

*Jolanta Wieczorek, Zbigniew Wieczorek<sup>1</sup>*

## CZEŚCI NADZIEMNE POPULARNYCH WARZYW JAKO ŹRÓDŁO KAROTENOIDÓW I CHLOROFILU W ŻYWNOŚCI

Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności  
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie  
Kierownik: prof. dr hab. *E. Gujska*

<sup>1</sup> Katedra Fizyki i Biofizyki Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie  
Kierownik: prof. dr hab. *Z. Wieczorek*

*Wyniki wielu badań potwierdzają chemoprewencyjne działanie pigmentów występujących w komórkach roślinnych. Podjęto próbę wskazania, które z roślin warzywnych mogą stanowić ich cenne źródło w diecie. W tym celu oznaczono zawartość chlorofilu a i b oraz karotenoidów w popularnych warzywach o jadalnej części nadziemnej. Cennym źródłem badanych składników okazały się pietruszka naciowa, koper ogrodowy, jarmuż oraz sałata głowiasta masłowa. W dyskusji ustosunkowano się do zawartości barwników w materiale biologicznym, a uzyskane wartości stężeń odniesiono do wielkości dawek chlorofilu w diecie człowieka o potencjalnym działaniu chemoprewencyjnym.*

Hasła kluczowe: chlorofil, karotenoidy, warzywa  
Key words: chlorophyll, carotenoids, vegetables

Przyciągające wzrok konsumentów barwy warzyw i owoców zależą od obecności pigmentów w komórce roślinnej. Na podstawie struktur chemicznych barwniki roślinne można zaklasyfikować do czterech rodzin: tetrapiroli (np. chlorofil), karotenoidów (np. karoten), polifenoli (np. antocyjany) i alkaloidów (np. betalainy) (1, 2). Badania epidemiologiczne wskazują, że konsumpcja warzyw wiąże się ze zmniejszeniem ryzyka wystąpienia niektórych nowotworów, chorób układu krążeniowo-naczyniowego, zaćmy i zwyrodnienia plamki żółtej (3, 4). Diety bogate w chlorofil, w przeprowadzonych badaniach modelowych, istotnie zmniejszają częstość występowania nowotworów wątroby i żołądka przy równoległej ekspozycji na związki rakotwórcze (5). W wielu pracach podkreślane jest także działanie chemoprewencyjne chlorofilu u ludzi (6, 7). Należy jednak zauważyć, że efekty chemoprewencyjnego działania chlorofilu stwierdzane są przy stosunkowo niskich dawkach kancerogenów w diecie i wysokiej dawce pobrania chlorofilu. Korzystne efekty obserwowane są także przy zastosowaniu diet zawierających 10% szpinaku (5).

Niestety w ostatnich latach obserwowane jest zmniejszanie się spożycia świeżej żywności, a wzrost spożycia żywności przetworzonej. Z kolei dostępne w obrocie detalicznym warzywa o jadalnych częściach nadziemnych charakteryzują się dużą zmiennością co do zawartości barwników i nie zawsze są ich bogatym źródłem w diecie (2).

Celem badań było określenie które z warzyw liściowych stanowią bogate źródło barwników: karotenoidów oraz chlorofilu *a* i *b* w diecie człowieka. Określono zawartość tych związków w częściach nadziemnych warzyw pochodzących z upraw wiosennych (maj–czerwiec), a także w roślinach dziko rosnących: mniszku lekarskim i pokrzywie zwyczajnej.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły części nadziemne następujących warzyw: trzech odmian sałaty głowiastej (masłowej, kruchej oraz „lollo rossa”), rukoli, roszoneki jadalnej, szpinaku, kopru ogrodowego, pietruszki zwyczajnej, jarmużu, kapusty pekińskiej, włoskiej i białej. Warzywa zakupiono w popularnych sieciach handlowych oraz pozyskano z upraw działkowych. Ze stanowisk naturalnych pochodziły liście pokrzywy zwyczajnej i mniszka lekarskiego.

Warzywa bezpośrednio po zakupieniu (bez przechowywania w warunkach chłodniczych) poddano analizie. Ekstrakcję chlorofilu i karotenoidów przeprowadzono za pomocą wodnego roztworu acetonu (80%, v/v). Po odwirowaniu, pigmenty w ekstraktach oznaczono spektrofotometrycznie za pomocą aparatu Cary 300 firmy Varian. Stężenia chlorofilu *a* i *b* oraz karotenoidów obliczono według wzorów zaproponowanych przez *Porra* i współprac. (8) oraz *Wellburn* (9).

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Chlorofile *a* i *b* to główne barwniki fotosyntetyczne roślin nasiennych. Wraz z karotenoidami wchodzi w skład fotosystemów. Stosunek ilościowy chlorofilu *a* do *b* wynosi najczęściej około 3:1. Jego zmienność zależy od światłolubności, siedliska i wieku roślin. Po obliczeniu stosunku stężeń chlorofilu *a* do *b* jego wartość w przybliżeniu również wynosiła około 3, choć nieco wyższą stwierdzono dla sałaty masłowej – 4. Może być to cechą odmianową lub zależeć od warunków uprawy (np. w gruncie).

Tabela 1. Zawartość barwników fotosyntetycznych w warzywach i roślinach dziko rosnących.

Table 1. Concentrations of photosynthetic pigments in vegetables and edible wild plants.

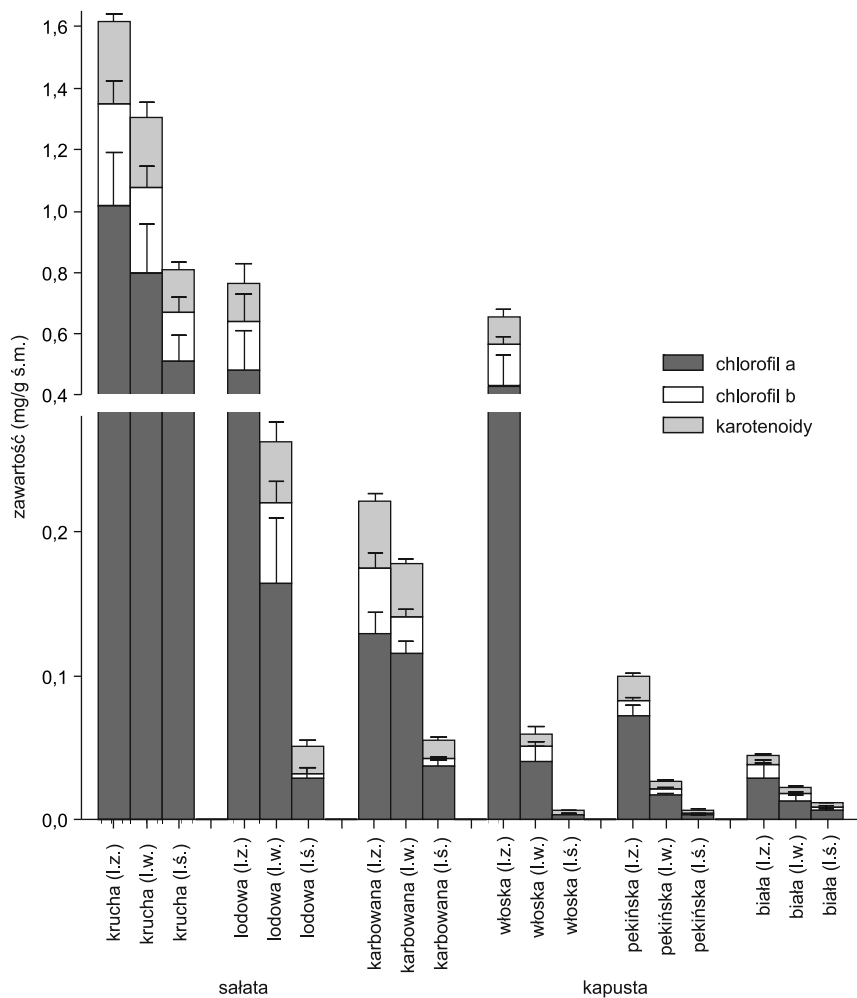
Część nadziemna warzywa /rośliny dziko rosnącej	N	Chlorofil <i>a</i> mg/g ś.m.	Chlorofil <i>b</i> mg/g ś.m.	Karotenoidy mg/g ś.m.
Sałata masłowa	15	0,83 ± 0,23	0,204 ± 0,057	0,209 ± 0,040
Sałata „lollo rosa”	4	0,613 ± 0,043	0,266 ± 0,049	0,220 ± 0,050
Rokietta siewna (rukola)	5	0,56 ± 0,10	0,176 ± 0,027	0,155 ± 0,026
Roszoneka jadalna	4	0,79 ± 0,11	0,195 ± 0,018	0,185 ± 0,016
Koper ogrodowy	4	1,463 ± 0,018	0,383 ± 0,006	0,254 ± 0,008
Pietruszka naciowa	4	1,88 ± 0,25	0,561 ± 0,062	0,306 ± 0,039
Natka pietruszki	4	0,63 ± 0,33	0,23 ± 0,11	0,139 ± 0,046

Tabela 1. cd.

Część nadziemna warzywa /rośliny dziko rosnącej	N	Chlorofil <i>a</i> mg/g ś.m.	Chlorofil <i>b</i> mg/g ś.m.	Karotenoidy mg/g ś.m.
Szpinak zwyczajny	8	0,69 ± 0,15	0,219 ± 0,054	0,159 ± 0,019
Jarmuż	4	0,99 ± 0,23	0,362 ± 0,067	0,187 ± 0,032
Mieszanka z rukolą i roszponką	4	0,089 ± 0,026	0,032 ± 0,008	0,023 ± 0,005
Mieszanka z rukolą	4	0,035 ± 0,010	0,0147 ± 0,0047	0,0315 ± 0,0033
Mieszanka z roszponką	4	0,0530 ± 0,0015	0,0193 ± 0,0017	0,0239 ± 0,0036
Mieszanka Mioorto1	4	0,0188 ± 0,0039	0,0069 ± 0,0011	0,0051 ± 0,0006
Mieszanka Mioorto2	4	0,0077 ± 0,0013	0,0030 ± 0,0006	0,0038 ± 0,0012
Mniszek lekarski	5	1,31 ± 0,11	0,363 ± 0,029	0,267 ± 0,017
Pokrzywa zwyczajna	5	2,14 ± 0,21	0,620 ± 0,072	0,539 ± 0,043

Najwyższe sumaryczne stężenia (> 1 mg/g ś.m.) chlorofilu *a* i *b* stwierdzono w częściach nadziemnych (liściach) takich warzyw jak: pietruszka naciowa, koper ogrodowy, jarmuż oraz sałata głowiasta masłowa (tab. I). Znacznie słabszym źródłem zielonych barwników okazały się liście sałaty lodowej i karbowanej (ryc. 1). Na rycinie 1 dodatkowo pokazano jak kształtuje się rozkład stężeń barwników fotosyntetycznych w częściach nadziemnych roślin użytkowych, tworzących ulistnione skrócone pędy tzw. głowy. Zawartość chlorofilu *a* zmniejsza się w liściach wewnętrznych oraz położonych tuż przy osi pędu w sałacie kruchej Kinga odpowiednio do 83 i 27%, w sałacie karbowanej do 90 i 29%, przy odniesieniu do zawartości chlorofilu *a* w liściach zewnętrznych (dolnych). Największe różnice w zawartości tego barwnika stwierdzane były w sałacie lodowej – do 34 i 6%, w porównaniu do liści zewnętrznych. Mniejszej zawartości chlorofilu *a* w wewnętrznych liściach towarzyszyła mniejsza zawartość karotenoidów (ryc. 1). Na sałatę lodową jako jedno z uboższych źródeł chlorofilu i karotenoidów w grupie warzyw liściowych wskazali *Michalczyk* i *Macura* (10). Podobny charakter zmian w zawartości chlorofilu oraz karotenoidów obserwowano w liściach kapusty (ryc. 1). Kapusta biała i pekińska, okazały się bardzo ubogim źródłem barwników zielonych i karotenoidów, podobnie jak przyrządzane z nich surówki (10). Zakładając średnie dzienne spożycie warzyw kapustnych i przetworów na poziomie 20 g, to pobranie karotenoidów ogółem np. z białą kapustą jest niewielkie i nie przekracza 0,1 mg.

Analizowane rośliny dziko rosnące wyróżniały się wysoką zawartością pigmentów fotosyntetycznych. Spośród warzyw zbliżone poziomy stężenie stwierdzono jedynie w liściach pietruszki i kopru. Porównując poziomy stężenie barwników fotosyntetycznych występujących w warzywach liściowych należy stwierdzić, że gotowe mieszanki sałat głowiastych z dodatkami np. rukoli czy roszponki okazują się być ubogim źródłem tych pigmentów.



Ryc. 1. Profil stężeń barwników fotosyntetycznych w liściach tworzących główkę sałaty i kapusty z podziałem na liście: zewnętrzne (l.z.), wewnętrzne (l.w.), liście przy osi pędu (l.s.).

Fig. 1. Photosynthetic pigment profiles of leaves forming lettuce and cabbage heads, including outer leaves (o.l.), inner leaves (i.l.) and leaves situated along the axis of the stem (s.l.).

## WNIOSKI

1. Tylko zewnętrzne liście warzyw tworzących formy głowiaste są bogatym źródłem chlorofilu i karotenoidów.
2. Wśród warzyw najwięcej barwników fotosyntetycznych zawierają liście pietruszki i kopru, ale ich stosunkowo bogatym źródłem okazała się także sałata głowiasta masłowa.
3. Uzyskanie potencjalnego efektu chemoprewencyjnego wymagałoby wielokrotnego zwiększenia ilości spożywanych warzyw.

J. Wieczorek, Z. Wieczorek

## THE ABOVEGROUND PARTS OF COMMON VEGETABLES AS A SOURCE OF DIETARY CAROTENOIDS AND CHLOROPHYLL

## Summary

The objective of this study was to determine the content of photosynthetic pigments in the aboveground parts of vegetables sown/planted in spring (May – June), including the profile of their concentrations in leafy vegetables forming heads. Two edible wild plants, the common dandelion and the common nettle, were also analyzed in the study. The highest total concentrations (> 1 mg/g) of chlorophyll *a* and chlorophyll *b* were noted in the aboveground parts (leaves) of the following vegetables: leaf parsley – 2.44 mg/g fresh weight, dill – 1.85 mg/g fresh weight, kale – 1.35 mg/g fresh weight and butterhead lettuce – 1.04 mg/g fresh weight. The leaves of iceberg lettuce were found to be a poor source of chlorophyll and carotenoids. In leafy vegetables forming heads, chlorophyll *a* content was lower in inner leaves and in leaves situated along the axis of the stem. Differences in the concentrations of chlorophyll and carotenoids were very high, reaching several percent of the values noted in outer/bottom leaves (assumed to be 100%). In inner leaves, lower chlorophyll *a* content was accompanied by lower carotenoid content.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Schoefs B.*: Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. *Trends Food Sci. Tech.*, 2002; 13: 361-371. – 2. *Schoefs B.*: Determination of pigments in vegetables. *J. Chromatogr. A*, 2004; 1054: 217-226. – 3. *Koushik A., Hunter D. J., Spiegelman D., Beeson W. L., Van den Brandt P. A., Buring J. E., Calle E. E., Cho E., Fraser G. E., Freudenheim J. L., Fuchs C. S., Giovannucci E. L., Goldbohm R. A., Harnack L., Jacobs Jr D. R., Kato I., Krogh V., Larsson S. C., Leitzmann M. F., Marshall J. R., McCullough M. L., Miller A. B., Pietinen P., Rohan T. E., Schatzkin A., Sieri S., Virtanen M. J., Wolk A., Zeleniuch-Jacquotte A., Zhang S. M., Smith-Warner S. A.*: Fruits, Vegetables, and Colon Cancer Risk in a Pooled Analysis of 14 Cohort Studies. *J. Natl. Cancer Inst.*, 2007; 99: 1471-1483. – 4. *Jung W. S., Chung I. M., Kim S. H., Kim M. Y., Ahmad A., Praveen N.*: In vitro antioxidant activity, total phenolics and flavonoids from celery (*Apium graveolens*) leaves. *J. Med. Plants Res.*, 2011; 5(32): 7022-7030. – 5. *McQuistan T. J., Simonich M. T., Pratt M. M., Pereira C. B., Hendricks J. D., Dashwood R. H., Williams D. E., Bailey G. S.*: Cancer chemoprevention by dietary chlorophylls: A 12,000-animal dose-dose matrix biomarker and tumour study. *Food Chem. Toxicol.*, 2012; 50 (2): 341-352. – 6. *Pietrzak M., Halicka H.D., Wieczorek Z., Wieczorek J., Darżynkiewicz Z.*: Attenuation of acridine mutagen ICR-191-DNA interactions and DNA damage by the mutagen interceptor chlorophyllin. *Biophys. Chem.*, 2008; 135: 69-75. – 7. *Jubert C., Mata J., Bench G., Dashwood R., Pereira C., Tracewell W., Turteltaub K., Williams D., Bailey G.*: Effects of chlorophyll and chlorophyllin on low-dose aflatoxin B(1) pharmacokinetics in human volunteers. *Cancer Prev. Res. (Phila)*, 2009; 2: 1015-1022. – 8. *Porra R. J., Thompson W. A., Kriedemann P.E.*: Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls *a* and *b* extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. *BBA*, 1989; 975: 384-394. – 9. *Wellburn A. R.*: The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as resolutions. *J. Plant Physiol.*, 1994; 144: 307-313. – 10. *Michalczyk M., Macura R.*: Wpływ warunków przechowywania na jakość wybranych, dostępnych w obrocie handlowym, mało przetworzonych produktów warzywnych. *ŻYWNÓŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008; 3 (58): 96-107.