

## Remigiusz Ołędzki

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mail: remigiusz.oledzki@ue.wroc.pl

---

# ZNAKOWANIE ŻYWNOŚCI POD WZGLĘDEM WARTOŚCI ANTYOKSYDACYJNEJ

---

**Streszczenie:** Kupując żywność, konsumenci mają styczność z dużą ilością informacji zamieszczonych na opakowaniu produktów. Informacje te, zamieszczane obligatoryjnie przez producentów, opisują produkty żywnościowe pod względem ich wartości odżywczych, sposobu wytworzenia czy miejsca pochodzenia. Konsument otrzymuje w ten sposób wiedzę m.in. na temat kaloryczności, zawartości węglowodanów, białek, soli, nasyconych kwasów tłuszczowych czy cech jakościowych żywności. Ze względu na stały wzrost zachorowań na choroby cywilizacyjne o podłożu wolnorodnikowym istotne znaczenie dla konsumenta zyskują dodatkowe informacje na etykietach produktów spożywczych dotyczące ich całkowitego potencjału antyoksydacyjnego. Dzięki tym informacjom konsumenci uzyskują wiedzę, która umożliwia im dokonywanie bardziej świadomych wyborów tych produktów, które będą skuteczniej wspomagać organizm w neutralizacji wolnych rodników tlenowych i ograniczaniu stresu oksydacyjnego.

**Słowa kluczowe:** potencjał antyoksydacyjny żywności, parametr ORAC, znakowanie żywności, choroby cywilizacyjne.

## 1. Wstęp

Lekarze i eksperci od żywienia od wielu lat zalecają stosowanie diety bogatej w warzywa i owoce, kierując się potwierdzoną właściwością tych pokarmów do przeciwdziałania wolnym rodnikom tlenowym. Liczne badania epidemiologiczne niejednokrotnie podkreślają zależność pomiędzy częstym spożyciem pozyskiwanych w naturalny sposób (nieprzetworzonych) produktów roślinnych a zmniejszonym ryzykiem zapadalności na choroby cywilizacyjne. Czynnikiem dietetycznym, któremu przypisuje się istotny udział w ograniczaniu zapadalności na dolegliwości cywilizacyjne, jest zwiększone spożycie antyoksydantów, zwłaszcza pochodzenia naturalnego [Temple 2000; Lock i in. 2005].

Kierując się wynikami badań naukowych i sugestią ekspertów dotyczącą właściwego postępowania dietetycznego, współcześni konsumenci coraz częściej zwracają uwagę na produkty spożywcze mające silne właściwości przeciwutleniające, których konsumpcja pozwala zachować równowagę oksydacyjno-redukcyjną i tym sa-

mym jest istotnym elementem obrony przeciwwołnorodnikowej organizmu. Jednym z nowych wyróżników i od niedawna funkcjonujących w świadomości konsumenciej terminów stosowanych przy ocenie wartości prozdrowotnej żywności jest „aktywność antyoksydacyjna” produktów spożywczych, względem której jest stosowanych kilka terminów bliskoznacznych. Jednym z najczęściej stosowanych określeń jest pojęcie „całkowitego potencjału antyoksydacyjnego” – TAP (*Total Antioxidant Potential*). Termin całkowitego potencjału antyoksydacyjnego obejmuje aktywność przeciwutleniającą różnych kategorii antyoksydantów, które różnią się między sobą cechami wynikającymi z budowy chemicznej i odmiennym mechanizmem działania. Inne bliskoznaczne terminy określające aktywność antyoksydacyjną żywności to „całkowity status antyoksydacyjny” – TAS (*Total Antioxidant Status*), „całkowita pojemność antyoksydacyjna” – TAC (*Total Antioxidant Capability*) oraz „całkowita reaktywność przeciwutleniająca” – TAR (*Total Antioxidant Reactivity*) [Desmarchelier i in. 1997; Prior 2003].

Istniejące w Unii Europejskiej regulacje prawne dotyczące oznakowania żywności nie precyzują kryteriów wyposażania opakowań produktów spożywczych w znaki informacyjne lub informacje tekstowe określające zakres ochrony przeciwutleniającej wynikającej z jej konsumpcji [Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011; Górska i Janczar-Smuga 2011]. Jednakże wobec stale rosnącego popytu i zainteresowania żywnością o właściwościach przeciwutleniających istotne wydają się zmiany w podejściu do znakowania żywności przez polskich i europejskich producentów. Wskazana byłaby legislacja, a następnie wejście w życie nowych aktów prawnych, które określałyby zasady oznakowania żywności uwzględniające jej aktywność antyoksydacyjną. Sprecyzowane i wyraźnie zdefiniowane, a funkcjonujące od niedawna w literaturze naukowej nowe pojęcia, jak całkowity potencjał antyoksydacyjny (TAP) żywności, umieszczane przez producentów w postaci skonsolidowanej informacji o wartości przeciwutleniającej produktu, stałyby się ważnym elementem dostarczania konsumentom wiedzy, mającej wymierny wpływ na jakość ich życia. Etykiety produktów wyposażone w ten rodzaj danych stanowiłyby istotny element w przekazie informacji oraz skuteczne narzędzie oddziaływania, które przekonywałoby konsumenta, że dany produkt ma wysokie właściwości przeciwutleniające i tym samym jego konsumpcja jest korzystniejsza dla zdrowia niż konkurencyjnych produktów.

**Celem pracy** jest przegląd informacji dotyczących potencjału antyoksydacyjnego żywności oraz próba udzielenia odpowiedzi na pytanie o możliwość i zasadność zamieszczania informacji w opisie produktu (na etykiecie), które dostarczałyby konsumentowi wskazówek dotyczących wpływu spożywanej żywności na potencjał antyoksydacyjny organizmu.

## 2. Całkowity potencjał antyoksydacyjny i jego wyznaczenie

Konsekwencją zachodzących w organizmie procesów metabolicznych, stresu neurofizjologicznego czy ekspozycji na zanieczyszczenia środowiska jest wytwarzanie

w komórkach, tkankach i płynach ustrojowych dużej ilości specyficznych cząsteczek lub atomów, które określane są mianem wolnych rodników tlenowych lub reaktywnych form tlenu. Wolne rodniki tlenowe funkcjonują w organizmie jako samodzielne atomy, jony lub cząsteczki, które ze względu na obecność na zewnętrznej orbicie pojedynczego, niesparowanego elektronu charakteryzują się wysoką reaktywnością. Wolne rodniki tlenowe, dążąc do przyłączenia elektronu, powodują utlenienie każdej cząsteczki lub atomu, z którym wejdą w bezpośredni kontakt chemiczny. Celem ataku wolnych rodników tlenowych w organizmie człowieka są zazwyczaj związki bądź wielkocząsteczkowe struktury biologiczne posiadające w swojej budowie wiązania podwójne, jak kwasy nukleinowe, białka, nienasycone kwasy tłuszczowe (wchodzące w skład błon komórkowych), polisacharydy oraz lipidy (głównie z grupy steroidów, jak np. cholesterol) [Bartosz 2009].

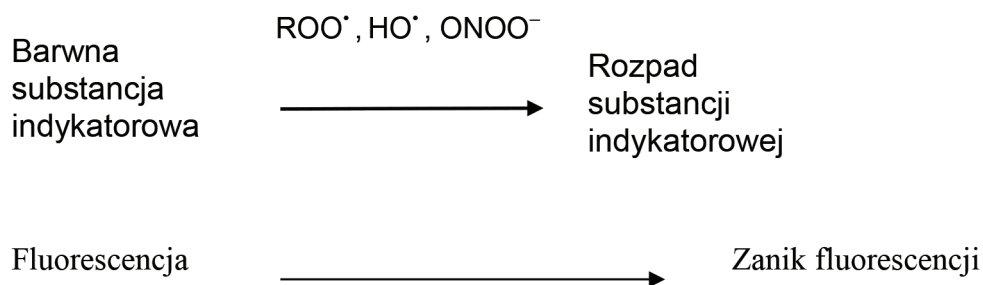
W celu ilościowego opisu zdolności przeciwutleniającej różnego pochodzenia żywności operuje się terminem całkowitego potencjału antyoksydacyjnego, który określa zdolność do unieszkodliwiania określonej postaci wolnego rodnika tlenowego przez dany rodzaj żywności, niezależnie od aktywności przeciwutleniającej poszczególnych antyoksydantów w niej obecnych. Pojęcie całkowitego potencjału antyoksydacyjnego zostało po raz pierwszy sformułowane w latach 90. XX wieku przez naukowców z amerykańskiego Narodowego Instytutu Badań nad Starzeniem (*National Institute on Aging*) przy Narodowym Instytucie Zdrowia Ameryki Północnej (*National Institutes of Health*). Oznaczanie TAP odgrywa obecnie coraz większą rolę w określaniu ogólnej wartości biologicznej wielu produktów spożywczych, głównie z grupy żywności funkcjonalnej [Cao i in. 1993].

W celu praktycznego określenia TAP opracowano wiele metod, które umożliwiają pomiar zdolności antyoksydacyjnej produktów spożywczych. Pomiar ten może się odbywać bezpośrednio poprzez badanie TAP żywności lub pośrednio, czyli po konsumpcji wybranego rodzaju żywności, poddając analizie TAP osocza krwi. Jedną z metod pomiaru zdolności antyoksydacyjnej jest test ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*), czyli test „zdolności pochłaniania wolnych rodników tlenowych”, który jest miarą potencjału antyoksydacyjnego produktów spożywczych charakteryzujących się wysoką zawartością przeciwutleniaczy. Test ten został opracowany w 1993 r. w amerykańskich rządowych laboratoriach National Institute on Aging w Bethesda na podstawie wyników badań z lat 80. XX wieku prowadzonych nad zjawiskiem zaniku emisji fluorescencji cząsteczek fikoerytryny pod wpływem oddziaływania z wolnymi rodnikami tlenowymi. Od tego czasu test był wielokrotnie poddawany modyfikacjom oraz optymalizowany na potrzeby analizy TAP różnych produktów żywnościowych oraz aktywności pochodzącej od różnych grup naturalnie występujących w żywności związków przeciwutleniających. Modyfikacje testu ORAC obejmują również wykorzystanie fluoresceiny zamiast  $\beta$ -fikoerytryny jako sondy fluorescencyjnej oraz dają możliwość osobnej analizy potencjału antyoksydacyjnego w zależności od fizykochemicznych właściwości przeciwutleniaczy (lipofilne/hydrofilne) [Prior 2003; Gomes i in. 2005]. W ostatnich latach do analizy

całkowitego potencjału antyoksydacyjnego produktów żywnościowych coraz powszechniej wykorzystuje się techniki fluorymetryczne i spektrofotometryczne oparte na pomiarze intensywności procesu redukcji przez przeciwutleniacze siarczany ceru (IV) w rozcieńczonym kwasie siarkowym [Ozyurt 2007].

Test ORAC jest metodą umożliwiającą rutynowe oznaczenie aktywności przeciwutleniającej nieprzetworzonej żywności pochodzenia roślinnego, zwierzęcego, nisko- i wysokoprzetworzonych produktów spożywczych oraz suplementów diety, których wartość wyrażana jest w jednostkach ORAC. Uzyskane wyniki odnoszone są do wzorcowego przeciwutleniacza, którym jest troloks, czyli rozpuszczalna w wodzie pochodna  $\alpha$ -tokoferolu. A zatem 1 ORAC równy jest 1 mikromolowi troloksu, czyli ochronie, jaką przed wolnymi rodnikami tlenowymi zapewnia 1 mikromol wymienionego wyższego analogu witaminy E. Wartość parametru ORAC najczęściej odnosi się do 100 g żywności lub 1 dm<sup>3</sup> badanego roztworu. W zestawieniach bardzo często dokonuje się osobnego wyszczególnienia wartości ORAC dla naturalnych przeciwutleniaczy o charakterze hydrofilnym (H-ORAC) i lipofilnym (L-ORAC) lub podaje się całkowitą wartość ORAC, która jest sumą H-ORAC i L-ORAC [Prior 2003].

W teście ORAC dokonuje się pomiaru sygnału fluorescencji sondy molekularnej, który zmniejsza się lub ulega „wygaszeniu” w obecności generatora wolnych rodników tlenowych (rys. 1). Dodanie przeciwutleniacza poprzez przeniesienie atomu wodoru powoduje neutralizację wygenerowanych wolnych rodników tlenowych, co pozwala podtrzymać sygnał fluorescencji. W metodzie ORAC jako generatory wolnych rodników tlenowych wykorzystuje się związki diazowe (diazonowe). Związki diazowe po ogrzaniu tworzą wolne rodniki (np. nadtlennokowe – ROO<sup>•</sup>), które w kontakcie z cząsteczkami fluorescencyjnymi, takimi jak  $\beta$ -fikoerytryna lub fluoresceina, powodują ich uszkodzenie, przyczyniając się do utraty fluorescencji. Intensywność fluorescencji jest rejestrowana za pomocą specjalistycznych przyrządów – fluorymetrów, dokonujących pomiaru proporcjonalnego do ilości przeciwutleniaczy obecnych w badanej żywności, które chronią cząsteczki fluorescencyjne przed rozpadem oksydacyjnym [Cao i in. 1993].



Rys. 1. Schemat zjawiska zaniku fluorescencji, której pomiar wykorzystywany jest w metodzie ORAC

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Cao i in. 1993].

Pomimo wielu zalet metoda ORAC nie jest pozbawiona ograniczeń. Metoda ta umożliwia pomiar potencjału antyoksydacyjnego, ale nie dostarcza szczegółowego wyjaśnienia dotyczącego charakteru uszkodzeń cząsteczki fluoresceiny przez wolne rodniki tlenowe. Ponadto nie potwierdzono jednoznacznie, czy tylko wolne rodniki tlenowe są odpowiedzialne za utratę fluorescencji przez  $\beta$ -fikoerytrynę lub fluoresceinę [Cao i in. 1993].

### 3. Wytyczne dotyczące spożycia przeciwutleniaczy

W 2007 r. amerykański Departament Rolnictwa (USDA) w ramach programu działań na rzecz poprawy bezpieczeństwa żywności udostępnił bazę danych o wartościach ORAC produktów żywnościowych, wprowadzając specjalną skalę, która szereguje potencjał przeciwutleniający różnych rodzajów pokarmów. Skala ta, zwana skalą ORAC, umożliwia szybkie porównanie zdolności pochłaniania wolnych rodników tlenowych przez rozmaite produkty spożywcze. Zaobserwowano, że niewielka grupa tzw. superżywności dysponuje wyjątkowo wysokim potencjałem przeciwutleniającym (tab. 1) [Morgan 1999; Seeram i in. 2008]. Wykazano, że dzięki wysokiemu TAP spożywanie tych produktów prowadzi do redukcji stresu oksydacyjnego bez ryzyka narażenia organizmu na komplikacje spowodowane przedawkowaniem, które możliwe jest przy zażywaniu syntetycznych witamin antyoksydacyjnych [Agarwal i in. 2012]. Ponieważ stężenia zawartych w nich witamin przeciwutleniających są znacznie niższe w porównaniu z suplementami diety, konsumpcja naturalnych źródeł przeciwutleniaczy jest bezpieczniejsza dla organizmu. Wysoka skuteczność antyoksydacyjna owoców i warzyw jest dodatkowo uwarunkowana wzajemnym współdziałaniem poszczególnych witamin antyoksydacyjnych oraz obecnością i dużą różnorodnością antyoksydantów niebędących witaminami [Cieślak i in. 2006; Krakowiak i in. 2010].

W badaniach na zwierzętach wykazano, że osobniki, które były karmione żywnością o wysokiej wartości ORAC, cechują się korzystniejszymi parametrami charakteryzującymi biologiczny wiek organizmu, takimi jak zdolności poznawcze (pamięć), zdolności motoryczno-koordynacyjne (równowaga, siła skurczu mięśni) czy szczelność ścian naczyń krwionośnych, niż zwierzęta z grupy kontrolnej [Di Renzo in. 2007]. Sugeruje się zatem, że spożywanie żywności o wysokiej wartości parametru ORAC przyczynia się do wzrostu pojemności antyoksydacyjnej ludzkiej krwi i tkanek. Badania przeprowadzone na Uniwersytecie Tufts w Bostonie na grupie 36 osób (mężczyzn i kobiet w wieku od 20 do 80 lat), które stosowały dietę roślinną o dwukrotnie zwiększonej w ciągu dnia ilości warzyw i owoców – z pięciu do dziesięciu porcji, wykazały zwiększenie wskaźnika ORAC krwi o 10-25% [Cao i in. 1998]. Przytoczone wyniki pozwalają przypuszczać, że stała konsumpcja żywności o sumarycznej wartości ORAC wynoszącej od 3300 do 3500 jednostek przyczynia się do trwałego zwiększenia całkowitej pojemności antyoksydacyjnej krwi w ludzkim organizmie.

**Tabela 1.** Wartości całkowitego potencjału antyoksydacyjnego wybranych produktów roślinnych dla 100 g świeżej masy produktu wyrażone w jednostkach ORAC ( $\mu\text{mol}$  równoważnika troloksu)

Rodzaj produktu roślinnego (100 g)	Wartość ORAC
Suszone śliwki	5770
Rodzyunki	2830
Borówka czarna	2400
Jeżyny	2036
Jarmuż	1770
Truskawki	1540
Szpinak	1260
Maliny	1220
Brukselka	980
Śliwki	949
Kiełki lucerny	930
Brokuły	890
Buraki	840
Pomarańcze	750
Papryka czerwona	710
Czarne winogrona	739
Wiśnie	670

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Wang i Zheng 2001; Wu i in. 2004; Hassimotto 2005; Reika i in. 2005; Reyes-Carmona i in. 2005; Ciz 2010].

Odpowiedni dobór pokarmów pod względem potencjału antyoksydacyjnego ma szczególne znaczenie w aspekcie sezonowości sprzedaży niektórych gatunków owoców i warzyw. Wykazano, że w okresie letnim potencjał antyoksydacyjny osocza krwi jest wyższy w porównaniu z pozostałymi miesiącami, gdyż jest uwarunkowany większym spożyciem owoców (np. agrest, czereśnie, maliny, porzeczki, truskawki, wiśnie, czereśnie) i warzyw sezonowych, a więc niepoddawanych długiemu transportowi i przechowywaniu (np. młode buraki, brokuły, cukinia, fasola szparagowa, kalafior, kalarepa, natka pietruszki, por, rzodkiewka, sałata, seler, szczaw, szparagi, szpinak). Wskazuje to na konieczność zwiększonego spożycia w okresie jesienno-zimowym pozostałych gatunków owoców i warzyw uprawianych w Polsce (w całorocznych uprawach szklarniowych) oraz owoców cytrusowych, soków owocowo-warzywnych czy przypraw, których podaż na rynku nie jest uwarunkowana rocznym cyklem wegetacyjnym charakterystycznym dla roślin umiarkowanej strefy klimatycznej. Przyjmuje się zatem, że zwiększenie spożycia tych produktów może stanowić alternatywę pozwalającą na uzupełnienie braków cennego źródła przeciwutleniaczy o wysokim TAP w okresie ograniczonej dostępności na rynku świeżych produktów sezonowych [Człapka-Matyasik i in. 2009].

Parametr i metoda ORAC jest uznanym międzynarodowym standardem pomiaru potencjału antyoksydacyjnego produktów żywnościowych, zgodnie z którym im większa zdolność produktu spożywczego do neutralizacji wolnych rodników tlenowych, tym większą liczbą jednostek ORAC charakteryzuje się dany produkt. Według opinii dietetyków, zaleca się każdego dnia spożywanie pokarmów zawierających co najmniej 3000 jednostek ORAC. Zalecenie to ma szczególne znaczenie w sytuacji, gdy konsumpcja standardowo zbilansowanej diety nie dostarcza organizmowi więcej niż 1000 jednostek ORAC w ciągu dnia. Ekspertki wskazują, że postępowanie dietetyczne uwzględniające wysoki TAP jest stosunkowo łatwe do realizacji, gdyż już np. 100 g owoców borówki czarnej dostarcza organizmowi 2400 jednostek ORAC. Zatem wprowadzając do swojego codziennego jadłospisu produkty znajdujące się na górnych pozycjach listy ORAC, jak borówki czarne czy suszone śliwki, zapewniamy organizmowi zalecaną wysoką liczbę jednostek ORAC (tab. 1) [U.S. Department of Agriculture 2006, U.S. Department of Agriculture 2007; Di Renzo i in. 2007].

Wartość parametru ORAC jest coraz częściej umieszczana przez producentów na opakowaniach produktów żywnościowych charakteryzujących się zawartością substancji bioaktywnych. Aby ułatwić konsumentom porównywanie wartości zdrowotnej artykułów między sobą, informacje o potencjale antyoksydacyjnym produktów spożywczych, podobnie jak informacje o wartościach odżywczych, powinny być podawane w odniesieniu do porcji o ściśle określonej masie lub objętości, najczęściej 100 g lub 100 ml. Informacje o wartości ORAC zawarte na opakowaniach produktów żywnościowych powinny być czytelne oraz precyzyjnie sformułowane, a zatem powinny być zapisywane zgodnie z kryteriami ustalonymi przez ogólne zapisy legislacyjne dotyczące etykietowania żywności i podawania informacji określających wartość odżywczą danego produktu, kaloryczność, zawartość węglowodanów, cukru, soli i nasyconych kwasów tłuszczowych [Rozporządzenie Ministra Rolnictwa 2007; Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego 2006]. Na rysunku 2 przedstawiono przykład oryginalnej etykiety dietetycznego produktu czekoladowego (*Chocolate Xoçai Nuggets*) o wysokiej zawartości wyciągu z amerykańskiej borówki czarnej, na opakowaniu którego znajduje się informacja o wartości parametru ORAC i zawartości wybranych przeciwutleniaczy fenolowych. Przedstawiona etykieta w części nagłówkowej zawiera informacje o zawartości poszczególnych składników odżywczych, mineralnych i witamin, logo firmy oraz dane adresowe producenta. W dolnej części etykiety zamieszczona jest informacja o zawartości niektórych związków flawonowych (flawonoidów) oraz wartość całkowitego potencjału antyoksydacyjnego (TAP) wyrażona za pomocą parametru  $ORAC_{FN}$  (*ORAC for Food and Nutrition*). Skrót „ $_{FN}$ ” oznacza, że wyznaczony potencjał antyoksydacyjny dotyczy żywności, która spożywana stanowi potencjalną ochronę przed pięcioma głównymi formami wolnych rodników tlenowych, które są generowane w ludzkim organizmie. Są nimi:

- $ONOO^-$  – rodnik nadnitylowy (*peroxynitrite*),

- $O_2^-$  – anionorodnik ponadtlenkowy (*superoxide anion*),
- $ROO^\cdot$  – rodnik peroksyłowy (*peroxyl radical*),
- $OH^\cdot$  – rodnik hydroksyłowy (*hydroxyl radical*),
- $^1O_2$  – cząsteczka tlenu singletowego (*singlet oxygen*).

<b>Nutrition Facts</b>			
Serving Size 3 Nuggets (36g)			
Servings Per Container 33			
Amount Per Serving			
<b>Calories 210</b>	<b>Calories from Fat 120</b>		
<b>%Daily Value*</b>			
<b>Total Fat 13.5g</b>	<b>21%</b>		
Saturated Fat 9g	42%		
Trans Fat 0g			
Cholesterol 0mg	0%		
Sodium 30mg	2%		
<b>Total Carbohydrate 18g</b>	<b>6%</b>		
Dietary Fiber 3g	18%		
Sugars 9g			
<b>Protein 3g</b>			
Vitamin A 0%	Vitamin C 0%		
Calcium 3%	Iron 12%		
* Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs:			
	<b>Calories</b>	<b>2,000</b>	<b>2,500</b>
Total Fat	Less Than	65g	80g
Saturated Fat	Less Than	20g	25g
Cholesterol	Less Than	300mg	300mg
Sodium	Less Than	2400mg	2400mg
Total Carbs		300g	375g
Dietary Fiber		25g	30g
<b>Calories per gram:</b>			
Fat	9	Carbohydrate	4
Protein	4		

**Ingredients**

Dark Chocolate (Unsweetened Chocolate, Sugar, Cocoa, Lecithin [emulsifier]), Açai Powder, Blueberry Powder.

**Allergy Info**

Contains Soy. Manufactured on equipment that produces products containing milk, peanuts, tree nuts, and/or wheat. Dark chocolate may contain milk protein.

Suitable for Vegetarians and Vegans

**GMO-Free!**

† Based on standard Total ORAC<sub>FN</sub> and Flavonoid testing of selected production samples. Values may vary.

**Distributed by:**

MXI Corp  
795 Trademark Drive  
Reno, Nevada 89521  
[P] 1.775.971.9903  
[F] 1.775.971.9960  
www.mxicorp.com



### Total ORAC<sub>FN</sub> Values (Per Daily Serving – 36g)

936	Peroxynitrite
24768	Super Oxide Anion
15732	Peroxyl Radicals
31860	Hydroxyl Radicals
2160	Singlet Oxygen
<b>75456</b>	<b>TOTAL ORAC<sub>FN</sub> SCORE</b>

Visit [www.mxicorp.com/thewholestory](http://www.mxicorp.com/thewholestory) for more information on the new Total ORAC<sub>FN</sub> testing standard.

MADE IN CANADA

**Total Flavonoids**

Recent studies on cacao have concluded that best results were obtained by consuming daily 600-900mg of Total Flavonoids, plant-based antioxidants that help the body's cells resist damage by free radicals.

Xoçai™ Nuggets have an astounding 1,520mg of Total Flavonoids per serving (36g).

Rys. 2. Przykład oryginalnej etykiety produktu czekoladowego zawierającej informacje o całkowitym potencjale antyoksydacyjnym (TAP) w postaci wykresu słupkowego i liczbowej wartości parametru ORAC

Źródło: [www.mxicorp.com].

Wysoka pozycja produktu żywnościowego na skali ORAC nie oznacza, że produkt ten stanowić będzie skuteczną ochronę przed wszystkimi pięcioma formami wolnych rodników tlenowych. Dany rodzaj żywności może zapewniać wysoką ochronę względem jednej postaci wolnego rodnika, ale nie gwarantować jej w odniesieniu do pozostałych. Wnioski z przeprowadzonych dotychczas badań sugerują, że grupą produktów spożywczych, które dysponują wysoką wartością parametru ORAC<sub>FN</sub> w relacji do wszystkich 5 wymienionych wcześniej postaci wolnych rodników tlenowych, są takie owoce, jak borówka czarna, jeżyny czy maliny. Tym samym



owoce tych gatunków na tle pozostałych roślinnych produktów spożywczych wykazują wyjątkowo wysoką skuteczność w ograniczaniu stresu oksydacyjnego [Parry i in. 2005, Guerrero i in. 2010].

Wartości przeciwutleniające żywności wyrażone w jednostkach ORAC są ujęte w rejestr prowadzony przez Amerykański Departament Rolnictwa (*The United States Department of Agriculture*). Rejestr ten umożliwia łatwe przeglądanie, odszukiwanie i porównywanie różnych rodzajów żywności pod względem zdolności do przeciwdziałania wolnym rodnikom tlenowym. Poszerzona i archiwizowana w systemach komputerowych oraz dostępna drogą internetową informacja o wartości ORAC produktów umożliwia konsumentowi dokonanie szybkiej analizy i podjęcie wyboru, w sytuacji gdy będzie kierował się przeświadczeniem, że wyższe wartości oznaczają zazwyczaj silniejsze zdolności antyoksydacyjne spożywanej żywności [US Department of Agriculture 2007].

Należy pamiętać, że wysoka wartość parametru ORAC nie jest gwarancją posiadania przez konkretny produkt żywnościowy wysokiej zawartości antyoksydantów. Aby dokonać właściwej oceny wartości odczytanego na opakowaniu produktu parametru ORAC, trzeba mieć na uwadze wiele czynników, które mogą wpływać na ostateczną wartość całkowitego potencjału antyoksydacyjnego żywności. Porównując wartości ORAC, w pierwszej kolejności należy upewnić się, że wartość ta dotyczy produktów żywnościowych o tej samej lub zbliżonej masie i postaci. Porównanie wartości ORAC okaże się niewykonalne, jeśli będą one dotyczyły nieporównywalnych pomiędzy sobą postaci żywności, np. świeżych owoców i warzyw oraz ich form mrożonych. Zawartość wody może również wpływać na duże różnice w wartości ORAC pomiędzy poszczególnymi gatunkami owoców. Przykładem jest arbuz, którego niska aktywność przeciwutleniająca jest wynikiem wysokiej zawartości wody w miąższu spichrzowym. Warto mieć na uwadze, że na wartość parametru ORAC żywności ma wpływ również jej kaloryczność, gdyż duża część przeciwutleniaczy uzyskanych dzięki konsumpcji owoców i warzyw jest zużywana do neutralizacji wolnych rodników tlenowych, których zwiększone ilości powstają w trakcie metabolizmu związków energetycznych, głównie węglowodanów. Z tego powodu potencjał antyoksydacyjny żywności zasobnej w energię metaboliczną, mimo wysokiej zawartości przeciwutleniaczy, nie będzie wysoki [Hassimotto i in. 2005; Prior 2009; Ciz i in. 2010].

#### 4. Podsumowanie

Dostępność informacji o potencjale antyoksydacyjnym produktów spożywczych ma istotne znaczenie zarówno dla producentów żywności, jak i jej konsumentów. Parametr i test ORAC jest wszechstronnym i przydatnym narzędziem służącym wyznaczaniu i opisywaniu całkowitego potencjału antyoksydacyjnego (TAP) produktów żywnościowych, pochodzenia zarówno roślinnego, jak i zwierzęcego. Metoda pomiaru TAP za pomocą testu ORAC pozwala na dokonanie ilościowej oceny zdolno-

ści produktów żywnościowych do przeciwdziałania wolnym rodnikom tlenowym, dzięki znajomości której konsument zyskuje realną możliwość świadomego wyboru rodzajów żywności najkorzystniej wpływających na jego zdrowie.

Nieprawidłowo odżywiony, starszy lub osłabiony chorobami organizm wytwarza mniej endogennych przeciwutleniaczy, przez co słabiej broni się przed oddziaływaniem wolnych rodników tlenowych. Ponadto organizm człowieka jest stale narażony na szkodliwe oddziaływanie licznych czynników środowiskowych, związanych z intensywnym trybem życia, jak stres adaptacyjny, zanieczyszczenia powietrza, chemiczne substancje konserwujące w żywności, dym papierosowy, leki czy promieniowanie urządzeń elektrotechnicznych. Z tego powodu istnieje potrzeba wspomagania organizmu przez dostarczanie mu pożywienia o odpowiednio wysokim TAP, który jest niezbędny do przeciwdziałania procesom wolnorodnikowym.

Pomimo że nie potwierdzono w pełni relacji pomiędzy wartością ORAC żywności a jej korzyściami zdrowotnymi, uważa się, że produkty spożywcze umieszczone wyżej na skali ORAC dysponują większą zdolnością do neutralizacji wolnych rodników tlenowych. A zatem dietę bogatą w owoce i warzywa o wysokiej wartości ORAC należy postrzegać jako czynnik aktywnego wspomagania organizmu w ochronie przed procesami utleniania, a tym samym jako czynnik wsparcia w przeciwdziałaniu najczęstszym chorobom cywilizacyjnym.

Konsumenci powinni mieć zagwarantowany dostęp do jasnych i zrozumiałych informacji na temat zawartości wszelkich substancji zawartych w produktach spożywczych. Informacje te powinny obejmować zarówno dane na temat składników odżywczych, chemicznych i naturalnych substancji konserwujących oraz polepszających, witamin, jak również antyoksydantów. Dla nabywcy podstawowym źródłem informacji o zawartych w produkcie substancjach jest dołączona do niego etykieta. Opracowane przez producentów i zamieszczane w przyszłości na etykiecie produktu spożywczego informacje o wartości ORAC powinny dostarczać konsumentowi rzetelnej informacji o potencjale antyoksydacyjnym kupowanej żywności. Aby zachęcić producentów do podawania pełnych, użytecznych oraz zrozumiałych dla konsumenta informacji, pożądane jest wprowadzenie specjalnych przepisów regulujących zasady i formy znakowania żywności również pod względem ich całkowitego potencjału antyoksydacyjnego. Określenie i zastosowanie norm prawnych dotyczących znakowania żywności w kontekście szczegółowego informowania o cechach antyoksydacyjnych wprowadzanych na rynek produktów spożywczych stałyby się zatem istotnym elementem mającym wpływ na jakość życia i zdrowie konsumentów.

## Literatura

- Agarwal M., Mehta P.K., Dwyer J.H., Dwyer K.M., Shircore A.M., Nordstrom C.K., Sun P., Paul-Bradford M., Yang Y., *Differing relations to early atherosclerosis between vitamin C from supplements vs. food in the Los Angeles atherosclerosis study: A prospective cohort study*, Open Cardiovasc Med. J., 2012, 6, s. 113-121.

- Bartosz G., *Druga twarz tlenu. Wolne rodniki w przyrodzie*, PWN, Warszawa 2009.
- Cao G., Alessio H.M., Cutler R.G., *Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants*, Free Radical Biol. Med., 1993, 14, s. 303-311.
- Cao G., Booth S.L., Sadowski J.A., Prior R.L., *Increases in human plasma antioxidant capacity after consumption of controlled diets high in fruit and vegetables*, Am. J. Clin. Nutr., 1998, 68, s. 1081-1087.
- Cieślak E., Gręda A., Adamus W., *Contents of polyphenols in fruit and vegetables*, Food Chem., 2006, 94, s. 135-142.
- Ciz M., Cizová H., Denev P., *Different methods for control and comparison of the antioxidant properties of vegetables*, Food Control., 2010, 21, s. 518-523.
- Człapka-Matyasik M., Kostrzewa-Tarnowska A., Bajerska J., *Potencjał antyoksydacyjny racji pokarmowych pacjentów ze zdiagnozowanymi chorobami układu krążenia*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2009, 4(65), s. 312-319.
- Desmarchelier C., Repetto M., Coussio J., Llesuy S., Ciccía G., *Total reactive antioxidant potential (TRAP) and total antioxidant reactivity (TAR) of medicinal plants used in Southwest Amazonia (Bolivia and Peru)*, “Pharmaceutical Biology” 1997, 35(4), s. 288-296.
- Di Renzo L., Di Pierro D., Bigioni M., Sodi V., Galvano F., Cianci R., La Fauci L., De Lorenzo A., *Is antioxidant plasma status in humans a consequence of the antioxidant food content influence?*, Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci., 2007, 11(3), s. 185-192.
- Guerrero J.C., Ciampi L.P., Castilla A.C., Medel F.S., Schalchli H.S., Hormazabal E.U., Bensch E.T., Miren A.L., *Antioxidant capacity, anthocyanins, and total phenols of wild and cultivated berries in Chile*, Chil. J. Agr. Res., 2010, 70(4), s. 537-544.
- Gomes A., Fernandes E., Lima J.L., *Fluorescence probes used for detection of reactive oxygen species*, J. of Biochem and Biophys Methods, 2005, 65(2-3), s. 45-80.
- Górska K., Janczar-Smuga M., *Znakowanie produktów żywnościowych a ich bezpieczeństwo dla konsumentów*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, „Nauki Inżynierskie i Technologie” 2011, 3, s. 47-56.
- Hassimotto N.M.A., Genovese M.I., Lajolo F.M., *Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps*, J. Agric. Food Chem., 2005, 53, s. 2928-2935.
- Krakowiak A., Pietkiewicz J.J., *Związki o właściwościach przeciwutleniających i ich wpływ na zdrowie człowieka*, „Nauki Inżynierskie i Technologie” 2010, 92(2), s. 26-45.
- Lock K., Pomerleau J., Causer L., Altmann D.R., McKee M., *The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: implications for the global strategy on diet*, Bull. World Health Organ., 2005, 83, s. 100-108.
- Morgan K., *Phytochemicals and Functional Foods: Super foods for optimal health*, Rutgers NJAES Cooperative Extension, Pub. No. FS, 1999, 4, s. 942-94.
- Ozyurt D., Demirata B., Apak R., *Determination of total antioxidant capacity by a new spectrophotometric method based on Ce(IV) reducing capacity measurement*, “Talanta” 2007, 71(3), s. 1155-1165.
- Parry J., Su L., Luther M., Zhou K., Yurawecz M.P., Whittaker P., Yu L., *Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils*, J. Agric. Food Chem., 2005, 53, s. 566-573.
- Prior R.L., Hoang H., Gu L., Wu X., Bacchiocca M., Howard L., Hampsch-Woodill M., Huang D., Ou B., Jacob R., *Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL)) of plasma and other biological and food samples*, J. Agric. Food Chem., 2003, 51(11), s. 3273-3279.
- Prior R.L., *Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage*, Am. J. Clin. Nutr., 2003, 78, s. 570-578.
- Prior R.L., *Antioxidant status in vivo: The case for regular consumption of antioxidant rich fruits and vegetables*, Acta Hort., 2009, 841, s. 75-83.
- Rekika D., Khanizadeh S., Deschênes M., Levasseur A., Charles M.T., *Antioxidant capacity and phenolic content of selected strawberry genotypes*, “HortScience” 2005, 40(6), s. 1777-1781.

- Reyes-Carmona J., Yousef G.G., Martinez-Peniche R.A., *Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (Rubus sp.) produced in different climatic regions*, J. Food Science, 2005, 70(7), s. 120-132.
- Rozporządzenie ministra rolnictwa i rozwoju wsi z dnia 10 lipca 2007 r. w sprawie znakowania środków spożywczych, DzU z 31 lipca 2007 r., art. 2.1.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego nr 1924/2006 i Rady (UE) z 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności, Dz.Urz. Unii Europejskiej 404/9 30.12.2006, art. 2, ust. 2.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności.
- Seeram P., Aviram M., Zhang Y., Henning S.M., Feng L., Dreher M., Heber D., *Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States*, J. Agric. Food Chem., 2008, 56, s. 1415-1422.
- Temple N.J., *Antioxidants and disease: more questions than answers*, "Nutrition Research" 2000, 20, s. 449-459.
- US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. *USDA National nutrient database for standard reference*, Release 19. 2006, Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>.
- US Department of Agriculture, Agriculture Research Service. *Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of Selected Foods*, 2007, Nutrition Data Laboratory, <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>.
- Wang S.Y., Zheng W., *Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry*, J. Agric. Food Chem., 2001, 49, s. 4977-4982.
- Wu X., Beecher G.R., Holden J.M., Haytowitz D.B., Gebhardt S.E., Prior R.L., *Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States*, J. Agric. Food Chem., 2004, 52, s. 4026-4037.
- [www.mxicrop.com](http://www.mxicrop.com).

## FOOD LABELING WITH REGARD TO ITS ANTIOXIDANT PROPERTIES

**Summary:** Food consumers are in contact with a lot of information that is placed on product packaging. This information is obligatorily published by manufacturers of food products and provides knowledge of the nutritional value of food, method of production and place of manufacturing. Thus, a consumer receives knowledge of calories, carbohydrates, proteins, salt and saturated fatty acids in foods. Due to the permanent increase of occurrence of civilization diseases in Europe and North America, such as diabetes, heart attack, atherosclerosis, hypertension, pulmonary disease, cardiovascular diseases and cancer, the development of which is dependent on free radicals, it is important for a consumer to gain additional information on the label about the total antioxidant capacity of foods. With this information, consumers are gaining knowledge that enables them to make more conscious choices of products that will effectively support body in the fight against free radicals and reduce oxidative stress.

**Keywords:** food labeling, antioxidant status of food, ORAC parameter, civilization diseases.