

MATERNIA, Jakub, MISZCZYK, Karolina, MAJ, Patrycja, SERGIEL, Natalia, KANIA, Agata, GONET, Malwina, WŁODARCZYK-CYBULSKA, Karolina, MOZER, Piotr, LAZAR, Michał and SERWIK-TRANDASIR, Aleksandra. Effect of green tea on the cardiovascular system. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023;46(1):201-215. eISSN 2391-8306.  
<https://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.46.01.014>  
<https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/45192>  
<https://zenodo.org/record/8284660>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of 17.07.2023 No. 32318. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17.07.2023 Lp. 32318. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przynależność dyscypliny naukowej: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).  
© The Authors 2023;  
This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland  
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.  
Received: 24.07.2023. Revised:21.08.2023. Accepted: 25.08.2023. Published: 29.08.2023.

## Effect of green tea on the cardiovascular system

Imię i Nazwisko: Jakub Maternia  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4535-7211>  
E-mail: [jj.maternia@onet.pl](mailto:jj.maternia@onet.pl)

Imię i nazwisko: Karolina Miszczyk  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4210-489X>  
E-mail: [karolinamiszczczyk23@gmail.com](mailto:karolinamiszczczyk23@gmail.com)

Imię i nazwisko: Patrycja Maj  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4867-1715>  
E-mail: [patym2381@gmail.com](mailto:patym2381@gmail.com)

Imię i nazwisko: Natalia Sergiel  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3253-4800>  
E-mail: [natalia.sergiel@gmail.com](mailto:natalia.sergiel@gmail.com)

Imię i nazwisko: Agata Kania  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2685-5126>  
E-mail: [agata.kania95@gmail.com](mailto:agata.kania95@gmail.com)

Imię i nazwisko: Malwina Gonet  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8254-8681>  
E-mail: [malwina.k.gonet@gmail.com](mailto:malwina.k.gonet@gmail.com)

Imię i nazwisko: Karolina Włodarczyk-Cybulska  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8600-0040>  
E-mail: [kwlodarczykcybulska@gmail.com](mailto:kwlodarczykcybulska@gmail.com)

Imię i nazwisko: Piotr Mozer  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2529-4117>  
E-mail: [piotrmozer23@gmail.com](mailto:piotrmozer23@gmail.com)

Imię i nazwisko: Michał Lazar  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9470-1955>  
E-mail: [lazamicha@gmail.com](mailto:lazamicha@gmail.com)

Imię i nazwisko: Aleksandra Serwik-Trandasir  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7671-889X>  
E-mail: [a.serwiktrandasir@gmail.com](mailto:a.serwiktrandasir@gmail.com)

## **Abstract**

Cardiovascular diseases (CVD) are among the leading causes of mortality worldwide, causing significant public health concerns. Flavonoids, abundant in green tea, have been found to play a pivotal role in their prevention and treatment. These compounds exert beneficial effects on vascular endothelium through various mechanisms, including enhancing nitric oxide production, reducing LDL cholesterol levels, and inhibiting platelet aggregation. Dietary principles tailored to individual risk factors are also vital for individuals with CVD. Studies suggest that green tea may be a promising tool for preventing CVD due to its antioxidative, anti-inflammatory, anti-carcinogenic, and antiplatelet effects. Catechins in green tea have been demonstrated to modify various risk factors, thereby reducing overall CVD risk. Epidemiological studies have reported an inverse association between green tea consumption and mortality from CVD. The beneficial properties of green tea, especially among non-smokers and rural residents, underscore its potential role in managing CVD risk. Further research on the effect of green tea on vascular health is warranted.

**Keywords:** Green Tea, Cardiovascular Diseases, Flavonoids

## **Wprowadzenie**

Herbata jest najstarszym i najpopularniejszym napojem na świecie. Pochodzi z Chin, gdzie około 5000 lat temu była nazywana „Boskim uzdrowicielem”, a obecnie jest uprawiana na skalę masową w przynajmniej trzydziestu krajach na całym świecie [1]. Każda herbata pochodzi z jednego rodzaju rośliny o nazwie *Camellia sinensis*. Herbata może być klasyfikowana na trzy główne typy ze względu na sposób przetwarzania lub stadium rozwoju

zebranych liści: czarna (fermentowana), oolong (półfermentowana) i zielona (niefermentowana) [2]. Zielona herbata jest głównie spożywana w krajach Wschodu, takich jak Chiny, Japonia oraz niektóre kraje Afryki Północnej i Bliskiego Wschodu, podczas gdy herbata czarna jest najpopularniejsza w krajach zachodnich [3]. W niektórych regionach Chin i Japonii istnieje przekonanie, że regularne picie zielonej herbaty przedłuża życie. Zielenie herbaty są naturalnym sprzymierzeńcem zdrowia i urody, mając pozytywny wpływ na cały organizm ludzki oraz działając pobudzająco [4]. W literaturze przedmiotu nie trudno odnaleźć informacje, iż zielona herbata posiada liczne korzyści dla zdrowia: hamuje proces starzenia się, wspiera układ odpornościowy, poprawia efektywność funkcjonowania mózgu [5]. W 2019 roku, Kwok i wsp. wskazali na związek między regularnym spożyciem herbaty (w tym zielonej) a zmniejszonym ryzykiem osłabienia u osób starszych, co może wskazywać na ogólną rolę herbaty w zachowaniu zdrowia i długowieczności [6].

Zielona herbata, zyskująca popularność na całym świecie, nie tylko jako napój, ale również jako element diety wspomagający zdrowie, jest źródłem cennych składników bioaktywnych. Ze względu na to, że produkcja zielonej herbaty nie obejmuje procesu fermentacji, zachowuje ona swoje cenne składniki, takie jak flawonoidy, które obejmują kwercetynę i katechiny. Te składniki są kluczowe dla nadania zielonej herbacie jej goryczki i cierpkości, ale przede wszystkim przypisuje się im korzystne właściwości zdrowotne tej herbaty [7].

Zielona herbata jest bogata w polifenole katechinowe, w których katechiny (epikatechina, epigallokatechina, epikatechina galusanowa, epigallokatechina galusanowa) i flawanole stanowią odpowiednio 80-90% i <10% całkowitej ilości flawonoidów [8]. Posiadając ponad 4000 związków chemicznych, zielona herbata ma przypuszczalnie korzystne efekty na utrzymanie zdrowia i zmniejszenie ryzyka różnych chorób [9]. Katechiny z zielonej herbaty są silnymi przeciwutleniaczami, które mogą zredukować stres oksydacyjny i poprawić obronę przeciwutleniającą. Stres oksydacyjny odgrywa kluczową rolę w rozwoju wielu chorób sercowo-naczyniowych, w tym miażdżycy, nadciśnienia tętniczego, dysfunkcji śródbłonna, chorób niedokrwienych serca, kardiomiopatii, przerostu serca i niewydolności serca [10].

W ciągu ostatnich 20 lat zielona herbata przyciągała dużą uwagę zarówno ze strony badaczy. Wiele badań przeprowadzono na temat potencjalnych korzyści płynących z picia zielonej herbaty na profil ryzyka choroby sercowo-naczyniowej (CVD), takich jak redukcja tkanki tłuszczowej, cholesterolu LDL w surowicy, całkowitego cholesterolu, triglicerydów i ciśnienia krwi [11]. Niemniej jednak, badania epidemiologiczne badające związek spożycia

zielonej herbaty ze śmiertelnością z dowolnej przyczyny i CVD są nadal ograniczone. Większość badań przeprowadzono w Japonii, z niejednoznacznymi wynikami [12].

CVD, obejmujące chorobę naczyniowo-mózgową, chorobę wieńcową i choroby tętnic obwodowych, stanowią znaczący element globalnego obciążenia chorobami. Wcześniejsze badania dostarczyły dowodów na to, że różne czynniki dietetyczne są związane z ryzykiem CVD, takie jak diety bogate w sód i tłuszcze, które wiążano z wyższym ryzykiem CVD [13]. Zieloną herbatę, jako napój, który wykazuje właściwości antyoksydacyjne, powiązano z działaniem przeciwmiażdżycowym, co udowodniano w badaniach klinicznych [14]. Polifenole, uważane za składnik aktywny herbaty, mają istotne role w profilaktyce choroby wieńcowej [15]. Przeprowadzono wiele badań klinicznych oceniających związek między spożyciem zielonej herbaty a chorobą wieńcową oraz chorobami związanymi z niedokrwieniem [16]. Główne wyniki wskazują, że picie zielonej herbaty może być korzystne w CVD; jednakże związki między wynikami klinicznymi a spożyciem zielonej herbaty są niejednoznaczne. W celu przeglądu i syntetyzowania obecnych dowodów na związki między spożyciem zielonej herbaty a zdrowiem układu sercowo-naczyniowego, autor przeprowadził przegląd piśmiennictwa. Niniejsza praca przeglądowa ma na celu omówienie badań dotyczących wpływu zielonej herbaty na układ sercowo-naczyniowy, a szczególnie jej zdolności do profilaktyki i leczenia chorób takich jak miażdżyca, nadciśnienie, choroby niedokrwienne serca, kardiomiopatia, przerost mięśnia sercowego i niewydolność serca.

## **Strategia wyszukiwania i wybór badania**

Wykonano wyszukiwanie w bazach danych PubMed, EMBASE, Cochrane Library i Web of Science do grudnia 2022 roku. Wybrane zostały badania kontrolowane z placebo, randomizowane badania kliniczne, obserwacyjne badania kohortowe i przekrojowe. Użyto następujących terminów wyszukiwania (w języku polskim i w tłumaczeniu na angielski): zielona herbata, choroba sercowo-naczyniowa, zielona herbata a układ sercowo-naczyniowy. Przejrzano również bibliografię włączonych badań, aby zidentyfikować dodatkowe odpowiednie artykuły naukowe.

Wszystkie badania, które badały związek między spożyciem zielonej herbaty a zdrowiem sercowo-naczyniowym lub ryzykiem choroby sercowo-naczyniowej, jako głównym wynikiem, zostały włączone do analizy. Z uwagi na dość ogólną przyjętą tematykę pracy przeglądowej, praca ma również charakter przekrojowy.

W sumie zidentyfikowano 628 artykułów przy użyciu określonych terminów wyszukiwania. Usunięto powtarzające się referencje, artykuły niezwiązane z tematem przeglądu oraz badania niekliniczne. Po przeczytaniu pełnego tekstu pozostałych artykułów, sformułowano poniższy przegląd systematyczny.

## Stan wiedzy

Z analizy 33 badań wynika, że regularne spożycie zielonej herbaty może być istotnie związane z niższym ryzykiem chorób sercowo-naczyniowych. Analizując różne badania, można zauważyć, że działanie zielonej herbaty jest złożone i wielowątkowe.

Choroby sercowo-naczyniowe to jedna z najpowszechniejszych przyczyn zgonów na całym świecie, co stanowi poważny problem dla zdrowia publicznego. Szczególne znaczenie w ich prewencji i leczeniu mają flawonoidy, które są obfite w zielonej herbacie. Działają one pozytywnie na śródbłonek naczyniowy przez różne mechanizmy, takie jak zwiększenie produkcji i dostępności tlenu azotu, redukcja poziomu i utleniania cholesterolu LDL, obniżanie ciśnienia tętniczego, zahamowanie agregacji płytek krwi, zwiększanie wrażliwości komórek na insulinę czy też obniżanie poziomu czynników adhezyjnych. Dzięki tym efektom flawonoidy zapobiegają rozwojowi chorób sercowo-naczyniowych [17].

Ryzyko wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych jest powiązane z obecnością pewnych cech ilościowych lub jakościowych, które, jeśli są obecne w populacji zdrowych osób, zwiększają statystyczne ryzyko zachorowania lub zgonu z powodu tych chorób. Główne czynniki ryzyka obejmują palenie tytoniu, stężenie cholesterolu LDL, podwyższone ciśnienie skurczowe, nadwaga, cukrzyca, spożywanie dużej ilości alkoholu [18].

Zasady diety są kluczowe dla terapii osób z chorobami sercowo-naczyniowymi. Zalecenia dietetyczne winny być indywidualnie dostosowane do występujących czynników ryzyka. Dieta takich osób powinna zawierać umiarkowaną ilość kalorii, być zróżnicowana i zawierać wszystkie grupy żywności, w tym dużo owoców i warzyw, a także produkty pełnoziarniste jako źródło ważnych minerałów, witamin i błonnika. Nasycone kwasy tłuszczowe powinny być zastępowane jednonienasyconymi i wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi znajdującymi się w olejach roślinnych i rybach, a całkowite spożycie tłuszczu nie powinno przekraczać 15-30% całkowitego zapotrzebowania energetycznego. Osoby z wysokim ciśnieniem krwi powinny ograniczyć spożycie soli, unikając dosalania i spożywania

wysoko przetworzonych produktów, takich jak konserwy, dania instant i produkty w puszkach [19].

Jochmann i wsp. sugerują, że zielona herbata może być obiecującym narzędziem do prewencji zaburzeń sercowo-naczyniowych. Twierdzą, że mechanizmy, które mogą przyczyniać się do przeciwmiażdżycowych efektów spożywania zielonej herbaty, obejmują głównie działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne, przeciwnowotworowe i przeciwplatetkowe, a także korzystne efekty na funkcję śródbłonna [20].

Wiele badań dowodzi, że zielona herbata jest skutecznym narzędziem profilaktycznym oraz terapeutycznym w przypadku chorób układu krążenia. Katechiny zawarte w zielonej herbacie wykazują działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne, przeciwplatetkowe i przeciwmiażdżycowe, co przyczynia się do prewencji chorób sercowo-naczyniowych [21]. Mogą również przyczynić się do poprawy profilu lipidowego, regulując syntezę tłuszczów i obniżając absorpcję lipidów w jelicie [22]. Katechiny zawarte w zielonej herbacie mają zdolność modyfikacji różnych czynników ryzyka, tym samym obniżając ogólne ryzyko zachorowań sercowo-naczyniowych. Przykładowo, katechiny działają przeciwplatetkowo, przeciwzapalnie, obniżają poziom lipidów we krwi, mają działanie przeciwutleniające oraz antyzakrzepowe [7]. W badaniach klinicznych wykazano, że spożycie zielonej herbaty jest związane z obniżeniem ryzyka wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych. Na przykład, badanie Ohsaki przeprowadzone na grupie 40 530 Japończyków wykazało, że osoby spożywające pięć lub więcej filiżanek zielonej herbaty dziennie miały o 12% niższy wskaźnik śmiertelności ogólnej i o 26% niższy wskaźnik śmiertelności z powodu chorób sercowo-naczyniowych w porównaniu z osobami spożywającymi mniej niż jedną filiżankę dziennie [23]. Inne badania dowodzą, że konsumpcja 375 ml zielonej herbaty dziennie istotnie zmniejsza ryzyko choroby niedokrwiennej serca [24]. Z kolei metaanaliza pięciu badań wykazała zależność między spożyciem zielonej herbaty a ryzykiem choroby wieńcowej - większa konsumpcja herbaty była związana z niższym ryzykiem choroby [25].

Badania przeprowadzone na grupie 164 681 zdrowych chińskich mężczyzn przez 15 lat pokazały, że regularne spożycie zielonej herbaty ma związek z obniżeniem ryzyka śmiertelności z przyczyn ogółem, z chorób układu sercowo-naczyniowego (CVD) i nowotworów. Obserwacje wskazują na istnienie krzywej związku między spożyciem herbaty a śmiertelnością - zależności te wydają się być szczególnie silne wśród osób, które nie palą. W przypadku palaczy, codzienne spożycie >10g zielonej herbaty było odwrotnie skorelowane ze śmiertelnością nowotworową. Badania wykazały również, że związki te są głównie obserwowane wśród osób, które nie piją regularnie alkoholu, ale występują również wśród

dużych konsumentów alkoholu. Ponadto, spożycie zielonej herbaty wykazywało większe skorelowanie z obniżeniem ryzyka śmiertelności z przyczyn ogółem, z CVD i nowotworów wśród mieszkańców obszarów wiejskich w porównaniu do mieszkańców obszarów miejskich. Te odkrycia podkreślają potencjalne korzyści z picia zielonej herbaty, szczególnie wśród osób niepalących i mieszkańców obszarów wiejskich [26].

Dalsze badania przeprowadzone przez Shin i wsp. także wykazały, że spożywanie zielonej herbaty jest związane ze zmniejszonym ryzykiem zgonu z powodu wszystkich przyczyn, w tym chorób sercowo-naczyniowych, z wyjątkiem nowotworów. Picie minimum pięciu filiżanek zielonej herbaty dziennie znacznie obniżyło ryzyko zgonu z powodu chorób sercowo-naczyniowych u zarówno mężczyzn, jak i kobiet [27].

Zielona herbata może wpłynąć na zdrowie naczyniowe, pomagając w prewencji chorób układu krążenia, takich jak miażdżycy. Dowiedziono, że katechiny zawarte w zielonej herbacie hamują ekspresję cząsteczek adhezyjnych przez komórki śródbłonka [28]. Badania Moore'a wykazały chociażby, że epigallokatechina-3-gallate w zielonej herbacie może mieć pozytywny wpływ na funkcję naczyniową, co może być mechanizmem, dzięki któremu zielona herbata odgrywa rolę w redukcji ryzyka CVD [29]. Badania przeprowadzone na chińskiej populacji mężczyzn wykazały, że zielona herbata chroniła przed rozwojem miażdżycy tętnic wieńcowych u tych, którzy miesięcznie spożywali napar z 125-250 g suszonych liści zielonej herbaty [30]. Badania pokazują, że suplementacja 8 g zielonej herbaty na litr wody przez 2 tygodnie może przynieść znaczącą poprawę w działaniu naczyń krwionośnych, szczególnie u palaczy [29]. Wcześniejsze analizy fitochemiczne oraz badania na zwierzętach również wykazały, że flawonoidy herbaty mogą mieć właściwości przeciwutleniające i przeciwzapalne, a także utrzymywać stabilność śródbłonka naczyniowego [11].

Wiele badań wskazuje, że flawonoidy zielonej herbaty mogą obniżać poziom cholesterolu w osoczu. Przypisuje się to ograniczeniu wchłaniania cholesterolu i zwiększeniu jego wydalania [31]. W 2013 roku, Hooper i wsp. również zauważyli, że zielona herbata wykazuje korzystny wpływ na poziom LDL oraz ciśnienie krwi, co może przyczyniać się do ochrony układu sercowo-naczyniowego [32]. Katechiny w zielonej herbacie, zwłaszcza epigallokatechina gallata (EGCG), są szybko wchłaniane do cząsteczek LDL, co może pomóc w zmniejszeniu ryzyka miażdżycy [33]. Nagao i wsp. stwierdzili, że ciągłe spożywanie ekstraktu z zielonej herbaty bogatego w katechiny prowadzi do zmniejszenia tkanki tłuszczowej, ciśnienia krwi i cholesterolu LDL, co sugeruje, że spożywanie tego ekstraktu przyczynia się do zmniejszenia ryzyka otyłości i chorób sercowo-naczyniowych [34].

Kuriyam, podsumowując wyniki wielu badań epidemiologicznych, stwierdził istnienie korzystnej korelacji między spożyciem zielonej herbaty a zmniejszonym ryzykiem zgonu z powodu choroby niedokrwiennej serca [35]. Mechanizm działania zielonej herbaty polega również na zmniejszaniu utleniania LDL. Dowiedziono to na przykładzie grupy 14 zdrowych kobiet, które przez 5 tygodni przyjmowały kapsułki z zieloną herbatą zawierające 375 mg katechin i 150 mg kofeiny - w wyniku tego eksperymentu stwierdzono 37,4% zmniejszenie stężenia utlenionych LDL [36].

Podobnie, kilka eksperymentów na modelach zwierzęcych wykazało, że zielona herbata może skutecznie obniżać LDL. Przykładowo Cai Y i wsp. zaobserwowali rolę, jaką ekstrakt z zielonej herbaty odgrywał w myszach z mutacją apolipoproteiny E i formacją miażdżycy. Wyniki pokazały, że ekstrakt z zielonej herbaty mógł redukować utlenioną lipoproteinę o niskiej gęstości i bardzo cholesterol [37]. Inne eksperymenty wykazały również, że zielona herbata może obniżać stężenia cholesterolu i trójglicerydów u szczurów z hiperlipidemią [38]. Mechanizm polega na tym, że katechiny z zielonej herbaty mogą obniżać poziom białka receptorowego LDL.

Tlenek azotu (NO), produkowany przez śródbłonek, jest ważnym regulatorem napięcia ścian naczyń. Badania sugerują, że składniki zielonej herbaty, takie jak kwercetyna i epikatechina, mogą zwiększać status NO i zmniejszać stężenie endoteliny-1, czynnika skurczowego naczyń [39]. Spożywanie zielonej herbaty może obniżać ciśnienie tętnicze i opóźnić rozwój nadciśnienia tętniczego. Mechanizm działania jest związany z inhibicją enzymu konwertazy angiotensyny [40]. W jednym z badań, spożywanie zielonej herbaty bogatej w katechiny prowadziło do spadku masy ciała, wskaźnika masy ciała, ilości tkanki tłuszczowej, obwodu talii, powierzchni tłuszczu podskórnego, a także do większego spadku ciśnienia skurczowego u osób z początkowym ciśnieniem skurczowym na poziomie 130 mm Hg lub wyższym [41].

Badanie z 2011 r. autorstwa Yang i wsp. wykazało, że katechiny zawarte w zielonej herbacie wykazują działanie antyoksydacyjne, mogące przeciwdziałać procesom zapalnym i miażdżycy [42]. Suplementacja zielonej herbaty prowadzi do redukcji ekspresji genów odpowiedzialnych za syntezę czynników zapalnych. Ten efekt zdaje się być związany z mechanizmem, w którym zielona herbata i EGCG działają jako antyoksydanty, neutralizując reaktywne formy tlenu, co prowadzi do osłabienia aktywności czynnika jądrowego  $\kappa$ B - kluczowego regulatora odpowiedzi zapalnej [43]. Ohishi i wsp. zauważyli, że zielona herbata wykazuje silne działanie przeciwzapalne. Zbadali potencjalne zastosowanie zielonej herbaty/EGCG w prewencji i leczeniu chorób zapalnych, korzystając z dowodów z badań



klinicznych i epidemiologicznych. Wyniki większości badań na ludziach wskazały na korzystne działanie zielonej herbaty i katechin na choroby zapalne [44]. Podkreślone jest również, że katechiny mogą działać na więcej niż jednym poziomie, hamując czynniki transkrypcyjne wrażliwe na redoks, takie jak jądrowy czynnik-kappa B (NF- $\kappa$ B) i białko aktywujące-1, które są odpowiedzialne za stres oksydacyjny. Katechiny z zielonej herbaty mogą także hamować enzymy „prooksydacyjne”, a także indukować enzymy przeciwutleniające, takie jak dysmutaza ponadtlenkowa (SOD), katalaza (CAT) i peroksydaza glutationu (GPX) [45].

Artykuł autorstwa Smitha i wsp. omawia rolę systemu antyoksydacyjnego Nrf2/ARE w zapobieganiu chorobom sercowo-naczyniowym. Wskazuje, że wiele antyoksydantów, takich jak resweratrol (w czerwonym winie) i EGCG (w zielonej herbacie), może aktywować czynnik transkrypcyjny Nrf2, który jest głównym regulatorem endogennych mechanizmów obronnych komórek. Jednakże, jak podkreślają autorzy, nadmierna aktywacja Nrf2 może prowadzić do niekorzystnych skutków, co wskazuje na potrzebę dalszych badań w celu zrozumienia, jak najlepiej wykorzystać te antyoksydanty w celu optymalizacji zdrowia sercowo-naczyniowego [46].

Landini, Rebelos i Honka przeglądali dowody na korzystne efekty zielonej herbaty w zmniejszaniu ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. W badaniach zaobserwowano zmniejszone ryzyko poważnych zdarzeń sercowo-naczyniowych, obniżenie ciśnienia krwi, zmniejszenie poziomu cholesterolu LDL i utratę wagi. Podkreślono także potencjalne obawy związane z bezpieczeństwem stosowania ekstraktów z zielonej herbaty [47].

Analizując wpływ zielonej herbaty na układ sercowo-naczyniowy, warto też przywołać jedną z najnowszych dostępnych metaanaliz, wykonaną przez Zamani i wsp. Badania te ujawniły znacząco korzystny wpływ suplementacji zieloną herbatą na czynniki ryzyka sercowo-naczyniowego, w tym profil lipidowy, ciśnienie krwi, markery kontroli glikemii i CRP. Uzupełnienie diety ekstraktem z zielonej herbaty znacznie obniżyło poziom TC, LDL-C, FBS, HbA1c, DBP, podczas gdy zwiększyło poziom HDL-C. Wniosek z badania sugeruje, że zielona herbata poprawia profile lipidowe i glikemiczne, co wspiera wcześniejsze dowody na korzyści zdrowotne zielonej herbaty dla czynników ryzyka kardiometabolicznego [48].

Jednakże odnotować należy, za Werba'em i wsp., że zielona herbata może wpływać na farmakokinetykę i farmakodynamikę leków kardiologicznych. Wykazano interakcje zielonej herbaty z różnymi lekami kardiologicznymi, co może prowadzić do zmniejszenia skuteczności leku lub ryzyka toksyczności leku [49].

## Podsumowanie

Z przeprowadzonego przeglądu piśmiennictwa wynika wyraźnie, że spożycie zielonej herbaty jest istotnie skorelowane z niższym ryzykiem chorób sercowo-naczyniowych, ryzykiem udaru, ryzykiem krwotoku śródmózgowego, zawału mięśnia sercowego i niższym poziomem LDL, na różnych poziomach konsumpcji. Opierając się na rzetelnych wynikach badań naukowych, zieloną herbatę można polecić jako zdrowy napój w celu zmniejszenia ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. Zielona herbata, jako produkt naturalny, stanowi wartościowe uzupełnienie diety wspierającej zdrowie sercowo-naczyniowe. Badania kliniczne potwierdzają korzyści wynikające ze spożycia zielonej herbaty, choć dalsze badania są niezbędne do pełnego zrozumienia mechanizmów działania katechin oraz do oceny ich bioaktywności i biodostępności.

Zielona herbata i jej składniki, szczególnie katechiny, wykazują obiecujące działanie w profilaktyce i leczeniu chorób sercowo-naczyniowych. Wynika to z ich zdolności do redukcji stresu oksydacyjnego, poprawy funkcji śródbłonna i stymulacji enzymów antyoksydacyjnych. Należy przeprowadzić badania nad metabolitami katechin, które są zgłaszane jako biologicznie aktywne, ale których efekty na naczynia krwionośne są nieznanne. Ponadto, aspekty strukturalne, jak również kryteria biodostępności GTC, powinny zostać dalej zbadane, co może prowadzić do klinicznie istotnych strategii zapobiegania i leczenia chorób naczyniowych.

Niniejsze badanie przeglądowe miało pewne ograniczenia. Po pierwsze, nie wszystkie badania raportowały wyniki w odniesieniu do spożycia napojów innych niż zielona herbata. Tylko trzy badania raportowały warunki wyników dla grupy nie spożywającej zielonej herbaty, a pozostałe sześć badań raportowało tylko skojarzenia dla spożycia mniej niż 1 filiżanki dziennie w porównaniu z 1-3 lub więcej niż 4 filiżanki dziennie. Po drugie, jedno z uwzględnionych badań skupiało się na efektach spożycia zielonej herbaty i kawy jednocześnie. Istnieje możliwość, że wystąpiły interakcje metaboliczne między herbatą a kawą, wpływając na ryzyko tych wyników. Po trzecie, istniała heterogeniczność między badaniami ze względu na różnice w charakterystyce wyjściowej, takiej jak płeć i historia choroby. Mimo że użyliśmy modelu efektów losowych, gdy wystąpiła istotna heterogeniczność, nie można było całkowicie wyeliminować heterogeniczności między badaniami.

### **Author's contribution**

Conceptualization: Jakub Maternia, methodology: Aleksandra Serwik-Trandasir, check: Karolina Włodarczyk-Cybulska and Karolina Miszczyk, formal analysis: Piotr Mozer, investigation: Michał Lazar, resources: Karolina Włodarczyk-Cybulska, data curation: Agata Kania and Malwina Gonet, writing, review and editing Patrycja Maj, supervision: Natalia Sergiel, project administration: Piotr Mozer. All authors have read and agreed with the published version of the manuscript. Disclosure. The author report no conflicts of interest or this work.

### **Finansowanie**

Badania te nie otrzymały żadnego zewnętrznego dofinansowania

### **Oświadczenie instytucjonalnej komisji rewizyjnej**

Nie dotyczy

### **Oświadczenie o świadomej zgodzie**

Nie dotyczy

### **Oświadczenie o dostępności danych**

Nie dotyczy

### **Konflikt interesów**

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów

## **Piśmiennictwo**

- [1] Caprari M. Czas na herbatę. [Time for Tea]. Warszawa: Klub Dla Ciebie; 2008. p.16-19. Polish.
- [2] Gao Y, Hu N, Han X, Giffen C, Ding T, Goldstein AM, Taylor PR. Jasmine tea consumption and upper gastrointestinal cancer in china. *Cancer Causes Control*. 2009;20:1997-2007.
- [3] Fik M, Zawislak A. Porównanie właściwości przeciwutleniających wybranych herbat. [Comparison of antioxidant properties of selected teas]. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 2004;3(40):98-105. Polish.
- [4] Cichoń Z. Właściwości zielonej herbaty. [Properties of green tea]. *Zeszyty Naukowe UEK*. 2007;743:59-90. Polish.
- [5] Fiedoruk A. Herbata bez tajemnic. [Tea without secrets]. Białystok: Instytut Wydawniczy Kreator; 2004. p.11-12, 20-36. Polish.
- [6] Kwok CS, Jackson R, Cheung CS, Yau MY, Preece R, Armstrong E, Rushton C, Loke YK. Habitual Tea Consumption and Risk of Frailty in Older Adults: A Prospective Cohort Study. *Nutrients*. 2019;12(1):134.
- [7] Di Castelnuovo A, Di Giuseppe R, Iacoviello L, Gaetano G. Consumption of cacao, tea and coffee and risk of cardiovascular disease. *Eur J Intern Med* 2012;23:15-25.
- [8] Balentine DA, Wiseman SA, Bouwens LC. The chemistry of tea flavonoids. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 1997;37:693-704.
- [9] Stangl V, Lorenz M, Stangl K. The role of tea and tea flavonoids in cardiovascular health. *Mol Nutr Food Res*. 2006;50:218-28.
- [10] Ozkor MA, Murrow JR, Rahman AM, et al. Endothelium-derived hyperpolarizing factor determines resting and stimulated forearm vasodilator tone in health and in disease. *Circulation*. 2011;123:2244-2253.
- [11] Dreosti IE. Antioxidant polyphenols in tea, cocoa, and wine. *Nutrition*. 2000;16:692-694.
- [12] Sasazuki S, Kodama H, Yoshimasu K, et al. Relation between green tea consumption and the severity of coronary atherosclerosis among Japanese men and women. *Ann Epidemiol*. 2000;10:401-408.

- [13] Iwai N, Ohshiro H, Kurozawa Y, Hosoda T, Morita H, Funakawa K, Okamoto M, Nose T. Relationship between coffee and green tea consumption and all-cause mortality in a cohort of a rural Japanese population. *J Epidemiol*. 2002;12:191-8.
- [14] Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, et al.; American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics—2014 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2014;129(21):e28-e292.
- [15] Kokubo Y, Iso H, Saito I, et al. The impact of green tea and coffee consumption on the reduced risk of stroke risk in Japanese population: the Japan public health center-based study cohort. *Stroke*. 2013;44:1369-1374.
- [16] Suzuki E, Yorifuji T, Takao S, et al. Green tea consumption and mortality among Japanese elderly people: the prospective Shizuoka elderly cohort. *Ann Epidemiol*. 2009;19:732-739.
- [17] Yang CS, Zhang J, Zhang L, Huang J, Wang Y. Mechanisms of body weight reduction and metabolic syndrome alleviation by tea. *Mol Nutr Food Res*. 2016;60(1):160–174.
- [18] Hooper L, Kroon PA, Rimm EB, Cohn JS, Harvey I, Le Cornu KA, et al. Flavonoids, flavonoid-rich foods, and cardiovascular risk: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2008;88(1):38-50.
- [19] Matyjaszczyk P, Hoffmann K, Bryl W. Epidemiologia wybranych czynników ryzyka chorób układu krążenia. *Przeg Kardio*. 2011;6:255-62.
- [20] Jochmann N, Baumann G, Stangl V. Green tea and cardiovascular disease: from molecular targets towards human health. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008;11(6):758-65.
- [21] Mineharu Y, Koizumi A, Wada Y, et al. Coffee, green tea, black tea and oolong tea consumption and risk of mortality from cardiovascular disease in Japanese men and women. *J Epidemiol Community Health*. 2011;65:230-240.
- [22] Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise, lipids, and lipoproteins in older adults: a meta-analysis. *Prev Cardiol*. 2005;8:206-214.
- [23] Kuriyama S, Shimazu T, Ohmori K, et al. Green tea consumption and mortality due to cardiovascular disease, cancer, and all causes in Japan: the Ohsaki study. *JAMA*. 2006;13:1255-1265.
- [24] Geleijnse JM, Launer LJ, Van der Kuip DA, et al. Inverse association of tea and flavonoid intakes with incident myocardial infarction: the Rotterdam Study. *Am J Clin Nutr*. 2002;75:880-6.

- [25] Wang ZM, Zhou B, Wang YS, et al. Black and green tea consumption and the risk of coronary artery disease: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2011;93:506-15.
- [26] Liu J, Liu S, Zhou H, et al. Association of green tea consumption with mortality from all-cause, cardiovascular disease and cancer in a Chinese cohort of 165,000 adult men. *Eur J Epidemiol.* 2016.
- [27] Shin S, Lee JE, Loftfield E, et al. Coffee and tea consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease and cancer: a pooled analysis of prospective studies from the Asia Cohort Consortium. *Int J Epidemiol.* 2022;51(2):626-640.
- [28] Hodgson JM, Croft KD. Tea flavonoids and cardiovascular health. *Mol Aspects Med.* 2010;31:495-502.
- [29] Moore RJ, Jackson KG, Minihane AM. Green tea (*Camellia sinensis*) catechins and vascular function. *Br J Nutr.* 2009;102:1790-802.
- [30] Wang QM, Gong QY, Yan JJ, Zhu J, Tang JJ, Wang MW, et al. Association between green tea intake and coronary artery disease in a Chinese population. *Circ J* 2010;74:294-300.
- [31] Koo SI, Noh SK. Green tea as inhibitor of the intestinal absorption of lipids: potential mechanism for its lipid-lowering effect. *J Nutr Biochem.* 2007;18:179-83.
- [32] Hooper L, Kay C, Abdelhamid A, et al. Effects of chocolate, cocoa, and flavan-3-ols on cardiovascular health: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Am J Clin Nutr.* 2012;95(3):740-51.
- [33] Tudor-Locke C, Bassett DR Jr, Rutherford WJ, et al. BMI- referenced cut points for pedometer-determined steps per day in adults. *J Phys Act Health.* 2008;5 (Suppl 1): S126-S139.
- [34] Nagao T, Hase T, Tokimitsu I. A green tea extract high in catechins reduces body fat and cardiovascular risks in humans. *Obesity (Silver Spring).* 2007;15(6):1473-83.
- [35] Kuriyama S. The relation between green tea consumption and cardiovascular disease as evidenced by epidemiological studies. *J Nutr.* 2008;138(8):1548S-1553S.
- [36] Tinahones FJ, Rubio MA, Garrido-Sanchez L, et al. Green tea reduces LDL oxidability and improves vascular function. *J Am Coll Nutr.* 2008;27:209-13.
- [37] Cai Y, Kurita-Ochiai T, Hashizume T, et al. Green tea epigallocatechin-3- gallate attenuates *Porphyromonas gingivalis*-induced atherosclerosis. *Pathog Dis.* 2013;67:76-83.
- [38] Lee SM, Kim CW, Kim JK, et al. GCG-rich tea catechins are effective in lowering cholesterol and triglyceride concentrations in hyperlipidemic rats. *Lipids.* 2008;43:419-429.

- [39] Loke WM, Hodgson JM, Proudfoot JM, McKinley AJ, Puddey IB, Croft KD. Pure dietary flavonoids, quercetin and (-)- epicatechin augment nitric oxide products and reduce endothelin-1 acutely in healthy human volunteers. *Am J Clin Nutr.* 2008;88:1018-25.
- [40] Hodgson JM, Croft KD. Dietary flavonoids: effects on endothelial function and blood pressure. *J Sci Food Agric.* 2006;86:2492-8.
- [41] Sone T, Kuriyama S, Nakaya N, et al. Randomized controlled trial for an effect of catechin-enriched green tea consumption on adiponectin and cardiovascular disease risk factors. *Food Nutr. Res.* 2011;55:1-10.
- [42] Yang CS, Wang X. Green tea and cancer prevention. *J Natl Cancer Inst.* 2011;103(16):1221-2.
- [43] Cheng TO. All teas are not created equal: the Chinese green tea and cardiovascular health. *Int J Cardiol.* 2006;14:301-308.
- [44] Ohishi T, Goto S, Monira P, Isemura M, Nakamura Y. Anti-inflammatory Action of Green Tea. *Antiinflamm Antiallergy Agents Med Chem.* 2016;15(2):74-90.
- [45] Khan N, Mukhtar H. Tea Polyphenols in Promotion of Human Health. *Nutrients.* 2018;11(1):39.
- [46] Smith AE, Lockwood CM, Moon JR et al. Physiological effects of caffeine, epigallocatechin-3-gallate, and exercise in overweight and obese women. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010; 35: 607-616.
- [47] Landini L, Rebelos E, Honka MJ. Green Tea from the Far East to the Drug Store: Focus on the Beneficial Cardiovascular Effects. *Curr Pharm Des.* 2021;27(16):1931-1940.
- [48] Zamani M, Kelishadi MR, Ashtary-Larky D, Amirani N, Goudarzi K, Torki IA, Bagheri R, Ghanavati M, Asbaghi O. The effects of green tea supplementation on cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis. *Front Nutr.* 2023;9:1084455.
- [49] Werba JP, Misaka S, Giroli MG, Shimomura K, Amato M, Simonelli N, Vigo L, Tremoli E. Update of green tea interactions with cardiovascular drugs and putative mechanisms. *J Food Drug Anal.* 2018;26(2S):S72-S77.