

ZYGMUNT ZDROJEWICZ<sup>1</sup>, WOJCIECH KOSOWSKI<sup>2</sup>, MAREK STEBNICKI<sup>2</sup>, MICHAŁ STEBNICKI<sup>2</sup>

## Jarmuż – stare, a zapomniane warzywo

Kale – an old, yet forgotten vegetable

<sup>1</sup>Katedra i Klinika Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami, Wydział Lekarski Kształcenia Podyplomowego, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

<sup>2</sup>Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

### KEYWORDS

kale, vegetable, glucosinolates, sulforaphane, vitamins

### Konflikt interesów Conflict of interest

Brak konfliktu interesów  
None

### SUMMARY

Kale is a subtype of *Brassica oleracea*, vegetable that have been already known in the ancient Greece and Rome, cultivated in Poland since XIV century, yet forgotten. It is a source of among others fibre, potassium, beta-carotene, iron, calcium, niacin, vitamins A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E and C. It has sizable culinary potential, being suitable connecting with sea food, fish, steaks and served as addition for main dishes and soups. Baby leafs can be eaten raw. It also contains sulforaphane, a compound that has a pleiotropic effect – anticarcinogenic, antibacterial and anti-inflammatory. This compound can reduce risk factors of coronary disease and have an impact on blood pressure lowering. In the studies beneficial impact on lipid profile (decreasing LDL and increasing HDL level) was stated. Sulforaphane therapy is a promising perspective in neurodegenerative diseases treatment (such as multiple sclerosis) and kale itself constitutes a potential source of factors preventing progress of these diseases. The vegetable has also a considerable influence on fighting bacterial infections. There are studies concerning sulforaphane's effectiveness against *Helicobacter pylori* bacteria, connected with peptic ulcer disease. Simultaneously, kale is characterized by original taste and aesthetic qualities. All of that makes kale a vegetable worth reminding and an interest.

„Niech pożywienie będzie lekarstwem, a lekarstwo pożywieniem.” (Hipokrates)

Jarmuż (*Brassica oleracea* subsp. *acephala* var. *sabellica*) jest pododmianą botaniczną kapusty warzywnej bezgłowej – dwuletnią nietworzącą główek rośliną warzywną pochodzącą od kapusty dzikiej. Niektóre odmiany wytwarzają łodygi wysokości ponad 1 m. Jadalną częścią jarmużu są duże pierzastodzielne, fryzowane liście, zawierające znaczne ilości podstawowych składników pokarmowych (1). Posiada on najwyższą wartość odżywczą w skali ANDI (Aggregate Nutrient Density Index) opracowanej przez amerykańskiego lekarza Joela Fuhrmana i oceniającej żywność na podstawie stosunku ilości składników odżywczych do jednostek kalorii (2). Jest bogatym źródłem błonnika, potasu, beta-karotenu, żelaza, wapnia, niacyny, witamin A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E i C, a także chlorofilu (3). Wyszczególnione wartości odżywcze jarmużu przedstawia tabela 1. O prozdrowotnych właściwościach tego warzywa stanowi przede wszystkim aktywność

przeciwutleniająca, przeciwzapalna i przeciwnowotworowa (4-6). Ich źródłem są zarówno podstawowe składniki odżywcze, jak również glukozytolany obecne w roślinach rodziny *Brassicaceae* (6). Jarmuż jest niestety mało popularny w Stanach Zjednoczonych i w krajach europejskich, w tym w Polsce.

### JAPOŃSKA HISTORIA JARMUŻU

Mimo że jarmuż był warzywem znanym już w starożytnej Grecji i Rzymie, a do Polski dotarł pod koniec XIV wieku (7), najciekawsza historia z nim związana przenosi nas do XX-wiecznej Japonii. W czasie II wojny światowej, kiedy ludność zmagiała się z problemem głodu, japoński lekarz wojskowy Niro Endo urozmaicał ubogą dietę swojej rodziny sokami własnej produkcji, których składnikami były zielone liście rzodkwi, bataty, bakłażany i inne warzywa, traktowane ówczesnie jako odpadki. Tak narodził się aojiru – japoński napój roślinny pity po dziś dzień. Po stwierdzeniu korzystnego

**Tab. 1.** Wartość odżywcza na 100 g surowego jarmużu (na podstawie (8), modyfikacja własna)

Składnik	Zawartość w 100 g
Woda	84,04 g
Energia	49 kcal
Białka	4,28 g
Tłuszcze	0,93 g
Węglowodany	8,75 g
Cukry	2,26 g
Błonnik	3,6 g
Witaminy	
Witamina A	500 µg
Tiamina (B <sub>1</sub> )	0,110 mg
Ryboflawina (B <sub>2</sub> )	0,130 mg
Niacyna (B <sub>3</sub> )	1 mg
Witamina B <sub>6</sub>	0,271 mg
Kwas foliowy (B <sub>9</sub> )	141 µg
Witamina C	120 mg
Witamina E	1,54 mg
Witamina K	704,8 µg
Składniki mineralne	
Wapń (Ca)	150 mg
Żelazo (Fe)	1,47 mg
Magnez (Mg)	47 mg
Fosfor (P)	92 mg
Potas (K)	491 mg
Sód (Na)	38 mg

wpływu przygotowywanego soku na zdrowie rodziny, doktor Endo rozpoczął badania nad jego składem i dowiódł, że najbardziej wartościowym składnikiem, jakiego używał, był jarmuż. Przez całe swoje życie uczone opublikował około 40 książek i artykułów na temat korzystnego działania tej rośliny. Umarł w wieku 92 lat, a badania kontynuuje jego syn, Jiro (9).

### POTENCJAŁ KULINARNY

Młode listki jarmużu można jeść na surowo, ze starszych należy wyciąć żyłki. Dobrze łączy się z owocami morza, rybami, stekami, służy jako dodatek do dań głównych lub zup. Komponują się z nim orzechy, boczniaki oraz inne warzywa, takie jak pomidory, cieciora, boczniaki czy dynia (10). Jarmuż z powodzeniem może być uprawiany w polskich warunkach. Wśród roślin kapustowatych to

właśnie on zawiera najwięcej potasu, beta-karotenu, żelaza, wapnia, niacyny oraz witamin A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E i C (11). Wartości odżywcze oraz zawartość składników mineralnych w przypadku jarmużu jest uzależniona od takich czynników jak metody uprawy, sposób nawożenia, rodzaj i skład gleby, a także od długości okresu wzrostu. Rośliny pochodzące z jednej hodowli w następujących po sobie latach różnią się zawartością wapnia, magnezu czy cynku. Na stężenie składników zawartych w jarmużu ma wpływ również jego obróbka przed spożyciem – zrywanie, oczyszczanie i rozdrabnianie obniżają możliwości antyoksydacyjne w porównaniu do nieprzetworzonego, surowego warzywa. Duże znaczenie dla wartości odżywczej ma gotowanie, zwłaszcza powszechny sposób wkładania warzyw do zimnej wody i jej zagotowanie. W porównaniu do surowego jarmużu, po ugotowaniu zawartość takich składników jak witamina C, beta-karoten, polifenole, azotany, składniki mineralne oraz aktywność antyoksydantów jest znacznie niższa. Wśród składników mineralnych zmiany zawartości wahają się od 13% dla cynku do 47% dla sodu (12).

Ponadto proces gotowania przyczynia się do denaturacji mirozynazy – kluczowego enzymu w konwersji glukozynolanów do izotiocyjanianów (sulforafan). W badaniu dotyczącym biodostępności izotiocyjanianów po spożyciu brokułów zaobserwowano, że trzykrotnie wyższe stężenie izotiocyjanianów w moczu osiąga się po zjedzeniu świeżych warzyw, niż postaci gotowanych na parze (13). Pomimo że niektóre odmiany jarmużu w stanie surowym posiadają wyższą zawartość szkodliwych azotanów, proces gotowania obniżający ich poziom w zbyt dużym stopniu wpływa negatywnie na poziom innych, istotnych dla zdrowia składników. Niemniej badania Departamentu Rolnictwa USA wykazały, że jarmuż gotowany w kuchence mikrofalowej traci niewiele chlorofilu, ale podczas obróbki termicznej zostaje zniszczonych wiele karotenoidów. Nadal jednak pozostaje ich sporo dla naszego organizmu, a najrozsądniej byłoby jeść jarmuż w różnych postaciach – na surowo i ugotowany. Zaleca się jedzenie surowego jarmużu w formie np. sałatek albo w postaci blanszowanej (12). Liście jarmużu mogą być także spożywane w postaci rozmaitych dań: zup, soków, surówek, zapiekane, makaronów czy naleśników. Ostatnimi czasy coraz częściej przepisy z jego wykorzystaniem można znaleźć w książkach kucharskich, czasopismach czy na blogach kulinarnych. W badaniu „Ocena jakości sensorycznej nowych potraw z jarmużem” podjęto próbę oceny stopnia pożądalności oraz smaku ośmiu potraw zawierających zblanszowane liście jarmużu. Spośród nich najlepszymi okazały się naleśniki, ciastko francuskie oraz surówki z jarmużem. Rezultat taki można powiązać nie tylko ze smakiem potraw, ale także z wyglądem warzywa po jego obróbce, np. w trakcie gotowania (11).

### SULFORAFAN

Właściwości antykarcinogenne jarmużu, a także innych warzyw rodziny *Brassicaceae* związane są z wysoką zawartością glukozynolanów (14). Jednakże działanie

ochronne nie jest efektem bezpośredniego wpływu tych związków, lecz głównie izotiocyjanianów, będących produktami hydrolizy glukozynolanów (15). Jednym z nich jest sulforafan (SFN) powstający z rozpadu glukorafaniny, obecnej w warzywach krzyżowych (16). Proces hydrolizy wymaga udziału enzymu mirozynazy, który uwalniany jest podczas rozdrabniania tkanki roślinnej w czasie jej cięcia czy żucia. Właściwości przeciwnowotworowe sulforafanu wynikają z indukowania enzymów I i II fazy detoksykacji niektórych karcynogenów, indukcji apoptozy i różnicowania, zatrzymywania cyklu komórkowego czy hamowania procesów zapalnych (17-21). Badania wykazały także, że w przypadku rozwiniętego nowotworu sulforafan wykazuje działanie hamujące angiogenezę oraz powstanie przerzutów. Gdy porównuje się sposoby odżywiania ze wskaźnikami zachorowań na choroby nowotworowe, to okazuje się, że jarmuż plasuje się na wysokiej pozycji na liście pokarmów mających właściwości zabezpieczające. W licznych badaniach wykazano, że częstsze jedzenie tego warzywa ma związek z niższymi wskaźnikami zachorowań na raka przewodu pokarmowego: jamy ustnej, gardła, przełyku, żołądka, jelita grubego, a także raka płuc. Będąc członkiem wielkiej rodziny krzyżowych (kapustnych), jarmuż posiada wszystkie jej właściwości, czyli może zmniejszać znacząco ryzyko raka odbytu, gruczołu krokowego i pęcherza moczowego. Jarmuż, podobnie jak inne ciemnozielone i ciemnopomarańczowe warzywa, może znacząco zmniejszać ryzyko zachorowania na raka płuc u byłych palaczy; zostało to potwierdzone w badaniach przeprowadzonych w Singapurze (22, 23).

### SULFORAFAN W WALCE Z DROBNOUSTROJAMI

Infekcje żołądka spowodowane przez *Helicobacter pylori* występują na całym świecie. Najwyższa częstość nosicielstwa występuje w krajach rozwijających się, gdzie 70-90% populacji jest skolonizowana. Częstość zakażeń maleje wraz z poprawą higieny i leczeniem osób zarażonych. Transmisja między ludźmi zachodzi na drodze fekalno-oralnej. Bakteria łączona jest z takimi jednostkami klinicznymi jak: zapalenie błony śluzowej żołądka, choroba wrzodowa żołądka, rak żołądka i B-limfocytowy chłoniak żołądka typu MALT (24). Ryzyko rozwoju dwóch ostatnich chorób u ludzi zarażonych jest od 3 do 6 razy większe niż u osób niezarażonych (25). Ma to związek z niezwykle cechą tego drobnoustroju, jaką jest zdolność do trwającej całe życie kolonizacji błony śluzowej żołądka osób nieleczonych (24).

W terapii zakażeń *H. pylori* stosuje się różne schematy zawierające inhibitory pompy protonowej, sole bizmutu, metronidazol, klarytromycynę, amoksycylinę czy tetracyklinę (np. tzw. terapia poczwórna z bizmutem, metronidazolem, tetracykliną i IPP zalecana jako schemat pierwszego wyboru w Polsce) (26). Leczenie antybiotykami w krajach rozwijających się jest niepraktyczne ze względów logistycznych oraz ekonomicznych, a często wręcz niemożliwe, dlatego istotne są wyniki badań z wykorzystaniem roślin z rodziny

kapustowatych (*Brassicaceae*) (25). W doświadczeniu przeprowadzonym przez grupę naukowców z The John Hopkins University School of Medicine badano wpływ sulforafanu na różne odmiany *Helicobacter pylori*. Substancję uzyskiwano z nasion brokułów, a następnie odpowiednio przetwarzano, aby uzyskać roztwór o wysokim stężeniu izotiocyjanianu. Działanie sulforafanu testowano na trzech szczepach bakterii w próbach kontrolnych oraz 45 drobnoustrojach uzyskanych od pacjentów cierpiących na chorobę wrzodową żołądka lub dwunastnicy. Wyniki badania wykazały skuteczność sulforafanu w efekcie bakteriostatycznym. Ponadto działał on wobec szczepów bakterii opornych na klarytromycynę i metronidazol. Sulforafan może być stosowany w leczeniu w krajach rozwijających się, gdzie dużą rolę pełnią dostęp do leków oraz ich koszt. Substancja ta może z łatwością być dostarczana w dużych dawkach bezpośrednio do żołądka, w postaci odpowiedniej diety. Działa on na kolonie odporne na antybiotyki, a w wysokim stężeniu także na formy wewnątrzkomórkowe bakterii, jednak mechanizm ten nie jest do końca poznany (25).

### POZYTYWNY WPŁYW JARMUŻU NA REDUKCJĘ CZYNNIKÓW RYZYKA CHOROBY WIEŃCOWEJ

Choroba wieńcowa to stan niedokrwienia mięśnia sercowego związany ze zmianami w tętnicach wieńcowych. W pojęciu tym rozróżniamy stabilne zespoły wieńcowe (chorobę wieńcową przewlekłą) oraz ostre zespoły wieńcowe. Do ich wystąpienia predysponują między innymi: nieprawidłowe żywienie, palenie tytoniu, mała aktywność fizyczna, podwyższone ciśnienie tętnicze, zwiększone stężenie cholesterolu LDL i triglicerydów w osoczu, zmniejszone stężenie cholesterolu HDL w osoczu, upośledzona tolerancja glukozy lub cukrzyca oraz nadwaga lub otyłość. Wszystkie wyżej wymienione stany są tzw. czynnikami ryzyka sercowo-naczyniowego podlegającymi modyfikacji (26). Grupa koreańskich naukowców oceniła efekt spożycia soku z jarmużu na niektóre z przystocznich czynników ryzyka u 32 mężczyzn z hipercholesterolemią. Po 12 tygodniach codziennego konsumowania 150 ml soku, u badanych pacjentów stwierdzono 27% wzrost poziomu cholesterolu HDL w osoczu. Ponadto zaobserwowano również spadek poziomu cholesterolu LDL o 10%. Wyniki badania dowiodły, że regularne spożycie soku z jarmużu może korzystnie wpłynąć na profil lipidowy i tym samym przyczynić się do redukcji modyfikowalnych czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych (27).

Zespół innych badaczy postanowił sprawdzić, czy codzienna suplementacja soku z jarmużu może modulować ciśnienie tętnicze, profil lipidowy i poziom glukozy we krwi, oraz ocenić, czy ewentualne zmiany mogą być spowodowane polimorfizmem M1 i T1 S-transferazy glutationowej (GST – enzym odgrywający olbrzymią rolę w detoksykacji). 84 pacjentów przez 6 tygodni spożywało 300 ml soku dziennie. Po tym czasie stwierdzono znaczący spadek wartości skurczowego i rozkurczowego ciśnienia

tętniczego krwi u wszystkich pacjentów, niezależnie od ich polimorfizmu GSTM1 lub GSTT1, natomiast poziom glukozy we krwi spadł tylko u tych badanych, którzy prezentowali genotyp GSTM1 (28).

### JARMUŻ A CHOROBY NEURODEGENERACYJNE

Choroby neurodegeneracyjne to grupa postępujących chorób prowadzących do śmierci neuronów i objawów deficytu neurologicznego. Należą do nich m.in. choroba Alzheimera, choroba Parkinsona czy stwardnienie zanikowe boczne. Są one ważnym problemem społeczno-medycznym, charakteryzują się wysoką śmiertelnością. Szereg badań dowiódł, iż w procesie neurodegeneracji istotną rolę odgrywa stres oksydacyjny, wynikający z nadmiernej produkcji reaktywnych form tlenu (ROS), wpływających na niszczenie DNA, lipidów, białek, prowadzących do zwyrodnienia komórek i apoptozy (29). Zaobserwowano także, że sulforafan w swym plejotropowym działaniu jest w stanie zapobiegać stresowi oksydacyjnemu w komórkach nerwowych. Dokonuje tego dzięki szczególnej zdolności do aktywacji ścieżki Nrf2, stymulującej odpowiedź antyoksydacyjną (30). Stwardnienie rozsiane (SM) jest przewlekłą zapalno-demielinizacyjną chorobą ośrodkowego układu nerwowego o podłożu autoimmunologicznym, w przebiegu której dochodzi do rozpadu osłonek mielinowych, zaniku aksonów oraz ubytku komórek nerwowych (31). Zwierzęcym modelem SM jest alergiczne zapalenie mózgowia i rdzenia kręgowego, które wykorzystano w badaniu potencjalnego działania neuroprotektynowego i immunomodulującego sulforafaniny z jarmużu *Brassica oleracea* L. var. *acephala sabellica* (32). Leczenie myszy ( $R_s$ )-glukorafaniną znacząco obniżyło produkcję cytokin prozapalnych, takich

jak IL-1 $\beta$ , poziom regulatorów apoptozy czy translokację czynnika jądrowego NF-kB.

Powyższe cechy czynią terapię sulforafanem, pozyskiwanym z jarmużu, obiecującą perspektywą w leczeniu stwardnienia rozsianego, a sam jarmuż potencjalnym źródłem czynników zapobiegających rozwojowi chorób neurodegeneracyjnych.

### PODSUMOWANIE

Jarmuż należy do warzyw o najwyższej wartości odżywczej, uwarunkowanej dużą zawartością białek, węglowodanów, błonnika, mikroelementów, cholesterolu i rozmaitych witamin. Spożywany może być w postaci różnorodnych dań, których wartość zdrowotna i energetyczna uzależniona jest jednak od wielu czynników, w tym sposobu obróbki kulinarnej jarmużu. Czynniki odżywcze, a także glukozynolany warunkują właściwości przeciwutleniające, przeciwzapalne, przeciwnowotworowe i przeciwbakteryjne tej rośliny. Większość z tych właściwości wykazuje sulforafan, powstający w procesie hydrolizy glukozynolanów. Właśnie ten związek był przedmiotem zainteresowania badań naukowych dotyczących jego potencjalnego zastosowania w profilaktyce i leczeniu wielu schorzeń. Zaobserwowano, że może przyczyniać się do redukcji czynników ryzyka choroby niedokrwiennej serca i obniżania ciśnienia tętniczego. Ponadto wykazano jego właściwości neuroprotektynowe i lecznicze w eksperymentalnym modelu stwardnienia rozsianego. Obiecujące są również wyniki badań nad wpływem sulforafanu na bakterie *Helicobacter pylori*, kolonizujące błonę śluzową żołądka. Związek ten jest skuteczny nawet wobec szczepów opornych na standardowo stosowane antybiotyki.

### ADRES DO KORESPONDENCJI

Zygmunt Zdrojewicz  
Katedra i Klinika Endokrynologii,  
Diabetologii i Leczenia Izotopami  
Wydział Lekarski Kształcenia  
Podyplomowego  
Uniwersytet Medyczny  
im. Piastów Śląskich we Wrocławiu  
ul. Pasteura 4, 50-367 Wrocław  
tel. +48 (71) 784-25-54  
zygmunt@zdrojewicz.wroc.pl

### PIŚMIENNICTWO

1. Hasło: Jarmuż. [W:] Internetowa encyklopedia PWN. <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo/jarmuz;3917007.html> (dostęp z dnia: 02.05.2015).
2. Fuhrman J: Nutritarian Handbook and ANDI Food Scoring Guide. Gift of Health Press, NJ: Flemington 2012.
3. Kunachowicz H, Czarnowska-Misztal E, Turlejska H: Makroskładniki mineralne. Zasady żywienia człowieka. Wydawnictwo WSiP, Warszawa 2010.
4. Sikora E, Bodziarczyk I: Composition and antioxidant activity of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) raw and cooked. *Acta Sci Pol Technol Aliment* 2012; 11(3): 239-248.
5. Verhoeven DT, Goldbohm RA, van Poppel G et al.: Epidemiological studies on brassica vegetables and cancer risk. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 1996; 5(9): 733-748.
6. Wagner AE, Terschluesen AM, Rimbach G: Health promoting effects of brassica-derived phytochemicals: from chemopreventive and anti-inflammatory activities to epigenetic regulation. *Oxid Med Cell Longev* 2013; 2013: 964539.
7. Gapiński M: Warzywa mało znane i zapomniane. Wydawnictwo PWRiL, Poznań 1993.
8. National Nutrient Database for Standard Reference, Agricultural Research Service, The National Agricultural Library, United States Department of Agriculture. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3018?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=kale> (dostęp z dnia: 02.05.2015).
9. Aojiru – Can a glass of tree kale a day keep the doctor away? Kateigaho International Edition 2005 Spring.
10. Pawłowski A, Szeląg D: Wygraj zdrowie z naturą. Wydawnictwo Arti, Warszawa 2015.
11. Flaczyk E, Przeor M, Kobus-Cisowska J et al.: Ocena jakości sensorycznej nowych potraw z jarmużem (*Brassica oleracea*).

Bromatol Chem Toksyk 2014; 47(3): 392-396. **12.** Wydro D: Mikro- i makropierwiastki. Polskie Tow. Lekarskie Naczelna Izba Lekarska. Kalendarz Lekarza 2013; 158-164. **13.** Conaway CC, Getahun SM, Liebes LL et al.: Disposition of glucosinolates and sulforaphane in humans after ingestion of steamed and fresh broccoli. *Nutr Cancer* 2000; 38(2): 168-178. **14.** Verhoeven DT, Verhagen H, Goldbohm RA et al.: A review of mechanisms underlying anticarcinogenicity by brassica vegetables. *Chem-Biol Interact* 1997; 103(2): 79-129. **15.** Dinkova-Kostova AT, Kostov RV: Glucosinolates and isothiocyanates in health and disease. *Trends Mol Med* 2012; 18(6): 337-347. **16.** Tomczyk J, Olejnik A: Sulforafan – potencjalny czynnik w prewencji i terapii chorób nowotworowych. *Postepy Hig Med Dośw* 2010; 64: 590-603. **17.** Zhang Y, Talalay P, Cho CG et al.: A major inducer of anticarcinogenic protective enzymes from broccoli: isolation and elucidation of structure. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1992; 89(6): 2399-2403. **18.** Barcelo S, Gardiner JM, Gescher A et al.: CYP2E1-mediated mechanism of anti-genotoxicity of the broccoli constituent sulforaphane. *Carcinogenesis* 1996; 17(2): 277-282. **19.** Gamet-Payrastra L, Li P, Lumeau S et al.: Sulforaphane, a naturally occurring isothiocyanate, induces cell cycle arrest and apoptosis in HT29 human colon cancer cells. *Cancer Res* 2000; 60(5): 1426-1433. **20.** Fimognari C, Lenzi M, Cantelli-Forti G et al.: Induction of differentiation in human promyelocytic cells by the isothiocyanate sulforaphane. *In Vivo* 2008; 22(3): 317-320. **21.** Heiss E, Herhaus C, Klimo K et al.: Nuclear factor  $\kappa$ B is a molecular target for sulforaphane-mediated anti-inflammatory mechanisms. *J Biol Chem* 2001; 276(34): 32008-32015. **22.** Asakage M, Tsuno NH, Kitayama J et al.: Sulforaphane induces inhibition of human umbilical vein endothelial cells proliferation by apoptosis. *Angiogenesis* 2006; 9(2): 83-91. **23.** Rose P, Huang Q, Ong CN et al.: Broccoli and watercress suppress matrix metalloproteinase-9 activity and invasiveness of human MDA-MB-231 breast cancer cells. *Toxicol Appl Pharmacol* 2005; 209(2): 105-113. **24.** Murray PR: *Mikrobiologia*. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2011. **25.** Fahey JW, Haristoy X, Dolan PM et al.: Sulforaphane inhibits extracellular, intracellular, and antibiotic-resistant strains of *Helicobacter pylori* and prevents benzo[a]pyrene-induced stomach tumors. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2002; 99(11): 7610-7615. **26.** Gajewski P (red.): *Interna Szczeklika: podręcznik chorób wewnętrznych* 2014. Medycyna Praktyczna, Kraków 2014. **27.** Kim SY, Yoon S, Kwon SM et al.: Kale juice improves coronary artery disease risk factors in hypercholesterolemic men. *Biomed Environ Sci* 2008; 21(2): 91-97. **28.** Han JH, Lee HJ, Kim TS et al.: The effect of glutathione S-transferase M1 and T1 polymorphisms on blood pressure, blood glucose, and lipid profiles following the supplementation of kale (*Brassica oleracea acephala*) juice in South Korean subclinical hypertensive patients. *Nutr Res Pract* 2015; 9(1): 49-56. **29.** Tarozzi A, Angeloni C, Malaguti M et al.: Sulforaphane as a potential protective phytochemical against neurodegenerative diseases. *Oxid Med Cell Longev* 2013; 2013: 415078. **30.** Negi G, Kumar A, Sharma S: Nrf2 and NF- $\kappa$ B modulation by sulforaphane counteracts multiple manifestations of diabetic neuropathy in rats and high glucose-induced changes. *Curr Neurovasc Res* 2011; 8(4): 294-304. **31.** Podemski R: *Kompendium neurologii*. Via Medica, Gdańsk 2014. **32.** Giacompo S, Galuppo M, Iori R et al.: Protective Role of (RS)-glucoraphanin Bioactivated with Myrosinase in an Experimental Model of Multiple Sclerosis. *CNS Neurosci Ther* 2013; 19(8): 577-584.

nadesłano: 17.02.2016

zaakceptowano do druku: 03.03.2016