

© Borgis

Znaczenie związków polifenolowych z owoców i warzyw w dietoterapii miażdżycy

***Edyta Gheribi**

Wyższa Szkoła Zawodowa Łódzkiej Korporacji Oświatowej, Łódź

Rektor: dr inż. Janusz Baranowski, prof. nadzw.

THE ROLE OF FRUITS AND VEGETABLES POLYPHENOLS IN THE DIETOTHERAPY OF ATHEROSCLEROSIS

Summary

Vegetables and fruits supply many important components, which are necessary for the human organism to perform its basic functions. One of those components are vitamins and mineral components and polyphenols. Polyphenols are classified as phytochemical substances, as they are found mainly in plants. Rich sources of polyphenols include vegetables and fruits. Recently an essential role in the prevention of many diseases has been attributed to polyphenols. The effect of the advantageous action of polyphenols consists in the removal from blood of already formed reactive oxygen species and prevention of their formation. This is possible thanks to the inhibition of enzymes connected with generation of free radicals: lipooxygenase, cyclooxygenase and xanthin oxidase by polyphenols. By reducing the quantity of free oxygen radicals, polyphenols protect against oxidation different fractions of cholesterol, particularly LDL, they activate the synthesis of prostacyclins and exhibit anti-aggregation action. Also the chelating action of many polyphenols prevents oxidation of plasma lipoproteins. The antioxidant action of polyphenols in the organism consists also in the inhibition of oxidation of endogenous antioxidants (vitamin E, ascorbic acid, glutathione and other compounds) in oxidation processes. Flavonoids, such as quercetin, rutin play the role of antioxidants in relation to vitamin C.

Key words: polyphenols, dietotherapy, atherosclerosis

WSTĘP

Miażdżycą jest przewlekłą chorobą tętnic, która charakteryzuje się ogniskowym gromadzeniem w ścianach naczyń między innymi cholesterolu i powoduje uszkodzenie śródbłonna tętnic. Występowanie miażdżycy powiązane jest ze stresem oksydacyjnym, odkładaniem się cholesterolu, zwiększonym wykrzepianiem i procesem fibro-proliferyjnym. Jest wiele czynników odpowiedzialnych za proces chorobowy, z których najważniejsze to: złe żywienie oraz mała aktywność fizyczna. Zmiany w naczyniach polegają na zwężeniu się światła tętnic, które powodują zahamowanie przepływu krwi. Złogi cholesterolu, które gromadzą się w ścianie tętnic, aktywują krzepnięcie krwi, a to może doprowadzić do tworzenia się przyściennych skrzepów, które zamykają światło naczyń i całkowicie przerywają przepływ krwi. Profilaktyka miażdżycy i dietoterapia polega na zwalczaniu czynników ryzyka. W prewencji miażdżycy największe znaczenie przypisuje się prawidłowemu stylowi życia, w tym sposobowi odżywiania i aktywności fizycznej. Jednym ze wskazań prewencyjnych i leczniczych w miażdżycy jest zwiększenie spożycia warzyw i owoców. Badania epidemiologiczne prowadzone w wielu krajach na przestrzeni ostatnich lat dowodzą, że ryzyko chorób cywilizacyjnych jest mniejsze u osób spożywających regularnie świeże warzywa i owoce.

Warzywa i owoce są bardzo ważnymi składnikami codziennego żywienia. Należą one do grup produktów spożywczych, które charakteryzują się niską energetycznością (kalorycznością), bogactwem węglowodanów, w tym włókna pokarmowego zarówno rozpuszczalnego, jak i nierozpuszczalnego, oraz składników mineralnych i witamin, regulujących prawidłowe procesy przemiany materii zachodzące w organizmie człowieka, ale również chroniących przed stresem oksydacyjnym. Owoce i warzywa są również źródłem cennych dla zdrowia związków roślinnych bioaktywnych, jakimi są związki polifenolowe. Nie są one syntetyzowane przez organizm człowieka i muszą być dostarczane z pożywieniem, podobnie jak witaminy. Z tego względu często określa się je mianem fitamin. W naukach farmaceutycznych fitaminy są klasyfikowane jako fenolowe antyoksydanty. Według definicji są one substancjami roślinnymi wspomagającymi funkcje fizjologiczne organizmu (1). Wyizolowano ponad 8000 związków polifenolowych z różnych naturalnych produktów, są to między innymi flawonoidy i kwasy fenolowe. Każda grupa jest następnie dzielona na podgrupy w zależności od struktury chemicznej podstawowego szkieletu węglowego. W cząsteczkach związków polifenolowych, które są aktywne, występują dwie lub więcej fenolowych grup hydroksylowych. Taki układ nadaje

cząsteczce właściwości antyoksydacyjne i pozwala cząsteczce między innymi neutralizować wolny rodnik. Związki polifenolowe można podzielić pod względem struktury podstawowego szkieletu węglowego (2), na:

- a) kwasy fenolowe (pochodne kwasu benzoowego i cynamonowego),
- b) taniny,
- c) flawonoidy, które można podzielić na podklasy:
 - flawony (apigenina, hesperydyna, luteolina),
 - flawanony (naringenina, hesperydyna, taksifolina),
 - flawonole (kwercetyna, kemferol, miry cetyna, rutyna),
 - flawanole (katechina, epikatechina, epigalokatechina),
 - izoflawony (daidzeina, genisteina, glicyteina),
 - antocyjany (cyjanidyna, malwidyna, delfinidyna).

Związki te stanowią ważną grupę antyoksydantów występujących w żywności pochodzenia roślinnego. Zawartość ich w produktach spożywczych jest bardzo różna i zależy od szeregu czynników, takich jak sposób uprawy, obróbka technologiczna i czas przechowywania.

ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW POLIFENOLOWYCH W OWOCACH I WARZYWACH

Owoce i warzywa są bogatym źródłem związków polifenolowych, zarówno kwasów fenolowych, jak i flawonoidów. Szczególnie bogate w te związki są owoce jagodowe, takie jak: aronia, truskawki, poziomki, maliny, jagody, borówki, jeżyny itp. (3-5). Znaczącym źródłem polifenoli są owoce aronii, które zawierają ich ogólnie około 4210 mg w 100 g suchego ekstraktu z owoców, natomiast świeże owoce zawierają około 2080 mg/100 g (6). Zawartość polifenoli w wybranych owocach przedstawiono w tabeli 1.

Warzywa zawierają nieco mniejsze ilości polifenoli niż owoce. Są to głównie kwercetyna, kemferol i luteolina. Szczególnie wysoką zawartość posiadają: nać pietruszki (ok. 13 600 mg/100 g), kapary (ok. 310 mg/100 g) i pietruszka korzeń (ok. 310 mg/100 g) (7). Wyniki badań wskazują, że sposób uprawy zarówno warzyw, jak i owoców może mieć wpływ na zawartość polifenoli. Badania laboratoryjne wskazują, że cebula z uprawy ekologicznej zawierała istotnie więcej flawonoidów niż z uprawy konwencjonalnej (8). Podobnie w innym badaniu laboratoryjnym uzyskano wyniki, że papryka czerwona z upraw ekologicznych posiadała wyższe zawartości flawonoidów niż z upraw ekologicznych (9). Średnią zawartość polifenoli w wybranych warzywach przedstawiono w tabeli 2.

ZNACZENIE ZWIĄZKÓW POLIFENOLOWYCH OWOCÓW I WARZYW W DIETOTERAPII MIAŻDŻYCY

Warzywa i owoce ze względu na zawartość witamin, składników mineralnych oraz polifenoli mają istotne znaczenie w dietoterapii miażdżycy (10-13). Badania epidemiologiczne wskazują na redukcję ryzyka miażdżycy i chorób układu krążenia przy wysokim spożyciu polifenoli w diecie (14, 15). Polifenole działają głównie antyoksy-

Tabela 1. Zawartość flawonoidów i kwasów fenolowych w wybranych owocach (*6, 7).

Produkt	Podgrupa	Flawonoid	Średnia zawartość w mg/100 g produktu
Aronia mitschurini Viking*	Antocyjanidyny	Cyjanidyny	1041
	Flawonole		79
	Kwasy fenolowe	Kwasy hydroksycynamonowe	422
Bez czarny – jagody	Antocyjanidyny	Cyjanidyna	749,24
	Flawonole	Kwercetyna	42
Borówka czarna	Antocyjanidyny	Cyjanidyna	15,02
	Flawonole	Malwidyna	49,21
	Flawonole	Epikatechina Kwercetyna	1,11 3,11
Grejpfrut świeży	Flawonole	Kempferol	0,40
	Flawonony	Kwercetyna	0,50
		Hesperydyna Neryngenina	1,50 53,00
Jabłko świeże ze skórką	Flawanole	Epikatechina	8,14
	Flawonole	Katechina Kwercetyna	0,95 4,42
Jabłkowy sok	Flawanole	Epikatechina	0,62
	Flawonole	Katechina Kwercetyna	0,12 0,34
Jeżyna	Flawanole	Epikatechina	18,08
	Flawonole	Katechina Kwercetyna	0,66 1,03
Morela świeża	Flawanole	Epikatechina	6,06
	Flawonole	Katechina Kwercetyna	4,95 2,55
Pomarańcza świeża	Flawanony	Hesperydyna	32,73
		Naryngenina	11,15
Porzeczka czarna świeża	Flawonole	Miry cetyna	7,81
		Kwercetyna	5,69
Truskawki	Flawanole	Katechina	4,47
	Flawonole	Kempferol	0,79
		Kwercetyna	0,65
Winogrona ciemne	Flawanole	Katechina	8,94
	Flawonole	Epikatechina	8,64
		Kwercetyna	2,54
Wiśnia świeża	Antocyjanidyny	Cyjanidyna	111,43
	Flawanole	Epikatechina	9,53
	Flawonole	Katechina Kwercetyna	2,17 1,25
Żurawina świeża	Flawanole	Epikatechina	4,20
	Flawonole	Kwercetyna	14,02

dacyjnie i przerywają reakcje łańcuchowe tworzenia się wolnych rodników, dzięki czemu zapobiegają tworzeniu się reaktywnych form tlenu przez hamowanie enzymów, które je generują, oraz usuwają już powstałe reaktywne formy tlenu. Wolne rodniki tlenowe przyczyniają się do rozwoju wielu schorzeń, dlatego polifenole jako antyoksydanty odgrywają istotną rolę w profilaktyce i leczeniu wielu schorzeń, między innymi miażdżycy. Działanie antyoksydacyjne polifenoli polega również na zmiataniu

Tabela 2. Zawartość flawonoidów w wybranych warzywach (7).

Produkt	Podgrupa	Flawonoid	Średnia zawartość w mg/100 g produktu
Brokuły świeże	Flawonole	Kempferol Kwercetyna	6,16 3,21
Brokuły gotowane	Flawonole	Kempferol Kwercetyna	1,38 1,38
Cebula żółta	Flawonole	Kwercetyna	13,27
Cebula czerwona	Flawonole Antocyjanidyny	Kwercetyna Cyjanidyna	19,93 13,14
Fasola zielona świeża	Flawonole	Kwercetyna	2,73
Gryka	Flawonole	Kwercetyna	23,09
Kapary w zalewie	Flawonole	Kempferol Kwercetyna	135,56 180,77
Pietruszka korzeń	Flawony Flawonole	Apigenina Mirycetyna	302,00 8,08
Pietruszka nać	Flawony	Apigenina Luteolina	13506,2 19,75
Pomidor czerwony świeży	Flawonole	Kwercetyna	4,12
Seler korzeń	Flawony Flawonole	Apigenina Luteolina Kwercetyna	4,61 1,31 3,50
Seler naciowy	Flawony	Apigenina Luteolina	19,10 3,50
Szpinak świeży	Flakony Flawonole	Luteolina Kwercetyna	1,11 4,86

aktywnych form tlenu. Polifenole neutralizują zatem ataki wolnych rodników na ścianki naczyń, osłaniają przed utlenieniem cholesterol i lipidy obecne we krwi oraz zmniejszają wewnątrznaczyniowe stany zapalne i hamują agregację płytek krwi.

Działanie ochronne związków polifenolowych na układ krążenia opiera się przede wszystkim na (15-18):

- hamowaniu utleniania lipoprotein LDL,
- działaniu przeciwzapalnym,
- zmniejszaniu poziomu lipidów w osoczu,
- obniżaniu ciśnienia krwi,
- hamowaniu agregacji płytek krwi,
- zmniejszaniu krzepliwości krwi,
- wychwytywaniu i hamowaniu tworzenia się wolnych rodników przez makrofagi.

Effekt przeciwmiażdżycowy polifenoli związany jest również z hamującym wpływem polifenoli na wiele enzymów, między innymi lipooksygenazy, cyklooksygenazy, fosfodiesterazy i oksydazy ksantynowej (19). Dzięki temu zmniejszają agregację płytek i są ważnym elementem

profilaktyki żywieniowej miażdżycy tętnic. Zdolność hamowania tych enzymów jest podobna do aspiryny, ale bardziej skuteczna i bez efektów ubocznych (20). Jednak żeby w pełni korzystać z ochronnego wpływu związków polifenolowych należy utrzymywać stały, wysoki poziom tych związków we krwi, stosując zbilansowaną dietę, szczególnie bogatą w produkty pochodzenia roślinnego (18). Zauważono odwrotną zależność między występowaniem miażdżycy a wysokim spożyciem owoców i warzyw (21).

Badania epidemiologiczne oraz kliniczne wskazują na dominującą rolę wolnych rodników i produktów utleniania cholesterolu i lipidów jako głównych czynników odpowiedzialnych za narastanie blaszki miażdżycowej.

Związki polifenolowe zawarte w warzywach i owocach mogą również zmniejszać wchłanianie zwrotne cholesterolu pokarmowego w jelicie. Przebadano właściwości kwercetyny pod kątem obniżania poziomu cholesterolu i triacylogliceroli we krwi i okazało się, że przy zawartości 0,5% tego związku w diecie takie zjawisko występuje (16). W eksperymencie prowadzonym na myszach, w którym podawano 1% dwuwodny roztwór kwercetyny, rutyny i kwasu ferulowego, odnotowano, że kwercetyna znacznie obniżała poziom cholesterolu, trójglicerydów i fosfolipidów w surowicy krwi, co potwierdza efekt hipolipemiczny kwercetyny (22). Badania wskazują, że podawanie myszom 1 mg/dzień kwercetyny z jabłek lub cebuli pozytywnie wpływało na status antyoksydacyjny w surowicy (23). Kwercetyna również zmniejszała skutki miażdżycy poprzez złagodzenie stanów zapalnych i indukowanie hemowej oksygenazy (15, 24).

W innym badaniu wykazano, że wysokie spożycie truskawek obniżało poziom cholesterolu całkowitego oraz LDL (25).

Przyczyną rozwoju zmian miażdżycowych w miejscu uszkodzenia naczynia jest najczęściej hipercholesterolemia i hipertrójglicydemia, ale przede wszystkim nasiloną peroksydacja lipidów. Część związków polifenolowych, oprócz hamowania oksydacji lipoprotein LDL ma zdolność zwiększania komórkowej odporności tkanek na niekorzystny wpływ już utlenionych LDL (16). Ponadto związki te wykazują duże powinowactwo do struktur białkowych, dzięki czemu, łącząc się z nimi licznymi wiązaniami krzyżowymi, powodują mechaniczne uszczelnianie struktur kolagenowych, co ma istotne znaczenie w profilaktyce miażdżycy (18). Takie właściwości przypisuje się procyanidynom, które występują obficie w owocach jagodowych, zwłaszcza w winogronach i aronii. Procyjanidyny oprócz wzmacniania naczyń krwionośnych czynnie zapobiegają zakrzepom i rozrostowi blaszki miażdżycowej w tętnicach (6, 26). Procyjanidyny z pestek winogron wykazują zdolność blokowania enzymów kolagenozy, elastazy, hialuronidazy i innych degradujących i niszczących kolagen, a ponadto wykazują aktywność przeciwapagacyjną wobec płytek krwi, co zmniejsza krzepliwość krwi i zapobiega zakrzepicy żyłnej, zawałom i udarom. Wyciągi z winogron z wysoką zawartością polifenoli poprawiają przepływ krwi chłonki w mikrokrążeniu poprzez ochronę

ścian naczyń krwionośnych i limfatycznych, zmniejszenie przepuszczalności i zwiększenie napięcia.

Badania kliniczne wykazały, że ekstrakty z aronii obniżają ciśnienie krwi, więc mają istotne znaczenie w profilaktyce i terapii istniejącej miażdżycy i w nadciśnieniu (6, 27).

Stwierdzono, że ekstrakty z owoców jagodowych (takich jak: borówka, wiśnie, truskawki, maliny, jeżyny, winogrona) wpływają pozytywnie na zdrowie poprzez (3, 28):

- hamowanie utleniania LDL cholesterolu i liposomów,
- wiązanie wolnych rodników,
- hamowanie tworzenia się rodników tlenu azotu.

Wiele flawonoidów może działać ochronnie na lipidy w surowicy krwi. Badania wykazują, że łączne podawanie królikom z dietą bogato tłuszczową flawonolu – kwercetyny, istotnie obniża w surowicy krwi stężenie cholesterolu całkowitego i cholesterolu LDL (29).

W badaniach ekstraktów owocowych wykazano, że największe działanie ochronne na liposomy wywierają kwasy hydroksycynamonowe, na przykład kwas kawowy, którego bogatym źródłem jest borówka kanadyjska (6).

Badania na zwierzętach wykazały, że kwercetyna efektywnie redukuje triacyloglicerole w surowicy i cholesterol całkowity oraz redukuje formowanie blaszek miażdżycowych (30).

Soki z owoców jagodowych, np. malinowy, truskawkowy wywoływały efekt przeciwmiażdżycowy w badaniach na zwierzętach (31).

Badania *in vivo* wykazały, że flawonoidy cytrusowe, takie jak naringenina zmniejszają miażdżycę i wykazują potencjalną rolę terapeutyczną w hiperlipidemii, która zwiększa ryzyko miażdżycy (32). W badaniu na chomikach z hiperlipidemią wykazano, że po 1 miesiącu podawania ekstraktu z cytrusów i ekstraktu kwasu askorbinowego znacznie zmniejszyło się stężenie cholesterolu całkowitego, frakcji LDL i VLDL oraz trójglicerydów w osoczu (33).

Badania wskazują, że polifenole występujące w jabłkach zmniejszały miażdżycę u myszy poprzez działanie antyoksydacyjne. Odnotowano redukcję kwasu moczowego i zdolność redukowania jonów żelaza (FRAP) w surowicy po 4 miesiącach suplementacji (34). Inne badania potwierdzają wysoką aktywność antyoksydacyjną kompleksu polifenoli występujących w jabłkach (35, 36).

PODSUMOWANIE

Badania epidemiologiczne, kliniczne i laboratoryjne dowodzą, że zwiększenie spożycia owoców i warzyw zapobiega miażdżycy oraz zmniejsza już istniejące zmiany miażdżycowe. Efekt ten jest związany z występowaniem w owocach i warzywach związków polifenolowych, które charakteryzują się wysokimi właściwościami antyoksydacyjnymi, przeciwzapalnymi oraz biorą udział w obniżaniu ciśnienia krwi, zmniejszaniu poziomu lipidów w osoczu oraz w hamowaniu agregacji płytek krwi i zmniejszaniu krzepliwości krwi. Należy jednak podkreślić, że owoce i warzywa oprócz związków polifenolowych zawierają również witaminy antyoksydacyjne oraz składniki mi-

neralne, jak również włókno pokarmowe. Wszystkie te składniki wpływają pozytywnie w dietoterapii miażdżycy. Zwrócić uwagę również powinno się na spożywanie przede wszystkim owoców i warzyw w postaci surowej, gdyż wtedy zawartość związków polifenolowych jest największa. □

Piśmiennictwo

1. Hasik J: Usprawnienia dietetyczne procesów metabolicznych. Co to są fitaminy? *Postępy Fitoterapii* 2001; 6(2-3): 9-11.
2. Ovaskainen ML, Törrönen R, Koponen JM et al.: Dietary Intake and Major Food Sources of Polyphenols in Finnish Adults. *Journal Nutr* 2008; 138: 562-566.
3. Szajdek A, Borowska J: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2004; 4(41): 5-28.
4. Cieślak E, Sikora E: Występowanie przeciwutleniaczy w owocach jagodowych. [W:] Grajek W (red.): *Przeciwutleniające w żywności: aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne* Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007: 201-209.
5. Olędzka R: Antyoksydacyjna wartość produktów prozdrowotnych w naszym jadłospisie. [W:] Celejowa I (red.): *Roczniki Warszawskiej Szkoły Zdrowia. Stowarzyszenie Warszawska Szkoła Zdrowia* 2007: 105-113.
6. Wawer I: *Aronia polski paradoks*. Wydawnictwo Agropharm, Warszawa 2006.
7. <http://www.usda.gov>.
8. Hallmann E, Rembalkowska E: Zawartość wybranych składników odżywczych w czerwonych odmianach cebuli z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2007; 2(51): 105-111.
9. <http://www.inwarz.skierniewice.pl>.
10. Maron DJ: Flavonoids for reduction of atherosclerotic risk. *Current Atherosclerosis Reports* 2004; 6(1): 73-78.
11. Bazzano LA: The high cost of not consuming fruits and vegetables. *Journal of the American Dietetic Association* 2006; 106(9): 1364-1368.
12. Kuznicki D: Antyoksydanty i środki obniżające poziom cholesterolu zawarte w surowcach roślinnych wykazujące działanie przeciwmiażdżycowe. *Postępy Fitoterapii* 2006; 4: 206-212.
13. Padayatty SJ, Levine M: Fruit and vegetables: think variety, go ahead, eat! *Am J Clin Nutr* 2008; 87: 5-7.
14. Hertog MG, Feskens EJ, Hollman PC et al.: Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet* 1993; 342: 1007-1011.
15. Loke WM, Proudfoot JM, Hodgson JM et al.: Specific Dietary Polyphenols Attenuate Atherosclerosis in Apolipoprotein E-Knockout Mice by Alleviating Inflammation and Endothelial Dysfunction. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* 2010; 30: 749-757.
16. Ziemiański Ś, Wartanowicz M: Rola antyoksydantów żywieniowych w stanie zdrowia i choroby. *Pediatra współczesna. Gastroenterologia, hepatologia i żywienie dziecka* 1999; 1: 97-105.
17. Urquiaga I, Leighton F: Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biological Research* 2000; 33: 125-133.
18. Janeczko Z: Polifenole roślinne w terapii schorzeń układu krążenia. *Panacea* 2004; 3(8): 22-26.
19. Robak J, Gryglewski RJ: Bioactivity of flavonoids. *Pol J Pharmacol* 1996; 48: 555-564.
20. Liu RH: Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am J of Clinical Nutrition* 2003; 78(3): 517S-520S.
21. Joshipura KJ, Hu FB, Manson JE et al.: The effect of fruit and vegetable intake on risk for coronary heart disease. *Ann Intern Med* 2001; 134: 1106-1114.
22. Odbayar TO, Badamhand D, Kimura T et al.: Comparative Studies of Some Phenolic Compounds (Quercetin, Rutin and Ferulic Acid) Affecting Hepatic Fatty Acid Synthesis in Mice. *A Agric Food Chem* 2006; 54(21): 609-615.
23. Meyers KJ, Rudolf JL, Mitchell AE: Influence of Dietary Quercetin on Glutathione Redox Status in Mice. *J Agric Food Chem* 2008; 56(3): 830-836.
24. Loke WM, Proudfoot J, Mckinley AJ et al.: Quercetin and Its *In Vivo* Metabolites Inhibit Neutrophil-Mediated Low-Density Lipoprotein Oxidation. *J Agric Food Chem* 2008; 56(10): 3609-3615.
25. Sesso HD, Gaziano JM, Jenkins D et al.: Strawberry Intake, Lipids, C-Reactive Protein, and the Risk of Cardiovascular Disease in Woman. *Journal of the American College of Nutrition* 2007; 26(4): 303-310.
26. Wolski T, Kalisz O, Prasał M

- et al.: Aronia czarnoowocowa – zasobne źródło antyoksydantów. *Postępy Fitoterapii* 2007; 3: 145-154. **27.** Aggarwal BB, Shishodia S: Resveratrol in Health and Disease. CRC Press, 2005. **28.** Amorini AM, Lazzarino G, Galvano F et al.: Cyanidin-3-O-beta-glucopyranoside protects myocardium and erythrocytes from oxygen radical-mediated damages. *Free Radic Res* 2003; 37(4): 453-460. **29.** Juźwiak S, Mokrzycki K, Wójcicki J: Kwercetyna działa przeciwmiażdżycowo u królików. *Czyn Ryz* 1999; 1: 67. **30.** Juźwiak S, Wójcicki J, Mokrzycki K et al.: Effect of quercetin on experimental hyperlipidemia and atherosclerosis in rabbits. *Pharmacological Report* 2005; 57: 604-609. **31.** Rouanet JM, Decorde K, Rio D et al.: Berry juices, teas, antioxidants and the prevention of atherosclerosis in hamsters. *Food Chemistry* 2009; 1: 1-6. **32.** Mulvihill EE, Assini JM, Sutherland BG et al.: Naringenin Decreases Progression of Atherosclerosis by Improving Dyslipidemia in High-Fat-Fed Low-Density Lipoprotein Receptor-Null Mice. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* 2010; 30: 742-748. **33.** Vinson JA, Hu SJ, Jung S et al.: A Citrus Extract plus Ascorbic Acid Decreases Lipids, Lipid Peroxides, Lipoprotein Oxidative Susceptibility, and Atherosclerosis in Hypercholesterolemic Hamsters. *J Agric Food Chem* 1998; 46(4): 1453-1459. **34.** Auclair S, Silberberg M, Gueux E et al.: Apple Polyphenols and Fibers Attenuate Atherosclerosis in Apolipoprotein E-Deficient Mice. *J Agric Food Chem* 2008; 56(14):1634-1646. **35.** Lee KW, Lee HJ, Lee CY: Antioxidant and Antitumor Promoting Activities of Apple Phenolics. *Phenolic Compounds in Foods and Natural Health Products* 2005; 21: 254-270. **36.** Tsao R: Extraction, Separation, Detection and Antioxidant Activity of Apple Polyphenols. *Antioxidant Measurement and Applications* 2007; 20: 302-324.

nadesłano: 12.08.2013
zaakceptowano do druku: 23.09.2013

Adres do korespondencji:
**Edyta Gheribi*
Wyższa Szkoła Zawodowa
Łódzkiej Korporacji Oświatowej
ul. Jaracza 70, 90-251 Łódź
tel.: +48 608-185-106
email: edyta_kwiatkowska@interia.eu