

*Maria Gacek, Barbara Frączek, Małgorzata Morawska*

ZAWARTOŚĆ WITAMINY C I POLIFENOLI ORAZ POTENCJAŁ  
ANTYOKSYDACYJNY ZAPLANOWANYCH DLA OSÓB  
AKTYWNYCH FIZYCZNIE POTRAW – SAŁATKI Z GRILLOWANYM  
KURCZAKIEM ORAZ SPAGHETTI Z POMIDORAMI  
I PARMEZANEM

Zakład Żywienia Człowieka, Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie  
Kierownik: dr *B. Frączek*

*Salatka z grillowanym kurczakiem zawiera 28,24 mg witaminy C oraz 34,94 mg polifenoli w 100 g produktu. W spaghetti z pomidorami i parmezanem występuje 16,45 mg witaminy C i 37,74 mg polifenoli w 100 g produktu. Potencjał antyoksydacyjny salatki z kurczakiem jest równy 0,72, a spaghetti z pomidorami 0,88 mg Troloksu/g świeżej masy próbki.*

Słowa kluczowe: potrawy dla sportowców, wartość odżywcza, witamina C, polifenole, potencjał antyoksydacyjny

Key words: foods for athletes, nutritional value, vitamin C, polyphenols, antioxidant activity

Konsekwencją zaburzenia równowagi prooksydacyjno-antyoksydacyjnej w warunkach intensywnego wysiłku fizycznego jest zjawisko stresu oksydacyjnego, rozwijającego się głównie w wyniku nasilonych procesów metabolicznych, ale również pod wpływem czynników środowiskowych. Stres oksydacyjny powoduje zwiększone zapotrzebowanie na witaminy antyoksydacyjne oraz bioflawonoidy u sportowców (1,2). Bogatym źródłem antyoksydantów egzogennych są warzywa i owoce, charakteryzujące się wysoką zawartością substancji bioaktywnych, w tym witaminy C, karotenoidów oraz polifenoli (3,4,5,6). Szwajcarska piramida żywienia sportowców zaleca 5 porcji warzyw i owoców dziennie, w tzw. kolorach tęczy, ze względu na różnorodność substancji bioaktywnych w różnych produktach tej grupy (7). Uzasadnieniem dla podjęcia prezentowanych badań był brak danych opisujących wartość odżywczą niektórych zaplanowanych i preferowanych przez sportowców potraw, o niskim i średnim indeksie glikemicznym, stanowiących bogate źródło składników odżywczych.

Celem badań była analityczna ocena zawartości witaminy C i polifenoli ogółem oraz potencjału antyoksydacyjnego salatki z grillowanym kurczakiem oraz spaghetti z pomidorami i parmezanem, potraw zaplanowanych dla sportowców.

## MATERIAŁ I METODY

Analitycznej ocenie poddano wartość odżywczą dwóch zaplanowanych potraw, sałatki z grillowanym kurczakiem oraz spaghetti z pomidorami i parmezanem. Potrawy te przygotowano w oparciu o przedstawioną recepturę, w której uwzględniono ilość produktów rynkowych koniecznych do przygotowania 100 g gotowej potrawy. Dla przyrządzenia 100 g sałatki z kurczakiem wykorzystano: pomidory świeże (14,8 g), paprykę czerwoną (14,8 g), cebulę czerwoną (7,4 g), ogórek świeży (14,8 g), sałatę lodową (17,8 g), filet z kurczaka (28 g), a także żółtko jaja (0,6 g), musztardę (1,4 g), oliwę z oliwek (3,4 g), wodę mineralną (3,4 g) i sok z cytryny (0,07 g) do sosu sałatkowego. W przyrządzeniu 100 g spaghetti z pomidorami wykorzystano: makaron bezjajeczny (14 g), cebulę białą (9,3 g), cebulę czerwoną (9,3 g), pomidory świeże (28 g), paprykę czerwoną (8,4 g), czosnek (1,4 g), pomidory z puszki (37,3 g), pieczarki świeże (14 g), oliwę z oliwek (0,5 g) i odtłuszczony parmezan (1,9 g). Każdą z potraw przyrządzano trzy razy, a w każdej serii do oceny oddawano 3 porcje, zatem wartość odżywczą potraw oceniono na podstawie 9 pomiarów. Analizy biochemiczne przeprowadzono w Małopolskim Centrum Monitoringu i Atestacji Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie w okresie od 15.11.2010 do 29.01. 2011.

Zawartość polifenoli ogółem oznaczono w ekstraktach metanolowo-acetonowych metodą *Swain i Hillis* (8), z zastosowaniem odczynnika *Folin-Ciocalteu* (Sigma) i wyrażono jako ekwiwalent kwasu galusowego (GAE) w mg/100 g świeżej masy próbki. Potencjał antyoksydacyjny oznaczono w ekstraktach metanolowo-acetonowych metodą *Re i in.* (9), jako zdolność wygaszania rodnika ABTS i wyrażono jako ekwiwalent Troloxu w mg/g próbki. Ekstrakty metanolowo-acetonowe do oznaczania zawartości polifenoli ogółem oraz aktywności antyoksydacyjnej wykonano według *Bartonia i in.* (10). Oznaczenie zawartości witaminy C wykonano metodą miareczkową z 2,6-dichlorofenolindofenolem (11). Wyniki przedstawiono w języku statystyki opisowej, jako średnie arytmetyczne  $\pm$ odchylenia standardowe. Zawartość witaminy C w potrawach odniesiono do zalecanego spożycia (RDA) dla kobiet i mężczyzn  $\geq$  19 lat (12). Analizę statystyczną danych przeprowadzono w oparciu o test t-Studenta z programu Excel 2007, na poziomie istotności  $P < 0,05$ .

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zawartość witaminy C w sałatce z grillowanym kurczakiem (28,24 mg/100 g) jest statystycznie istotnie wyższa niż w spaghetti z pomidorami (16,45 mg/100 g produktu) ( $P < 0,001$ ). Ilość polifenoli w spaghetti z pomidorami i parmezanem wynosi 37,74 mg/100 g, a w sałatce z grillowanym kurczakiem 34,94 mg/100 g produktu. Potencjał antyoksydacyjny spaghetti z pomidorami i parmezanem jest znamienne wyższy niż sałatki z kurczakiem (0,88 vs. 0,72 mg Troloxu/g produktu) ( $P < 0,05$ ) (Tabela I). Poziom realizacji normy zalecanego spożycia (RDA) dla witaminy C wskazuje, że sałatka z kurczakiem pokrywa fizjologiczne zapotrzebowanie w zakresie od 31,37% do 37,65%, a spaghetti z pomidorami w zakresie od 18,27% do 21,93%, w zależności od płci (Tabela II).

Tabela I. Zawartość witaminy C i polifenoli oraz potencjał antyoksydacyjny potraw

Table I. Vitamin C and polyphenol content as well as antioxidant activity of foods

Oceniane parametry	Salatka z grillowanym kurczakiem (X±SD)	Spaghetti z pomidorami i parmezanem (X±SD)
Witamina C (mg/100 g)	28,24±0,30	16,45±0,84***
Polifenole ogółem (mg/100 g)	34,94±1,44	37,74±0,29
Potencjał antyoksydacyjny (mg Tr/g)	0,72±0,04	0,88±0,03*

Różnice między potrawami statystycznie istotne na poziomie:\*\*\*P&lt;0,001; \*P&lt;0,05

Tabela II. Poziom realizacji zalecanego spożycia (RDA) witaminy C w potrawach (w 100 g)

Table II. The level of fulfillment of recommended dietary allowances (RDA) of vitamin C in foods (in 100 g)

Norma RDA (mg/dobę)	% realizacji RDA	
	Salatka z grillowanym kurczakiem (X±SD)	Spaghetti z pomidorami i parmezanem (X±SD)
Mężczyźni: 90	31,37±0,34	18,27±0,94
Kobiety: 75	37,65±0,40	21,93±1,12

Opisana w przygotowanej sałatce z kurczakiem zawartość witaminy C jest wyższa niż w mrożonej mieszance warzywniej z kurczakiem i ryżem (16,9 mg/100 g) (13) i zdecydowanie wyższa niż w potrawie określonej jako kurczak z warzywami w amerykańskich tabelach USDA (2,5 mg/100 g) (14). Podobna prawidłowość dotyczy ocenianego spaghetti z pomidorami w odniesieniu do odpowiednich potraw w tabelach USDA (14), zarówno do spaghetti bolognese (5,30 mg/100 g), jak również spaghetti z sosem pomidorowym (3,97 mg/100 g). Wysoka zawartość witaminy C w przygotowanych potrawach koresponduje z jej ilością w surowych warzywach, zastosowanych do przyrządzenia potraw (5,13). Wyjątkowo wysoką zawartością witaminy C cechuje się papryka czerwona, stanowiąca jeden ze składników sałatki z kurczakiem (128,7 mg/100 g), ale również pomidory (13,88 mg/100 g) i sałata zielona (11,42 mg/100 g) (5).

Zawartość polifenoli ogółem w ocenianych potrawach także jest funkcją ich wysokiej zawartości w wykorzystanych surowcach. Zawartość polifenoli ogółem w warzywach i owocach jest zróżnicowana, a spośród warzyw wysokie ich stężenie cechuje brokuły (290 mg/100 g), marchew (156 mg/100 g) i cebulę (150 mg/100 g) (15). Spośród zastosowanych do przyrządzenia ocenianych potraw warzyw, szczególnie bogate w polifenole są papryka czerwona (68,50 mg/100 g), cebula (45,81 mg/100 g) i czosnek (36,10 mg/100 g) (5). Pomidory i ich przetwory wyróżniają się pod względem zawartości karotenoidów, szczególnie likopenu (16).

Potencjał antyoksydacyjny potraw jest skorelowany w zawartością substancji o właściwościach przeciwutleniających, w tym witaminy C i polifenoli (5,16). Pojemność przeciwutleniająca warzyw jest na ogół słabsza niż owoców, zwłaszcza jagodowych, a wyższa niż produktów zbożowych (16). Aktywność antyoksydacyjna owoców zawiera się w przedziale od 1,02 (gruszki) do 3,91 mmol/100 g (truskawki), a warzyw, grzybów i nasion strączkowych w zakresie od 0,27 (ogórki) do 6,91 mmol/100 g (fasola). Wysoki potencjał (>2 mmol/100 g) dotyczy także grochu,

koperku, szczawiu, kapusty czerwonej i buraka czerwonego (6). Szczególnie wysoki potencjał przeciwutleniający, wyrażony jako zdolność wygaszania DPPH, opisano dla kapusty brukselskiej i papryki czerwonej (kolejno:  $EC_{50}$  7,8 mg i 11,9 mg) (5). Wysoką zdolność wygaszania kationorodnika ABTS stwierdzono dla surówek, szczególnie z pora i jabłka oraz z pomidora i ogórka kwaszonego (17). Wykazany w badaniach własnych potencjał antyoksydacyjny sałatki z kurczakiem, równy w przeliczeniu 0,29 mmol/100 g, a spaghetti z pomidorami równy 0,35 mmol/100 g, sytuuje oceniane potrawy pod względem zdolności antyoksydacyjnych pomiędzy ogórkiem (TAS=0,27 mmol/100 g) a sałatą (TAS=0,46 mmol/100 g świeżej masy) (6).

Antyoksydanty egzogenne wpływają na całkowitą zdolność antyoksydacyjną oraz wydolność fizyczną sportowców (1), stąd ważnym aspektem racjonalnego żywienia jest odpowiednia podaż substancji bioaktywnych pochodzenia roślinnego. Wysoka zawartość witaminy C w ocenianych potrawach może w istotny sposób pokryć fizjologiczne nań zapotrzebowanie. Porcja 100 g sałatki z kurczakiem realizuje bowiem RDA dla witaminy C w zakresie od 31,37% u mężczyzn do 37,65% u młodych kobiet. Zalecany pobór polifenoli, sprzyjający prawidłowemu funkcjonowaniu organizmu, ocenia się na 250-500 mg/dobę (18). Porcja 100 g ocenianych potraw, dostarczając ponad 30 mg polifenoli, pokrywa w około 1/10 zalecaną ich ilość. Badania mające na celu oszacowanie pobrania związków fenolowych z dietą dowiodły, że statystyczny Polak spożywa około 440 mg polifenoli/dobę, a ważnymi źródłami antyutleniaczy są warzywa (31%) i owoce (23%) (18). Ocenia się, że społeczeństwa zachodnie spożywają średnio 50-800 mg, a wschodnie do 2 g flawonoidów/dobę. Przeciętą dietą śródziemnomorska dostarcza 100-1000 mg flawonoidów /dobę (4).

Zdolność antyoksydacyjna przygotowanych potraw, będąca funkcją zawartości substancji antyoksydacyjnych, w tym witaminy C oraz polifenoli, stanowi o ich przydatności w planowaniu racjonalnych, zbilansowanych racji pokarmowych, także osób o wysokiej aktywności fizycznej, wymagających zwiększonej podaży antyoksydantów. Uwzględnianie tych potraw jest uzasadnione również ze względu na preferowanie makaronów i mięsa białego przez sportowców (19).

## WNIOSKI

1. Zawartość witaminy C w ocenianych potrawach, istotnie wyższa w sałatce z grillowanym kurczakiem niż w spaghetti z pomidorami i parmezanem, w wysokim stopniu pokrywa zalecaną normę RDA dla młodych dorosłych osób.

2. Zawartość polifenoli w badanych potrawach jest zbliżona, a potencjał antyoksydacyjny spaghetti z pomidorami jest znamienne wyższy niż sałatki z grillowanym kurczakiem.

3. Oceniane parametry wartości odżywczej przygotowanych potraw wskazują na ich przydatność w planowaniu racji pokarmowych osób o zwiększonej aktywności fizycznej.

M. Gacek, B. Frączek, M. Morawska

VITAMIN C AND POLYPHENOL CONTENT AS WELL AS ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FOODS DESIGNED FOR PHYSICALLY ACTIVE PEOPLE: GRILLED CHICKEN SALAD AND SPAGHETTI WITH TOMATOES AND PARMEZAN CHEESE

Summary

The aim of the research was to carry out analytical assessment of vitamin C and polyphenol content as well as antioxidant activity of grilled chicken salad and spaghetti with tomatoes and parmezan cheese, foods planned for athletes. The biochemical analysis was conducted at the Malopolska Center of Food Monitoring at University of Agriculture in Krakow, by means of procedures described in relevant literature (Swain and Hillis 1959, Re et al. 1999, Bartoń et al. 2005, Krelowska-Kulas 1993).

The analytical assessment of the nutritional value has shown that 100 g of grilled chicken salad contains 28.24 mg of vitamin C and 34.94 mg of polyphenols. A 100 g of spaghetti with tomatoes and Parmesan cheese contains 16.45 mg of vitamin C and 37.74 mg of polyphenols altogether. The antioxidant activity of grilled chicken salad was at 0.72 mg of Trolox/g of the product, while that of spaghetti with tomatoes and Parmesan cheese was at 0.88 mg Trolox/g. A comparison of vitamin C content against the standards (Jarosz i Bulhak-Jachymczyk 2008, 2011) shows that a 100 g portion of grilled chicken salad meets the physiological requirement for vitamin C from 31.37% to 37.65% of the RDA, while spaghetti with tomatoes and Parmesan cheese from 18.27% to 21.93% of the RDA, depending on the gender. The nutritional value of the examined foods suggests it is valid to take them into account while planning balanced food rations for athletes.

PIŚMIENNICTWO

1. *Son C.K.*: Antioxidants in exercise nutrition. *Sports Med.*, 2001; 31 (13): 891-908. -2. *Morillas-Ruiz J.M., Villegas Garcia J.A., Lopez F.J., Vidal-Guevara M.L., Zafrilla P.*: Effects of polyphenolic antioxidants on exercise-induced oxidative stress. *Clin. Nutr.*, 2006; 25: 444-453. - 3. *Naczka M., Shahidi F.*: Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 2006; 28 (41): 1523-1542. - 4. *Sikora E., Cieślak E., Topolska K.*: The sources of natural antioxidants. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2008; 7 (1): 5-7. - 5. *Borowski J., Szajdek A., Borowska E.J.*: Charakterystyka chemiczna i aktywność biologiczna warzyw z terenu Olsztyna. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008; 41 (3): 333-337. - 6. *Zujko M., Witkowska A.*: Aktywność antyoksydacyjna popularnych gatunków owoców, warzyw, grzybów i nasion roślin strączkowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009; 42 (3): 895-899. - 7. *Walter P., Infanger E., Muhlemann P.*: Food Pyramid of the Swiss Society for Nutrition. *Ann. Nutr. Metab.*, 2007; 51 (Suppl. 2): 15-20. - 8. *Swain T., Hillis W.E.*: The phenolic constituents of *Purmus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food. Agric.*, 1959; 10: 63-68. - 9. *Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.*: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad. Biol. Med.*, 1999; 26 (9-10): 1231-1237. - 10. *Bartoń H., Foltá M., Zachwieja Z.*: Zastosowanie metod FRAP, ABTS i DPPH w badaniu aktywności antyoksydacyjnej produktów spożywczych. *Nowiny Lek.*, 2005; 74 (4): 510-513. 11. *Krelowska-Kulas M.*: Badanie jakości produktów spożywczych. Wyd. PWE, Warszawa 1993. -12. *Jarosz M., Bulhak-Jachymczyk B.*: Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych. PZWL, Warszawa 2008, 2011: 195. -13. *Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.*: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa 2005: 275. -14. *Gebhardt S.E., Thomas R.G.*: Nutritive value of foods. *Home and Garden Bulletin, Agriculture Research Service, United States Department of Agriculture*, 2002; 72: 36-68. -15. *Cieślak E., Gręda A., Adamus W.*: Contents of polyphenols in fruit and vegetables. *Food Chem.*, 2006; 94: 135-142. -16. *Szajdek A., Borowska E.J.*: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość*, 2004; 4 (41): 5-28. -17. *Gramza-Michałowska A., Reguła J., Stachowiak B., Musiał B.*: Ocena zmian wskaźników potencjału antyoksydacyjnego wybranych warzyw poddanych obróbce technologicznej. *Probl. Hig.*

Epidemiol., 2011; 92 (4): 855-858. -18. *Wilczyńska A., Retel M.*: Oszacowanie pobrania związków fenolowych z diety z uwzględnieniem udziału miodów pszczelich. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2011; 92 (4): 709-712. -19. *Iglesias-Gutiérrez E., García-Rovés P.M., García A., Patterson A.M.*: Food preferences do not influence adolescent high-level athletes' dietary intake. *Appetite*, 2008; 50 (2-3): 536-543.

Adres: 31-571 Kraków, Al.Jana Pawła II 78