

SKŁADNIKI ODŻYWCZE W 100% SOKU OWOCOWYM SĄ DOSTĘPNE BIOLOGICZNIE, A ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW BIOAKTYWNYCH JEST WYŻSZA W SOKU PASTERYZOWANYM NIŻ W ŚWIEŻO WYCISKANYM

Zgodnie z prawem UE, do 100% soku owocowego nie dodaje się, ani nie usuwa się z niego żadnych składników. Właśnie dlatego wartość odżywcza soku odzwierciedla wartość owocu, z którego sok pozyskano¹.

W poniższej tabeli pokazano zawartość składników odżywczych w 100 gramach 100% soku pomarańczowego.

Wartości zaznaczone kolorem pomarańczowym oznaczają te składniki, o których zgodnie z przepisami można informować na opakowaniu, że produkt jest ich źródłem (np. „źródło witaminy C”).

Wartość energetyczna	41 kcal
Wapń	11 mg
Żelazo	0,2 mg
Magnez	9,5 mg
Fosfor	15,3 mg
Potas	152 mg
Cynk	0,06 mg
Witamina C	36,4 mg
Tiamina	0,08 mg
Ryboflawina	0,02 mg
Niacyna	0,29 mg
Foliany	21,5 µg
Witamina B6	0,07 mg
Witamina B12	0,02 mg
Witamina A	4,1 µg
Witamina D	0,0 µg
Witamina E	0,8 mg
Witamina K	0,08 µg

Oprócz powyższych składników odżywczych, 100% sok pomarańczowy zawiera substancje bioaktywne, takie jak karotenoidy (zwłaszcza luteina i kryptoksantina), polifenole (hesperydyna i narinaryna, a więc związki z grupy flawanonów) oraz pektyna (błonnik).

Badania kliniczne wykazały, że hesperydyna pomaga osobom cierpiącym na zaburzenia neurologiczne i psychiatryczne, a także na choroby układu krążenia². Jej wpływ na funkcjonowanie mózgu może wynikać stąd, że flawanony z cytrusów przenikają przez barierę krew-mózg, co zwiększa ich potencjalną rolę w obniżaniu ryzyka neurodegeneracji³. Ponadto hesperydynie przypisuje się działanie antyoksydacyjne, antyalergiczne i immunomodulacyjne, łagodzenie zaburzeń hormonalnych, działanie przeciwwrzodowe, a

potencjalnie także działanie przyspieszające gojenie się ran⁴.

CZYM JEST BIODOSTĘPNOŚĆ?

Biodostępność jest miarą tego, w jakim stopniu zawarte w żywności składniki odżywcze są wchłaniane i wykorzystywane przez organizm. Przykładowo, szpinak jest bogaty w żelazo, ale ze względu na obecność innych naturalnych związków, takich jak kwas szczawowy, ludzki organizm wchłania niespełna 10% tego pierwiastka.⁵ Jednak, niektóre pokarmy i składniki odżywcze mogą poprawiać biodostępność. W przypadku szpinaku, wchłanianie żelaza można zwiększyć wypijając szklankę 100% soku owocowego.

CZY SKŁADNIKI ZAWARTE W 100% SOKU OWOCOWYM SĄ BIODOSTĘPNE?

W jednym z badań zmierzono biodostępność polifenoli zawartych w 100% soku owocowym. Badanie przeprowadzono na grupie 12 osób dorosłych, które przez 2 dni pozostawały na diecie o niskiej zawartości polifenoli, a następnie otrzymały do wypicia 250 ml 100% soku pomarańczowego wzbogaconego mięszem lub napój-placebo, po czym nastąpił 2-tygodniowy okres eliminacji substancji z organizmu⁶. Wypity sok pomarańczowy zawierał 584 mmole polifenoli, przede wszystkim w postaci flawanonów.

Metodą dobowej zbiórki moczu stwierdzono, że metabolity flawanonów zaczęły pojawiać się w ciągu 2-10 godzin po spożyciu, co jest zbieżne z powszechnie przyjętym poglądem, iż flawanony wchłaniane są zarówno w jelicie cienkim, jak i grubym. Zaobserwowano dużą ilość katabolitów flawanonów (powstających podczas rozkładu), stanowiącą równowartość 88% spożytej dawki. Wyniki te wskazują, iż polifenole w 100% soku owocowym zdają się być bardziej biodostępne niż wcześniej sądzono.

W innym, bardziej długookresowym badaniu⁷ skupiono się na biodostępności składników odżywczych i substancji bioaktywnych w 100% soku owocowym. Przez okres 3 tygodni grupa 13 zdrowych osób dorosłych o normalnej masie ciała otrzymywała codziennie 236 ml soku, zawierającego 256 mg witaminy C, 229 mg hesperydyny, 6 mg karotenoidów oraz 160 µg folianów.

W porównaniu z wynikami uzyskanymi przed rozpoczęciem badania, w próbkach krwi uczestników eksperymentu stwierdzono znaczny wzrost poziomu składników odżywczych (np. zawartość witaminy C i folianów wzrosła o ok. 50%, a zawartość flawononów

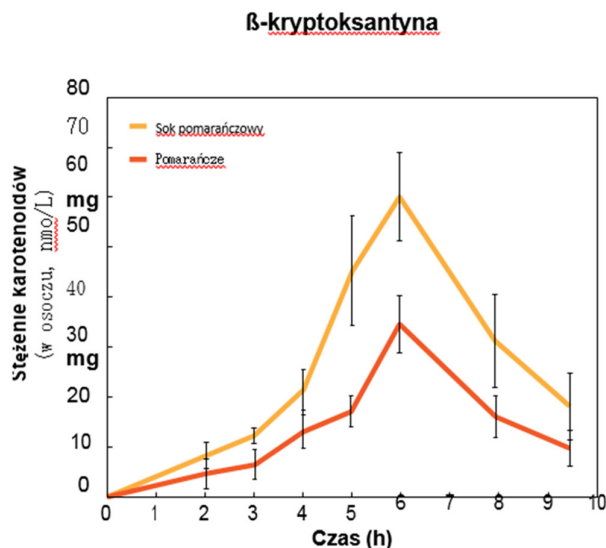
zwiększyła się ośmiokrotnie). Z kolei poziom karotenoidów wzrósł o 22%. Badanie moczu potwierdziło 9-krotnie większe wydalanie flawanonów, których poziom powrócił do wartości wyjściowej w ciągu 2 tygodni od zaprzestania spożywania soku.

Warto zauważyć, że w okresie badania zmianie nie uległa masa ciała jego uczestników, którzy wskazywali ponadto, że rzadziej sięgali po przekąski i jedli mniej obfite posiłki.

PICIE SOKU A JEDZENIE OWOCÓW

Aschoff i wsp. (2015)⁸ dokonali porównania biodostępności β -kryptoksantyny, luteiny, zeaksantyny oraz zeinoksantyny ze świeżych pomarańczy (400 g) oraz z pasteryzowanego 100% soku pomarańczowego (719 g). Randomizowanym badaniem z grupami naprzemiennymi objęto 12 uczestników, którzy otrzymywali określoną dawkę β -kryptoksantyny, podawaną w obu warunkach testu. Następnie przez 10 godzin (raz na godzinę) uczestnikom pobierano krew.

Badanie wykazało, że biodostępność β -kryptoksantyny pochodzącej ze 100% soku pomarańczowego (pasteryzowanego) była 1,8 razy wyższa niż jej biodostępność z owoców. Z kolei metodą *in vitro* wykazano, że β -kryptoksantyna w 100% soku pomarańczowym była 5-krotnie bardziej biodostępna niż w pomarańczach, jak pokazano na wykresie poniżej. Podobny trend zaobserwowano także w przypadku luteiny, choć nie był on istotny statystycznie:



Zaobserwowane różnice mogą wynikać z obecnej w owocach dużej ilości pektyny, która hamuje wchłanianie. Innym wytłumaczeniem są rozerwane ściany komórkowe w 100% soku pomarańczowym, co prowadzi do zwiększonego uwalniania

β -kryptoksantyny. W innym badaniu⁹ wykazano, że ze 100% soku pomarańczowego więcej karotenoidów ulegnie wchłonięciu ze względu na większy stopień micelizacji β -kryptoksantyny w jelicie, co może wyjaśniać większą biodostępność karotenoidów zawartych w 100% soku pomarańczowym niż w całej pomarańczy.

W kolejnym, analogicznym badaniu¹⁰ porównywano biodostępność flawanonów (hesperydyny oraz narirutyny)

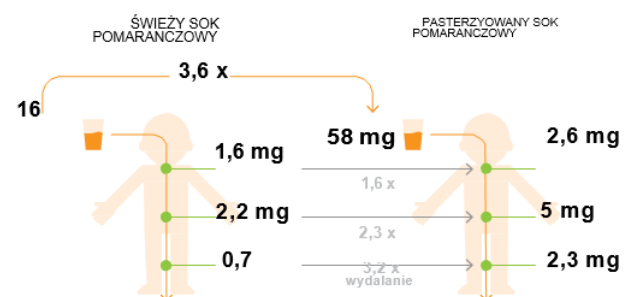
zawartych w 100% soku pomarańczowym oraz w pomarańczach. Porównania dokonano poprzez prześledzenie, w jakim stopniu znana wcześniej ilość flawanonów wydalana jest w moczu. Mimo, iż zawartość hesperydyny w pomarańczach jest 2,3 razy wyższa niż w 100% soku pomarańczowym, ilość hesperytyny (metabolitu) wydalanej w moczu w ciągu doby była zbliżona.

Może to oznaczać, że wchłanianie oraz metabolizm flawanonów pokarmowych osiąga stan „nasylenia” w momencie, kiedy ich spożycie przekroczy określony limit. Może to wynikać np. ze słabej rozpuszczalności bądź ograniczeń mechanizmów transportu w jelitach. Może to również oznaczać, że flawanony w owocach charakteryzują się niższą biodostępnością ze względu na zawartość błonnika, która w pomarańczach jest 16-krotnie wyższa niż w 100% soku pomarańczowym.

SOK ŚWIEŻO WYCISKANY A SOK PASTERYZOWANY

Zważywszy na fakt, że sok produkowany na skalę przemysłową często ma niższe stężenie witamin, będące skutkiem długiego terminu przydatności do spożycia, istnieje przekonanie, iż sok taki ma mniejszą wartość odżywczą niż sok świeżo wyciskany.

Założenie to zweryfikowano w odniesieniu do 100% soku pomarańczowego w badaniu randomizowanym z grupami naprzemiennymi, którym objęto grupę 24 osób dorosłych¹¹. Badani otrzymywali dwa rodzaje soku, każdorazowo przez 2 dni rozdzielone 30-dniowym okresem eliminacji substancji z organizmu. Badania próbek krwi i moczu wykazały, że źródło flawanonów (hesperydyny oraz narirutyny), tj. sok pasteryzowany bądź świeżo wyciśnięty, nie powoduje istotnych statystycznie różnic w zakresie ich metabolizmu. Tym niemniej, ze względu na różnice w zawartości flawanonów (58 mg w soku pasteryzowanym i 16 mg w soku świeżo wyciskanim), ilość substancji wchłanianych i wydalanych w moczu była istotnie wyższa po spożyciu pasteryzowanego 100% soku pomarańczowego. W rezultacie przekładało się to na wzrost biodostępności 1,6 razy (patrz wykres):



Wiadomo, iż flawanony są związkami rozpuszczalnymi obecnymi w soku mętnym, natomiast ich obecności nie stwierdza się w ścianach komórkowych. Autorzy badania sugerują, że wysoka zawartość flawanoidów w 100% soku pomarańczowym może być źródłem niektórych właściwości prozdrowotnych, takich jak działanie antyoksydacyjne czy przeciwzapalne.

Inne badanie¹² wskazało na ograniczone znaczenie degradacji witaminy C w żywności poddawanej obróbce termicznej, gdyż efekt zdrowotny może być pochodną działania złożonego zestawu substancji fitochemicznych, a nie jednego tylko antyoksydantu. Przykładowo, witamina C odpowiada za jedynie 0,4% łącznych właściwości antyoksydacyjnych jabłek, które w pozostałej części wynikają z zawartości związków fenolowych, flawonoidów oraz antocyjanów. W związku z tym, w dalszych badaniach należy brać pod uwagę szerokie spektrum substancji bioaktywnych zawartych w żywności, podobnie jak zawartość wody, która może wpływać na stężenie substancji odżywczych.

ZNACZENIE SUBSTANCJI BIOAKTYWNYCH DLA ORGANIZMU CZŁOWIEKA

W badaniach wielokrotnie potwierdzano potencjalne działanie prozdrowotne substancji bioaktywnych występujących w 100% soku owocowym. W jednym z takich badań (badanie kontrolowane na grupie osób chorujących na cukrzycę) stwierdzono, że hesperydyna obniża oksydacyjne uszkodzenie DNA oraz peroksydację lipidów¹³. W innym badaniu wykazano, że β -kryptoksantina obniża całkowity poziom cholesterolu (a także poziom cholesterolu LDL i HDL) oraz korzystnie wpływa na markery obrotu kostnego¹⁴. Z kolei luteina i zeaksantina częściowo odwracają utratę wzroku u osób cierpiących zwyrodnienie plamki żółtej związane z wiekiem¹⁵, a flawonoidy z cytrusów mogą obniżyć ryzyko wystąpienia chorób neurodegeneracyjnych¹⁶. Jak dotąd UE nie udzieliła jeszcze zezwolenia na stosowanie żadnych oświadczeń zdrowotnych dotyczących flawonoidów z cytrusów, choć można posługiwać się takimi oświadczeniami w odniesieniu do polifenoli w oliwie (utlenianie lipidów we krwi) oraz flawanonów zawartych w kakao (dobry stan naczyń krwionośnych).

BIODOSTĘPNOŚĆ A PROCESY STARZENIA

Starzenie się organizmu ma wpływ na dostępność składników odżywczych oraz na ich metabolizm. W badaniu obserwacyjnym¹⁷, przeprowadzonym na grupie 2118 kobiet z sześciu krajów Europy, przeanalizowano poziom karotenoidów i tokoferolu (jednej z postaci witaminy E) zawartych we krwi. U starszych kobiet poziom karotenoidów był niższy, a poziom tokoferolu – wyższy. Ponieważ starsze kobiety spożywały więcej owoców i soku owocowego (z których każde jest źródłem karotenoidów), związane z wiekiem różnice prawdopodobnie wynikały z niższej biodostępności tych związków lub z innych schematów ich magazynowania w organizmie. Jeśli tak jest w istocie, to większe spożycie owoców i soku owocowego może być skutecznym sposobem na uniknięcie znacznego niedoboru karotenoidów u osób podeszłym wieku.

WNIOSKI

Omówione tu badania pokazują, że

- 100% sok owocowy, a zwłaszcza 100% sok pomarańczowy, jest cennym źródłem składników odżywczych i substancji bioaktywnych, takich jak karotenoidy i flawonony;
- Zawarte w 100% soku owocowym substancje bioaktywne są biologicznie dostępne;
- Biodostępność flawanonów w pasteryzowanym 100% soku owocowym jest zbliżona do ich biodostępności w owocach, przy czym biodostępność karotenoidów jest wyższa;
- Porównanie pasteryzowanego 100% soku owocowego z sokiem świeżo wyciskany wypada korzystnie, jeśli chodzi o wchłanianie flawanonów i ich metabolizm, co wskazuje na ich równoważną wartość odżywczą w zakresie substancji bioaktywnych;
- Badania wskazują, że pochodzące z owoców substancje bioaktywne mogą odgrywać ważną rolę w kontekście utrzymania zdrowia organizmu i obniżania ryzyka wystąpienia niektórych chorób przewlekłych.

Zastrzeżenie: Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby treść niniejszego dokumentu była wiarygodna i odpowiednio zweryfikowana. Zawarte tu informacje mają charakter niekomercyjny i przeznaczone są wyłącznie dla specjalistów ochrony zdrowia. Zawarte w niniejszym dokumencie informacje nie stanowią porady żywieniowej.

Piśmiennictwo

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady dotycząca soków owocowych (2012). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:115:0001:0011:EN:PDF>.
2. Li C & Schluesener H (2017) Health-promoting effects of the citrus flavanone hesperidin. *Crit Rev Food Sci Nutr* 57:613-631.
3. Hwang SL i wsp. (2012) Neuroprotective effects of citrus flavonoids. *J Agric Food Chem* 60:877-85.
4. Garg A i wsp. (2001) Chemistry and pharmacology of the Citrus bioflavonoid hesperidin. *Phytother Res* 15: 655-69.
5. <https://uamshealth.com/healthlibrary2/medicalmyths/spinach/>
6. Pereira-Caro G i wsp. (2014) Orange juice (poly)phenols are highly bioavailable in humans. *Am J Clin Nutr* 100: 1378-84.
7. Franke AA i wsp. (2005) Bioavailability and antioxidant effects of orange juice components in humans. *J Agric Food Chem* 53: 5170-8.
8. Aschoff JK i wsp. (2015) Bioavailability of β -cryptoxanthin is greater from pasteurized orange juice than from fresh oranges - a randomized cross-over study. *Mol Nutr Food Res* 59: 1896-904.
9. Cervantes-Paz B i wsp. (2017) Effects of pectin on lipid digestion and possible implications for carotenoid bioavailability during pre-absorptive stages: A review. *Food Res Int* 99: 917-927.
10. Aschoff JK i wsp. (2016) Urinary excretion of Citrus flavanones and their major catabolites after consumption of fresh oranges and pasteurized orange juice: A randomized cross-over study. *Mol Nutr Food Res* 60: 2602-2610.
11. Silveira JQ i wsp. (2014) Pharmacokinetics of flavanone glycosides after ingestion of single doses of fresh-squeezed orange juice versus commercially processed orange juice in healthy humans. *J Agric Food Chem* 62: 12576-84.
12. Nayak B i wsp. (2015) Effect of processing on phenolic antioxidants of fruits, vegetables, and grains--a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 55:887-919.
13. Homayouni F i wsp. (2017) Hesperidin Supplementation Alleviates Oxidative DNA Damage and Lipid Peroxidation in Type 2 Diabetes: A Randomized Double-Blind Placebo-Controlled Clinical Trial. *Phytother Res* 31:1539-1545.
14. Granado-Lorencio F i wsp. (2014) Effect of β -cryptoxanthin plus phytosterols on cardiovascular risk and bone turnover markers in post-menopausal women: a randomized crossover trial. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 24: 1090-6.
15. Liu R i wsp. (2014) Lutein and zeaxanthin supplementation and association with visual function in age-related macular degeneration. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 56 :252-8.
16. Cirmi S et al (2016) Neurodegenerative Diseases: Might Citrus Flavonoids Play a Protective Role? *Molecules* 21. pii: E1312.
17. Stuetz W i wsp. (2016) Plasma Carotenoids, Tocopherols, and Retinol in the Age-Stratified (35-74 Years) General Population: A Cross-Sectional Study in Six European Countries. *Nutrients* 8: E614.

Zastrzeżenie: Autorzy dolożyli wszelkich starań, aby treść niniejszego dokumentu była wiarygodna i odpowiednio zweryfikowana. Zawarte tu informacje mają charakter niekomercyjny i przeznaczone są wyłącznie dla specjalistów ochrony zdrowia. Dokument nie jest przeznaczony dla konsumentów. AIJN nie ponosi odpowiedzialności w razie użycia bądź przedstawienia zawartych tu informacji w celach promocyjnych bądź komercyjnych.