

Właściwości antyoksydacyjne owoców i warzyw

Agata Wawrzyniak, *Monika Krotki, Beata Stoparczyk

Katedra Żywienia Człowieka SGGW, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Zakład Oceny Żywienia, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Kierownik Katedry: prof. dr hab. Anna Gronowska-Senger

ANTIOXIDATIVE EFFECTS OF FRUITS AND VEGETABLES

Summary

Epidemiological studies indicate that fruit and vegetables have protective effects against degenerative diseases such as cancer, stroke, cardiovascular disease. The benefit of diets rich in fruit and vegetables could also be due to the avoidance of less desirable components in foods of animal origin, such as saturated fats, oxidized cholesterol, etc., and also to the intake of diverse antioxidant compounds, such as vitamin C and the main dietary carotenoids and polyphenols. Reactive forms of oxygen can react with different cellular structures causing oxidative stress, which is responsible for many diseases: neurodegenerative and cardiovascular diseases and many others. So it is very important to keep oxidating-antioxidating action balance. Fruit and vegetable diet high in natural antioxidants might decrease the enhance vulnerability to oxidative stress. Natural antioxidants provided in the diet constitute an additional system to strengthen the body's natural defense against the development of many diseases. Their use seems to be an opportunity to improve living conditions and reduce the risk of morbidity.

Key words: fruits, vegetables, antioxidant, oxidative stress, flavonoids

WPROWADZENIE

Owoce i warzywa są bogatym źródłem substancji biologicznie aktywnych. Liczną grupę wśród tych związków stanowią substancje o działaniu antyoksydacyjnym, które obejmują wszystkie rodzaje substancji hamujących reakcje z tlenem lub ozonem, działających pośrednio m.in. poprzez wiązanie niektórych prooksydantów (1, 2, 3). Do przeciwutleniaczy zalicza się również substancje indukujące enzymy o charakterze przeciwutleniającym lub hamujące enzymy katalizujące procesy utleniania. Do rozpoznanych inhibitorów lipooksygenazy należą m.in.: aldehyd prokatecholowy, 7,8-dihydrokso-4-kumaryna, izoflawony soi (3, 4). Podkreśla się zdolność naturalnie występujących związków przeciwutleniających do neutralizowania aktywności wolnych rodników.

Wolne rodniki mogą powstawać m.in. pod wpływem działania niektórych substancji chemicznych (ksenobiotyki), promieni ultrafioletowych, promieniowania jonizującego, ultradźwięków. Wzajemne oddziaływanie wolnych rodników z makrocząsteczkami komórkowymi: kwasami nukleinowymi, białkami, lipidami i węglowodanami, prowadzi do różnorodnych uszkodzeń: rozerwania nici DNA, mutacji punktowych, aberracji chromosomalnych i do śmierci komórki. W warunkach homeostazy organizmu wolne rodniki tlenowe ulegają degradacji lub wchodzą w dalszy łańcuch przemian biochemicznych i ich działanie jest unieczynniane. Nadmiar wolnych rodników tlenowych, które nie zostały zneutralizowane, działa niszcząco na struktury komórkowe i tkankowe.

Zmiany DNA mogą być sygnałem do rozpoczęcia patologicznej proliferacji komórek i indukować procesy kancerogenezy. Uważa się też, że wolne rodniki tlenowe są początkiem rozwoju wielu chorób cywilizacyjnych, jak: miażdżyca, cukrzyca, zaćma, choroba Parkinsona, choroba Alzheimera. Wykazaną jedyną korzystną rolę wolnych rodników tlenowych jest wykorzystanie przez komórki układu odpornościowego do niszczenia drobnoustrojów (5, 6, 7, 8).

Owoce i warzywa stanowią dla człowieka bogate źródło związków o właściwościach przeciwutleniających. Związki te reprezentowane są przede wszystkim przez: polifenole (kwasy fenolowe i flawonoidy z antocyjanami), witaminy A, C i tokoferole, karotenoidy, selen, chlorofiliny, glutation, indole, fitinyiany, tiocyjaniny.

STRES OKSYDACYJNY

Stan braku równowagi pomiędzy działaniem reaktywnych form tlenu a biologiczną zdolnością do szybkiej neutralizacji reaktywnych produktów pośrednich lub naprawy wyrządzonych szkód nazywany jest stresem oksydacyjnym. Wszystkie formy życia utrzymują w komórkach środowisko redukujące, które jest zachowywane przez aktywność enzymów podtrzymujących stan redukcji. Zaburzenia w prawidłowym stanie redukcji mogą wywołać toksyczne działanie poprzez produkcję nadtlenu i wolnych rodników, powodujących oksydacyjne uszkodzenia wszystkich składników komórki, a szczególnie dotkliwe dla komórki są uszkodzenia białek, lipidów i DNA.

Pod pojęciem wolny rodnik należy rozumieć atom lub cząsteczkę posiadającą na orbitalu walencyjnym niesparowany elektron. Powoduje to dużą reaktywność i zdolność „atakowania” różnorodnych składników żywej komórki przez wolny rodnik. Do aktywnych form tlenu należą zarówno wolne rodniki, jak m.in. anionorodnik ponadtlenkowy ($O_2^{\bullet-}$), rodnik wodoronadtlenkowy (HO_2^{\bullet}), rodnik hydroksylowy (OH^{\bullet}) oraz tlen singletowy (1O_2), ozon (O_3) oraz nadtlenuk wodoru (H_2O_2). Rodnik hydroksylowy, który posiada właściwości hydrofobowe, jest łatwo transportowany przez lipidowo-białkowe błony i charakteryzuje się najwyższą agresywnością w stosunku do składników żywej komórki (9).

Aktywne formy tlenu powstają w żywej komórce podczas biochemicznych procesów oksydoredukcji jako wynik kolejnych stopni redukcji (jedno-, dwu-, trójelektronowej) cząsteczki tlenu lub mogą być generowane w wyniku oddziaływania różnorodnych, abiotycznych i biotycznych czynników.

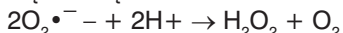
W tkankach roślinnych obserwuje się tzw. „falę tlenową” w wyniku stresów środowiskowych, takich jak stres wodny, stres zasolenia, stres niskiej temperatury, światło, oddziaływanie metali ciężkich, mechaniczne uszkodzenia, stosowanie pestycydów, inwazja patogenów (9).

Zmiany spowodowane przez wolne rodniki tlenowe w cząsteczkach białek, głównie enzymatycznych, mogą prowadzić do zaburzeń metabolicznych. Peroksydacja lipidów jest groźna ze względu na łańcuchowy charakter tej reakcji i prowadzi do zmian przepuszczalności błon biologicznych, polegających na obniżeniu ich hydrofobowości, wzroście przepuszczalności dla H^+ , depolaryzacji błony i hamowania błonowych układów enzymatycznych.

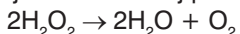
Kwasy nukleinowe są odporne na działanie wolnych rodników tlenowych i mogą być atakowane tylko przez rodnik hydroksylowy, co prowadzi do zniszczenia zasad azotowych, rybozy, dezoksyrybozy, także do rozerwania wiązań fosfodiesterowych (9).

Tkanki roślinne posiadają sprawnie funkcjonujący system obrony przed aktywnymi formami tlenu. Polega on na działaniu enzymów współuczestniczących w neutralizowaniu wolnych rodników tlenowych (dysmutazy ponadtlenkowej, katalazy, peroksydazy) oraz na interakcji z antyoksydantami (kwasem askorbinowym, związkami z grupy terpenoidów, polifenolami).

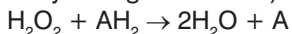
Enzym dysmutaza ponadtlenkowa, obecny w cytoplazmie, mitochondriach i chloroplastach niezbędny jest, aby przekształcić anionorodnik ponadtlenkowy w cząsteczkę nadtlenuk wodoru:



Cząsteczka nadtlenuk wodoru zostaje rozłożona w reakcji katalizowanej przez enzym katalazę:



lub układ peroksydaz (peroksydaza askorbinianowa, peroksydaza glutationowa):



Enzymy te nazywane są często triadą enzymatyczną i stanowią główny układ zabezpieczający komórkę przed aktywnymi formami tlenu (9).

Antyoksydanty obecne w żywności reagują bezpośrednio z reaktywnymi formami tlenu lub pośrednimi metabolitami reakcji oksydoredukcji, nie dopuszczając do powstawania wolnych rodników tlenowych. Antyoksydanty są aktywne zarówno w fazie hydrofilowej (kwas askorbinowy), jak i hydrofobowej (tokoferole, karotenoidy). Związki fenolowe, zależnie od budowy, mogą przejawiać aktywność antyoksydacyjną w obu fazach.

Badania dotyczące działania polifenoli pozwoliły znaleźć zależność między ich budową a zdolnością „zmiatać” wolnych rodników tlenowych. Do najbardziej aktywnych zaliczono antocyjanidyny i flawonoidy, posiadające liczne grupy OH w tzw. pierścieniu B. Do aktywnych przeciwutleniaczy należą także fenylpropanoidy (10).

ANTYOKSYDANTY W ŻYWNOSCI – ODDZIAŁYWANIE NA ORGANIZM

Spżycie owoców i warzyw bogatych w przeciwutleniacze odgrywa istotną rolę w profilaktyce wielu chorób. Badania epidemiologiczne wskazują na zależność między stopniem zachorowalności na niedokrwinną chorobę serca a spożyciem żywności bogatej we flawonoidy. Wykazano, że najmniej flawonoidów w diecie, średnio ok. 5 mg/dzień, spożywają Finowie, najwięcej Japończycy – ok. 64 mg/dzień. Wykazano 5-krotnie mniejszą śmiertelność z powodu chorób serca wśród ludności południowej Francji niż Anglii, przypisywaną znacznie większemu spożyciu warzyw i owoców bogatych we flawonoidy. Uważa się, że działanie tych związków jest silniejsze niż innych przeciwutleniaczy obecnych w żywności (witaminy C, E, karotenoidów) (11). Flawonoidy poprzez hamowanie aktywności fosfodiesterazy i cyklooksygenazy skutecznie od aspiryny zmniejszają agregację płytek krwi, tym samym zalecane są w profilaktyce miażdżycy. Zaleca się systematyczne spożycie polifenoli roślinnych w postaci surowych warzyw i owoców, w pięciu porcjach tych produktów w ciągu dnia (za 1 porcję uważa się co najmniej 80 g warzyw lub owoców) (12).

Do witamin antyutleniających należą: witamina C, β -karoten, witamina A (retinol) i witamina E. Wykazują one zdolność neutralizacji szkodliwego działania wolnych rodników i nadtlenuków lipidowych. Badania prowadzone w wielu krajach wykazały, że najbardziej skuteczną aktywność ochronną w chorobie wieńcowej wykazują α -tokoferol, następnie kwas askorbinowy, retinol i β -tokoferol. Witamina C wykazuje m.in. zdolność destrukcji nadtlenuków lipidów, jest „zmiataczem” wolnych rodników powstających zarówno podczas przygotowywania żywności, jak i w wyniku procesów metabolicznych w organizmie. Niedobór witaminy C i E w diecie zwiększa podatność tkanek na działanie wolnych rodników, zarówno zewnątrzpo pochodnych, jak i tych, które powstają w ustroju w wyniku nasilonych procesów oksydacyjnych. Niedobór witaminy E prowadzi do zwiększenia agregacji płytek krwi i zmniejszenia stężenia cholesterolu w surowicy krwi u osób z hipercholesterolemią. Witamina pełni też istotną rolę w regulacji ciśnienia tętniczego krwi (13).

Przeciwutleniacze wprowadzone do przewodu pokarmowego wraz z pokarmem wiążą się z kwasem solnym, enzymami, kwasem żółciowym i solami żółciowymi oraz mikroflorą jelitową i jej metabolitami. Wszystkie te czynniki aktywują cząsteczki przeciwutleniaczy, powodując określone modyfikacje. Aktywność biologiczna przeciwutleniaczy uwarunkowana jest ich przyswajalnością. Biodostępność zależy także od ilości substancji, jaka jest trawiona, wchłonięta i włączona do procesów metabolicznych. Pośrednim dowodem absorpcji drogą jelitową polifenoli z żywności jest wzrost pojemności przeciwutleniającej plazmy krwi po spożyciu odpowiedniego produktu. Szybkość i zakres absorpcji jelitowej zdeterminowane są strukturą chemiczną polifenoli (14, 3). Niewielka część polifenoli wykrywana jest w moczu, co oznacza, że nie zostały one zaabsorbowane, a następnie wydalone przez drogi żółciowe lub też zmetabolizowane przez florę jelitową (15, 3).

METODY BADANIA WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCYCH

Istnieje szereg metod analitycznych prowadzących do oznaczenia potencjału lub pojemności przeciwutleniającej substancji prostych i ich mieszanin. Pojemność przeciwutleniającą wyraża się jako aktywność w stosunku do analogu tokoferolu – troloksu. Najczęściej stosowane metody to:

- ORAC (oxygen radical absorbance capacity) określający zdolność wiązania rodników nadtlenkowych. Test ten stosowany jest m.in. do analizy własności przeciwutleniających owoców, warzyw i herbaty;
- TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity) oznaczający ekwiwalent potencjału przeciwutleniającego troloksu w reakcji z rodnikiem ABTS. Zaletą tego testu, w porównaniu z innymi, jest możliwość jego stosowania w szerokim zakresie pH;
- Voltamperometria cykliczna CV (cyclic voltammetry) pozwala wyznaczyć całkowitą zdolność redukcyjną przeciwutleniaczy niskocząsteczkowych (16, 17). Stosowana jest do badania w przypadku olejów roślinnych, warzyw i owoców;
- TRAP (total radical-trapping antioxidant parameter) oznacza całkowitą zdolność wiązania wolnych rodników (18). Spektrofotometryczną wersję tej metody stosuje się m.in. do badania czerwonego i białego wina.

WŁAŚCIWOŚCI ANTYOKSYDACYJNE – OWOCE

Owoce stanowią bogate źródło wielu substancji o właściwościach przeciwutleniających. Wykazano, że związki te mogą działać:

- jako substancje redukujące,
- jako związki blokujące wolne rodniki,
- tworząc kompleksy z metalami katalizującymi reakcje utleniania,
- hamując aktywność enzymów powodowanych przez pojedynczy aktywny atom tlenu,

- hamując aktywność enzymów utleniających, np. lipooksygenazy.

Zawartość związków fenolowych oraz związana z nimi aktywność przeciwutleniająca zależy też od stopnia dojrzałości owoców i ich przechowywania po zbiorze (19, 20, 21, 22, 23, 24). Wśród różnych gatunków owoców dużą aktywnością przeciwutleniającą i wysoką koncentracją polifenoli, w tym antocyjanów, wyróżniają się owoce aronii oraz borówki czernicy. Jabłka, wiśnie, truskawki, jeżyny, owoce bzu czarnego i dzikiej róży odznaczają się wysoką zawartością monomerów i oligomerów flawanolowych (25, 26).

Owoce aronii czarnoowocowej uważane są za najbogatsze źródło polifenoli. Całkowitą zawartość tych związków w owocach określa się na 40-70 mg/g s.m., z czego ponad 50% stanowią antocyjany. Wśród nich oznaczane są: 3-galaktozyd cyjanidyny, 3-arabinozyd cyjanidyny, 3-glukozyd cyjanidyny i 3-ksylozyd cyjanidyny. Drugą grupą polifenoli w owocach aronii są pochodne kwasu hydroksycynamonowego, głównie: kwas chlorogenowy i neochlorogenowy. Związki te wraz z epikatechinami, decydują o cierpkim smaku owoców aronii (27), jak też o bardzo wysokiej aktywności przeciwutleniającej aronii. Badania wykazały, że sok z owoców aronii ma działanie farmakologiczne. Zawarte antocyjany zapobiegają tworzeniu w nadmiarze wolnych rodników. Dzięki właściwościom chelatującym pomagają usunąć szkodliwe metale ciężkie. Współdziałające substancje wzmacniają ściany naczyń krwionośnych, zapobiegają miażdżycy i chorobom serca, wspomagają prawidłowe funkcjonowanie układu krążenia i regulują ciśnienie krwi.

Najważniejszym składnikiem borówki czernicy zwanej czarną jagodą są związki fenolowe. Całkowita zawartość tych związków wynosi ok. 30 mg/g s.m., z czego 70% stanowią antocyjany, a następnie (10%) – pochodne kwasu hydroksycynamonowego (28). Wśród występujących antocyjanów należy wymienić: malwidynę i delfinidynę, natomiast wśród fenolokwasów: kwas p-kumarowy, hydroksykawowy i 3,4-dimetoksycynamonowy (29). Czarne jagody stosowane są jako lek przeciwbiegunkowy i przeciwzapalny dzięki ochronnemu działaniu na naczynia kapilarne i zmniejszeniu przepuszczalności ścian naczyń krwionośnych. Zawarte w owocach karotenoidy (luteina, zeaksantyna) i antocyjany poprawiają widzenie nocne, zwiększając zdolności adaptacyjne do ciemności.

Źródłem cennych substancji biologicznie aktywnych jest żurawina. Zawartość związków fenolowych w żurawinie błotnej wynosi ok. 20 mg/g s.m. Należą do nich: antocyjany (peonidyna, cyjanidyna), flawanony i procyjanidyna, flawanole: kwercytna i myricetyna oraz pochodne kwasu hydroksycynamonowego (30). Sok z żurawin zapobiega zapaleniom dróg moczowych, chorobie wrzodowej i chorobom przyzębia. Związki fenolowe zmniejszają ryzyko arteriosklerozy i hamują rozwój komórek nowotworowych.

Owoce jeżyny charakteryzują się dużą zawartością związków fenolowych, co w przeliczeniu na kwas galusowy, wynosi od kilkudziesięciu do ponad 1000 mg/100 g świeżego produktu, tj. 23 mg/g s.m. Obok antocyjanów

(glukozydy cyjanidyny) i flawonoli (kwercytna) znajdujących się w miąższu, największy udział ma kwas elagowy, procyanidyny i epikatechiny zlokalizowane w nasionach. Nasiona wykazują przeszło dwukrotnie większą aktywność przeciwutleniającą niż owoce (31). Duża zawartość kwasu elagowego sprawia, że owoce jeżyny działają napotnie i wykrztuśnie.

Stężenie związków fenolowych w owocach czarnego bzu (ok. 20 mg/g s.m.) jest zbliżone do zawartości w owocach aronii. Są wśród nich antocyjany: glikozydy cyjanidyny i pelargonii. W mniejszej ilości glikozydy kwercytny i kwas chlorogenowy (32). Owoce te wykazują bardzo wysoką aktywność przeciwutleniającą.

Do owoców o dużej zawartości związków przeciwutleniających należą owoce dzikiej róży. W porównaniu z innymi owocami zawierają one bardzo dużo witaminy C – ok. 40 mg/g s.m. lub 1250 mg/100 g oraz karotenoidów – ok. 730 mg/g s.m., wśród których przeważa likopen i betakaroten. Obecna jest też witamina E (ok. 70 mg/100 g), flawonole – kwercytna i jej glikozydy (30).

Owoce porzeczki czerwonej charakteryzują się mniejszym stężeniem związków przeciwutleniających, mniejszą zawartością witaminy C i związków fenolowych. Zawierają duże ilości transresweratrolu (30).

Bogatym źródłem witaminy C i fenolozwiązków są truskawki. Zawartość witaminy C w owocach truskawki wynosi 35-104 mg/100 g (33). Zawartość związków fenolowych wynosi ok. 20 mg/g s.m. Największy udział mają antocyjany i kwas elagowy i jego pochodne (glikozydy i ellagitaniny) (28). Wśród antocyjanów występujących głównie w miąższu dominuje 3-glukozyd pelargonidyny, w pestkach 3-glukozyd cyjanidyny (34).

Zbliżoną do truskawek aktywność przeciwutleniającą wykazują owoce maliny ogrodowej. Występują w niej: kwas askorbinowy, antocyjany i kwas elagowy. Ilość witaminy C odnotowana jest na poziomie 15-30 mg/100 g (31). Wśród polifenoli przeważa kwas elagowy stanowiący ponad 50% ich całkowitej ilości. Wykazuje on zdolność zmiatania wolnych rodników, właściwości antybakteryjne i antywirusowe, uspokajające, przeciwbólowe, obniżające ciśnienie krwi.

Całkowita zawartość związków fenolowych w winogronach jest porównywalna z zawartością w truskawkach, śliwkach oraz czarnych jagodach i zależy od gatunku winorośli. Winogrona czerwone zawierają więcej związków fenolowych niż winogrona białe (35). Związki fenolowe, wśród których należy wymienić antocyjany, pochodne kwasu hydroksycynamonowego, flawonole i stilbenoidy, zgromadzone są głównie w nasionach i skórce. Wśród polifenoli znajdujących się w nasionach winogron przeważają kwas galusowy, katechiny i epikatechiny, natomiast w skórce: kwas elagowy, myricetyna, kwercytna, kempferol i transresweratrol (36). Transresweratrol wpływa na metabolizm lipidów, hamuje utlenianie lipoprotein i agregację płytek krwi, hamowanie aktywności enzymów peroksydacyjnych – lipooksygenazy i cyklooksygenazy. Wpływają na tworzenie kompleksów z metalami katalizującymi reakcje utleniania, hamuje rozwój nowotworów i przerzutów nowotworów złośliwych (37). Autorzy sugerują konieczność przeprowadzenia dalszych

badania, aby zrozumieć mechanizm, za pomocą którego resweratrol hamuje wzrost komórek nowotworowych. Dużą aktywność antyoksydacyjną wykazują proantocyjanidyny zawarte w nasionach winogron, które działają antyagregacyjnie i ochronnie na naczynia krwionośne. Udowodniono doświadczalnie ochronny wpływ resweratrolu na niedokrwiony mięsień sercowy (38). Istnieją także badania sugerujące korzystne oddziaływanie resweratrolu na mechanizmy patofizjologiczne w chorobie Alzheimer'a (zapobieganie uszkodzeniu neuronów, zmniejszenie odkładania substancji amyloidowej w mózgu) (39, 40). Wśród produktów przetworzonych dużą aktywnością przeciwutleniającą wyróżniają się wina z winogron czerwonych (30, 41). Wykazano, że aktywność przeciwutleniająca win czerwonych, wyrażona w teście TEAC, jest około 6-krotnie większa niż win różowych i aż około 17-krotnie większa niż win białych. Związki zawarte w winie czerwonym skutecznie wiążą rodniki NO•, 10-krotnie efektywniej niż w winie różowym i 40-krotnie efektywniej niż w białym winie (42). Simin L. i wsp. w 5-letnim badaniu prospektywnym dotyczącym kobiet bez udokumentowanej choroby niedokrwiennej serca stwierdzili, że wyższe spożycie owoców i warzyw było związane z niższym ryzykiem choroby układu sercowo-naczyniowego, a zwłaszcza zawału serca. Spostrzeżenia te uzasadniają zwiększone spożycie owoców i warzyw w pierwotnej profilaktyce chorób układu krążenia (43).

WŁAŚCIWOŚCI ANTYOKSYDACYJNE – WARZYWA

Warzywa charakteryzują się mniejszą pojemnością przeciwutleniającą niż owoce, zwłaszcza owoce jagodowe. Wśród warzyw charakteryzujących się zdolnością wiązania rodników nadtlenkowych wyróżnia się czosnek, jarmuż, szpinak, kapustę brukselkę, brokuły i buraki (44). Warzywa są najbogatszym źródłem kwercytny, kempferolu i ich glikozydów. Dużą zawartością kwercytny charakteryzuje się cebula czerwona (117,4 mg/kg-1917 mg/kg) i cebula szalotka (53,4 mg/kg-1187 mg/kg). W czosnku silne właściwości przeciwutleniające wykazuje siarczek i disiarczek diallilu, allicyna, S-allilo cysteina (7).

Na szczególną uwagę zasługują pomidory i przetwory pomidorowe zawierające likopen. Związek ten ma silne właściwości przeciwutleniające uwarunkowane obecnością w cząsteczce 11 sprzężonych wiązań podwójnych. Wykazano zależność między ilością spożywanego likopenu a powstawaniem utlenionych form lipidów o mniejszej gęstości LDL i zmniejszeniem ryzyka zapadania na choroby serca. Stwierdzono, że likopen jest substancją przeciwnowotworową, zmniejszającą ryzyko nowotworu prostaty u mężczyzn spożywających tygodniowo 10 lub więcej razy przetwory pomidorowe. Ponadto zmniejsza on ryzyko nowotworu szyjki macicy u kobiet. Przyswajalność likopenu z produktów przetworzonych jest większa niż ze świeżych. Zawartość likopenu w pomidorach wynosi ok. 30 mg/kg świeżej masy, w soku pomidorowym wynosi ok. 80 mg/kg, w keczupie – ok. 130 mg/kg, w koncentracie pomidorowym – przekracza 300 mg/kg. Dieta w krajach śródziemnomorskich bogata jest w produkty pomidorowe, a spożywanie ich w obecności oliwy z oliwek zwiększa przyswajalność likopenu.

PODSUMOWANIE

Przeciwutleniacze zawarte w warzywach i owocach należą do substancji o działaniu prozdrowotnym. Zaliczają się one do tzw. fitozwiązków, zwanych substancjami nieodżywczymi. Postulowane jest zwiększenie ich podaży w codziennej racji pokarmowej jako czynnika prewencyjnego i leczniczego w wielu chorobach, dlatego zalecenia dietetyczne ze szczególną uwagą traktują podaż warzyw i owoców jako źródła naturalnych przeciwutleniaczy w diecie. Stosowanie w prewencji chorób, głównie chorób układu krążenia, suplementów pozostaje zagadnieniem otwartym, wymagającym wielu badań. Sugeruje się podejmowanie różnego rodzaju strategii dietetycznych zwiększających potencjał antyoksydacyjny diety. Lansuje się tzw. „antyoksydacyjną rację pokarmową” prawidłowo zbilansowaną, zapewniającą osobom zdrowym odpowiednią ilość składników, bez konieczności przyjmowania ich w formie suplementów. Naturalne przeciwutleniacze dostarczone z dietą stanowią dodatkowy system wzmacniający naturalną obronę organizmu przed rozwojem wielu chorób. Ich zastosowanie daje szansę na poprawę warunków życia i obniżenie ryzyka zachorowalności. □

Piśmiennictwo

1. Ball S: Antyoksydanty w medycynie i życiu człowieka. Oficyna Wyd. Medyk, Warszawa 2001. 2. Basaga H, Tekkaya C, Acikel F: Antioxidative and free radical scavenging properties of rosemary extract. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol* 1997; 30, 105-108. 3. Szymusiak H, Oszmiański J, Tyrakowska B: Trwale i nietrwale produkty utleniania flawonoidów. *Mat. II Konf.Nauk. „Żywność a zdrowie”, Łódź* 1999; s. 83. 4. Visioli F, Borsani L, Galli C: Diet and prevention of coronary heart disease: the potential role of phytochemicals. *Cardiovasc Res* 2000; 47, 419-425. 5. Katsube N, Iwashita K, Tsushida T et al.: Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. *J Agric Food Chem* 2003; 51, 68-75. 6. Kozłowska H, Troszyńska A: Rola naturalnych substancji nieodżywczych pochodzenia roślinnego jako składników żywności funkcjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 1999; 4 (21) Supl., 63-73. 7. Oszmiański J, Moutounet M: Taniny niektórych owoców bogatych w antocyjany. *Zesz Nauk AR we Wrocławiu* 1995; 273, 47-55. 8. Rouseff RL, Nagy S: Health and nutritional benefits of citrus fruit components. *Food Technol* 1994; 11, 125-132. 9. Bartosz G: Druga twarz tlenu. PWN 2003. 10. Foti M, Piatelli M, Baratta MT et al.: Flavonoids, coumarins and cinnamic acids as antioxidants in a micellar system. Structure-activity relationship. *J.Agric Food Chem* 1996; 44: 497-501. 11. Panczenko-Kresowska B: Wolne rodniki a żywność. *Wiad Ziel* 1997; 10, 17-18. 12. Narojek L: Zdrowie zakłębte w owocach. *Przeł Gastr* 1997; 9, 22-23. 13. Kanner J, Frankel E, Granit R et al.: Natural antioxidants in grapes and wines. *J Agric Food Chem* 1994; 42, 64-69. 14. Serafini M, Maiani G, Ferro-Luzzi A: Alcohol-free red wine enhances plasma antioxidant capacity in humans. *J Clin Nutr* 1998; 50, 28-32. 15. Grajek W: Rola przeciwutleniaczy w zmniejszaniu ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób układu krążenia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2004; 1 (38), 3-11. 16. Chevion S, Berry EM, Kitrossky NK et al.: Evaluation of plasma low molecular weight antioxidant capacity by cyclic voltammetry. *Free Radic Biol Med* 1997; 22, 411-421. 17. Kohnen R, Beit-Yannai E, Berry EM et al.: Overall low molecular weight antioxidant activity of biological fluids and tissues by cyclic voltammetry. *Meth Enzymol*

300, 285-296. 18. Wayner DDM, Burton GW, Ingol KU et al.: Quantitative measurement of total peroxy radical-trapping antioxidant capacity of human blood plasma by controlled peroxidation. *FEBS* 1985; *Lett* 187, 33-37. 19. Borowska J: Owoce i warzywa jako źródło naturalnych przeciwutleniaczy (1). *Przem. Ferm* 2003; 5, 11-12. 20. Borowska J: Owoce i warzywa jako źródło naturalnych przeciwutleniaczy (1). *Przem. Ferm* 2003; 6, 29-30. 21. Hakkinen SH, Torronen AR: Content of flavanols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Res Int* 2000; 33, 517-524. 22. Wang SY, Lin H-S: Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *J. Agric. Food Chem* 2000; 48, 140-146. 23. Wang J, Mazza G.: Inhibitory effects of anthocyanins and other phenolic compounds on nitric oxide production in LPS/IFN- γ -activated RAW 264.7 macrophages. *J Agric Food Chem* 2002; 50, 850-857. 24. Wang SY, Stretch AW: Antioxidant capacity in cranberry is influenced by cultivar and storage temperature. *J. Agric Food Chem* 2001; 49, 969-974. 25. Wilska-Jeszka J, Łoś J, Pawlak M: Monomery i oligomery flawanolowe – występowanie i przemiany w owocach. *Zesz. Nauk. PŁ Technol Chem Spoż* 1990; 47, 77-89. 26. Wilska-Jeszka J, Łoś J, Pawlak M.: Fruits as bioflavonoids sources. *Acta Aliment Pol* 1991; 17 (1), 11-22. 27. Oszmiański J, Wojdyło A: Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. *Eur. Food Res Technol* 2005; 10, 1-5. 28. Kahkonen MP, Hopia AI, Heinonen M: Berry Phenolics and their antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 2001; 49, 4076-4082. 29. Zadernowski R, Naczek M, Nesterowicz J: Phenolic acid profiles in some small berries. *J. Agric. Food Chem* 2005; 53: 2118-2124. 30. Kahkonen MP, Hopia AI, Vuorela HJ et al.: Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J Agric Food Chem* 1999; 47: 3954-3962. 31. Benvenuti S, Paellati F, Melegari M et al.: Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of rubus, ribes, and aronia. *J Food Sci* 2004; 69, 164-169. 32. Wu X, Gu L, Prior RL et al.: Charakterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of ribes, aronia, and sambucus and their antioxidant capacity. *J Agric Food Chem* 2004; 52, 7846-7856. 33. Kolpotek Y, Otto K, Bohm V: Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. *J Agric Food Chem* 2005; 53, 5640-5646. 34. Aaby K, Skrede G, Wrolstad RE: Phenolic composition and antioxidant activities in flesh and achenes of strawberries (*Fragaria ananassa*). *J. Agric. Food Chem.* 2005. T. 53, s. 4032-4040. 35. Vinson JA, Hao Y, Su X et al.: Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *J. Agric. Food Chem.* 1998. T. 46, s. 3630-3634. 36. Pastrana-Bomilla E, Akoh CC, Sellappan S et al.: Phenolic content and antioxidant capacity of muscadine grapes. *J Agric Food Chem* 2003; 51, 5497-5503. 37. Wang Y, Lee KW, Chan FL et al.: The red wine polyphenol resveratrol displays bilevel inhibition on aromatase in breast cancer cells. *Toxicol Sci.* 2006; 92 (1): 71-7. 38. Hao HD, He LR. Mechanisms of cardiovascular protection by resveratrol. *J Med Food* 2004; 7 (3): 290-8. 39. Marambaud P, Zhao H, Davies P: Resveratrol promotes clearance of Alzheimer's disease amyloid-beta peptides. *J Biol Chem.* 2005; 280 (45): 37377-82. 40. Anekonda TS: Resveratrol-a boon for treating Alzheimer's disease? *Brain Res Rev* 2006; 52 (2): 316-26. 41. Vinson JA, Hontz BA: Phenol antioxidant index: comparative antioxidant effectiveness of red and white wines. *J Agric Food Chem* 1995; 43, 401-403. 42. Verhagen JV, Haenen GR, Bast A: Nitric oxide radical scavenging by wines. *J. Agric. Food Chem* 1996; 44, 3733-3734. 43. Goh SS, Woodman OL, Pepe S et al.: The red wine antioxidant resveratrol prevents cardiomyocyte injury following ischemia-reperfusion via multiple sites and mechanisms. *Antioxid Redox Signal.* 2007; 9 (1): 101-13. 44. Horubała A: Pojemność przeciwutleniająca i jej zmiany w procesach przetwarzania owoców i warzyw. *Przem Ferm* 1999; 3, 30-32.

nadesłano: 16.11.2010
zaakceptowano do druku: 07.12.2010

Adres do korespondencji:
Monika Krotki
ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa
tel. 504 143 825
e-mail: monika.krotki@wp.pl