

*Marta Kościuk, Izabela Tarasiuk, Aleksandra Czurak, Julia Szydlik,  
Jakub Perłowski, Grzegorz Torbicz, Sylwia K. Naliwajko,  
Renata Markiewicz-Żukowska, Emilia Bartosiuk, Maria H. Borawska*

## AKTYWNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCA WYBRANYCH OWOCÓW EGZOTYCZNYCH\*

Zakład Bromatologii Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku  
Kierownik: prof. dr hab. *M.H. Borawska*

*Oceniono całkowity status antyoksydacyjny (TAS), całkowitą zawartość polifenoli (TPC) i zawartość kwasu cytrynowego w owocach egzotycznych: ananasy, cytryny, granaty, grejpfruty, karambole, liczi, limonki, mandarynki, mango, miechunki, papaje, pomarańcze, smocze owoce. Aktywność przeciwutleniająca owoców była zróżnicowana (najwyższą wykazywał owoc granatu) i korelowała z zawartością polifenoli. Największą zawartością kwasu cytrynowego odznaczały się cytryna i limonka.*

Hasła kluczowe: owoce egzotyczne, TAS, TPC, kwas cytrynowy  
Key words: exotic fruits, TAS, TPC, citric acid

Owoce powinny być codziennym elementem prawidłowo zbilansowanej diety. Są źródłem składników o działaniu przeciwutleniającym, takich jak witaminy, mikroelementy, związki polifenolowe i kwasy organiczne.

Obecnie, oprócz owoców uprawianych w naszym kraju i powszechnie występujących w diecie Polaków, w sprzedaży dostępnych jest coraz więcej rodzajów importowanych owoców egzotycznych. Czas zbioru oraz warunki transportu i przechowywania wpływają na wartość odżywczą i zawartość składników o działaniu przeciwutleniającym. Celem pracy była ocena całkowitego statusu antyoksydacyjnego (TAS), całkowitej zawartości polifenoli (TPC) oraz zawartość kwasu cytrynowego w wybranych owocach egzotycznych.

### MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły następujące owoce egzotyczne: ananasy, cytryny, granaty, grejpfruty, karambole, liczi, limonki, mandarynki, mango, miechunki, papaje, pomarańcze, smocze owoce. Na terenie Białegostoku zakupiono po 6 prób

---

\* Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Programu Ministra pn „Uniwersytet Młodych Wynalazców” w ramach projektu systemowego „Wsparcie systemu zarządzania badaniami naukowymi oraz ich wynikami”, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013 (Poddziałanie 1.1.3).

każdego rodzaju owoców. Owoce były myte, osuszane oraz rozdrabniane nożem ceramicznym. Do oznaczenia TAS i TPC zastosowano pulpę owocową, zawartość kwasu cytrynowego oceniono w soku uzyskanym z użyciem wyciskarki wolno-obrotowej.

TAS został oznaczony przy użyciu zestawu firmy Randox, metodą polegającą na wywołaniu barwnej reakcji redukcji kationorodnika ABTS<sup>+</sup> przez związki o działaniu antyoksydacyjnym zawarte w badanej próbce. Intensywność zabarwienia jest proporcjonalna do stężenia antyoksydantów i odczytywana spektrofotometrycznie przy długości fali 600 nm. TPC oznaczono metodą spektrofotometryczną *Folina-Ciocalteu'a* przy długości fali 760 nm, stosując jako wzorzec kwas galusowy (1). Wyniki przedstawiono w ekwiwalentach kwasu galusowego (GAE) w 100 g produktu. W celu przygotowania próby do oznaczenia zawartości kwasu cytrynowego z użyciem zestawu odczynników firmy Roche (R-Biopharm, Niemcy), wyciśnięty z owoców sok przesączono przez sączek bibułowy a następnie, przy użyciu NaOH, doprowadzono do pH=8. Po dodaniu kolejnych odczynników z zestawu odczytywano absorbancje przy długości fali 334 nm. Analizę statystyczną obejmującą wyznaczenie średnich, odchyłeń standardowych, normalności rozkładu danych oraz różnic testem t-Studenta wykonano z użyciem programu komputerowego Statistica 10.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W tabeli I przedstawiono TAS, TPC oraz zawartość kwasu cytrynowego w badanych owocach. Według zdolności antyoksydacyjnej wyrażonej jako TAS można uporządkować badane owoce w szeregu od najwyższej do najniższej wartości: granat> liczi> ananas> miechunka> grejpfrut> mandarynka> karambola> pomarańcza> cytryna> mango> limonka> papaja> smoczy owoc. Natomiast według TPC kolejność jest następująca: granat> grejpfrut> ananas> mandarynka> pomarańcza> miechunka> karambola> papaja> cytryna> liczi> limonka> mango> smoczy owoc. Wykazano istotną statystycznie dodatnią korelację ( $r=0,72$ ;  $p<0,0001$ ) pomiędzy parametrami TPC i TAS badanych owoców.

Najwyższe wartości TAS ( $4,60\pm 1,0$  mmol/kg) i TPC ( $1157,7\pm 102$  mg GAE/kg) stwierdzono w owocach granatu. Dane innych autorów także wskazują, iż owoce granatu są bogatym źródłem związków o działaniu przeciwutleniającym. Zawartość polifenoli w owocach i sokach z granatów jest zróżnicowana. W badaniach *Tzulker* i wsp. (2) stwierdzono, że zawartość polifenoli w owocach granatu wynosi od 1875 do 11250 mg/kg. Inni autorzy badając zawartość polifenoli w sokach z granatów wykazali obecność tych związków na poziomie 144–10086 mg GAE/l, jednak większość z badanych prób zawierała ponad 2000 mg GAE/l (3). Podobne wartości uzyskali inni autorzy (4,5). Należy stwierdzić, że większość badań wskazuje na wyższą zawartość polifenoli w owocach granatu niż uzyskana w niniejszej pracy.

W grejpfrucie stwierdzono średnią wartość TAS ( $2,45\pm 0,1$  mmol/kg) oraz wysoką wartość polifenoli ( $871,3\pm 205$  mg GAE/kg). Nieco wyższą zawartość związków polifenolowych ( $1350\pm 101$  mg/kg) wykazali *Gorinstein* i wsp. (6), natomiast niższą ( $603,5\pm 36,8$  mg GAE/kg) *Fu* i wsp. (7). W soku grejpfrutowym oznaczane są niższe zawartości polifenoli –  $359\pm 29$  mg GAE/l) (8).

Tabela I. Całkowity status antyoksydacyjny (TAS), zawartość polifenoli (TPC) oraz kwasu cytrynowego w wybranych owocach egzotycznych.

Table I. Total antioxidant status (TAS), total phenolic compounds (TPC) and content of citric acid in selected exotic fruits.

Lp.	Badane owoce	n	Średnia ± SD* (min. – max.)		
			TAS* [mmol/kg]	TPC# [mg GAE/kg]	Kwas cytrynowy ^ [g/kg]
1.	Ananas	6	2,56 ± 0,1 (2,37 – 2,68)	615,0 ± 33 (569,4 – 658,8)	4,73 ± 0,8 (4,63 – 4,86)
2.	Cytryna	6	1,93 ± 0,1 (1,85 – 2,13)	365,1 ± 75 (264,9 – 418,3)	27,34 ± 2,0 (25,63 – 31,31)
3.	Granat	6	4,60 ± 1,0 (3,44 – 5,71)	1157,7 ± 102 (1023,5 – 1237,6)	5,67 ± 0,4 (5,61 – 5,72)
4.	Grejpfrut	6	2,45 ± 0,1 (2,37 – 2,53)	871,3 ± 205 (676,7 – 1154,7)	3,93 ± 0,8 (3,80 – 4,01)
5.	Karambola	6	2,38 ± 0,2 (2,15 – 2,57)	402,2 ± 53 (326,4 – 446,9)	0,09 ± 0,1 (0,06 – 0,14)
6.	Liczi	6	3,04 ± 0,5 (2,17 – 3,37)	309,5 ± 35 (279,4 – 373,6)	0,34 ± 0,02 (0,31 – 0,36)
7.	Limonka	6	1,55 ± 0,2 (1,24 – 1,86)	254,3 ± 22 (232,4 – 284,4)	26,5 ± 1,1 (25,43 – 28,67)
8.	Mandarynka	6	2,42 ± 0,1 (2,29 – 2,66)	570,3 ± 33 (541,2 – 623,8)	3,83 ± 0,1 (3,74 – 4,04)
9.	Mango	6	1,63 ± 1,1 (0,65 – 3,07)	170,4 ± 23 (139,1 – 208,8)	2,16 ± 0,1 (2,11 – 2,21)
10.	Miechunka	6	2,46 ± 0,3 (1,85 – 2,84)	507,9 ± 23 (484,4 – 542,2)	4,07 ± 0,2 (3,85 – 4,31)
11.	Papaja	6	1,53 ± 0,2 (1,15 – 1,68)	366,0 ± 30 (323,9 – 396,8)	0,96 ± 0,1 (0,89 – 1,07)
12.	Pomarańcza	6	2,17 ± 0,7 (0,93 – 2,62)	534,5 ± 15 (513,6 – 555,3)	4,19 ± 0,1 (4,08 – 4,27)
13.	Smoczy owoc	6	0,77 ± 0,5 (0,50 – 1,71)	91,2 ± 12 (76,9 – 109,4)	0,15 ± 0,02 (0,13 – 0,18)

\* SD – odchylenie standardowe

Różnice istotne statystycznie: \*TAS, #TPC, ^kwas cytrynowy:

\* P 1/2-4,6,7,11,13; 2/3-8,10,11,13; 3/4-13;4/6,7,11,13; 5/6,7,11,13; 6/7-13; 7/8,10,13; 8/11,13; 10/11,13; 11/13; 12/13

# P 1/2-13; 2/3,4,7-10,12,13; 3/4-13; 4/5-13; 5/6-13; 6/7-13; 7/8-13; 8/9-13; 9/10-13; 10/11-13; 11/12,13; 12/13

^ P 1/2-13; 2/3-6,8-13; 3/4-43; 4/5-7,9,11,13; 5/6-13; 6/7-13; 7/8-13; 8/9-13; 9/10-13; 10/11,13; 11/12,13; 12/13

Wysoką wartość TAS (3,04 mmol/kg), pomimo średniej zawartości polifenoli (TPC=309,5±35 mg GAE/kg) stwierdzono w przypadku liczi. Wyższe ilości polifenoli w liczi (597,7±12,2 mg GAE/kg) stwierdzili w swoich badaniach *Fu* i wsp. (7).

Ananas, mandarynka, pomarańcza, miechunka i karambola charakteryzowały się podobną wartością TAS (2,17–2,56 mmol/kg) i TPC (w zakresie 402,2–615,0 mg GAE/kg), przy czym, spośród tych owoców ananas miał najwyższy TAS i TPC. Wartości te są zbliżone lub niższe od danych innych autorów, jednak w przypadku

ananasa w literaturze spotykane są niższe od uzyskanych w niniejszej pracy, wartości TPC (8,9,10). Niższe wartości TAS (1,53–1,93 mmol/kg) i TPC (17,04–36,6 mg GAE/kg) stwierdzono w cytrynie, papai, limonce i mango. Najniższą zdolność przeciwutleniającą charakteryzował się smoczy owoc. Warto podkreślić, że w badaniach innych autorów dotyczących TPC w owocach (szczególnie mango, papai i smoczym owocu) dostępnych w Chinach i Brazylii wartości TPC są nawet dwukrotnie wyższe (7,11,12,13).

Na zawartość związków polifenolowych oraz aktywność antyoksydacyjną niewątpliwie wpływają takie czynniki, jak czas zbioru, transport i przechowywanie. W niniejszej pracy zaobserwowano, że owoce egzotyczne dostępne w Polsce mają niższą wartość TAS i TPC w porównaniu do danych uzyskiwanych dla owoców w krajach pochodzenia.

Kwas cytrynowy posiada właściwości antyoksydacyjne, jest m.in. jednym z przeciwutleniaczy dodawanych do żywności. Najwyższą średnią zawartość kwasu cytrynowego [g/kg] odnotowano w cytrynie (27,4) i limonce (26,5). W pozostałych owocach zawartość kwasu cytrynowego wahała się od 5,67 do 0,09 w 1 kg produktu. Dane te zgadzają się z doniesieniami innych autorów (3). Nie stwierdzono korelacji pomiędzy zawartością kwasu cytrynowego a TAS i TPC.

## WNIOSKI

1. Aktywność przeciwutleniająca badanych owoców egzotycznych jest zróżnicowana i koreluje z zawartością polifenoli.
2. Owoce granatu wykazywał najsilniejszą aktywność przeciwutleniającą ocenioną jako TAS i TPC.
3. Największą zawartością kwasu cytrynowego odznaczały się cytryna i limonka.

M. Kościuk, I. Tarasiuk, A. Czurak, J. Szydlik, J. Perłowski, G. Torbicz, S.K. Naliwajko, R. Markiewicz-Zukowska, E. Bartosiuk, M.H. Borawska

## ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SELECTED EXOTIC FRUITS

### Summary

In this study, antioxidant activity of selected exotic fruits was investigated. We determined total antioxidant status (TAS), total polyphenolic compounds (TPC) and the contents of citric acid in the following fruits: pineapples, lemons, pomegranates, grapefruits, carambola, lychees, limes, tangerines, mangoes, physalis, papayas, oranges and pitaya. The antioxidant activity of selected exotic fruits was various. We found a positive correlation between TAS and TPC. Pomegranate showed the highest TAS and TPC. Lemon and lime were characterised by the highest content of citric acid.

## PIŚMIENNICTWO

1. Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventions R.M.: Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.*, 1999; 299: 152-178. –2. Tzulkar R., Glazer I., Bar-Ilan I., Holland D., Aviram M., Amir R.: Antioxidant activity, polyphenol content, and related compounds in different fruit juices and homogenates prepared from 29 different pomegranate accessions. *J. Agric. Food Chem.*, 2007; 55: 9559–9570. –3. Tezcan F., Gültekin-

Özgülven M., Diken T., Özçelik B., Erim F. B.: Antioxidant activity and total phenolic, organic acid and sugar content in commercial pomegranate juices. *Food Chem.*, 2009; 115: 873–877. –4. Çam M., Hisil Y., Durmaz G.: Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chem.*, 2009, 112: 721–726. –5. Özgen M., Durgaç C., Serçe S., Kaya C.: Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in Mediterranean region of Turkey. *Food Chem.*, 2008; 111: 703–706. –6. Gorinstein S., Olga Martin-Belloso O., Park Y.S., Haruenkit R., Lojek A., Ciz M., Caspi A., Libman I., Trakhtenberg S.: Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chem.*, 2001; 74: 309–315. –7. Fu L., Xu B.T., Xu X.R., Gan R.Y., Zhang Y., Xia E.Q. Li H.B.: Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chem.*, 2011; 129: 345–350. –8. Fejzić, A., Čavar, S.: Phenolic compounds and antioxidant activity of some citrus. *Bull. Chem. Technolog. Bosnia and Herzegovina.*, 2014; 42: 1–4. –9. Lu X.H., Sun D.Q., Wu Q.S., Liu S.H., Sun G.M.: Physico-chemical properties, antioxidant activity and mineral contents of pineapple genotypes grown in China. *Molecules*, 2014; 19: 8518–8532. –10. Vissotto L.C., Rodrigues E., Chisté R.C., Benassi M.T. Mercadante A.Z.: Correlation, by multivariate statistical analysis, between the scavenging capacity against reactive oxygen species and the bioactive compounds from frozen fruit pulps. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 2013; 33: 57–65.

11. Liu F.X., Fu S.F., Bi X.F., Chen F., Liao X.J., Hu X.S., Wu J.H.: Physico-chemical and antioxidant properties of four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars in China. *Food Chem.*, 2013; 138: 396–405. –12. Almeida M.M.B., de Sousa P.H.M., Arriaga Á.M.C., do Prado G.M., Magalhães C.E.D.C., Maia G.A., de Lemos T.L.G.: Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Res. Int.*, 2011; 44: 2155–2159. –13. Mahdavi R., Nikniaz Z., Rafrat M., Jouyban A.: Determination and comparison of total polyphenol and vitamin C content of natural fresh and commercial fruit juices. *Pakist. J. Nutr.*, 2010; 9 (10): 968–972.

Adres: 15-089 Białystok, ul. Kilińskiego 1