

EWA MALCZYK^{A-F}, JOANNA WYKA^{A, E, F}, BEATA CAŁYNIUK^{A, E, F},
MARZENA ZOŁOTEŃKA-SYNOWIEC^{A, E, F}, MARTA MISIARZ^{A, E, F}, MATEUSZ GAWŁOWSKI^{A-C}

Ocena spożycia syntetycznych barwników przez dzieci w wieku 10–15 lat

An Assessment of the Intake of Synthetic Food Colors by 10–15-Year-Old Children

Instytut Dietetyki, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nysie, Nysa

A – koncepcja i projekt badania; B – gromadzenie i/lub zestawianie danych; C – analiza i interpretacja danych; D – napisanie artykułu; E – krytyczne zrecenzowanie artykułu; F – zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Streszczenie

Wprowadzenie. Współczesny rynek żywnościowy oferuje klientom wiele różnorodnych produktów w postaci naturalnej lub przetworzonej. Producenci, chcąc pozyskać konsumentów, zwiększają atrakcyjność swoich wyrobów, stosując różnego rodzaju dodatki do żywności, np. barwniki. Barwniki syntetyczne są dodawane m.in. do wyrobów cukierniczych i aromatyzowanych napojów bezalkoholowych, a te często spożywane przez dzieci mogą stworzyć realne zagrożenie dla zdrowia młodego organizmu.

Cel pracy. Oszacowanie spożycia 6 syntetycznych barwników przez dzieci w wieku 10–15 lat.

Materiał i metody. Badanie przeprowadzono wśród 178 uczniów (83 chłopców i 95 dziewcząt) uczących się na terenie powiatu ząbkowickiego w województwie dolnośląskim. Narzędziem badawczym był autorski kwestionariusz ankiety zawierający pytania o częstotliwość i wielkość porcji wyrobów chętnie spożywanych przez dzieci.

Wyniki. Ponad 94% ankietowanych spożywało wraz z żywnością przynajmniej jeden z badanych barwników, a ponad 15% respondentów przekraczało „bezpieczną” normę ich pobrania wraz z pożywieniem. Wszyscy uczniowie przyjmowali żółcień chinolinową (E104) oraz czerwień koszenilową (E124). Średnie największe dzienne spożycie oszacowano dla azorubiny i czerwieni Allura, a największe pobranie jako procent ADI dla żółcień chinolinowej. Przyjmowanie wraz z pożywieniem badanych barwników nie było zależne od płci, wieku, stanu odżywienia oraz miejsca zamieszkania respondentów. Spożywanie gum do żucia dostarczało największych ilości tartrazyny (E102), a żelek – żółcień chinolinowej (E104), czerwieni koszenilowej (E124) i czerwieni Allura (E129). Konsumpcja napojów kolorowych istotnie zwiększała przyjmowanie żółcień pomarańczowej (E110) i azorubiny (E122).

Wnioski. Ilość przyjmowanych syntetycznych barwników wraz z pożywieniem przez dzieci powinna być systematycznie monitorowana, gdyż w tej grupie może wystąpić realne ryzyko zagrożenia zdrowia wynikające z przekroczenia bezpiecznej dziennej dawki spożycia (Piel. Zdr. Publ. 2015, 5, 4, 323–331).

Słowa kluczowe: dzieci, barwniki syntetyczne, wyroby cukiernicze, napoje, spożycie.

Abstract

Background. The contemporary food market offers customers a wide variety of products in natural or processed forms. Producers, who want to gain consumers, increase attractiveness of their products by using different kinds of food additives, for example, food colors. Synthetic food colors are added, among others, into confectionery and flavored soft drinks, and since often consumed by children, they may pose a real threat to the health of young organisms.

Objectives. The aim of this study was to estimate the intake of six synthetic food colors by 10–15-year-old children.

Material and Methods. The research was conducted among 178 pupils (83 boys and 95 girls) in Ząbkowice County, the Lower Silesia Region. The research tool was the author's own questionnaire with questions about the frequency and portion size of products willingly consumed by children.

Results. Above 94% of respondents intake, together with food, at least one of discussed food colors and more than 15% of the respondents exceeded the “safe” standard intake of food colors in their diets. All students consumed

Quinoline Yellow (E104) and Ponceau 4R (E124) with their diets. The average highest daily intake was estimated for Azorubine and Allura Red, and the highest intake as a % of ADI for Quinoline Yellow. The consumption of surveyed food colors did not depend on gender, age, nutritional status and the place of residence of the respondents. The consumption of chewing gum provides the greatest amount of Tartrazine (E102), and of jellies – Quinoline Yellow (E104), Ponceau 4R (E124), and Allura Red (E129). On the other hand, the consumption of colored beverages significantly increases the adoption of Sunset Yellow (E110) and Azorubine (E122).

Conclusions. The scale of intake of synthetic food colors by children should be systematically monitored, because in this group this may be a potential health risk, which results from exceeding the safe intake dose (*Piel. Zdr. Publ.* 2015, 5, 4, 323–331).

Key words: children, synthetic food colors, intake, confectionery, beverages.

Współczesny rynek żywnościowy oferuje klientom wiele różnorodnych produktów w postaci naturalnej lub przetworzonej. Producenci, chcąc pozyskać konsumentów, zwiększają atrakcyjność swoich wyrobów, stosując różnego rodzaju dodatki do żywności, np. barwniki, których dodanie ma na celu nadanie lub przywrócenie barwy środkiem spożywczym [1, 2]. Spośród stosowanych barwników na szczególną uwagę zasługuje 6 syntetycznych barwników (tab. 1), ponieważ ich spożywanie w nadmiernej dawce może mieć negatywny wpływ na organizm człowieka, zwłaszcza młodego. Zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady należy umieszczać na opakowaniu produktu zawierającego którykolwiek z syntetycznych barwników informację: „może mieć szkodliwy wpływ na aktywność i skupienie uwagi u dzieci” [3, 4]. Dla tych barwników ustalono dopuszczalne dzienne pobranie (*Acceptably Daily Intake* – ADI) (tab. 1) [5–10], a także okreś-

lono maksymalne dawki, jakie można stosować do produkcji żywności (tab. 2) [2].

Barwniki syntetyczne (tartrazyna, żółcień chinolinowa, żółcień pomarańczowa, azorubina, czerwień koszenilowa, czerwień Allura) są dodawane m.in. do wyrobów cukierniczych i aromatyzowanych napojów bezalkoholowych, które są często spożywane przez dzieci, a zatem mogą, przy ich regularnym dostarczaniu, stworzyć realne zagrożenie dla zdrowia młodego organizmu.

Celem pracy było oszacowanie spożycia 6 syntetycznych barwników przez dzieci w wieku 10–15 lat, wyznaczenie procentowego udziału wybranych produktów w przyjmowaniu syntetycznych barwników oraz analiza ryzyka zagrożenia zdrowia wynikającego z pobrania tych substancji z uwzględnieniem płci, wieku, stanu odżywienia (na podstawie wskaźnika masy ciała BMI) oraz miejsca zamieszkania.

Material i metody

Badanie przeprowadzono wśród 178 osób (83 chłopców i 95 dziewcząt) uczących się w szkołach zlokalizowanych na terenie powiatu ząbkowskiego w województwie dolnośląskim.

Narzędziem badawczym był autorski kwestionariusz ankiety zawierający: a) zdjęcia wielkości porcji wyrobów chętnie spożywanych przez dzieci (wyznaczone na podstawie wstępnego wywiadu), takich jak: kolorowe napoje gazowane i niegazowane, landrynki, lizaki, żelki, cukierki do żucia, kamyczki, gumy do żucia, orzeszki w czekoladzie, galaretki i wata cukrowa, w produkcji których zastosowano syntetyczne barwniki, oraz b) kategorie

Tabela 1. Wartości akceptowanego dziennego spożycia (ADI) barwników

Table 1. The values of the acceptable daily intake (ADI) of food colors

Nazwa barwnika i numer według systemu oznaczeń Unii Europejskiej	Wartość ADI (mg/kg mc./dzień)
Tartrazyna (E102)	7,5
Żółcień chinolinowa (E104)	0,5
Żółcień pomarańczowa FCF (E110)	4
Azorubina (E122)	4
Czerwień koszenilowa (E124)	0,7
Czerwień Allura (E129)	7

Tabela 2. Dopuszczalna zawartość syntetycznych barwników w produktach spożywczych

Table 2. The acceptable content of synthetic food colors in food products

Produkt spożywczy	Suma barwników: E102, E104, E129, E110, E122, E124	Maksymalne stężenie każdego z barwników: E110, E122, E124
Aromatyzowane napoje bezalkoholowe	100 mg/L	50 mg/L
Wyroby cukiernicze	300 mg/kg	50 mg/kg

częstotliwości ich spożywania: w ciągu dnia (1 raz, 3 razy, 5 razy), w ciągu tygodnia (1 raz, 2 razy, 3 razy, 4 razy, 5 razy, 6 razy), w ciągu miesiąca (1 raz, 2 razy, 3 razy) oraz nigdy. Kwestionariusz zawierał także pytania o płeć, wiek, masę ciała, wzrost oraz miejsce zamieszkania (tereny wiejskie, tereny miejskie).

Oszacowanie wielkości pobrania syntetycznych barwników: tartrazyny (E102), żółcieni chinolinowej (E104), żółcieni pomarańczowej (E110), azurubiny (E122), czerwieni koszenilowej (E124) oraz czerwieni Allura (E129) obliczono na podstawie wzoru (EDI), zakładając, że dodano do produktu maksymalną dopuszczalną prawem ilość barwnika (tab. 2) [2] podanego na opakowaniu wyrobu.

$$EDI = \frac{F \times M \times R}{W}$$

gdzie:

EDI – dzienne pobranie barwnika w przeliczeniu na kg masy ciała (mg/kg mc.);

F – dane dotyczące wielkości porcji produktu (kg);

M – maksymalna dopuszczalna prawem ilość barwnika zawarta w wyrobie (mg/kg produktu);

R – dane dotyczące częstotliwości spożycia w przeliczeniu na dobę (krotność spożycia w ciągu dnia, kilka razy w tygodniu – R/ 7, kilka razy w ciągu miesiąca – R/ 30);

W – masa ciała respondenta (kg).

Uzyskane wyniki zsumowano, uzyskując średnie dzienne spożycie 6 syntetycznych barwników wynikające z konsumpcji przez respondentów produktów uwzględnionych w badaniu.

Na podstawie zebranych danych antropometrycznych obliczono dla każdego ucznia wskaźnik masy ciała (BMI). Interpretację wyników przeprowadzono z użyciem siatek centylowych. Wartości BMI wskazujące na prawidłową masę ciała znajdowały się między 5. a 85. centylem, a usytuowane poniżej 5. centyla świadczyły o niedoborze masy ciała. Wskaźnik masy ciała (BMI) odpowiadający wartości $\geq 85.$, ale $< 95.$ centyl świadczył o nadwadze, a $> 95.$ centyl o otyłości.

Zebrane wyniki opracowano statystycznie, wyliczając: medianę, kwartyle Q25 i Q75, procent dopuszczalnego dziennego pobrania (ADI) oraz wyznaczono odsetek osób, które pobierały syntetyczne barwniki w ilościach przekraczających ustalone ADI dla każdego barwnika. W celu wykazania zależności między ilością pobranych barwników z pożywieniem a uwzględnionymi w badaniu kryteriami podziału (płeć, wiek, stan odżywienia, miejsce zamieszkania) przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA i test NIR

(najmniejszej istotnej różnicy). Analizę statystyczną przeprowadzono z użyciem programu komputerowego STATISTICA 10.0 przy poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki

Ponad trzy czwarte ankietowanych (76%) charakteryzowało się właściwą masą ciała, a 24% badanych dzieci miało nieprawidłowe wartości BMI. Więcej dzieci miało nadwagę i otyłość niż niedobór masy ciała (tab. 3). Nadwaga i otyłość częściej występowały wśród chłopców niż dziewcząt (odpowiednio 16,7 vs 13,7%, 10,8 vs 3,2%).

Tabela 4 przedstawia wyniki oszacowania spożycia barwników przez badaną grupę w przeliczeniu na mg/kg mc./dzień oraz jako procent ADI. W tabeli 5 natomiast podano odsetek osób przekraczający dzienne pobranie barwników syntetycznych (%), a w tabeli 6 przedstawiono udział wybranych produktów w spożyciu barwników syntetycznych przez uczniów (%).

Analiza statystyczna nie wykazała zależności istotnych statystycznie między ilością pobranych sztucznych barwników a płcią, wiekiem, stanem odżywienia (BMI) i miejscem zamieszkania respondentów.

Tabela 3. Charakterystyka badanych uczniów (n = 178)

Table 3. The characteristics of analyzed students (n = 178)

Charakterystyka		n	%
Płeć	dziewczeta	95	53,4
	chłopcy	83	46,6
Wiek (lata)	10	16	9
	11	17	9,6
	12	22	12,4
	13	31	17,4
	14	32	18
	15	60	33,6
Wskaźnik masy ciała	niedobór masy ciała	4	2
	prawidłowa masa ciała	135	76
	nadwaga	27	15
	otyłość	12	7
Miejsce zamieszkania	tereny miejskie	75	42,1
	tereny wiejskie	103	57,9

Omówienie

Badania dowodzą, że kolorowe napoje bezalkoholowe i wyroby cukiernicze są spożywane przez dzieci z częstotliwością nawet kilka razy w tygo-

Tabela 4. Spożycie barwników syntetycznych (mg/kg mc./dzień) i jako procent ADI

Table 4. The intake of synthetic food colors (mg/kg mo./day) and as % of ADI

Zmienne			Barwniki syntetyczne						
			tartrazyna E102	żółcień chinolinowa E104	żółcień pomarańczowa E110	azorubina E122	czerwień koszenilowa E124	czerwień Allura E129	
Ogółem n = 178		Me	0,102	0,078	0,190	0,246	0,091	0,219	
		Q25-Q75	0,034-0,273	0,035-0,250	0,049-0,536	0,107-0,796	0,036-0,274	0,08-0,776	
		% ADI	1,4	15,6	4,8	6,2	13	3,1	
Płeć	dziewczęta n = 95	Me	0,152 ^a	0,071 ^a	0,143 ^a	0,225 ^a	0,074 ^a	0,199 ^a	
		Q25-Q75	0,038-0,471	0,033-0,193	0,046-0,503	0,067-0,725	0,042-0,244	0,073-0,653	
		% ADI	2,0	14,2	3,6	5,6	10,6	2,8	
	chłopcy n = 83	Me	0,086 ^a	0,116 ^a	0,233 ^a	0,266 ^a	0,117 ^a	0,315 ^a	
		Q25-Q75	0,031-0,254	0,038-0,286	0,052-0,602	0,130-1,103	0,036-0,327	0,081-0,895	
		% ADI	1,2	23,2	5,8	6,7	16,7	4,5	
Wiek (lata)	10 n = 16	Me	0,036 ^a	0,095 ^a	0,264 ^a	0,191 ^a	0,067 ^a	0,165 ^a	
		Q25-Q75	0,010-0,060	0,033-0,221	0,041-0,492	0,062-0,567	0,033-0,170	0,075-0,457	
		% ADI	0,5	19,0	6,6	4,8	9,6	2,4	
	11 n = 17	Me	0,179 ^a	0,116 ^a	0,335 ^a	0,368 ^a	0,211 ^a	0,261 ^a	
		Q25-Q75	0,089-0,471	0,055-0,414	0,148-0,902	0,166-1,831	0,068-0,542	0,111-0,784	
		% ADI	2,4	23,2	8,4	9,2	30,1	3,7	
	12 n = 22	Me	0,178 ^a	0,048 ^a	0,136 ^a	0,244 ^a	0,053 ^a	0,122 ^a	
		Q25-Q75	0,048-0,257	0,023-0,224	0,016-0,536	0,104-0,589	0,025-0,207	0,043-1,157	
		% ADI	2,4	9,6	3,4	6,1	7,6	1,7	
	13 n = 31	Me	0,075 ^a	0,096 ^a	0,275 ^a	0,279 ^a	0,086 ^a	0,226 ^a	
		Q25-Q75	0,031-0,178	0,036-0,260	0,051-0,613	0,138-0,789	0,031-0,244	0,111-0,960	
		% ADI	1,0	19,2	6,9	7,0	12,3	3,2	
	14 n = 32	Me	0,164 ^a	0,092 ^a	0,117 ^a	0,202 ^a	0,102 ^a	0,235 ^a	
		Q25-Q75	0,046-0,334	0,044-0,257	0,012-0,625	0,079-1,088	0,054-0,306	0,081-0,509	
		% ADI	2,2	18,4	2,9	5,1	14,6	3,4	
	15 n = 60	Me	0,119 ^a	0,078 ^a	0,167 ^a	0,228 ^a	0,100 ^a	0,228 ^a	
		Q25-Q75	0,031-0,527	0,028-0,171	0,064-0,546	0,109-0,695	0,040-0,334	0,080-0,797	
		% ADI	1,6	15,6	4,2	5,7	14,3	3,3	
	Wskaźnik masy ciała	niedobór masy ciała n = 4	Me	0,029 ^a	0,057 ^a	0,339 ^a	0,245 ^a	0,052 ^a	0,225 ^a
			Q25-Q75	0,008-0,422	0,021-1,044	0,139-1,106	0,122-1,252	0,001-1,125	0,066-5,057
			% ADI	0,004	11,4	8,5	6,1	7,4	3,2
		prawidłowa masa ciała n = 135	Me	0,132 ^a	0,100 ^a	0,237 ^a	0,290 ^a	0,110 ^a	0,231 ^a
			Q25-Q75	0,039-0,353	0,036-0,331	0,055-0,629	0,123-0,939	0,001-1,563	0,081-0,967
			% ADI	1,8	20,0	5,9	2,3	15,7	3,3
nadwaga n = 27		Me	0,042 ^a	0,052 ^a	0,129 ^a	0,158 ^a	0,067 ^a	0,163 ^a	
		Q25-Q75	0,016-0,193	0,028-0,149	0,014-0,359	0,060-0,283	0,001-0,399	0,073-0,466	
		% ADI	0,6	10,4	3,2	4,0	9,6	2,3	
otyłość n = 12		Me	0,072 ^a	0,037 ^a	0,075 ^a	0,192 ^a	0,049 ^a	0,140 ^a	
		Q25-Q75	0,028-0,241	0,026-0,091	0,009-0,212	0,119-0,476	0,001-0,329	0,069-0,218	
		% ADI	1,0	7,4	1,9	4,8	7,0	2,0	

Tabela 4. Spożycie barwników syntetycznych (mg/kg mc./dzień) i jako procent ADI – cd.**Table 4.** The intake of synthetic food colors (mg/kg mo./day) and as % of ADI – cont.

Zmienne			Barwniki syntetyczne					
			tartrazyna E102	żółcień chinolinowa E104	żółcień pomarańczowa E110	azorubina E122	czerwień koszenilowa E124	czerwień Allura E129
Miejsce zamieszkania	tereny miejskie n = 75	Me	0,107 ^a	0,082 ^a	0,187 ^a	0,231 ^a	0,093 ^a	0,230 ^a
		Q25–Q75	0,030–0,273	0,036–0,250	0,023–0,504	0,111–0,796	0,039–0,267	0,069–0,677
		% ADI	1,4	16,4	4,7	5,8	13,3	3,3
	tereny wiejskie n = 103	Me	0,099 ^a	0,071 ^a	0,217 ^a	0,248 ^a	0,086 ^a	0,217 ^a
		Q25–Q75	0,038–0,331	0,032–0,260	0,050–0,571	0,104–0,813	0,036–0,289	0,086–0,854
		% ADI	1,3	14,2	5,4	6,2	12,3	3,1

a, a – brak różnic istotnych statystycznie przy $p \leq 0,05$.

Me – mediana; Q25, Q75 – kwartyle dolny i górny.

Tabela 5. Odsetek osób spożywających i przekraczających dzienne pobranie barwników syntetycznych (%)**Table 5.** The percentage of people whose intake of synthetic food colors exceeds the ADI (%)

Zmienne		Odsetek osób przekraczający dzienne pobranie barwników (%)					
		E102	E104	E110	E122	E124	E129
Ogółem (n = 178)		0	15,2	12,4	2,2	8,4	4,5
Płeć	dziewczeta (n = 95)	0	13	12	0	12	2
	chłopcy (n = 83)	0	17	14	5	8	7
Wiek (lata)	10 (n = 16)	0	0	0	0	0	0
	11 (n = 17)	0	24	24	6	18	0
	12 (n = 22)	0	23	14	5	14	10
	13 (n = 31)	0	10	16	0	3	0
	14 (n = 32)	0	19	19	3	12	9
	15 (n = 60)	0	13	8	2	8	5
Wskaźnik masy ciała BMI	niedobór masy ciała (n = 4)	0	0	25	0	25	25
	prawidłowa masa ciała (n = 135)	0	19	13	3	10	5
	nadwaga (n = 27)	0	0	11	0	4	0
	otyłość (n = 12)	0	0	0	0	0	0
Miejsce zamieszkania	tereny miejskie (n = 75)	0	13	12	0	8	4
	tereny wiejskie (n = 103)	0	17	14	5	11	6
Liczba osób spożywających dany barwnik		168	178	175	177	178	170
% osób spożywających dany barwnik		94	100	98	99	100	95,5

dniu [11–14]. Produkty te w swoim składzie zawierają syntetyczne barwniki organiczne, które mogą mieć negatywny wpływ na młody organizm. Ograniczenie spożywania tych produktów prawdopodobnie będzie skutkowało zachowaniem zdrowia, dobrym samopoczuciem oraz prawidłowym rozwojem dzieci. Niewielkie błędy w żywieniu dzieci trwające przez dłuższy czas mogą być przyczyną wielu problemów zdrowotnych w dorosłym życiu [15, 16].

Średnie największe spożycie oszacowano dla azorubiny (E122) i czerwieni Allura (E129), tj. od-

powiednio 0,246 i 0,219 mg/kg mc./dzień. Z kolei największe pobranie jako % ADI odnotowano dla żółcień chinolinowej (E104) – 15,6% (tab. 4).

Zakładając, na podstawie norm żywienia [17], że masa ciała dzieci w wieku 10–15 lat wynosi 38–53 kg, dzienne pobranie tartrazyny (E102) wyniosło 3,876–5,406 mg/osobę/dzień, żółcień chinolinowej (E104) – 2,964–4,134 mg/osobę/dzień, żółcień pomarańczowej (E110) – 7,22–10,07 mg/osobę/dzień, azorubiny (E122) – 9,348–13,038 mg/osobę/dzień, czerwieni koszenilowej (E124) – 3,458–4,823 mg/osobę/dzień, czerwieni Allura (E129)

Tabela 6. Udział wybranych produktów w spożywaniu barwników syntetycznych przez uczniów**Table 6.** The contribution of selected food products to the intake of synthetic food colors by students

Produkty	Udział w spożywaniu syntetycznych barwników (%)					
	E102	E104	E110	E122	E124	E129
Napoje	–	–	90,5	73	–	–
Landrynki	–	10,1	2,9	–	7	–
Lizaki	–	4,3	3,9	–	8,8	–
Żelki	–	40,4	–	14,4	41,3	74
Cukierki do żucia	–	13,4	–	4,9	14,4	26
Kamyki	–	5,8	2,7	–	6,5	–
Gumy do żucia	87,5	–	–	7,7	22	–
Orzeszki	–	18	–	–	–	–
Galaretki w cukrze	–	8	–	–	–	–
Wata cukrowa	12,5	–	–	–	–	–

– 8,322–11,607 mg/osobę/dzień. Dużo mniejsze wartości (mediana) dziennego pobrania uzyskano w badaniach przeprowadzonych metodą częstotliwości spożycia wśród 90 uczniów klas I–IV w województwie mazowieckim [18]. Średnie pobranie tartrazyny wynosiło 1,47 mg/osobę/dzień, żółcieni pomarańczowej 0,7 mg/osobę/dzień, azorubiny 4,5 mg/osobę/dzień, czerwieni koszenilowej 0,7 mg/osobę/dzień, a czerwieni Allura 4,2 mg/osobę/dzień. Jedynie w przypadku żółcieni chinolinowej wyliczona wielkość spożycia w powyższych badaniach była większa niż w badaniach własnych i wynosiła 4,2 mg/osobę/dzień [18].

W badaniach własnych zaobserwowano, że chłopcy przyjmowali wraz z pożywieniem więcej syntetycznych barwników aniżeli dziewczęta, ale nie były to różnice istotne statystycznie (tab. 4). W przypadku czerwieni Allura (E129) dzienna wielkość pobrania wynosiła 0,199 mg/kg mc./dobę u dziewcząt do 0,315 mg/kg mc./dobę u chłopców. U chłopców odnotowano także większe pobranie tego barwnika (4,5% vs 2,8% ADI). Tylko w przypadku tartrazyny dziewczęta pobierały wraz z pożywieniem większe ilości tego barwnika niż chłopcy (0,152 mg/kg mc./dobę vs 0,086 mg/kg mc./dobę) (różnica nieistotna statystycznie). Z kolei w badaniach Sicińskiej et al. [18] odnotowano, że więcej dziewcząt niż chłopców przyjmowało z jedzeniem żółcieni chinolinową (E104), żółcieni pomarańczową (E110) oraz czerwieni koszenilową (E124), ale ze względu na płeć średni poziom konsumpcji barwników także nie różnił się istotnie statystycznie.

Dieta dzieci w wieku 11 lat dostarczała największych ilości wszystkich analizowanych barwników, a szczególnie czerwieni koszenilowej (E124). Pobranie tego barwnika oszacowano na poziomie 0,211 mg/kg mc./dobę, co stanowiło 30,1% ADI (tab. 4).

Średnia dzienna wielkość spożycia omawianych 6 syntetycznych barwników nie wykazała zależności istotnej statystycznie z uwzględnieniem stanu odżywienia (na podstawie wartości wskaźnika BMI). Zaobserwowano jednak pewną zależność: u dzieci z prawidłową masą ciała odnotowano największe pobranie większości analizowanych barwników (0,1–0,29 mg/kg mc./dobę), a najmniejsze u osób otyłych (0,037–0,192 mg/kg mc./dobę). Jedynie w przypadku żółcieni pomarańczowej największe spożycie zaobserwowano wśród dzieci mających niedobór masy ciała. Pobranie kształtowało się na poziomie 0,339 mg/kg mc./dzień, co stanowiło 8,5% ADI (tab. 4).

Uczniowie deklarujący jako miejsce zamieszkania tereny wiejskie przyjmowali wraz z pożywieniem większe ilości syntetycznych barwników, takich jak: żółcieni pomarańczowa i azorubina w porównaniu z grupą zamieszkującą tereny miejskie. Z kolei dzieci z miast spożywały więcej tartrazyny, żółcieni chinolinowej, czerwieni koszenilowej oraz czerwieni Allura. Różnice te jednak nie były istotne statystycznie (tab. 4).

Największe spożycie jako % ADI bez względu na płeć, wiek, stan odżywienia i miejsce zamieszkania odnotowano dla żółcieni chinolinowej, a jej średnia wielkość wynosiła 15,6% ADI. Uzyskane wyniki korespondują z badaniami przeprowadzonymi wśród 90 dzieci w wieku 3–14 lat z województwa radomskiego, gdzie maksymalna konsumpcja omawianych barwników (brak danych dotyczących barwnika E129) z całodziennym pożywieniem nie przekraczała 16% ADI [19]. Mniejsze niż w badaniach własnych (1,4% ADI) średnie spożycie tartrazyny (E102) (0,4% ADI) zanotowano w brazylijskich badaniach przeprowadzonych wśród dzieci w wieku 3–14 lat na podstawie wywiadu żywieniowego [20].

Biorąc pod uwagę wiek ankietowanych uczniów, największy procent spożywania barwników, szczególnie czerwieni koszenilowej (30,1% ADI), odnotowano wśród 11-latków. Zdecydowanie mniejsze wartości przyjmowania tego barwnika zaobserwowano u dzieci w wieku 1–5 lat i 6–8 lat w badaniach przeprowadzonych w Hyderabad w Indiach. Średnia wielkość pobrania wynosiła odpowiednio 14,4 i 9,6% ADI [21]. Także w tych badaniach ustalono średnie spożycie tartrazyny (E102) na poziomie 5,1% oraz 6,4% ADI, i wartości te były większe niż w badaniach własnych, w których uzyskano spożycie na poziomie 0,5–2,4% ADI.

Badania UNESDA (*The Union of European Beverages Associations*) dowodzą, że mieszkańcy Wielkiej Brytanii, w porównaniu z innymi krajami Unii Europejskiej, szczególnie dużo spożywają napojów bezalkoholowych, a wskutek tego są narażeni na bardzo duże pobranie barwników. Stwierdzono, że problem ten dotyczy zwłaszcza dzieci, u których spożycie żółcieni pomarańczowej (E110) może wynosić 105% ADI, a po uzupełnieniu konsumpcji tego barwnika z żywnością nawet 127% ADI [22].

W opublikowanym w 2001 r. raporcie Komisji Europejskiej o spożyciu dodatków do żywności stwierdzono dużo większą konsumpcję barwników z pożywieniem u dzieci w różnym wieku. Średnie oszacowane spożycie tartrazyny (E102) wynosiło 52%, żółcieni chinolinowej (E104) – 20%, żółcieni pomarańczowej (E110) – 80%, azorubiny (E122) i czewieni koszenilowej (E124) po 50%, a w przypadku czerwieni Allura (E129) – 55%. Należy ponadto zaznaczyć, że omawiane wyniki badań odnosiły się do wcześniej ustalonych większych wartości ADI dla żółcieni chinolinowej (E104) 0–10 mg/kg mc., żółcieni pomarańczowej (E110) 0–2,5 mg/kg mc. oraz czerwieni koszenilowej (E124) 0–4 mg/kg mc. [23].

Analizując uzyskane wyniki spożycia barwników przez dzieci, około 15% z nich przekroczyło ustalone wartości maksymalnego dziennego pobrania uznane za „bezpieczne” przez Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA). Wśród omawianych barwników najczęściej osób (15,2%) przekroczyło limit dziennego spożycia, przyjmując wraz z pożywieniem żółcieni chinolinową (E104), nie było natomiast osób, które spożywałyby barwnik tartrazynę (E102) w ilościach przekraczających 7,5 mg/kg mc./dobę, czyli większych od normy ustalonej przez EFSA (tab. 5). Wyniki te są zadowalające, ale trzeba podkreślić, że stała obecność tartrazyny w pożywieniu dzieci może mieć niekorzystny wpływ na ich zdrowie, np. powodować reakcje alergiczne, niepokój, nadpobudliwość ruchową, impulsywność, drażliwość, dekoncentrację, bezsenność, a także depresję [24].

Pozostałe barwniki syntetyczne były przyjmowane także w ilościach przewyższających dopuszczalne pobranie ADI, a odsetek osób spożywających kształtował się od 2,2% dla azorubiny (E122) do 12,4% dla żółcieni pomarańczowej (E110). W tej grupie przeważali chłopcy.

Najwięcej osób przekraczających dziennie spożycie było wśród 11-latków. Prawie co czwarty 11-latek spożywał więcej niż 0,5 mg żółcieni chinolinowej (E104) i 4 mg żółcieni pomarańczowej (E110) w ciągu dnia w przeliczeniu na kilogram masy ciała. Żadne dziecko w wieku 10 lat nie przekroczyło „bezpiecznej” normy (tab. 5).

Biorąc pod uwagę masę ciała, najwięcej osób przekroczyło dopuszczalne ADI w grupie dzieci mających niedobór masy ciała (25%). Tylko osoby, których wskaźnik BMI wskazywał na otyłość nie spożywały barwników w ilościach większych niż określają to międzynarodowe wytyczne.

Uczniowie mieszkający na terenach wiejskich częściej niż uczniowie z terenów miejskich przekraczali „bezpieczną” dawkę przyjmowania poszczególnych barwników (różnice nieistotne statystycznie).

Największym spożyciem spośród wszystkich wybranych produktów cieszyły się kolorowe napoje, a najmniej osób sięgało po cukierki – kamyki. Według badań Sicińskiej et al. [18] istotnym źródłem syntetycznych barwników były napoje oraz żelki, a w dalszej kolejności cukierki pudrowe, lizaki i landrynki.

Głównym źródłem przyjmowania tartrazyny (E102) przez respondentów, uczniów powiatu ząbkowickiego, były gumy do żucia (87,5%). Z kolei żelki dostarczały żółcieni chinolinowej (E104), czerwieni koszenilowej (E124) oraz czerwieni Allura (E129), odpowiednio: 40,4, 41,3, 74%. Napoje stanowiły istotną grupę produktów w spożywaniu przez dzieci żółcieni pomarańczowej (E110) – 90,5% i azorubiny (E122) – 73%. Nieco inne wyniki uzyskano, badając uczniów szkoły podstawowej w Karczewie koło Warszawy. W badaniach tych istotnym źródłem w pobraniu tartrazyny (E102) były żelki (58,9%), które także dostarczały najczęściej żółcieni pomarańczowej (E110), czerwieni koszenilowej (E124) (31,3%) i czerwieni Allura (E129) (72,6%). Napoje stanowiły największą grupę w spożywaniu żółcieni chinolinowej (E104) (61,2%) oraz azorubiny (E122) (97,4%) [18].

W badaniach własnych nie ujęto wszystkich produktów spożywczych, do których można dodawać w Polsce omawiane barwniki (m.in. kandyzowane owoce i warzywa, sery topione, desery, sosy, przyprawy, musztarda, pasty rybne, wędzone ryby) ze względu na mniejsze ich spożywanie przez dzieci. W niektórych krajach spożywanie dodatków do żywności przez dzieci może być większe

ze względu na częstsze dodawanie barwników do żywności na zasadzie dobrej praktyki produkcyjnej [25]. Potwierdzają to badania przeprowadzone w Kuwejcie, gdzie badano zawartość barwników w 334 próbkach żywności, po które chętnie sięgają dzieci w wieku 4–15 lat. Tartrazyna, żółcień pomarańczowa, czerwien Allura były obecne w 90% zbadanej żywności. Dodawano je m.in. do ciast, lodów, deserów, cukierków, chipsów, czekolad, napojów i soków, gum do żucia, galaretek oraz lizaków. W badaniu tym stwierdzono również, że średnie wartości spożycia niektórych barwników przekraczały ustalone poziomy ADI, jak np. tartrazyny (E102) w grupie 7-letnich dzieci, żółcień pomarańczowej (E110) u 6–9-latków oraz czerwieni Allura (E 129) wśród dzieci w wieku 6–7 i 9–10 lat [25].

Pośród uczniów powiatu ząbkowickiego aż 94% dzieci pobierało przynajmniej jeden z omawianych barwników wraz z wyrobami cukierniczym i/lub napojami. Wynik ten był zdecydowanie większy w porównaniu z badaniami przeprowadzonymi wśród dzieci w szkole podstawowej w Karczewie, gdzie przynajmniej jeden z omawianych barwników pobierało z wybranymi produktami 57% uczniów [18].

Porównując wyniki oszacowania spożycia barwników w badaniach własnych oraz innych autorów [18–26], należy pamiętać o tym, że istnieje wiele czynników mających wpływ na uzyskane dane. Przede wszystkim w celu oszacowania przyjmowania tych substancji zastosowano różne metody zbierania danych o spożyciu produktów będących głównym źródłem barwników.

Analizując oszacowane średnie dzienne spożycie 6 syntetycznych barwników oraz poziomy przekraczania przez dzieci ustalonych „bezpiecznych” ilości dziennego pobrania, a także potencjalnie niekorzystny wpływ tych barwników na

ludzki organizm, należy zgodzić się z wnioskami Gajda-Wyrębek et al. [24], którzy stwierdzili, że powinno się zobowiązać producentów do stałego minimalizowania poziomu barwników syntetycznych w produktach spożywczych szczególnie często spożywanych przez dzieci. Należałoby ponadto podjąć odpowiednie kroki w stronę działań edukacyjnych polskiej ludności z zakresu właściwej selekcji produktów żywnościowych dostępnych na dzisiejszym rynku, aby obniżyć wielkość pobrania substancji dodatkowych z całodziennym pożywieniem.

Wnioski

Ponad 94% ankietowanych spożywało wraz z żywnością przynajmniej jeden z badanych barwników, a ponad 15% respondentów przekraczało „bezpieczną” normę ich pobrania wraz z pożywieniem.

Największe dzienne spożycie oszacowano dla azorubiny i czerwieni Allura, a największe pobranie jako % ADI dla żółcień chinolinowej.

Spożycie barwników nie było zależne od płci, wieku, stanu odżywienia oraz miejsca zamieszkania respondentów.

Największy udział w przyjmowaniu barwnika tartrazyny (E102) miało spożycie gum do żucia, barwników: żółcień chinolinowej (E104), czerwieni koszenilowej (E124), czerwieni Allura (E129) – żelek, a napoje istotnie zwiększały pobranie barwników: żółcień pomarańczowej (E110) i azorubiny (E122).

Ilość spożywanych syntetycznych barwników przez dzieci powinna być systematycznie monitorowana, gdyż w tej grupie może wystąpić realne ryzyko zagrożenia zdrowia wynikające z przekroczenia bezpiecznej dziennej dawki pobrania.

Piśmiennictwo

- [1] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. O bezpieczeństwie żywności i żywienia. Dz.U. Nr 171, poz. 1225; Dz.U. z 2010, nr 136, poz. 914.
- [2] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych. Dz.U. Nr 232, poz. 1525.
- [3] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie dodatków do żywności. Dz.U. UE L 354 z 31.12.2008.
- [4] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 232/2012 z dnia 16 marca 2012 r. zmieniające załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 w odniesieniu do warunków i poziomów stosowania żółcień chinolinowej (E104), żółcień pomarańczowej FCF/żółcień pomarańczowej S (E110) i pąsu 4R, czerwieni koszenilowej A (E124).
- [5] Scientific Opinion on the re-evaluation Tartrazine (E102). EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to food (ANS). EFSA Journal 2009, 7(11), 1331–1383. doi:10.2903/j.efsa.2009.1331.
- [6] Scientific Opinion on the re-evaluation of Quinoline Yellow (E104) as a food additive. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to food (ANS). EFSA Journal 2009, 7(11), 1329–1369. doi:10.2903/j.efsa.2009.1329.
- [7] Reconsideration of the temporary ADI and refined exposure assessment for Sunset Yellow FCF (E110). EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to food (ANS). EFSA Journal 2014, 12(7), 3765–3804. doi:10.2903/j.efsa.2014.3765.

- [8] Scientific Opinion on the re-evaluation of Azorubine/Carmoisine (E122) as a food additive. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to food (ANS). EFSA Journal 2009, 7(11), 1332–1372. doi:10.2903/j.efsa.2009.1332.
- [9] Refined exposure assessment for Ponceau 4R (E124). EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to food (ANS). EFSA Journal 2015, 13(4), 4073–1107. doi:10.2903/j.efsa.2015.4073.
- [10] Refined exposure assessment for Allura Red AC (E129). EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to food (ANS). EFSA Journal 2015, 13(2), 4007–4040. doi:10.2903/j.efsa.2015.4007.
- [11] **Koňajtis-Dołowy A., Matysiuk E., Boniecka I.:** Zwyczaje żywieniowe wybranej grupy dzieci 11–12-letnich z Białegostoku. Żyw. Nauka Technol. Jakość 2007, 6(55), 335–342.
- [12] **Świdorska-Kopacz J., Marcinkowski J.T., Jankowska K.:** Zachowania zdrowotne młodzieży gimnazjalnej i ich wybrane uwarunkowania. Cz. IV. Sposób Żywienia. Probl. Hig. Epidemiol. 2008, 89(2), 241–245.
- [13] **Kotyryba J., Wróblewska I.:** Analiza zachowań żywieniowych dzieci klas III–V szkoły podstawowej. Puls Uczelni 2014, 8, 3, 11–15.
- [14] **Sochacka-Tatara E., Stypuła A.:** Zaburzenia odżywiania wśród uczniów szkół krakowskich – część ogólnopolskich badań zaburzeń odżywiania wśród młodzieży. Probl. Hig. Epidemiol. 2010, 91(3), 591–595.
- [15] **Soltan S., Shehata M.:** The Effects of Using Color Foods of Children on Immunity Properties and Liver, Kidney on Rats. Food Nutr. Sci. 2012, 3, 897–904. doi:10.4236/fns.2012.37119.
- [16] **Martyn D.M., McNulty B.A., Nugent A.P., Gibney M.J.:** Food additives and preschool children. P. Nutr. Soc. 2013, 72, 109–116. doi:10.1017/S0029665112002935.
- [17] **Jarosz M.:** Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. IŻŻ, Warszawa 2012.
- [18] **Sicińska E., Brzozowska A., Żelazko M.:** Oszacowanie pobrania barwników syntetycznych przez wybrana grupę dzieci. Bromat. Chem. Toksykol. 2010, 4, 478–484.
- [19] **Zielińska M.:** Analiza sposobu żywienia dzieci w aspekcie pobrania z diety wybranych substancji dodatkowych. Praca magisterska. Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji. Biblioteka SGGW, Warszawa 2007.
- [20] **Toledo M.C., Guerchon M.S., Ragazzi S.:** Potential weekly intake of artificial food colours by 3–14-year-old children in Brazil. Food Addit. Contam. 1992, 9(4), 291–301.
- [21] **Rao P., Bhat R.V., Sudershan R.V., Krishna T.P., Naidu N.:** Exposure assessment to synthetic food colours of a selected population In Hyderabad, India. Food Addit. Contam. 2004, 21(5), 415–421.
- [22] **Tennant D.R.:** Screening potential intakes of colour additives used in non-alcoholic beverages. Food Chem. Toxicol. 2008, 46.
- [23] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives Seventy-ninth report Evaluation of certain food additives WHO Technical Report Series 990, 2014, 1–124.
- [24] **Gajda-Wyrębek J., Jarecka J., Kuźma K., Beresińska M.:** Zawartość barwników mająca szkodliwy wpływ na aktywność i skupienie uwagi u dzieci w wybranych produktach spożywczych. Bromat. Chem. Toksykol. 2011, 3, 760–767.
- [25] **Sawaya W., Husain A., Al-Otaibi J., Al-Foudari M., Hajji A.:** Colour additive levels in foodstuffs commonly consumed by children in Kuwait. Food Control. 2008, 19, 98–105.
- [26] **McCann D., Barret A., Cooper A., Crumpler D., Dalen L., Grimshaw K., Kitichin E., Lok K., Porteous, Prince E., Barke E.S., Warner J.O., Stevenson J.:** Food additives and hyperactive behavior in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. Lancet. 2007, 370, 1560–1567.

Adres do korespondencji:

Ewa Malczyk
Instytut Dietetyki
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nysie
ul. Armii Krajowej 7
48-300 Nysa
e-mail: ewa.malczyk@pwsz.nysa.pl

Konflikt interesów: nie występuje

Praca wpłynęła do Redakcji: 23.09.2015 r.

Po recenzji: 27.10.2015 r.

Zaakceptowano do druku: 9.11.2015 r.

Received: 23.09.2015

Revised: 27.10.2015

Accepted: 9.11.2015