

SKŁADNIKI PROZDROWOTNE W WARZYWACH KAPUSTOWATYCH

HEALTH PROMOTING CONSTITUENTS OF BRASSICA VEGETABLES

Kalina Sikorska-Zimny

Instytut Warzywnictwa im. Emila Chroboczka w Skierniewicach

Kapustowate to rodzina roślin, do której zaliczają się powszechnie znane warzywa takie jak:

- brokuł (*Brassica oleracea* var. *botrytis italica*),
- jarmuż (*Brassica oleracea* convar. *acephala* var. *sabellica*),
- kalafior (*Brassica oleracea* var. *botrytis*),
- kalarepa (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*),
- kapusta brukselska, brukselka (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*),
- kapusta chińska (*Brassica chinensis*),
- kapusta głowiasta biała (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*),
- kapusta głowiasta czerwona (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*),
- kapusta pekińska (*Brassica pekinensis*),
- kapusta włoska (*Brassica oleracea* var. *sabauda*).

Warzywa kapustowate to warzywa cechujące się dużą zawartością składników odżywczych. Niski udział tłuszczowców i cukrów powoduje, że warzywa te są produktami niskokalorycznymi, a bogatymi w minerały i makroelementy oraz błonnik.

Najniższą wartość energetyczną ma kapusta pekińska - 12 kcal·100 g⁻¹. Również zawartość tłuszczu w kapustowatych jest niska i wynosi do 0,7 g·100 g⁻¹ (jarmuż), ze średnią 0,33 g·100 g⁻¹. Większą zmienność wykazują węglowodany, od 8,7 g·100 g⁻¹ (kapusta brukselska) do 2,2 g·100 g⁻¹ (kapusta chińska). Kapusta brukselska w tej rodzinie zawiera najwięcej błonnika (5,4 g·100 g⁻¹). Najbardziej obfitującym w mikro i makroelementy oraz witaminy jest jarmuż. Z kapustowatych to właśnie ten gatunek zawiera najwięcej: potasu (530 mg·100 g⁻¹), wapnia (157 mg·100 g⁻¹), żelaza (1,7 mg·100 g⁻¹), witaminy A (892 µg·100 g⁻¹), beta-karotenu (5350 µg·100 g⁻¹), witamin: B₁ (na równi z kalafiorem: 0,11 mg·100 g⁻¹), PP (1,6 mg·100 g⁻¹) i C (120 mg·100 g⁻¹).

Warzywa kapustowate są bogatym źródłem składników cenionych z uwagi na korzystne oddziaływanie na ustrój człowieka. Jednym ze składników o działaniu prozdrowotnym są glukozynolany - związki bo-

gate w siarkę o charakterze glikozydów. Substancje te są regulatorami enzymów stanowiących ochronę przed niszczeniem struktury DNA, tym samym stanowią dobrą prewencję przed nowotworami (Park & Pezzuto 2002, Moreno i wsp 2006). Zasadniczo glukozynolany można podzielić na trzy grupy, w zależności od aminokwasu, który jest donorem łańcucha bocznego: aromatyczne (tyrozyna, fenyloalanina), indolowe (tryptofan), alifatyczne (walina, metionina, izo/leucyna) (Sosińska, Obiedziński 2007).

Glukozynolany są zbudowane z grupy β -D-tioglukozowej, powiązanej atomem siarki z aglikonem. W uszkodzonej komórce następuje reakcja hydrolizy enzymatycznej tych związków pod wpływem glukohydrolazy tioglukozydowej EC 3.2.3.1. (mirozynaza; β -tioglukozydaza). Reakcja ta powoduje uwolnieniem niestabilnych oksymów (tiohydroksym-O-sulfon), które ulegają przekształceniu do izotiocyjanianów (stabilnych i niestabilnych). Niestabilne izotiocyjaniany w wyniku reakcji cyklizacji przechodzą w indole (Śmiechowska i wsp. 2008)

Według Jeffery'a i wsp. (2003) antynowotworowe działanie wykazują izotiocyjaniany, będące produktami hydrolizy glukozynolanów. Mają one wpływ na etapy rozwoju nowotworów. Uważa się, że dotyczy to hamowania metabolizmu związków rakotwórczych poprzez cytochrom P450 (w fazie I) i pobudzania fazy II (enzymy detoksykacji) (Moreno i wsp. 2006).

Z uwagi na specyficzny smak i zapach, uważa się, że glukozynolany w roślinach są odpowiedzialne za działanie ochronne względem mikroorganizmów i roślinożerców (Moreno i wsp. 2006). Zawartość glukozynolanów w warzywach jest powiązana z dostępnością w podłożu siarki i azotu oraz wody (Jeffery i wsp. 2003). W badaniach Verkerk (2002) stwierdzono, że przechowywanie przez 48 godzin krojonej kapusty, powodowało wzrost zawartości glukozynolanu 4-metoksy-3-indolilometylu i 1-metoksy-3-indolilometylu. Natomiast przechowywanie pokrojonych brokułów przyczyniało się do redukcji zawartości glukozynolanów za wyjątkiem 4-hydroksy- i 4-metoksy-3-indolilometylu (Verkerk 2002).

Kolejną grupą związków prozdrowotnych występujących w kapustowatych są flawonoidy. Jest to grupa ok. 4000 związków regulujących szereg ważnych procesów życiowych roślin. U ludzi na przebieg procesów biologicznych w istotny sposób wpływają następujące grupy związków polifenolowych: flawony, izoflawony, flawonole, flawanony, flawanole, antocyjany i chalkony. Związki te różnią się budową (utlenieniem) pierścienia γ -piranowego (Miller i wsp. 2008). Flawonoidy mają działanie grzybobójcze i bakteriobójcze. Dzięki obecności grup hydroksylowych (położenie orto) mają działanie antyoksydacyjne (Lewicki 2008). Ich obecność nadaje barwę owocom i warzywom (od żółtej do fioleto-

wej), ponadto chronią roślinę przed szkodliwym działaniem promieniowania UV, stąd największe ich stężenie występuje w epidermie owoców (Cushnie & Lamb 2005, Koes i wsp. 2005). Flawonoidy z uwagi na dobroczynne działanie na organizm ludzki dawniej nazywano witaminą P (Lewicki 2008).

Flawonole obecnie znajdują wiele zastosowań w lecznictwie. Zaobserwowano, że spożywanie warzyw bogatych w te związki zmniejsza zapadalność na choroby układu krążenia. Flawonole mają również działanie antyutleniające poprzez wychwytywanie reaktywnych form tlenu. Z flawonów najlepiej poznanymi związkami są kwercetyna i rutyna. Ta pierwsza jest dominującym składnikiem łuski cebuli (brązowa, czerwona). Rutyna jest szeroko stosowana w lecznictwie (Horbowicz M. 2000, Lewicki 2008).

Działanie prozdrowotne flawonoidów jest o tyle ważne, że związki te spożyte nawet w dużych ilościach nie są szkodliwe dla ludzi (Moon i wsp. 2006). Spożywanie flawonoidów wpływa hamująco na choroby naczyń krwionośnych i serca (Hertog i wsp. 1993). Badania Avirama i Fuchrama (2006) wskazują, że flawonoidy zapobiegają utlenianiu frakcji cholesterolu o niskiej gęstości (LDL). Tym samym przeciwdziałają powstawaniu złożeń miażdżycowych (Aviram & Fuchram 2006). Dzielne spożycie flawonoidów wynosi od kilku miligramów do jednego grama (Ross i Kasum 2002).

Kapustowate są również bogate w karotenoidy. Mylące może być wybarwienie tych roślin, ponieważ przyjmuje się, że warzywa/owoce bogate w karotenoidy mają kolor od żółtego do czerwonego. W przypadku kapustowatych barwa karotenoidów jest maskowana zielenią chlorofilu. Kolor nadawany roślinom przez obecność karotenoidów jest związany z budową tych związków. Należą one do grupy tetraterpenów, w których występują dwa pierścienie cykloheksylowe połączone łańcuchem węglowym, zawierającym wiele sprzężonych wiązań podwójnych. Barwa roślin jest pochodną ilości wiązań podwójnych (np. barwie żółtej odpowiada minimum 7 wiązań podwójnych).

Dotychczas w roślinach stwierdzono obecność około 800 związków należących do karotenoidów. Nadają one roślinom barwę od czerwonej, pomarańczowej do żółtej. Ich rolą w roślinach jest absorbowanie kwantów światła i przekazywanie poprzez elektrony na chlorofil (Staniaszek i Goździcka-Józefiak 2008). Karotenoidy są antyutleniaczami, ponieważ tworząc formę polienową, mogą stanowić donor wodoru/ elektronu. Karotenoidy mają również działanie antykancerogenne (Klimczak i wsp. 2010). Ponad 50 (z 400) karotenoidów jest aktywnych biologicznie. W tej grupie najwyższą aktywnością cechuje się β -karoten. Jest on pre-

kursorem witaminy A, która występuje w dwóch formach: retinolu (A_1) i 3-dehydroretinolu (A_2). Droga β -karotenu do witaminy A obejmuje procesy utleniania połączone z rozszczepianiem, a zachodzi w komórkach nabłonkowych jelita przy udziale enzymu dioksygenazy β -karotenowej i cynku. Tak powstały retinol magazynowany jest w lipocytach wątroby. Dalsze jego przemiany w formę aldehydową (retinal) są konieczne w procesach prawidłowego widzenia, ponieważ retinal jest składnikiem rodopsyny. Witamina A jest również antyoksydantem, bierze udział w procesie tworzenia kolagenu oraz tkanki nabłonkowej, dlatego uczestniczy w procesie regeneracji skóry.

β -karoten ma również działanie antynowotworowe (Bast i Haenen 2002). Ostatnio prowadzone badania nad innym karotenoidem - astaksantyną - dowiodły, iż jest ona 10-krotnie silniejszym antyutleniaczem niż witamina E oraz ma większe właściwości przeciwzapalne niż wspomniany β -karoten (Hussein i wsp. 2006).

W warzywach kapustowatych występują również witaminy z grupy B. Witaminy te należą do związków łatwo rozpuszczających się w wodzie i nie mają zdolności do kumulowania w organizmach ludzkich (wyjątek stanowi kobalamina).

Witaminy z grupy B są niezbędne w wielu procesach biochemicznych: przemianach węglowodanów - witamina B_1 jako koenzym z kwasem fosforowym (karboksylaza), umożliwia rozkład kwasu pirogronowego do aldehydu octowego i dwutlenku węgla. Witaminy z grupy B są składowymi koenzymów, oprócz wspomnianej karboksylazy, witamina B_2 jest koenzymem enzymów oddechowych. Witamina B_6 bierze udział w wydłużaniu łańcuchów kwasów tłuszczowych, tworzeniu hormonów (serotoniny, adrenaliny). Braki witamin grupy B u ludzi objawiają się problemami skórnymi (zapaleniami, podrażnieniami), mniejszą odpornością na stres, zaburzeniami metabolizmu (Ciborowska, Rudnicka 2007).

Zapotrzebowanie na witaminy z grup B jest zależne od stanu i kondycji psychofizycznej organizmu. Podaż np. tiaminy i ryboflawiny powinna być wyższa w przypadku osób prowadzących aktywny tryb życia, u których występują częste sytuacje stresowe oraz u osób stosujących używki (alkohol, tytoń, kawa, herbata). Zalecane spożycie witaminy $B_{1,2}$ wynosi 1,2 mg/dzień, a witaminy B_{12} 2,1 μ g/dzień dla osoby dorosłej (FAO/WHO 2001).

Kolejnym związkiem o działaniu prozdrowotnym występującym w kapustowatych jest kwas askorbinowy, czyli witamina C, która należy do grupy związków rozpuszczalnych w wodzie. Ten naturalny przeciwutleniacz bierze udział w syntezie kolagenu, stąd zalecane jest większe spożycie kwasu askorbinowego przy przyjmowaniu suplementów diety na

odnowę chrząstki stawowej oraz regeneracji skóry (Ciborowska, Rudnicka 2007). Tak jak w przypadku wszystkich antyutleniaczy wzrost zapotrzebowania na witaminę C rośnie w przypadku występowania sytuacji stresowych, wzrostu organizmu, ale także przy stanach chorobowych i stosowaniu używek. Wszystkie rośliny kapustowate charakteryzują się stosunkowo dużą zawartością witaminy C, najwięcej ma jej kalafior i jarmuż, a najmniej kapusta pekińska (Kunachowicz i wsp. 2007). Zawartość witaminy C w organizmie jest ściśle uzależniona od jej podaży z pokarmem, z uwagi na brak możliwości syntezy tego związku przez organizmy ludzi. Najbardziej znanym objawem niedoboru witaminy C jest szkorbut oraz zapalenie naczyń krwionośnych kończyn dolnych. Zalecane dzienne spożycie witaminy C (osoba dorosła) wynosi 45 mg/dzień (FAO/WHO 2001).

Kolejna witamina, która występuje w warzywach kapustowatych to witamina K. Wyróżnia się w tej grupie witaminy: K1, K2, K3. Są to związki rozpuszczalne w lipidach, stąd potrawy z warzyw (w nich występuje witamina K1) winny być przygotowywane z udziałem tłuszczów. Witamina K2 jest syntetyzowana w przewodzie pokarmowym, jej niedobory są często związane z długotrwałą antybiotykoterapią, która niszczy florę bakteryjną jelita (Ciborowska, Rudnicka 2007). Niedobory mogą być sygnalizowane trudno gojącymi się ranami, krwotokami (z uwagi na udział witaminy K w tworzeniu protrombiny). Witamina K wpływa również na gospodarkę wapniową. Wszystkie warzywa o ciemno-zielonym zabarwieniu liści obfitują w tą witaminę: szpinak, sałata - powyżej 100 $\mu\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ (Ciborowska, Rudnicka 2007). Zalecane dzienne spożycie witaminy K (osoba dorosła) to 55-65 μg /dzień (FAO/WHO 2001).

W warzywach kapustowatych w dość dużych ilościach występuje również witamina H inaczej zwana biotyną albo dawniej witaminą B₇. Podobnie, jak cała rodzina witamin B, w organizmie bierze udział w przemianach metabolicznych (białka i tłuszcze). Makroskopowo odpowiada za stan skóry oraz włosów. Duże jej ilości występują w drożdżach, ziarnach oraz w kalafiorze. Zalecane dzienne spożycie witaminy B₇ (osoba dorosła) wynosi 40 μg /dzień (FAO/WHO 2001).

W warzywach kapustowatych występuje też witamina U (S-metylometionina). Została ona po raz pierwszy wyizolowana w 1966 roku z kapusty (Różański 2002). Witamina U ma działanie antynowotworowe (układ pokarmowy-żołądek) oraz przyspiesza gojenie wrzodów żołądka, zapobiega również powstawaniu kamicy żółciowej (Cheney 1952, Gun-Hee 2004, Kim i wsp. 2010). Duże ilości witaminy U znajdują się w kapuście chińskiej ok. 34 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ (Kim i wsp. 2010). Obecnie dostępne

są na rynku suplementy diety wyprodukowane na bazie wyciągów z liści kapusty, które mają działanie ochronne dla układu trawiennego.

Kapusty (biała, czerwona, włoska) są również dobrym źródłem witaminy E - tokoferol (siedem tokoferoli: α , β , γ , ξ , δ , η i 5-metylotokol, oraz cztery tokotrienole: α , β , γ , δ) (Gertig, Przysławski 2007). Zespół tych witamin jest nazywany witaminą młodości, ponieważ wpływa na jędrność skóry, płodność, elastyczność naczyń krwionośnych, powoduje obniżenie poziom lipidów w surowicy krwi (FAO/WHO 2001). Zapotrzebowanie organizmu na witaminę E nie jest dokładnie określone, jednak szacuje się dla osoby dorosłej na 6-10 mg/dzień. Przy niedostatecznym jej spożyciu występują problemy z naczyniami krwionośnymi (zapalenia, zakrzepice), trudności w gojeniu się ran oraz pogorszenie ogólnej kondycji skóry. Nie ma zalecanego dziennego spożycia witaminy E (Mudambi 2006).

Tabela 1. Zawartość wybranych witamin w warzywach kapustowatych (Kunachowicz 2007, Strona internetowa: Nutrition data)

Table 1. Content of selected vitamins in *Brassicaceae*

	wit. A vit. A	β-karoten β-carotene	wit.E vit.E	wit.B ₁ vit. B ₁	wit.B ₂ vit. B ₂	wit.C vit.C
	μg·100 g ⁻¹		mg·100 g ⁻¹			
brokuł (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis italica</i>)	153	920	1,300	0,070	0,120	83,0
kapusta brukselska (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>)	74	447	0,880	0,080	0,160	94,0
jarmuż (<i>Brassica oleracea</i> convar. <i>acephala</i> var. <i>sabellica</i>)	892	5350	1,700	0,110	0,200	120,0
kalafior (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>)	2	10	0,120	0,110	0,100	69,0
kalarepa (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>)	33	200	0,020	0,064	0,053	64,7
kapusta chińska (<i>Brassica chinensis</i>)	223	2681	0,100	0,000	0,100	45,0
kapusta głowiasta biała (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>alba</i>)	9	52	1,670	0,072	0,060	48,0
kapusta głowiasta czerwona (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>)	3	15	1,700	0,099	0,073	54,0
kapusta pekińska (<i>Brassica pekinensis</i>)	140	840	0,120	0,040	0,050	27,0
kapusta włoska (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabauda</i>)	7	42	2,000	0,100	0,260	60,0

Warzywa z rodziny kapustowatych są bogate w mikro i makroelementy. Potas w organizmach ludzi odpowiada za regulację czynności serca, funkcjonowanie nerek, reguluje gospodarkę wodną organizmu, na poziomie komórkowym, bierze udział w transporcie aktywnym. W komórkach znajduje się ok. 98-99% całości jonów K⁺, pozostała ilość jest poza komórką. Mechanizm regulacji stężenia jonów w i poza komórką gwarantuje utrzymanie prawidłowych funkcji narządów wewnętrznych

(Silbernağl Despopoulos 1994). Przy niedoborach tego pierwiastka obserwuje się zmęczenie, nerwowość, suchość skóry, skłonności do omdleń (FAO/WHO 2001). Zawartość potasu w warzywach kapustowatych wynosi od $150 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (kapusta pekińska) do $530 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (jarmuż) (Kunachowicz 2007).

Obok potasu, za gospodarkę wodną organizmów odpowiada sód. Wpływa on również na równowagę elektrolitową umożliwiając transport komórkowy, tym samym regulując ciśnienie osmotyczne. Jest to pierwiastek dostarczany organizmowi w dużych ilościach w postaci soli kuchennej. Niestety jego nadmiar prowadzi do wzrostu ciśnienia krwi, a zatem i chorób naczyniowych. Należy pamiętać, że w krajach rozwiniętych choroby układu krążenia są jedną z głównych przyczyn zgonów, stąd należy ograniczać spożycie soli kuchennej, a przy wyborze potraw (w tym i warzyw) i napojów kierować się kryterium niskiej zawartości sodu. Wszystkie kapustowate cechują się niską (brokuły - $7 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ produktu) i średnią (kapusta głowiasta biała - $19 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ produktu) zawartością sodu. Wyjątek stanowi kapusta chińska, która zawiera $65 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Strona internetowa: Nutrition data).

Warzywa kapustowate są bogate również w ważny, głównie dla prawidłowego funkcjonowania układu szkieletowego pierwiastek: wapń. Reguluje on gospodarką kośćca w organizmie oraz szeregiem procesów metabolicznych. Powszechna jest wiedza dotycząca dużych ilości wapnia w produktach mlecznych, jednak warto pamiętać, że warzywa kapustowate są również bardzo dobrym źródłem tego makroelementu. W 100 g jarmużu znajduje się 157 mg wapnia, a w tej samej ilości mleka (około 0,5 szklanki), o zawartości tłuszczu 0,5% jest 121 mg wapnia (mleko mające więcej tłuszczu zawiera mniej wapnia). Spośród kapustowatych to jarmuż zawiera najwięcej wapnia, w pozostałych gatunkach kapustowatych zawartość Ca wynosi ok. $48 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ warzywa. Zalecane spożycie wapnia to 700 mg/dzień (osoba dorosła) (FAO/WHO 2001).

Kolejnym ważnym makroelementem dla prawidłowego funkcjonowania ustroju ludzkiego jest magnez. Duże jego ilości znajdują się w brokułach i brukselce ($21\text{-}23 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ warzywa). Magnez jest składnikiem mięśni (wpływa na ich kurczliwość), kośćca (jako składnik mineralny macierzy); reguluje biosyntezę białek (transkrypcja) stanowiąc ko-faktor reakcji enzymatycznych; wpływa na działanie układu nerwowego (Silbernağl Despopoulos 1994). Objawy niedoboru magnezu są niezwykle trudne do zdiagnozowania, ponieważ dotyczą problemów funkcjonowania całego organizmu. Mogą pojawiać się stany lękowe, drętwienie kończyn, zaburzenia przewodnictwa nerwowego, osłabienie (Gertig,

Przysławski 2007). Zalecane spożycie magnezu to 3,5-4,0 mg/dzień (osoba dorosła) (FAO/WHO 2001).

W warzywach kapustowatych znajduje się dużo siarki. Nie jest szacowane zapotrzebowane u ludzi na ten makroelement, który bierze udział w budowie białek, przemianach metabolicznych oraz jest składnikiem keratyny, kwasów żółciowych (trawienie pokarmów) oraz biotyny i kwasu pantotenowego. Nie notuje się zalecanych poziomów spożycia dziennego dla siarki, jedynie łączy się je z zapotrzebowaniem na aminokwasy egzogenne, zawierające w swojej budowie siarkę.

Kolejnym pierwiastkiem występującym w warzywach kapustowatych jest żelazo. Ten mikroelement jest niezbędny w transporcie tlenu (hemoglobina), występuje jako barwnik mięśni (mioglobina), jest składnikiem enzymów. Ważnym parametrem jest przyswajalność żelaza, które występuje w dwóch formach: hemowej (łatwiej przyswajalne) i niehemowej (trudniej przyswajalne). W tej pierwszej postaci występuje w produktach pochodzenia zwierzęcego. Żelazo niehemowe jest obecne w produktach roślinnych. Jednak przyswajalność takiego żelaza może być zmienna i zależna od wielu czynników: zwiększających wchłanianie (niskie pH, obecność witaminy C, lizyny), ale i obniżających wchłanianie (obecność wapnia, cynku, białek serwatkowych) (Ciborowska, Rudnicka 2007). Stąd przygotowując potrawy z warzyw zawierających żelazo, powinno się w sposób właściwy zaplanować obróbkę termiczną i formę przyrządzenia dania. W warzywach kapustowatych zawartość żelaza wynosi od 0,3 mg·100 g⁻¹ (kapusta biała, pekińska) do 1,7 mg·100 g⁻¹ (jarmuż) (Kunachowicz 2007).

Z biodostępnością żelaza jest związana obecność miedzi. Mikroelement ten bowiem bierze udział w syntezie hemoglobiny (odpowiada za uruchomienie rezerw żelaza), ale i w transporcie tlenu. W warzywach kapustowatych zawartość miedzi wynosi od 0,03 mg·100 g⁻¹ (kapusta biała, brokuły) do 0,17 mg·100 g⁻¹ (kalarepa) (Kunachowicz 2007).

Ważnym dla prawidłowego funkcjonowania organizmów ludzkich jest mangan. Jest on składnikiem wielu enzymów odpowiedzialnych za przemiany i tworzenie białek oraz kwasów tłuszczowych. Niedobory tego mikropierwiastka wiążą się z zaburzeniami metabolizmu. Bardzo dobrym źródłem manganu, oprócz roślin strączkowych są właśnie warzywa kapustowate. Zawartość manganu wynosi w nich od 0,15 mg·100 g⁻¹ (kapusta pekińska, kalarepa) do 0,55 mg·100 g⁻¹ (jarmuż) (Kunachowicz 2007). Przyjmuje się, że dzienne zalecane spożycie to 3,0-9,0 mg dla osoby dorosłej (Gertig, Przysławski 2007).

Tabela 2. Zawartość wybranych mikro i makroelementów w warzywach kapustowatych (Kunachowicz 2007, Strona internetowa: Nutrition data)

Table 2. Content of selected micro- and macroelements in brassicae crops

	sód sodium	potas potassium	wapń calcium	magnez magnesium	żelazo iron	cynk zinc	miedź copper	mangan manganese
	mg·100 g ⁻¹							
brokuł (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis italica</i>)	7	385	45	23	0,9	0,40	0,03	0,53
kapusta brukselska (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gemmifera</i>)	12	530	157	30	1,7	0,44	0,09	0,55
jarmuż (<i>Brassica oleracea</i> convar. <i>acephala</i> var. <i>sabellica</i>)	26	214	13	11	0,6	0,23	0,04	0,23
kalafior (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>)	8	304	42	10	0,9	0,26	0,16	0,15
kalarepa (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>)	10	416	57	21	0,9	0,86	0,07	0,45
kapusta chińska (<i>Brassica chinensis</i>)	65	252	105	0,2	0,8	0,20	0,00	0,20
kapusta głowiasta biała (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>alba</i>)	19	228	67	13	0,3	0,32	0,03	0,23
kapusta głowiasta czerwona (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i>)	11	269	46	12	0,5	0,43	0,09	0,24
kapusta pekińska (<i>Brassica pekinensis</i>)	9	150	45	15	0,3	0,28	0,04	0,15
kapusta włoska (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabauda</i>)	9	306	77	16	0,4	0,27	0,09	0,31

Wymienione związki o działaniu prozdrowotnym występują w wielu gatunkach roślin, które jednak są w Polsce mniej popularne niż warzywa kapustowate, stąd można przyjąć, że dla naszego profilu żywieniowego warzywa kapustowate stanowią znakomite źródło składników prozdrowotnych.

Objawy niedoborów określonych witamin i pierwiastków dają symptomy niespecyficzne, a diagnoza źródła choroby (dysfunkcji) jest skomplikowana. Obecnie na rynku dostępna jest szeroka gama suplementów diety, mimo ostrzeżeń producentów zawartych na opakowaniu („suplementy diety nie mogą być traktowane jako substytut zróżnicowanej diety”) wiele osób sięga po takie preparaty w zastępstwie prawidłowo zbilansowanych pokarmów. Niestety wchłanianość i przyswajalność składników suplementów jest znacznie niższa (wyjątkiem jest β -karoten) niż tych samych związków występujących naturalnie w pokarmach. Dzieje się tak prawdopodobnie dzięki obecności innych substancji sprzyjających wchłanianiu oraz biologicznemu (a nie syntetycznemu) pochodzeniu związków prozdrowotnych. Najlepsze rezultaty w prewencji zachorowań daje utrzymywanie zróżnicowanej i prawidłowo zbilansowanej diety, której podstawą (oprócz zbóż) są warzywa.

Literatura

- Aviram M., Fuhrman B. 2006. Wine Flavonoids Protect against LDL Oxidation and Atherosclerosis. *Annals of the New York Academy of Sciences* 957: 146-161.
- Bast A., Haenen G. 2002. The toxicity of antioxidants and their metabolites. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 11: 251-258.
- Cheney G. 1952. Vitamin U therapy of peptic ulcer. *Calif Med.* October. 77(4): 248-252.
- Ciborowska H., Rudnicka A. 2007. *Dietetyka. Żywnienie zdrowego i chorego człowieka.* PZWL Warszawa: 126-133.
- Cushnie T.P., Lamb A.J. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents.* Volume 26, Issue 5: 343-356.
- FAO/WHO 2001. *Human vitamin and mineral requirements;* Food and Agriculture Organization of United Nations.
- Gębczyński P. 2003. Zmiany ilościowe wybranych składników chemicznych w procesie mrożenia i zamrażalniczego składowania głównych i bocznych róż brokuła. *Technologia Alimentaria* 2(1): 31-39.
- Gertig H., Przysławski J. 2007. *Bromatologia. Zarys nauki o żywności i żywieniu.* PZWL Warszawa: 121-123.
- Gun-Hee K. 2004. Vitamin U in Medicinal Food Plants. *International Symposium 2004* http://www.dbpia.co.kr/view/ar_view.asp?arid=636541
- Hertog M.G.L., Feskens E. J. M., Kromhout D., Hollman P. C. H., Katan M. B. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *The Lancet.* Volume 342, Issue 8878, 23 October: 1007-1011.
- Horbowicz M. 2000. Biosynteza, występowanie i właściwości biologiczne flawonoli. *Post. Nauk Roln.* 2/2000: 3-18.

- Hussein G., Sankawa U., Goto H., Matsumoto K., Watanabe H. 2006. Astaxanthin, a Carotenoid with Potential in Human Health and Nutrition. *J. Nat. Prod.* 69 (3): 443-449.
- Jeffery E.H., Brown A.F., Kurilich A.C., Keck A.S., Matusheski N., Klein B.P., Juvik J.A. 2003. Variation in content of bioactive components in broccoli. *Journal of food composition and analysis.* 16: 232-330.
- Kałużewicz A. 2004. Uprawa brokułów na zbiór latem. *Hasło Ogrodnicze.* 5/2004 <http://www.ho.haslo.pl/article.php?id=1685>
- Kim W.-S., Yang Y.J., Min H.G., Song M.G., Lee J.-S., Park K.-Y., Kim J.-J., Sung J.-H., Choi J.-S., Cha H.-J. 2010. Accelerated Wound Healing by S-Methylmethionine Sulfonium: Evidence of Dermal Fibroblast Activation via the ERK1/2 Pathway. *Pharmacology* 85: 68-76.
- Klimczak A., Kubiak K., Cybulska M., Kula A., Dziki Ł., Malinowska K. (2010): Etiologia raka jelita grubego oraz bariera antyoksydacyjna ustroju. V Zjazd Polskiego Towarzystwa Onkologii i Hematologii Dziecięcej, 26-29 maja 2010 r., Międzyzdroje.
- Koes R.E., Quattrocchio F., Mol J.N.M. 2005. The flavonoid biosynthetic pathway in plants. Function and evolution, *BioEssays.* Volume 16 Issue 2: 123-132.
- Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B. 2007. Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. *PZWL:* 56-69.
- Lewicki P., Bednarski W., Duda Z., Gawęcki J., Horubała A. Sikorski Z., Zmarlicki S. 2008. *Leksykon nauki o żywności i żywieniu człowieka.* Warszawa Wyd. SGGW: 131-133.
- Miller E., Malinowska K., Gałęcka E., Mrowicka M., Kędziora J. 2008. Rola flawonoidów jako przeciwutleniaczy w organizmie człowieka. *Pol. Merk. Lek., XXIV.* 144: 556-560.
- Moon Y.J., Wang X., Morris M.E. 2006. Dietary flavonoids: Effects on xenobiotic and carcinogen metabolism. *Toxicology in Vitro.* Volume 20, Issue 2: 187-210.
- Moreno D.A., Carvajal M., Lopez-Berenguer C., Garcia-Viguera C. 2006. Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis.* 41: 1508-1522.
- Mudambi S.R. 2006. *Food Science; New Age International:* 30.
- Park E.J., Pezzuto J.M. 2002. Botanicals in Cancer Chemoprevention. *Cancer and Metastasis Reviews.* Volume 21, Numbers 3-4 / December: 231-255.
- Ross J.A., Kasum C.M. 2002. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. *Annu. Rev. Nutr.* 22: 19-34.
- Różański H 2002. Witaminy - *Vitaminum* – witaminoterapia. <http://luskiewnik.strefa.pl/biochemia/vitaminum.html>
- Silbernagl S., Despopoulos A. 1994. *Kieszonkowy atlas fizjologii.* PZWL, Warszawa, s. 146.

- Sosińska E., Obiedziński M. 2007. Badania nad bioaktywnymi glukozynolanami w wybranych odmianach warzyw krzyżowych techniką HPLC. *Żywność, Nauka, Technologia. Jakość* 5 (54): 129-236.
- Staniaszek K., Goździcka-Józefiak A. 2008. Wpływ β -karotenu, retinoidów i receptorów retinoidowych na proliferację i transformację nowotworową komórek. *Biotechnologia* 3(82): 28-45.
- Strona internetowa Nutrition Data.
<http://nutritiondata.self.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2377/2>
- Śmiechowska A., Bartoszek A., Namieśnik J. 2008. Przeciwrakotwórcze właściwości glukozynolanów zawartych w kapuście (*Brassica oleracea* var. *capitata*) oraz produktów ich rozpadu. *Post. Hig. Med. Dośw.* 62: 125-140
- Verkerk R. 2002. Evaluation of glucosinolate levels throughout the production chain of Brassica vegetables: towards a novel predictive modeling approach. 2002 Doctoral thesis, Wageningen UR Library Catalogue, dissertation no 3200.

Kalina Sikorska-Zimny

HEALTH PROMOTING CONSTITUENTS OF BRASSICA VEGETABLES

Summary

Brassica vegetables are well known as a source of health promoting compounds. Regular consumption of this vegetables can prevent cancer, but also assure homeostasis. They abound in micro and macro elements such as: magnesium, potassium, calcium, but also vitamins like vitamin C, K, and whole group of vitamin B. Brassica vegetables contain plenty of antioxidants and health promoting compound: glucosinolates, flavonoids and carotenoids.