

JACEK MAJEWSKI, MICHAŁ ORYLSKI, ALEKSANDER CAŁKOSIŃSKI, MACIEJ MAJEWSKI

Acerola – tropikalny owoc z ogromną dawką witaminy C

Acerola – tropical fruit with extremely high dose of vitamin C

Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

KEYWORDS

acerola, *Malpighia*, ascorbic acid

SUMMARY

Acerola is a tropical fruit which contains extremely high amounts of vitamin C. Thanks to that, it is used to produce concentrates of ascorbic acid. Vitamin C is also proven to have impact on human immune system. Additionally, it is a good source of carotene, vitamin A, anthocyanins and other nutrients. Several studies were carried out to establish acerola impact on the metabolism. Among mice it decreased the after-meal glucose level and HbA1c but had no effect on insulin resistance. Another study shows that acerola can contribute to reducing obesity and inflammation thanks to increasing IL-10/TNF ratio. Also, it may lead to decrease the risk of cancer or cardiovascular disease thanks to having strong antioxidant activity. Mice given acerola had decreased level of fatigue and could withstand longer periods of activity compared to control group. All those features of acerola are available if it is processed shortly after being collected and is not exposed to heat.

WSTĘP

Acerola jest owocem z rodzaju malpigia (*Malpighia*) należącym do rodziny malpigiowatych i rzędu malpigiowców. Do powyższego rodzaju zaliczamy przede wszystkim gatunki: malpigia granatolistna (*Malpighia glabra*), *Malpighia emarginata* oraz *Malpighia puniceifolia*. Malpigia granatolistna nazywana bywa również nadgwiazdką granatolistną czy wiśnią z Barbados. Naturalnym środowiskiem dla tego gatunku są tereny w Ameryce Północnej, Środkowej oraz Południowej. Uprawiana jest również w innych krajach tropikalnych, czego przykładem może być Madagaskar.

Użyteczną częścią rośliny są owoce będące nieco spłaszczonymi pestkowcami o średnicy 1-3 cm. Mięsz jest soczysty, a smak intensywnie kwaśny. Można spożywać je na surowo, ale powszechna jest również produkcja soków, napojów i dżemów. Ze 100 g owoców możliwe jest uzyskanie około 1677 mg witaminy C (1). Stąd acerola posiada wysoki potencjał antyoksydacyjny i jest używana do produkcji koncentratów witaminy C (2).

SKŁAD, DZIAŁANIE

Duże zainteresowanie acerolą wynika przede wszystkim z bardzo wysokiej zawartości witaminy C. Owoce swoją czerwoną barwę zawdzięczają antocyjanom i karotenoidom, których poziom rośnie około 25 dni po kwitnieniu (3, 4). Owoce rośliny z gatunku *Malpighia glabra* L. zawierają

około 17 różnych karotenoidów, spośród których najwyższe stężenie wykazuje β -karoten (do 75%) (4). Zawartość karotenoidów wynosi 371-1881 mg/100 g (5). Karotenoidy są związkami neutralizującymi reaktywne formy tlenu i wolne rodniki. Ta cecha zapewnia im działanie ochronne przed licznymi przewlekłymi schorzeniami, jak nowotwory czy miażdżyca. Odpowiadają również za syntezę witaminy A, która jest niezbędna do prawidłowego widzenia (6). Cukrami występującymi w największej ilości w owocach aceroli są fruktoza i glukoza (7). Do głównych aminokwasów natomiast należą: kwas asparaginowy, alanina, prolina, seryna oraz GABA (8). Zawartość antocyjanów, których skład jest silnie uzależniony od miejsca uprawy, wynosi między 3,79-59,74 mg/100 g (9). Antocyjany mają działanie kardioprotekcyjne i wpływają na zmniejszenie ryzyka rozwoju miażdżycy (10). Związki te mają pozytywny wpływ na komórki śródbłonna naczyń poprzez stymulację uwalniania tlenu azotu, który odpowiada za rozszerzanie naczyń krwionośnych, zmniejszanie agregacji płytek krwi i ograniczenie osadzania się lipoprotein w ścianach naczyń (11). Antocyjany mają również pozytywny wpływ na wzrok poprzez poprawienie mikrokrążenia (12) oraz usprawnienie regeneracji rodopsyny (13).

W 100 g świeżej masy owoców znajduje się 1000-4500 mg witaminy C. Stanowi to około 3% składu owocu (14). Zawartość witaminy C jest silnie uzależniona od stadium

rozwoju owocu. Rozróżnia się trzy stadia dojrzwania owoców. W stadium pierwszym są one zielone, w drugim żółte, a w trzecim czerwone. Wyższą zawartość witaminy C obserwuje się w stadium niedojrzałym (zielone owoce). Obniżanie zawartości tego związku wraz z dojrzewaniem tłumaczone jest utlenianiem biochemicznym (15). Witamina ta jest niezbędna do prawidłowego funkcjonowania ludzkiego organizmu. Umożliwia ona m.in. aktywację wielu enzymów, syntezę kolagenu, kortykosteroidów, niektórych neuroprzekazników (16). Witamina C wzmacnia odporność na infekcje, jest niezbędna do gojenia się ran oraz odgrywa kluczową rolę w ochronie komórek przed stresem oksydacyjnym. Jej niedobór prowadzi do skorbutu. Owoce aceroli po zerwaniu wymagają szybkiej obróbki, co przede wszystkim wynika z delikatności ich miąższu. Owoce aceroli zawierają również potas, fosfor, wapń, żelazo, a także witaminy z grupy B, przede wszystkim tiaminę, ryboflawinę i niacynę (9).

Ze względu na wspomnianą delikatną strukturę miąższu, dojrzałe owoce nie mogą być długo przechowywane. W związku z tym konieczne są procesy szybkiego przetworstwa prowadzące do uzyskania soków, preparatów sproszkowanych czy mrożonych koncentratów. Warto pamiętać, że aby utrzymać prozdrowotne działanie preparatów pochodzących z tych owoców, konieczne jest utrzymywanie ich w odpowiedniej temperaturze. Wysoka temperatura doprowadza do utraty antyoksydacyjnych wartości kwasu askorbinowego – witaminy C. Preparaty na bazie aceroli znalazły również zastosowanie w kosmetyce. Obecny w owocach beta-karoten poprawia stan cery trądzikowej, natomiast wysokie stężenie witaminy C opóźnia pojawianie się zmarszczek. Ekstrakty z tego owocu stosowane w kosmetyce dostępne są w postaci kremów i maseczek do twarzy.

BADANIA

Acerola w ostatnich latach cieszy się coraz większym zainteresowaniem spowodowanym m.in. przez odkrywanie wielu pozytywnych efektów jej konsumpcji na zdrowie człowieka potwierdzonych badaniami naukowymi. Polifenole wyizolowane z owoców wykazują działanie antyhiperglikemiczne. Cechują się one zdolnością zmiatania wolnych rodników, które uczestniczą w procesie powstawania zaawansowanych produktów glikacji (AGE) ściśle związanych z cukrzycą oraz jej powikłaniami. Mają także zdolność do inhibicji α -glukozydazy. Badanie przeprowadzone na myszach szczepu KKAY (zwierzęcym modelu odzwierciedlającym cukrzycę typu 2 u ludzi) wykazały zmniejszenie poposiłkowego stężenia glukozy w surowicy myszy, którym podawano ekstrakt polifenoli zawartych w aceroli względem myszy z próby kontrolnej. Zmniejszyło się także stężenie hemoglobiny glikowanej – HbA1c – we krwi, jednak nie wykazano zmiany poziomu glukozy u myszy na czczo ani osoczowego stężenia insuliny oraz zmniejszenia insulinooporności (17). Uważa się, że efekt ten spowodowany jest hamowaniem α -glukozydazy oraz jelitowego transportu glukozy. Potencjalnie konsumpcja aceroli może wykazywać

działanie profilaktyczne w przypadku cukrzycy typu 2. Dodatkowym składnikiem aceroli wykazującym pozytywne działanie u chorych na cukrzycę typu 2 jest kwercytryna. Wykazuje ona działania przeciwzapalne oraz przeciwbiegunkowe, jednak w aspekcie cukrzycy ważna jest inhibicja reduktazy aldozy oraz monoaminooksydazy, przez co pozwala zmniejszyć ryzyko powikłań cukrzycy, takich jak zaćma (18).

Pozytywne działania nie kończą się jednak na tych związanych z cukrzycą. Kolejną ważną chorobą będącą dużym problemem dzisiejszego świata jest otyłość. Także w tym aspekcie pomocna może okazać się acerola. Otyłość to choroba metaboliczna oraz zapalna. Odpowiada za zwiększenie ryzyka zachorowania na wiele typów nowotworów, choroby układu krążenia, demencję oraz cukrzycę. Charakteryzuje się ona zwiększeniem produkcji prozapalnych adipokin w tkance tłuszczowej. Spożycie soku z aceroli zmniejszyło poziom białek zapalnych, takich jak czynnik martwicy nowotworu (TNF- α), a także nasiliło proces lipolizy u myszy (19). Zaobserwowano zmniejszenie wskaźnika otłuszczenia ciała (BAI) wśród grupy badanej. W związku z tym, iż nadmierna ilość tłuszczu prowadzi do stanu zapalnego objawiającego się m.in. zwiększeniem stężenia cytokin, wysunięto podejrzenie, że wraz ze zmniejszeniem BAI acerola może także obniżyć stężenia cytokin, a co za tym idzie zredukować stan zapalny. Pomiar stężeń cytokin potwierdziły tę tezę. Wskaźnik IL-10/TNF- α uległ wzrostowi. Interleukina 10 zwana również czynnikiem hamującym syntezę cytokin, to cytokina przeciwzapalna, podczas gdy czynnik martwicy nowotworu związany jest ze stanem zapalnym. Wzrost wartości wskaźnika IL-10/TNF- α świadczy więc o zmniejszeniu nasilenia reakcji zapalnych. Efekt ten może być związany z polifenolami, witaminą C, kwercytryną oraz rutyną zawartą w aceroli. Ważne jest także działanie antyoksydacyjne. Antyoksydanty zawarte w diecie mają duże znaczenie profilaktyczne i mogą wpłynąć na zahamowanie progresji chorób związanych ze stresem oksydacyjnym. Przykładami takich chorób są m.in. miażdżyca, choroba Parkinsona czy choroba Alzheimera. Składnikami zawartymi w aceroli, które odpowiadają za jej właściwości antyoksydacyjne, są antocyjany oraz witamina C, z której wysokiej zawartości owoc ten jest znany (20). Dzięki właściwościom antyoksydacyjnym dochodzi m.in. do inhibicji procesu utleniania lipoproteiny o niskiej gęstości (LDL) (21). Proces ten stanowi bardzo ważny etap w rozwoju miażdżycy, a więc hamując go, zmniejsza się ryzyko powikłań, takich jak ostre zespoły wieńcowe czy udary niedokrwienne mózgu. Badania wykazały, że mózg jest organem bardzo wrażliwym na działanie stresu oksydacyjnego. Wskazuje na to m.in. stosunkowo niski poziom antyoksydantów oraz wysoki wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w mózgu oraz jego duże zapotrzebowanie na tlen (22). Nadmierny poziom wolnych rodników w mózgu może spowodować neurodegeneracyjne zmiany w obrębie tkanki nerwowej, co na poziomie biochemicznym przejawia się reakcjami peroksydacji lipidów. Liczne badania wskazały na związek stresu oksydacyjnego z chorobą Alzheimera (23). Można więc przypuszczać, że zwiększone

spożycie pokarmów o wysokiej zawartości antyoksydantów, takich jak acerola, może pełnić rolę profilaktyczną względem chorób neurodegeneracyjnych, a w szczególności choroby Alzheimera.

Kolejnym organem, na który spożycie antyoksydantów ma dobroczynny wpływ, jest skóra. Jej starzenie jest procesem, na który składają się czynniki wewnętrzne oraz zewnętrzne. Zasadniczą rolę w obu grupach czynników pełnią jednak wolne rodniki, oddziałując na receptory cytokin oraz czynniki wzrostu, prowadząc do rozwoju stanu zapalnego. Różnica między czynnikami wewnętrznymi oraz zewnętrznymi wynika z mechanizmu powstawania wolnych rodników. W starzeniu wewnątrzpochodnym wolne rodniki powstają podczas fizjologicznych procesów metabolicznych, podczas gdy w zewnątrzpochodnym powodują to czynniki, takie jak alkohol, papierosy oraz najważniejszy z nich – promienie UV (24). Promieniowanie UVA pośrednio prowadzi do mutacji w DNA mitochondrialnym poprzez wolne rodniki, natomiast UVB bezpośrednio uszkadza DNA komórek. Histopatologiczne zmiany towarzyszące fotostarzeniu skóry to zmniejszenie ilości kolagenu oraz jego prekursorów oraz degeneracja włókien sprężystych. Obecny jest także proces zapalny oraz zmniejszenie wytrzymałości naczyń krwionośnych. Antyoksydanty, takie jak witamina C, neutralizują wolne rodniki powstałe w wyniku fotostarzenia, chroniąc przed ich działaniem prozapalnym. W badaniu, w którym kobietom suplementowano m.in. wyciąg z aceroli, zaobserwowano poprawę ogólnego stanu skóry, zmniejszenie ilości zmarszczek, przebarwień oraz poprawienie nawilżenia skóry. W badaniu histologicznym odnotowano zwiększoną zawartość włókien kolagenowych oraz sprężystych, a ultradźwiękowy pomiar gęstości skóry wykazał jej zwiększenie (25). Badanie to dowodzi pozytywnego wpływu spożycia aceroli na stan skóry. W innym badaniu wykazano kolejne obiecujące działanie aceroli – oceniono w nim wpływ suplementacji ekstraktu aceroli na rozwój raka płuca u myszy. W tym celu podawano im 4-(metylonitrozo-amino)-1-(3-pirydylo)-1-butanon (NNK) – karcynogen zawarty w dymie tytoniowym oraz ekstrakt z aceroli grupie badanej. Badanie to ujawniło hamujące na etap inicjacji karcynogenezy działanie aceroli. Stężenie jądrowego antygenu komórek proliferujących (PCNA) będącego markerem proliferacji komórek oraz dekarboksylazy ornityny (ODC) markeru etapu promocji karcynogenezy w grupie otrzymującej ekstrakt z aceroli pozostało zbliżone

do poziomu przed podaniem NNK, podczas gdy grupa nieotrzymująca go wykazała znaczny wzrost stężeń tych markerów. Podobny schemat zaobserwowano w przypadku aktywacji sygnału RAS, który odpowiada za zwiększenie proliferacji komórkowej w etapie promocji (26).

Acerole mają również znaczenie w przeciwdziałaniu zmęczeniu. Związane jest to z obecnością pektyn bogatych w arabinan. Zmęczenie możemy podzielić na obwodowe oraz centralne. Obwodowe związane jest z procesami mającymi miejsce w samych mięśniach. Centralne swoją przyczynę ma w układzie nerwowym, a więc np. w mózgu, rdzeniu kręgowym czy neuronach motorycznych. Może być ono spowodowane zwiększonym m.in. w wyniku wysiłku stresem oksydacyjnym w obrębie układu nerwowego. Przeprowadzono badanie, w którym podawano myszom ekstrakt z aceroli zawierający pektyny bogate w arabinan (ACWS), a następnie poddawano je wysiłkowi związanemu z pływaniem. Myszy, które otrzymywały ACWS, były w stanie pływać przez dłuższy czas do całkowitego wyczerpania w porównaniu z grupą, która go nie otrzymywała. Ponadto zmierzono parametry, takie jak stężenie glukozy oraz trójglicerydów, czyli substancji dostarczających energii. W grupach otrzymujących ACWS odnotowano ich wyższy poziom, spowodowany nasileniem produkcji glukozy oraz lipolizy. Dodatkowo zaobserwowano zwiększone stężenie glutationu (GSH) w hipokampie (27). GSH jest ważnym antyoksydantem chroniącym tkanki przed stresem oksydacyjnym, a więc suplementacja ACWS może poza działaniem na zmęczenie obwodowe wykazywać je także w stosunku do zmęczenia centralnego. Regularne spożycie aceroli może więc poprawić wydolność fizyczną oraz zmniejszyć uczucie zmęczenia.

PODSUMOWANIE

Acerola zyskuje coraz większą popularność przede wszystkim dzięki wysokiej zawartości witaminy C, jednakże nie jest to jedyna obecna w miększu substancja wykazująca pozytywne działanie na organizm człowieka. Wyniki osiągnięte w badaniach doświadczalnych z udziałem tego owocu są obiecujące, a użyteczność wielokierunkowa. W przyszłości może potencjalnie znaleźć zastosowanie w profilaktyce kurczycy typu 2, chorób związanych ze stresem oksydacyjnym, starzenia się skóry oraz w walce z otyłością i prewencją nowotworów płuc. Warto zatem wprowadzić ten owoc do swojej diety – oprócz wartościowego miększu, dostarcza on również walorów smakowych.

KONFLIKT INTERESÓW CONFLICT OF INTEREST

Brak konfliktu interesów
None

PIŚMIENNICTWO

1. Johnson PD: Acerola (*Malpighia glabra* L., *M. puniceifolia*, *M. emarginata* DC.) Agriculture, Production, and Nutrition. [In:] Simopoulos AP, Gopalan C (eds.): Plants in Human Health and Nutrition Policy. Karger Publishers 2003: 63-74.
2. De Assis S, Fernandes F, Martins A, Oliveira O: Acerola: importance, culture, conditions, production and biochemical aspects. *Fruits* 2008; 63: 93-101.
3. Carrington CMS, King RAG: Fruit development and ripening in Barbados cherry, *Malpighia emarginata* DC. *Sci Horticult* 2002; 92: 1-7.

ADRES DO KORESPONDENCJI

Jacek Majewski
 ul. Strońska 9a/11, 50-540 Wrocław
 tel.: +48 880-876-662
 jmajewski3@gmail.com

4. Mezadri T, Perez-Galvez A, Hornero-Mendez D: Carotenoid pigments in acerola fruits (*Malpighia emarginata* DC.) and derived products. *Eur Food Res Technol* 2005; 220: 63-69.
5. De Rosso VV, Hillebrand S, Montilla EC et al.: Determination of anthocyanins from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) and acai (*Euterpe oleracea* Mart.) by HPLC-PDA-MS/MS. *J Food Compos Anal* 2008; 21: 291-299.
6. Zhang S, Hunter DJ, Forman MR et al.: Dietary carotenoids and vitamins A, C and E and risk of breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 1999; 91: 547-556.
7. Righetto AM, Netto FM, Carraro F: Chemical composition and antioxidant 519 activity of juices from mature and immature acerola (*Malpighia emarginata* DC). *Revista de Agaroquímica y Tecnología de Alimentos* 2005; 11(4): 315-321.
8. Hanamura T, Uchida E, Aoki H: Skin-lightening effect of a polyphenol extract 438 from Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruit on UV-induced pigmentation. *Biosci Biotechnol Biochem* 2008b; 72(12): 3211-3218.
9. Mezadri T, Villano D, Fernandez-Pachon MS et al.: Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruits and derivatives. *J Food Comp Anal* 2008; 21: 282-290.
10. Mazza GJ: Anthocyanins and heart health. *Ann Ist Super Sanita* 2007; 4: 369-374.
11. Duffy SJ, Keaney JF, Holbrook M et al.: Short- and long-term black tea consumption reverses endothelial dysfunction in patients with coronary artery disease. *Circulation* 2001; 104: 151-156.
12. Lutomski J: Borówka czernica – na lepsze widzenie. *Wiad Ziel* 2002; 1: 1-2.
13. Alfieri R, Sole P: Influence of anthocyanosides administered parenterally on the adaptoelectrorwtinogram of the rabbit. *C R Seances Soc Biol Fil* 1964; 1(58): 2338-2341.
14. Lima VLAG, Melo EA, Maciel MIS et al.: Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. *Food Chem* 2005; 90: 565-568.
15. Vendramini AL, Trugo LC: Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.) at three stages of maturity. *Food Chem* 2000; 71(2): 195-198.
16. Nawrot A (red.): *Encyklopedia Biologia*. GREG, Kraków 2010: 600.
17. Hanamura T, Chisato M, Hitoshi A et al.: Antihyperglycemic effect of polyphenols from Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruit. *Biosci Biotechnol Biochem* 2006; 70(8): 1813-1820.
18. Hanamura T, Hagiwara T, Kawagishi H: Structural and Functional Characterization of Polyphenols Isolated from Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) Fruit. *Biosci Biotechnol Biochem* 2005; 69(2): 280-286.
19. Dias FM, Leffa DD, Daumann F et al.: Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) juice intake protects against alterations to proteins involved in inflammatory and lipolysis pathways in the adipose tissue of obese mice fed a cafeteria diet. *Lipids in Health and Disease* 2014; 13: 24.
20. Mezadri T, Villaño D, Fernández-Pachón MS et al.: Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruits and derivatives. *J Food Comp Anal* 2008; 21(4): 282-290.
21. Hwang J, Hodis HN, Sevanian A: Soy and alfalfa phytoestrogen extracts become potent low-density lipoprotein antioxidants in the presence of acerola cherry extract. *J Agric Food Chem* 2001; 49(1): 308-314.
22. Evans PH: Free radicals in brain metabolism and pathology. *Br Med Bull* 1993; 49: 577-587.
23. Padurariu M, Ciobica A, Lefter R et al.: The oxidative stress hypothesis in Alzheimer's disease. *Psychiatria Danubina* 2013; 25: 401-409.
24. Bogdan Allemann I, Baumann L: Antioxidants used in skin care formulations. *Skin Therapy Lett* 2008; 13: 5-9.
25. Costa A, Lindmark L, Arruda LH et al.: Clinical, biometric and ultrasound assessment of the effects of daily use of a nutraceutical composed of lycopene, acerola extract, grape seed extract and Biomarine Complex in photoaged human skin. *An Bras Dermatol* 2012; 87(1): 52-61.
26. Nagamine I, Akiyama T, Kainuma M et al.: Effect of Acerola Cherry Extract on Cell Proliferation and Activation of Ras Signal Pathway at the Promotion Stage of Lung Tumorigenesis in Mice. *J Nutr Sci Vitaminol* 2002; 48(1): 69-72.
27. Klosterhoff R, Kanazawa, L, Furlanetto A et al.: Anti-fatigue activity of an arabinan-rich pectin from acerola (*Malpighia emarginata*). *Int J Biol Macromol* 2018; 109: 1147-1153.

nadesłano: 27.04.2018

zaakceptowano do druku: 18.05.2018