

## OCENA SPOŻYCIA $\beta$ -KAROTENU, LIKOPENU I LUTEINY W WYBRANEJ GRUPIE OSÓB DOROSŁYCH

### THE ASSESSMENT OF $\beta$ -CAROTENE, LYCOPENE AND LUTEIN INTAKE BY SELECTED GROUP OF ADULTS

Jadwiga Hamulka, Agata Wawrzyniak, Agnieszka Sulich

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Słowa kluczowe:**  $\beta$ -karoten, likopen, luteina, spożycie, osoby dorosłe

**Key words:**  $\beta$ -carotene, lycopene, lutein, intake, adults

#### STRESZCZENIE

**Wprowadzenie.** Karotenoidy jako związki biologicznie czynne, występujące w produktach pochodzenia roślinnego, wpływają korzystnie na zdrowie człowieka chroniąc go przed rozwojem wielu chorób. Ludzie i zwierzęta nie posiadają zdolności syntetyzowania tych związków *de novo*, dlatego też muszą być one dostarczane systematycznie wraz z pożywieniem.

**Cel badania.** Celem pracy była ocena spożycia wybranych karotenoidów oraz wskazanie głównych ich źródeł w całodziennej racji pokarmowej osób dorosłych.

**Material i Metoda.** Badania przeprowadzono w sezonie jesienno-wiosennym, w latach 2010-2011, wśród 512 osób dorosłych, w wieku 18-97 lat, ze środowiska miejskiego z centralnej Polski. Do oceny spożycia karotenoidów z żywnością zastosowano metodę częstotliwości spożycia wybranych produktów.

**Wyniki.** Średnie dzienne spożycie  $\beta$ -karotenu, likopenu i luteiny wynosiło odpowiednio 6,3; 7,0 i 2,7 mg na osobę. Osoby o wyższym wykształceniu spożywały istotnie więcej wszystkich ocenianych karotenoidów w stosunku do osób o wykształceniu podstawowym. Stwierdzono również istotnie statystycznie wyższe, spożycie  $\beta$ -karotenu przez kobiety oraz wyższe spożycie likopenu przez osoby ze stwierdzoną nadwagą lub otyłością. Głównymi źródłami  $\beta$ -karotenu w diecie respondentów były warzywa świeże (62%), w tym marchew (37%). Największych ilości likopenu dostarczały przetwory pomidorowe (50%) oraz pomidory świeże (32%). W przypadku luteiny ponad 80% tego związku pochodziło z warzyw ogółem, w tym ponad 55% z warzyw świeżych.

**Wnioski.** Głównym źródłem karotenoidów w diecie osób dorosłych były warzywa i ich przetwory, a czynnikiem najbardziej różnicującym wielkość ich spożycia okazało się wykształcenie respondentów.

#### ABSTRACT

**Background.** Carotenoids as biologically active compounds, found in products of plant origin, have a beneficial impact on human health by protecting it against the development of many diseases. People and animals do not have the ability to synthesize these compounds *de novo*, they must be regularly supplied with food.

**Objective.** The aim of this study was to evaluate intake of selected carotenoids and indicate their main sources in the daily food ration in adults.

**Material and method.** The study was conducted in autumn and spring season, in 2010-2011, among 512 adults, aged 18-97 years, from the urban environment of the central Poland. Food frequency questionnaire method was used to assess the intake of carotenoids.

**Results.** The mean intake of  $\beta$ -carotene, lycopene and lutein was respectively 6.3; 7.0 and 2.7 mg/person/day. Level of education was a factor which significantly influenced on all carotenoids intake. Persons with higher level of education consumed significantly higher amounts of carotenoids in relation to persons with primary level of education. It was also found statistically significantly higher  $\beta$ -carotene intake by women when compared to men. Persons with evidence of overweight or obesity consumed significantly more lycopene. The main sources of  $\beta$ -carotene were fresh vegetables (62%), including carrot (37%). The largest amounts of lycopene came from processed tomato (50%) and fresh tomatoes (32%). Sources of lutein were total vegetables which contributed to diet over 80%, including fresh vegetables (55%).

**Conclusions.** The main source of carotenoids in the diet of Polish adults were vegetables and their products, and the level of education was the most differentiating factor in the their total intake.

**Adres do korespondencji:** Jadwiga Hamulka, Zakład Oceny Żywności, Katedra Żywności Człowieka, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159c, tel. +48 22 5937 112, fax +48 22 5937 132, e-mail: [jadwiga\\_hamulka@sggw.pl](mailto:jadwiga_hamulka@sggw.pl)

## WSTĘP

Karotenoidy należą do grupy naturalnych barwników syntetyzowanych przez rośliny, oraz niektóre mikroorganizmy. Ludzie, podobnie jak zwierzęta, nie posiadają zdolności wytwarzania tych związków *de novo*, stąd też głównym ich źródłem jest żywność pochodzenia roślinnego. Poza nadawaniem barwy karotenoidy, jako związki biologicznie aktywne, pełnią szereg istotnych funkcji, m.in. posiadają one zdolność wygaszania reaktywnych form tlenu, foto-ochrony przed szkodliwym promieniowaniem, a niektóre z nich, takie jak:  $\beta$ ,  $\alpha$ , i  $\gamma$ -karoten oraz  $\beta$ -kryptoksantina ulegają przekształceniu do witaminy A. Karotenoidy mogą również korzystnie wpływać na funkcje organizmu poprzez modulacje ekspresji genów, regulacje komunikacji międzykomórkowej oraz modulacje hormonalne i immunologiczne [1, 5, 6, 10, 14, 16]. Liczne badania dowodzą, że wysokie spożycie tych związków koreluje z niższym ryzykiem występowania niektórych rodzajów nowotworów, chorób oczu (zwyrodnienie plamki żółtej, katarakta), chorób układu krążenia czy mniejszym narażeniem na poparzenia słoneczne [1, 5, 10, 13, 14]. *Beta*-karoten, likopen i luteina należą do najważniejszych i najczęściej występujących karotenoidów we krwi oraz tkankach ludzi [1, 3 - 5, 12, 16, 19].

Ze względu na fakt, iż nadal niewiele jest badań oceniających spożycie tych związków w populacji polskiej podjęto niniejszą pracę mającą na celu ocenę spożycia *beta*-karotenu, likopenu i luteiny oraz wskazanie głównych ich źródeł w całodziennych racjach pokarmowych osób dorosłych.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2010-2011, w sezonie jesienno-wiosennym, wśród 512 osób dorosłych, pochodzących ze środowiska miejskiego z centralnej Polski. Wiek respondentów mieścił się w szerokim zakresie od 18 do 97 lat. Oceny spożycia  $\beta$ -karotenu, likopenu i luteiny dokonano przy pomocy metody częstotliwości spożycia wybranych produktów spożywczych będących źródłem ww. karotenoidów. Do oceny wielkości spożywanych porcji produktów i potraw zastosowano „Album fotografii produktów i potraw” [15]. Na podstawie uzyskanych danych oraz wyników badań uwzględniających zawartości wybranych karotenoidów w produktach krajowych [6, 11] obliczono średnie dzienne spożycie  $\beta$ -karotenu, likopenu oraz luteiny. Osoby badane poproszone zostały również o wypełnienie ankiety zawierającej pytania dotyczące: płci, wieku, wzrostu, masy ciała, miejsca zamieszkania oraz wykształcenia. Informacje dotyczące

masy ciała i wzrostu wykorzystano do obliczenia wskaźnika masy ciała BMI (*Body Mass Index*), zaś kryterium jego podziału ustalono na podstawie danych WHO [20]. Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu komputerowego STATISTICA ver. 9. Do oceny istotności różnic w spożyciu  $\beta$ -karotenu, likopenu i luteiny w zależności od czynników socjodemograficznych uwzględnionych w ankiecie, wykorzystano testy nieparametryczne: *U-Manna Whitneya* dla dwóch grup zmiennych oraz *Kruskala-Wallis* dla więcej niż dwóch grup zmiennych. Normalność rozkładów zanalizowano przy użyciu testu *Shapiro-Wilka*. We wszystkich obliczeniach przyjęto poziom istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI

W badanej grupie kobiety stanowiły 51%, natomiast mężczyźni 49% populacji. Uczestników badania zakwalifikowano do trzech przedziałów wiekowych. Osoby do 30 roku życia stanowiły 37% populacji, natomiast osoby w przedziałach wiekowych 30–49 lat oraz powyżej 50 lat stanowiły, odpowiednio 32% i 31%. Biorąc pod uwagę miejsce zamieszkania stwierdzono, że ponad połowa respondentów pochodziła z miast powyżej 100 tysięcy mieszkańców, natomiast 43% badanych z miast poniżej 100 tysięcy mieszkańców. Analizując stopień wykształcenia badanych stwierdzono, że wykształcenie średnie i wyższe posiadało, odpowiednio 44% i 41%, natomiast wykształcenie podstawowe 15% respondentów. Średnia wartość wskaźnika masy ciała BMI mieściła się w normie i wynosiła 24,8 kg/m<sup>2</sup>, przy czym u 8% badanych stwierdzono niedowagę (BMI<20), natomiast aż u 43% nadwagę i otyłość (BMI>25), w tym u 49 osób (9,6%) stwierdzono otyłość (BMI>30).

Średnie spożycie  $\beta$ -karotenu, likopenu i luteiny w badanej populacji osób dorosłych ze środowiska miejskiego wyniosło odpowiednio 6,3; 7,0 i 2,7 mg/osobę/dzień (tab. 1). Uwzględniając płeć respondentów spożycie  $\beta$ -karotenu (różnica istotna statystycznie) i luteiny było wyższe u kobiet odpowiednio o 16% i 11%, natomiast spożycie likopenu było nieznacznie wyższe u mężczyzn, średnio o 5% (7,2 mg/osobę/dzień vs. 6,8 mg/osobę/dzień). Różnice te wynikały z większego spożycia przez kobiety warzyw świeżych, natomiast przetworów warzywnych (pomidorowych) wśród mężczyzn. Wiek respondentów nie był czynnikiem wpływającym istotnie statystycznie na wielkość spożycia badanych karotenoidów, przy czym najwyższe spożycie tych związków odnotowano u osób powyżej 50 roku życia. Najmniej  $\beta$ -karotenu i luteiny spożywały osoby w średnim wieku, odpowiednio 5,7 i 2,4 mg/osobę/dzień, natomiast likopenu osoby w najmłodszej grupie wiekowej. Biorąc pod uwagę miejsce zamieszkania badanych osób nie zauważono znaczących różnic

Tabela 1. Wpływ wybranych czynników socjodemograficznych na spożycie  $\beta$ -karotenu, likopenu i luteiny  
The influence of selected demographic factors on  $\beta$ -carotene, lycopene and lutein intake

Wyszczególnienie	Spożycie (mg/dzień)		
	$\beta$ -karoten	likopen	luteina
Ogółem (n = 512)	6,25 $\pm$ 5,08 <sup>1)</sup> 4,85 <sup>2)</sup> 0,06 – 33,02 <sup>3)</sup>	6,97 $\pm$ 5,53 5,19 0,00 – 26,64	2,66 $\pm$ 2,65 1,64 0,05 – 14,46
Płeć:			
kobiety (n = 259)	6,70 $\pm$ 5,13 5,21 0,15 – 27,25	6,79 $\pm$ 5,77 4,83 0,00 – 26,64	2,80 $\pm$ 2,68 1,73 0,05 – 13,63
mężczyźni (n = 253)	5,80 $\pm$ 4,99 4,49 0,06 – 33,02	7,16 $\pm$ 5,28 5,89 0,07 – 25,45	2,52 $\pm$ 2,60 1,55 0,20 – 14,46
p*	0,02***	NS	NS
Wiek:			
18 – 29 lat (n = 191)	6,35 $\pm$ 4,90 5,15 0,20 – 33,02	6,67 $\pm$ 5,06 5,20 0,00 – 24,66	2,72 $\pm$ 2,42 1,80 0,20 – 13,63
30 – 49 lat (n = 161)	5,67 $\pm$ 4,81 4,16 0,15 – 24,45	6,78 $\pm$ 5,72 4,83 0,07 – 25,41	2,38 $\pm$ 2,30 1,50 0,05 – 13,15
$\geq$ 50 (n = 160)	6,72 $\pm$ 5,51 4,93 0,06 – 27,25	7,53 $\pm$ 5,86 6,52 0,27 – 26,64	2,87 $\pm$ 3,16 1,56 0,25 – 14,46
p**	NS	NS	NS
Miejsce zamieszkania:			
miasto < 100 tys. (n = 220)	6,13 $\pm$ 5,28 4,40 0,06 – 33,02	6,69 $\pm$ 5,31 4,93 0,09 – 25,47	2,55 $\pm$ 2,34 1,62 0,05 – 13,15
miasto > 100 tys. (n = 292)	6,35 $\pm$ 4,93 5,14 0,27 – 24,71	7,19 $\pm$ 5,70 5,31 0,00 – 26,64	2,75 $\pm$ 2,85 1,67 0,23 – 14,46
p*	NS	NS	NS
Wykształcenie:			
podstawowe (n = 77)	4,71 $\pm$ 4,92 <sup>a</sup> 3,16 0,06 – 27,25	5,15 $\pm$ 3,91 <sup>a</sup> 4,02 0,36 – 20,08	2,23 $\pm$ 2,49 <sup>a</sup> 1,23 0,25 – 10,99
średnie (n = 223)	6,92 $\pm$ 4,79 <sup>b</sup> 4,69 0,25 – 24,71	7,04 $\pm$ 5,87 <sup>b</sup> 4,92 0,00 – 26,64	2,60 $\pm$ 2,84 <sup>ab</sup> 1,51 0,23 – 14,46
wyższe (n = 212)	6,87 $\pm$ 5,39 <sup>b</sup> 5,45 0,15 – 33,02	7,29 $\pm$ 5,59 <sup>b</sup> 5,62 0,07 – 25,47	2,75 $\pm$ 2,49 <sup>b</sup> 1,95 0,05 – 13,63
p**	0,0004***	0,03***	0,03***
BMI (kg/m <sup>2</sup> ):			
< 20 (n = 42)	6,43 $\pm$ 4,50 5,70 0,69 – 19,25	6,18 $\pm$ 5,49 <sup>a</sup> 4,57 0,68 – 26,64	2,87 $\pm$ 2,77 2,22 0,48 – 10,99
20 – 25 (n = 249)	6,11 $\pm$ 5,29 4,56 0,15 – 33,02	6,27 $\pm$ 5,20 <sup>a</sup> 4,50 0,00 – 24,72	2,73 $\pm$ 2,93 1,57 0,25 – 14,46
> 25 (n = 221)	6,38 $\pm$ 4,95 4,85 0,06 – 27,25	7,91 $\pm$ 5,79 <sup>b</sup> 6,80 0,07 – 25,47	2,54 $\pm$ 2,26 1,68 0,05 – 12,29
p**	NS	0,02***	NS

<sup>1)</sup> średnia  $\pm$  odchylenie standardowe; <sup>2)</sup> mediana; <sup>3)</sup> zakres;

\* Wynik testu *U-Manna-Whitneya*;

\*\* wynik testu *Kruskala-Wallis*

\*\*\* różnice istotne statystycznie ( $p \leq 0,05$ );

NS - różnice nie istotne statystycznie ( $p > 0,05$ )

Wyniki oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie

w spożyciu analizowanych karotenoidów, przy czym nieco wyższe spożycie tych związków stwierdzono wśród mieszkańców dużych miast (powyżej 100 tys. mieszkańców). Czynnikiem istotnie różnicującym spożycie ocenianych związków było wykształcenie. Osoby z wyższym wykształceniem spożywały znacznie większe ilości  $\beta$ -karotenu, likopenu i luteiny w porównaniu do osób posiadających wykształcenie podstawowe, odpowiednio o ok. 46%, 42% i 23%. Różnice te prawdopodobnie wynikały z większej świadomości żywieniowej tych osób oraz ich lepszej sytuacji finansowej. Analizując wpływ wartości wskaźnika BMI na spożycie badanych związków, stwierdzono istotnie statystycznie większe spożycie likopenu wśród osób charakteryzujących się wskaźnikiem BMI > 25 kg/m<sup>2</sup>, w stosunku do osób o prawidłowej masie ciała (o 26%) oraz osób z niedowagą (o 28%). Spożycie  $\beta$ -karotenu i luteiny było natomiast największe wśród osób charakteryzujących się BMI < 20 kg/m<sup>2</sup> i wynosiło odpowiednio 6,4 oraz 2,9 mg na dzień. Wartości te jednak nie różniły się istotnie statystycznie w porównaniu z wynikami uzyskanymi dla osób zakwalifikowanych do pozostałych przedziałów wskaźnika BMI.

Biorąc pod uwagę główne źródła w dostarczaniu karotenoidów z pożywieniem, w przypadku  $\beta$ -karotenu stwierdzono, że ponad 60% tego związku pochodziło z warzyw świeżych, w tym około 37% z marchwi (tab. 2). Z warzyw mrożonych, przetworów warzywnych oraz soków warzywno-owocowych pochodziło, odpowiednio 18%, 7% i 12%  $\beta$ -karotenu, przy czym sam sok marchwiowy dostarczał ok. 10% badanego związku. Pozostałe produkty wносиły niewielkie ilości  $\beta$ -karotenu (<1%). Uwzględniając płeć respondentów odnotowano istotnie statystycznie wyższy o 22% udział warzyw świeżych ogółem, w tym marchwi, w dostarczaniu  $\beta$ -karotenu do diety kobiet w stosunku do mężczyzn.

Połowa ilości likopenu spożytego przez respondentów pochodziła z przetworów pomidorowe, z których najistotniejszym źródłem były sosy i przeciery pomidorowe (21%) oraz zupy pomidorowe (13%) (tab. 3). Ważnym źródłem okazały się także świeże pomidory, które dostarczył ponad 30% tego związku. Najmniejsza ilość tego karotenoidu pochodziła z owoców świeżych (3%). Biorąc pod uwagę płeć respondentów odnotowano istotnie statystycznie wyższe (o 11%) spożycie likopenu pochodzącego z przetworów warzywnych, w tym z ketchupu, w grupie mężczyzn w stosunku do kobiet.

Najbardziej istotnymi źródłami luteiny w całodziennych racjach pokarmowych respondentów były warzywa ogółem - świeże i mrożone (77%) (tab. 4). Z warzyw świeżych, liściastych oraz warzyw świeżych pozostałych pochodziło, odpowiednio 24% i 15% tego związku. Mniejszy udział w dostarczaniu luteiny miały jaja (8%), przetwory warzywne konserwowe (6%) oraz przetwory zbożowe (6%). Z soków owocowo-warzywnych

Tabela 2. Udział poszczególnych grup produktów spożywczych w dostarczaniu  $\beta$ -karotenu  
Contribution of selected groups of products in supply of  $\beta$ -carotene

Produkty	Spożycie $\beta$ -karotenu						p*
	ogółem (n=512)		kobiety (n=259)		mężczyźni (n=253)		
	mg/dzień	%	mg/dzień	%	mg/dzień	%	
Warzywa świeże, w tym:	3,86 ± 3,36 <sup>1)</sup>		4,24 ± 3,36		3,48 ± 3,32		0,003**
	2,86 <sup>2)</sup>	61,8	3,38	63,3	2,51	60,0	
	0,00 – 20,86 <sup>3)</sup>		0,04 – 15,13		0,00 – 20,86		
- marchew	2,30 ± 2,63		2,58 ± 2,70		2,01 ± 2,52		0,004**
	1,39	36,8	1,99	38,5	0,99	34,7	
	0,00 – 13,91		0,00 – 13,88		0,00 – 11,93		
Warzywa mrożone	1,12 ± 2,11		1,15 ± 2,04		1,08 ± 2,17		NS
	0,00	17,9	0,07	17,2	0,00	18,6	
	0,00 – 17,89		0,00 – 13,88		0,00 – 17,89		
Przetwory warzywne	0,45 ± 0,49		0,42 ± 0,45		0,48 ± 0,54		NS
	0,34	7,2	0,34	6,3	0,34	8,3	
	0,00 – 2,96		0,00 – 2,38		0,00 – 2,96		
Owoce	0,02 ± 0,09		0,03 ± 0,12		0,01 ± 0,05		NS
	0,00	0,3	0,00	0,4	0,00	0,2	
	0,00 – 1,40		0,00 – 1,40		0,00 – 0,41		
Soki owocowo-warzywne, w tym:	0,73 ± 1,63		0,80 ± 1,66		0,67 ± 1,60		NS
	0,07	11,7	0,07	11,9	0,08	11,6	
	0,00 – 15,77		0,00 – 15,77		0,00 – 14,01		
- sok marchwiowy	0,60 ± 1,59		0,67 ± 1,63		0,52 ± 1,56		NS
	0,00	9,6	0,00	10,0	0,00	9,0	
	0,00 – 15,65		0,00 – 15,65		0,00 – 13,91		
Przetwory zbożowe	0,02 ± 0,03		0,02 ± 0,03		0,02 ± 0,03		NS
	0,01	0,3	0,01	0,3	0,01	0,3	
	0,00 – 0,31		0,00 – 0,31		0,00 – 0,18		
Produkty pochodzenia zwierzęcego	0,05 ± 0,07		0,04 ± 0,06		0,06 ± 0,07		0,003**
	0,04	0,8	0,03	0,6	0,04	1,0	
	0,00 – 0,63		0,00 – 0,63		0,00 – 0,63		
Ogółem	6,25 ± 5,08	100	6,70 ± 5,13	100	5,80 ± 4,99	100	0,02**

<sup>1)</sup> średnia ± odchylenie standardowe; <sup>2)</sup> mediana; <sup>3)</sup> zakres;

\*\* Wynik testu *U-Manna Whitney*;

\*różnice istotne statystycznie ( $p \leq 0,05$ ); NS - różnice nie istotne statystycznie ( $p > 0,05$ )

nych pochodziło około 3% luteiny. Analiza statystyczna uzyskanych wyników wykazała, że mężczyźni spożywali istotnie więcej luteiny pochodzącej z jaj, ziemniaków i przetworów zbożowych, odpowiednio o 67%, 33% i 20% w porównaniu do kobiet. Kobiety natomiast spożywały istotnie większe ilości tego związku pochodzące ze świeżych warzyw zielonych oraz świeżych warzyw pozostałych, odpowiednio o 38% i 29%.

## DYSKUSJA

Dane uzyskane na podstawie przeprowadzonego badania pozwoliły ocenić spożycie wybranych karotenoidów, jak również wskazać ich główne źródła w całodziennych racjach pokarmowych badanych osób ze środowiska miejskiego. Średnie dzienne spożycie  $\beta$ -karotenu, likopenu oraz luteiny ogółem oszacowano na poziomie, odpowiednio 6,3; 7,0 oraz 2,7 mg na osobę. Spożycie  $\beta$ -karotenu oszacowane w badaniu własnym okazało się wyższe w stosunku do wyników innych badań przeprowadzonych, m.in. w Polsce,

Ameryce czy Kostaryce, w których średnia zawartość tego związku w racjach pokarmowych osób badanych wynosiła od 2,5 do 5,4 mg/osobę/dzień [4, 12, 17, 19]. Kobiety spożywały średnio istotnie statystycznie większą ilość  $\beta$ -karotenu niż mężczyźni (6,7 vs. 5,8 mg/osobę/dzień). Podobne wyniki uzyskali *Mitmesser* i wsp. [12], w badaniach przeprowadzonych wśród 58 zdrowych osób w dwóch grupach wiekowych: 19-24 lat i 25-50 lat. Zarówno kobiety młodsze, jak i starsze spożywały więcej  $\beta$ -karotenu niż mężczyźni, odpowiednio o 33% i 64% (3,2 vs. 2,4 mg/osobę/dzień i 4,1 vs. 2,5 mg/osobę/dzień). Biorąc pod uwagę główne źródła  $\beta$ -karotenu w diecie osób badanych największe znaczenie miały warzywa świeże, w tym marchew (62%) oraz warzywa mrożone (18%). Badania przeprowadzone w Polsce, wśród 130 studentek różnych wydziałów SGGW wykazały, że 90% spożywanego  $\beta$ -karotenu pochodziło z warzyw, w tym ponad połowa z marchwi [17]. Natomiast w badaniach amerykańskich „*The Nurses' Health Study*” przeprowadzonych wśród pielęgniarek, w wieku 30–55 lat, oszacowano, że naj-

Tabela 3. Udział poszczególnych grup produktów spożywczych w dostarczaniu likopenu  
Contribution of selected groups of products in supply of lycopene

Produkty	Spożycie likopenu						p*
	ogółem (n=512)		kobiety (n=259)		mężczyźni (n=253)		
	mg/dzień	%	mg/dzień	%	mg/dzień	%	
Pomidory	2,20 ± 1,99 <sup>1)</sup> 1,79 <sup>2)</sup> 0,00–13,96 <sup>3)</sup>	31,6	2,22 ± 2,01 1,79 0,00 – 13,03	32,7	2,18 ± 1,97 1,79 0,00 – 13,96	30,5	NS
Przetwory pomidorowe, w tym:	3,45 ± 4,16 2,11 0,00 – 24,69	49,5	3,27 ± 4,36 1,81 0,00 – 24,69	48,2	3,64 ± 3,94 2,28 0,00 – 24,11	50,8	0,05**
- koncentrat pomidorowy	0,63 ± 1,92 0,00 0,00 – 18,27	9,0	0,60 ± 1,77 0,00 0,00 – 18,27	8,8	0,66 ± 2,05 0,00 0,00 – 15,55	9,2	NS
- ketchup	0,43 ± 0,70 0,11 0,00 – 5,56	6,2	0,31 ± 0,54 0,00 0,00 – 4,00	4,6	0,54 ± 0,81 0,22 0,00 – 5,56	7,5	0,001**
- sosy i przeciery pomidorowe	1,48 ± 3,23 0,00 0,00 – 24,69	21,2	1,54 ± 3,51 0,00 0,00 – 24,69	22,7	1,42 ± 2,93 0,00 0,00 – 24,11	19,8	NS
- zupy pomidorowe	0,91 ± 1,54 0,00 0,00 – 12,52	13,1	0,81 ± 1,09 0,38 0,00 – 6,26	11,9	1,02 ± 1,89 0,00 0,00 – 12,52	14,3	NS
Owoce	0,18 ± 1,23 0,00 0,00 – 22,68	2,6	0,26 ± 1,63 0,00 0,00 – 22,68	3,8	0,10 ± 0,58 0,00 0,00 – 16,22	1,4	NS
Soki owocowo – warzywne, w tym:	1,14 ± 2,62 0,00 0,00 – 17,63	16,4	1,04 ± 2,54 0,00 0,00 – 17,63	15,3	1,24 ± 2,70 0,00 0,00 – 16,22	17,3	NS
- sok pomidorowy	0,98 ± 2,51 0,00 0,00 – 17,63	14,1	0,89 ± 2,42 0,00 0,00 – 17,63	13,1	1,07 ± 2,61 0,00 0,00 – 16,22	14,9	NS
<b>Ogółem</b>	6,97 ± 5,53	100	6,79 ± 5,77	100	7,16 ± 5,28	100	NS

<sup>1)</sup> średnia ± odchylenie standardowe; <sup>2)</sup> mediana; <sup>3)</sup> zakres;

\* Wynik testu *U-Manna Whitneya*;

\*\*różnice istotne statystycznie ( $p \leq 0,05$ ); NS - różnice nie istotne statystycznie ( $p > 0,05$ )

lepszymi źródłami tego związku w diecie respondentek były: marchew (36%) oraz szpinak (37%) [13].

Średnie spożycie likopenu zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn miało zbliżony poziom i wynosiło odpowiednio 6,8 i 7,2 mg/osobę/dzień. Podobne wartości otrzymano w badaniach przeprowadzonych w Kalifornii, wśród 54 osób (średnia wieku 40 lat), które spożywały średnio 6,6 mg likopenu na dzień [2]. Również w badaniach przeprowadzonych w Kanadzie konsumpcja tego karotenoidu w grupie osób dorosłych (1543 osoby), w wieku 18–65 lat, wynosiła średnio 6,4 mg/osobę/dzień. Uwzględniając płeć respondentów stwierdzono istotnie wyższy poziom spożycia likopenu u mężczyzn. Biorąc pod uwagę trzy grupy wiekowe, tj. 18-34 lat, 35-49 lat oraz 50-65 lat stwierdzono, że kobiety spożywały odpowiednio 5,1; 5,5 i 5,3 mg likopenu/osobę/dzień, natomiast mężczyźni odpowiednio 8,5; 8,2 oraz 7,5 mg/osobę na dzień [9]. Badania amerykańskie *Wenzel* i wsp. [19] przeprowadzone wśród 25 par małżonków (wiek 26–70 lat) wykazały natomiast, że średnie spożycie likopenu przez kobiety i mężczyzn wynosiło, odpowiednio 7,2 oraz 9,2 mg/osobę/dzień. Niższe spożycie likopenu na poziomie

4,5 mg/osobę/dzień oszacowano w badaniach polskich przeprowadzonych wśród 100 kobiet, o średniej wieku 49 lat [18]. W badaniach tych, jak również w badaniach własnych, zauważono, iż wraz z wiekiem wzrastała konsumpcja produktów bogatych w likopen. Spożycie likopenu na poziomie 4,5 mg/osobę/dzień oszacowano także wśród studentek Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego [16, 17]. W badaniach własnych wykazano, że 94% likopenu w diecie osób badanych pochodziło z przetworów pomidorowych oraz świeżych pomidorów. Podobne wyniki otrzymano również w innych badaniach przeprowadzonych w Polsce, według których pomidory oraz ich przetwory dostarczały od 90% do 95% likopenu w dziennej racji pokarmowej [16, 17, 18]. Badania Kanadyjskie wskazały natomiast, że produkty, takie jak: sosy pomidorowe (40,7%), pomidory (18,6%), zupy pomidorowe (13%), soki pomidorowo-warzywne (9,3%) oraz pizza (7%) odgrywały istotne znaczenie w dostarczaniu likopenu w codziennej racji pokarmowej [9].

Spożycie luteiny wśród osób badanych mieścił się w zakresie od 0,1 do 14,5 mg/osobę/dzień. Uwzględniając płeć respondentów stwierdzono, że kobiety spo-

Tabela 4. Udział poszczególnych grup produktów spożywczych w dostarczaniu luteiny  
Contribution of selected groups of products in supply of lutein

Produkty	Spożycie luteiny						p*
	ogółem (n=512)		kobiety (n=259)		mężczyźni (n=253)		
	mg/dzień	%	mg/dzień	%	mg/dzień	%	
Warzywa świeże, w tym:	1,50 ± 1,82 <sup>1)</sup> 0,80 <sup>2)</sup>		1,62 ± 1,87 0,90		1,40 ± 1,75 0,72		
	0,00 – 11,12 <sup>3)</sup>		0,01 – 11,12		0,00 – 10,28		NS
- warzywa liściaste	0,65 ± 1,32 0,16	56,4 24,4	0,66 ± 1,37 0,16	57,9 23,6	0,63 ± 1,26 0,16	55,6 25,0	NS
- warzywa zielone	0,00 – 8,99 0,40 ± 0,60 0,15		0,00 – 8,56 0,47 ± 0,63 0,20		0,00 – 8,99 0,34 ± 0,56 0,13		0,01**
- warzywa pozostałe	0,00 – 4,54 0,39 ± 0,65 0,22		0,00 – 4,49 0,44 ± 0,63 0,25		0,00 – 4,54 0,34 ± 0,67 0,21		0,008**
- ziemniaki	0,00 – 9,15 0,07 ± 0,06 0,06		0,00 – 4,02 0,06 ± 0,05 0,05		0,00 – 9,15 0,08 ± 0,07 0,07		0,0000**
	0,00 – 0,40		0,00 – 0,28		0,00 – 0,40		
Warzywa mrożone	0,54 ± 1,24 0,00	20,3	0,61 ± 1,27 0,03	21,8	0,45 ± 1,21 0,00	17,9	NS
	0,00 – 14,15		0,00 – 7,23		0,00 – 14,15		
Przetwory warzywne, konserwowe	0,16 ± 0,30 0,03	6,0	0,18 ± 0,34 0,03	6,4	0,16 ± 0,26 0,03	6,3	NS
	0,00 – 2,65		0,00 – 2,65		0,00 – 1,37		
Suche strączkowe	0,02 ± 0,08 0,00	0,7	0,02 ± 0,07 0,00	0,7	0,02 ± 0,10 0,00	0,8	NS
	0,00 – 0,78		0,00 – 0,39		0,00 – 0,78		
Owoce	0,01 ± 0,04 0,00	0,4	0,01 ± 0,05 0,00	0,4	0,01 ± 0,03 0,00	0,40	NS
	0,00 – 0,47		0,00 – 0,47		0,00 – 0,24		
Soki owocowo-warzywne	0,06 ± 0,09 0,02	2,3	0,06 ± 0,09 0,02	2,1	0,05 ± 0,09 0,02	2,0	NS
	0,00 – 0,73		0,00 – 0,73		0,00 – 0,69		
Jaja	0,20 ± 0,21 0,17 0,00 – 2,20	7,5	0,15 ± 0,14 0,12 0,00 – 0,99	5,4	0,25 ± 0,25 0,19 0,00 – 2,20	9,9	0,0000**
Przetwory zbożowe	0,17 ± 0,14 0,13	6,4	0,15 ± 0,13 <sup>a</sup> 0,12	5,3	0,18 ± 0,15 <sup>b</sup> 0,15	7,1	0,0004**
	0,00 – 1,13		0,00 – 1,13		0,00 – 0,88		
Ogółem	2,66 ± 2,65	100	2,80 ± 2,68	100	2,52 ± 2,60	100	NS

<sup>1)</sup> średnia ± odchylenie standardowe; <sup>2)</sup> mediana; <sup>3)</sup> zakres;

\*\*Wynik testu *U-Manna Whitney*;

\* różnice istotne statystycznie (p<0,05); NS - różnice nie istotne statystycznie (p>0,05)

żywały o 12% więcej tego karotenoidu niż mężczyźni (2,8 mg/osobę/dzień vs. 2,5 mg/osobę/dzień). Biorąc pod uwagę inne badania przeprowadzone w Polsce zbliżoną wartość średniego spożycia, na poziomie 2-2,5 mg/osobę/dzień, w zależności od pory roku, oszacowano wśród studentek SGGW, w wieku 18-26 lat [5, 17] oraz na poziomie około 3 mg na dzień w grupie kobiet powyżej 55 roku życia [5]. Niższy, średni poziom konsumpcji tego karotenoidu oszacowano wśród uczniów liceów ogólnokształcących w Polsce, który dla dziewcząt oraz chłopców wynosił odpowiednio 1,7 oraz 2,1 mg/osobę/dzień [7]. Podobne wartości spożycia luteiny uzyskano także w badaniach przeprowadzonych na Kostaryce wśród 115 kobiet o średniej wieku 56 lat oraz 344 mężczyzn o średniej wieku 59 lat na poziomie

odpowiednio 2,4 mg/osobę/dzień oraz 2,9 mg/osobę/dzień [4]. Natomiast według badań Kanadyjskich [9], Włoskich [3] oraz Amerykańskich [12] poziom spożycia tego związku wśród osób badanych nie przekraczał 2 mg/osobę/dzień. Oceniając źródła luteiny w badaniach własnych stwierdzono, że około 76% tego związku pochodziło z warzyw (świeżych i mrożonych), w tym głównie z zielonych warzyw liściastych (24%). Jaja oraz przetwory zbożowe dostarczały natomiast, odpowiednio 8% i 6% tego ksantofilu. Wcześniejsze badania własne oraz innych autorów potwierdzają, że duże znaczenie w dostarczaniu luteiny mają zielone warzywa liściaste, z których pochodziło średnio od 17% do 69% tego związku [5, 7, 8, 16]. W przypadku poszczególnych produktów odnotowano, że istotne znaczenie w dostar-

czaniu luteiny miały, takie produkty jak: szpinak, sałata, brokuły, groszek zielony, kukurydza konserwowa oraz jaja [8, 9, 13].

Spożycie poszczególnych karotenoidów w populacjach różnych regionów świata jest bardzo zróżnicowane i zależy od wielu czynników. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć dostępność produktów zawierających omawiane związki, zwyczaje żywieniowe, w tym związane z przygotowaniem potraw i posiłków, częstotliwością spożycia warzyw i owoców, jak również okresem prowadzenia badań (porą roku) i innymi czynnikami socjo- demograficznymi oraz związanymi ze stylem życia badanych osób.

## WNIOSKI

1. Średnie spożycie  $\beta$ -karotenu, likopenu i luteiny w badanej grupie osób dorosłych wynosiło odpowiednio 6,3, 7,0 i 2,7 mg/osobę/dzień.
2. Głównymi źródłami  $\beta$ -karotenu w diecie respondentów były warzywa ogółem (świeże, mrożone, przetwory warzywne), z których łącznie pochodziło 87% tego związku. Największych ilości likopenu dostarczały pomidory (32%) oraz ich przetwory (50%), natomiast luteiny warzywa świeże (56%), w tym świeże warzyw liściastych (24%).
3. Wykształcenie w badanej grupie osób w przypadku  $\beta$ -karotenu, likopenu i luteiny oraz płeć w przypadku  $\beta$ -karotenu i wskaźnik masy ciała w przypadku likopenu miały istotny statystycznie wpływ na wielkość ich spożycia z dzienną racją pokarmową. Wiek oraz miejsce zamieszkania badanych osób nie wpływały istotnie statystycznie na wielkość spożycia ocenianych karotenoidów.

## PIŚMIENNICTWO

1. Aust O., Sies H., Stahl W., Polidori M.: Analysis of lipophilic antioxidants in human serum and tissues: tocopherols and carotenoids. *J. Chromatogr. A* 2001, 936, 83–93.
2. Burri B., Nguyen T., Neidlinger T.: Absorption estimates improve the validity of the relationship between dietary and serum lycopene. *Nutrition* 2010, 26, 82–89.
3. Cena H., Roggi C., Turconi G.: Development and validation of brief food frequency questionnaire for dietary lutein and zeaxanthin intake assessment in Italian woman. *Eur. J. Nutr.* 2008, 47, 1–9.
4. El-Sohemy A., Baylin A., Kabagambe E., Ascherio A., Spiegelman D., Campos H.: Individual carotenoid concentrations in adipose tissue and plasma as biomarkers of dietary intake. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002, 76, 172–179.
5. Hamulka J.: Badania nad wpływem wybranych frakcji włókna pokarmowego na wykorzystanie luteiny w warunkach *in vitro* i *in vivo*. Wyd. SGGW, Warszawa 2009.
6. Hamulka J., Wawrzyniak A.: Likopen i luteina – rola prozdrowotna i ich zawartość w produktach. Wyd. SGGW, Warszawa 2004.
7. Hamulka J., Ślifierska A.: Uwarunkowania spożycia luteiny wśród wybranej grupy młodzieży szkolnej. *Roczn. PZH* 2010, 61, 57–63.
8. Johnson E., Maras J., Rasmussen H., Tucker K.: Intake of lutein and zeaxanthin differ with age, sex and ethnicity. *J. Am. Diet. Assoc.* 2010, 110, 1357–1362.
9. Johnson-Down L., Saudny-Unterberger H., Gray-Donald K.: Food habits of Canadians: Lutein and lycopene intake in the Canadian population. *J. Am. Diet. Assoc.* 2002, 102, 988–991.
10. Krinsky N., Johnson E.: Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Mol. Asp. Med.* 2005, 26, 459–516.
11. Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wyd. PZWL, Warszawa 2005.
12. Mitemesser S., Giraud D., Driskell J.: Dietary and plasma levels of carotenoids, vitamin E, and vitamin C in a group of young and middle-aged nonsupplemented women and men. *Nutr. Res.* 2000, 20, 1537–1546.
13. Osganian S., Stampfer M., Rimm E., Spiegelman D., Manso N., Willett W.: Dietary carotenoids and risk of coronary artery disease in women. *Am. J. Clin. Nutr.* 2003, 77, 1390–1399.
14. Rao A., Rao L.: Carotenoids and human health. *Pharmacol. Res.* 2007, 55, 207–216.
15. Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.: Album fotografii produktów i potraw. Wyd. IŻŻ, Warszawa 2000.
16. Wawrzyniak A.: Interakcje azotanu(III) sodowego i likopenu w badaniach *in vitro* i *in vivo*. Wyd. SGGW, Warszawa 2006.
17. Wawrzyniak A., Hamulka J.: Analiza porównawcza spożycia wybranych karotenoidów z wykorzystaniem metody częstotliwości spożycia oraz 4-dniowego bieżącego notowania. *Roczn. PZH* 2009, 60, 25–29.
18. Wawrzyniak A., Sitek A.: Oszacowanie spożycia likopenu u kobiet z różnych grup wiekowych. *Roczn. PZH* 2010, 61, 159–164.
19. Wenzel A., Sheehan J., Burke J., Lefsrud M., Curran-Celentano J.: Dietary intake and serum concentrations of lutein and zeaxanthin, but not macular pigment optical density, are related in spouses. *Nutr. Res.* 2007, 27, 462–469.
20. WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic disease. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916. Geneva 2003.

Otrzymano: 07.12.2011

Zaakceptowano do druku: 25.04.2012

