

EWELINA GWÓZDŹ, PIOTR GĘBCZYŃSKI

## Owoce pomidora źródłem karotenoidów

Tomato fruit as a source of carotenoids

Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Grzybów, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

### KEYWORDS

tomato, carotenoids, lycopene,  $\beta$ -carotene, antioxidants

### SUMMARY

Tomato fruits are a valuable source of vitamins, minerals and other biologically active substances with proven health benefits in the human diet. Tomatoes and tomato products are also an important source of compounds with antioxidant properties such as carotenoids, including lycopene and beta-carotene.

The purpose of this article was to show the beneficial properties of lycopene and  $\beta$ -carotene contained in the fruit of the tomato and the products obtained on their basis. The numerous health-promoting properties of lycopene and beta-carotene are discussed, which is the potential use in the treatment of many chronic diseases. Moreover, many scientific studies prove that a diet rich in tomatoes and tomato preserves contributes to reducing the risk of many diseases, including chronic diseases such as cancer, and widely understood cardiovascular diseases. Besides, lycopene and beta-carotene protect the human body from the attack of free radicals, improve the immune system, care for the condition of the skin and contribute to the prevention and treatment of certain cardiovascular diseases. The role of technological processes used in food production, which increases the content of carotenoids naturally occurring in the tomato fruit and its absorption from the final products, has also been emphasized.

### WSTĘP

Wzrost świadomości konsumentów na temat znaczenia właściwego odżywiania powoduje, że coraz częściej zwracają oni uwagę na żywność pochodzenia roślinnego jako źródło cennych dla organizmu składników odżywczych (1). W związku z tym dobrze zestawiona i zbilansowana dzienna racja pokarmowa powinna zawierać warzywa i owoce oraz ich przetwory, które dostarczają wielu składników, w tym karotenoidów.

Najważniejszą cechą karotenoidów jest silne działanie przeciwutleniające, które odgrywa istotną rolę w prewencji i leczeniu wielu chorób. Prozdrowotne właściwości tej grupy związków, w tym głównie likopenu i beta-karotenu, są wykorzystywane między innymi w leczeniu i zapobieganiu: miażdżycy, chorób oczu, zmian skórnych związanych z oparzeniami słonecznymi, a także nowotworu prostaty u mężczyzn (2), gruczołu sutkowego i szyjki macicy u kobiet (3). Głównym źródłem likopenu w diecie są owoce pomidora i przetwory otrzymywane na ich bazie, przy czym jest on znacznie lepiej przyswajalny przez organizm z przetworzonych owoców pomidora niż z surowca nieprzetworzonego (4).

### ZNACZENIE OWOCÓW POMIDORA W DIECIE

Pomidor (*Solanum lycopersicum* L.) był początkowo uważany za roślinę o właściwościach trujących i w związku z tym uprawiano go głównie dla ozdoby (5). Obecnie jego produkcja na świecie prowadzona jest na dużą skalę, ze względu na powszechne zastosowanie owoców pomidora w gastronomii i przetwórstwie żywności. W 2011 roku produkcja owoców pomidora w krajach Unii Europejskiej wyniosła nieco ponad 16 mln ton. Udział produkcji polskiej w łącznych zbiorach Unii Europejskiej kształtował się na poziomie około 0,7 mln ton, co dało nam szóste miejsce wśród państw członkowskich (6). W Polsce konsumpcja pomidorów ma znaczący udział w łącznej konsumpcji warzyw i przetworów warzywnych. W 2012 roku całkowitą konsumpcję warzyw i ich przetworów oszacowano na 59,5 kg, przy czym owoce pomidora stanowiły 9,84 kg w przeliczeniu na statystycznego mieszkańca (7).

Owoce pomidora są ważnym źródłem karotenoidów, związków fenolowych (8) i witamin, takich jak: kwas askorbinowy, niacyna, biotyna, tiamina, ryboflawina, kwas pantotenowy i foliowy oraz witamina K<sub>1</sub> (9, 10). Ze względu na wysoką wartość odżywczą, atrakcyjny smak, zapach i barwę

oraz niską kaloryczność cieszą się one dużym uznaniem konsumentów. Zawarte w nich polifenole, witamina C oraz karotenoidy wykazują silne właściwości przeciwutleniające. Działanie przeciwutleniające tych związków polega na opóźnieniu procesów utleniania, które prowadzą do powstania niekorzystnych zmian zarówno w organizmach żywych, jak i produktach spożywczych (11). Owoce pomidora oraz produkty otrzymane na ich bazie są ważnym źródłem karotenoidów, w tym likopenu, w diecie wielu ludzi. Regularne spożycie tych produktów, ze względu na zawarte w nich związki odżywcze, przyczynia się do zmniejszenia zachorowań na wiele różnych nowotworów, m.in. żołądka, prostaty, woreczka żółciowego oraz na choroby sercowo-naczyniowe (12, 13).

### KAROTENOIDY I ICH WPŁYW NA ORGANIZM

Karotenoidy to grupa naturalnych związków odżywczych pochodzenia roślinnego, które rozpuszczają się w tłuszczach i ich rozpuszczalnikach. Obok chlorofili są najbardziej rozpowszechnioną grupą barwników roślinnych charakteryzującą się zabarwieniem od żółtego poprzez pomarańczowe do czerwonego. Najczęściej występującymi karotenoidami w produktach stanowiących podstawę codziennej diety potencjalnego konsumenta są: beta-karoten, beta-kryptoksantina, alfa-karoten, luteina, likopen i zeaksantina. Do 2004 roku zostało zidentyfikowanych łącznie 750 naturalnie występujących związków tej grupy (14). Beta-karoten, alfa-karoten i beta-kryptoksantina zaliczane są do karotenoidów o charakterze prowitaminy A, natomiast likopen, luteina i zeaksantina nie posiadają tych właściwości (15). Dobrymi źródłami karotenoidów, oprócz pomidorów, są: marchew, czerwona papryka, dynia, szpinak, kapusta włoska, melon, pomarańcze, różowe i czerwone grejpfruty (16).

Z licznych badań epidemiologicznych wynika, iż  $\beta$ -karoten,  $\alpha$ -karoten, likopen, luteina oraz zeaksantina odgrywają istotną rolę w utrzymaniu zdrowia człowieka (17). Według Mortensen i wsp. (18) właściwości prozdrowotne karotenoidów wynikają z ich ochronnego działania przed szkodliwym wpływem wolnych rodników na komórki i tkanki. Ponadto związki te uczestniczą w regeneracji komórek oraz wpływają na zmniejszenie częstości występowania niektórych chorób oczu, takich jak zaćma i zwyrodnienie plamki żółtej (19, 20). Karotenoidy wykazują liczne właściwości prozdrowotne, m.in. antynowotworowe. Zawarte w warzywach i owocach luteina i zeaksantina wykazują działanie ochronne w stosunku do nowotworu gruczołu sutkowego u kobiet w wieku przedmenopauzalnym (15). Natomiast likopen zapobiega wystąpieniu nowotworu gruczołu krokowego u mężczyzn (2, 21).

### WŁAŚCIWOŚCI PROZDROWOTNE LIKOPENU I BETA-KAROTENU

Owoce pomidora zawierają m.in.: alfa-karoten, beta-karoten, likopen, luteinę i zeaksantynę, przy czym największy udział z wymienionych karotenoidów mają likopen

i beta-karoten (22). Likopen wykazuje silne właściwości przeciwutleniające, co jest związane z obecnością w jego cząsteczce 11 sprzężonych wiązań podwójnych (21). Substancja ta wpływa korzystnie na spadek występowania niektórych chorób nowotworowych, zwłaszcza prostaty u mężczyzn (2, 21, 23). Ponadto chroni ona przed chorobami serca, zmniejsza agregację płytek krwi i ciśnienia krwi oraz zapobiega utlenianiu lipoprotein LDL cholesterolu (24). Do pozytywnych właściwości likopenu należy także zaliczyć zwalczanie ognisk przerzutowych oraz hamowanie zdolności namnażania i podziału komórek nowotworowych (25). Na uwagę zasługują również wyniki badań epidemiologicznych, które udowadniają pozytywną rolę diety bogatej w likopen, którego głównym źródłem są pomidory i produkty otrzymane na ich bazie, w leczeniu nowotworów płuc oraz szyjki macicy (26, 27). Ponadto jako silny związek przeciwutleniający likopen wykazuje dużą efektywność w walce z rodnikami tlenu azotu, które prowadzą do uszkodzenia limfocytów (28). Badania kliniczne dowodzą, iż obecny w surowicy krwi likopen obniża ryzyko wystąpienia osteoporozy u kobiet w wieku menopauzalnym (29).

Zawartość w pomidorach substancji odżywczych, w tym likopenu, zależy nie tylko od cech odmianowych, które decydują o barwie dojrzałych owoców, ale również od miejsca uprawy i panujących tam warunków klimatycznych i glebowych, a także fazy rozwoju owoców (8, 30, 31). Istotne znaczenie odgrywa temperatura w trakcie wegetacji pomidora, która dla optymalnej zawartości likopenu, w czasie wzrostu owoców, powinna mieścić się w zakresie 16-22°C. Jej znaczny wzrost, powyżej 35°C, powoduje przekształcenie likopenu w beta-karoten (32). Oprócz bezwzględnej zawartości likopenu w surowcu świeżym lub przetworzonym ważna jest również jego przyswajalność. Znacznie większe jego ilości, w porównaniu do świeżych owoców pomidora, mają produkty otrzymane na jego bazie, takie jak: przeciery, koncentraty, keczupy, zupy, sosy, soki. Zjawisko to jest związane z uwalnianiem likopenu ze skórek pod wpływem obróbki miazgi pomidorowej w podwyższonej temperaturze stosowanej podczas procesów przetwórczych (8). Dzięki temu przetworzone produkty z pomidorów są równie cennym źródłem karotenoidów jak produkty świeże (33-36). Ponadto, stosowane procesy termiczne wpływają na zwiększenie jego przyswajalności (37). Jest to związane między innymi z uwalnianiem karotenoidów z ich cząsteczki oraz kompleksów białkowych, lepszą rozpuszczalnością w tłuszczach, a także z przekształceniem formy trans-likopenu do cis (20).

Beta-karoten to związek będący prekursorem witaminy A – retinolu. Głównymi jego źródłami w diecie są: marchew, szpinak, jarmuż, papryka czerwona, por oraz melony i pomarańcze (32). Podobnie jak likopen, substancja ta w organizmie człowieka stanowi część systemu obronnego odpowiedzialnego za reakcje z wolnymi rodnikami. Ponadto, beta-karoten wykazuje działanie synergistyczne z innymi antyoksydantami. Dodatkowo jego aktywność

przeciwutleniająca wobec tlenu singletowego, powstającego w procesie fotosyntezy, jest znacznie wyższa niż aktywność witamin C i E (27). Badania dowodzą, iż stosowanie beta-karotenu równocześnie z witaminą C i E powoduje cofanie się miażdżycy (38). Ponadto beta-karoten zmniejsza ryzyko wystąpienia cukrzycy typu 2 (39) oraz przyczynia się do zmian we frakcjach cholesterolu – obniżenia LDL i zwiększenia HDL, a także ogranicza ryzyko wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych (28). Światowa Fundacja Badań nad Rakiem wspólnie z Amerykańskim Instytutem Badań Nad Rakiem wskazuje na występowanie związku między spożyciem  $\beta$ -karotenu a rozwojem raka przełyku (16).

## PODSUMOWANIE

Biorąc pod uwagę właściwości prozdrowotne karotenoidów, powinno się tak komponować dietę, aby znalazły się w niej surowce i produkty obfitujące w te składniki, w tym warzywa, owoce oraz ich przetwory. Karotenoidy wykazują silne właściwości przeciwutleniające, chronią organizm przed wieloma ciężkimi i przewlekłymi chorobami sercowo-naczyniowymi oraz nowotworami. Związkiem wykazującym najsilniejsze właściwości ochronne organizmu z grupy karotenoidów jest likopen, którego głównym źródłem w diecie są owoce pomidora, a zwłaszcza przetwory otrzymywane na jego bazie.

## KONFLIKT INTERESÓW CONFLICT OF INTEREST

Brak konfliktu interesów  
None

## ADRES DO KORESPONDENCJI

Ewelina Gwóźdź  
Katedra Technologii Owoców,  
Warzyw i Grzybów  
Wydział Technologii Żywności  
Uniwersytet Rolniczy  
im. Hugona Kołłątaja w Krakowie  
ul. Balicka 122, 30-149 Kraków  
tel. +48 (12) 662-47-57  
ewelina.j.g@interia.pl

## PIŚMIENNICTWO

1. Machin L, Gimenez A, Vidal L et al.: Influence of context on motives underlying food choice. *J Sens Stud* 2014; 29: 313-324.
2. Stacewicz-Sapuntzakis M, Bowen PE: Role of lycopene and tomato products in prostate health. *Biochim Biophys Acta* 2005; 1740(2): 202-205.
3. Cooper DA, Eldridge AL, Peters JS: Dietary carotenoids and certain cancers, heart disease, and age-related macular degeneration: A review of recent research. *Nutr Rev* 1999; 57: 201-214.
4. Czapski J: Wykorzystanie owoców i warzyw w produkcji żywności funkcjonalnej. *Żywn Nauka Technol Jakość* 1999; 4(21 supl.): 90-101.
5. Bogacz K: Pomidor – idealne źródło witamin, substancji odżywczych i prozdrowotnych. *Przem Ferm Owoc-Warz* 2011; 7: 34-35.
6. Dmochowska H: Rocznik Statystyczny Rolnictwa. ZWS, Warszawa 2014: 3-417.
7. Trajer M, Dyngus M: Krajowa produkcja, spożycie oraz promocja owoców i warzyw. *Biul Inf ARR* 2013; 3: 14-25.
8. Zalewska-Korona M, Jabłońska-Ryś E, Michalak-Majewska M: Wartości odżywcze i prozdrowotne owoców pomidora gruntowego. *Bromat Chem Toksykol* 2013; 2(46): 200-205.
9. Nowak K, Żmudzińska-Żurek B: Pomidory – najlepsze źródło likopeny. *Przem Spoż* 2009; 6: 26-29.
10. Fanasca S, Colla G, Maiani G et al.: Changes in antioxidant content of tomato fruits in response to cultivar and nutrient solution composition. *J Agric Food Chem* 2006; 54: 4319-4325.
11. Sikorski ZE: Chemia żywności. Składniki żywności. WNT, Warszawa 2007: 11-225.
12. Galhardo Borguini R, Ferraz da Silva Torres E: Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. *Food Rev Int* 2009; 25: 313-325.
13. Mendez II, Vera AM, Chavez JL et al.: Quality of fruits in Mexican tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) landraces. *Vitae Rev Fac De Quim Farm* 2011; 18(1): 26-32.
14. Maoka T: Recent progress in structural studies of carotenoids in animals and plants. *Arch Biochem Biophys* 2009; 483: 191-195.
15. Guz J, Dziaman T, Szpila A: Czy witaminy antyoksydacyjne mają wpływ na procesy karcynogenezy? *Post Hig Med Dośw* 2007; 61: 185-198.
16. World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research: Food, Nutrition Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. AICR, Washington DC 2007.
17. Gerster H: Anticarcinogenic effect of common carotenoids. *Int J Vitam Nutr Res* 1993; 63: 93-121.
18. Mortensen A, Skibsted LH, Truscott TG: The interaction of dietary carotenoids with radical species. *Arch Biochem Biophys* 2001; 385: 13-19.
19. Bołonkowska O, Pietrosiuk A, Sykłowska-Baranek K: Roślinne związki barwne i ich właściwości biologiczne oraz możliwość wytwarzania w kulturach *in vitro*. *Biul Wydz Farm WUM* 2011; 1: 1-27.
20. Perera CO, Yen GM: Functional properties of carotenoids in human health. *Int J Food Prop* 2007; 10: 201-230.

21. Basu B, Garala K, Dharamsi A: Lycopene: A novel anti-oxidant and anticancer agent. *J Pharm Res* 2010; 3(6): 1427-1433.
22. Grajek W: Przeciwtleniacze w żywności. Aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007: 172-176, 344.
23. Zelga J, Szostak-Węgierek D: Żywnienie w profilaktyce nowotworów. Część I. Polifenole roślinne, karotenoidy, błonnik pokarmowy. *Probl Hig Epidemiol* 2013; 94(1): 41-49.
24. Ried K, Fakler P: Protective effect of lycopene on serum cholesterol and blood pressure: meta-analyses of intervention trials. *Maturitas* 2011; 68: 299-310.
25. Van Breemen RB, Pajkovic N: Multitargeted therapy of cancer by lycopene. *Cancer Lett* 2008; 269: 339-351.
26. Horbowicz M, Saniewski M: Biosynteza, występowanie i właściwości biologiczne likopenu. *Post Nauk Rol* 2000; 1: 29-46.
27. Cho E, Spiegelman D, Hunter DJ et al.: Premenopausal intakes of vitamins A, C and E, folate, and carotenoids and risk of breast cancer. *Cancer Epidem Biomar Prev* 2003; 12: 713-720.
28. Agarwal M, Parameswari RP, Vasanthi HR et al.: Dynamic action of carotenoids in cardioprotection and maintenance of cardiac health. *Molecules* 2012; 17: 4755-4769.
29. Rao LG, Mackinnon ES, Josse RG et al.: Lycopene consumption decreases oxidative stress and bone resorption markers in postmenopausal women. *Osteoporosis Int* 2007; 18(1): 109-115.
30. Garcia-Velverde V, Navarro-Gonzalez I, Garcia-Alonso J et al.: Antioxidant bioactive compounds in selected industrial processing and fresh consumption tomato cultivars. *Food Bioprocess Tech* 2013; 6: 391-402.
31. Chandra HM, Shanmugaraj BM, Srinivasan B et al.: Influence of genotypic variations on antioxidant properties in different fractions on tomato. *J Food Sci* 2012; 11(77): 1174-1178.
32. Wu K, Erdman JW Jr, Schwartz SJ et al.: Plasma and dietary carotenoids, and the risk of prostate cancer: a nested case – control study. *Cancer Epidem Biomar Prev* 2004; 13: 260-269.
33. Martinez-Tomas R, Larque E, Gonzalez-Silvera D et al.: Effect of the consumption of a fruit and vegetable soup with *in vitro* carotenoid bioaccessibility on serum carotenoid concentrations and markers of oxidative stress in young men. *Eur J Nutr* 2012; 51: 231-239.
34. Chanforan C, Loonis M, Mora N et al.: The impact of industrial processing on health-beneficial tomato microconstituents. *Food Chem* 2012; 134: 1786-1795.
35. George S, Tourniaire F, Gantier H et al.: Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. *Food Chem* 2011; 124: 1603-1611.
36. Kamiloglu S, Demirci M, Selen S et al.: Home processing of tomatoes (*Solanum lycopersicum*): effects on *in vitro* bioaccessibility of total lycopene, phenolic, flavonoids and antioxidant capacity. *J Sci Food Agric* 2014; 94: 2225-2233.
37. Szajdek A, Borowska J: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywn Nauka Technol Jakość* 2004; 4(41): 5-28.
38. Rao AR, Rao LG: Carotenoids and human health. *Pharmacol Res* 2007; 55: 207-216.
39. Hofe CR, Feng L, Zephyr D et al.: Fruit and vegetable intake, as reflected by serum carotenoid concentrations, predicts reduced probability of polychlorinated biphenyl-associated risk for type 2 diabetes: National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2004. *Nutr Res* 2014; 34: 285-293.

nadesłano: 13.07.2017

zaakceptowano do druku: 31.07.2017