

**Ocena wpływu spożycia
jabłek oraz ich przetworów,
w tym soku jabłkowego na
wybrane wskaźniki
zdrowotne:
przegląd systematyczny badań
interwencyjnych i obserwacyjnych**

2025

Mariusz Panczyk

Edyta Łuszczki

Joanna Zając

Agnieszka Kozioł-Kozakowska





Autorzy

Prof. dr hab. Mariusz Panczyk

Zakład Edukacji i Badań w Naukach o Zdrowiu
Wydział Nauk o Zdrowiu
Warszawski Uniwersytet Medyczny

Dr hab. Edyta Łuszczki, prof. UR

Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu i Psychologii
Collegium Medicum
Uniwersytet Rzeszowski

Dr Joanna Zając

Katedra Epidemiologii i Medycyny Zapobiegawczej
Wydział Lekarski
Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum

Dr hab. Agnieszka Koziół-Kozakowska

Klinika Pediatrii, Gastroenterologii i Żywienia
Instytut Pediatrii, Wydział Lekarski
Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum

Streszczenie

Cel przeglądu

Celem niniejszego przeglądu systematycznego jest kompleksowa ocena wpływu spożycia jabłek i ich przetworów, w tym soków jabłkowych na wybrane parametry zdrowotne w populacjach o zróżnicowanym stanie zdrowia. Skupiono się na analizie wyników badań klinicznych dotyczących m.in. metabolizmu glukozy, profilu lipidowego, funkcji poznawczych, mikrobioty jelitowej, markerów zapalnych oraz ryzyka chorób przewlekłych.

Metodologia

Przegląd przeprowadzono zgodnie z wytycznymi PRISMA 2020. W dniu 9 stycznia 2025 r. przeszukano bazy PubMed, Embase i Cochrane Library. Zidentyfikowano łącznie 1141 rekordów, z czego po usunięciu duplikatów poddano analizie 843 unikalne publikacje. Po dwustopniowej selekcji (przegląd tytułów i streszczeń oraz pełnotekstowa ocena) do przeglądu włączono 75 badań klinicznych (eksperymentalnych i obserwacyjnych). Ekstrakcję danych przeprowadziło trzech niezależnych ekspertów z wykorzystaniem ustandaryzowanego formularza.

Wyniki

Spożycie jabłek w formie świeżej lub suszonej wykazuje potencjalnie korzystny wpływ na profil lipidowy (redukcja LDL-C i TC), kontrolę glikemii poposiłkowej, uczucie sytości oraz wskaźniki funkcji immunologicznych i jelitowych. Jabłka mogą także obniżać ryzyko wybranych chorób przewlekłych, w tym nowotworów i astmy. Spożycie soków jabłkowych, zwłaszcza mętnych bogatych w polifenole, może wpływać pozytywnie na parametry metaboliczne i równowagę oksydacyjno-zapalną, choć wyniki badań są bardziej zróżnicowane. Dla wielu efektów klinicznych brakuje jednak jednoznacznych dowodów, szczególnie w przypadku soków klarownych.

Wnioski

Jabłka stanowią wartościowy składnik diety o udokumentowanym potencjale kardiometabolicznym, prebiotycznym i przeciwzapalnym. Mogą być polecane jako element strategii żywieniowej w profilaktyce zespołów metabolicznych i chorób cywilizacyjnych. Soki jabłkowe mogą stanowić korzystne uzupełnienie diety.

Rekomendacje dalszych badań

Zaleca się prowadzenie dobrze zaprojektowanych, randomizowanych badań kontrolowanych dotyczących soków jabłkowych, z uwzględnieniem standaryzacji dawki, długości interwencji, jednoznacznego składu produktu oraz populacji o zróżnicowanym ryzyku metabolicznym. Potrzebne są również badania długoterminowe analizujące wpływ przetworów z jabłek na parametry zdrowotne.

Spis treści

Założenia metodologiczne	6
Synteza narracyjna	15
1. Układ sercowo-naczyniowy i profil metaboliczny	17
2. Metabolizm glukozy i gospodarka węglowodanowa	23
3. Funkcje poznawcze i neuroprotekcja	29
4. Stan zapalny i funkcje immunologiczne	31
5. Mikrobiota jelitowa i zdrowie układu pokarmowego	34
6. Ryzyko chorób przewlekłych (nowotwory, astma, zaćma)	40
Wnioski i implikacje praktyczne	44
Suplement	48
Bibliografia	50



Założenia metodologiczne

Przegląd został przygotowany według ścisłych zasad szczegółowo opisanych w wytycznych PRISMA z 2020 roku (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*).¹

ETAPY PRZYGOTOWANIA PRZEGLĄDU SYSTEMATYCZNEGO

1. Określenie zakresu przeglądu i sformułowanie pytania badawczego.
2. Określenie kryteriów włączenia i wyłączenia badań.
3. Etap wyszukiwania literatury.
4. Etap selekcji badań.
5. Etap ekstrakcji danych.

1. OKREŚLENIE ZAKRESU PRZEGLĄDU I SFORMUŁOWANIE PYTANIA BADAWCZEGO

Coraz więcej badań sugeruje, że spożycie jabłek i ich przetworów, w tym soku jabłkowego może wpływać na różne aspekty zdrowia, w tym metabolizm, układ sercowo-naczyniowy, mikrobiom jelitowy oraz funkcje poznawcze. Mimo dostępnych danych wciąż brakuje kompleksowej syntezy badań klinicznych oceniających te efekty w różnych populacjach. Celem niniejszego przeglądu systematycznego była ocena wpływu spożycia jabłek i ich przetworów, w tym soku jabłkowego na wybrane parametry zdrowotne w badaniach klinicznych eksperymentalnych i obserwacyjnych.

Pytanie badawcze

Jaki jest wpływ spożycia jabłek i ich przetworów na zdrowie, w tym na parametry metaboliczne, sercowo-naczyniowe, trawienne, neurologiczne w różnych grupach populacyjnych?

2. OKREŚLENIE KRYTERIÓW WŁĄCZENIA I WYŁĄCZENIA BADAŃ

2.1. Kryteria włączenia według formatu PICOS

P (*Population*) – Populacja

- zdrowi uczestnicy,
- osoby z czynnikami ryzyka chorób przewlekłych (np. otyłość, nadciśnienie, insulinooporność),
- osoby ze zdiagnozowanymi schorzeniami metabolicznymi, kardiologicznymi, neurologicznymi oraz innymi jednostkami chorobowymi, dla których oceniano wpływ interwencji związanej ze spożyciem jabłek lub ich przetworów.

I (*Intervention*) – Interwencja

Spożycie jabłek i ich przetworów, w tym:

- spożycie jabłek – zarówno świeżych, jak i przetworzonych (np. suszone, pieczone, gotowane),
- spożycie jabłek w połączeniu z innymi owocami i/lub warzywami – pod warunkiem, że jabłka stanowią istotny element interwencji (np. mieszanki sałatek, deserów, smoothie),
- spożycie soków jabłkowych, zarówno czystych (jednoskładnikowych), jak i mieszanych z innymi sokami (np. sok jabłkowo-marchewkowy, jabłkowo-gruszkowy), jeśli jabłko było dominującym składnikiem interwencji (określone w metodologii badania lub opisie interwencji).

C (*Comparator*) – Grupa kontrolna

- brak interwencji (dieta bez jabłek),
- inne produkty spożywcze jako kontrola,
- standardowa dieta badanych.

O (*Outcomes*) – Wyniki zdrowotne

- metabolizm (np. kontrola glikemii, insulinooporność, profil lipidowy),
- układ sercowo-naczyniowy (np. ciśnienie krwi, markery zapalne, funkcja śródbłonna),
- układ trawienny i mikrobiom jelitowy (np. zmiany w składzie mikroflory, funkcje trawienne),
- ośrodkowy układ nerwowy (np. funkcje poznawcze, nastrój, neuroprotekcja),
- wskaźniki ogólnego zdrowia (np. masa ciała, BMI, subiektywne poczucie zdrowia, jakość życia).

S (*Study design*) – Typ badań

- badania kliniczne eksperymentalne: RCT, pre-post, cross-over, quasi-experimental,
- badania kliniczne obserwacyjne: kliniczno-kontrolne, kohortowe (prospektywne i retrospektywne).

Do analizy zostały włączone badania opublikowane w języku **angielskim i polskim**.

Przegląd obejmował badania opublikowane w latach **2000–2024**, co pozwoliło na uwzględnienie zarówno nowszych, jak i starszych badań dotyczących długoterminowych efektów interwencji.

2.2. Kryteria wyłączenia

Typ publikacji

- badania wtórne (przeglądy systematyczne, meta-analizy),
- prace przeglądowe (przeglądy narracyjne, overview, up-to-date, scoping review),
- komentarze, listy do redakcji,
- abstrakty konferencyjne bez pełnego tekstu,
- badania kliniczne obserwacyjne typu opis przypadku, opis serii przypadków, badania przekrojowe,
- badania przedkliniczne (in vitro, na modelach zwierzęcych),
- badania dotyczące technologii przerobu i wytwarzania jabłek oraz ich przetworów.

Interwencja

- interwencje obejmujące kombinacje różnych produktów spożywczych bez wyodrębnienia wpływu jabłek lub soku jabłkowego i ich przetworów,
- badania dotyczące wyłącznie suplementów diety zawierających ekstrakty jabłkowe lub polifenole, jeśli nie analizowano ich w kontekście spożycia całych jabłek lub ich przetworów.

Wyniki zdrowotne

- wyniki niepowiązane ze zdrowiem (np. wyłącznie parametry sensoryczne, preferencje konsumenckie),
- brak wyraźnie raportowanych danych klinicznych dotyczących wpływu interwencji na zdrowie,
- badania, w których nie mierzono żadnych wyników zdrowotnych określonych w ramach PICOS.

3. ETAP WYSZUKIWANIA LITERATURY

3.1. Strategia wyszukiwania

W celu identyfikacji odpowiednich badań naukowych przeprowadzono systematyczne wyszukiwanie w trzech głównych bazach bibliograficznych: **PubMed**, **Embase** oraz **Cochrane Library**. Strategie wyszukiwania zostały dostosowane do specyfiki każdej z baz, z uwzględnieniem operatorów logicznych oraz filtrów pozwalających na selekcję badań klinicznych i obserwacyjnych (patrz szczegóły w Suplemencie). Wyszukiwania we wszystkich bazach dokonano 9 stycznia 2025 r.

3.2. Źródła wyszukiwania i kryteria selekcji

Przeszukiwanie literatury objęło następujące bazy danych:

- PubMed – zastosowano kombinację słów kluczowych i terminów MeSH dotyczących jabłek (*Malus*, *apple*, *apples*), z wykluczeniem wyników związanych z produktami firmy Apple Inc. (np. iPhone, iPad). Uwzględniono filtry ograniczające wyniki do badań klinicznych i obserwacyjnych oraz publikacji w latach 2000–2024.
 - Liczba wyników: $N = 462$
- Embase – wyszukiwanie obejmowało frazy związane ze spożyciem jabłek (*apple*, *apple juice*, *apple pomace*), z wykluczeniem terminów związanych z produktami cyfrowymi. Uwzględniono wyłącznie artykuły recenzowane w języku angielskim i polskim, dotyczące badań na ludziach oraz związanych z różnymi aspektami zdrowia (np. farmakokinetyka, epidemiologia, terapia, profilaktyka).
 - Liczba wyników: $N = 509$
- Cochrane Library – wyszukiwanie przeprowadzono przy użyciu synonimów dla *Malus domestica*, obejmujących różne określenia jabłek i jabłoni. Analizie poddano wyniki dotyczące badań klinicznych.
 - Liczba wyników: $N = 170$

3.3. Usuwanie duplikatów i selekcja badań

Wszystkie wyszukane rekordy zostały zaimportowane do oprogramowania EndNote 21. Łącznie, przed usunięciem duplikatów, wyszukiwanie zwróciło **1141 wyników**. Następnie przeprowadzono proces deduplikacji, eliminując powtarzające się rekordy między bazami danych, co pozwoliło uzyskać **843 unikalne publikacje** do dalszej selekcji zgodnie z kryteriami włączenia i wyłączenia.

4. ETAP SELEKCJI BADAŃ

4.1. Organizacja procesu selekcji

Proces selekcji badań został przeprowadzony przez trzech niezależnych ekspertów (JZ, EŁ, MP), którzy oceniali wyszukane publikacje pod kątem zgodności z wcześniej ustalonymi kryteriami włączenia i wyłączenia. Do organizacji i zarządzania procesem selekcji wykorzystano webową platformę Rayyan (<https://www.rayyan.ai/>), która umożliwia współpracę zespołową, szybkie przeglądanie tytułów i streszczeń oraz oznaczanie włączonych i wyłączonych artykułów zgodnie z ustalonymi kryteriami.

4.2. Etapy selekcji badań

Selekcja literatury przebiegała w dwóch etapach:

1. Przegląd tytułów i streszczeń

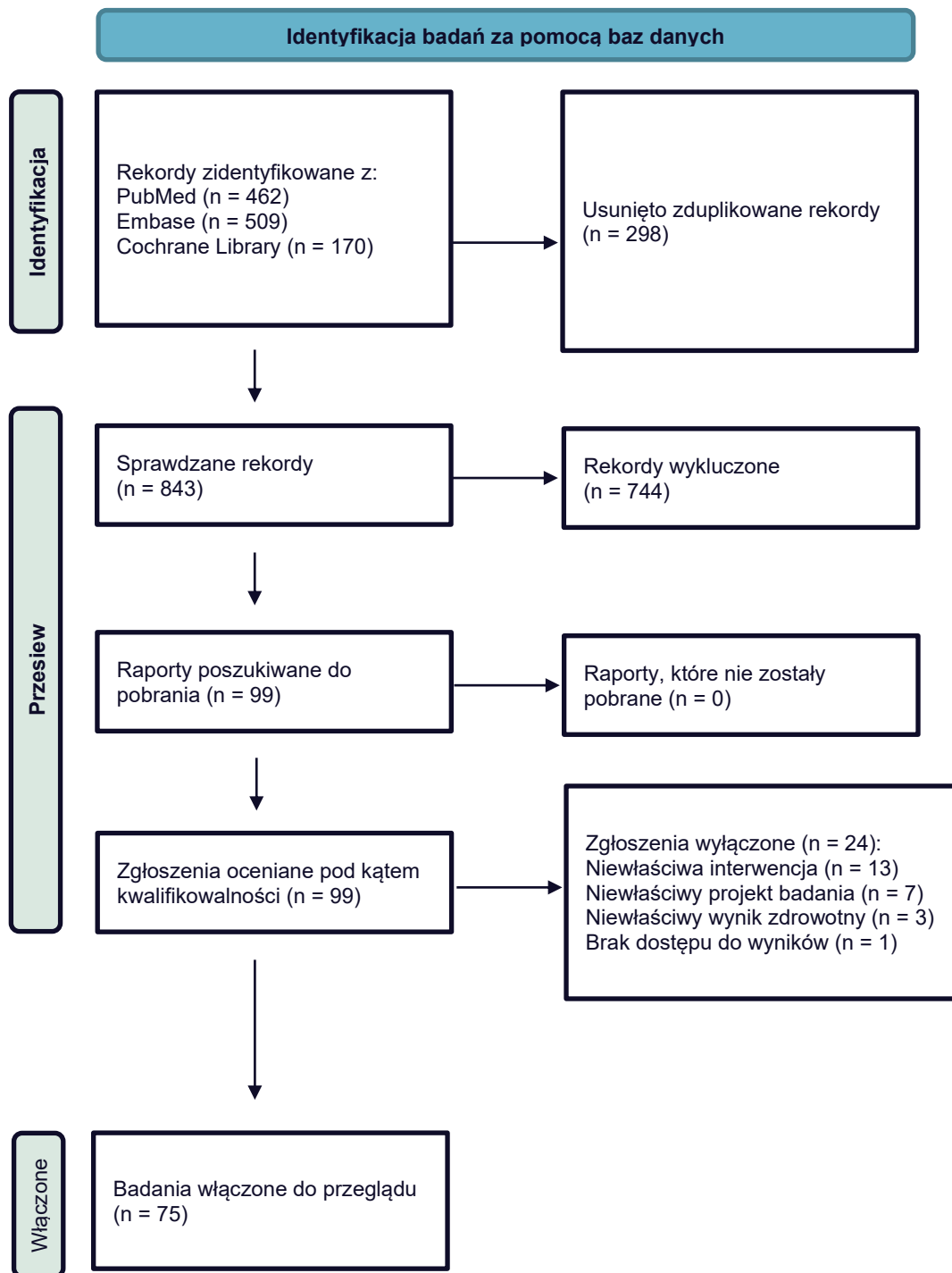
W pierwszym etapie eksperci niezależnie przeglądali tytuły i streszczenia wyszukanych publikacji, odrzucając te, które nie spełniały kryteriów włączenia.

2. Analiza pełnych tekstów

Artykuły zakwalifikowane na podstawie przeglądu tytułów i abstraktów zostały poddane pełnotekstowej ocenie zgodnie z przyjętymi kryteriami selekcji.

Ostateczna decyzja o włączeniu badań do przeglądu została podjęta po wzajemnej weryfikacji przez ekspertów.

W przypadku rozbieżności w ocenie włączania badań, decyzję podejmowano na podstawie konsensusu ekspertów. Proces selekcji został przeprowadzony zgodnie z zaleceniami PRISMA 2020 i odpowiednio udokumentowany w diagramie przepływu PRISMA, prezentującym liczbę badań na każdym etapie selekcji.



5. ETAP EKSTRAKCJI DANYCH

Proces ekstrakcji danych przeprowadzono z wykorzystaniem wystandaryzowanego formularza online. Ekstrakcję danych prowadzono niezależnie przez trzech ekspertów (JZ, EŁ, MP), co zapewniło zwiększenie rzetelności i wiarygodności zgromadzonych informacji.

5.1. Organizacja procesu ekstrakcji

Wszystkie publikacje włączone do przeglądu zostały szczegółowo przeanalizowane pod kątem informacji niezbędnych do dalszej syntezy. Dane były wprowadzane do wspólnego formularza online, umożliwiającego bieżącą kontrolę spójności i uzupełnianie braków.

5.2. Zakres danych objętych ekstrakcją

Formularz ekstrakcyjny obejmował następujące obszary:

1. Identyfikacja badania

- Nazwisko pierwszego autora
- Tytuł publikacji i czasopisma
- Rok publikacji
- Kraj prowadzenia badania
- Źródło finansowania

2. Charakterystyka badania

- Typ badania (eksperymentalne lub obserwacyjne)
- Podtyp (RCT, quasi-eksperymentalne, kohortowe, kliniczno-kontrolne itp.)
- Wielkość próby i charakterystyka uczestników (liczba, płeć, status zdrowotny)
- Czas trwania badania (interwencja lub obserwacja)

3. Interwencja i komparator

- Rodzaj interwencji (jabłka, sok jabłkowy, inne przetwory jabłkowe)
- Szczegóły interwencji (dawkowanie, częstotliwość, forma spożycia)
- Sposób kontroli interwencji (np. przez badaczy, deklaracja uczestnika, dzienniczek, wywiad 24h)
- Opis grupy kontrolnej (placebo, brak interwencji, inna dieta itp.)

4. Wyniki badania

- Rodzaj ocenianych wskaźników zdrowotnych (np. biomarkery, parametry metaboliczne, funkcje poznawcze)
- Główne wyniki ilościowe (np. średnie, odchylenia standardowe, OR/RR/MD/HR, przedziały ufności)
- Istotność statystyczna wyników

5. Wnioski i ograniczenia

- Główne wnioski
- Ograniczenia zgłoszone w badaniu

Zastosowanie zintegrowanego formularza online zapewniło systematyczne podejście do ekstrakcji danych oraz jednolity format informacji wykorzystywanych w dalszej analizie i syntezie narracyjnej.



Synteza narracyjna

Zgodnie z zaleceniami PRISMA 2020,¹ wyniki przeglądu systematycznego przedstawiono w formie narracyjnej syntezy, obejmującej tematyczne zestawienie danych z badań klinicznych dotyczących wpływu spożycia jabłek i ich przetworów (w tym soku jabłkowego) na wybrane aspekty zdrowia człowieka. Ze względu na heterogeniczność w zakresie projektów badawczych, populacji, form interwencji, ocenianych wyników oraz sposobu ich raportowania, zastosowano podejście narracyjne jako odpowiednie do zintegrowania i interpretacji danych.

W ramach syntezy uwzględniono wyłącznie badania pierwotne, w tym randomizowane badania kontrolowane (RCT), quasi-eksperymentalne oraz obserwacyjne (kohortowe i kliniczno-kontrolne), spełniające wcześniej określone kryteria włączenia. Dane z poszczególnych badań zostały wyodrębnione za pomocą wystandaryzowanego formularza ekstrakcyjnego. **Wyniki pogrupowano według głównych kategorii zdrowotnych, takich jak: parametry sercowo-naczyniowe i metaboliczne, kontrola glikemii i insulinowrażliwość, funkcje poznawcze i neuroprotekcja, mikrobiota jelitowa i układ trawienny, markery zapalne oraz ryzyko chorób przewlekłych.**

Każda z podsekcji zawiera podsumowanie wyników, komentarz dotyczący jakości i spójności dowodów, a także identyfikację potencjalnych ograniczeń i luk badawczych. Prezentowane dane oparto na wynikach badań ilościowych (np. zmianach stężeń biomarkerów, pomiarach glikemii, lipidogramu, parametrów zapalnych) oraz jakościowych (np. subiektywne odczucie sytości, tolerancja pokarmowa, objawy neuropsychiatryczne), co umożliwiło wieloaspektową ocenę potencjalnych efektów zdrowotnych związanych ze spożyciem jabłek.

1. Układ sercowo-naczyniowy i profil metaboliczny

Choroby układu sercowo-naczyniowego oraz zaburzenia metaboliczne, takie jak hipercholesterolemia, nadciśnienie tętnicze, otyłość, stanowią jedne z głównych przyczyn zachorowalności i umieralności na świecie.^{2,3,4,5} W związku z tym rośnie zainteresowanie niefarmakologicznymi strategiami profilaktyki i leczenia tych schorzeń, w tym interwencjami dietetycznymi opartymi na produktach naturalnych. Jabłka, jako powszechnie spożywany owoc, zawierają liczne związki bioaktywne – błonnik rozpuszczalny (głównie pektyny), polifenole (takie jak kwercetyna, katechiny), witaminę C oraz inne przeciwutleniacze – które mogą wpływać korzystnie na metabolizm lipidów, ciśnienie tętnicze, odpowiedź zapalną oraz funkcję śródbłonka naczyniowego. Badania kliniczne nad wpływem spożycia jabłek i ich przetworów na profil metaboliczny i parametry sercowo-naczyniowe są zatem istotne dla określenia ich potencjalnej roli w prewencji pierwotnej i wtórnej chorób układu krążenia.

W niniejszym podrozdziale omówiono wyniki 17 badań, które wzięły pod uwagę różne formy spożycia jabłek, w tym świeże, suszone oraz soki, oraz ich wpływ na zdrowie w różnych grupach wiekowych i stanach zdrowia.

Autor (rok)	Typ badania	Populacja	Interwencja	Komparator	Wyniki poznawcze	Ograniczenia
Fatima (2014) ⁶	Quasi-eksperymentalne	40 pacjentów z rozpoznaną pierwotną i wtórną hipercholesterolemią (Pakistan)	Codzienne poranne spożycie 250 g świeżych jabłek ze skórką	Pre-Post test	Spożycie świeżych jabłek prowadziło do istotnego statystycznie obniżenia poziomu cholesterolu LDL	–
Ravn-Haren (2013) ⁷	Randomizowane, jednoosłepione, skrzyżowane (crossover)	23 zdrowych uczestników (Dania)	Świeże jabłka (550 g/dzień), wyłók z jabłek (22 g/dzień), sok mętny lub klarowny (500 ml/dzień)	Dieta kontrolna (uboga w polifenole i pektyny), bez jabłek i przetworów	Spożywanie jabłek może obniżyć stężenie TC i LDL-C, ale efekt zależy od zawartości błonnika (pektyn). Zaobserwowano tendencję do niższego stężenia LDL w surowicy po spożyciu całych jabłek (6,7%), wyłóków (7,9%) i mętnego soku (2,2%). Sok klarowny bez pektyny zwiększa poziom LDL-C, przez co nie może być substytutem całych jabłek	Krótki czas trwania badania, brak pomiarów glikemii poposiłkowej, niewielka liczebność grupy, brak jednoznacznych zmian mikrobioty jelitowej
Tenore (2017) ⁸	Randomizowane, kontrolowane placebo, pojedynczo zaślepione, równoległe	250 osób z łagodną hipercholesterolemią (Włochy)	Jedno jabłko dziennie (ok. 200 g) odmiany Red Delicious, Granny Smith, Fuji, Golden Delicious; dwa jabłka dziennie (po ok. 100g każde) odmiany Annurca	Zwyczajowa dieta bez jabłek	Odmiana Annurca obniżyła poziom TC o 8,3% (P=0,0095), LDL-C o 14,5% (P=0,0019) oraz zwiększyła HDL-C o 15,2% (P=0,0042). Pozostałe odmiany miały mniej wyraźne efekty	Krótkoterminowa ocena efektów dotyczących przewlekłego stanu (hipercholesterolemii), uwzględnienie

						wyłącznie osób rasy białej
Alvarez-Parrilla (2010) ⁹	Quasi-eksperymentalne	14 zdrowych palaczy oraz 18 zdrowych osób niepalących (Meksyk)	Codzienne spożycie 1 jabłka, 1 gruszki oraz 200 ml minimalnie przetworzonego soku pomarańczowego spożywane rano między 8:00 a 10:00.	Pre-Post test	W grupie niepalących: wzrost TAC (wg ORAC); wzrost cholesterolu całkowitego, HDL i LDL W grupie palaczy: spadek TAC (wg FRAP); spadek cholesterolu całkowitego i LDL	–
Barnett (2021) ¹⁰	RCT	25 zdrowych ochotników (Nowa Zelandia)	Codzienne spożycie suszonego jabłka o czerwonym miąższu (bogatego w antocyjany)	Jabłko o białym miąższu (placebo)	Zmiany w mikrobiocie i ekspresji genów były istotne ($p < 0,05$); różnice w zawartości polifenoli między odmianami – $p < 0,001$ Spożycie jabłek o czerwonym miąższu, może korzystnie modulować funkcje immunologiczne poprzez wpływ na ekspresję genów związanych z immunoglobulinami oraz skład mikroflory jelitowej.	Jabłka różniły się od siebie wizualnie oraz składem (błonnik). Niektóre z zaobserwowanych efektów były spowodowane stosunkowo dużymi różnicami w zawartości polifenoli
Blair (2014) ¹¹	RCT	24 osoby, które w dzieciństwie przeżyły nowotwór (USA)	Sok jabłkowy 100% 180 ml dwa razy dziennie	Sok grejpfrutowy 100%, 180 ml dwa razy dziennie	Spożywanie soku grejpfrutowego nie poprawiło funkcji śródbłonna, mierzonej za pomocą przekrwienia reaktywnego palca, w porównaniu z sokiem jabłkowym. Nie zaobserwowano istotnych zmian w stężeniach utlenionego LDL, mieloperoksydazy ani białka C-reaktywnego o wysokiej czułości w osoczu.	Za krótki czas interwencji
Barth (2012) ¹²	RCT	68 otyłych, niepalących mężczyzn bez cukrzycy (Niemcy)	750 ml/dzień mętnego soku jabłkowego (zawierającego 802,5 mg polifenoli)	Grupa kontrolna: placebo	Brak istotnych zmian w stężeniach lipidów osocza, adipokin, BMI i obwodzie talii między grupami. Istotne zmniejszenie procentowej zawartości tkanki tłuszczowej w grupie otrzymującej sok jabłkowy ($p < 0,05$)	Mała liczebność grupy; zbyt krótki czas interwencji;
Bondonno (2018) ¹³	RCT	30 dorosłych z co najmniej jednym czynnikiem ryzyka zespołu metabolicznego (Australia)	Jabłko bogate we flawonoidy (HFA): jedno całe jabłko Cripps Pink + skórka drugiego jabłka w wodzie, spożywane dwa razy dziennie	Jabłko o niskiej zawartości flawonoidów (LFA): tylko miąższ jabłka Cripps Pink zmieszany z wodą	Zaobserwowano znaczącą poprawę rozszerzenia zależnego od przepływu (średnia skorygowana) po interwencji jabłka ze skórą w porównaniu do placebo zarówno po 1 h, jak i po 2 h po interwencji. Brak wpływu na profil lipidowy.	Brak zaślepienia; nie oceniano spożycia flawonoidów z diety podstawowej; niejednorodna grupa;
Chai (2012) ¹⁴	RCT	160 zdrowych kobiet po menopauzie (USA)	75 g suszonych jabłek dziennie (ok. 2 średniej wielkości jabłka)	100 g suszonych śliwek dziennie	Cholesterol całkowity: istotnie niższy w grupie jabłek niż śliwek po 6 miesiącach ($p < 0,05$).	Dobór grupy; uczestnicy nie byli zaślepieni;

					CRP: istotnie niższy w grupie śliwek niż jabłek po 3 miesiącach ($p < 0,05$). Zmiana masy ciała: po 12 miesiącach kobiety spożywające jabłka straciły średnio 1,5 kg; Analiza wewnątrzgrupowa: spożycie jabłek poprawiło wskaźniki ryzyka miażdżycy (LDL, TC, stosunek TC/HDL), śliwki – nie. Oba owoce: obniżyły poziomy CRP i lipidowych hydroperoksydów.	
Conceição de Oliveira (2003) ¹⁵	Kohortowe	411 kobiet z nadwagą, hipercholesterolemią, niepalące (Brazylia)	300 g jabłek (odmiana Fuji) dziennie w 3 porcjach jako przekąska między posiłkami	60 g ciastek owsianych dziennie	Codziennie spożycie jabłek (lub gruszek) jako przekąski może prowadzić do istotnej redukcji masy ciała i poziomu glukozy we krwi u kobiet z nadwagą. Efekty te są większe niż w przypadku spożywania izokalorycznych ciastek owsianych, mimo że poziom cholesterolu obniżył się bardziej w grupie owsa.	–
Eisner (2020) ¹⁶	RCT	38 dzieci z nadwagą lub otyłością (USA)	Suszone jabłka – 2 porcje dziennie po 120 kcal	Muffiny – 2 porcje dziennie po 120 kcal	Spożycie suszonych jabłek jako przekąski przez 8 tygodni wykazało niewielkie, ale korzystne zmiany u dzieci z nadwagą i otyłością. W szczególności odnotowano stabilizację masy ciała i wzrost stężenia HDL-C w porównaniu do grupy muffin.	Krótki okres interwencji
Gualtieri (2023) ¹⁷	RCT	24 zdrowe osoby dorosłe	Dieta śródziemnomorska + świeży sok jabłkowo-bergamotowy (80:20 v/v; jabłko i bergamotka, miąższ + albedo); spożywany codziennie	Dieta śródziemnomorska bez soku	Suplementacja diety śródziemnomorskiej sokiem jabłkowo-bergamotowym prowadziła do korzystnych zmian w składzie ciała (zwiększenie beztłuszczowej masy ciała), poprawy wskaźnika TC/HDL oraz modulacji ekspresji genów odpowiedzialnych za stres oksydacyjny i odpowiedź zapalną.	Mała liczebność grupy
Briviba (2007) ¹⁸	RCT	6 zdrowych mężczyzn (Szwajcaria)	Spożycie po 1000 g jabłek (ekologicznych lub konwencjonalnych, bez pestek i rdzenia) wraz z białą bułką, po nocnym poście	Jabłka z upraw ekologicznych vs. jabłka z upraw konwencjonalnych	Zarówno jabłka ekologiczne, jak i konwencjonalne wykazały potencjał antygenotoksyczny, znacząco redukując oksydacyjne uszkodzenia DNA i zwiększając ochronę przed działaniem wolnych rodników.	Współczynniki zmienności dla danych dotyczących uszkodzeń DNA w limfocytach są duże.
Koutsos (2020) ¹⁹	RCT	40 ochotników z łagodną hipercholesterolemią (UK)	Spożycie 2 średnich jabłek dziennie (około 340 g/dzień)	Napój kontrolny o tej samej zawartości cukru i energii co jabłka (50% sok jabłkowy z koncentratu + cukier)	Codziennie spożycie dwóch świeżych jabłek przez 8 tygodni istotnie obniżyło poziom cholesterolu całkowitego, cholesterolu LDL i stężenie triglicerydów w surowicy w porównaniu z napojem kontrolnym o tej samej zawartości cukru.	Uczestnicy nie mieli zalecanego ograniczenia podczas codziennego żywienia produktów bogatych w polifenole, nie

Coles (2012) ²⁰	RCT	30 zdrowych dorosłych (Australia)	500 g soku z buraka i jabłka (jednorazowa dawka)	Placebo – koncentrat soku jabłkowego dopasowany do smaku i koloru	Jednorazowe spożycie 500 g mieszanki soku z buraka i jabłka może prowadzić do krótkoterminowego, umiarkowanego obniżenia ciśnienia skurczowego – szczególnie widocznego po 6 godzinach.	było zaślepienia uczestników Szeroki przedział wiekowy
Vafa (2011) ²¹	Randomizowane, kontrolowane, równoległe	46 mężczyzn z hipercholesterolemią i nadwagą (Iran)	Spożycie 300 g surowych jabłek dziennie, w dwóch porcjach	Kontynuacja standardowej diety bez jabłek	Regularne spożywanie jabłek odmiany Golden Delicious nie wpływa istotnie na poprawę lipidogramu u osób z nadwagą i hiperlipidemią.	Niewielka liczebność próby, relatywnie krótki okres interwencji, niewielka ilość polifenoli w jabłkach Golden Delicious użytych w badaniu
Yuliwati (2020) ²²	Randomizowane, kontrolowane, równoległe	44 pacjentów z cukrzycą typu 2 (Indonezja)	3 grupy interwencyjne: (1) 200 g truskawek dziennie, (2) 300 g jabłek odmiany Rome beauty, (3) kombinacja 100 g truskawek i 150 g jabłek Rome beauty dziennie	Zwyczajowa dieta bez dodatku truskawek i jabłek	Po 2 tyg. znaczące zmniejszenie LDL-C we wszystkich grupach interwencyjnych: - truskawki: obniżenie o 20,27 mg/dl, - jabłka Rome beauty: obniżenie o 24,00 mg/dl, - kombinacja: obniżenie o 21,00 mg/dl.	Krótki czas trwania badania, niewielka liczebność badanych, brak możliwości oceny efektów długoterminowych i mechanizmów molekularnych działania

Badania wykazały, że regularne spożycie jabłek może korzystnie wpływać na zdrowie sercowo-naczyniowe oraz redukcję ryzyka chorób metabolicznych. W badaniu przeprowadzonym przez Fatima i wsp. (2014)⁶ stwierdzono, że średnie stężenie cholesterolu LDL u uczestników spadło z $250,71 \pm 1,22$ mg/dL do $239,70 \pm 2,22$ mg/dL po interwencji polegającej na regularnym spożyciu jabłek (250 g świeżych jabłek ze skórką dziennie). Tak znacząca redukcja poziomu cholesterolu LDL sugeruje, że jabłka mogą przyczyniać się do zmniejszenia ryzyka rozwoju miażdżycy oraz chorób sercowo-naczyniowych. Ravn-Haren i wsp. (2013)⁷ wykazali, że świeże jabłka mogą obniżać poziom cholesterolu całkowitego i LDL-C, jednak efekt ten zależy od zawartości błonnika. Natomiast Tenore i wsp. (2017)⁸ dowiedli, że spożycie jabłek odmiany Annurca istotnie obniża poziom cholesterolu całkowitego oraz LDL-C, a także zwiększa HDL-C, co może mieć znaczenie w prewencji chorób sercowo-naczyniowych.

Badanie przeprowadzone przez Alvarez-Parrillę i wsp.⁹ w 2010 roku obejmowało 14 zdrowych palaczy oraz 18 zdrowych osób niepalących. Przez 26 dni uczestnicy spożywali codziennie 1 jabłko, 1 gruszkę oraz 200 ml minimalnie przetworzonego soku pomarańczowego. W grupie niepalącej zaobserwowano wzrost TAC (zgodnie z metodą

ORAC) oraz wzrost cholesterolu całkowitego, HDL i LDL. Natomiast w grupie palaczy nastąpił spadek TAC (zgodnie z metodą FRAP) oraz obniżenie cholesterolu całkowitego i LDL. Wyniki sugerują, że krótko-terminowa interwencja z wysokim spożyciem owoców ma różny wpływ na metabolizm, w zależności od statusu palenia, co wskazuje na wpływ oksydacyjny związany z paleniem na odpowiedź metaboliczną organizmu.

Również badania dotyczące różnych form spożycia jabłek dostarczają ciekawych informacji. Barnett i wsp. (2021)¹⁰ wskazali na pozytywny wpływ spożycia suszonych jabłek o czerwonym miąższu na skład mikrobioty jelitowej oraz ekspresję genów immunologicznych, co może sugerować dodatkowe korzyści zdrowotne związane z różnymi odmianami jabłek. Z kolei badania przeprowadzone przez Blair i wsp. (2014)¹¹ wykazały, że spożycie soku jabłkowego nie przyniosło istotnych zmian w funkcji śródbłonna u pacjentów po nowotworze, co podkreśla potrzebę dalszych badań w tej grupie. W badaniu Barth i wsp. (2012)¹² wyniki nie wykazały istotnych zmian w stężeniach lipidów osocza, adipokin, BMI ani obwodzie talii między grupami. Jednak zaobserwowano istotne zmniejszenie procentowej zawartości tkanki tłuszczowej w grupie spożywającej sok jabłkowy ($p < 0,05$).

Kolejne badania, przeprowadzone przez Bondonno i wsp. (2018)¹³ wskazują na korzystny wpływ jabłek na funkcję śródbłonna i obniżenie wskaźników ryzyka miażdżycy, szczególnie u kobiet po menopauzie. Chai i wsp. (2012)¹⁴ wykazali, że spożycie suszonych jabłek przez zdrowe kobiety po menopauzie obniża cholesterol całkowity w porównaniu do grupy spożywającej suszone śliwki. W badaniu Conceição de Oliveira i wsp. (2003)¹⁵ zaobserwowano redukcję masy ciała oraz poziomu glukozy we krwi u kobiet z nadwagą po 12 tygodniach diety opartej na jabłkach.

Badania Eisnera i wsp. (2020)¹⁶ oraz Gualtieri i wsp. (2023)¹⁷ sugerują, że zarówno jabłka, jak i soki jabłkowe mają pozytywny wpływ na profil lipidowy, co jest istotne w kontekście prewencji chorób sercowo-naczyniowych.

Badania Briviba i wsp. (2007)¹⁸ wykazały, że spożycie jabłek, niezależnie od metody uprawy, nie wpływa na klasyczne markery stresu oksydacyjnego we krwi ani na utlenianie LDL. Jednak zarówno jabłka ekologiczne, jak i konwencjonalne, znacząco zmniejszyły oksydacyjne uszkodzenia DNA. Koutsos i wsp. (2020)²³ stwierdził, że codzienne spożycie dwóch jabłek przez 8 tygodni prowadzi do istotnego obniżenia poziomu cholesterolu całkowitego i LDL-C w porównaniu z napojem kontrolnym, co sugeruje korzystny wpływ jabłek na zdrowie kardiometaboliczne. Coles i wsp. (2012)²⁰ zaobserwowała, że jednorazowe spożycie soku z buraka i jabłka może prowadzić do krótkoterminowego,

umiarkowanego obniżenia ciśnienia skurczowego. Niemniej jednak wyniki badań są zróżnicowane. Na przykład badanie Vafa i wsp. (2011)²¹ nie wykazało istotnego wpływu spożycia jabłek odmiany Golden Delicious na profil lipidowy u osób z nadwagą, co sugeruje, że różne czynniki, takie jak typ jabłek czy stan zdrowia uczestników, mogą wpływać na wyniki lipidogramu. Z drugiej strony, badania Yuliwati i wsp. (2020)²² dowiodły, że spożycie jabłek odmiany Rome Beauty może znacząco obniżać poziom LDL-C u pacjentów z cukrzycą typu 2.

Zebrane dane z badań klinicznych wskazują, że regularne spożycie jabłek – w różnych formach, takich jak świeże owoce, suszone jabłka czy soki – może korzystnie wpływać na profil lipidowy, masę ciała, funkcję śródbłonna oraz inne parametry metaboliczne. W wielu badaniach zaobserwowano istotne obniżenie poziomu cholesterolu całkowitego i frakcji LDL-C, a niekiedy również wzrost frakcji HDL-C, co wspiera hipotezę o kardioprotekcyjnym potencjale jabłek. Wykazano również, że jabłka mogą wpływać na zmniejszenie procentowej zawartości tkanki tłuszczowej i poprawę markerów stresu oksydacyjnego, choć nie wszystkie badania potwierdziły te efekty jednoznacznie.

Różnice w wynikach mogą wynikać z takich czynników jak odmiana jabłek, postać interwencji (np. całe owoce vs. sok), stan zdrowia uczestników, płeć, wiek oraz długość trwania interwencji. Pomimo tej heterogeniczności, ogólny kierunek dowodów sugeruje, że jabłka oraz ich przetwory mogą stanowić element strategii żywieniowej wspomagającej prewencję chorób sercowo-naczyniowych i zespołów metabolicznych. Potrzebne są jednak dalsze badania o wysokiej jakości metodologicznej, które pozwolą lepiej zrozumieć mechanizmy działania i określić optymalne warunki interwencji.

2. Metabolizm glukozy i gospodarka węglowodanowa

Zaburzenia gospodarki węglowodanowej, w tym insulinooporność, hiperglikemia poposiłkowa i cukrzyca typu 2, należą do kluczowych czynników ryzyka rozwoju chorób metabolicznych i układu sercowo-naczyniowego. W związku z rosnącą częstością ich występowania, istotne znaczenie mają strategie żywieniowe wspierające kontrolę glikemii.^{24,25} Jabłka, jako źródło błonnika rozpuszczalnego (głównie pektyn), naturalnych cukrów o niskim indeksie glikemicznym oraz polifenoli takich jak np. kwercetyna, mogą wpływać korzystnie na metabolizm glukozy poprzez spowalnianie wchłaniania węglowodanów, poprawę wrażliwości insulinowej oraz modulację odpowiedzi hormonalnej (np. GLP-1).^{26,27} Badania kliniczne oceniające wpływ różnych form spożycia jabłek na glikemię poposiłkową, parametry insulinooporności i uczucie sytości są zatem istotne dla potwierdzenia ich potencjalnej roli w profilaktyce i leczeniu zaburzeń gospodarki węglowodanowej.

Autor (rok)	Typ badania	Populacja	Interwencja	Komparator	Wyniki	Ograniczenia
Lu (2021) ²⁸	RCT	14 zdrowych kobiet	jabłko jako dodatek do posiłku	woda+ryż	wykazano, że preloading z owoców zawierający 15 g dostępnych węglowodanów, zarówno w sposób izo-węglowodanowy, jak i hiper-węglowodanowy, poprawiły PGR i zmniejszyły wzrost glikemii. W porównaniu z pomarańczą i gruszką, jabłko wypadło najlepiej w ograniczaniu IPG i MAGE0-180	Nie wskazano
Zhao (2023) ²⁹	RCT	Łącznie 37 zdrowych uczestników (23 osoby w grupie CGM: 9 mężczyzn, 14 kobiet; 14 osób w grupie pobierającej krew: 5 mężczyzn, 9 kobiet); wiek 18–25 lat, BMI 18,5–24 kg/m ²	Spożycie jabłek odmiany Red Fuji jako preload (przedposiłek)	grupa kontrolna: brak interwencji	Spożycie jabłek jako preloadu skutecznie zmniejsza odpowiedź glikemiczną po posiłkach ryżowych bez zwiększenia odpowiedzi insulinowej. Jabłka zwiększają wrażliwość insulinową tylko rano (śniadanie), co wskazuje na potencjał tego podejścia jako strategii zarządzania glikemią.	Krótki czas trwania badania, brak badania długoterminowego, zastosowanie tylko u osób zdrowych, brak analizy wpływu innych hormonów (np. inkretyn).
Abdul Hakim (2019) ³⁰	Quasi-eksperymentalne	17 osób dorosłych (wiek 20-39 lat), zdrowi mężczyźni o prawidłowym BMI	jabłko	posiłek testowy	Wyniki tego badania sugerują, że kolejność spożywania owoców ma znaczący wpływ na sytość, na co wskazuje GLP-1 i dalsze zmniejszenie późniejszego spożycia energii o 18,5%	Zastosowano małą porcję owoców; Kolejnym ograniczeniem była zgłaszana przez badanych aktywność fizyczna, mogło

						mieć to wpływ na apetyt; sekwencja badania i kolejność posiłków mogły mieć wpływ na wyniki.
Sansone (2018) ³¹	RCT	21 zdrowych osób o prawidłowej masie ciała (20 kobiet, 1 mężczyzna), średni wiek 26,8±4,7 lat	Suszone jabłko	Muffina	Spożycie suszonych jabłek zmniejsza poposiłkowe stężenie glukozy i może poprawić skuteczność odpowiedzi insulinowej u zdrowych osób. Nie zaobserwowano jednoznacznego wpływu na poziomy antyoksydantów, sytość oraz funkcje poznawcze.	Niewielka liczebność grupy badanej, krótki okres obserwacji (2h), potencjalne trudności w uogólnieniu wyników
Zhao (2020) ³²	RCT	15 zdrowych kobiet, wiek 23,6±1,1 lat, BMI 20,3±1,6 kg/m ² , bez chorób przewlekłych	Suszone jabłka (DA), suszone jabłka namoczone w occie (VDA), spożywane jako preload lub równocześnie z ryżem	Spożycie białego ryżu (50 g dostępnych węglowodanów), preload z roztworu cukrów (identyczny skład cukrów jak DA)	Spożywanie suszonych jabłek jako preload lub namoczonych w occie jednocześnie z ryżem skutecznie obniża poposiłkową glikemię przy jednoczesnym zachowaniu lub poprawie odczucia sytości, co wskazuje na ich potencjalną wartość w dietach kontrolujących glikemię.	Krótkoterminowa obserwacja, mała liczba uczestników, brak pomiarów hormonalnych i insulinowych, ograniczenie tylko do kobiet zdrowych
Zhu (2018) ³³	RCT	11 zdrowych osób dorosłych (7 kobiet, 4 mężczyzn), wiek 18–25 lat, BMI 20,5±1,4 kg/m ²	Spożycie suszonych jabłek (oraz innych suszonych owoców), spożywanych samodzielnie lub w połączeniu z ryżem oraz migdałami	Glukoza oraz ryż biały	Suszone jabłka są produktem o niskim indeksie glikemicznym i skutecznie obniżają glikemię poposiłkową spożywane razem z ryżem. Mogą być korzystnym składnikiem diet w kontroli glikemii.	Krótki okres obserwacji, badanie prowadzone tylko na zdrowych młodych osobach, niewielka liczba uczestników, brak badań długoterminowych
Song (2005) ³⁴	obserwacyjne	38 018 kobiet w wieku ≥45 lat, bez chorób sercowo-naczyniowych, nowotworów i cukrzycy na starcie badania	Spożycie flawonoidów (flawonole i flawony) oraz produktów bogatych we flawonoidy (jabłka, herbata, brokuły, cebula, tofu)	Grupy o najniższym spożyciu flawonoidów	Wyniki nie potwierdzają hipotezy, że wysokie spożycie flawonoli i flawonów zmniejsza ryzyko cukrzycy typu 2. Możliwa ochrona przed cukrzycą dzięki spożyciu jabłek i herbaty.	Możliwość błędów pomiarowych w ocenie spożycia (samoocena), ograniczona zmienność spożycia flawonoidów, brak pełnej oceny wszystkich klas flawonoidów (katechiny, izoflawony), możliwość resztkowego zakłócenia wyników
Li (2021) ³⁵	obserwacyjne	2987 kobiet w ciąży,	jabłko	wyższe vs niższe spożycie	Spożycie winogron, melona, ziemniaków i soków owocowych było pozytywnie	oparcie badania o dane raportowane

między 8 a
28 tc.

związane z występowaniem
GDM. Natomiast ilość
spożytych jabłek, pomarańczy
i warzyw innych niż ziemniaki
była negatywnie związana z
występowaniem GDM.

przez
uczestników

Castillo- Zamora (2005) ³⁶	RCT	100 chłopców i dziewczynek przygotowy wanych do operacji	sok jabłkowy	grupa kontrolna: brak interwencji	Sok jabłkowy podawany w godzinach rannych w godzinach 06:00–06:30 w dniu operacyjnym to prosty zabieg zapobiegający odwodnieniu i wywołujący pozytywne zachowania u pacjentów pediatrycznych poddawanych operacjom z grupy niskiego ryzyka.	nawodnienie przedoperacyjne i zachowanie pacjentów zostały zakwalifikowane jako zmienne dychotomiczne (odpowiednio normalny lub odwodniony i normalny lub drażliwy). Ten system jest niewystarczający do identyfikacji niewielkich zmian w obu wynikach u pacjentów z szerokim zakresem zabiegów chirurgicznych, ortopedycznych. Drażliwość pacjenta może być związana ze stresem wywołanym przez kilka czynn timerów, np. rozłąkę z rodzicami i wejście na salę operacyjną, ból i stres wywołane przez systemy
---	-----	---	--------------	--	--	--

Sześć badań w tym 5 klinicznych interwencyjnych i jedno quasi-eksperymentalne, przeprowadzonych wśród zdrowych osób dorosłych, analizowało wpływ spożycia jabłek na parametry glikemii poposiłkowej i/lub uczucie sytości. Trzy z nich analizowały wpływ suszonych jabłek a pozostałe trzy surowych owoców.

W badaniu eksperymentalnym obejmującym 14 zdrowych kobiet oceniono w jaki sposób wybrane produkty węglowodanowe (gruszki, jabłka, pomarańcze, ryż) zjedzone 30 minut przed posiłkiem wysokowęglowodanowym (ryż) wpływają na parametry glikemiczne takie jak: glikemia poposiłkowa (iAUC), szczyt stężenia glukozy (incremental peak glucose IPG) oraz maksymalna amplituda skoku glikemii (maximum amplitude of glycemic excursion in 180 min MAGE).²⁸ Spożycie jabłka na 30 minut przed głównym posiłkiem

bogatym w węglowodany (ryż) znacząco zmniejszyło odpowiedź glikemiczną poposiłkową w porównaniu z wodą (kontrola) oraz innymi testowanymi produktami. Jabłko okazało się najskuteczniejsze w ograniczaniu zarówno IPG jak i MAGE, co może mieć znaczenie w profilaktyce zaburzeń gospodarki węglowodanowej. Wyniki te sugerują, że jabłko jako element strategii żywieniowej typu "preload" może być korzystne w kontroli glikemii poposiłkowej u zdrowych osób.²⁸

Do podobnych wniosków doszli autorzy badania RCT z udziałem 37 zdrowych osób oceniającego przedposiłkowy (30 min) wpływ spożycia surowego jabłka na takie parametry jak: poziom glukozy we krwi, poziom insuliny we krwi, wrażliwość insulinowa (ISI), odpowiedź glikemiczna (GR), indeksy glikemiczne (iAUC, MAGE), subiektywne odczucie sytości.²⁹ Spożycie jabłka przed posiłkiem obniżyło pik glikemii po posiłku o około 33,5% podczas śniadania, 31,4% podczas obiadu i 31% podczas kolacji, ($p < 0,05$). Jabłka znacząco poprawiły wrażliwość insulinową (o 40,5%, $p < 0,05$) tylko podczas śniadania. Nie zaobserwowano istotnych różnic w subiektywnym uczuciu sytości między posiłkami.²⁹

W innym badaniu interwencyjnym również oceniono wpływ spożycia surowych owoców na parametry glikemii. Interwencja polegała na podaniu porcji jabłka, ważącą 120 g (60 kcal energii i 2,88 g błonnika) przed posiłkiem, po posiłku i kontrolę (bez owoców). Każdemu uczestnikowi podano standardowe śniadanie składające się ze smażonego makaronu ryżowego i herbaty (Malezja), aby zapewnić stały poziom głodu przed rozpoczęciem interwencji. Lunch zaplanowano 3 godziny po śniadaniu. W ciągu trzygodzinnej przerwy badani musieli unikać przyjmowania jakichkolwiek pokarmów lub napojów. Pomiędzy posiłkami dozwolona była tylko zwykła woda do godziny przed każdą sesją testową.

Spożycie jabłka przed posiłkiem znacząco zwiększało uczucie sytości (zarówno subiektywne – wg skALI VAS, jak i hormonalne – GLP-1), oraz prowadziło do istotnej redukcji spożycia energii podczas dalszych posiłków.³⁰ Wyniki tego badania sugerują, że kolejność spożywania owoców ma znaczący wpływ na sytość, na co wskazują większe wartości GLP-1 i dalsze zmniejszenie późniejszego spożycia energii o 18,5%. W związku z tym spożywanie owoców przed posiłkiem hamuje apetyt i może potencjalnie pomóc w regulacji masy ciała.

W badaniu Sansone i wsp. (2018)³¹, porównano z kolei jak zachowuje się glikemia po spożyciu suszonych jabłek w porównaniu z muffinką (taka sama ilość węglowodanów różnica dotyczyła błonnika pokarmowego, którego nie było w ciastku). Po spożyciu jabłek

stężenia glukozy były istotnie niższe niż po spożyciu muffinek w punktach czasowych 30, 45, 60 oraz 120 min ($p \leq 0,02$). Stężenie insuliny po 15 min było niższe po jabłkach ($p \leq 0,03$). Autorzy dowiedli, że spożycie suszonych jabłek zmniejsza poposiłkowe stężenie glukozy oraz insuliny u zdrowych osób. Nie zaobserwowano jednoznacznego wpływu na poziomy antyoksydantów, sytość oraz funkcje poznawcze.³¹

Podobne wnioski wyciągnięto z dwóch kolejnych badań eksperymentalnych, w których potwierdzono, iż suszone jabłka są produktem o niskim indeksie glikemicznym i skutecznie obniżają glikemię poposiłkową spożywane razem z ryżem, w efekcie mogą być korzystnym składnikiem diet w kontroli glikemii.^{32,33}

Dwa badania obserwacyjne-epidemiologiczne analizowały wpływ spożycia jabłek na ryzyko powstawania cukrzycy i cukrzycy ciążowej.

W ankietowym badaniu Song i wsp. (2005),³⁴ w których udział wzięło 38 018 kobiet w wieku ≥ 45 lat, bez chorób sercowo-naczyniowych, nowotworów i cukrzycy, oceniono spożycie flawonoli i flawonów oraz poszczególnych ich typów (kwercetyna, kaempferol, mirycetyna, apigenina, luteolina) za pomocą kwestionariusza częstotliwości spożycia (FFQ). W badaniu nie zaobserwowano istotnych zależności pomiędzy całkowitym spożyciem flawonoli i flawonów a ryzykiem cukrzycy typu 2. Konsumpcja ≥ 1 jabłka/dzień była istotnie związana z niższym ryzykiem cukrzycy ($RR=0,72$; $95\%CI$: $0,56-0,92$; $p=0,006$). Picie ≥ 4 filiżanek herbaty/dzień miało graniczną istotność ($RR=0,73$; $95\%CI$: $0,52-1,01$; $p=0,06$). Nie udowodniono związku pomiędzy spożyciem flawonoidów a poziomami markerów insulinooporności i zapalenia.³⁴

W innym badaniu obserwacyjnych podjęto próbę oceny ryzyka rozwoju cukrzycy ciążowej (GDM).³⁵ W badaniu wzięło udział 2987 kobiet w ciąży. Spośród wszystkich kobiet w ciąży u 405 (13,6%) po raz pierwszy zdiagnozowano cukrzycę ciążową. Nie stwierdzono związku między całkowitym spożyciem owoców i warzyw a cukrzycą ciążową. Spożycie winogron, melona, ziemniaków i soków owocowych było pozytywnie związane z występowaniem GDM. Natomiast ilość spożytych jabłek, pomarańczy i warzyw innych niż ziemniaki była negatywnie związana z występowaniem GDM.³⁵

Jedno badanie analizowało wpływ podanego soku jabłkowego na glikemię oraz nawodnienie i poziom rozdrażnienia u dzieci poddawanych zabiegom operacyjnym, którym standardowo towarzyszy procedura głodzenia przed zabiegiem.³⁶ 100 dzieci poddawanych planowym zabiegom chirurgii ortopedycznej, zostało losowo przydzielonych do dwóch grup. W grupie 1 dzieci przeszły typowy nocny okres

przedoperacyjny, a pacjenci z grupy 2 otrzymali komercyjną markę soku jabłkowego (glukoza 28 g w 250 ml) w godzinach 06:00–06:30 w dniu operacji. Czas postu wynosił 4,8 +/- 2,1 h (od 3 do 11 h) w grupie otrzymującej sok jabłkowy w godz. 06:00-06:30 i 13,2 +/- 3,3 h (w zakresie od 5 do 19 h) w grupie na czczo ($P < 0,05$; 95% CI: -9,6 do -7,4 h). Więcej pacjentów było rozdrażnionych (iloraz szans, OR 4,5; 95% CI: 1,9-10,8) i odwodnionych (OR 21,6; 95% CI: 5,9-79,0) w grupie na czczo. W żadnym przypadku nie stwierdzono stężenia glukozy we krwi $< 2,7$ mmol.l (50 mg.dl). Badanie potwierdza przydatność soku jabłkowego jako napoju nawadniającego o dobrej tolerancji żołądkowo-jelitowej bez wpływu na glikemię.³⁶

Dane z badań klinicznych i obserwacyjnych wskazują, że spożycie jabłek może wywierać korzystny wpływ na parametry gospodarki węglowodanowej, zwłaszcza w kontekście poposiłkowej glikemii, wrażliwości insulinowej i uczucia sytości. Wyniki pięciu badań interwencyjnych i jednego quasi-eksperymentalnego z udziałem zdrowych dorosłych wykazały, że zarówno świeże, jak i suszone jabłka spożywane przed posiłkiem mogą istotnie obniżać poposiłkowy wzrost glukozy i insuliny oraz zwiększać subiektywne i hormonalne uczucie sytości. Obserwowano także zmniejszenie późniejszego spożycia energii, co może mieć znaczenie w prewencji otyłości i cukrzycy typu 2. W badaniach dotyczących suszonych jabłek potwierdzono ich niski indeks glikemiczny i zdolność do łagodzenia odpowiedzi glikemicznej, zwłaszcza w połączeniu z innymi węglowodanami, np. ryżem.

Podsumowując, jabłka – dzięki zawartości błonnika rozpuszczalnego, naturalnych cukrów oraz polifenoli – wykazują potencjał w kontroli glikemii i mogą być cennym składnikiem diety w prewencji zaburzeń metabolicznych. Jedno badanie potwierdziło przydatność soku jabłkowego jako napoju nawadniającego o dobrej tolerancji żołądkowo-jelitowej bez wpływu na glikemię u pacjentów pediatrycznych w okresie przedoperacyjnym.

Należy jednak kontynuować badania w szerszych populacjach i z dłuższym czasem interwencji, aby potwierdzić te obserwacje w różnych kontekstach klinicznych.

3. Funkcje poznawcze i neuroprotekcja

Badania nad potencjalnym wpływem jabłek i ich przetworów na funkcje poznawcze oraz neuroprotekcję znajdują swoje uzasadnienie w rosnącym zainteresowaniu rolą diety w prewencji zaburzeń neurodegeneracyjnych.³⁷ Jabłka i soki z nich wytwarzane stanowią istotne źródło związków bioaktywnych, takich jak flawonoidy (m.in. kwercetyna, katechiny) oraz kwasy fenolowe, które wykazują właściwości przeciwutleniające, przeciwzapalne i modulujące stres oksydacyjny – uznawany za jeden z głównych mechanizmów uszkodzenia neuronów. Doniesienia epidemiologiczne sugerują, że regularne spożycie owoców bogatych w polifenole może wiązać się z niższym ryzykiem zaburzeń poznawczych i chorób neurodegeneracyjnych, takich jak choroba Alzheimera.³⁸ W tym kontekście badania kliniczne oceniające bezpośredni wpływ konsumpcji jabłek i soku jabłkowego na funkcje poznawcze mogą dostarczyć cennych danych wspierających strategię żywieniowe ukierunkowane na ochronę zdrowia mózgu.

Autor (rok)	Typ badania	Populacja	Interwencja	Komparator	Wyniki	Ograniczenia
Anderson (2021) ³⁹	RCT	44 zdrowe osoby dorosłe (USA)	Pojedyncza dawka soku jabłkowego	Placebo (sok i woda)	Brak istotnych zmian; możliwa poprawa glikemii u osób z wyższym poziomem wyjściowym	Mała próba, napoje o różnych właściwościach
Bondonno (2014) ⁴⁰	RCT	30 zdrowych dorosłych (Australia)	Spożycie jabłek o różnej zawartości flawonoidów/4 tygodnie	Jabłko ubogie w flawonoidy	Brak istotnego wpływu na funkcje poznawcze	Brak długoterminowej obserwacji
Remington (2010) ⁴¹	Otwarte (<i>open-label</i>), bez grupy placebo	21 pacjentów z chorobą Alzheimera (USA)	240 ml soku jabłkowego/dzień przez 30 dni	Brak interwencji (bez placebo)	Brak poprawy funkcji poznawczych; poprawa objawów neuropsychiatrycznych (NPI, $p<0,01$)	Brak placebo, niska liczebność grupy

Trzy badania kliniczne interwencyjne analizowały wpływ spożycia jabłek lub soku jabłkowego na funkcje poznawcze i powiązane aspekty neurologiczne. Dwa z nich miały charakter randomizowanych badań kontrolowanych (RCT) przeprowadzonych na zdrowych osobach dorosłych, natomiast jedno było badaniem pilotażowym (pre-post test) z udziałem pacjentów z umiarkowaną lub zaawansowaną chorobą Alzheimera.

W badaniu Bondonno i wsp. (2014)⁴⁰ [Australia], obejmującym 30 zdrowych dorosłych, oceniano wpływ spożycia jabłek bogatych w flawonoidy na funkcje poznawcze oraz nastrój. Interwencja, oparta na podawaniu czterech różnych form jabłek (różniących się zawartością bioaktywnych składników), nie wykazała istotnych zmian poznawczych w porównaniu do kontroli (jabłko ubogie w flawonoidy). Wyniki sugerują, że krótkoterminowa konsumpcja jabłek nie wywierała mierzalnego efektu poznawczego w tej grupie, mimo obserwowanych efektów fizjologicznych (np. wzrostu poziomu azotanów).

Anderson i wsp. (2021)³⁹ [USA] przeprowadzili RCT z udziałem 44 dorosłych osób bez zaburzeń poznawczych. Interwencja polegała na jednorazowym spożyciu klarownego soku jabłkowego. Choć nie wykazano ogólnego wpływu na funkcje poznawcze, zaobserwowano większą poprawę stężenia glukozy poposiłkowej u osób z wyjściowo wyższą glikemią na czczo, co może pośrednio wskazywać na indywidualne różnice w podatności na działanie metaboliczne i neurologiczne.

Z kolei Remington i wsp. (2010)⁴¹ [USA] w badaniu pilotażowym oceniali wpływ codziennego spożycia 240 ml soku jabłkowego przez 30 dni u 21 pacjentów z chorobą Alzheimera. Choć nie odnotowano zmian w zakresie funkcji poznawczych ocenianych skalą DRS-2, stwierdzono statystycznie istotną poprawę w zakresie objawów neuropsychiatrycznych mierzonych skalą NPI (*Neuropsychiatric Inventory*), co autorzy interpretują jako potencjalny efekt neuroprotekcyjny soku jabłkowego. Badanie to miało jednak istotne ograniczenia, w tym brak grupy placebo i niewielką liczebność próby.

Podsumowując, obecne dowody z trzech badań interwencyjnych wskazują na ograniczony lub niejednoznaczny wpływ spożycia jabłek i ich przetworów, w tym soków na funkcje poznawcze u zdrowych osób, przy jednoczesnych sygnałach potencjalnych efektów neuroprotekcyjnych u osób z otępieniem. Konieczne są dalsze, większe badania z odpowiednio dobranymi populacjami i dłuższym czasem trwania interwencji.

4. Stan zapalny i funkcje immunologiczne

Stan zapalny i stres oksydacyjny odgrywają kluczową rolę w patogenezie wielu chorób przewlekłych, takich jak miażdżyca, cukrzyca typu 2, otyłość, choroby neurodegeneracyjne czy nowotwory. W związku z tym rośnie zainteresowanie żywnością, która może modulować odpowiedź zapalną i wspierać funkcje układu odpornościowego.⁴² Jabłka, ich przetwory, w tym soki, bogate w związki fenolowe, witaminę C oraz błonnik, wykazują właściwości przeciwutleniające i przeciwzapalne w badaniach przedklinicznych, co czyni je potencjalnym elementem dietoterapii lub profilaktyki.⁴³ Badania kliniczne koncentrujące się na wpływie spożycia jabłek i soku jabłkowego na markery zapalne i immunologiczne mają istotne znaczenie dla określenia ich rzeczywistego działania w populacjach zdrowych i obciążonych ryzykiem chorób przewlekłych.

Autor (rok)	Typ badania	Populacja	Interwencja	Komparator	Wyniki	Ograniczenia
Chen (2012) ⁴⁴	RCT	12 kobiet w ciąży (USA)	8 uncji soku jabłkowego dziennie	Sok z granatu	Obniżenie Hsp90 (marker stresu oksydacyjnego) istotniej dla soku z granatu niż soku jabłkowego	Mała próba, kobiety w ciąży
Gualtieri (2023) ¹⁷	RCT	24 zdrowe osoby dorosłe (kraj nieokreślony)	Sok jabłkowo-bergamotowy w ramach diety śródziemnomorskiej	Dieta śródziemnomorska bez soku	Wzrost beztłuszczowej masy ciała, poprawa statusu antyoksydacyjnego	Mała próba, brak danych o kraju
Guo (2008) ⁴⁵	RCT	26 zdrowych osób starszych (Chiny)	250 ml sok jabłkowy dziennie	Sok z granatu	Mniejsze efekty niż dla soku z granatu; wzrost GSH-Px	Niska liczebność, krótka interwencja
Briviba (2007) ¹⁸	RCT	6 zdrowych mężczyzn (Szwajcaria)	Jabłka z upraw ekologicznych i konwencjonalnych	Jabłka z upraw konwencjonalnych vs ekologicznych	Zwiększenie aktywności antyoksydacyjnej, redukcja uszkodzeń DNA	Mała próba, wysokie współczynniki zmienności
Soriano-Maldonado (2014) ⁴⁶	RCT	20 zdrowych dorosłych (Hiszpania)	500 ml mętnego soku jabłkowego dziennie (2 × 250 ml)	Dwa rodzaje soku jabłkowego o różnej zawartości polifenoli	Poprawa FRAP, insuliny, HOMA-IR; zwiększona aktywność antyoksydacyjna	Mała próba, ograniczona moc statystyczna
Yuan (2011) ⁴⁷	Otwarte (<i>open-label</i>), bez grupy placebo	25 zdrowych dorosłych (Chiny)	600 ml/dzień soku jabłkowego i winogronowego przez 2 tygodnie	Brak interwencji (brak grupy kontrolnej)	Wzrost T-AOC, spadek MDA, wzrost GSH-Px	Krótki czas trwania, brak grupy kontrolnej
Ko (2005) ⁴⁸	Quasi-eksperymentalne	10 zdrowych mężczyzn (Korea Pd.)	Pojedyncza dawka 150 ml soku jabłkowego	Porównanie z innymi sokami (np. gruszkowy, śliwkowy)	Wzrost wskaźników antyoksydacyjnych osocza	Bardzo mała próba

W analizie uwzględniono 7 badań interwencyjnych, w tym randomizowane badania kontrolowane (RCT) oraz badania z zastosowaniem modeli naprzemiennych, przeprowadzone w różnych populacjach, głównie zdrowych dorosłych. Interwencje obejmowały spożycie świeżych jabłek, soku jabłkowego (klarownego lub mętnego),

a także mieszanki soku jabłkowego z bergamotką, przy czym oceniano ich wpływ na markery stresu oksydacyjnego, stan zapalny oraz wybrane parametry biochemiczne i immunologiczne.

W badaniu Soriano-Maldonado i wsp. (2014)⁴⁶ [Hiszpania] spożycie mętne soku jabłkowego (500 ml/dzień przez 4 tygodnie) przyczyniło się do poprawy statusu antyoksydacyjnego oraz obniżenia wskaźników insulinooporności i stresu oksydacyjnego (m.in. FRAP, insulina, HOMA-IR). Wyniki te były statystycznie istotne, jednak autorzy wskazują na ograniczenia wynikające z małej liczby uczestników.

Podobnie pozytywne efekty zaobserwowano w badaniu Gualtieri i wsp. (2023)¹⁷, gdzie dieta śródziemnomorska wzbogacona o sok z jabłek i bergamotki wiązała się ze wzrostem beztłuszczowej masy ciała oraz poprawą profilu oksydacyjnego u zdrowych dorosłych. W przeciwieństwie do tego, Guo i wsp. (2008)⁴⁵ [Chiny] wykazali, że sok z granatu był skuteczniejszy niż sok z jabłek w podnoszeniu poziomu wybranych markerów antyoksydacyjnych (np. GSH-Px), co sugeruje różnice w sile działania bioaktywnych składników pomiędzy owocami.

W badaniu Briviba i wsp. (2007)¹⁸ [Szwajcaria] wykazano, że zarówno jabłka pochodzące z upraw ekologicznych, jak i konwencjonalnych, przyczyniały się do wzrostu aktywności przeciwutleniającej oraz zmniejszenia uszkodzeń DNA u zdrowych mężczyzn, bez istotnych różnic między grupami. Chen i wsp. (2012)⁴⁴ [USA] natomiast wykazali, że spożycie soku jabłkowego u kobiet w ciąży obniżało poziom markerów stresu oksydacyjnego (m.in. Hsp90), co sugeruje potencjalne działanie ochronne również w warunkach fizjologicznie zwiększonego stresu oksydacyjnego.

Yuan i wsp. (2011)⁴⁷ [Chiny] wykazali, że dwutygodniowe spożycie 600 ml dziennie mieszanki soku jabłkowego i winogronowego prowadziło do istotnego wzrostu całkowitej zdolności antyoksydacyjnej osocza (T-AOC) oraz obniżenia poziomu markerów stresu oksydacyjnego, takich jak MDA, przy jednoczesnym wzroście aktywności GSH-Px. Choć wyniki były obiecujące, autorzy zwrócili uwagę na ograniczenia związane z małą próbą i brakiem grupy kontrolnej.

Z kolei Ko i wsp. (2005)⁴⁸ [Korea Pd.] w badaniu quasi-eksperymentalnym wykazali, że pojedyncze spożycie 150 ml soku jabłkowego skutkowało wzrostem wskaźników antyoksydacyjnych osocza, porównywalnym z efektami uzyskiwanymi po spożyciu innych soków owocowych. Wyniki te wskazują na potencjalny efekt ochronny soku jabłkowego

w kontekście obrony przed stresem oksydacyjnym, jednak dane liczbowe nie zostały szczegółowo przedstawione, a liczebność próby była bardzo ograniczona.

Wyniki tych badań wspierają hipotezę, że spożycie jabłek i ich przetworów, szczególnie w postaci soków jabłkowych bogatych w związki polifenolowe, może korzystnie wpływać na równowagę oksydacyjno-zapalną organizmu. Mimo to ograniczenia metodologiczne, takie jak małe próby badawcze, krótkoterminowe interwencje i brak jednolitych markerów, ograniczają możliwość formułowania jednoznacznych wniosków klinicznych. Dalsze badania z większą mocą statystyczną i szerszą charakterystyką immunologiczną są uzasadnione.

5. Mikrobiota jelitowa i zdrowie układu pokarmowego

Zaburzenia mikroflory jelitowej oraz nieprawidłowe funkcjonowanie przewodu pokarmowego są coraz częściej wiązane z rozwojem licznych chorób przewlekłych, w tym otyłości, cukrzycy typu 2, zespołu metabolicznego, nieswoistych zapaleń jelit oraz zaburzeń nastroju.^{49,50} Coraz większe zainteresowanie budzi możliwość modulowania mikrobioty jelitowej poprzez składniki diety, w tym związki bioaktywne obecne w owocach. Jabłka, jako bogate źródło błonnika pokarmowego, oligosacharydów oraz polifenoli, stanowią potencjalny czynnik prebiotyczny, który może wpływać na skład i aktywność mikroorganizmów jelitowych, produkcję krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SCFA) oraz barierę jelitową.^{51,52} Badania kliniczne oceniające wpływ spożycia jabłek i ich przetworów na parametry mikrobioty i zdrowie układu pokarmowego są istotne dla potwierdzenia ich roli jako składnika wspierającego homeostazę jelitową i prewencję chorób cywilizacyjnych.

Autor (rok)	Typ badania	Populacja	Interwencja	Komparator	Wyniki	Ograniczenia
Alexander (2022) ⁵³	RCT	91 osób w grupie z sokiem pomarańczowym i 90 osób w grupie z sokiem jabłkowym (zdrowe osoby w wieku 18-61 lat)	sok jabłkowy	sok jabłkowy bez wytlóków/ sok pomarańczowy bez wytlóków	Żadna z interwencji z wytlókami z owoców nie miała wpływu na częstotliwość występowania wypróżnień oraz konsystencję stolca ($p > 0,05$). Sok jabłkowy z wytlókami nie wywołał żadnych zmian w mikrobiocie.	Wysoki stopień zmienności w obrębie i pomiędzy badanymi w zakresie spożycia całkowitego spożycia błonnika mógł zakłócić zarówno pierwotne, jak i wtórne wyniki.
Balay (2010) ⁵⁴	RCT	21 dzieci zdrowych w wieku od 4,0 do 7,9 lat (11 dziewczynek i 10 chłopców)	sok jabłkowy	sok pomarańczowy	Sok pomarańczowy zwiększył wchłanianie żelaza z 5,5% $\pm$ -0,7% do 8,2% $\pm$ -1,2%, ($P < 0,001$). Różnica we wchłanianiu między rodzajami soku nie była istotna ($P > 0,9$).	Wpływ kwasu askorbinowego może zależeć, częściowo, od wieku badanych i poziomu ferrytyny w surowicy.
Espersen (2023) ⁵⁵	RCT	30 kobiet po menopauzie; 60 do 80 lat. z niedoborem witaminy D	Interwencja A: 500 ml niefiltrowanego soku jabłkowego z 200 mg (8000 IU) kompleksu D 3 związanego z WPI (izolat białka serwatkowego); Interwencja B: 500 ml niefiltrowanego soku jabłkowego z 200 mg witaminy D3; Interwencja C: 500 ml mleka półtłustego z 200	woda	Biodostępność wit. D3 oceniana za pomocą Cmax i AUC była lepsza w wodzie i mleku w porównaniu z sokiem.	Badanie było jednorodne pod względem grupy: populacja białych kobiet po menopauzie. Jest to ograniczenie, ponieważ wyniki nie można uogólniać na mężczyzn, kobiety przed menopauzą lub kobiety o innym niż białym pochodzeniu etnicznym.

			mg D3; Interwencja D: 500 ml wody z 200 mg D3.			
Rubido (2018) ⁵⁶	Krzyżowe, randomizowane, kontrolowane, próba otwarta	20 zdrowych dorosłych osób w wieku 20-25 lat, ze zdrową jamą ustną	Żucie całego jabłka odmiany Golden Delicious (około 160g) bez ograniczenia czasowego	Szczotkowanie zębów (metoda Bassa, szczoteczka manualna, 2 minuty)	Żucie jabłka nie prowadzi do mechanicznego usunięcia płytki nazębnej, wręcz może sprzyjać jej odrostowi. Żucie jabłka zmniejsza natychmiastowo żywołność bakterii w ślinie z 82,15% do 60,77% (powrót do wartości wyjściowych po 24h).	Krótki okres obserwacji (24 godziny), specyficzna grupa badana (młodzi dorośli), możliwe trudności w ekstrapolacji wyników na inne populacje.
Shah (2003) ⁵⁷	RCT	21 dzieci (wiek 3–6 lat), zdrowe, prawidłowa masa ciała (między 5. a 95. centylem), bez schorzeń współistniejących	sok jabłkowy	sok pomarańczowy	Mediana absorpcji żelaza: sok jabłkowy 7,17%; sok pomarańczowy 7,78% (różnica nieistotna statystycznie, P=0,44).	Mała grupa badawcza, krótki okres obserwacji, możliwe trudności w generalizacji wyników
Shirreffs (2007) ⁵⁸	RCT	8 zdrowych osób aktywnych fizycznie (4 kobiety i 4 mężczyzn), średnia wieku 23 lata, prawidłowa masa ciała (BMI nie podano, masa ciała: 68,92±11,79 kg)	Spożycie mieszanek soku jabłkowego (Apfelschorle - sok jabłkowy z wodą gazowaną), Gatorade, wody mineralnej San Benedetto oraz Evian (woda mineralna)	Mineralna woda Evian	Gatorade był najskuteczniejszym napojem w przywracaniu równowagi płynów po wysiłku w warunkach gorąca. Apfelschorle, mimo popularności, nie zapewnił skutecznego nawodnienia. Wskazano konieczność odpowiedniej zawartości sodu dla efektywnego nawodnienia.	Mała liczba uczestników, brak oceny innych popularnych napojów, brak indywidualizacji w składzie napojów uwzględniającej zmienność strat sodu w pocie.
Stracke (2010) ⁵⁹	RCT	Krótkoterminowe: 6 zdrowych mężczyzn (23–32 lata); Długoterminowe : 43 zdrowych mężczyzn (22–40 lat)	Krótkoterminowe : spożycie 1 kg jabłek jednorazowo; Długoterminowe: spożycie 500 g jabłek dziennie przez 4 tygodnie	Jabłka z alternatywnego sposobu uprawy (organiczne vs. konwencjonalne) lub brak interwencji	Krótkoterminowe: istotny wzrost floretyny i kwasu kumarowego (p<0,0001), brak różnic pomiędzy grupami (p>0,05). Długoterminowe: brak istotnych różnic między grupami oraz brak efektów interwencji.	Krótki okres obserwacji, umiarkowana ilość spożywanych jabłek (możliwa zbyt mała dawka, aby osiągnąć mieralne efekty fizjologiczne), ograniczona liczba uczestników.
Trost (2018) ⁶⁰	RCT	12 zdrowych osób (8 mężczyzn, 4 kobiety), wiek 21–42 lata, BMI 18,5–25 kg/m ² (prawidłowa masa ciała)	250 ml mętnego soku jabłkowego (odmiana Crispy Pink) lub tego samego soku wzbogaconego w 750 mg ekstraktu polifenoli jabłkowych	Sok jabłkowy naturalny (nie wzbogacony)	Zwiększenie zawartości polifenoli w soku jabłkowym prowadzi do zwiększenia ich biodostępności, ale nie zmienia jakościowo profilu metabolitów. Metabolizm polifenoli jabłkowych jest współzależny od mikrobioty jelitowej.	Niewielka liczebność próby, duża zmienność indywidualna wyników, krótkoterminowy charakter badania.
Valder (2024) ⁶¹	RCT	Badanie A: 24 zdrowych osób (17 ukończyło), wiek 26 ± 4 lata, BMI 22,12 ± 1,80 kg/m ² . Badanie	Badanie A: jednodniowe sesje interwencyjne z obserwacją przez 180 min po	Placebo (napój cukrowy o identycznym składzie cukrów bez polifenoli) oraz woda	Rozcieńczony mętny sok jabłkowy zawierający polifenole nie wpływa negatywnie na regenerację bariery jelitowej po wysiłku	Niewielka liczebność grup badanych (szczególnie ukończywszy ultramaratona), brak możliwości

		B: 30 osób (10 ukończyło), ultramaratończy, wiek 50 ± 9 lat, BMI $22,79-23,30 \text{ kg/m}^2$	wysiłku Badanie B: czas trwania biegu ultramaratonu (160–230 km), obserwacja do 180 min po ukończeniu biegu		umiarkowanym, a jego naturalna matryca może łagodzić negatywne efekty spożycia cukrów podczas intensywnych wysiłków, takich jak ultramaraton.	standardyzacji diety w trakcie ultramaratonu, ograniczenia logistyczne i etyczne uniemożliwiające kontrolę dodatkowego spożycia po ukończeniu ultramaratonu.
Valois (2005) ⁶²	RCT	90 dzieci (niemowląt) w wieku 4–18 miesięcy z ostrą biegunką, umiarkowanie odwodnionych, BMI i stan odżywienia zróżnicowane od prawidłowego po umiarkowane niedożywienie	Sok jabłkowy (AJ) oraz sok winogronowy biały (WGJ)	Spożywanie wody barwionej i aromatyzowanej (placebo), bez zawartości cukrów	Spożywanie soków owocowych (zwłaszcza jabłkowego) w ostrej biegunce u niemowląt zwiększało straty kalowe oraz wydłużało czas trwania biegunki w porównaniu do wody. Jednak spożycie soków zapewniło wyższy pobór energii i przyrost masy ciała, szczególnie w przypadku soku o równych stężeniach fruktozy i glukozy.	Krótki czas obserwacji, mała liczba pacjentów, brak pełnej standaryzacji diety przed i po interwencji oraz brak możliwości oceny długoterminowych skutków spożycia soku na przewod pokarmowy.
Wruss (2015) ⁶³	Otwarta próba bez grupy kontrolnej	35 zdrowych osób dorosłych (20 kobiet, 15 mężczyzn), wiek 19–42 lata, BMI $<25 \text{ kg/m}^2$	Spożycie 500 ml soku jabłkowego zawierającego 1080 mg polifenoli	brak interwencji	Spożycie soku jabłkowego powoduje wzrost stężenia polifenoli w osoczu i moczu, jednak występuje znaczna indywidualna zmienność w szybkości ich metabolizmu. Wzrost aktywności antyoksydacyjnej jest wynikiem spożycia fruktozy zawartej w soku, a nie samego spożycia polifenoli.	Brak grupy kontrolnej (placebo), niewielka liczba uczestników, krótki okres obserwacji (10 godzin), brak możliwości oceny długoterminowych efektów zdrowotnych spożycia soku jabłkowego
Darvishpour (2021) ⁶⁴	RCT	34 pacjentów otrzymało syrop jabłkowy (n = 16) lub placebo (n = 18) w trakcie chemioterapii z chorobą nowotworową.	100 ml syropu jabłkowego zawierało 20 g liofilizowanego ekstraktu z jabłek, 10 g miodu, 0,5 g alkoholu etylowego, 0,02 g propyloparabenu, 0,18 g metyloparabenu i wodę do 100 ml	syrop jabłkowy bez liofilizowanego ekstraktu z owoców jabłoni	Wyniki badania wykazały przeciwwymiotne działanie syropu jabłkowego jako dodatku do standardowego leczenia przeciwwymiotnego, w zmniejszaniu stopnia i czasu trwania nudności u pacjentów z rakiem.	Niewielka liczebność próby
Parkar (2017) ⁶⁵	RCT	30 uczestników, 70% kobiet, zdrowi	różne warianty napojów jabłkowych	placebo	Badanie to potwierdziło hipotezę, że spożycie błonnika jabłkowego i polifenoli malino-jeżyny skutecznej niż napoje bogate w same bioaktywne substancje zmieniające populację wybranych bakterii w ślinie ich właściwości adhezyjne.	–

W przeglądzie uwzględniono 13 badań klinicznych interwencyjnych oceniających wpływ spożycia jabłek, ich przetworów (w tym soku jabłkowego) oraz produktów z ich udziałem na funkcjonowanie układu pokarmowego, w tym mikrobiotę jelitową, wchłanianie składników odżywczych, parametry trawienne oraz stan błon śluzowych.

W badaniu Alexander i wsp. (2022)⁵³ [USA] analizowano wpływ różnych soków owocowych zawierających wytlaki (m.in. z jabłek) na skład mikrobioty jelitowej. Chociaż nie zaobserwowano istotnych zmian w ogólnym profilu bakteryjnym, odnotowano niewielkie, ale statystycznie istotne różnice w poziomie wybranych rodzajów bakterii, takich jak *Blautia* i *C. leptum*. Jednocześnie podkreślono dużą zmienność indywidualną odpowiedzi mikrobiomu na interwencję.

Espersen i wsp. (2023)⁵⁵ [Dania] porównywali biodostępność witaminy D3 podawanej z różnymi nośnikami, w tym z sokiem jabłkowym, wskazując, że forma matrycy pokarmowej (w tym jabłko) może mieć wpływ na profil wchłaniania, co pośrednio wiąże się z funkcją trawienną i metabolizmem jelitowym.

Inne badania, takie jak Shah i wsp. (2003)⁵⁷ [USA] czy Balay i wsp. (2010)⁵⁴ [USA], koncentrowały się na biodostępności żelaza po spożyciu soków owocowych. Chociaż sok pomarańczowy był skuteczniejszy w zwiększaniu wchłaniania żelaza, spożycie soku jabłkowego również wykazywało korzystny wpływ, choć słabszy, co może mieć znaczenie w kontekście wspomagania funkcji absorpcyjnych przewodu pokarmowego.

Z kolei Rubido i wsp. (2018)⁵⁶ [Hiszpania] analizowali efekt mechanicznego oddziaływania żucia jabłek na jamę ustną i skład mikroflory płytki nazębnej. Mimo że nie wykazano działania czyszczącego porównywalnego ze szczotkowaniem, zaobserwowano istotne zmiany w indeksie płytki nazębnej, co może świadczyć o potencjalnym działaniu prebiotycznym lub antybakteryjnym składników obecnych w jabłkach.

W badaniu Trost i wsp. (2018)⁶⁰ [Włochy] oceniano wpływ soku jabłkowego o zwiększonej zawartości polifenoli na parametry związane z fermentacją jelitową i trawieniem. Wyniki wykazały zwiększenie wytwarzania gazów oraz zmiany w profilu metabolitów mikrobioty, co sugeruje aktywność prebiotyczną tego typu napoju. W badaniu Stracke i wsp. (2010)⁵⁹ [Niemcy] porównywano jabłka z upraw ekologicznych i konwencjonalnych – mimo różnic w zawartości bioaktywnych związków, nie odnotowano istotnych różnic w ich wpływie na funkcje trawienne, co może wskazywać na wtórne znaczenie pochodzenia jabłek przy krótkiej ekspozycji.

Badanie Valder i wsp. (2024)⁶¹ [Niemcy] pokazało, że rozcieńczony, sok jabłkowy zawierający polifenole wpływał korzystnie na odpowiedź glikemiczną i skład metabolitów kałowych związanych z fermentacją jelitową, w tym kwasów tłuszczowych o krótkim łańcuchu (SCFA), co może wspierać zdrowie jelit. Podobnie Valois i wsp. (2005)⁶² [Brazylia] w badaniu z udziałem niemowląt wykazali, że sok jabłkowy może korzystnie wpływać na tolerancję przewodu pokarmowego i konsystencję stolca, choć efekty te były niewielkie.

W badaniu Shirreffs i wsp. (2007)⁵⁸ [Wielka Brytania] porównywano sok jabłkowy typu „Apfelschorle” z wodą mineralną i napojem izotonicznym. Choć Gatorade zapewniał najszybsze nawodnienie, sok jabłkowy cechował się dobrą retencją płynów i nie powodował dolegliwości trawiennych, co potwierdza jego przydatność jako napoju nawadniającego o dobrej tolerancji żołądkowo-jelitowej.

W badaniu Wruss i wsp. (2015)⁶³ [Australia] spożycie soku jabłkowego prowadziło do wzrostu poziomu katechiny, epikatechiny i kwercetyny w osoczu, co wskazuje na dobrą biodostępność tych związków. Z perspektywy zdrowia jelitowego i mikrobioty może to sugerować dostępność substratów o działaniu prebiotycznym dla mikroorganizmów jelitowych, choć w badaniu nie analizowano bezpośrednio składu mikrobiomu. Zastosowanie niekontrolowanego projektu (brak placebo) i niewielka liczebność ograniczają siłę wnioskowania.

Darvishpour i wsp. (2021)⁶⁴ [Iran] wykazali, że syrop jabłkowy ma działanie przeciwwymiotne u pacjentów onkologicznych otrzymujących chemioterapię, co może być powiązane z działaniem ochronnym na błonę śluzową przewodu pokarmowego. Chociaż badanie nie oceniało mikrobioty ani parametrów fermentacyjnych, jego wyniki sugerują potencjał jabłkowych przetworów w modulowaniu czynności przewodu pokarmowego u pacjentów klinicznych.

Parkar i wsp. (2017)⁶⁵ [Nowa Zelandia] porównywali różne napoje jabłkowe wzbogacane o dodatki funkcjonalne. Wykazano, że zawartość polifenoli i ich forma wpływają na działanie prozdrowotne w kontekście trawienia i wchłaniania. Choć autorzy nie oceniali bezpośrednio mikrobioty, badanie potwierdziło potencjalny wpływ składu i formy przetworów jabłkowych na zdrowie jelit.

Zebrane dane z 13 badań klinicznych wskazują, że spożycie jabłek i ich przetworów – szczególnie soku jabłkowego oraz jabłek o podwyższonej zawartości polifenoli – może korzystnie oddziaływać na funkcjonowanie układu pokarmowego oraz mikrobiotę

jelitową. Obserwowano m.in. wzrost produkcji metabolitów bakteryjnych (SCFA), poprawę tolerancji przewodu pokarmowego, zmiany w składzie mikroflory jelitowej i jamy ustnej, a także poprawę biodostępności niektórych składników odżywczych. Choć wyniki części badań były niejednoznaczne, a wiele z nich miało ograniczenia metodologiczne (mała liczebność prób, brak grupy placebo, krótkie trwanie interwencji), ogólna tendencja sugeruje, że jabłka mogą pełnić funkcję prebiotyczną i wspierać homeostazę jelitową. Konieczne są dalsze, lepiej zaprojektowane badania z zastosowaniem ujednoliconych biomarkerów i oceną długoterminowego wpływu, by jednoznacznie potwierdzić kliniczne znaczenie tych obserwacji.

6. Ryzyko chorób przewlekłych (nowotwory, astma, zaćma)

Choroby przewlekłe, takie jak nowotwory, choroby układu oddechowego (np. astma) oraz choroby narządu wzroku (np. zaćma), stanowią istotne wyzwanie zdrowotne w skali globalnej, zarówno ze względu na częstość występowania, jak i koszty leczenia oraz pogorszenie jakości życia pacjentów. W kontekście strategii prewencji rośnie zainteresowanie rolą diety, w szczególności spożyciem owoców bogatych w związki bioaktywne. Jabłka, jako powszechnie dostępny owoc, dostarczają znacznych ilości polifenoli, w tym flawonoidów (np. kwercetyny), o udokumentowanym działaniu przeciwutleniającym, przeciwzapalnym oraz potencjalnie przeciwnowotworowym.

W przeglądzie tym zidentyfikowano 6 badań obserwacyjnych, w których badacze poszukiwali związku pomiędzy spożyciem jabłek a nowotworem prostaty (1 badanie), nowotworem jelita grubego (1 badanie), nowotworami ogółem (1 badanie) oraz rozwojem takich chorób jak zaćma (1 badanie) i astma (1 badanie).

Autor (rok)	Typ badania	Populacja	Interwencja	Komparator	Wyniki	Ograniczenia
Askari (2014)	obserwacyjne	50 pacjentów z rakiem prostaty i 100 osób z grupy kontrolnej (wiek 40-78 lat)	jabłko	osoby zdrowe	Wyniki badania sugerują, że spożycie owoców (w tym jabłek) i warzyw może wiązać się negatywnie z ryzykiem wystąpienia raka prostaty.	Używanie kwestionariusza FFQ może prowadzić do niedoszacowania wyników. Analiza nawyków tylko w kontekście ostatniego roku (choroba rozwija się dłużej). Ocena ryzyka nie uwzględniała aktywności fizycznej, poziomu wykształcenia i dostępu do opieki zdrowotnej. Mała wielkość próby.
Jędrychowski (2009)	obserwacyjne	186 osób z rakiem jelita grubego (57% mężczyźni) oraz 211 osób w kontroli	jabłko	brak interwencji	Zmniejszenie ryzyka raka jelita grubego związane ze spożyciem jabłek może wynikać z ich bogatej zawartości flawonoidów i innych polifenoli, które mogą hamować powstawanie raka i proliferację komórek.	Nie zgłoszono
Wang (2009)	obserwacyjne	38 408 kobiet, wiek ≥45 lat, bez chorób sercowo-naczyniowych i nowotworów na początku badania	Spożycie flawonoidów (flawonole: kwercetyna, kemferol, mirycetyna oraz flawony: apigenina, luteolina), oraz	grupy o najniższym spożyciu flawonoidów	Wyniki badania nie potwierdzają ochronnego działania flawonoidów oraz produktów bogatych we flawonoidy (w tym jabłek) w prewencji nowotworów u kobiet w	Możliwość błędów pomiarowych związanych z metodologią oceny spożycia (FFQ), ograniczona liczba analizowanych flawonoidów, brak danych dotyczących

			produktów bogatych we flawonoidy, w tym jabłek		średnim i starszym wieku.	zmienności zawartości flawonoidów w produktach, brak danych dotyczących długoterminowych zmian w diecie
Shaheen (2001)	obserwacyjne	1471 osób dorosłych w wieku 16–50 lat (607 przypadków astmy, 864 kontrolnych), populacja ogólna	Spożycie jabłek i innych produktów bogatych we flawonoidy oraz innych przeciwutleniaczy dietetycznych (selen, witaminy antyoksydacyjne)	grupa kontrolna bez astmy	Istotna dla spożycia jabłek ($p=0,006$) oraz dla selenu ($p=0,002$)	Badanie obserwacyjne, samodzielne raportowanie diety (możliwość błędów pomiarowych), umiarkowana odpowiedź uczestników na kwestionariusz (ok. 50%)
Fan (2023)	obserwacyjne	72 160 uczestników,	Spożycie warzyw i owoców	brak	zmniejszone ryzyko zaćmy przy wyższym spożyciu roślin strączkowych ($P = 0,0016$), pomidorów ($\geq 5,2$ vs. $<1,8$ porcji/tydzień: HR: 0,94, 95% CI: 0,88 do 1,00) oraz jabłek i gruszek (>7 vs. $<3,5$ porcji/tydzień: 0,89, 95% CI: 0,83 do 0,94; $P < 0,0001$)	Liczne ograniczenia m.in. w doborze grupy badanej

W badaniu Askari i wsp. (2014)⁶⁶ z udziałem 50 pacjentów z rakiem prostaty i 100 osób z grupy kontrolnej (w wieku 40-78 lat), przeanalizowano spożycie warzyw i owoców (kwestionariusz częstotliwości spożycia, FFQ) oraz ich wpływ na ryzyko powstawania raka prostaty. Zaobserwowano niezależny efekt ochronny dla najwyższego tercyla całkowitego spożycia owoców i warzyw (OR: 0,33, CI: 0,04-0,30, wartość $p < 0,001$), całkowitego spożycia owoców (OR: 0,30, CI: 0,06-0,4, wartość $p = 0,03$) i całkowitego spożycia warzyw (OR: 0,31, CI: 0,02-0,21, wartość $p < 0,001$). W grupie owoców zaobserwowano istotną odwrotną zależność dla jabłka i granatu. Wyniki badania sugerują, że spożycie owoców (w tym jabłek) i warzyw może wiązać się negatywnie z ryzykiem wystąpienia raka prostaty.⁶⁶

W polskim badaniu epidemiologicznym Jędrychowskiego i wsp. (2009),⁶⁷ oceniono z kolei wpływ spożycia jabłek na ryzyko nowotworu jelita grubego. W badaniu wzięło udział 186 osób z rakiem jelita grubego (57% mężczyźni) oraz 211 osób w kontroli. Wyniki wykazały, że ryzyko raka jelita grubego odwrotnie korelowało z dzienną liczbą porcji jabłek, ale zaobserwowano znaczne zmniejszenie szacunków OR dla spożycia jednej lub więcej porcji jabłek dziennie (OR = 0,37, 95% CI: 0,15 – 0,91). Ryzyko zachorowania na raka jelita

grubego oszacowano na podstawie wieloczynnikowego modelu logistycznego obejmującego zestaw potencjalnych zmiennych zakłócających, takich jak charakterystyka demograficzna badanych (wiek, płeć, miejsce zamieszkania, stan cywilny i aktywność zawodowa), całkowite spożycie energii (w terytlach) i spożycie warzyw (liczba porcji dziennie). Spożywanie codziennie co najmniej jednego jabłka było istotnie związane ze zmniejszonym ryzykiem raka jelita grubego. Zmniejszenie ryzyka raka jelita grubego związanego ze spożyciem jabłek może wynikać z bogatej zawartości flawonoidów i innych polifenoli, które mogą hamować rozwój raka i proliferację komórek.⁶⁷

Do innych wniosków doszli natomiast autorzy amerykańskiego badania obserwacyjnego, w którym udział wzięło 38 408 kobiet, w wieku ≥ 45 lat, bez chorób sercowo-naczyniowych i nowotworów. Przeanalizowano spożycie produktów zawierających flawonoidy (flawonole: kwercetyna, kemferol, mirycetyna oraz flawony: apigenina, luteolina), oraz produktów bogatych we flawonoidy, w tym jabłek.⁶⁸ Niestety autorzy nie znaleźli istotnych zależności między spożyciem flawonoidów, poszczególnych flawonoidów (kwercetyna, kemferol, mirycetyna, apigenina, luteolina), ani produktów bogatych we flawonoidy (w tym jabłek), a ryzykiem nowotworów ogółem oraz specyficznych typów nowotworów. Badanie to ma jednak liczne ograniczenia w tym m.in. możliwość błędów pomiarowych związanych z metodologią oceny spożycia (kwestionariusz częstotliwości spożycia, FFQ), ograniczona liczba analizowanych flawonoidów, brak danych dotyczących zmienności zawartości flawonoidów w produktach, brak danych dotyczących długoterminowych zmian w diecie, co ogranicza możliwość formułowania jednoznacznych wniosków.⁶⁸

W badaniu kliniczno-kontrolnym Shaheen i wsp. (2001)⁶⁹ z Wielkiej Brytanii analizowano z kolei zależność pomiędzy spożyciem produktów bogatych we flawonoidy oraz innych przeciwutleniaczy w diecie (selen, witaminy antyoksydacyjne) a astmą. Ocenie poddano zwyczajową diety za pomocą szczegółowego kwestionariusza częstotliwości spożycia pokarmów (FFQ) zawierającego ponad 200 produktów żywnościowych. W badaniu tym stwierdzono, iż spożycie jabłek było odwrotnie związane z występowaniem astmy ($OR=0,89$; 95% CI: 0,82–0,97; $p=0,006$). Selen także był negatywnie związany z astmą ($OR=0,84$; 95% CI: 0,75–0,94; $p=0,002$). Spożycie czerwonego wina było negatywnie związane z ciężkością astmy jednak nie zaobserwowano związku pomiędzy spożyciem innych flawonoidów i witamin antyoksydacyjnych a astmą.⁶⁹

Kolejnym wyodrębnionym badaniem było prospektywne badanie kohortowe z Wielkiej Brytanii mające na celu zbadanie związku między spożyciem owoców i warzyw a ryzykiem

zaćmy.⁷⁰ Do badania zostało włączonych 72 160 uczestników, którzy nie mieli zaćmy na początku badania, dane medyczne pochodziły z biobanku. Częstotliwość i rodzaj spożycia warzyw i owoców oceniano za pomocą internetowego kwestionariusza dietetycznego. Podczas średniego okresu obserwacji wynoszącego 9,1 roku u 5753 uczestników rozwinęła się zaćma z odpowiednią częstością występowania 8,0%. Po uwzględnieniu wielu zmiennych towarzyszących demograficznych, medycznych i stylu życia, wyższe spożycie warzyw i owoców zwłaszcza roślin strączkowych, pomidorów, jabłek i gruszek, wiązało się z niższym ryzykiem zaćmy ($\geq 6,5$ vs. < 2 porcje/tydzień, współczynnik ryzyka [HR]: 0,82, 95% CI: 0,76 do 0,89; $P < 0,0001$). Jeśli chodzi o poszczególne rodzaje warzyw i owoców to stwierdzono znacznie zmniejszone ryzyko zaćmy przy wyższym spożyciu roślin strączkowych ($P = 0,0016$), pomidorów ($\geq 5,2$ vs. $< 1,8$ porcji/tydzień: HR: 0,94, 95% CI: 0,88 do 1,00) oraz jabłek i gruszek (> 7 vs. $< 3,5$ porcji/tydzień: 0,89, 95% CI: 0,83 do 0,94; $P < 0,0001$). Sami autorzy zaraportowali jednak liczne ograniczenia w przeprowadzeniu badania mogące mieć wpływ na wyniki, co wpływa na brak możliwości ekstrapolacji wniosków z badania.⁷⁰

Dostępne dane epidemiologiczne i kliniczno-kontrolne sugerują, że spożycie jabłek może wiązać się z obniżonym ryzykiem wystąpienia wybranych chorób przewlekłych, w tym niektórych nowotworów, astmy oraz zaćmy. W badaniach z udziałem pacjentów z rakiem prostaty oraz rakiem jelita grubego wykazano istotną odwrotną zależność między konsumpcją jabłek a ryzykiem wystąpienia tych nowotworów, co może być związane z obecnością polifenoli, takich jak flawonoidy, wykazujących działanie przeciwproliferacyjne i przeciwutleniające. Analogicznie, inne badania wykazały, że regularne spożycie jabłek może być negatywnie związane z występowaniem astmy oraz zaćmy, co może wynikać z ich właściwości przeciwzapalnych i antyoksydacyjnych. Jednocześnie wyniki dużych badań prospektywnych nie zawsze potwierdzają te zależności, co może być wynikiem ograniczeń metodologicznych, takich jak niedoskonałość narzędzi do oceny spożycia, brak danych o zmienności składników bioaktywnych czy wpływu długoterminowych zmian dietetycznych. Mimo tych ograniczeń, jabłka jako źródło naturalnych związków ochronnych mogą mieć potencjalne znaczenie w profilaktyce chorób przewlekłych, co uzasadnia potrzebę dalszych, dobrze zaprojektowanych badań.



Wnioski i implikacje praktyczne

Wyniki przeprowadzonego przeglądu systematycznego dostarczają aktualnej i usystematyzowanej wiedzy na temat potencjalnych efektów zdrowotnych związanych ze spożyciem jabłek oraz ich przetworów, w tym soków jabłkowych. Uwzględnione badania kliniczne – zarówno interwencyjne, jak i obserwacyjne – wskazują na zróżnicowane, jednakże często korzystne, oddziaływanie tych produktów na wybrane parametry zdrowotne, takie jak funkcje metaboliczne, markery stanu zapalnego, wskaźniki układu sercowo-naczyniowego oraz na ogólną kondycję organizmu.

Poniżej przedstawiono podsumowanie najważniejszych ustaleń oraz ich znaczenie dla praktyki klinicznej, zdrowia publicznego i przyszłych kierunków badań.

Spożycie jabłek (świeże, suszone, przetworzone z zachowaniem miąższu i skórek)

- Może obniżać poziom cholesterolu całkowitego i LDL-C, szczególnie wśród osób z podwyższonym ryzykiem sercowo-naczyniowym.
- Wykazuje korzystny wpływ na glikemię poposiłkową – spożycie jabłek przed posiłkiem (preload) obniża pik glikemii i poprawia wrażliwość insulinową.
- Może zwiększać uczucie sytości oraz zmniejszać późniejsze spożycie energii, co może wspomagać kontrolę masy ciała.
- Zawarte w jabłkach błonnik pokarmowy i polifenole mogą wpływać prebiotycznie, wspierając mikrobiotę jelitową i poprawiając fermentację jelitową (produkcję SCFA).
- Spożycie jabłek było związane z niższym ryzykiem występowania nowotworów (np. raka jelita grubego), astmy oraz zaćmy.
- Badania sugerują możliwy, choć niejednoznaczny, wpływ na funkcje poznawcze i objawy neuropsychiatryczne u osób z chorobą Alzheimera.

Spożycie soków jabłkowych (klarownych, mętnych, fermentowanych, naturalnych, wzbogacanych)

- W niektórych badaniach zaobserwowano poprawę profilu lipidowego, zmniejszenie LDL cholesterolu i markerów stresu oksydacyjnego, szczególnie w przypadku soków mętnych bogatych w polifenole.
- Klarowny sok jabłkowy nie wpływa negatywnie na glikemię, może być bezpieczny jako napój nawadniający u dzieci, również w warunkach okołooperacyjnych.

- Sok jabłkowy może wspierać równowagę oksydacyjno-zapalną u zdrowych osób oraz pacjentów (np. kobiet w ciąży), choć efekty są zależne od dawki i czasu spożycia.
- Potencjalne efekty prebiotyczne i immunomodulujące były bardziej wyraźne w przypadku soków z dodatkiem miąższu lub wyłoków.

WNIOSKI KOŃCOWE

- ☒ Jabłka i ich przetwory, w tym soki mogą wspierać zdrowie metaboliczne i sercowo-naczyniowe oraz działać prewencyjnie wobec wybranych chorób przewlekłych.
- ☒ Spożycie jabłek – w formie świeżej lub suszonej – może korzystnie wpływać na glikemię poposiłkową, wrażliwość insulinową oraz uczucie sytości.
- ☒ Jabłka mogą wspierać zdrowie jelit poprzez działanie prebiotyczne i modulację mikrobioty jelitowej.
- ☒ Wpływ jabłek i ich przetworów na funkcje poznawcze, odporność i ryzyko nowotworów wymaga dalszych, wysokiej jakości badań.
- ☒ Wydaje się, że efekty zdrowotne są bardziej spójne i lepiej udokumentowane w przypadku spożycia jabłek jako całych owoców. W odniesieniu do soków jabłkowych, zwłaszcza klarownych, liczba dostępnych badań jest ograniczona, a ich wyniki są fragmentaryczne i niejednokrotnie niespójne, co utrudnia wyciągnięcie jednoznacznych wniosków. Dlatego istnieje potrzeba kontynuacji badań dotyczących soków jabłkowych.

REKOMENDACJE DLA DALSZYCH BADAŃ DOTYCZĄCYCH ZDROWOTNYCH WŁAŚCIWOŚCI SOKU JABŁKOWEGO

Zwiększenie liczby randomizowanych badań kontrolowanych (RCT)

– Należy przeprowadzać dobrze zaprojektowane, randomizowane badania z grupą placebo lub kontrolną (np. woda, inny sok owocowy), aby wiarygodnie ocenić wpływ spożycia soku jabłkowego na wybrane wskaźniki zdrowotne.

Jednoznaczne określenie rodzaju soku jabłkowego

– Konieczne jest precyzyjne raportowanie rodzaju soku: klarowny vs mętny, sposobu wytwarzania, obecności miąższu, zawartości polifenoli, błonnika i cukrów.

Ujednolicenie dawek i czasu trwania interwencji

– Zaleca się standaryzację dawki interwencyjnej (np. 200 ml/dzień) i zastosowanie odpowiednio długiego okresu badania (minimum 4–12 tygodni) w celu oceny efektów metabolicznych i fizjologicznych.

Ocena długoterminowych efektów klinicznych

– Konieczne są badania o dłuższym czasie trwania (powyżej 3 miesięcy), aby ocenić wpływ regularnego spożycia soków jabłkowych na ryzyko chorób przewlekłych (np. chorób sercowo-naczyniowych, cukrzycy typu 2).

Analiza efektów zależnych od bioaktywności soku

– Wskazane jest porównywanie różnych rodzajów soków (np. klarowny vs mętny; sok świeży vs pasteryzowany) pod kątem ich bioaktywności, a także oznaczanie poziomów markerów biologicznych (np. polifenoli w osoczu).

Suplement

Poniżej przedstawiono szczegółowe zapytania użyte w poszczególnych bazach danych w ramach przeszukiwania literatury do przeglądu systematycznego.

Data wyszukiwania we wszystkich bazach: 9 stycznia 2025 r.

PubMed

*(("malus"[MeSH Terms] OR ("apple"[Title/Abstract] OR "apples"[Title/Abstract]))
NOT ("iphone"[Title/Abstract] OR "iphone's"[Title/Abstract] OR "iphones"[Title/Abstract]
OR "iPad"[Title/Abstract] OR "Apple Watch"[Title/Abstract] OR "Apple App"[Title/Abstract]
OR "Apple Store"[Title/Abstract] OR "Apple iTunes"[Title/Abstract] OR "iOS"[Title/Abstract]))
AND ((clinicalstudy[Filter] OR observationalstudy[Filter]) AND (2000:3000/12/12[pdat]))*

Zastosowane filtry:

- Typ publikacji: badania kliniczne i obserwacyjne
- Data publikacji: 2000–2024
- Język: brak ograniczenia (uwzględniane podczas dalszej selekcji)

Embase

*('apple juice':ab,ti OR 'apple':ab,ti OR 'apple pomace':ab,ti)
NOT ('iphone':ab,ti OR 'iphones':ab,ti OR 'ipad':ab,ti OR 'apple watch':ab,ti
OR 'apple app':ab,ti OR 'apple store':ab,ti OR 'apple itunes':ab,ti OR 'ios':ab,ti)
AND ([article]/lim OR [article in press]/lim)
AND ([english]/lim OR [polish]/lim)
AND [humans]/lim
AND [clinical study]/lim
AND ('disease management'/lnk OR 'drug therapy'/lnk OR 'epidemiology'/lnk
OR 'etiology'/lnk OR 'pharmacokinetics'/lnk OR 'prevention'/lnk
OR 'rehabilitation'/lnk OR 'side effect'/lnk OR 'therapy'/lnk)
AND [2000-2025]/py*

Zastosowane filtry:

- Typ dokumentu: artykuły recenzowane (w druku i opublikowane)
- Język: angielski i polski
- Populacja: ludzie
- Typ badań: badania kliniczne
- Zakres tematyczny: zdrowie i leczenie (epidemiologia, terapia, profilaktyka itp.)
- Data publikacji: 2000–2024

Cochrane Library

Hasło główne: *Malus*

Synonimy: *Apple, Crab; Crab Apple; Apples, Crab; Crab Apples; Trees, Apple; Malus domestica; Tree, Apple; Apple Tree; Apple Trees; Apple; Apples*

Zastosowane filtry:

- Typ badań: badania kliniczne
- Brak ograniczeń językowych (selekcja w dalszych etapach)

Bibliografia

1. Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *Bmj*. Mar 29 2021;372:n160. doi:10.1136/bmj.n160
2. Eckel N, Li Y, Kuxhaus O, Stefan N, Hu FB, Schulze MB. Transition from metabolic healthy to unhealthy phenotypes and association with cardiovascular disease risk across BMI categories in 90 257 women (the Nurses' Health Study): 30 year follow-up from a prospective cohort study. *The lancet Diabetes & endocrinology*. 2018;6 9:714-724.
3. Itoh H, Kaneko H, Kiriyaama H, et al. Metabolically Healthy Obesity and the Risk of Cardiovascular Disease in the General Population - Analysis of a Nationwide Epidemiological Database. *Circulation journal : official journal of the Japanese Circulation Society*. 2021;
4. Kwasny C, Manuwald U, Kugler J, Rothe U. Systematic Review of the Epidemiology and Natural History of the Metabolic Vascular Syndrome and its Coincidence with Type 2 Diabetes Mellitus and Cardiovascular Diseases in Different European Countries. *Hormone and Metabolic Research*. 2017;50:201 - 208.
5. Janszky I, Vatten LJ, Romundstad PR, et al. Metabolic syndrome in Poland - the PONS Study. *Annals of agricultural and environmental medicine : AAEM*. 2011;18 2:270-2.
6. Fatima A, Niaz K, Qudoos A, Murad S. Use of apple to prevent risk of atherosclerosis. Article. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*. 2014;8(4):1038-1040.
7. Ravn-Haren G, Dragsted LO, Buch-Andersen T, et al. Intake of whole apples or clear apple juice has contrasting effects on plasma lipids in healthy volunteers. *Eur J Nutr*. Dec 2013;52(8):1875-89. doi:10.1007/s00394-012-0489-z
8. Tenore GC, Caruso D, Buonomo G, et al. Annurca (*Malus pumila* Miller cv. Annurca) apple as a functional food for the contribution to a healthy balance of plasma cholesterol levels: results of a randomized clinical trial. *J Sci Food Agric*. May 2017;97(7):2107-2115. doi:10.1002/jsfa.8016
9. Alvarez-Parrilla E, De La Rosa LA, Legarreta P, Saenz L, Rodrigo-García J, González-Aguilar GA. Daily consumption of apple, pear and orange juice differently affects plasma lipids and antioxidant capacity of smoking and non-smoking adults. *Int J Food Sci Nutr*. Jun 2010;61(4):369-80. doi:10.3109/09637480903514041
10. Barnett MPG, Young W, Armstrong K, et al. A Polyphenol Enriched Variety of Apple Alters Circulating Immune Cell Gene Expression and Faecal Microbiota Composition in Healthy Adults: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. Mar 27 2021;13(4)doi:10.3390/nu13041092
11. Blair CK, Kelly AS, Steinberger J, et al. Feasibility and preliminary efficacy of the effects of flavanoid-rich purple grape juice on the vascular health of childhood cancer survivors: A randomized, controlled crossover trial. Article in Press. *Pediatric Blood and Cancer*. 2014;doi:10.1002/pbc.25202
12. Barth SW, Koch TCL, Watzl B, Dietrich H, Will F, Bub A. Moderate effects of apple juice consumption on obesity-related markers in obese men: Impact of diet-gene interaction on body fat content. Article. *European Journal of Nutrition*. 2012;51(7):841-850. doi:10.1007/s00394-011-0264-6
13. Bondonno NP, Bondonno CP, Blekkenhorst LC, et al. Flavonoid-Rich Apple Improves Endothelial Function in Individuals at Risk for Cardiovascular Disease: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Mol Nutr Food Res*. Feb 2018;62(3)doi:10.1002/mnfr.201700674
14. Chai SC, Hooshmand S, Saadat RL, Payton ME, Brummel-Smith K, Arjmandi BH. Daily apple versus dried plum: impact on cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women. *J Acad Nutr Diet*. Aug 2012;112(8):1158-68. doi:10.1016/j.jand.2012.05.005

15. Conceição De Oliveira M, Sichieri R, Sanchez Moura A. Weight loss associated with a daily intake of three apples or three pears among overweight women. Article. *Nutrition*. 2003;19(3):253-256. doi:10.1016/S0899-9007(02)00850-X
16. Eisner A, Ramachandran P, Cabalbag C, et al. Effects of Dried Apple Consumption on Body Composition, Serum Lipid Profile, Glucose Regulation, and Inflammatory Markers in Overweight and Obese Children. *J Med Food*. Mar 2020;23(3):242-249. doi:10.1089/jmf.2019.0044
17. Gualtieri P, Marchetti M, Frank G, et al. Antioxidant-Enriched Diet on Oxidative Stress and Inflammation Gene Expression: A Randomized Controlled Trial. *Genes (Basel)*. Jan 13 2023;14(1)doi:10.3390/genes14010206
18. Briviba K, Stracke BA, Rüfer CE, Watzl B, Weibel FP, Bub A. Effect of consumption of organically and conventionally produced apples on antioxidant activity and DNA damage in humans. *J Agric Food Chem*. Sep 19 2007;55(19):7716-21. doi:10.1021/jf0710534
19. Koutsos A, Riccadonna S, Ulaszewska MM, et al. Two apples a day lower serum cholesterol and improve cardiometabolic biomarkers in mildly hypercholesterolemic adults: a randomized, controlled, crossover trial. *Am J Clin Nutr*. Feb 1 2020;111(2):307-318. doi:10.1093/ajcn/nqz282
20. Coles LT, Clifton PM. Effect of beetroot juice on lowering blood pressure in free-living, disease-free adults: A randomized, placebo-controlled trial. Article. *Nutrition Journal*. 2012;11(1)doi:10.1186/1475-2891-11-106
21. Vafa MR, Haghighatjoo E, Shidfar F, Afshari S, Gohari MR, Ziaee A. Effects of apple consumption on lipid profile of hyperlipidemic and overweight men. Article. *International Journal of Preventive Medicine*. 2011;2(2):94-100.
22. Yuliwati N, Wiboworini B, Widyaningsih V. The effect of strawberry, rome beauty apple, and their combination on the level of low-density lipoprotein cholesterol of type 2 diabetes mellitus patients. Article. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*. 2020;10(12):1105-1109. doi:10.5455/njppp.2020.10.10267202024102020
23. Koutsos A, Riccadonna S, Ulaszewska MM, et al. Two apples a day lower serum cholesterol and improve cardiometabolic biomarkers in mildly hypercholesterolemic adults: a randomized, controlled, crossover trial. *Am J Clin Nutr*. Feb 1 2020;111(2):307-318. doi:10.1093/ajcn/nqz282
24. Pasmans K, Meex RCR, van Loon LJC, Blaak EE. Nutritional strategies to attenuate postprandial glycemic response. *Obes Rev*. Sep 2022;23(9):e13486. doi:10.1111/obr.13486
25. Vlachos D, Malisova S, Lindberg FA, Karaniki G. Glycemic Index (GI) or Glycemic Load (GL) and Dietary Interventions for Optimizing Postprandial Hyperglycemia in Patients with T2 Diabetes: A Review. *Nutrients*. May 27 2020;12(6)doi:10.3390/nu12061561
26. Manzano M, Giron MD, Vilchez JD, et al. Apple polyphenol extract improves insulin sensitivity in vitro and in vivo in animal models of insulin resistance. *Nutr Metab (Lond)*. 2016;13:32. doi:10.1186/s12986-016-0088-8
27. Snyder SM, Zhao B, Luo T, et al. Consumption of Quercetin and Quercetin-Containing Apple and Cherry Extracts Affects Blood Glucose Concentration, Hepatic Metabolism, and Gene Expression Patterns in Obese C57BL/6J High Fat-Fed Mice. *J Nutr*. May 2016;146(5):1001-7. doi:10.3945/jn.115.228817
28. Lu X, Lu J, Fan Z, et al. Both Isocarbohydrate and Hypercarbohydrate Fruit Preloads Curbed Postprandial Glycemic Excursion in Healthy Subjects. *Nutrients*. Jul 19 2021;13(7)doi:10.3390/nu13072470
29. Zhao W, Liu Z, Fan Z, et al. Apple preload increased postprandial insulin sensitivity of a high glycemic rice meal only at breakfast. Journal article. *European journal of nutrition*. 2023;62(3):1427-1439. doi:10.1007/s00394-022-03079-4
30. Abdul Hakim BN, Yahya HM, Shahar S, Abdul Manaf Z, Damanhuri H. Effect of Sequence of Fruit Intake in a Meal on Satiety. *Int J Environ Res Public Health*. Nov 13 2019;16(22)doi:10.3390/ijerph16224464

31. Sansone K, Kern M, Hong MY, Liu C, Hooshmand S. Acute Effects of Dried Apple Consumption on Metabolic and Cognitive Responses in Healthy Individuals. *J Med Food*. Nov 2018;21(11):1158-1164. doi:10.1089/jmf.2017.0152
32. Zhao W, Wang L, Fan Z, et al. Co-ingested vinegar-soaked or preloaded dried apple mitigated acute postprandial glycemia of rice meal in healthy subjects under equicarbohydrate conditions. *Nutr Res*. Nov 2020;83:108-118. doi:10.1016/j.nutres.2020.09.003
33. Zhu R, Fan Z, Dong Y, Liu M, Wang L, Pan H. Postprandial Glycaemic Responses of Dried Fruit-Containing Meals in Healthy Adults: Results from a Randomised Trial. *Nutrients*. May 30 2018;10(6)doi:10.3390/nu10060694
34. Song Y, Manson JE, Buring JE, Sesso HD, Liu S. Associations of dietary flavonoids with risk of type 2 diabetes, and markers of insulin resistance and systemic inflammation in women: A prospective study and cross-sectional analysis. Article. *Journal of the American College of Nutrition*. 2005;24(5):376-384.
35. Li H, Xie S, Zhang X, Xia Y, Zhang Y, Wang L. Mid-pregnancy consumption of fruit, vegetable and fruit juice and the risk of gestational diabetes mellitus: A correlation study. *Clin Nutr ESPEN*. Dec 2021;46:505-509. doi:10.1016/j.clnesp.2021.08.033
36. Castillo-Zamora C, Castillo-Peralta LA, Nava-Ocampo AA. Randomized trial comparing overnight preoperative fasting period Vs oral administration of apple juice at 06:00-06:30 AM in pediatric orthopedic surgical patients. Article. *Paediatric Anaesthesia*. 2005;15(8):638-642. doi:10.1111/j.1460-9592.2005.01517.x
37. Spencer JP. The impact of fruit flavonoids on memory and cognition. *Br J Nutr*. Oct 2010;104 Suppl 3:S40-7. doi:10.1017/s0007114510003934
38. Ortiz D, Shea TB. Apple juice prevents oxidative stress induced by amyloid-beta in culture. Article. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2004;6(1):27-30. doi:10.3233/JAD-2004-6104
39. Anderson JR, Maki KC, Palacios OM, Edirisinghe I, Burton-Freeman B, Spitznagel MB. Varying roles of glucoregulatory function measures in postprandial cognition following milk consumption. *Eur J Nutr*. Apr 2021;60(3):1499-1510. doi:10.1007/s00394-020-02343-9
40. Bondonno CP, Downey LA, Croft KD, et al. The acute effect of flavonoid-rich apples and nitrate-rich spinach on cognitive performance and mood in healthy men and women. *Food Funct*. May 2014;5(5):849-58. doi:10.1039/c3fo60590f
41. Remington R, Chan A, Lepore A, Kotlya E, Shea TB. Apple juice improved behavioral but not cognitive symptoms in moderate-to-late stage Alzheimer's disease in an open-label pilot study. Article. *American Journal of Alzheimer's Disease and other Dementias*. 2010;25(4):367-371. doi:10.1177/1533317510363470
42. Girotto OS, Furlan OO, Moretti Junior RC, et al. Effects of apples (*Malus domestica*) and their derivatives on metabolic conditions related to inflammation and oxidative stress and an overview of by-products use in food processing. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2024:1-32.
43. Jung M, Triebel S, Anke T, Richling E, Erkel G. Influence of apple polyphenols on inflammatory gene expression. *Molecular nutrition & food research*. 2009;53(10):1263-1280.
44. Chen B, Tuuli MG, Longtine MS, et al. Pomegranate juice and punicalagin attenuate oxidative stress and apoptosis in human placenta and in human placental trophoblasts. Article. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*. 2012;302(9):E1142-E1152. doi:10.1152/ajpendo.00003.2012
45. Guo C, Wei J, Yang J, Xu J, Pang W, Jiang Y. Pomegranate juice is potentially better than apple juice in improving antioxidant function in elderly subjects. Article. *Nutrition Research*. 2008;28(2):72-77. doi:10.1016/j.nutres.2007.12.001
46. Soriano-Maldonado A, Hidalgo M, Arteaga P, de Pascual-Teresa S, Nova E. Effects of regular consumption of vitamin C-rich or polyphenol-rich apple juice on cardiometabolic markers in healthy adults: a

- randomized crossover trial. Article in Press. *European Journal of Nutrition*. 2014;1-13. doi:10.1007/s00394-014-0670-7
47. Yuan L, Meng L, Ma W, et al. Impact of apple and grape juice consumption on the antioxidant status in healthy subjects. *Int J Food Sci Nutr*. Dec 2011;62(8):844-50. doi:10.3109/09637486.2011.587399
 48. Ko SH, Choi SW, Ye SK, Cho BL, Kim HS, Chung MH. Comparison of the antioxidant activities of nine different fruits in human plasma. *J Med Food*. Spring 2005;8(1):41-6. doi:10.1089/jmf.2005.8.41
 49. Khan M, Ahmad S, Pratap PD. Microbial dysbiosis and associated human diseases. *GSC Adv Res Rev*. 2024;20:209-240.
 50. Yamashiro Y. Gut microbiota in health and disease. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2018;71(3-4):242-246.
 51. So D, Whelan K, Rossi M, et al. Dietary fiber intervention on gut microbiota composition in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*. 2018;107(6):965-983.
 52. He Z, Deng N, Zheng B, et al. Apple peel polyphenol alleviates antibiotic-induced intestinal dysbiosis by modulating tight junction proteins, the TLR4/NF- κ B pathway and intestinal flora. *Food & Function*. 2023;14(14):6678-6689.
 53. Alexander C, Brauchla M, Sanoshy KD, et al. Bowel habits, faecal microbiota and faecal bile acid composition of healthy adults consuming fruit pomace fibres: two-arm, randomised, double-blinded, placebo-controlled trials. *Br J Nutr*. Jul 14 2023;130(1):42-55. doi:10.1017/s0007114522002951
 54. Balay KS, Hawthorne KM, Hicks PD, et al. Orange but not apple juice enhances ferrous fumarate absorption in small children. Article. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2010;50(5):545-550. doi:10.1097/MPG.0b013e3181b1848f
 55. Espersen R, Ejlsmark-Svensson H, Madsen LR, et al. Influence of food matrix delivery system on the bioavailability of vitamin D(3): A randomized crossover trial in postmenopausal women. *Nutrition*. Mar 2023;107:111911. doi:10.1016/j.nut.2022.111911
 56. Rubido S, García-Caballero L, Abeleira MT, Limeres J, García M, Diz P. Effect of chewing an apple on dental plaque removal and on salivary bacterial viability. *PloS one*. 2018;13(7):e0199812. doi:10.1371/journal.pone.0199812
 57. Shah M, Griffin IJ, Lifschitz CH, Abrams SA. Effect of orange and apple juices on iron absorption in children. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. Dec 2003;157(12):1232-6. doi:10.1001/archpedi.157.12.1232
 58. Shirreffs SM, Aragon-Vargas LF, Keil M, Love TD, Phillips S. Rehydration after exercise in the heat: A comparison of 4 commonly used drinks. Article. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2007;17(3):244-258. doi:10.1123/ijsnem.17.3.244
 59. Stracke BA, Rüfer CE, Bub A, et al. No effect of the farming system (organic/conventional) on the bioavailability of apple (*Malus domestica* Bork., cultivar Golden Delicious) polyphenols in healthy men: a comparative study. *Eur J Nutr*. Aug 2010;49(5):301-10. doi:10.1007/s00394-009-0088-9
 60. Trošt K, Ulaszewska MM, Stanstrup J, et al. Host: Microbiome co-metabolic processing of dietary polyphenols - An acute, single blinded, cross-over study with different doses of apple polyphenols in healthy subjects. *Food Res Int*. Oct 2018;112:108-128. doi:10.1016/j.foodres.2018.06.016
 61. Valder S, Staltner R, Bizjak DA, et al. Effect of Sugar- and Polyphenol-Rich, Diluted Cloudy Apple Juice on the Intestinal Barrier after Moderate Endurance Exercise and in Ultra-Marathon Runners. *Nutrients*. Apr 30 2024;16(9)doi:10.3390/nu16091353
 62. Valois S, Costa-Ribeiro H, Jr., Mattos A, Ribeiro TC, Mendes CM, Lifshitz F. Controlled, double-blind, randomized clinical trial to evaluate the impact of fruit juice consumption on the evolution of infants with acute diarrhea. *Nutr J*. Aug 9 2005;4:23. doi:10.1186/1475-2891-4-23

63. Wruss J, Lanzerstorfer P, Huemer S, et al. Differences in pharmacokinetics of apple polyphenols after standardized oral consumption of unprocessed apple juice. *Nutr J*. Apr 1 2015;14:32. doi:10.1186/s12937-015-0018-z
64. Darvishpour S, Avan R, Azadbakht M, et al. *Malus domestica* reduces chemotherapy-induced nausea and vomiting: A randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. Article. *Journal of Research in Medical Sciences*. 2021;26(1)doi:10.4103/jrms.JRMS_833_20
65. Parkar SG, Eady S, Cabecinha M, Skinner MA. Consumption of apple-boysenberry beverage decreases salivary *Actinomyces naeslundii* and their adhesion in a multi-species biofilm model. *Benef Microbes*. Apr 26 2017;8(2):299-307. doi:10.3920/bm2016.0061
66. Askari F, Parizi MK, Jessri M, Rashidkhani B. Fruit and vegetable intake in relation to prostate cancer in Iranian men: a case-control study. Article. *Asian Pacific journal of cancer prevention : APJCP*. 2014;15(13):5223-5227.
67. Jedrychowski W, Maugeri U, Pac A, Sochacka-Tatara E, Galas A. Reduced risk of colorectal cancer and regular consumption of apples: Hospital based case-control study in Poland. Article. *Central European Journal of Medicine*. 2009;4(3):320-326. doi:10.2478/s11536-009-0033-6
68. Wang L, Lee IM, Zhang SM, Blumberg JB, Buring JE, Sesso HD. Dietary intake of selected flavonols, flavones, and flavonoid-rich foods and risk of cancer in middle-aged and older women. *Am J Clin Nutr*. Mar 2009;89(3):905-12. doi:10.3945/ajcn.2008.26913
69. Shaheen SO, Sterne JAC, Thompson RL, Songhurst CE, Margetts BM, Burney PGJ. Dietary antioxidants and asthma in adults: Population-based case-control study. Article. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2001;164(10 Pt 1):1823-1828. doi:10.1164/ajrccm.164.10.2104061
70. Fan H, Han X, Shang X, et al. Fruit and vegetable intake and the risk of cataract: insights from the UK Biobank study. Article. *Eye (Basingstoke)*. 2023;37(15):3234-3242. doi:10.1038/s41433-023-02498-9

