

Remigiusz Olędzki

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
remigiusz.oledzki@ue.wroc.pl

POTENCJAŁ ANTYOKSYDACYJNY OWOCÓW I WARZYW ORAZ JEGO WPŁYW NA ZDROWIE CZŁOWIEKA

Streszczenie: Właściwie zbilansowana dieta jest jednym z kluczowych czynników, które wpływają na długość życia oraz przeciwdziałają zachorowalności na choroby cywilizacyjne. Grupą biomolekuł obecnych w diecie, które odgrywają istotną rolę w utrzymaniu zdrowia, są przeciwutleniacze pochodzące z owoców i warzyw. Uważa się, że protekcyjne właściwości owoców i warzyw wynikają z obecności w nich drobnocząsteczkowych antyoksydantów. Zjawisko obniżenia ryzyka wielu chorób cywilizacyjnych na skutek wysokiego spożycia owoców i warzyw prawdopodobnie nie jest rezultatem działania pojedynczych antyoksydantów, ale efektem wspólnego oddziaływania wielu różnych przeciwutleniaczy. Szereg badań wskazuje, że spożywanie mniej popularnych warzyw, jak brukselka, brokuł czy szparagi, powoduje istotne zmniejszenie uszkodzeń oksydacyjnych. Najprawdopodobniej dzieje się tak dlatego, że niektóre warzywa lub owoce są bogate w przeciwutleniacze polifenolowe, które nie mając właściwości witamin, w porównaniu z nimi wykazują znacznie wyższą skuteczność neutralizacji wolnych rodników tlenowych.

Słowa kluczowe: przeciwutleniacze, całkowity potencjał antyoksydacyjny, wolne rodniki tlenowe, stres oksydacyjny.

1. Wstęp

Codzienna dieta, dostarczając niezbędnych składników odżywczych, bezpośrednio warunkuje prawidłowe funkcjonowanie organizmu. Spożywana żywność stanowi również źródło wielu związków biologicznie czynnych, istotnych w utrzymaniu zdrowia i zapobieganiu chorobom. Prowadzone w wielu ośrodkach badania epidemiologiczne dostarczają wiedzy o tym, że dieta owocowo-warzywna odgrywa ważną rolę w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym, przewlekłym i schorzeniom geriatrycznym. Spożywanie dużej ilości świeżych owoców i warzyw wiąże się ze zmniejszeniem ryzyka chorób układu krążenia, chorób nowotworowych, cukrzycy, choroby Alzheimerera, zaćmy oraz licznych dysfunkcji fizjologicznych i biologicznych organizmu nasilających się z wiekiem [Temple 2000]. Choroby serca, nowotwory, udary mózgu są trzema wiodącymi przyczynami zgonów w większości kra-

jów uprzemysłowionych, w tym również w Polsce. Według danych Narodowego Instytutu Badań nad Rakiem Stanów Zjednoczonych, tylko 18% dorosłych Amerykanów, Japończyków i Europejczyków spożywa zalecane dzienne ilości warzyw, owoców, przypraw i ziół. Szacuje się, że ok. $\frac{1}{3}$ wszystkich zgonów zaistniałych w wyniku chorób cywilizacyjnych, jak zawał serca i nowotwory, można by uniknąć poprzez zastosowanie odpowiednich zmian w codziennej diecie [Cancer Trends... 2010; Joshipura i in. 2001; Willett 1995].

Ważnym źródłem egzogennych przeciwutleniaczy są świeże owoce i warzywa, jak również niektóre rodzaje powstałej z ich udziałem żywności funkcjonalnej. Przeciwutleniaczom zawartym w roślinach przypisuje się istotną rolę w systemie obrony organizmu przed negatywnymi skutkami tworzenia się nadmiernej ilości wolnych rodników tlenowych. Wolne rodniki tlenowe powstają w organizmie człowieka jako szkodliwe produkty uboczne oddychania komórkowego. Wolnym rodnikom tlenowym przypisuje się również udział w przyspieszaniu procesów starzenia oraz obniżaniu sprawności układu immunologicznego, czego skutkiem jest rozwój szeregu schorzeń [Prior 2003]. W ostatnich latach nastąpił duży wzrost zainteresowania prozdrowotnymi właściwościami owoców i warzyw, które ze względu na wysoką zawartość przeciwutleniaczy powinny stanowić znaczną część spożywanej każdego dnia żywności [Bagchi, Puri 1998; Bhooshan i in. 2009].

Celem pracy jest przybliżenie współczesnego poglądu na temat wpływu przeciwutleniaczy zawartych w owocach i warzywach na obronę antyoksydacyjną organizmu człowieka oraz przedstawienie podstawowych informacji o sposobie wyznaczania potencjału antyoksydacyjnego w materiałach biologicznych. W pracy dokonano również porównania ogólnej zawartości przeciwutleniaczy w wybranych owocach i warzywach oraz omówiono korzyści wynikające ze stosowania diety owocowo-warzywnej.

2. Właściwości przeciwutleniaczy roślinnych

Przeciwutleniające właściwości owoców i warzyw mają związek z obecnością w ich tkankach naturalnych związków antyoksydacyjnych, które chronią rośliny przed uszkodzeniami wolnorodnikowymi spowodowanymi bytowaniem w środowisku tlenowym lub tworzącymi się w wyniku ekspozycji roślin na promieniowanie ultrafioletowe [Foyer i in. 1994; Pietta 2000; Prior 2003].

Przeciwutleniacze, czyli antyoksydanty, to związki, których funkcja polega na ochronie komórek i tkanek przed szkodliwym działaniem wolnych rodników tlenowych. Z chemicznego punktu widzenia przeciwutleniacze to związki, które wchodzi w interakcję z wolnymi rodnikami tlenowymi, czyli niestabilnymi, wysoce reaktywnymi cząsteczkami tlenu. W ten sposób antyoksydanty zawarte w owocach i warzywach uniemożliwiają lub obniżają zdolność wolnych rodników tlenowych do inicjacji procesów utleniania, którego celem mogą być istotne dla prawidłowego funkcjonowania cząsteczki i struktury komórkowe, takie jak białka, kwasy rybonu-

kleinowe czy błony lipidowe. Przeciwutleniacze w niektórych sytuacjach umożliwiają również naprawę uszkodzeń już poniesionych przez komórki w wyniku uszkażdającego działania wolnych rodników tlenowych [Bartosz 2010; Moszczyński 1998].

Organizmy roślinne wykształciły system obrony antyoksydacyjnej oparty na działaniu dwu mechanizmów. Pierwszy jest oparty na funkcjonowaniu enzymów antyoksydacyjnych (dysmutaza ponadtlenkowa, katalaza, peroksydaza glutationowa), które drogą enzymatyczną neutralizują wolne rodniki tlenowe. Drugi mechanizm polega na wytwarzaniu i koncentracji drobnocząsteczkowych przeciwutleniaczy, które bezpośrednio wchodzi w interakcję z cząsteczkami oksydantów i je unieszkodliwiają. Drobnocząsteczkowe antyoksydanty mogą reagować bezpośrednio z wolnymi rodnikami tlenowymi lub z pośrednimi metabolitami oksydoredukcji, nie dopuszczając do powstawania ostatecznych postaci rodników [Bartosz 2010; Foyer i in. 1994].

Drobnocząsteczkowe przeciwutleniacze są mniej specyficzne niż enzymy antyoksydacyjne, dlatego są zaliczane do tzw. obrońców uniwersalnych, aktywnych zarówno w fazie hydrofilowej, jak kwas askorbinowy czy glutation, czy też w hydrofobowej, jak tokoferole czy karotenoidy. Związki fenolowe, w zależności od budowy, mogą przejawiać aktywność antyoksydacyjną w obu fazach środowiska, w którym działają. Do najbardziej aktywnych związków o charakterze polifenoli zalicza się antocyjanidyny i flawonoidy [Moszczyński 1998; Wang i in. 1996]. Flawonoidy należące do kwasów fenolowych to związki aromatyczne zgrupowane w dwie klasy: pochodne kwasu benzoowego i pochodne kwasu cynamonowego. Cechą charakterystyczną przeciwutleniaczy polifenolowych jest ich wspólna struktura składająca się z dwu pierścieni aromatycznych, powiązanych ze sobą trzema atomami węgla, które tworzą heterocykliczny pierścień z udziałem pojedynczego atomu tlenu [Croft 1998; Manach i in. 2004; Pietta 2000].

3. Całkowity potencjał antyoksydacyjny i sposób jego wyznaczenia

Ponieważ żywność pochodzenia roślinnego zawiera wiele różnych typów przeciwutleniaczy, wiedza na temat zdolności owoców i warzyw do unieszkodliwiania wolnych rodników tlenowych opiera się na pomiarze ich całkowitej zdolności antyoksydacyjnej. W celu ilościowego określenia zdolności przeciwutleniającej powszechnie stosuje się w literaturze naukowej termin „całkowitego potencjału antyoksydacyjnego” – TAS (*total antioxidant status*). Pojęcie całkowitego potencjału antyoksydacyjnego określa zdolność badanego materiału biologicznego (np. ekstraktu roślinnego) do neutralizacji określonej postaci wolnego rodnika tlenowego, niezależnie od aktywności przeciwutleniającej poszczególnych antyoksydantów obecnych w tym materiale [Moszczyński 1998; Wang i in. 1996].

Ponieważ różnorodność chemiczna antyoksydantów roślinnych sprawia duże trudności w oddzieleniu i ilościowej ocenie poszczególnych związków przeciwutle-

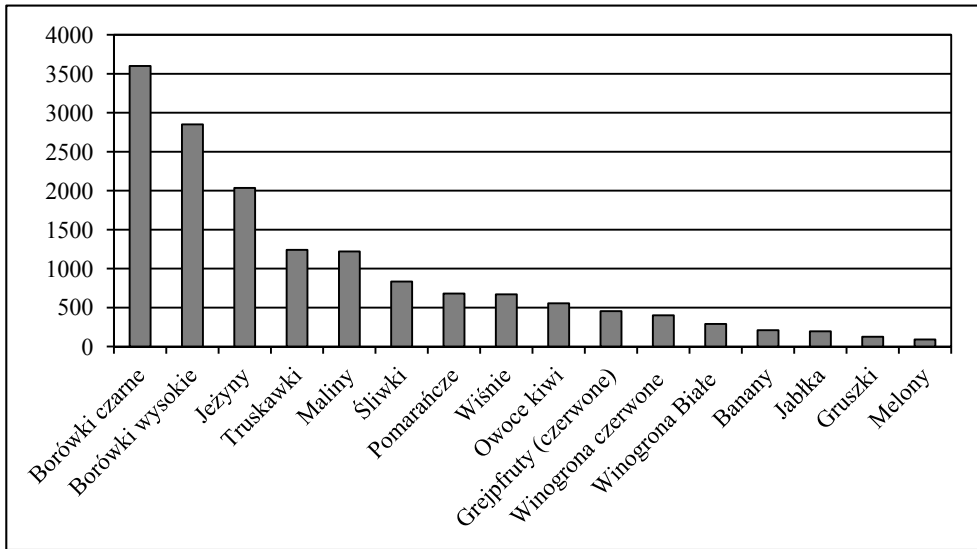
niających, opracowano metody, które umożliwiają bezpośredni pomiar całkowitej aktywności przeciwutleniającej ekstraktów roślinnych. Jedną z metod służącą temu celowi jest pomiar całkowitego potencjału antyoksydacyjnego przy użyciu techniki ORAC (*oxygen radical absorbance capacity*) [US Department... 1995; Wang i in. 1997]. Jest to fluorymetryczna metoda pozwalająca na szybką ocenę zdolności badanego materiału do neutralizowania wolnych rodników tlenowych. Metoda ta wykorzystuje reakcję utleniania cząsteczek substancji fluorescencyjnej po zmieszaniu jej ze związkiem dostarczającym wolnych rodników, np. związkiem azowym (organicznym związkiem posiadającym w swojej strukturze grupę azową, $-N=N$). Tworzące się rodniki peroksydowe niszczą molekuly fluorescencyjne, powodując zanik fluorescencji. Przeciwutleniacz zawarty w badanym ekstrakcie chroni cząsteczki substancji fluorescencyjnej przed rozpadem oksydacyjnym. Stopień ochrony substancji fluorescencyjnej przed rozpadem i zmiana fluorescencji po dodaniu przeciwutleniacza są rejestrowane za pomocą fluorymetru. Uzyskana wartość fluorescencji jest uznawana w teorii za ilościowy wyznacznik zdolności przeciwutleniającej badanego materiału do hamowania procesów oksydacji [US Department... 1995; Wang i in. 1997].

Metoda ORAC służy do pomiaru potencjału antyoksydacyjnego żywności, w jej rozmaitych postaciach, czyli w owocach, warzywach, gotowych produktach spożywczych i suplementach diety. Pozwala na stwierdzenie, które produkty spożywcze są w stanie skuteczniej neutralizować wolne rodniki tlenowe. Wielu ekspertów jest zdania, że owoce i warzywa z wyższą wartością potencjału antyoksydacyjnego potwierdzoną metodą ORAC charakteryzują się wyższą zdolnością do neutralizacji wolnych rodników tlenowych, a tym samym większymi właściwościami ochronnymi i prozdrowotnymi [US Department... 1995; Wang i in. 1996].

4. Korzyści antyoksydacyjne wynikające ze spożywania owoców i warzyw

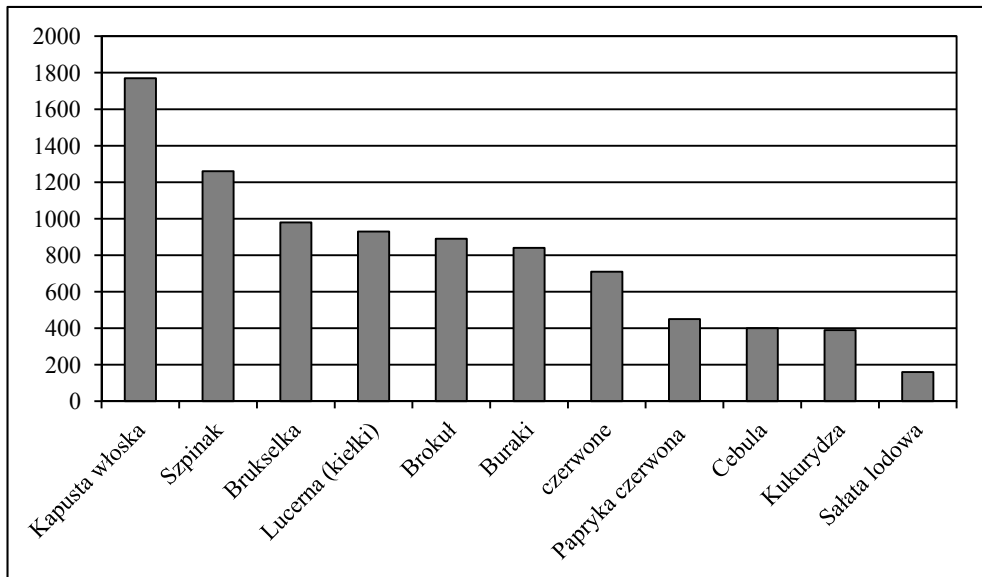
Wielu badaczy sugeruje, że spożywanie owoców i warzyw, których wartość całkowitego potencjału antyoksydacyjnego zawiera się pomiędzy 3000 a 5000 jednostek (nazywanych jednostkami ORAC) na 100 g ich masy, może mieć znaczący wpływ na potencjał antyoksydacyjny osocza i tkanek naszego organizmu. Mimo że stężenie antyoksydantów we krwi jest ściśle regulowane fizjologicznie przy udziale wielu biochemicznych mechanizmów, zauważono, że zwiększona konsumpcja owoców i warzyw, szczególnie tych o wysokiej wartości całkowitego potencjału antyoksydacyjnego, może się przyczynić do znacznego wzrostu zawartości przeciwutleniaczy w osoczu (od 15 do 20%) [Cao i in. 1998; US Department... 1995].

Wartości całkowitego potencjału antyoksydacyjnego owoców i warzyw kształtują się w szerokim zakresie i zależą od ich gatunku (rys. 1 i 2). Zatem spożywając niewielkie ilości pożywienia o niskiej wartości potencjału antyoksydacyjnego, uzyskuje się niewielką wartość potencjału antyoksydacyjnego osocza krwi. Z kolei



Rys. 1. Wartości całkowitego potencjału antyoksydacyjnego wybranych owoców w 100 g świeżej masy produktu wyrażona w μmol równoważnika troloksu

Źródło: [Cao i in. 1998; Kalt i in. 1999; Korkina 2005; Wang i in. 2009].



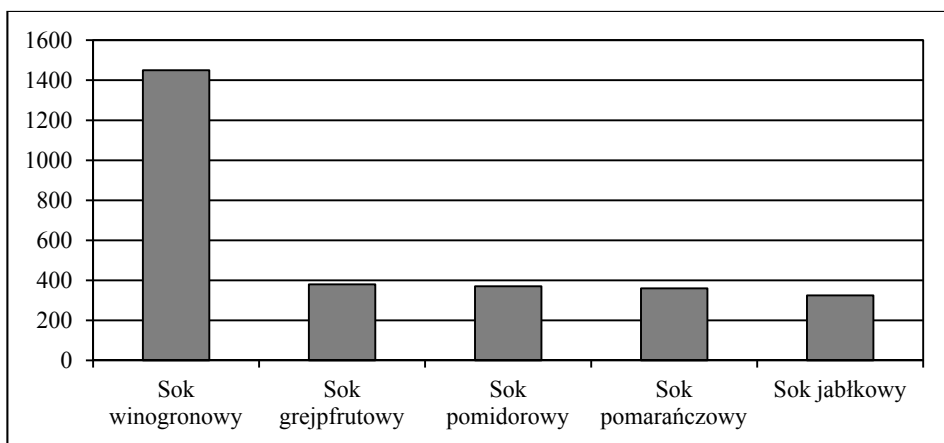
Rys. 2. Wartości całkowitego potencjału antyoksydacyjnego wybranych warzyw w 100 g świeżej masy produktu wyrażona w μmol równoważnika troloksu

Źródło: [Cao i in. 1998; Korkina 2005; Ninfali i in. 2005; Wang i in. 2009].

wprowadzając do swojej diety dodatkowe porcje owoców i warzyw o wysokiej wartości potencjału antyoksydacyjnego, uzyskuje się wysoką wartość potencjału antyoksydacyjnego tkanek i płynów ustrojowych organizmu, które nabywają tym samym wysoką zdolność do neutralizacji wolnych rodników tlenowych [Bhooshan i in. 2009].

Ponieważ zawartość przeciwutleniaczy różni się istotnie w zależności od rodzaju owocu lub warzywa, to spożywanie niektórych z nich, jak np. borówki lub jeżyny, które należą do produktów spożywczych o wysokiej aktywności antyoksydacyjnej powoduje znaczne zwiększenie zdolności przeciwutleniającej organizmu. Inne, jak np. owoce kiwi lub grejpfruty, dysponują niższym potencjałem antyoksydacyjnym i w mniejszym stopniu wpływają na potencjał przeciwutleniający osocza [Kalt i in. 1999].

Analiza świeżej masy jadalnej części owoców pozwoliła stwierdzić, że np. truskawki mają wyższą wartość potencjału antyoksydacyjnego aniżeli inne owoce, jak śliwki, pomarańcze, owoce kiwi, grejpfruty, czerwone winogrona, białe winogrona, banany, jabłka, pomidory, gruszki czy melony (wymienione w kolejności zmniejszającego się potencjału antyoksydacyjnego). Wykazano ponadto, że wartość potencjału antyoksydacyjnego również suchej masy owocowej truskawek jest wyższa w porównaniu do śliwek, pomarańczy, grejpfrotów, owoców kiwi, czerwonych winogron, białych winogron, jabłek, melonów, gruszek i bananów. Analiza zawartości antyoksydantów w sokach owocowych i warzywnych (rys. 3) wykazała, że wśród najczęściej kupowanych i spożywanych soków owocowych najwyższą wartością potencjału antyoksydacyjnego charakteryzuje się sok winogronowy, którego antyoksydacyjny potencjał był wyższy aniżeli soku grejpfrotowego, pomidorowego, pomarańczowego



Rys. 3. Wartości całkowitego potencjału antyoksydacyjnego 100 ml świeżego soku wyrażona w μmol równoważnika troloksu

Źródło: [Cao i in. 1998; Korkina 2005; Ninfali i in. 2005].

czy jabłkowego (wymienione w kolejności zmniejszającego się potencjału antyoksydacyjnego) [Cao i in. 1998; Kalt i in. 1999; Wang i in.].

Sugeruje się, że wysoki potencjał antyoksydacyjny świeżych owoców roślin z rodziny wrzosowatych, takich jak np. borówka czarna (*Vaccinium myrtillus L.*), borówka wysoka (*Vaccinium corymbosum L.*), czy też z rodziny różowatych, jak truskawka (*Fragaria*), poziomka (*Rosaceae Juss.*), malina właściwa (*Rubus idaeus L.*) jest rezultatem wysokiej zawartości związków fenolowych i antocyjanów w ich tkankach. Odnotowano, że owoce borówki czarnej i wysokiej zawierają kilkukrotnie więcej antyoksydantów fenolowych i antocyjanów aniżeli owoce należące do innych gatunków. Również zawartość kwasu askorbinowego w tych owocach jest zdecydowanie wyższa w porównaniu z innymi gatunkami owoców, np. cytrusowymi. Badania sugerują jednak, że kwas askorbinowy ma tylko niewielki udział (od 0,4 do 9,4%) w całkowitej zdolności antyoksydacyjnej drobnych owoców (jak borówki czy maliny), która w przeważającej mierze zależy od syntezy i koncentracji antyoksydantów fenolowych w tych roślinach [Cao i in. 1998; Kalt i in. 1999; Mazza i in. 2002; Wang i in. 2009].

Analiza potencjału antyoksydacyjnego świeżej masy jadalnej części warzyw (rys. 2) wykazała, że takie gatunki warzyw, jak kapusta włoska, szpinak, brukselka, lucerna czy brokuł dysponują istotnie wyższą wartością potencjału antyoksydacyjnego aniżeli inne gatunki, jak buraczki, czerwona papryka, cebula, kukurydza, sałata lodowa czy pomidory (wymienione w kolejności zmniejszającego się potencjału antyoksydacyjnego) [Cao i in. 1998; Wang i in. 2009].

Wysoki potencjał antyoksydacyjny świeżych warzyw roślin z rodziny kapustowatych, takich jak kapusta warzywna włoska (*Brassica oleracea L.*), kapusta warzywna brukselka i szparagowa (brokuł) (*Brassica oleracea L.*), bobowatych, jak lucerna siewna (*Medicago sativa L.*), lub z rodziny komosowatych, takich jak szpinak (*Spinacia L.*) jest spowodowany obecnością wysokiej zawartości związków polifenolowych i antocyjanów w ich tkankach. Takie warzywa, jak brukselka, lucerna lub szpinak, w porównaniu z innymi bardziej popularnymi warzywami zawierają najwięcej polifenoli (>190 mg ekwiwalentu kwasu galusowego na 100 g świeżej masy produktu) [Cao i in. 1998; Korkina 2005; Wang i in. 2009].

Wysoka zawartość polifenoli w tego rodzaju warzywach powinna skłaniać do ich częstego spożywania w ramach codziennej diety. Zjawisko neutralizacji wolnych rodników tlenowych przy udziale polifenoli obecnych w warzywach i owocach odgrywa szczególną rolę w przewodzie pokarmowym, w którym, ze względu na toczące się procesy enzymatycznego rozkładu składników pokarmowych, reakcje wolnorodnikowe są szczególnie nasilone i stanowią zagrożenie dla błony śluzowej żołądka i jelit [Cao i in. 1998; Terry i in. 2000; Wang i in. 2009].

Istotnym czynnikiem decydującym o wielkości wytworzonego potencjału antyoksydacyjnego organizmu jest nie tylko charakter chemiczny i stężenie antyoksydantów w owocach i warzywach, ale również stopień ich wchłaniania w przewodzie pokarmowym. Stopień wchłaniania przeciwutleniaczy zależy od ich zawartości w diecie, ale również od rodzaju połączeń, w jakich występują w żywności. Na przyswajalność i aktywność przeciwutleniaczy wpływ mają zarówno obecne w pokar-

mach białka, cukry, tłuszcze, jak również inne antyoksydanty. Wykazano ścisły związek między przyswajalnością witaminy C a obecnością niektórych polifenoli. Stwierdzono, że witamina C jest lepiej przyswajalna, gdy jest spożywana z bioflawonoidami. A zatem konsumpcja owoców i warzyw zawierających podobnie wysokie stężenia zarówno kwasu askorbinowego, jak i bioflawonoidów będzie bardziej korzystna dla naszego organizmu aniżeli konsumpcja tych owoców i warzyw, które posiadają jeden z tych przeciwutleniaczy w wyraźnej przewadze nad drugim. Z kolei inne badania wykazały, że przyjmowane z pożywieniem flawonoidy opóźniają absorpcję antocyjanów z przewodu pokarmowego. Dlatego w oparciu o te dane eksperci od żywienia sugerują, że najistotniejszym czynnikiem zapewniającym optymalne warunki dla wydajnego wchłaniania antyoksydantów jest spożywanie w ramach zbilansowanej diety możliwie różnorodnych owoców i warzyw [Walton i in. 2006; Wu i in. 2004].

5. Spożywanie owoców i warzyw a ryzyko zachorowania na choroby cywilizacyjne

Komórki organizmu człowieka są stale narażone na działanie różnych czynników i substancji utleniających, spośród których takie jak tlen czy promieniowanie ultrafioletowe w odpowiednich dawkach są niezbędne do życia. W sytuacji nadprodukcji czynników utleniających może dochodzić do powstawania zaburzenia równowagi proantyoksydacyjnej, co w konsekwencji prowadzi do wytworzenia stresu oksydacyjnego. W niektórych sytuacjach, jak przewlekłe infekcje bakteryjne, wirusowe czy pasożytnicze, wytworzenie stresu oksydacyjnego może mieć kluczowe znaczenie w utrzymaniu homeostazy. Jednakże przy nisko wydajnym układzie antyoksydacyjnym zwiększające się stężenie i aktywność wolnych rodników tlenowych może prowadzić do uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych struktur komórkowych. Dlatego antyoksydanty, które dostarczamy swojemu organizmowi z żywnością w warunkach fizjologicznych, odgrywają istotną rolę w utrzymaniu równowagi między utleniaczami i przeciwutleniaczami [Brenneisen i in. 2005].

Obecność antyoksydantów w spożywanych owocach i warzywach wiąże się ze zmniejszonym ryzykiem wystąpienia poważnych chorób przewlekłych. Zmniejszona podatność na te choroby wynika ze zdolności drobnocząsteczkowych antyoksydantów roślinnych, głównie tych o charakterze polifenoli, do ograniczania stresu oksydacyjnego [Temple 2000]. Badania wykazały, że osoby, których dieta jest bogata w owoce i warzywa, charakteryzują się obniżonym ryzykiem zachorowalności na nowotwory jamy ustnej, gardła, krtani, przełyku, żołądka, jelita grubego, trzustki i prostaty. Osoby spożywające duże ilości owoców i warzyw wykazują również niższą podatność na cukrzycę, choroby serca i nadciśnienie [Bagchi, Puri 1998; Cancer Trends...2010; Korkina 2005; US Department... 1995].

Wyniki badań sugerują również, że istnieje silny związek między spożywaniem antyoksydantów roślinnych a obniżaniem ryzyka chorób układu krążenia. Dieta bogata w kwasy polifenolowe wydaje się być przyczyną znacznego zmniejszenia

śmiertelności wywołanej chorobą wieńcową i zawałem mięśnia sercowego. Dieta bogata w owoce i warzywa pomaga również ograniczyć ilość przyjmowanych kalorii, umożliwiając tym samym kontrolę wagi ciała tak istotną u osób zagrożonych schorzeniami serca i tętnic. Wykazano, że za wytworzenie wysokiego potencjału antyoksydacyjnego i jego ochronne działanie względem układu sercowo-naczyniowego u osób stosujących dietę roślinną odpowiedzialna jest m.in. kwercetyna obecna w jabłkach i cebuli oraz resweratrol występujący w dużych ilościach w skórce czerwonych winogron [Hertog i in. 1993; Joshipura i in. 2001].

Według zaleceń ekspertów od żywienia Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), aby uniknąć zagrożenia związanego z rozwojem chorób nowotworowych i innych chorób cywilizacyjnych, należy spożywać, w zależności od zapotrzebowania na energię, od 4 do 13 stugramowych porcji owoców i warzyw dziennie. Zalecenia te obejmują od 2 do 5 porcji owoców i od 2 do 8 porcji warzyw, ze szczególnym naciskiem na owoce jagodowe (jak borówka czarna i wysoka), ciemnozielone warzywa (jak brokuł i kapusta włoska) oraz rośliny strączkowe (jak ciecierzycza, fasola zwykła, soczewica jadalna, soja zwyczajna), które oprócz antyoksydantów dostarczają organizmowi wielu cennych aminokwasów, węglowodanów, błonnika, witaminy z grupy B oraz takich mikroelementów, jak wapń, fosfor, żelazo, miedź, cynk i jod. Zalecenia te, oparte na wynikach badań klinicznych, wskazują, że antyoksydanty w diecie mają bezpośredni i znaczący wpływ na prawidłowe funkcjonowanie organizmu oraz dobry stan zdrowia w przyszłości [Cancer Trends... 2010; Lampe 1999; WHO... 2003].

6. Podsumowanie

Antyoksydanty występujące w owocach lub warzywach stanowią odzwierciedlenie możliwości adaptacyjnych rośliny, które są uwarunkowane czynnikami środowiskowymi, a także pochodzeniem taksonomicznym danego gatunku. Wysoka zawartość substancji o właściwościach przeciwutleniających występująca w owocach i warzywach w dużym stopniu decyduje o ich znamiennej roli w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym. Z tego powodu, że przeważająca większość antyoksydantów drobnocząsteczkowych nie jest syntetyzowana w komórkach organizmu człowieka, głównym ich źródłem powinny być świeże owoce i warzywa stanowiące element codziennej diety. Zgodnie z zaleceniami dietetyków w codziennym jadłospisie powinny znajdować się owoce i warzywa bogate we wszystkie grupy przeciwutleniaczy (kwasy polifenolowe, karotenoidy, tokoferole, kwas askorbinowy, selen i in.). Stosowanie diety bogatej w antyoksydanty może się przyczynić do utrzymania odpowiednio wysokiego stężenia przeciwutleniaczy w płynach ustrojowych, a tym samym do utrzymania przebiegu procesów wolnorodnikowych na bezpiecznym, fizjologicznym poziomie [Cancer Trends... 2010; Lampe 1999; WHO... 2003].

Zmiany w zachowaniach dietetycznych polegające na wzroście konsumpcji owoców i warzyw bogatych w przeciwutleniacze, szczególnie z grupy polifenoli, mogą stanowić skuteczną strategię ograniczania częstości występowania chorób

przewlekłych, gdyż przeciwutleniacze, poprzez swoje właściwości biochemiczne, wzmacniają funkcjonowanie układu odpornościowego, a tym samym obniżają ryzyko rozwoju wielu chorób. Badania sugerują, że pokarmy o wysokim potencjale antyoksydacyjnym chronią komórki organizmu i ich struktury przed uszkodzeniami wolnorodnikowymi [Cao i in. 1998; Korkina 2005; Wang i in. 2009].

Niskie spożycie owoców i warzyw to jedna z podstawowych wad żywieniowych. Rezultatem nieracjonalnego doboru żywności jest mała zawartość antyoksydantów w codziennej diecie, a tym samym trudności w zapewnieniu odpowiedniej równowagi proantyoksydacyjnej organizmu. Według opinii dietetyków, źródłem najcenniejszych przeciwutleniaczy są świeże owoce i warzywa oraz naturalne przetwory z nich powstałe, jak soki, konfitury, marmolady, dżemy i kiszonki. Wytworzenie prawidłowych nawyków żywieniowych, uwzględniających posiłki zawierające duże ilości różnorodnych owoców i warzyw, jest warunkiem i szansą dla nas, że racjonalnie żywieni, unikniemy wielu chorób cywilizacyjnych i zachowamy dużą vitalność w późniejszym wieku.

Literatura

- Bagchi K., Puri S., *Free radicals and antioxidants in health and disease*, "Eastern Mediterranean Health Journal" 1998, 4 (2), s. 350-360.
- Bartosz G., *Druga twarz tlenu. Wolne rodniki w przyrodzie*, PWN, Warszawa 2010, s. 34-37.
- Bhooshan K.P., Pandey K.B., Rizv S.I., *Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease*, *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2009, 2 (5), s. 270-278.
- Brenneisen P., Steinbrenner H., Sies H., *Selenium, oxidative stress, and health aspects*, *Mol Aspects Med.* 2005, 26 (4-5), s. 256-67.
- Cancer Trends Progress Report – 2009/2010 Update, National Cancer Institute, NIH, DHHS, Bethesda, MD, April 2010, <http://progressreport.cancer.gov>.
- 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.
- Croft K.D., *The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids*, *Ann NY Acad Sci.* 1998 Nov 20, 854, s. 435-442.
- Foyer C.H., Lelandais M., Kunert K.J., *Photooxidative stress in plants*, *Physiologia Plantarum.* 1994, 92 (4), s. 696-717.
- Hertog M.G.L., Feskens E.J.M., Hollman P.C.H., Katan M.B., Kromhout D., *Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: The Zutphen Elderly Study*, *Lancet.* 1993, 342, s. 1007-1011.
- Joshiyura, K.J., Hu F.B., Manson J.E., Stampfer M.J., Rimm E.B., Speizer F.E., Colditz G., Ascherio A., Rosner B., *The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease*, *Ann. Intern. Med.* 2001, 134, s. 1106-1114.
- Kalt W., Forney C.F., Prior R.L., *Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits*, *Agric. Food Chem.* 1999, 47, s. 4638-4644.
- Korkina L.G., *Phenylpropanoids as naturally occurring antioxidants: from plant defense to human health*, *Cell. Mol. Biol* 2005, 53 (1), s. 1165-1178.
- Lampe J.W., *Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanisms of action in human experimental studies*, *Am. J. of Clin. Nutr.* 1999, 70, (3), s. 475-490.
- Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., *Polyphenols: food sources and bioavailability*, *American Journal of Clinical Nutrition* 2004, 79 (5), s. 727-747.

- Mazza G., Kay C.D., Cottrell T., Holub B.J., *Absorption of anthocyanins from blueberries and serum antioxidant status in human subjects*, J. Agric. Food Chem. 2002, 50, s. 7731-7737.
- Moszczyński P., *Biochemia witamin*, cz. II, PWN, Warszawa 1998.
- Ninfali P., Mea G., Giorgini S., Rocchi M., Bacchiocca M., *Antioxidant capacity of vegetables, spices and dressings relevant to nutrition*, Br. J. Nutr. 2005, 93 (2), s. 257-266.
- Pawłowska-Góral K., Kałamarz A., Wardas M., *Całkowity potencjał antyoksydacyjny, metody pomiaru, przydatność kliniczna*, Diagn. Lab. 2003, 39, s. 327-338.
- Pietta P.G., *Flavonoids as antioxidants*, J Nat Prod. 2000, 63 (7), s. 1035-1042.
- Prior R.L., *Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage*, Am. J. Clin. Nutr. 2003, 78, s. 570-578.
- Temple N.J., *Antioxidants and disease: more questions than answers*, Nutr Res 2000, 20, s. 449-459.
- Terry P., Lagergren J., Ye W., Nyrén O., Wolk A., *Antioxidants and cancers of the esophagus and gastric cardia*, Int J Cancer, 2000, 87 (5), s. 750-754.
- US Department of Agriculture, US Department of Health and Human Services, *Nutrition and your health: dietary guidelines for Americans*, 4th ed. Washington, DC: US Government Printing Office 1995. (Home and Garden Bulletin no. 232.)
- Wang H., Cao G.H., Prior R.L., *Total antioxidant capacity of fruits*, J. Agric. Food Chem. 1996, 44, s. 701-705.
- Wang H., Cao G., Prior R.L.: *The oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins*. J. Agric Food Chem. 1997, 45, 304-309.
- Wang L., Lee I.M., Zhang S., Blumberg J.B., Buring J.E., Sesso H.D., *Dietary intake of selected flavonols, flavones, and flavonoid-rich foods and risk of cancer in middle-aged and older women*, Am. J. Clin. Nutr, 2009, 89, s. 905-912.
- Walton M.C., Lentle R.G., Reynolds G.W., Kruger M.C., McGhie T.K., *Anthocyanin absorption and antioxidant status in pigs*, J. Agric. Food Chem., 2006, 54 (20), s. 7940-7946.
- Willett W.C., *Diet, nutrition, and avoidable cancer*, Environ Health Perspect 1995, 103 (8), s. 165-170.
- WHO: *Fruit and Vegetable Promotion Initiative – report of the meeting*, Geneva, 25-27. 08.2003, s. 3-6.
- Wu X.L., 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.

ANTIOXIDANT POTENTIAL OF FRUIT AND VEGETABLES AND ITS IMPACT ON HUMAN HEALTH

Summary: A well-balanced diet is the primary factor that affects the length of life and protects our body against diseases of civilization. The antioxidants derived from fruit and vegetables are the group of biomolecules present in the diet, which play an important role in maintaining the health. It is believed that the protective properties of fruit and vegetables are due to the presence of exogenous antioxidants. A high intake of fruit and vegetables probably reduces the risk of many diseases of civilization as a result of the joint impact of various antioxidants. Several studies indicate that consuming less popular vegetables such as brussels sprouts, broccoli or asparagus causes a significant reduction in oxidative damage. Most likely this is because some vegetables or fruit are rich in antioxidants, which are not vitamins, such as polyphenols and anthocyanins, but which are highly effective neutralizing free radicals.

Key words: antioxidants, total antioxidant status, free oxygen radicals, oxidative stress.