta-analysis. *Heart*. 2016; 102(13): 1017–22. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2015-309203>
- Gong F, Yao S, Wan J. Chocolate Consumption and Risk of Heart Failure: A Meta-Analysis of Prospective Studies. *Nutrients*. 2017; 9(4): 402. <https://doi.org/10.3390/nu9040402>
- Endres K, Schäfer KH. Influence of Commensal Microbiota on the Enteric Nervous System and Its Role in Neurodegenerative Diseases. *J Innate Immun*. 2018; 10:172–180. <https://doi.org/10.1159/000488629>
- Scheiblich H, Trombly M, Ramirez A, et al. Neuroimmune Connections in Aging and Neurodegenerative Diseases. *Trends Immunol*. 2020; 41(4): 300–312. <https://doi.org/10.1016/j.it.2020.02.002>
- Magrone T, Russo M. A, Jirillo E. Cocoa and Dark Chocolate Polyphenols: From Biology to Clinical Applications. *Front Immunol*. 2017; 8: 677. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00677>
- Mastroiaco D, Kwik-Urbe C, Grassi D, et al. Cocoa flavanol consumption improves cognitive function, blood pressure control, and metabolic profile in elderly subjects: the Cocoa, Cognition, and Aging (CoCoA) Study--a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2015; 101(3): 538–48. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.092189>
- Spencer JPE. Flavonoids and brain health: multiple effects underpinned by common mechanisms. *Genes Nutr*. 2009; 4(4): 243–50. <https://doi.org/10.1007/s12263-009-0136-3>
- Madhavadas S, Kapgal VK, Kutty BM, et al. The Neuroprotective Effect of Dark Chocolate in Monosodium Glutamate-Induced Nontransgenic Alzheimer Disease Model Rats: Biochemical, Behavioral, and

- Histological Studies. *J Diet Suppl.* 2016; 13(4): 449–60. <https://doi.org/10.3109/19390211.2015.1108946>
45. Dubner L, Wang J, Ho L, et al. Recommendations for Development of New Standardized Forms of Cocoa Breeds and Cocoa Extract Processing for the Prevention of Alzheimer's Disease: Role of Cocoa in Promotion of Cognitive Resilience and Healthy Brain Aging. *J Alzheimers Dis.* 2015;48(4):879–89. <https://doi.org/10.3233/JAD-150536>
46. Jackson SE, Smith L, Firth J, et al. Is there a relationship between chocolate consumption and symptoms of depression? A cross-sectional survey of 13,626 US adults. *Depress Anxiety.* 2019;36(10):987–95. <https://doi.org/10.1002/da.22950>
47. Zugravu C, Otelea MR. Dark Chocolate: To Eat or Not to Eat? A Review. *J AOAC Int.* 2019;102(5):1388–96. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.19-0132>
48. Araujo QRD, Gattward JN, Almoosawi S, et al. Cocoa and Human Health: From Head to Foot- A Review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2016; 56(1):1–12. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.657921>
49. Lamport DJ, Christodoulou E, Achilleos C. Beneficial Effects of Dark Chocolate for Episodic Memory in Healthy Young Adults: A Parallel-Groups Acute Intervention with a White Chocolate Control. *Nutrients.* 2020; 12 (2): 483. <https://doi.org/10.3390/nu12020483>
50. Socci V, Tempesta D, Desideri G, et al. Enhancing Human Cognition with Cocoa Flavonoids. *Front Nutr.* 2017; 4: 19. <https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00019>
51. Karabay A, Saija JD, Field DT, et al. The acute effects of cocoa flavanols on temporal and spatial attention. *Psychopharmacology (Berl).* 2018; 235(5): 1497–511. <https://doi.org/10.1007/s00213-018-4861-4>
52. Neshatdoust S, Saunders C, Castle SM, et al. High-flavonoid intake induces cognitive improvements linked to changes in serum brain-derived neurotrophic factor: Two randomised, controlled trials. *Nutr Healthy Aging.* 2016; 4(1): 81–93. <https://doi.org/10.3233/NHA-1615>
53. Barrera-Reyes PK, de Lara JCF, González-Soto M, et al. Effects of Cocoa-Derived Polyphenols on Cognitive Function in Humans. Systematic Review and Analysis of Methodological Aspects. *Plant Foods Hum Nutr.* 2020;75(1):1–11. <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00779-x>
54. Krakowiak O, Nowak R. Mikroflora przewodu pokarmowego człowieka – znaczenie, rozwój, modyfikacje. *Postępy Fitoterapii.* 2015;3:193–200.
55. Martin MÁ, Ramos S. Impact of cocoa flavanols on human health. *Food Chem Toxicol.* 2021;151:112121. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112121>
56. Sorrenti V, Ali S, Mancin L, et al. Cocoa Polyphenols and Gut Microbiota Interplay: Bioavailability, Prebiotic Effect, and Impact on Human Health. *Nutrients.* 2020; 12 (7): 1908. <https://doi.org/10.3390/nu12071908>
57. Wiese M, Bashmakov Y, Chalyk N, et al. Prebiotic Effect of Lycopene and Dark Chocolate on Gut Microbiome with Systemic Changes in Liver Metabolism, Skeletal Muscles and Skin in Moderately Obese Persons. *Biomed Res Int.* 2019;2:4625279. <https://doi.org/10.1155/2019/4625279>
58. Shin JH, Kim CS, Cha L, et al. Consumption of 85% cocoa dark chocolate improves mood in association with gut microbial changes in healthy adults: a randomized controlled trial. *J Nutr Biochem.* 2021; 99: 108854. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2021.108854>
59. Ezra-Nevo G, Henriques SF, Ribeiro C. The diet-microbiome tango: how nutrients lead the gut brain axis. *Curr Opin Neurobiol.* 2020;62: 122–32. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2020.02.005>
60. 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.* 2019;59(15):2349–2362. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1451820>
61. Bruinsma K, Taren DL. Chocolate: food or drug? *J Am Diet Assoc.* 1999; 99(10): 1249–1256. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(99\)00307-7](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(99)00307-7)
62. Arzani M, Jahromi SR, Ghorbani Z, et al. Gut-brain Axis and migraine headache: a comprehensive review. *J Headache Pain.* 2020;21(1):15. <https://doi.org/10.1186/s10194-020-1078-9>
63. Nowaczewska M, Wiciński M, Kaźmierczak W, et al. To Eat or Not to Eat: A Review of the Relationship between Chocolate and Migraines. *Nutrients.* 2020;12(3):608. <https://doi.org/10.3390/nu12030608>
64. Jabłońska-Ryś E, Zalewska-Korona M, Michalak-Majewska M. Czekolada jako źródło szczawianów rozpuszczalnych w diecie. *Bromat Chem Toksykol.* 2013;2:206–210.
65. Lopes JP, Kattan J, Doppelt A, et al. Not so sweet: True chocolate and cocoa allergy. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2019;7(8):2868–2871. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2019.04.023>
66. Rodríguez-Lagunas MJ, Vicente F, Pereira P, et al. Relationship between Cocoa Intake and Healthy Status: A Pilot Study in University Students. *Molecules.* 2019;24(4):812. <https://doi.org/10.3390/molecules24040812>
67. Pérez-Cano FJ, Massot-Cladera M, Franch A, et al. The effects of cocoa on the immune system. *Front Pharmacol.* 2013;4:71. <https://doi.org/10.3389/fphar.2013.00071>
68. Gandhi GR, Neta MTSL, Sathiyabama RG, et al. Flavonoids as Th1/Th2 cytokines immunomodulators: A systematic review of studies on animal models. *Phytomedicine.* 2018;44:74–84. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.03.057>