

Elżbieta Wierzbicka, Filip Kowalczyk, Anna Brzozowska

POBRANIE Z DIETĄ INTENSYWNYCH SUBSTANCJI SŁODZĄCYCH W WYBRANEJ GRUPIE MŁODZIEŻY W WIEKU 16-18 LAT*

Katedra Żywienia Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Kierownik: prof. dr hab. *A. Brzozowska*

W pracy oceniono pobranie z diety sztucznych substancji słodzących: acesulfamu K, aspartamu, cyklamianów, sacharyny i sukralozy w grupie młodzieży szkolnej w wieku 16-18 lat. Stosując scenariusz z substytucją tj. zastąpieniem produktów spożywanych w ilościach rzeczywistych dostępnymi na rynku analogicznymi produktami zawierającymi sztuczne substancje słodzące odnotowano istotnie większe pobranie z diety acesulfamu K i aspartamu, ale średnio nieprzekraczające 30% ADI. W tym scenariuszu spożycie na poziomie 95-percentyla stanowiło u dziewcząt dla acesulfamu K 109% ADI, a dla cyklamianów 96% ADI, w grupie chłopców wynosiło odpowiednio 80 i 82% ADI.

Hasła kluczowe: sztuczne substancje słodzące, pobranie, ryzyko, ADI, młodzież szkolna

Key words: artificial sweeteners, intake, risk, ADI, adolescents

Ze względu na stale poszerzającą się ofertę rynkową produktów zawierających sztuczne substancje słodzące należy zwrócić uwagę, czy spożycie z diety tych substancji nie przekracza ustalonego na podstawie badań toksykologicznych dopuszczalnego dziennego pobrania (1). Oprócz odniesienia średniego pobrania w grupie do dawki ADI (z ang. Acceptable Daily Intake) ważnym elementem uwzględnianym w ocenie ryzyka jest określenie pobrania danej substancji na poziomie 97,5 lub 95-percentyla, charakteryzującego największe spożycie. W kontekście szacowania ryzyka rozpatrywane są także scenariusze, które badają sytuację, czy pobranie z wielu źródeł jest na akceptowanym poziomie, gdy określona substancja dodatkowa może występować jednocześnie w wielu produktach (2, 3). Mając na uwadze powyższe aspekty, celem badań było oszacowanie pobrania z diety wybranych sztucznych substancji słodzących wśród młodzieży szkolnej oraz ocena tego pobrania w kontekście możliwości przekroczenia dopuszczalnej dawki ADI.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w sezonie letnim (czerwiec) wśród uczniów liceów ogólnokształcących, w wieku 16-18 lat, zamieszkałych w rejonie Warszawy (51 dziewcząt i 39 chłopców). Spośród 452 osób spełniających kryteria włączania do badania (uczęszczanie do wylosowanej szkoły, wiek), wylosowano po dwie klasy z każdego rocznika, zgodę na udział w badaniach wyraziło 110 uczniów, z czego pełne dane żywieniowe uzyskano od 90 uczniów. Średni wiek badanych osób wyniósł $17,1 \pm 0,8$ lat. Masa ciała dziewcząt wynosiła $58,3 \pm 8,2$ kg (zakres 45-80 kg) i była istotnie ($p < 0,0001$) mniejsza niż masa ciała chłopców, tj. $73,0 \pm 12,5$ kg (zakres 52-110 kg). Do oceny pobrania intensywnych środków słodzących zastosowano model teoretycznego najwyższego dziennego pobrania (TMDI – z ang. Theoretical Maximum Daily Intake) (1, 2, 3). Dane o spożyciu produktów uzyskano metodą 3-dniowego bieżącego notowania, natomiast obecność badanych substancji w produktach przyjęto na podstawie informacji producenta na etykiecie, a ich zawartość jako najwyższą dopuszczalną podaną w odpowiednich przepisach prawnych (4). Dla każdej osoby obliczono dzienne pobranie acesulfamu K (E 950), aspartamu (E 951), kwasu cyklaminyowego i jego soli (E 952), sacharyny i jej soli (E 954) oraz sukralozy (E 955). Ocenę pobrania przeprowadzono w grupie osób, których zwyczajowa dieta zawierała produkty z badanymi substancjami (z ang. „consumers only”) z przeliczeniem na masę ciała, a następnie porównano oszacowane spożycie z odpowiednimi dla każdej substancji wartościami ADI. Ponadto w celu identyfikacji potencjalnego ryzyka związanego z pobraniem intensywnych substancji słodzących przeprowadzono analogiczne obliczenia dla tzw. scenariusza z substytucją (z ang. substitution scenario), tj. zastępując spożyte w ilościach rzeczywistych w ciągu 3-dni produkty i napoje zawierające w składzie recepturowym mono- i disacharydy, dostępnymi na rynku produktami zawierającymi sztuczne substancje słodzące (TMDIs). Zamian dokonano w następujących grupach asortymentowych: napoje owocowe o zawartości soku do 20%, napoje typu cola, napoje energetyzujące, napoje na bazie wody mineralnej (tzw. wody smakowe), napoje typu ice tea, inne napoje gazowane i niegazowane o smaku owocowym, jogurty i desery mleczne, słodycze, gumy do żucia oraz cukier używany do słodzenia napojów. Statystyczną analizę danych przeprowadzono wykorzystując pakiet SPSS (v. 14 PL for Windows). Dla zmiennych jakościowych stosowano test Chi2. Istotność różnic dla zmiennych ilościowych sprawdzano nieparametrycznym testem *Manna-Whitneya*, weryfikując hipotezy dotyczące wpływu zastosowanego scenariusza oszacowania oraz płci na pobranie badanych substancji. Przyjęto poziom istotności $\leq 0,05$.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Na podstawie modelu obliczeń TMDI (Tab. I), uwzględniając tylko te osoby, które spożywały produkty zawierające badane substancje stwierdzono, że najwięcej uczniów spożywało produkty zawierające acesulfam K (ok. 73% ogółu) i aspartam (66%), następnie cyklaminiany i sacharynę (po ok. 28%), a najmniej produkty z sukralozą (13%).

Table 1. Dzielne pobranie sztucznych substancji słodzących (mg/osobę) w badanej grupie osób (tzw. consumer only) określone z zastosowaniem modeli TMDI oraz TMDIs*

Table 1. Daily intake of artificial sweeteners (mg/person) by "consumers only" evaluated with use of the TMDI and TMDIs (substitution scenario) models

Substancja słodząca	Ogółem N=90		Dziewczęta n=51		Chłopcy n=39	
	TMDI	TMDIs	TMDI	TMDIs	TMDI	TMDIs
Acesulfam K (E 950)						
liczba osób	N=66	N=83	n=41	n=47	n=25	n=36
x ± SD	117 ± 146	211 ± 172	97,1 ± 146	213 ± 181	150 ± 143	210 ± 163
Mediana ¹⁾	30,9 ^a	167 ^b	29,1 ^{aA}	141 ^{bA}	111 ^{aB}	176 ^{bB}
P 95	474	609	510	647	408	578
Aspartam (E 951)						
liczba osób	N=59	N=81	n=37	n=45	n=22	n=36
x ± SD	181 ± 254	378 ± 299	167 ± 261	413 ± 311	206 ± 246	334 ± 281
mediana	50,0 ^a	300 ^b	47,7 ^{aA}	333 ^{bA}	130 ^{aB}	202 ^{bB}
P 95	880	1065	880	1138	700	974
Cyklaminiany (E 952)						
liczba osób	N=25	N=84	n=10	n=47	n=15	n=37
x ± SD	108±83,5	156±107	110±58,7	147±114	126±104	164±101
mediana	99,5 ^a	124 ^a	114 ^{aA}	128 ^{bB}	108 ^{aA}	176 ^{bB}
P 95	250	371	196	399	248	341
Sacharyna (E 954)						
liczba osób	N=25	N=84	n=11	n=47	n=14	n=37
x ± SD	38,3±37,5	39,8±35,2	36,4±38,3	44,8±46,1	33,3±30,6	37,0±30,5
mediana	15,8 ^a	24,9 ^a	21,3 ^{aA}	32,0 ^{aA}	14,7 ^{aA}	27,0 ^{aA}
P 95	110	116	112	145	80,0	89,8
Sukraloza (E 955)						
liczba osób	N=12	N=15	n=4	n=7	n=8	n=8
x ± SD	90,6±81,5	108±84,3	77,1±80,7	119±92,9	99±83,5	102±84,5
mediana	38,5 ^a	65,5 ^a	38,0 ^{aA}	124 ^{bA}	60,0 ^{aA}	70,0 ^{aA}
P 95	180	200	160	200	180	200

*TMDI – model uwzględnia rzeczywiste spożycie produktów zawierających sztuczne środki słodzące,

TMDIs – model uwzględniający substytucję produktów zawierających mono- i disacharydy występującymi na rynku analogicznymi produktami z intensywnymi substancjami słodzącymi;

(^a, ^b) – w obrębie poszczególnych badanych grup (ogółem, dziewczęta, chłopcy) mediany dla TMDI i TMDIs oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie przy p<0,05 na podstawie testu *Manna-Whitneya*;

(^A, ^B) – dla poszczególnych modeli szacowania spożycia (TMDI i TMDIs) mediany dla chłopców i dziewcząt oznaczone różnymi literami różnią się istotnie statystycznie przy p<0,05 na podstawie testu *Manna-Whitneya*.

W grupie dziewcząt częściej niż u chłopców obserwowano obecność w diecie acesulfamu K (80,4 vs. 64,1%) i aspartamu (72,5 vs. 56,4), różnice te nie były jednak statystycznie istotne. Natomiast więcej chłopców niż dziewcząt spożywało produkty z cyklamininami (38,5% vs. 19,6), sacharyną (35,9 vs. 21,6) i sukralozą (20,5 vs. 7,8), jednakże tylko dla cyklaminianów różnice te były istotnie statystyczne ($p=0,047$). W całej grupie największe ilościowo pobranie (w mg/osobę/dzień) wyrażone jako mediana odnotowano dla cyklaminianów, następnie aspartamu, sukralozy i acesulfamu K, a najmniejsze dla sacharyny. Diety chłopców zawierały istotnie więcej aspartamu i acesulfamu K aniżeli diety dziewcząt. Stwierdzono, że zastosowanie scenariusza z substytucją (TMDIs), tj. z zamianą w jadłospisach produktów na takie, które potencjalnie mogą zawierać intensywne środki słodzące powodowało, iż pobranie tych substancji dotyczyło 90% respondentów, z wyjątkiem sukralozy, której możliwość wprowadzenia do całodziennej diety była najmniejsza tj. tylko u ok. 17% osób. Pobranie wszystkich substancji słodzących wyliczone według TMDIs było większe niż oszacowane według TMDI, a w przypadku acesulfamu K i aspartamu różnice były ponad 5-krotne i istotnie statystycznie. Zamiana produktów na zawierające intensywne substancje słodzące prowadziła do ok. 1,7-krotnego zwiększenia pobrania sukralozy i sacharyny, i tylko ok. 1,3-krotnego cyklaminianów.

Aby ocenić potencjalne ryzyko zdrowotne wyliczone pobranie sztucznych substancji słodzących wyrażono w przeliczeniu na kg m.c. (Tab. II).

Średnie (mediana) pobranie z dietą badanych substancji określone zarówno według TMDI, jak i według TMDIs nie stanowiło zagrożenia dla zdrowia, tj. było znacznie poniżej dopuszczalnych wartości ADI. Jednak biorąc pod uwagę scenariusz z substytucją i spożycie na poziomie 95-percentyla (jako najbardziej niekorzystnej sytuacji), w przypadku 5% dziewcząt odnotowano przekroczenie dla acesulfamu K (109% ADI) oraz pobranie cyklaminianów na granicy dopuszczalnej dawki (96% ADI). W grupie chłopców dla tych substancji pobranie było także stosunkowo duże (odpowiednio 80 i 82% ADI). Dla pozostałych badanych substancji spożycie znajdowało się na bezpiecznym poziomie, nieprzekraczającym ustalonych wartości ADI.

Ocena pobrania z dietą sztucznych substancji słodzących, ze zwróceniem uwagi na młodzież jako grupę szczególnie narażoną na większe pobranie była przedmiotem wielu prac badawczych (1, 3, 5-12). Podobne wyniki, jak w niniejszej pracy, uzyskano w badaniach zagranicznych, w których obserwowano większe pobranie sztucznych substancji słodzących wśród młodzieży niż w starszych grupach populacyjnych (5-9). W badaniach szwedzkich (7), przy założeniu najmniej korzystnego scenariusza pobrania stwierdzono przekroczenie ADI dla cyklaminianów oraz sacharyny, dla której w niniejszym badaniu oszacowane pobranie było znacznie niższe. W ocenie zwyczajów żywieniowych młodzieży szkolnej, jakościowy i ilościowy skład diety wskazuje na częste i stosunkowo duże spożycie napojów bezalkoholowych. W wielu badaniach (8-12) wykazano, iż tego typu napoje były głównym źródłem pobieranych z dietą sztucznych substancji słodzących. Podobnie do obserwowanego w niniejszych badaniach największym pobraniem, wyrażonym jako %ADI, charakteryzowały się także acesulfam K i cyklaminiany. Wyniki badań monitoringowych (3) także wykazały, że pobranie substancji dodatkowych (w

tym sztucznych substancji słodzących) było większe w populacji dzieci niż osób dorosłych.

Tab e l a 11. Dzielne pobranie sztucznych substancji słodzących (mg/kg m.c.) w badanej grupie osób (tzw. consumer only) określone z zastosowaniem modeli TMDI oraz TMDIs*

Table 11. Daily intake of artificial sweeteners (mg/kg bw) by "consumers only" evaluated with use of the TMDI and TMDIs (substitution scenario) models

Substancja słodząca	Ogółem N=90		Dziewczęta n=51		Chłopcy n=39	
	TMDI	TMDIs	TMDI	TMDIs	TMDI	TMDIs
<i>Acesulfam K (ADI – 9 mg/kg m.c.)</i>						
x ± SD	1,74±2,13	3,24±2,58	1,55±2,23	3,58±2,88	2,05±1,98	2,81±2,10
Mediana ¹⁾	0,59 ^a	2,43 ^b	0,50 ^{aa}	2,55 ^{bb}	1,56 ^{aa}	2,20 ^{bb}
P 95	6,94	9,38	7,39	9,77	6,09	7,20
<i>Aspartam ADI – 40 mg/kg m.c.)</i>						
x ± SD	2,59±3,48	5,80±4,45	2,54±3,76	6,94±4,92	2,67±3,05	4,38±3,32
mediana	0,92 ^a	4,46 ^b	0,89 ^{aa}	5,64 ^{bb}	1,92 ^{aa}	3,32 ^{bb}
P 95	12,9	16,5	12,9	17,0	10,3	11,4
<i>Cyklaminiany (ADI – 7 mg/kg m.c.)</i>						
x ± SD	1,52±1,12	2,42±1,71	1,73±0,79	2,59±2,02	1,52±1,32	2,18±1,24
mediana	1,24 ^a	1,77 ^a	1,76 ^{aa}	2,14 ^{bb}	1,45 ^{aa}	2,07 ^{bb}
P 95	3,84	6,59	2,44	6,75	3,86	5,75
<i>Sacharyna (ADI – 5 mg/kg m.c.)</i>						
x ± SD	0,50±0,42	0,56±0,52	0,60±0,58	0,71±0,64	0,42±0,39	0,48±0,37
mediana	0,26 ^a	0,38 ^a	0,34 ^{aa}	0,49 ^{aa}	0,23 ^{aa}	0,37 ^{aa}
P 95	1,56	1,73	1,75	2,08	1,19	1,25
<i>Sukraloza (ADI – 15 mg/kg m.c.)</i>						
x ± SD	1,49±1,51	1,78±1,58	1,58±1,93	2,48±2,25	1,30±1,15	1,43±1,21
mediana	0,61 ^a	0,94 ^a	0,48 ^{aa}	2,49 ^{bb}	0,60 ^{aa}	0,90 ^{aa}
P 95	4,40	4,45	4,40	4,45	2,80	2,99

Wśród najmłodszych konsumentów spożycie acesulfamu K przekroczyło ADI (107%). W przypadku pozostałych substancji pobranie wynosiło odpowiednio: cyklaminiany - 74% ADI, sacharyna - 51% ADI oraz aspartam - 40% ADI. Ze względu na stwierdzone w niniejszych badaniach przypadki przekroczenia ADI dla acesulfamu K i stosunkowo duże pobranie dla cyklaminianów (95-percentyl) przy zastosowaniu scenariusza z substytucją uzasadnione są dalsze badania, szczególnie w odniesieniu do dzieci i młodzieży. Ze względu na strukturę spożycia żywności, z dużym udziałem napojów bezalkoholowych, jako głównego ich źródła w diecie oraz małą masę ciała, może wystąpić możliwość przekroczenia dopuszczalnego dziennego pobrania tych substancji.

WNIOSKI

W grupie 16-18 letniej młodzieży średnie (mediana) pobranie z dietą sztucznych substancji słodzących wyliczone na podstawie rzeczywistego spożycia produktów z ich dodatkami oraz według scenariusza z zamianą produktów na zawierające sztuczne środki słodzące, nie stanowi zagrożenia dla zdrowia.

Stosując scenariusz z substytucją produktów odnotowano istotny wzrost pobrania z dietą acesulfamu K i aspartamu. W przypadku dziewcząt spożycie na poziomie 95-percentyla stanowiło dla acesulfamu K 109% ADI, a dla cyklamianów 96% ADI, w grupie chłopców pobranie tych substancji było także stosunkowo duże (odpowiednio 80 i 82% ADI).

Ze względu na potencjalne niebezpieczeństwo wystąpienia pobrania wyższego od dawki ADI - dla acesulfamu K oraz pobrania na granicy dopuszczalnego poziomu - dla cyklamianów, istnieje potrzeba monitorowania pobrania z dietą tych substancji, szczególnie w grupie dziewcząt.

E. Wierzbicka, F. Kowalczyk, A. Brzozowska

INTENSE SWEETENERS INTAKE IN A SAMPLE OF ADOLESCENTS AGED 16-18

Summary

The aim of this study was to assess dietary intake of artificial sweeteners: acesulfame-K (E 950), aspartame (E 951), cyclamate (E 952), saccharin (E 954) and sucralose (E 955) among 90 adolescents aged 16-18 years (51 girls and 39 boys) living in the district of Warsaw (Poland).

Total daily intake of food products was assessed on the basis of 3-day dietary records. The estimation of sweeteners intake were conducted by means of the theoretical daily maximum intake (TDMI) model in which artificially sweetened products were selected from food label screening and the amounts of sweeteners in products was assumed as maximum level permitted by law. Moreover substitution scenario was adopted which examined the situation where all regular food products with mono- and disaccharides in actual amounts of intake were replaced by their sugar-free versions (TMDIs).

In the groups of "consumer only" the median daily intake of examined sweeteners expressed as % of ADI in all the cases (gender, model) was at safe level and was not higher than 30% of ADI. However, considering the substitution scenario, the intake at the 95-percentile level (as the worst-case) for acesulfame K exceeded ADI (109%) and for cyclamate was close to ADI (96%) in group of girls. In the group of boys the intakes of acesulfame K and cyclamate estimated by TMDIs were also relatively high (80% and 82% of the ADI, respectively). Due to the risk of high intake the monitoring of acesulfame K and cyclamate intake with the diet, particularly in the group of girls, should be of special concern.

PIŚMIENNICTWO

1. *Renwick G.A.*: The intake of intense sweeteners – an update review. *Food Addit. Contam.*, 2006; 23, (4): 327-338. – 2. *Gibney M.J.*: Dietary intake methods for estimating food additive intake. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, (1999); 30 (2): S31-S33. – 3. Report from the Commission on Dietary Food Additive Intake in the European Union. COM, 2001: 542 final: 1-27. – 4. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych (Dziennik Ustaw 2008, nr 232, poz. 1525) ze zm. późniejszymi. – 5. *Arcella D., Le Donne C., Piccinelli R., Leclercq C.*: Dietary estimated

intake of intense sweeteners by Italian teenagers. Present levels and projection derived from the INRAN-RM-2001 food survey. *Food Chem. Toxicol.*, 2004; 42 (4): 677-685. 6. *Leclercq C., Berardi D., Sorbillo M. R., Lambe J.*: Intake of saccharin, aspartame, acesulfame K and cyclamate in Italian teenagers: present levels and projections. *Food Addit. Contam.*, 1999; 16 (3): 99-109. – 7. *Ilbäck N.G., Alzin M., Jahrl S., Enghardt-Barbieri H., Busk L.*: Estimated intake of the artificial sweeteners acesulfame K, aspartame, cyclamate and saccharin in a group of Swedish diabetics. *Food Addit. Contam.*, 2003; 20 (2): 99-114. – 8. Food Standards Agency UK: Diary Survey of the Intake of Intense Sweeteners by Young Children from Soft Drinks. 2003; 36/03. – 9. Food Standards Australia New Zealand: Consumption of intense sweeteners in Australia and New Zealand. Benchmark Survey 2003. Evaluation Report Series, 2004; No. 8. – 10. *Leth T., Jensen U., Andersen R.*: Estimated intake of intense sweeteners from non-alcoholic beverages in Denmark, 2005. *Food Addit. Contam.*, 2008; 25 (6): 662-668. 11. *Lino C., Costa I., Pena A., Ferreira R., Cardoso S.*: Estimated intake of the sweeteners acesulfame-K and aspartame, from soft drinks, soft drinks based on mineral waters and nectars for a group of Portuguese teenage students. *Food Addit. Contam.*, 2008; 25, (11): 1291-1296. –12. *Mischek D.*: Intake assessment of intense sweeteners from consumption of beverages in Austria. *Science Wissenschaft.*, (2010); 34 (10): 1-9.

Adres: 02-787 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159c