

Prof. dr hab. inż. Franciszek ŚWIDERSKI

Mgr inż. Małgorzata ŻEBROWSKA

Mgr inż. Anna SADOWSKA

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCE I ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW POLIFENOLOWYCH W RYNKOWYCH SOKACH WARZYWNYCH Z PRODUKCJI EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ®

W pracy zaprezentowanej w artykule porównano zawartość związków polifenolowych oraz właściwości przeciwutleniające rynkowych soków warzywnych pochodzących z upraw ekologicznych i konwencjonalnych. Właściwości przeciwutleniające soków oznaczono metodą spektrofotometryczną z wykorzystaniem rodników ABTS i wyrażono jako TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity). Zawartość związków polifenolowych ogółem oznaczono metodą wg Singelton i Rossi, przedstawiając wyniki jako GAE (Gallic Acid Equivalent).

Rynkowe soki pomidorowe z surowców ekologicznych posiadały istotnie mniejszą ilość związków polifenolowych oraz wykazywały istotnie niższą aktywność przeciwutleniającą w porównaniu z sokami konwencjonalnymi, przy niższej zawartości suchej masy w sokach ekologicznych. Soki marchwiowe ekologiczne i konwencjonalne posiadały zbliżoną ilość związków polifenolowych. Właściwości przeciwutleniające natomiast były wyższe dla soków ekologicznych w porównaniu z konwencjonalnymi, mimo znacząco niższej zawartości suchej masy w sokach ekologicznych.

Słowa kluczowe: soki warzywne, właściwości przeciwutleniające, TEAC, ABTS+, związki polifenolowe, GAE, żywność ekologiczna.

WSTĘP

Produkcja ekologiczna stanowi coraz większy obszar zainteresowań ze względu na rosnącą świadomość żywieniową konsumenta, który poszukuje wyrobów, takich jak soki, z produkcji bazującej na środkach naturalnych, nieprzetworzonych technologicznie, tj. żywności z upraw ekologicznych.

Światowy rynek produktów ekologicznych rozwija się bardzo dynamicznie. Pod względem wartości rynku w Europie w czołówce znajdują się Niemcy, następnie Wielka Brytania, Włochy i Francja. W 2007 r. rynek bioproduktów wzrósł najbardziej w Danii (o 33%), w Szwecji (o 26%), w Wielkiej Brytanii (o 22%), w Niemczech (o 15%) oraz we Włoszech (o 10%). Ze wzrostem rynku ekologicznego wiąże się wzrost upraw ekologicznych. Ich łączna powierzchnia na świecie wynosi ok. 30, 4 mln ha. Największy obszar bioupraw znajduje się w Australii (12,3 mln ha), następnie w Chinach (2,3 mln ha), Argentynie (2,2 mln ha) i USA (1,6 mln ha). W Europie jest ok. 8 mln ha upraw ekologicznych. W 2007 r. powierzchnia upraw ekologicznych w Polsce wynosiła 285 878 ha, z czego 143 087 ha to użytki rolne z certyfikatem zgodności, a 142 791 ha to użytki rolne w trakcie przestawiania produkcji na ekologiczną. W ostatnich latach odnotowano w Polsce wzrost o 65% liczby producentów rolnych prowadzących produkcję metodami ekologicznymi (2700 producentów rolnych w 2007 roku) i o 130% liczby przetwórci produktów rolnictwa ekologicznego (207 przetwórci w 2007 r.). Ww. dane wskazują wyraźnie, że produkty ekologiczne stanowią najszybciej rozwijający się segment rynku żywnościowego [5].

Soki warzywne są źródłem cennych składników bioaktywnych o właściwościach przeciwutleniających, tj.: związków polifenolowych, karotenoidów (likopen, beta-karoten), witaminy C, ponadto są źródłem składników mineralnych (potas, magnez, cynk, żelazo, wapń czy fosfor) oraz błonnika pokarmowego. Dzięki tak wielkiemu bogactwu substancji bioaktywnych soki te regulują procesy metaboliczne, neutralizują wolne rodniki, stymulują układ odpornościowy, przeciwdziałają zaparciom, chorobom układu krążenia i zmianom nowotworowym [10, 2, 9].

Zawartość związków bioaktywnych w sokach jest bardzo zróżnicowana i wiąże się z rodzajem użytych warzyw, ich odmianą, sposobem uprawy, warunków pogodowych oraz zastosowaną technologią produkcji [6]. Pomimo różnic wynikających ze sposobu produkcji i odmian, soki uważane są za dobre źródło substancji aktywnych, polecane przez FAO/WHO nawet jako jedna z zalecanych pięciu porcji warzyw i owoców dziennie [18]. Dlatego cieszy fakt, że spożycie soków owocowych i warzywnych jest coraz większe, w roku 2007 w Polsce wynosiło około 1 litra miesięcznie na jedną osobę [7].

Celem artykułu jest prezentacja wyników badań dotyczących właściwości przeciwutleniających oraz zawartości związków polifenolowych w rynkowych sokach warzywnych z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły rynkowe soki pomidorowe i marchwiowe wyprodukowane z surowców ekologicznych i konwencjonalnych dostępne na polskim rynku w 2008 roku. Badaniom poddano 12 próbek soków.

Właściwości przeciwutleniające soków oznaczono metodą spektrofotometryczną z wykorzystaniem rodników ABTS i wyrażono jako TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) [12]. Zawartość związków polifenolowych ogółem

oznaczono metodą wg Singelton i Rossi, przedstawiając wyniki jako GAE (Gallic Acid Equivalent). Wyniki przeliczono również na suchą masę.

Interpretację statystyczną przeprowadzono w oparciu o jednoczynnikową analizę wariancji ($p \leq 0,05$), przy wykorzystaniu programu komputerowego: Statgraphic Plus wersja 5.1., zgodnie z obowiązującymi zasadami.

WYNIKI BADAŃ

Soki pomidorowe

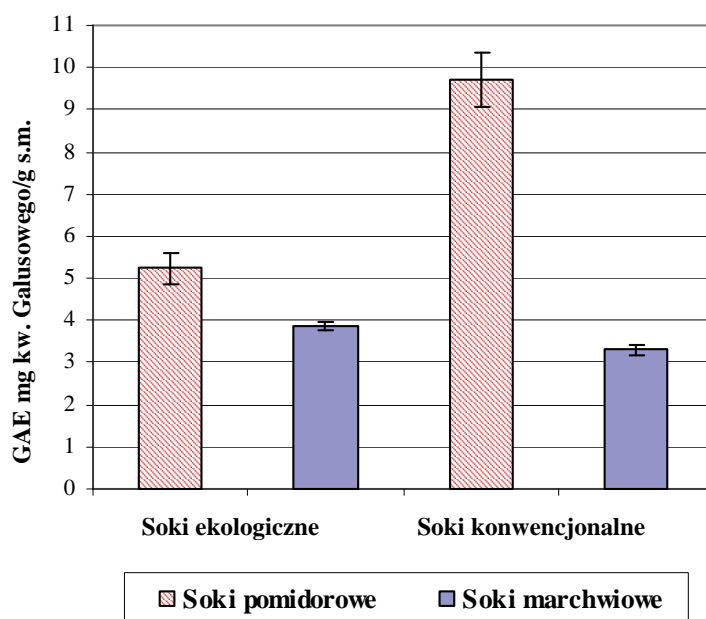
Zawartość związków polifenolowych

Zawartość związków polifenolowych w badanych sokach była bardzo zróżnicowana. Wykazano istotny wpływ zastosowanej metody uprawy (ekologiczna, konwencjonalna) pomidorów na zawartość związków polifenolowych w badanych sokach pomidorowych ($p < 0,001$). Istotnie niższą zawartość tych związków zawierały soki ekologiczne w porównaniu z konwencjonalnymi, zarówno po przeliczeniu na objętość soku, jak również na suchą masę (tab. 1, rys. 1).

Właściwości przeciwutleniające

Tabela 1. Zawartość związków polifenolowych w sokach pomidorowych i marchwiowych ekologicznych oraz konwencjonalnych

Rodzaj uprawy surowców	Smak soku	GAE mg kw. Galusowego/ml soku
ekologiczny	pomidorowy	0,309±0,02
	marchwiowy	0,339±0,011
konwencjonalny	pomidorowy	0,607±0,04
	marchwiowy	0,357±0,013



Rys. 1. Porównanie zawartości związków polifenolowych w sokach pomidorowych i marchwiowych ekologicznych oraz konwencjonalnych w zależności od uprawy surowców w przeliczeniu na suchą masę.

Aktywność przeciwutleniająca soków ekologicznych była dwukrotnie niższa w porównaniu do soków konwencjonalnych. Średnie poziomy właściwości przeciwutleniających soków pomidorowych ekologicznych i konwencjonalnych wynosiły odpowiednio 2,05 μ moles Troloxu/ml soku (36,45 μ moles Troloxu/g s.m.) oraz 5,07 μ moles Troloxu/ml soku (79,68 μ moles Troloxu/g s.m.). Wykazano istotnie niższe właściwości przeciwutleniające w sokach ekologicznych w porównaniu z sokami konwencjonalnymi (tab. 2, rys. 2), co jest proporcjonalne do istotnie niższej ilości związków polifenolowych w sokach ekologicznych. Różnica tych właściwości była istotna statystycznie ($p < 0,001$) zarówno w przeliczeniu na objętość soku, jak również na suchą masę.

Soki marchwiowe

Zawartość związków polifenolowych

Soki marchwiowe z upraw ekologicznej i konwencjonalnej charakteryzowały się porównywalną zawartością związków polifenolowych.

Średnia zawartość tych związków w badanych sokach ekologicznych i konwencjonalnych wynosiła odpowiednio 0,34 mg kw. galusowego/ml soku (3,86 mg kw. galusowego/g s.m.) i 0,36 mg kw. galusowego/ml soku (3,30 mg kw. galusowego/g s.m.) (tab. 1, rys. 1). Wykazano brak istotnie statystycznych różnic między zawartością związków polifenolowych w sokach ekologicznych i konwencjonalnych, zarówno w przeliczeniu na objętość soku ($p = 0,285$), jak i na suchą masę ($p = 0,061$).

Właściwości przeciwutleniające

Potencjał antyoksydacyjny soków marchwiowych ekologicznych w porównaniu z sokami konwencjonalnymi był nieistotnie wyższy zarówno w przeliczeniu na objętość soku ($p = 0,226$), jak i w przeliczeniu na suchą masę ($p = 0,022$) (tab. 2, rys. 2).

DYSKUSJA

Porównując otrzymane w pracy wyniki zawartości związków polifenolowych, właściwości przeciwutleniających oraz suchej masy w sokach pomidorowych i marchwiowych z upraw ekologicznych i konwencjonalnych można stwierdzić, że nie wszystkie produkty ekologiczne posiadają wyższe wartości badanych parametrów.

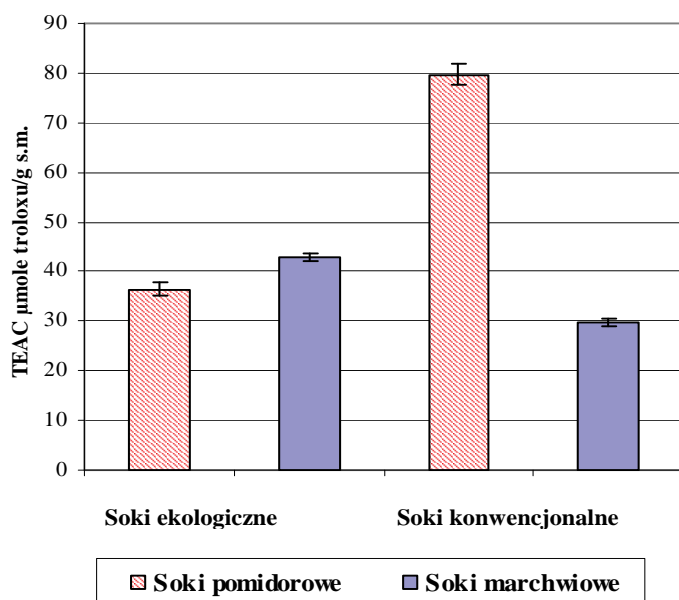
W literaturze niewiele jest danych dotyczących zawartości związków polifenolowych i właściwości antyoksydacyjnych w sokach rynkowych.

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że soki pomidorowe z surowców ekologicznych posiadały istotnie mniejszą ilość związków polifenolowych oraz wykazywały istotnie niższą aktywność przeciwutleniającą w porównaniu z sokami konwencjonalnymi, przy nieistotnie wyższej zawartości suchej masy w sokach konwencjonalnych. Soki marchwiowe ekologiczne i konwencjonalne posiadały zbliżoną ilość związków polifenolowych. Właściwości przeciwutleniające natomiast były nieznacznie wyższe dla marchwiowych soków ekologicznych w porównaniu

z konwencjonalnymi w przeliczeniu na objętość soku i istotnie wyższe w przeliczeniu na suchą masę, mimo istotnie wyższej zawartości suchej masy w sokach konwencjonalnych oraz dodatku w nich syntetycznej witaminy C.

Tabela 2. Właściwości przeciwutleniające w sokach pomidorowych i marchwiowych ekologicznych oraz konwencjonalnych

Rodzaj uprawy surowców	Smak soku	TEAC μ mole troloxu/ml soku
ekologiczny	pomidorowy	2,05 \pm 0,078
	marchwiowy	3,737 \pm 0,071
konwencjonalny	pomidorowy	5,07 \pm 0,143
	marchwiowy	3,231 \pm 0,073



Rys. 2. Porównanie właściwości przeciwutleniających w sokach pomidorowych i marchwiowych ekologicznych oraz konwencjonalnych w zależności od rodzaju uprawy surowców w przeliczeniu na suchą masę.

Odmianą zależność co do zawartości suchej masy użyskali Rembiałkowska i wsp. [15]. Wykazali oni, że nierynkowe soki pomidorowe oraz marchwiowe z produkcji ekologicznej posiadały wyższą zawartość suchej masy w porównaniu z sokami konwencjonalnymi.

Średnia aktywność przeciwutleniająca oznaczanych w pracy soków pomidorowych wynosiła 3,06 μ mole Troloxu/ml soku, zaś marchwiowych 3,6 μ mole Troloxu/ml soku. Podstępek i wsp. [11] oraz Boivin i wsp. [1] otrzymali niższe wartości właściwości przeciwutleniających, odpowiednio 1,7 μ mole Troloxu/ml soku i 1,6 \pm 0,1 μ mole Troloxu/ml soku. Bardziej zbliżony do wyników badań Boivina i wsp. [1] był uśredniony wynik aktywności antyoksydacyjnej oznaczonych w pracy ekologicznych soków pomidorowych, wynoszący 2,05 μ mole Troloxu/ml soku.

Boivin i wsp. [1] oraz Butz i wsp. [3] wykazali, że aktywność przeciwutleniająca badanych soków marchwiowych

wynosiła 1,9 μ mole Troloxu/ml soku i była prawie dwa razy niższa niż ta oznaczona w badanych w pracy sokach.

Różnice właściwości przeciwutleniających między oznaczonymi w pracy sokami, a danymi literaturowymi wynikać mogą z innych odmian surowców, z których wyprodukowane zostały soki oraz z innej technologii produkcji, jak również z dodatku do konwencjonalnych soków marchwiowych syntetycznej witaminy C.

Wg badań Hallmann, Rembiałkowskiej i Sikory [13, 8, 15], nierynkowe soki pomidorowe oraz marchwiowe z uprawy ekologicznej charakteryzowały się większą zawartością związków polifenolowych niż soki konwencjonalne. Podobne wyniki otrzymali Caris-Veyrat i wsp. [4] oraz Theuer [17]. W niniejszej pracy wykazano, że ekologiczne soki pomidorowe posiadały niższą zawartość związków polifenolowych w porównaniu do soków konwencjonalnych, a w przypadku soków marchwiowych ilości te były zbliżone. Powyższe różnice mogą wynikać z różnych odmian surowców lub sposobu produkcji.

Wyższe zawartości związków polifenolowych w produktach ekologicznych mogą wynikać z teorii GDBH (Growth/Differentiation Balance Hypothesis) mówiącej, że rośliny uprawiane w systemie ekologicznym mając do dyspozycji mniej łatwo dostępnego azotu (będącego podstawą nawozów sztucznych) wytwarzają więcej cennych związków bioaktywnych, w tym flawonoli, niż rośliny uprawiane w systemie konwencjonalnym [13, 14]. Jednak, jak podaje Theuer [17] oraz Hallmann i Rembiałkowska [8] swoistość zdrowotna surowców ekologicznych (w odniesieniu do zawartości w nich związków polifenolowych) w dużej mierze zależy od ich odmiany. Różne odmiany warzyw cechują się różną zawartością związków polifenolowych.

Podstępek i wsp. [11] badając zawartość związków polifenolowych w sokach pomidorowych wykazały ich ilość na poziomie 36,77 mg kw. galusowego/100 g soku pomidorowego. Podobne ilości wykazano również w przeprowadzonej pracy.

Z badań Podstępek i wsp. [11] wynika również, że związki polifenolowe to główne substancje nadające właściwości przeciwutleniające sokom pomidorowym. Podobną zależność stwierdzono w przeprowadzonych badaniach dla konwencjonalnych soków pomidorowych, które zawierały istotnie więcej związków polifenolowych i posiadały istotnie wyższą aktywność antyoksydacyjną w porównaniu do soków ekologicznych. Taką zależność zauważono również dla ekologicznych soków marchwiowych w przeliczeniu na suchą masę.

Analizując powyższe wyniki z danych literaturowych z wynikami z przeprowadzonych badań można stwierdzić, że są one zróżnicowane, a czasami rozbieżne. Różnice w zawartości suchej masy, ilości związków polifenolowych czy aktywności przeciwutleniającej mogą wynikać z różnych gatunków warzyw i owoców, z których wyprodukowano badane soki, z różnej technologii produkcji oraz nie zawsze właściwego sposobu ich przechowywania i stosownego opakowania (jasne szkło).

WNIOSKI

1. Rynkowe soki pomidorowe z surowców ekologicznych posiadały istotnie mniejszą zawartość związków polifenolowych oraz cechowały się istotnie niższym potencjałem przeciwutleniającym w stosunku do soków konwencjonalnych, przy nieistotnie niższej zawartości suchej masy w sokach ekologicznych.

2. Soki marchwiowe ekologiczne i konwencjonalne posiadały zbliżoną zawartość związków polifenolowych. Właściwości przeciwutleniające ekologicznych soków marchwiowych w porównaniu z produktami konwencjonalnymi były nieznacznie wyższe w przeliczeniu na objętość soku i istotnie wyższe w przeliczeniu na suchą masę, mimo istotnie wyższej zawartości suchej masy w sokach konwencjonalnych.

3. Badane soki są dobrym źródłem naturalnych przeciwutleniaczy korzystnie wpływających na organizm człowieka, dlatego bardzo ważny jest ich udział w codziennej diecie.

LITERATURA

- [1] Boivin D., Lamy S., Lord-Dufour S., Jackson J., Beaulieu E., Côté M., Moghrabi A., Barrette S., Gingras D., Béliveau R.: Antiproliferative and antioxidant activities of common vegetables: A comparative study, *Food Chemistry*, 2009, t. 112, 2, s. 374–380.
- [2] Brandt K., Christensen L.P., Hansen-Müller J.: Health promoting compounds in vegetables and fruits: A systematic approach for identifying plant components with impact on human health, *Trends in Food Science & Technology*, 2004, t. 7-8, 3/4, s. 384-393.
- [3] Butz P., Garcia F., Lindauer R., Dieterich S., Bogner A., Tauscher B.: Influence of ultra high pressure processing on fruit and vegetable products. *Journal of Food Engineering*, 2003, t. 56, 2-3, s. 233–236.
- [4] Caris-Veynard C., Amiot M.J., Tyssandier V., Grasselly D., Buret M., Mikolajczak M., Guillard J.-C., Bouteloup-Demange C., Borel P.: Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomato and derived purees, consequence on antioxidant plasma status in humans, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, t. 52, 21, s. 6503-6509.
- [5] Górecka A.: Ekologiczne targi w Norymberdze, *Przemysł Spożywczy*, 2008, t. 62, 12, s. 47.
- [6] Grajek W.: *Przeciwutleniacze w żywności – aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2007.
- [7] GUS: *Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2008*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, 2008.
- [8] Hallmann E., Rembiałkowska E.: Estimation of fruits quality of selected tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill) from organic and conventional cultivation with special consideration of bioactive compounds content, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2007, t. 52, 3, s. 55-60.
- [9] Hung H.C., Joshipura K.J., Jiang R.: Fruit and vegetable intake and risk of major chronic disease, *Journal of the National Cancer Institute*, 2004, t. 3, 96, 21, s. 1577-84.
- [10] Nadolna I., Szponar L.: *Soki warzywne i owocowe a zdrowie*, IŻŻ, Warszawa, 1998.
- [11] Podśędek A., Sosnowska D., Anders B.: Antioxidative capacity of tomato products, *European Food Research and Technology*, 2003, t. 217, 4, s. 296-300.
- [12] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free Radical Biology And Medicine*, 1999, t. 26, 9, s. 1231-1237.
- [13] Rembiałkowska E.: The impact of organic agriculture on food quality, *Agricultura Scientific Journal*, 2004, 3, s. 19-26.
- [14] Rembiałkowska E., Hallmann E.: The changes of the bioactive compounds in pickled red pepper fruits from organic and conventional production, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2008, t. 53, 4, s. 51-57.
- [15] Rembiałkowska E., Hallmann E., Sikora M. (2008): Ocena wartości odżywczej, sensorycznej oraz przetwórczej wybranych gatunków warzyw z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej, *Sprawozdanie*, Internet, 20.04.2009, http://kzft.sggw.pl/Badania/Sprawozdanie%20SGGW_ZZE_2008_CD.pdf.
- [16] Singleton V., Rossi J.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, 1965, t. 16, 3, s. 144-158.
- [17] Theuer R. (2006): Do Organic Fruits and Vegetables Taste Better than Conventional Fruits and Vegetables, *Taste of Organic Food*, Internet 20.04.2009, www.organic-center.org/reportfiles/taste_2pagerx4.pdf.
- [18] WHO (2003): Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases, Report of a Joint WHO/FAO expert consultation Geneva, World Health Organization, 28 January – 1 February 2002 [Public Health Nutrition, 2004, 7 (1A), Special issue – Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: scientific background papers of the joint WHO/FAO expert consultation].

THE ANTIOXIDANT CAPACITY AND POLYPHENOL CONTENT OF ORGANIC AND CONVENTIONAL MARKED VEGETABLE JUICES

SUMMARY

The aim of this composition was to compare polyphenol content and the antioxidant capacity in marked organic and conventional tomato and carrot juices.

The antioxidant capacity of juice was evaluated using spectrophotometric method with ABTS radicals and presented as TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity). Polyphenol content was evaluated using Singleton and Rossi method, results were presented as GAE (Gallic Acid Equivalent).

Marked organic tomato juices had significant lower level of polyphenol content and demonstrated significant lower antioxidant capacity compared to conventional ones with insignificant lower content of dry mass in organic juices. Organic and conventional carrot juices had comparable polyphenol content. The antioxidant capacity however was higher in organic juices in comparison with conventional ones in spite of significant lower content of dry mass in organic juices.

Key words: vegetable juices, antioxidant capacity, TEAC, ABTS•+, polyphenols, GAE, organic food.