

Wpływ przeciwutleniaczy zawartych w owocach na proces fotostarzenia się skóry

¹Samodzielna Pracownia Farmakoterapii Dermatologicznej, Katedra Chorób Skórnych i Wenerycznych, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie
Kierownik Pracowni: prof. dr hab. Adam Klimowicz

²Studenckie Koło Naukowe przy Samodzielnej Pracowni Farmakoterapii Dermatologicznej
Opiekunowie Koła: dr Anna Nowak, prof. dr hab. Adam Klimowicz

THE EFFECTS OF FRUIT ANTIOXIDANTS ON SKIN PHOTOAGING

SUMMARY

One of the important adverse effects induced by certain harmful environmental factors in humans body seems to be skin photoaging. This process is influenced by the free radicals, formed by solar radiation. However, human's body possess limited capacity for free radicals destruction or inactivation. In order to support the protective action of the human body the antioxidants are applied. They can be either of natural or synthetic origin. The fruits seems to be one of the important source of natural antioxidants. This group of substances could be applied in order to prevent heart, hematological as well as the central and peripheral nervous system disorders, in alleviating the symptoms of menopause, allergy etc. Antioxidants could also modulate diverse biochemical processes involved in carcinogenesis. Moreover, they may exert their inhibitory effect on skin photoaging. Therefore, these compounds are increasingly applied to produce cosmetic formulations. Antioxidants reduce the harmful effect of ultraviolet radiation on the skin. Their mechanism of action is based on scavenging and counteracting of free radicals, thus preventing oxidative damage. Therefore, these compounds are considered to be complementary to physical and chemical UV filters. Humans ingest a lot of antioxidants as food constituents. One of the most rich sources seems to be fruits, particularly those containing anthocyanins i.e. flavonoid's dyes. Their antioxidant action is due to the activity of flavonoids and ascorbic acid. The following fruits should be taken into account: black chokeberry, grapes and some berries, i.e. bilberries, blueberries, also blackcurrants as well as citrus fruits.

KEY WORDS: ANTIOXIDANTS – FRUITS – POLYPHENOLS – SKIN PHOTOAGING – COSMETICS

Wstęp

Organizm ludzki stale narażony jest na działanie niekorzystnych czynników zewnętrznych. Jednym ze skutków takich działań może być proces fotostarzenia się skóry. Promieniowanie słoneczne zwiększa tzw. stres oksydacyjny, co prowadzi do wzmożonego powstawania wolnych rodników. Wpływają one na procesy degeneracyjne komórek skóry i jej starzenie się. Istnieje możliwość ograniczenia wpływu niekorzystnych reakcji wolnorodnikowych. Odpowiednią linią obrony jest

stosowanie przeciwutleniaczy, tzw. antyoksydantów. Są to związki eliminujące wolne rodniki z organizmu ludzkiego, wpływające korzystnie na zdrowie. Istnieją różne źródła pozyskiwania przeciwutleniaczy. Antyoksydanty pochodzenia naturalnego występują w wielu roślinach, w różnych ich częściach. Należałoby zwrócić uwagę na przeciwutleniacze zawarte w niektórych gatunkach owoców, gdyż cechują się one silnym działaniem antyoksydacyjnym, dzięki czemu mogą czynnie zapobiegać procesowi fotostarzenia się skóry.

Wolne rodniki

Wolny rodnik to atom lub cząsteczka, która ma na orbitalu walencyjnym jeden lub więcej niesparowanych elektronów, co sprawia, że są one niestabilne, nadają owemu atomowi lub cząsteczce dużą reaktywność i warunki do oddziaływania na różne składniki komórki (1). Wolne rodniki powstają w organizmie człowieka podczas reakcji enzymatycznych, zakażeń bakteryjnych lub wirusowych, z którymi wiąże się proces fagocytozy, w procesie oddychania, a także autooksydacji wielu związków, głównie lipidów (2). Wiele produktów pochodzenia roślinnego, w tym owoców, wykazuje właściwości przeciwutleniające, polegające na zdolności neutralizowania RFT – czyli reaktywnych form tlenu, do których zaliczamy nie tylko wolne rodniki, ale także tlen singletowy i nadtlenek wodoru. Ich reakcje ze strukturami komórki, obejmującymi białka, błony lipidowo-białkowe i kwasy nukleinowe, mogą być wyjątkowo niebezpieczne.

Nadmiar RFT może powodować wiele uszkodzeń, m.in. błon biologicznych i materiału genetycznego komórki. Jednym z najbardziej agresywnych rodników jest rodnik hydroksylowy OH. Ma on charakter hydrofobowy (brak ładunku), jest więc łatwo transportowany przez błony (1). Rdnik hydroksylowy atakując łańcuch DNA może spowodować jego pęknięcie, tworzenie innych wiązań i modyfikację zasad purynowych (3). RFT mogą wywoływać również zmiany w białkach (głównie enzymatycznych), takie jak modyfikacja aminokwasów, utlenianie grup -SH, a także

destrukcja struktur wyższych rzędów, co może prowadzić do daleko idących zaburzeń metabolicznych. Wyjątkowo groźna jest peroksydacja lipidów, gdyż jest to reakcja łańcuchowa – nadtlenkowe rodniki kwasów tłuszczowych pobudzają następne reakcje peroksydacji. Tkanki roślinne, w przeciwieństwie do ludzkich, mają bardzo dobrze funkcjonujące systemy obrony przed RFT. Zaliczyć do nich możemy tzw. triadę enzymatyczną czyli trzy enzymy neutralizujące RFT: dysmutazę ponadtlenkową, katalazę i peroksydazę. Dodatkowo rośliny zawierają związki, które wchodzą w korzystne interakcje z antyoksydantami, np. kwas askorbinowy, terpenoidy i polifenole.

Stres oksydacyjny

Zaburzenie metabolizmu komórkowego spowodowane jest ciągłym atakowaniem danej komórki przez RTF oraz działaniem czynników zewnętrznych, takich jak promieniowanie jonizujące, UV, ultradźwięki, temperatura, ksenobiotyki, światło, metale ciężkie. Te reakcje prowadzą do zachwiania równowagi pomiędzy reakcjami wolnorodnikowymi i antyoksydacyjnymi, co może powodować nawet daleko idące uszkodzenie struktur komórkowych.

Fotostarzenie

Fotostarzenie jest procesem przedwczesnego starzenia się skóry, którego przyczyną jest ekspozycja na promieniowanie ultrafioletowe. Jest ono jednym z głównych czynników odpowiadających za zaburzenia metabolizmu komórek i stres oksydacyjny. Pod wpływem promieniowania ultrafioletowego UVA (320-400 nm) i UVB (290-320 nm) – promieniowania o krótszej długości fali, ale o wyższej energii – w komórkach zachodzą procesy degradacyjne. Aktywacji ulegają różne czynniki, w tym chromofory komórkowe, takie jak tryptofan, NADH, NADPH, które pochłaniają promieniowanie i biorą udział w wytwarzaniu RFT. Ponadto, powstające w wyniku stresu oksydacyjnego wolne rodniki mogą naruszać struktury komórek, uszkadzać i powodować mutacje DNA oraz powodować nieprawidłowości w przebiegu syntezy kolagenu w komórkach (4). Promieniowanie UV może przyczyniać się do wywoływania reakcji, w wyniku których rozkład substancji komórkowych skóry nie zostaje prawidłowo zahamowany (5). Promieniowanie UVB odpowiada za reakcje natychmiastowe, takie jak oparzenia słoneczne czy rumień, a dodatkowo za immunosupresję i kancerogenezę. Z kolei promieniowanie UVA odpowiada za reakcje opóźnione, fotostarzenie, przebarwienia naskórkowe, procesy alergiczne, a nawet powstawanie nowotworów skórnych (5, 6).

Ogół reakcji powodowanych przez promienie ultrafioletowe prowadzi do zmian skórnych cechujących się:

- pogłębieniem zmarszczek i fałdów w wyniku degradacji kolagenu i tzw. elastozy posłonecznej – czyli kumulacji uszkodzonych włókien elastycznych w skórze,
- zwiększoną liczbą teleangiektazji,
- nieprawidłowościami pigmentacyjnymi – hipo- i hiperpigmentacje będące efektem nierównomiernej dystrybucji melanocytów, a także pogrubieniem i szorstkością skóry,
- upośledzeniem procesów naprawczych, objawiających się trudnością gojenia,
- zmianami przerostowymi, m.in. rogowaceniem słonecznym i łojotokowym (4, 5).

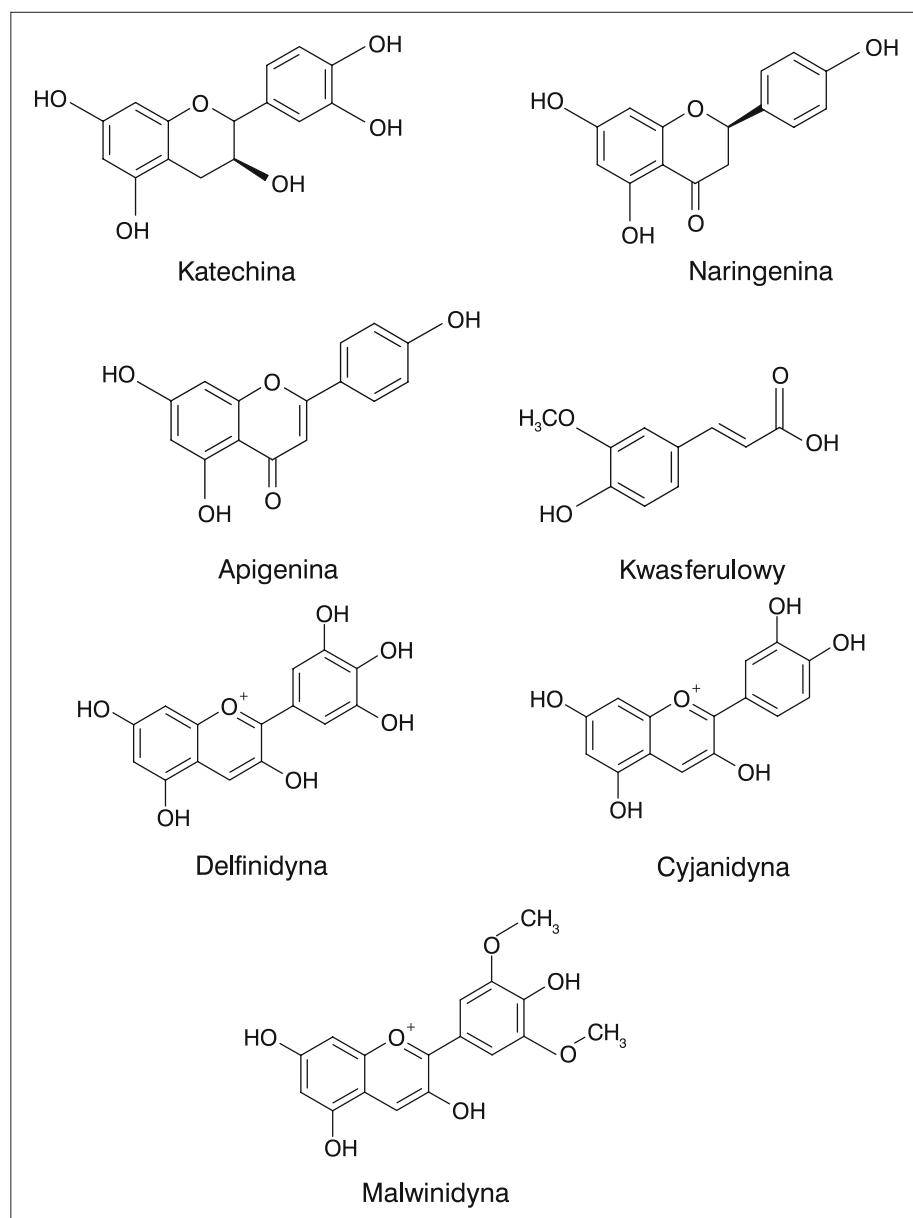
Histologiczny obraz skóry ulega zmianie w wyniku procesu fotostarzenia. Następuje przerost warstwy rogowej naskórka i gruczołów łojowych. Mikrokrążenie zostaje upośledzone, tkanka łączna i włókna sprężyste ulegają uszkodzeniu. Dodatkowo obserwuje się obecność licznych komórek zapalnych w skórze, dlatego też niektórzy autorzy określają proces fotostarzenia jako posłoneczne zapalenie skóry (*heliodermatitis*) (4).

Istnieje możliwość zapobiegania wolnorodnikowym procesom degradacyjnym w skórze, wywołanym przez UV. Jak już wspomniano – jedną z głównych linii obrony jest zastosowanie antyoksydantów.

Antyoksydanty

Wolne rodniki stale oddziałują na nasz organizm, natomiast antyoksydanty mogą stanowić linię obrony. Znajdują się one praktycznie we wszystkich owocach – jednak zawartość przeciwutleniaczy w poszczególnych gatunkach znacznie się waha. Niektóre owoce mają ich bardzo dużo, natomiast w innych znajdziemy tylko śladowe ilości.

Antyoksydantem można nazwać każdą substancję, która wykazuje zdolność eliminowania wolnych rodników z organizmu (7). Dużą grupą związków o właściwościach antyoksydacyjnych są polifenole, będące wtórnymi metabolitami roślin. Do polifenoli zalicza się związki z jednym lub wieloma pierścieniami aromatycznymi w cząsteczce, które zawierają nawet do kilkudziesięciu grup hydroksylowych połączonych z pierścieniem aromatycznym. Najważniejsze z nich to flawonoidy, obejmujące kilka tysięcy związków i antocyjany, będące flawonoidami o charakterze barwników. Do antyoksydantów należą również karotenoidy, wykazujące zdolność wygaszania tlenu singletowego, betalainy – barwniki chroniące lipidy i zatrzymujące reakcje wolnorodnikowe oraz inne, jak np. witaminy C i E, melatonina, czy kwas ferulowy (3). Wzory chemiczne niektórych związków charakteryzujących się działaniem antyoksydacyjnym przedstawiono na rycinie 1.



Ryc. 1. Wzory chemiczne wybranych związków wykazujących działanie antyoksydacyjne.

Przeciwutleniacze mają swoiste mechanizmy działania, pozwalające na określoną aktywność antyoksydacyjną, obejmującą:

- zdolność wiązania rodników – stabilizacji lub delokalizacji niesparowanych elektronów,
- właściwości redukcyjne – oddawanie elektronów,
- możliwość unieczynniania enzymów katalizujących oksydację poprzez chelatowanie jonów metali,
- zdolność przerywania przebiegu reakcji wolnorodnikowych,
- hamowanie działania oksydaz,
- uwodornianie lub kompleksowanie wolnych rodników – czyli ich stabilizację (8).

W związku z powyższym, antyoksydanty niejako wychwytyją i neutralizują wolne rodniki, chronią

lipidy naskórka przed utlenianiem, uszczelniają naczynia krwionośne, a ponadto działają przeciwzapalnie i przeciwmutagennie (3, 9, 10).

W życiu codziennym człowiek przyjmuje z pożywieniem wiele związków przeciwutleniających. Spośród cennych antyoksydantów można wymienić apigeninę – obecna w owocach jabłka, czereśni, winogron, także w brokułach i czosnku, pyknogenol – w nasionach winorośli, kwas ferulowy – w roślinach zbożowych, resweratrol – w czerwonym winie, a także luteinę i likopen, których bogatym źródłem są pomidory. Wartościowe są również antyutleniacze zawarte w zielonej herbacie, miłorzębie (*Ginkgo biloba*), skrzypie (*Equisetum arabica*), agreście indyjskim (*Phyllanthus emblica*) (11, 12).

Antyoksydanty w kosmetykach

Antyoksydanty mogą wywierać wpływ praktycznie na każdy układ ludzkiego organizmu. Stosuje się je w profilaktyce chorób serca i układu krwionośnego, ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego, a także w łagodzeniu objawów menopauzy i alergii. Potwierdzono również ich aktywność przeciwnowotworową (9). Z uwagi na ich hamujący wpływ na proces fotostarzenia się skóry, coraz bardziej powszechne stają się preparaty dermokosmetyczne i kosmetyczne z zawartością flawonoidów i fenoli oraz suplementy diety (karotenoidy).

Antyoksydanty zawarte w niektórych roślinach mogą także ograniczać efekty immunosupresyjnego działania UVB, a uwzględniając ich mechanizm działania, różniący się od mechanizmu działania filtrów fizycznych i chemicznych, uważa się je za doskonałe uzupełnienie preparatów fotoochronnych (11). Ochrona przed promieniowaniem ultrafioletowym staje się dodatkową, ale bardzo istotną funkcją, coraz większej liczby preparatów kosmetycznych (6).

Antyoksydanty w wybranych gatunkach owoców

Aronia

Niezwykle bogatym źródłem przeciwutleniaczy są owoce aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*) (13). Za właściwości farmakologiczne tego surowca odpowiadają antyoksydanty z grupy polifenoli, takie jak antocyjany, fenolokwasy i flawonoidy. W doniesieniach przedstawiających wyniki badań potencjału antyoksydacyjnego owoców, aronia opisywana jest jako owoc o bardzo wysokiej zawartości polifenoli (14, 15). Dodatkowo owoce aronii cechują się dużą zawartością witamin, garbników, karotenoidów i pierwiastków wspierających funkcjonowanie organizmu.

Antocyjaniny, których jednym z najbogatszych źródeł jest aronia, mają szerokie działanie: korzystnie wpływają na układ krążenia, uszczelniając naczynia krwionośne i poprawiając ich elastyczność, a także zwiększając stężenie cynku, jednocześnie zmniejszając w erytrocytach stężenie metali, które mają udział w tworzeniu RFT w organizmie, takich jak ołów, glin i miedź. Co więcej, wykazano, że owoce aronii czarnoowocowej chronią komórki przed kancerogenezą poprzez synergistyczne działanie czynnych substancji polifenolowych (8). Mają również działanie przeciwalergiczne (9). W kosmologii antocyjaniny z owoców aronii znalazły zastosowanie w fotoochronie, gdyż udowodniono, że chronią one skórę przed szkodliwym wpływem promieni UV – absorbują je; ponadto mają zdolność chelatowania metali. Można więc stwierdzić, że związki czynne zawarte w owocach aronii wywierają

korzystny wpływ na skórę, zapobiegając degradacyjnym procesom jej fotostarzenia (1).

Winogrona

Winorośl właściwa (*Vitis vinifera*) jest rośliną należącą do rodziny Winoroślowatych (*Vitaceae*). Jest to roślina pochodząca z Azji, uprawiana głównie w Europie ze względu na jadalne owoce. Winorośl to pnące dorastające do 40 m wysokości, wyposażone w wijące się wąsy czepne, niepozorne kwiaty oraz grona czerwonych lub zielonych owoców. Najliczniejszą grupą substancji czynnych i najsilniej działającymi antyoksydantami winorośli właściwej, są proantocyjanidyny, leukocyjanidyny oraz skondensowane taniny (16, 17), przy czym 65% polifenoli winorośli stanowią oligomeryczne proantocyjanidyny (*oligomeric proanthocyanidins* – OPC), które składają się z 2-4 jednostek katechiny lub epikatechiny z niewielką liczbą jednostek oligomerów, wynoszącą zwykle od 5 do 7. OPC są substancjami wykazującymi silne działanie antyoksydacyjne, zmiatają wolne rodniki i mają działanie przeciwmutagenne, ale również odznaczają się działaniem przeciwzapalnym. OPC hamują aktywność peroksydazy lipidowej, konwertazy angiotensyny i innych enzymów odpowiedzialnych za starzenie się naczyń włosowatych, dlatego też uważane są za cenne substancje poprawiające stan naczyń krwionośnych (18).

Związki mające korzystny wpływ na skórę znajdują się głównie w pestkach, skórcie i szypułkach; są to przede wszystkim: resweratrol, proantocyjanidyny i flawonole (kwercetyna). Nasiona winogron zawierają również pyknogenol, katechiny i antocyjanidyny (pelargonidynę) (8, 19). Oprócz tego wysoką aktywność przeciwutleniającą wykazuje wino produkowane z czerwonych winogron. Jest ono doskonałym źródłem resweratrolu i kwercetyny (7). Winogrona, w porównaniu do innych popularnych owoców, charakteryzują się wysokim całkowitym potencjałem antyoksydacyjnym (*total antioxidant status* – TAS) (20).

Należałoby dodać, że pojawiają się różne hipotezy dotyczące innych właściwości samego resweratrolu (21) (ryc. 2). Udowodniono, że ma on działanie przeciwnowotworowe (22). Hamuje angiogenezę, peroksydację lipidów błon komórkowych oraz utlenianie korzystnego cholesterolu (HDL) (23, 24). Podobne działanie wykazują proantocyjanidyny zawarte w skórcie i pestkach winogron. Zaobserwowano, że mają one bardzo silne właściwości przeciwutleniające. Ich potencjał antyoksydacyjny przewyższa potencjał witaminy C nawet 20-krotnie, natomiast witaminy E aż 50 razy (7, 8). Dodatkowo związki tej grupy mają jeszcze większą skuteczność w zapobieganiu nowotworom, niż wspomniany już resweratrol – przeciwdziałają proce-

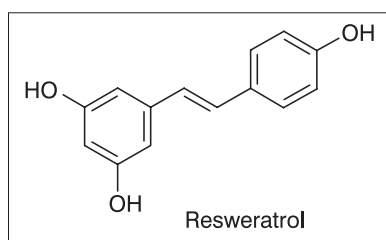
som patologicznym, takim jak mutacje na poziomie komórkowym.

Wielu autorów sugeruje, że wyciąg z winogron redukuje ryzyko zachorowania na raka skóry wywołanego jej intensywną ekspozycją na promieniowanie UV. Filip i wsp. (25) badali wpływ wyciągu z nasion czerwonych winogron *in vitro* na skórę u bezwłosych myszy SKH-1 przy zastosowaniu promieniowania UVB indukującego stres oksydacyjny i apoptozę. Ośmiotygodniowe myszy były poddawane działaniu samego promieniowania UVB i promieniowaniu UVB wraz z wyciągiem z winogron w dawce 4 mg/cm² skóry. Ekstrakt z winogron był stosowany zewnętrznie 30 min przed ekspozycją na promieniowanie UVB w dawce 240 mJ/cm². Miejscowe traktowanie wyciągiem z winogron znacząco zredukowało aktywność enzymu kaspazy 3, co oznaczało, że komórki chronione są przed apoptozą.

Przeciwutleniacze z owoców winogron chronią skórę przed szkodliwym wpływem czynników zewnętrznych, w tym promieni UV, zmiatają wolne rodniki, zwiększają skuteczność innych korzystnych dla organizmu związków, hamują rozpad kolagenu i działają przeciwalergiczenie. Dodatkowo antyoksydanty zawarte w nasionach winogron wzmacniają struktury kolagenowe i przyspieszają regenerację tkanek (8). W związku z powyższym ekstrakty z winogron stosowane są coraz szerzej w produktach kosmetycznych, ale stosuje się również suplementację doustną, wykorzystując właściwości oleju z pestek winogron, wyciągu z pestek i skórek oraz koncentratu z czerwonego wina.

Owoce leśne

Owoce leśne znane są z dużej zawartości różnych związków bioaktywnych, m.in. antocyjanów i flawonoidów, a także cechują się dużą aktywnością antyoksydacyjną. Slatnar i wsp. (26) podają, iż sok z borówki czarnej cechuje się największą zawartością różnorodnych polifenoli – zawiera ich aż 19, na drugim miejscu znalazł się sok z jagody – 17 związków tej grupy, następnie sok z czarnej porzeczki – 15 różnorodnych polifenoli. Badania wykazały również,



Ryc. 2. Wzór chemiczny resweratrolu występującego w winogronach.

że wśród opisywanych polifenoli najliczniejszą grupą były antocyjany.

Nawirska i wsp. (1) badając właściwości przeciwutleniające wyłoków z owoców, uzyskali pewne wyniki pozwalające na stwierdzenie, że wśród owoców leśnych najwyższą zawartością polifenoli cechował się wyłok z jagody kamczackiej, a także nieco mniejszą zawartością wyłok z żurawiny.

Do ważnych przeciwutleniaczy w owocach jagodowych należy, oprócz polifenoli, witamina C. Jest ona regulatorem mechanizmów, które ochraniają komórki przed stresem antyoksydacyjnym. Jej działanie przeciwrodnikowe jest bardzo efektywne, gdyż jest ona prawie w 100% odnawiana (27). Cennym źródłem tej witaminy, ale także innych, ważnych przeciwutleniaczy, są owoce żurawiny (28). Jej ilość zależy od wielu czynników – klimatu, warunków przechowywania, odmiany (3). Według Mazur i wsp. (cyt. za 2) największą zawartością witaminy C charakteryzuje się żurawina wielkoowocowa odmiany Stevens, natomiast najmniejszą owoce odmiany Bergman. Oprócz witaminy C, owoce żurawiny bogate są w witaminy A i E, luteinę i β -karoten, a także w związki potasu, sodu, selenu. Jedną z najważniejszych grup związków prozdrowotnych są polifenole: stilbeny, kwasy fenolowe i flawonoidy (29, 30). Witkowska i wsp. (31) wskazują, że w porównaniu do malin i poziomek, żurawina i borówka brusznica wykazują dwukrotnie niższą aktywność oksydacyjną.

Bae i wsp. (32) badali wpływ antocyjanin borówki bagiennej (*Vaccinium uliginosum*) na fotostarzenie ludzkich fibroblastów pod wpływem promieniowania UVB. W badaniu zastosowano następujące antocyjany: cyjanidyno-3-glukozyd, petunidyno-3-glukozyd, malwinidyno-3-glukozyd, delfinidyno-3-glukozyd oraz delfinidyno-3-arabinozyd. Zastosowane antocyjany łagodziły toksyczne działanie promieniowania UVB, prowadzące do wytworzenia reaktywnych form tlenu (ROS) i w rezultacie powodujące uszkodzenie DNA, przez co wyraźnie hamowały degradację kolagenu.

Owoce cytrusowe

Owoce cytrusowe, to rodzaj owoców z rodziny rutowatych (*Rutaceae*), wśród których najpopularniejsze są: cytryna zwyczajna (*Citrus limon*), grejpfrut (*Citrus x paradisi*), pomarańcza słodka (*Citrus sinensis*), limonka (*Citrus aurantifolia*) i mandarynka (*Citrus reculata*). Rośliny te należą do zwykle zimozielonych, rzadko zrzucających liście krzewów lub niewysokich drzew. Owocem są tutaj mięsiste jagody w kolorze, od zielonego do ciemnopomarańczowego, znane potocznie jako cytrusy.

Owoce cytrusowe są bogatym źródłem flawonoidów (33, 34), najwięcej znajduje się ich w ekstrakcie

z pestek, miąższu i białych części grejpfruta. Stanowi on koncentrat flawonoidów – głównie są to flawony, flawanony i flawanole, które naturalnie występują w owocach oraz witamina C. Dużą zawartością flawonoidów cechują się również cytryny i pomarańcze (9). Wykazują one działanie przeciwzapalne, opóźniają procesy starzenia się skóry, działają przeciwalergicznie, a także mają zdolność do pochłaniania promieniowania UVA i UVB.

Podsumowanie

Owoce są jednym z najbogatszych źródeł antyoksydantów. Pomagają w walce z wolnymi rodnikami, które nie tylko wywierają niekorzystny wpływ na nasze zdrowie, ale również na wygląd i kondycję skóry. Wyniki wielu badań doświadczalnych wskazują, że spożywanie owoców zwiększa odporność organizmu na stres oksydacyjny, opóźnia procesy fotostarzenia się skóry, pobudza przemianę materii, chroni przed szkodliwym działaniem promieniowania słonecznego. Większość ze związków wykazujących właściwości antyoksydacyjne nie jest syntetyzowana w naszym organizmie, zatem dostarczanie ich w diecie jest niezwykle istotne.

Piśmiennictwo

1. Nawirska A, Sokół-Łętowska A, Kucharska AZ. Właściwości przeciwutleniające wyłoków z wybranych owoców kolorowych. *Żywn Nauka Technol Jakość* 2007; 4(53):120-5. 2. Zabłocka A, Janusz M. Dwa oblicza wolnych rodników tlenowych. *Post Hig Med Dośw* 2008; 62:118-24. 3. Puzanowska-Tarasiewicz H, Kuźmicka L, Tarasiewicz M. Antyoksydanty a reaktywne formy tlenu. *Bromat Chem Toksykol* 2010; 43:9-14. 4. Galus R, Zanddecki Ł, Antyszko M i wsp. Fotostarzenie się skóry. *Pol Merk Lek* 2007; 22:580-4. 5. Olek-Hrab K, Hawrylak A, Czarna-Oprac M. Wybrane zagadnienia z zakresu starzenia się skóry. *Post Dermatol Alergol* 2008; 25:226-34. 6. Korać RR, Khambholja KM. Potential of herbs in skin protection from ultraviolet radiation. *Pharmacogn Rev* 2011; 5:164-73. 7. Balach J. Super antyoksydanty. *Leki XXI wieku w naszym jedzeniu*. <http://storino.pl/p/bj0TQ>. 8. Sikora J, Markowicz M, Mikiciuk-Olasik E. Rola i właściwości lecznicze aronii czarnoowocowej w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Bromat Chem Toksykol* 2009; 42:10-7. 9. Miller E, Malinowska K, Gałęcka E i wsp. Rola flawonoidów jako przeciwutleniaczy w organizmie człowieka. *Pol Merk Lek* 2008; 24:556-60. 10. Anunciato TP, da RochaFilho PA. Carotenoids and polyphenols in nutricosmetics, nutraceuticals, and cosmetics. *J Cosmet Dermatol* 2012; 11:51-4. 11. Majewski S. Starzenie genetyczne i zewnątrzpoходne (słoneczne) skóry. W: *Kosmetologia pielęgnacyjna i lekarska*. (red. Noszczyk M), Wyd Lek PZWL, Warszawa 2010; 92-9. 12. Noszczyk M. Skóra dojrzała. W: *Kosmetologia pielęgnacyjna i lekarska*. (red. Noszczyk M), Wyd

Lek PZWL, Warszawa 2010; 144-59. 13. Valcheva-Kuzmarova S, Blogovic B, Valić S. Electron spin resonance measurement of radical scavenging activity of *Aronia melanocarpa* fruit juice. *Pharmacogn Mag* 2012; 8:171-4. 14. Bräunlich M, Slimestad R, Wangenstein H i wsp. Extracts, anthocyanins and procyanidins from *Aronia melanocarpa* as radical scavengers and enzyme inhibitors. *Nutrients* 2013; 5:663-78. 15. Chrubasik C, Li G, Chrubasik S. The clinical effectiveness of chokeberry: a systematic review. *Phytother Res* 2010; 24:1107-14. 16. Nassiri-Asl M, Hosseinzadeh H. Review of the pharmacological effects of *Vitis vinifera* (Grape) and its bioactive components. *Phytother Res* 2009; 23:1197-204. 17. Lutz M, Jorquera K, Cancino B i wsp. Phenolic and antioxidant capacity of table grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown in Chile. *J Food Sci* 2011; 76:C1088-93. 18. Thornfeldt CR. Rośliny jako kosmeceutyki: W: *Kosmeceutyki* (red. Draelos ZD). Wyd Med Urban and Partner, Wrocław 2006; 73-80. 19. Brewer MS. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanism of action, and potential applications. *Compreh Rev Food Sci Food Saf* 2011; 10:221-47. 20. Zujko ME, Witkowska A. Aktywność antyoksydacyjna popularnych gatunków owoców, warzyw, grzybów i nasion roślin strączkowych. *Bromat Chem Toksykol* 2009; 42:895-9. 21. Olas B. Resweratrol jako dobroczynca w profilaktyce chorób układu krążenia. *Kosmos* 2006; 55:277-85. 22. Gescher A, Steward WP, Brown K. Resveratrol in the management of human cancer: how strong is the clinical evidence? *Ann NY Acad Sci* 2013; 1290:12-20. 23. Berrougui H, Grenier G, Loued S i wsp. A new insight into resveratrol as an atheroprotective compound: inhibition of lipid peroxidation and enhancement of cholesterol efflux. *Atheroscler* 2009; 2007:420-7. 24. Voloshyna I, Hussaini SM, Reiss AB. Resveratrol in cholesterol metabolism and atherosclerosis. *J Med Food* 2012; 15:763-73. 25. Filip A, Daicovicu D, Clichici S i wsp. Photoprotective effects of two natural products on ultraviolet B-induced oxidative stress and apoptosis in SKH-1 mouse skin. *J Med Food* 2011; 14:761-6. 26. Slatnar A, Jakopic J, Stampar F i wsp. The effect of bioactive compounds on *in vitro* and *in vivo* antioxidant activity of different berry juices. *PLoS One* 2012; 7(10):e47880. 27. Mazur B, Borowska EJ, Polak M. Zawartość witaminy C i pojemność przeciwutleniająca owoców i przecierów z żurawiny błotnej i wielkoowocowej. *Żywn Nauka Technol Jakość* 2009; 2(63):130-7. 28. Vinson JA, Bose P, Proch J i wsp. Cranberries and cranberry products: powerful *in vitro*, *ex vivo*, and *in vivo* sources of antioxidants. *J Agric Food Chem* 2008; 56:5884-91. 29. Ndhkala AR, Moyo M, Van Staden J. Natural antioxidants: fascinating or mythical biomolecules? *Molecules* 2010; 15:6905-30. 30. Teleszko M. Żurawina wielkoowocowa – możliwości wykorzystania do produkcji biożywności. *Żywn Nauka Technol Jakość* 2011; 6(79):132-41. 31. Witkowska A, Zujko ME. Aktywność oksydacyjna owoców leśnych. *Bromat Chem Toksykol* 2009; 42:900-3. 32. Bae JY, Lim SS, Kim SJ i wsp. Blueberry anthocyanins alleviate photoaging in ultraviolet-B-irradiation-induced human dermal fibroblasts. *Mol Nutr Food Res* 2009; 53:726-38. 33. Meiyanto E, Hermawan A, Anindyajati. Natural products for cancer-targeted therapy: citrus flavonoids as potent chemopreventive agents. *Asian Pac J Cancer Prev* 2012; 13:427-36. 34. Gattuso G, Barreco D, Gargiulli C i wsp. Flavonoid composition of citrus juices. *Molecules* 2007; 12:1641-73.

otrzymano/received: 03.01.2014
zaakceptowano/accepted: 14.01.2014

Adres/address:
*prof. dr hab. Adam Klimowicz
Samodzielna Pracownia
Farmakoterapii Dermatologicznej PUM
ul. Powstańców Wlkp. 72, 70-111 Szczecin
tel.: +48 (91) 466-16-30, fax: +48 (91) 466-18-49
e-mail: adklim@pum.edu.pl