

Borówka, winorośl i granatowiec – znane rośliny o aktywności przeciwutleniającej

Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu

Dyrektor Instytutu: prof. dr hab. Grzegorz Szychalski

BILBERRY, GRAPE AND POMEGRANATE – WELL KNOWN PLANTS WITH ANTIOXIDANT ACTIVITY

SUMMARY

*Free radicals and other reactive oxygen species possess harmful effects on our body condition. In recent years, the number of research papers concerning berries and its health activities has increased rapidly. Berries are consumed as fruits, wine, juice and jams and also are present in other food products. Bioactive extracts and other products from bilberry, grape and pomegranate became important ingredients in functional food and food supplements. *Vaccinium myrtillus* L., *Vitis vinifera* L. or *Punica granatum* L. contain a lot of biological active constituents, especially natural antioxidants responsible for their antioxidant properties extremely important for human health. Antioxidant activities of berries phenolic compounds based on inhibition of lipid peroxidation and free radical scavenging have been extensively investigated in vitro and in vivo.*

KEY WORDS: VACCINIUM MYRTILLUS – VITIS VINIFERA – PUNICA GRANATUM – ANTIOXIDANTS – OXIDATIVE STRESS

Wolne rodniki tlenowe powstają podczas reakcji oksydacyjno-redukcyjnych, które zachodzą w każdej żywej komórce organizmu. Nazywane są także reaktywnymi formami tlenu (ROS, reactive oxygen species); posiadają one jeden lub więcej niesparowanych elektronów. Tworzenie się wolnych rodników następuje, gdy cząsteczka tlenu zostaje zredukowana jednym, dwoma lub trzema elektronami (1). Do najczęściej występujących zaliczamy rodnik hydroksylowy, nadtlenny, wodoronadtlenkowy oraz anionorodnik ponadtlenny.

Wolne rodniki tlenowe zaangażowane są w wiele naturalnych biologicznych procesów zachodzących w komórkach żywych (10% z nich powstaje właśnie w trakcie różnorodnych reakcji fizjologicznych); źródłem mniej więcej 90% wolnych rodników, które powstają w organizmie, jest łańcuch oddechowy. Wolne rodniki generowane mogą być także przez promienie ultrafioletowe, jonizujące, jak również przez ultradźwięki (2). Powstające wolne rodniki ulegają degradacji lub wchodzą w szereg dalszych przemian biochemicznych. Ich nadmiar powoduje uszkodzenie

struktur komórkowych i tkankowych oraz wpływa na modyfikacje zachodzące w DNA. Są one impulsem do zmian w prawidłowym funkcjonowaniu komórek i prowadzić mogą do patologicznej proliferacji, procesów apoptozy, indukcji procesów nowotworowych, czy rozwoju chorób cywilizacyjnych (2, 3). Uważa się, że działanie wolnych rodników w organizmie człowieka może przyczyniać się do rozwoju chorób neurodegeneracyjnych (choroba Parkinsona, Alzheimer, czy stwardnienie zanikowe boczne), sercowo-naczyniowych, nowotworowych, a także procesów degeneracyjnych, związanych z podeszłym wiekiem (4).

Prekursorami wolnych rodników są między innymi ozon, tlen singletowy, nadtlenny wodoru, czy kwas podchlorawy. W każdym organizmie funkcjonuje sprawnie działający system naprawczy, tak zwany antyoksydacyjny układ ochronny (ADS, antioxidant defense system), którego zadaniem jest ochrona komórek przed szkodliwym działaniem reaktywnych form tlenu.

Produkty żywnościowe pochodzenia roślinnego są bogatym źródłem przeciwutleniaczy. Do tej grupy związków należą zwłaszcza: polifenole, karotenoidy, kwasy organiczne, witaminy (na przykład witamina A, C i E), glutation, ksantofile, zredukowany koenzym Q10 i wiele innych. Substancje te mają zdolność neutralizacji szkodliwego działania wolnych rodników tlenowych (5, 6). Owoce oraz warzywa bogate w naturalne przeciwutleniacze mają istotny wkład w zapobieganie powstawaniu wielu chorób. W badaniach wykazano, że owoce jagodowe oraz pestkowe mają wyższy potencjał antyoksydacyjny niż inne owoce. Wysoką aktywnością przeciwutleniającą charakteryzują się ekstrakty z winogron, jeżyn, malin, borówek i porzeczek. Przykładowymi roślinami z dużej zawartości związków o charakterze przeciwutleniającym w owocach są: borówka czernica, winorośl właściwa oraz granatowiec właściwy.

Borówka czernica

Borówka czernica (inaczej borówka czarna) jest krzewinką (*Vaccinium myrtillus* L.) należąca do rodziny

wrzosowatych (*Ericaceae*). Rośnie w wielu rejonach Azji, Ameryki Północnej, Europy Środkowej i Północnej oraz na Kaukazie. W Polsce występuje na niżach, w pasmach górskich oraz w lasach. Owocem rośliny jest czarna jagoda. Sama roślina jest niewysoka, ma rozgałęzione łodygi o długości około 50 cm, jej kwiaty są drobne w kolorze czerwonozielonym. Surowcem zielarskim borówki czernicy jest owoc (*Fructus Myrtilli*) oraz liść (*Folium Myrtilli*).

Owoce borówki czernicy bogate są w różnorodne związki biologicznie czynne. Należą do nich garbniki katechinowe, procyanidyny (pochodne katechiny i epikatechiny), antocyjany (pochodne delfininy, cyjanidyny, malwidyny, peonidyny, petunidyny) związane z myrtilliną. Zawierają także fenolokwasy (chlorogenowy, ferulowy, syringowy, kawowy, p-kumarowy) oraz witaminy (C i z grupy B), a także kwasy organiczne, takie jak kwas cytrynowy, bursztynowy, czy jabłkowy. Owoce borówki czernicy są również bogatym źródłem cukrów i pektyn (7).

Według doniesień z piśmiennictwa naukowego antocyjany zawarte w jagodach *Vaccinium myrtillus* są silnymi antyoksydantami (8, 9), które w przewodzie pokarmowym człowieka przekształcają się w fenolokwasy. Biorą one udział w hamowaniu peroksydacji lipidów, mają zdolność zmiatania wolnych rodników tlenowych (10). Badano wpływ ekstraktu z *Vaccinium myrtillus* (o stężeniu 25, 50, 75 i 100 µg/ml) na proces hamowania peroksydacji lipidów w komórkach wątroby szczurów, zapoczątkowany przez dodanie NADPH (400 µg/ml) do mieszaniny reakcyjnej. Wykazano, że kompleks antocyjanów zawarty w ekstrakcie miał zdolność usuwania wolnych rodników oraz hamowania procesu peroksydacji lipidów. Stopień hamowania zależał od stężenia ekstraktu; efekt hamujący obserwowano przy stężeniach 50, 75 i 100 µg/ml i był podobny do wyników uzyskanych przy zastosowaniu dysmutazy ponadtlenkowej, jako kontroli (10).

Należy również dodać, że w piśmiennictwie naukowym opisano badania z udziałem zwierząt laboratoryjnych (11) oraz zdrowych wolontariuszy, które nie potwierdziły wpływu diety bogatej w owoce jagodowe na hamowanie procesów utleniania tłuszczów (12). Pozytywny wpływ diety bogatej w antocyjany jagodowe na stan zdrowia obserwowano tylko u osób z podwyższonym ryzykiem występowania chorób sercowo-naczyniowych i u diabetyków (13). W wielu badaniach klinicznych, opisujących wpływ diety bogatej w owoce jagodowe (acai, winorośli, porzeczki, żurawiny, truskawki, maliny oraz borówki) na zdrowie, stwierdzono wysoką aktywność przeciwutleniającą, zmniejszenie peroksydacji lipidów, zwiększenie frakcji lipoproteiny HDL. Dieta taka wpływała na poprawę parametrów

czynników ryzyka dla takich chorób. Zatem suplementacja owoców jagodowych może stanowić efektywną strategię stosowaną w zapobieganiu stresowi oksydacyjnemu, związanemu z występowaniem chorób sercowo-naczyniowych (CVD). Dieta taka powodowała wzrost aktywności antyoksydacyjnej osocza oraz zmniejszała peroksydację lipidów u palaczy z wysokim ryzykiem wystąpienia CVD (14).

Od dawna wiadomo, że tworzące się reaktywne formy tlenu uszkadzają lipidy, aminokwasy, białka, kwasy tłuszczowe i nukleinowe, czego wynikiem jest powstawanie zmian w strukturze kwasów nukleinowych oraz błon komórkowych. Proces ten prowadzi do utraty ich prawidłowych funkcji, może przyczyniać się też do rozwoju wielu chorób, w tym nowotworowych. Zatem obecność w owocach borówki czernicy wielu przeciwutleniaczy powoduje, że ich spożywanie w codziennej diecie można uznać za profilaktykę przeciwnowotworową (8). Antocyjany przyczyniają się do dezaktywacji reaktywnych form tlenu, wpływają na ekspresję enzymów II fazy metabolizmu ksenobiotyków, zapobiegają też utlenianiu lipidów, hamują mutagenezę oraz proliferację komórek (15-17). Związki te działają także proapoptotycznie (15), wykazują aktywność przeciwzapalną (18), hamują proces angiogenezy (19) oraz indukują różnicowanie i hamują proliferację komórek nowotworowych (20).

Dodatkowo, wyciągi z owoców *Vaccinium myrtillus* znajdują zastosowanie w leczeniu stanów zapalnych jamy ustnej oraz przyspieszają gojenie śluzówki przewodu pokarmowego. Antocyjany i garbniki zawarte w owocach borówki czernicy wykazują także aktywność bakteriobójczą i działają przeciwzapalnie (21). Opiszano także działanie immunostymulujące przetworów uzyskanych z borówki czernicy (22). Przetwory z owoców borówki czernicy ze względu na zawartość tanin, działają u dzieci i osób starszych lekko zapierająco. Wykazują też aktywność przeciwbakteryjną (23).

Winorośl właściwa

Owoce rośliny *Vitis vinifera* L., zwane winogronami, to jedne z najpopularniejszych produktów pochodzenia roślinnego, powszechnie spożywane w wielu krajach. Są one znane nie tylko z uwagi na atrakcyjne walory smakowe, ale także ze względu na ich aktywność antyoksydacyjną. Winorośl właściwa to bardzo dobrze znana i uprawiana w wielu krajach roślina wywodząca się z rodziny winoroślowatych (*Viniferae*). Charakteryzują ją długie pnącza, duże liście ułożone skrętolegle, żółtozielone kwiaty zebrane w grona. Owocem są różnokolorowe jagody, zwane powszechnie winogronami. Roślina pochodzi z Kaukazu i Iranu, uprawiana jest jednak także w wielu krajach euro-

pejskich, w Australii oraz Ameryce Środkowej i Południowej. W lecznictwie ludowym od dawna znano suszone jagody winorośli (rodzynki – *Fructus Uvae*); spożywa się je też na surowo oraz produkuje z nich sok i wino. Bardzo popularny jako środek spożywczy jest olej winogronowy, wykorzystywany głównie do smażenia oraz przygotowywania sałatek. Z odpadów powstałych w trakcie produkcji wina otrzymuje się alkohol etylowy, kwas winowy i kamień winny (winian sodowo-potasowy).

Nasiona winorośli są uważane za znaczące źródło składników polifenolowych, zwłaszcza katechin, epikatechin, kwasu galusowego, flawonoidów oraz proantocyjanidyn (24). Inne związki obecne w nasionach to resweratrol, winiferyna, kwasy (winowy, jabłkowy, bursztynowy, linolenowy, cytrynowy, szczawiowy, p-kumarowy, kawowy, ferulobursztynowy) oraz liczne związki mineralne (25). Olej winogronowy tłoczony z pestek winogron bogaty jest w tokochromanole oraz kwasy (linolowy, pentadekanowy, palmitynowy, olejowy, linolenowy, stearynowy). Ekstrakt z owoców winorośli to zwłaszcza bogate źródło flawonoidów, polifenoli oraz kwasu linolenowego (6). Około 75% związków fenolowych występujących w owocach winorośli właściwej zawartych jest w nasionach oraz skórcie owocu.

Ze względu na obecność w owocach winorośli licznych związków o właściwościach przeciwutleniających ich spożywanie może wpływać korzystnie na potencjał przeciwutleniający organizmu. Stwierdzono, że proantocyjanidyny z winorośli silnie wygaszają wolne rodniki i zmniejszają stres oksydacyjny w sposób zależny od stężenia (26). W wielu doniesieniach z piśmiennictwa naukowego potwierdza się zdolność usuwania wolnych rodników przez substancje biologicznie czynne zawarte w owocach winorośli. Ponadto owoce tej rośliny, jako składnik codziennej diety, zapobiegają peroksydacji lipidów z jednoczesnym hamowaniem powstawania reaktywnych form tlenu (6). Delgado Adamez i wsp. (24) badali antyoksydacyjną aktywność wodnych ekstraktów przygotowanych z rozdrobnionych nasion winorośli przed oraz po wyprodukowaniu z nich wina. Stwierdzono, że działanie antyoksydacyjne ekstraktów z nasion zależało od zawartości całkowitej liczby polifenoli i okazało się największe dla ekstraktów z nasion przed wyprodukowaniem wina. Podobne badania przeprowadził dużo wcześniej Baydar i wsp. (27). Wykazano silną aktywność przeciwutleniającą ekstraktów, która wzrastała wraz ze wzrostem ich stężenia. Właściwości przeciwutleniające owoców *Vitis vinifera* były także badane przez Bunea i wsp. (25). W badaniach wykazano, że odmiany winorośli o ciemnych owocach (granatowe, fioletowe) mają

w ekstrakcie ze skórki więcej związków polifenolowych i wykazują wyższą aktywność antyoksydacyjną, niż odmiany winorośli o owocach barwy żółtozielonej lub jasnożółtej (25).

Proantocyjanidyny z owoców winorośli hamują także utlenianie frakcji cholesterolu LDL, pośrednio wpływając przez to na zmniejszenie zmian miażdżycowych (28, 29). Inne badania wykazały, że proantocyjanidyny w osoczu krwi obniżają poziom triglicerydów, cholesterolu frakcji LDL oraz apolipoprotein B. Równocześnie mają niewielki wpływ na zwiększanie się poziomu cholesterolu o wysokiej gęstości HDL (30).

Proantocyjanidyny, oprócz działania przeciwutleniającego, wykazują także aktywność hamującą oksydazę ksantynową, kolagenazę, elastazę i hialuronidazę glukozydową (31).

Granatowiec właściwy

Granatowiec właściwy, inaczej drzewo granatowe (*Punica granatum* L.) pochodzi z Persji. Rozpowszechniony został w basenie Morza Śródziemnego przez Fenicjan. Jest drzewem lub ciernistym krzewem uprawianym w klimacie tropikalnym oraz subtropikalnym i należy do rodziny granatowcowatych (*Punicaceae*). Jest jedną z najstarszych roślin uprawnych Bliskiego Wschodu, stosowaną już w starożytności w celach spożywczych i leczniczych. Owoc stanowi jagoda w kształcie jabłka, która pokryta jest twardą skórką i skórzastą łupiną. W wewnętrznych komorach owocu znajdują się liczne nasiona, które otoczone są soczystym miąższem.

Jadalną częścią owocu są galaretowate, soczyste osnówki nasion, w zależności od odmiany barwy czerwonej, różowej lub żółtej. Owoce granatowca, nazywane powszechnie granatami, są jądane na surowo, służą również do otrzymywania soków i win, lemoniad, sorbetów oraz syropu nazywanego grenadiną (32). Granat znakomicie gasi pragnienie. Skórka owoców i kora drzewa wykorzystywane były jako naturalne barwniki do tkanin; wyrabia się z nich także czarny atrament, a owoce w niektórych krajach wykorzystuje się do produkcji kwasu cytrynowego.

Surowcem jest kora granatu (*Granati cortex*) oraz owocnia granatu (*Granati pericarpium*). Kora zawiera alkaloidy, garbniki, fenolokwasy i terpeny. W owocach występują garbniki, flawonoidy, antocyjany, duża ilość fenolokwasów (głównie kwasu elagowego i galusowego) oraz taniny (32). Miąższ owoców zawiera także węglowodany, inulinę, białko, kwasy organiczne (głównie cytrynowy, askorbinowy i jabłkowy), jest bogaty w witaminy (A, E, C) oraz biopierwiastki (magnez, potas, cynk, żelazo, fosfor) (33-35). Liście,

kora i drewno zawierają dużo garbników. Wszystkie części rośliny zawierają punikalaginy i inne elagitanniny (36).

Właściwości terapeutyczne granatowca znane były w starożytnej Grecji i Rzymie, w medycynie arabskiej, chińskiej oraz indyjskiej (36). Głównie stosowano je do eliminowania chorób związanych z układem pokarmowym, także jako środek przeciw pasożytniczy (przeciwko tasiemcom) (33).

Wyciągi z owoców granatowca wykazują potwierdzone licznymi badaniami działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne i bakteriobójcze (33, 34, 37). Znakomite działanie przeciwutleniające przypisuje się zwłaszcza ekstraktowi ze skórki owocu (35). Za aktywność antyoksydacyjną odpowiedzialny jest głównie kwas elagowy (34). W badaniu *in vitro* oceniano właściwości antyoksydacyjne ekstraktu wodnego i alkoholowego z owoców granatowca. W obu ekstraktach stwierdzono obecność tanin, związków fenolowych oraz flawonoidów. Badanie dowiodło, że oba ekstrakty są bogatym źródłem naturalnych antyoksydantów, które wykazują zdolność zmiatania wolnych rodników (37).

Podobne badania prowadził Middha i wsp. (38). W pracy dokonano pomiarów całkowitej zdolności antyoksydacyjnej metanolowych i wodnych ekstraktów uzyskanych ze skórki owocu granatowca z wykorzystaniem metody redukcji rodnika DPPH. Aktywność antyoksydacyjna ekstraktów zwiększała się wraz ze wzrostem ich stężenia; w doświadczeniach stosowano następujące stężenia ekstraktów: 10, 20, 40, 60, 80 i 100 $\mu\text{g/ml}$. Wartości odniesienia stanowiły pomiary dla kwasu askorbinowego. Wygaszanie rodnika DPPH dla obu ekstraktów było na podobnym poziomie jak wyniki uzyskane dla wzorca. Całkowita zawartość polifenoli wynosiła $185 \pm 2,45$ mg/g oraz $298 \pm 4,86$ mg/g suchej masy, odpowiednio dla wodnego i metanolowego ekstraktu z surowca. W badaniach potwierdzono także korelację pomiędzy całkowitą zawartością polifenoli a poziomem aktywności antyoksydacyjnej (38).

Aktywność przeciwutleniającą etanolowego ekstraktu z nasion granatowca wykazali też inni autorzy. Badany ekstrakt zapobiegał peroksydacji lipidów. Wyniki tej aktywności były trzykrotnie silniejsze niż wyniki uzyskane dla kontroli (39). Właściwości antyoksydacyjne metanolowych ekstraktów z wielu roślin stosowanych powszechnie w medycynie ajurwedyjskiej, w tym ekstraktu z owoców granatowca właściwego (IC_{50} w teście DPPH na poziomie $54,5 \pm 7,2$ $\mu\text{g/ml}$), potwierdzono także w doświadczeniach przeprowadzonych przez Mathew'a i Subramaniana (40). Hamowanie zaburzeń spowodowanych przez wolne rodniki, dzięki spożywaniu antyoksydantów, w tym

owoców granatowca, wydaje się być obiecującą strategią terapeutyczną, pomocną w zmniejszaniu ryzyka wystąpienia wielu chorób (37).

W innym doświadczeniu analizowano ochronny wpływ soku z owoców granatowca (podawano go w wodzie pitnej, na 2 tygodnie przed oraz w trakcie ekspozycji) na stres oksydacyjny u szczurów wywołany czterochlorkiem węgla (2 ml/kg masy ciała). U szczurów, którym podawano sok, obserwowano wzrost aktywności endogennych enzymów antyoksydacyjnych (katalazy, dysmutazy nadtlenkowej, peroksydazy glutationowej i in.), w porównaniu do grupy kontrolnej. Wyniki badań potwierdziły fakt, że sok z owoców granatowca aktywnie wspiera antyoksydacyjny mechanizm obronny przeciwko toksycznemu działaniu czterochlorku węgla (41).

Badania aktywności antyoksydacyjnej wyciągów z owoców granatowca właściwego prowadzono także z użyciem hodowli komórkowych. Danesi i wsp. (32) przedstawili wyniki swoich doświadczeń z wykorzystaniem linii komórkowej HepG2, której komórki poddano stresowi oksydacyjnemu (300 μM t-BOOH). Badano poziom ekspresji genów (metodą RQ-PCR) oraz mierzono aktywność enzymów antyoksydacyjnych: katalazy, peroksydazy glutationowej i dysmutazy ponadtlenkowej w komórkach kontrolnych, a także w komórkach poddanych działaniu czynnika oksydacyjnego. Potwierdzono działanie ochronne metanolowego ekstraktu z granatowca na komórki linii HepG2 w warunkach stresu oksydacyjnego (32).

Ze względu na brak badań dotyczących bezpieczeństwa stosowania ekstraktów z owoców granatowca w czasie ciąży i karmienia piersią podawanie ich w tym okresie nie jest zalecane. Nie zanotowano żadnych działań niepożądanych po spożyciu przetworów z granatowca. Nie znaleziono doniesień na temat działań ubocznych na skutek stosowania owoców granatowca u zwierząt w ilościach powszechnie stosowanych w medycynie tradycyjnej (42). W badaniu przeprowadzonym u 86 zdrowych ochotników, którym podawano tabletki z ekstraktem z *Punica granatum* w ilości do 1,42 mg/dzień przez 28 dni, nie obserwowano żadnych działań ubocznych, ani zmian w badaniach laboratoryjnych moczu i krwi (43). Prowadzono także badania toksyczności oraz bezpieczeństwa stosowania oleju z nasion owoców granatowca. W badaniach *in vitro* wykorzystano test Ames, w doświadczeniach *in vivo* na szczurach Wistar oceniano toksyczność surowca. Nie obserwowano aktywności mutagennej oleju, ani ostrej toksyczności (44). W przypadku nadmiernego stosowania przetworów z granatowca (sok, suplementy diety zawierające ekstrakt z owocu) mogą wystąpić interakcje z produktami leczniczymi, na przykład

lekami obniżającymi ciśnienie krwi. Ponadto przetwory z granatowca mogą hamować aktywność enzymów wątrobowych odpowiedzialnych za metabolizm niektórych leków (35).

Podsumowanie

Zadaniem antyoksydantów jest ochrona organizmu przed szkodliwym działaniem wolnych rodników. W wyniku stresu oksydacyjnego następuje zaburzenie równowagi między procesami pro- i antyoksydacyjnymi, prowadzące do wzrostu stężenia reaktywnych form tlenu. Niewydolny staje się wówczas mechanizm obronny organizmu, czego konsekwencją jest zmniejszenie ilości tzw. zmiataczy wolnych rodników oraz ogólny spadek aktywności antyoksydacyjnej. Długotrwały stres oksydacyjny prowadzi do uszkodzenia komórek. Są to zmiany w ich strukturze, głównie uszkodzenia na poziomie DNA i RNA, a co za tym idzie – zmiana konformacji oraz funkcji białek (45). W konsekwencji powstają różne mutacje punktowe oraz aberracje chromosomowe, które mogą doprowadzić komórkę nawet do procesu nowotworowego.

Cennym źródłem naturalnych antyoksydantów, którym przypisuje się korzystny wpływ na zdrowie człowieka, są surowce roślinne. Żywność, w skład której wchodzi produkty pochodzenia roślinnego, odgrywa zatem istotną rolę prozdrowotną. Owoce jagodowe oraz różnorodne produkty wytworzone z ich udziałem są szczególnie bogate w związki o aktywności przeciwutleniającej. Wiedza na temat korzystnego wpływu prawidłowo zbilansowanej diety (zawierającej także produkty pochodzenia roślinnego) na zdrowie człowieka, coraz szerzej upowszechniana w różnych środkach masowego przekazu, spowodowała wzrost zainteresowania potencjalnych konsumentów produktami wzbogaconymi w produkty o charakterze przeciwutleniającym. Są nimi na przykład przetwory z owoców (między innymi winorośli, granatowca, borówki), wina, herbaty, różne warzywa (zwłaszcza pomidory zawierające likopen), rośliny strączkowe, czy bardzo popularne na wielu stołach świata przyprawy. Od dawna wiadomo, że spożywanie owoców i warzyw zmniejsza ryzyko wystąpienia wielu chorób, na przykład dolegliwości sercowo-naczyniowych (14). Naturalne przeciwutleniacze coraz częściej znajdują zastosowanie w technologii żywności. W wielu krajach od wielu lat produkuje się żywność wzbogaconą w substancje pochodzenia naturalnego o właściwościach przeciwutleniających.

Piśmiennictwo

1. Brookes PS. Mitochondrial H(+) leak and ROS generation: an odd couple. *Free Radic Biol Med* 2005; 38:12-23. 2. Das KC, White CW. Redox system of the cell: possible links and implications. *Proc Nat Acad Sci* 2002; 99:9617-8. 3. Shukla V, Mishra SK,

Pant HC. Oxidative stress in neurodegeneration. *Adv Pharmacol Sci* 2011; 2011:ID 572634. 4. Rahman I, Biswas SK, Kirkham PA. Regulation of information and redox signaling by dietary polyphenols. *Biochem Pharmacol* 2006; 72(11):1439-52. 5. Zych I, Krzepińko A. Pomiar całkowitej zdolności antyoksydacyjnej wybranych antyoksydantów i naparów metodą redukcji rodnika DPPH. *Chem Dydakt Ekol Metrol* 2010; 15(1):51-4. 6. Rathi P, Rajput CS. Antioxidant potential of grapes (*Vitis vinifera*): a review. *JDDT* 2014; 4(2):102-4. 7. Monograph. *Vaccinium myrtillus* (bilberry). *Alt Med Rev* 2001; 6(5):500-4. 8. Seeram NP. Berry fruits: compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease. *J Agric Food Chem* 2008; 56(3):627-9. 9. Dai J, Gupte A, Gates L i wsp. A comprehensive study of anthocyanin-containing extracts from selected blackberry cultivars: extraction methods, stability, anticancer properties and mechanisms. *Food Chem Toxicol* 2009; 47:837-47. 10. Martin-Aragon S, Basabe B, Benedi JM i wsp. Antioxidant action of *Vaccinium myrtillus* L. *Phytother Res* 1998; 12:104-6. 11. Lee KF, Chung WY, Benzie IF. Urine 8-oxi-7,8-dihydro-2'-deoxyguanosine(8-oxodG), a specific marker of oxidative stress, using direct, isocratic LC-MS/MS: Method evaluation and application in study of biological variation in healthy adults. *Clin Chem Acta* 2010; 411:416-22. 12. Freese R, Vaarala O, Turpeinen AM i wsp. No difference in platelet activation or inflammation markers after diets rich or poor in vegetables, berries and apples in healthy subjects. *Eur J Nutr* 2004; 43:175-82. 13. Karlsen A, Paur I, Bohn SK i wsp. Bilberry juice modulates plasma concentration of NF-kappaB related inflammatory markers in subjects at increased risk of CVD. *Eur J Nutr* 2010; 49(6):435-355. 14. Basu A, Rhone M, Lyons TJ. Berries: emerging impact on cardiovascular health. *Nutr Rev* 2010; 68(3):168-77. 15. Seeram NP, Adams LS, Zhang Y i wsp. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells *in vitro*. *J Agric Food Chem* 2006; 54:9329-39. 16. Srivastava A, Akoh CC, Fischer J i wsp. Effect of anthocyanin fractions from selected cultivars of Georgia-grown blueberries on apoptosis and phase II enzyme. *J Agric Food Chem* 2007; 55(8):3180-5. 17. Bao L, Yao XS, Yau CC i wsp. Protective effects of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) extract on restraint stress-induced liver damage in mice. *J Agric Food Chem* 2008; 56(17):7803-7. 18. Oshima M, Dinchuk JE, Kargman SL i wsp. Suppression of intestinal polyposis in Apc 716 knockout mice by inhibition of cyclooxygenase 2 (COX-2). *Cell* 1996; 87:803-9. 19. Baghi D, Sen CK, Baghi M i wsp. Anti-angiogenic, antioxidant, and anti-carcinogenic properties of a novel anthocyanin-rich berry extract formula. *Biochem (Mosc)* 2004; 69:75-80. 20. Rodrigo KA, Rawal Y, Renner RJ i wsp. Suppression of the tumorigenic phenotype in human oral squamous cell carcinoma Wells by an ethanol extract derived from freeze-dried black raspberries. *Nutr Cancer* 2006; 54:58-68. 21. Biesalski HK. Polyphenols and inflammation: Basic interactions. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2007; 10(6):724-8. 22. Heinonen M. Antioxidant activity and antimicrobial effect of berry phenolics – a Finnish perspective. *Mol Nutr Food Res* 2007; 51(6):684-91. 23. Drozd J, Anuszevska E. Czarna jagoda – perspektywy nowych zastosowań w profilaktyce i wspomaganiu leczenia chorób cywilizacyjnych. *Przeg Med Uniw Rzesz Inst Leków* 2013; 2:226-35. 24. Delgado Adamez J, Gamero Samino E, Valdes Sanchez E i wsp. *In vitro* estimation of the antibacterial activity and antioxidant capacity of aqueous extracts from grape-seeds (*Vitis vinifera* L.). *Food Control* 2012; 24:136-41. 25. Bunea CI, Pop N, Babes AC i wsp. Carotenoids, total polyphenols and antioxidant activity of grapes (*Vitis vinifera*) cultivated in organic and conventional systems. *Chem Central J* 2012; 6(66):1-9. 26. Ye X; Krohn RL; Liu W i wsp. The cytotoxic effects of a novel IH636 grape seed proanthocyanidin

- extract on cultured cancer cells. *Mol Cell Biochem* 1999; 196(1-2): 99-108. **27.** Baydar NG, Gulcan O, Samim Y. Evaluation of the antiradical and antioxidants potential of grape extracts. *Food Control* 2007; 18(9):1131-6. **28.** Nutall SL, Kendall MJ, Bombardelli i wsp. An evaluation of the antioxidant activity of a standardized grape seed extract Leucoselect (R). *J Clin Pharm Ther* 1998; 23(5):385-9. **29.** Yamakoshi J, Kataoka S, Koga T i wsp. Proanthocyanidin – rich extract from grape seeds attenuates the development of aortic atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Atheroscler* 1999; 142(1):139-49. **30.** Del Bas JM, Fernandez-Larrea J, Blay M i wsp. Grape seed procyanidins improve atherosclerotic risk index and induce liver CYP7A1 and SHP expression in healthy rats. *FASEB J*. 2005; 19(1). **31.** Maffei Facino R, Carini M, Aldini G i wsp. Free radicals scavenging action and anti-enzyme activities of procyanidines from *Vitis vinifera*. A mechanism for their capillary protective action. *Arzneim Forsch* 1994; 44(5):592-601. **32.** Danesi F, Kroon PA, Saha S i wsp. Mixed pro- and anti-oxidative effects of pomegranate polyphenols in cultured cells. *Int J Mol Sci* 2014; 15:19458-71. **33.** Bhowmik D, Gopinath H, Kumar BP i wsp. Medicinal uses of *Punica granatum* and its health benefits. *J Pharm Phytochem* 2013; 1(5):28-35. **34.** Jurenka J. Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum* L.): a review. *Alt Med Rev* 2008; 13(2):128-44. **35.** Shah M, Shah S, Patel M. Review on: The aspects of *Punica granatum*. *JPSBR* 2011; 1(3):154-9. **36.** Arun N, Singh DP. *Punica granatum*: a review on pharmacological and therapeutic properties. *IJPSR* 2012; 3(5):1240-5. **37.** Rajan S, Mahalakshmi SM, Deepa VM i wsp. Antioxidant potentials of *Punica granatum* fruit rind extract. *Int J Pharm Pharm Sci* 2011; 3(3):82-8. **38.** Middha SK, Usha T, Pande V. HPLC evaluation of phenolic profile, nutritive content and antioxidant capacity of extracts obtained from *Punica granatum* fruit peel. *Adv Pharm Sci* 2013; Article ID 296236:1-6. **39.** Lucci P, Pacetti D, Loizzo MR i wsp. *Punica granatum* cv. Dente di Cavallo seed ethanolic extract: antioxidant and antiproliferative activities. *Food Chem* 2015; 167:475-83. **40.** Mathew M, Subramanian S. *In vitro* screening for anticholinesterase and antioxidant activity of methanolic extracts of Ayurvedic medicinal plants used for cognitive disorders. *PLOS ONE/www.plosone.org* 2014; 9(1):1-7. **41.** Al-Olayan EM, El-Khadragy MF, Metwally DM i wsp. Protective effects of pomegranate (*Punica granatum*) juice on testes against carbon tetrachloride intoxication in rats. *BMC Compl Altern Med* 2014; 14(1):164. **42.** Vidal A, Fallarero A, Peña BR i wsp. Studies on the toxicity of *Punica granatum* L. (*Punicaceae*) whole fruit extracts. *J Ethnopharmacol* 2003; 89(2-3):295-300. **43.** Heber D, Seeram NP, Wyatt H i wsp. Safety and antioxidant activity of a pomegranate ellagitannin-enriched polyphenol dietary supplement in overweight individuals with increased waist size. *J Agric Food Chem* 2007; 55(24):10050-4. **44.** Meerts IA, Verspeck-Rip CM, Buskens CA i wsp. Toxicological evaluation of pomegranate seed oil. *Food Chem Toxicol* 2009; 47(6):1085-92. **45.** Cooke MS, Evans MD, Dizgaroglu M i wsp. Oxidative damage, mechanisms, mutation, and disease. *FASEB J*. 2003; 17:1195-214.

otrzymano/received: 01.12.2014
zaakceptowano/accepted: 15.01.2015

Adres/address:
*dr Justyna Baraniak
Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich
Zakład Farmakologii i Fitochemii
ul. Libelta 27, 61-707 Poznań
tel. +48 (61) 665-95-50
e-mail: justyna.baraniak@iwnirz.pl