

Cukier – czy warto go zastąpić substancjami słodzącymi?

***Aneta Koszowska¹, Anna Dittfeld², Justyna Nowak¹, Anna Brończyk-Puzoń¹, Katarzyna Gwizdek³, Jacek Bucior⁴, Barbara Zubelewicz-Szkodzińska¹**

¹Zakład Profilaktyki Chorób Żywnościowo-zależnych, Wydział Zdrowia Publicznego, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Kierownik Zakładu: prof. dr hab. n. med. Barbara Zubelewicz-Szkodzińska

²Katedra i Zakład Histologii i Embriologii w Zabrze, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Kierownik Katedry i Zakładu: prof. dr hab. n. med. Romuald Wojnicz

³Studenckie Koło Naukowe przy Studium Wychowania Fizycznego i Sportu, Wydział Nauk o Zdrowiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Kierownik Koła Naukowego: dr n. o kult. fiz. Andrzej Knapik

⁴Katedra i Oddział Kliniczny Chorób Wewnętrznych, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Kierownik Katedry i Oddziału: prof. dr hab. n. med. Małgorzata Muc-Wierzoń

SWEETENERS – CAN THEY REPLACE SUGAR?

Summary

Nowadays, low-calorie products are very popular. In the last 30 years we have observed a significant increase in low-calorie sweeteners intake. Both sugar and its substitutes can influence human body in many different ways. Sugar is a source of energy but it can lead to metabolic disorders and cause dental caries. Fructose, despite its positive influence on carbohydrate metabolism, may lead to an increase in triglycerides and VLDL cholesterol. It is suspected that high fructose corn syrup plays an important role in the obesity epidemic. Using sweeteners instead of sugar may prevent caries and help achieve normal weight. However, it can also lead to some neoplasms or changes in the structure and the function of some organs and it could have mutagenic, genotoxic and teratogenic properties. Intense sweeteners provide sweet taste without delivering many calories. Both natural and artificial sweeteners are used in the food industry. Unfortunately, nobody can guarantee that any of the known sweeteners is completely safe and healthy. A growing number of sugar substitutes as well as products containing sweeteners encouraged to review the literature concerning this subject.

Key words: sugar, fructose, sweeteners, obesity

WSTĘP

Produkty bogate w sacharozę dostarczają organizmowi dużych ilości szybko wchłaniających się węglowodanów, czego konsekwencją może być nadmierny przyrost masy ciała (1, 2). Osoby będące na diecie redukcyjnej odczuwają trudne do opanowania pożądanie smaku słodkiego (1, 3). Dlatego cukier w produktach spożywczych próbuje się zastąpić substancjami, które zachowują słodki smak, posiadają niską wartość energetyczną lub nie posiadają jej wcale (3-5). Produkty o obniżonej wartości energetycznej cieszą się coraz większą popularnością (1, 6). Spożycie niskokalorycznych substancji słodzących gwałtownie wzrosło na przestrzeni ostatnich 30 lat (7). Ten trend będzie zapewne kontynuowany ze względu na realizację zaleceń obniżania kaloryczności produktów przez producentów żywności (7). W ostatnim czasie Polskie Towarzystwo Badań nad Otyłością (PTBO) i Polskie Towarzystwo Diabetologiczne (PTD) potwierdziły

bezpieczeństwo stosowania niskokalorycznych substancji słodzących w produktach żywnościowych. Dodatkowo zarekomendowano ich stosowanie, jako alternatywę dla sacharozy, syropu kukurydzianego oraz fruktozy u osób z problemem nadwagi, otyłością oraz zaburzeniami gospodarki węglowodanowej (8). Mając na uwadze wzrost liczby substancji dodatkowych dopuszczonych do stosowania w żywności, jak również ilości produktów, w których stosuje się zamienniki cukru, postanowiono dokonać przeglądu piśmiennictwa w tym zakresie.

NATURALNE SUBSTANCJE SŁODZĄCE

Cukier

Jest produktem wysokoenergetycznym dostarczającym 405 kcal na 100 g produktu (9). Poza energią nie dostarcza organizmowi żadnych składników odżywczych. Zaleca się, aby jego spożycie nie przekraczało

10% wartości energetycznej diety (1). Cukier spożywany w nadmiarze może powodować m.in.: próchnicę zębów, otyłość, cukrzycę, wzrost stężenia trójglicerydów (10). Światowa Organizacja Zdrowia w 2003 roku ogłosiła, że napoje słodzone cukrem zwiększają ryzyko nadwagi (1). Wykazano, że obniżenie spożycia napojów słodzonych może stać się skutecznym i efektywnym przedsięwzięciem w walce z nadwagą i otyłością (1).

Fruktoza

Jest cukrem prostym występującym w takich owocach, jak: śliwki, jabłka, gruszki, brzoskwinie i wiśnie, a także w miodzie (11, 12). Fruktaza jest często mylnie zaliczana do niskokalorycznych substancji słodzących (4). Wykazuje o 40% większą siłę słodzenia niż tradycyjna sacharoza. Już niewielkie ilości fruktozy dają odczucie słodkiego smaku (11). Zainteresowanie fruktozą wynika z faktu, że powoduje ona mniejszy wzrost glikemii poposiłkowej w porównaniu do glukozy (13). Indeks glikemiczny fruktozy wynosi 22, a glukozy 100 (11). Spożycie nadmiernych ilości fruktozy może prowadzić do wystąpienia hipertriglicydemii oraz zwiększenia frakcji VLDL cholesterolu, a także przyczynić się do zmniejszenia odpowiedzi insulinowej oraz wytwarzania leptyny, co będzie skutkowało przyrostem tkanki tłuszczowej (4, 11). Badania przeprowadzone w ostatnich latach wykazały możliwy wpływ nadmiernego spożycia fruktozy na przerost i stłuszczenie wątroby (12).

W badaniu przeprowadzonym na szczurach przez Maślak i wsp. zaobserwowano, że stosowanie diety wzbogaconej we fruktozę istotnie statystycznie zwiększa masę wątroby szczurów, przy jednoczesnym braku wpływu na ich masę ciała oraz stężenie aminotransferazy alaninowej (12). Również Ackerman i wsp. wykazali przyrost masy wątroby u szczurów wskutek podaży diety wysokofruktozowej (13). Nowe badania opisują fruktozę w innym kontekście. Jej nadmierne spożycie może stać się przyczyną rozwoju insulinooporności, zaburzeń gospodarki lipidowej, otyłości, nadciśnienia tętniczego (11). Dla pełnego zrozumienia wpływu fruktozy na organizm człowieka niezbędne jest przeprowadzanie kolejnych badań. Zgodnie z zaleceniami Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego z 2012 roku fruktoza nie jest zalecana diabetikom jako alternatywa dla tradycyjnego cukru (4).

Syrop glukozowo-fruktozowy

Ma szerokie zastosowanie w Stanach Zjednoczonych od 1970 roku (14, 15). Jest tanią, wysokokaloryczną substancją słodzącą, używaną w wielu produktach spożywczych, takich jak: napoje, płatki, puszkowane owoce i dżemy (14). W przeprowadzonym na szczurach badaniu, w którym otrzymywały one dietę bogatą w syrop glukozowo-fruktozowy przez okres 6-7 miesięcy, zaobserwowano przyrost masy ciała, wzrost stężenia trójglicerydów oraz zwiększone odkładanie tłuszczu. Wszystkie te czynniki wpływają na rozwój otyłości, dlatego wysunięto wniosek, że nadkonsumpcja syropu glukozowo-fruktozowego może być głównym czynnikiem epidemii otyłości (14, 15). Badanie wykazało, że długoterminowy dostęp do syropu glukozowo-fruktozowego wśród szczurów prowadził do

otyłości, podczas gdy w grupie stosującej sacharozę taki efekt nie został zaobserwowany (14).

SUBSTANCJE SŁODZĄCE

Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2008 roku w sprawie dodatków do żywności, substancje słodzące to substancje stosowane do nadania środkom spożywczym słodkiego smaku lub stosowane w słodzikach stołowych (16).

Substancje słodzące znajdują się w znacznej liczbie produktów spożywczych, takich jak: desery, dżemy, jogurty, lody, czekolady, ciasta, napoje i gumy do żucia. Ponadto, są one wykorzystywane w przemyśle farmaceutycznym do słodzenia tabletek i syropów oraz w przemyśle kosmetycznym do produkcji środków higieny jamy ustnej (2). Są powszechnie stosowane w produkcji żywności niskoenergetycznej. Substancje słodzące mogą wpływać na organizm człowieka zarówno w sposób korzystny (m.in. poprzez zapobieganie rozwojowi próchnicy zębów), jak i negatywny (1, 6). Nasilenie niepożądanych zmian jest zależne od ilości substancji słodzącej (6). U zwierząt, którym podawano duże dawki tych związków, obserwowano takie działania niepożądane jak nowotwory, zmiany w masie, a także w funkcjonowaniu narządów wewnętrznych, działanie teratogenne, genotoksyczne, mutagenne (1, 6, 17). Unia Europejska uznaje dopuszczone substancje słodzące za bezpieczne, jeśli ich spożycie nie przekracza ADI (ang. *Acceptable Daily Intake*) (4). ADI określa ilość substancji, którą człowiek może bezpiecznie spożyć w ciągu dnia bez ryzyka dla zdrowia, wyrażoną w mg/kg m.c. (2, 6, 18, 19).

PÓLSYNTETYCZNE SUBSTANCJE SŁODZĄCE

Określane mianem wypełniaczy (ang. *bulk sweeteners*), ze względu na budowę chemiczną są polioli, będącymi pochodnymi sacharydów, w których grupa ketonowa lub aldehydowa została zastąpiona grupą hydroksylową, co zmienia właściwości chemiczne i biologiczne tych substancji (3, 4, 20). Dzielne dopuszczalne pobranie tych związków nie zostało określone za pomocą ADI (21). Polialkohole są znacznie wolniej absorbowane, dzięki czemu nie zwiększają w gwałtowny sposób poziomu glukozy we krwi (1). Zaobserwowano, że polialkohole w większych ilościach wywołują (spowodowane efektem osmotycznym) działanie laksygenne, doprowadzając do biegunek i wzdęć (1, 4, 20). Zaleca się nie przekraczać dawki 15-50 gramów dziennie (1). Jeśli słodziki stołowe zawierają alkohole wielowodorotlenowe, musi znaleźć się na nich następujące ostrzeżenie: „Spożycie w nadmiernych ilościach może mieć efekt przeczyszczający” (16). Do tej grupy należą: sorbitol, ksylitol i erytriol.

INTENSYWNE SUBSTANCJE SŁODZĄCE

Intensywne substancje słodzące należą do substancji dodatkowych (6). Stosowanie ich znacząco wpływa na obniżenie kaloryczności w produkcie, szczególnie w napojach. Napój słodzony sacharozą może dostarczać 60 kcal/100 ml. Napój z dodatkiem intensywnej substancji słodzącej dostarcza tylko około 1 kcal/100 ml (1, 17). Aby intensywne substancje słodzące zostały dopuszczone do stosowania w żywności, muszą przejść szereg

badań, których nadrzędnym celem jest ocena ich wpływu na organizm człowieka. Dla substancji dodatkowych, w tym substancji intensywnie słodzących, wyznaczona jest dawka akceptowanego dziennego pobrania (ADI) (6). Wadą intensywnych substancji słodzących jest niepożądany posmak, np. gorzki i metaliczny (22). Grupa intensywnych substancji słodzących jest najbardziej kontrowersyjna, a temat ich bezpieczeństwa stał się tematem wielu debat naukowych i społecznych (2). Największe kontrowersje wzbudza aspartam.

Aspartam

Jest dipeptydem. W organizmie człowieka ulega rozkładowi do kwasu asparaginowego, fenyloalaniny oraz metanolu (1, 4, 6). Metanol powstaje w wyniku reakcji enzymu chymotrypsyny z grupą metylową aspartamu. W kolejnym etapie metanol jest utleniany do formaldehydu i kwasu mrówkowego. Oba te związki wykazują działanie toksyczne (1, 3, 5). Aspartam jest substancją 200 razy słodsza od sacharozy. Dopuszczalne ADI oszacowano na poziomie 40 mg/kg m.c. (1, 3, 18, 23, 24). Czynniki wpływającymi na stabilność aspartamu w roztworach wodnych są: pH, temperatura, czas przechowywania produktu (25). Największą stabilność chemiczną aspartam wykazuje w pH 3-5, w którym nie dochodzi do jego rozkładu i utraty właściwości funkcji słodzącej (25). Ogrzewanie oraz długotrwałe przechowywanie aspartamu jest przyczyną zmian chemicznych, które prowadzą do powstania szkodliwego związku – diketopiperazyny (1, 3, 6, 25). Szacuje się, że diketopiperazyna jest pięciokrotnie bardziej toksyczna niż sam aspartam (2).

Aspartam jest substancją, która od pewnego czasu budzi społeczny niepokój. W 2009 i 2010 roku w trakcie spotkań EFSA (European Food Safety Authority) powołanych w celu rozważenia bezpieczeństwa aspartamu stwierdzono, że wiele raportów mówiących o niekorzystnych działaniach tej substancji słodzącej nie zostało potwierdzonych (4). Ze względu na zawartość fenyloalaniny nie może być stosowany przez osoby chorujące na fenyloketonurię (1, 5, 8). Informuje o tym ostrzeżenie zawarte na opakowaniach produktów zawierających w składzie tę substancję słodzącą: „Zawiera źródło fenyloalaniny” (16). Aspartam jest uznany za najlepiej zbadaną substancję chemiczną (4). Doniesienia na temat jego właściwości są sprzeczne. W 2005 roku opublikowano wyniki badań przeprowadzonych na szczurach. Przez okres 60 dni zwierzętom dostarczano 40 mg/kg masy ciała w odniesieniu do grupy kontrolnej, która nie otrzymywała aspartamu. Wykazano, że aspartam powoduje wzrost koncentracji wapnia w mózgu, sercu, płucach, śledzionie, nadnerczach i krwi (23). Jednocześnie zmniejsza się koncentracja wapnia w nerkach, jadrach i żołądku (23). Wyniki tego badania potwierdziły, że aspartam i inne substancje, których chemiczna struktura pozwala na tworzenie chelatów z jonami metali *in vitro*, może również wpływać na równowagę tych jonów w organizmie poprzez formowanie chelatów *in vivo* (23). W 2004 roku Codruta i Mathe badali ryzyko zatrucia metanolem w wyniku stosowania napojów chłodzących zawierających aspartam. We

wnioskach autorzy podkreślili, że metanol powstający w wyniku hydrolizy aspartamu może stwarzać bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia (14). W badaniach naukowych, które zostały przeprowadzone w 2005 roku w Centrum Badania Raka w Bolonii przez Soffritti i wsp., wykazano, że w grupie badanych szczurów podawany w dawce będącej odpowiednikiem tej przeznaczonej dla ludzi aspartam powoduje, zależny od dawki, wzrost zachorowalności na białaczkę oraz chłoniaka (26). Według badaczy przyczyną zachorowania może być metanol, powstający w wyniku metabolizmu aspartamu. Metanol jest przekształcany w formaldehyd o działaniu rakotwórczym (26). Inne badania tego samego zespołu nie tylko potwierdziły pierwszy eksperyment, ale również wykazały, że podczas ekspozycji na aspartam podczas życia płodowego wzrasta jego rakotwórcze działanie (27).

Sacharyna

Jest substancją 300-500 razy słodsza od sacharozy, stabilną termicznie. Wadą sacharyny jest gorzki posmak (1, 3, 4, 17, 24). Związek ten nie ulega przemianom i jest wydalany z organizmu w niezmienionej postaci (4, 20). W badaniach wykazano, że u niektórych gatunków zwierząt laboratoryjnych duże dawki sacharyny mogą przyczynić się do rozwoju nowotworu pęcherza moczowego (1, 2). Rak pęcherza związany z przyjmowaniem sacharyny jest specyficzny dla fizjologii gryzoni (24). W badaniach epidemiologicznych nie potwierdzono przypadków nowotworów u ludzi spożywających sacharynę w ilości uznanej za bezpieczną (1). ADI dla tej substancji wynosi 5 mg/kg masy ciała/dzień (4, 18).

Acesulfam K

Jest 200 razy słodszy od sacharozy (1, 3, 17). Ze względu na stabilne właściwości w wysokich temperaturach jest wykorzystywany w wielu produktach spożywczych (1, 4). Dopuszczalne ADI dla tej substancji wynosi 15 mg/kg masy ciała/dzień (4, 18). Związek ten jest w 99% w niezmienionej postaci wydalany z moczem i nie ulega on kumulacji w organizmie (1, 3). W badaniach Mukherjee i wsp. można znaleźć doniesienia na temat możliwości uszkodzenia chromosomów przez tę substancję słodzącą, co może być przyczyną zmian genetycznych (17, 28). W tym badaniu przeprowadzonym na myszach zauważono, że działanie genotoksyczne acesulfamii K polega na interakcji z DNA, prowadzącej do uszkodzenia komórek (17).

Sukraloza

Wykazuje słodkość 300-800 razy większą od sacharozy oraz stabilność w wysokich temperaturach (29). Sukraloza jest pozyskiwana z sacharozy poprzez zastąpienie trzech grup hydroksylowych atomami chloru (24, 29). Badania dowodzą, że w większych ilościach substancja ta przechodzi przez organizm niezmieniona. Część rozpada się na chloroglukozę i chlorofruktozę, które są substancjami toksycznymi (30). W 1999 roku sukraloza została zatwierdzona do stosowania w produktach spożywczych (24, 29). ADI dla sukralozy zostało ustalone na poziomie 15 mg/kg m.c. (30).

NATURALNE SUBSTANCJE INTENSYWNIIE SŁODZĄCE

Taumatyna

Jest 2000-3000 razy słodsza od sacharozy (2, 6). Ta naturalna substancja słodząca pozyskiwana jest z afrykańskich owoców ketamfe (*Thaumatococcus danieli*). W środowisku kwaśnym i po ogrzaniu do wysokich temperatur traci właściwości słodzące (3, 10). Wartość energetyczna taumatyny wynosi 4 kcal/g, jednak ze względu na dużą siłę słodzącą i niewielką dawkę potrzebną do odczucia słodkiego smaku ilość dostarczanych kalorii nie ma znaczenia (1). Słodycz taumatyny jest często odczuwana z opóźnieniem, a smak słodki utrzymuje się w ustach przez bardzo długi czas, co nie zawsze jest korzystne dla konsumenta (22).

Stewia, glikozydy stewiowe

Są pozyskiwane z rośliny *Stevia rebaudiana* rosnącej w Ameryce Południowej (4). Jest 300 razy słodsza od cukru. Oprócz słodkiego smaku oraz zerowej kaloryczności jej dodatkową zaletą jest wysoka zawartość pierwiastków śladowych (1, 3). Charakteryzuje się termostabilnością (3). W Polsce glikozydy stewiowe zostały dopuszczone do stosowania w żywności w 2011 roku (4). Glikozydy stewiowe nie wykazują wpływu na ciśnienie krwi oraz stężenie glukozy. Coraz częściej są polecane jako alternatywa cukru dla osób chorujących na cukrzycę (4).

Glicyryzyna

Otrzymywana jest z korzeni lukrecji – *Glycyrrhiza glabra* (*Liquorice*). Jest blisko 100 razy słodsza od cukru (1, 10, 27). Charakteryzuje ją gorzki posmak (1, 10). Wykazuje działanie przeciwzapalne, antyoksydacyjne, hepatoprotekcyjne oraz antywirusowe. Co więcej, wykazano, że ma zastosowanie w leczeniu wrzodów żołądka (31-33). W badaniach przeprowadzonych na szczurach przez Sancar i wsp. wykazano, że *Glycyrrhiza glabra* może mieć zastosowanie w leczeniu wrzodów żołądka wywołanych stosowaniem aspiryny (33). Roślina ta wpływa na układ endokryny, ze względu na zawartość fitoestrogenów mogących naśladować efekt estrogenów, łagodząc w ten sposób symptomy menopauzy (34). W badaniu przeprowadzonym przez Armanini i wsp. wykazano, że zmniejsza ona stężenie testosteronu u zdrowych kobiet, jednak mechanizm tego działania nie został do końca wyjaśniony (34, 35). Nadmierne stosowanie tej substancji przez długi czas może prowadzić do wystąpienia pseudoaldosteronizmu, powodując obrzęki, nadciśnienie oraz przyrost masy ciała (31). Glicyryzyna jest związkiem o budowie podobnej do kortykosteroidów, dlatego jej zastosowanie w celach spożywczych w wielu krajach jest zabronione (30).

SŁODZIKI JEDNĄ Z PRZYCZYŃ EKSPANSJI OTYŁOŚCI?

Paradoksalnie wraz ze wzrostem popularności substytutów cukru obserwuje się wzrost liczby osób z nadwagą i otyłością (1, 36-38). Wobec takich obserwacji należy zadać pytanie, czy ich stosowanie naprawdę może być elementem leczenia otyłości? Intuicyjnie konsumenci wybierają niekaloryczne sztuczne substancje słodzące w

celu redukcji lub utrzymania masy ciała (24, 38). Tradycyjny cukier dostarcza dużą ilość szybko wchłaniających się węglowodanów, prowadząc do nadmiernego poboru energii i przyrostu masy ciała (24). Dotychczasowe badania wykazały, że słodki smak dostarczany zarówno przez cukier, jak i sztuczne substancje słodzące wzmacnia apetyt (24). Badania na modelach zwierzęcych, w tym szczurach, pomagają wyjaśnić, w jaki sposób sztuczne substancje słodzące wpływają na bilans energetyczny (24). W badaniach na myszach rasy Wistar przeprowadzonych przez Martinez i wsp. postanowiono zbadać wpływ na masę ciała oraz masę wątroby naturalnych cukrów: sacharozy, fruktozy oraz niskokalorycznych słodzików – aspartamu i sukralozy. Grupa kontrolna otrzymywała wodę (36). Uzyskane wyniki wykazały, że szczury spożywające wodę z fruktozą, aspartamem lub sukralozą przybrały na masie więcej niż grupa spożywająca sacharozę (36). Wzrasta również liczba dowodów mówiących, że sztuczne substancje słodzące w porównaniu do naturalnych substancji słodzących nie pobudzają układu nagrody (24). Niewiele jest informacji dotyczących wpływu sztucznych substancji słodzących na ludzki mózg (37). W badaniach przeprowadzonych na 12 zdrowych kobietach, którym podano sukralozę oraz sacharozę, wykazano, że sukraloza nie zaspokajała w pełni pragnienia przyjmowania smaku słodkiego (37). Podsumowując, zbyt mało jest dowodów potwierdzających rolę niskokalorycznych substancji słodzących w kontroli masy ciała.

SUBSTANCJE SŁODZĄCE W PRODUKTACH SPOŻYWCZYCH

Wyniki badania przeprowadzonego w Polsce mającego na celu oszacowanie zawartości aspartamu, acesulfamu K i sacharyny w produktach spożywanych przez osoby otyłe i chore na cukrzycę wykazały, że spożywanie badanych substancji w ilościach przekraczających wartości ADI jest mało prawdopodobne. Autorzy podkreślili jednak, że niebezpieczna jest sytuacja, w której producenci w celu zapewnienia odpowiedniej słodkości produktów i jednoczesnego nieprzekraczania ADI dla pojedynczej substancji stosują równocześnie kilka z nich (7). Substancje słodzące dodawane są najczęściej do napojów bezalkoholowych (17). W zależności od zawartości substancji słodzących oraz cukru można podzielić napoje na trzy grupy:

- napoje o obniżonej kaloryczności, w których cukier został zastąpiony w 30% substancją słodzącą,
- napoje niskokaloryczne, w których cukier został zastąpiony w 50%,
- napoje dietetyczne, które w składzie zawierają tylko substancje słodzące (17).

Bezalkoholowe napoje gazowane gaszą pragnienie i pełnią funkcję orzeźwiającą. Ich spożycie wzrasta w okresie letnim (25). Konsumenci mają do wyboru szeroką gamę tych produktów, od słodzonych tradycyjnie, czyli sacharozą, do słodzonych substancjami słodzącymi. Dopuszczalna zawartość aspartamu w napojach bezalkoholowych wynosi 600 mg/l (25). W badaniach przeprowadzonych w Polsce przez Rój i Stasiuk za pomocą zastosowania techniki HPLC UV/VIS (DAD) wykazano,

że najwyższe poziomy metabolitów aspartamu, takich jak diketopiperazyna i fenyloalanina znajdują się w dietetycznych napojach energetyzujących (25). Najwyższą zawartość aspartamu wykazano w dietetycznej coli – 240 mg/l (25). Również w badaniach opisanych przez Sękałką wykazano, że zawartości aspartamu, acesulfamu K i sacharynianu sodu mieściły się w analizowanych napojach poniżej górnych granic dozwolonych ilości (17). Zastąpienie cukru w produktach spożywczych środkami intensywnie słodzącymi powoduje zmniejszenie ich smakowitości poprzez wyczuwanie obcego posmaku (39). Dlatego jest prawdopodobne, że wyroby cukiernicze z dodatkiem tradycyjnego cukru będą nadal bardziej popularne niż wyroby zawierające substytuty cukru (39). W kolejnych badaniach przeprowadzonych w Polsce postanowiono ocenić pobranie z diety sztucznych substancji słodzących, takich jak acesulfam K, aspartam, sukraloza, sacharyna, cyklaminy wśród młodzieży w wieku 13-17 lat chorującej na cukrzycę typu I. Źródłem danych była metoda 3-dniowego notowania. Stwierdzono, że młodzież z cukrzycą jest grupą bardziej narażoną na wyższe pobranie z diety sztucznych substancji słodzących w odniesieniu do osób niechorujących na cukrzycę (19). Konieczne jest opracowanie metod analitycznych służących do szybkiego i dokładnego pomiaru, a także identyfikacji substancji słodzących w produktach (40). Do oznaczania aspartamu w produktach powinna być stosowana metoda HPLC (wysokosprawna chromatografia cieczowa) ze względu na wysoką precyzyjność oraz dokładność (40).

NISKOKALORYCZNE SUBSTANCJE SŁODZĄCE I RYZYKO PRZEDWCZESNEGO PORODU

Poród przedwczesny przed 37 tygodniem ciąży jest poważnym problemem nie tylko medycznym, ale również osobistym dla rodziców dzieci przedwcześnie urodzonych (41). Wzrasta zainteresowanie, w jaki sposób czynniki żywieniowe mogą wpływać na ryzyko porodu przedwczesnego (41). W przeprowadzonym przez Halldorsona i wsp. badaniu obejmującym 59 334 duńskich kobiet, które urodziły przed 37 tygodniem, oceniono częstość spożycia napojów bezalkoholowych za pomocą kwestionariusza. Zaobserwowano związek pomiędzy spożyciem napojów bezalkoholowych z dodatkiem substancji słodzących a ryzykiem przedwczesnego porodu. Autorzy podkreślają konieczność prowadzenia dalszych badań w tym kierunku (42, 43). W kolejnych badaniach przeprowadzonych przez Englung-Ögge i wsp., do których zakwalifikowano 60 761 norweskich kobiet, również za pomocą ankiety oceniono spożycie napojów, do których zastosowano cukier naturalny oraz substancje słodzące. Kryterium doboru grupy badawczej był przedwczesny poród. Badanie to dowodzi, że wysokie spożycie zarówno napojów zawierających sztuczne substancje słodzące, jak i napojów zawierających cukier wiąże się z większym ryzykiem porodu przedwczesnego (41, 42).

PODSUMOWANIE

Osoby chorujące na cukrzycę lub będące na diecie redukcyjnej są potencjalnymi nabywcami substancji słodzących, które ze względu na ekspansję nadwagi i oty-

łości stają się obecne w coraz większej liczbie produktów spożywczych. Prowadząc proces odchudzania pacjentów, należy zadać sobie pytanie, czy dla pacjenta dobrym rozwiązaniem będzie zalecanie zamienników cukru w celu zaspokojenia smaku słodkiego zgodnie z popularnym hasłem reklamowym „maksimum smaku, zero cukru”. □

Piśmiennictwo

1. Myszkowska-Ryciak J, Harton A, Gajewska D, Bawa S: Środki słodzące w profilaktyce i leczeniu otyłości. *Kosmos – Problemy Nauk Biologicznych* 2010; 59: 365-374.
2. Pregiel B, Wrzyszczyk-Kowalczyk A, Piesiak-Paręczyszyn D: Aktualne poglądy na temat substytutów cukru. *Porad Stomatol* 2010; 10: 60-65.
3. Wojterska J, Tator J: Czy używać „słodziki” w żywieniu osób z cukrzycą i w dietach redukujących nadwagę – korzyści i straty zdrowotne. *Med Metabol* 2008; 12: 70-74.
4. Jeznach-Steinhagen A, Kurzawa J, Czerwonogrodzka-Senczyzna A: Zastosowanie niskokalorycznych substancji słodzących. *Pol Merk Lek* 2013; 34: 286-288.
5. Codruta P, Mathe J: Methanol poisoning risk of aspartanic containing cooling drinks consumers. *The Journal Of Preventive Medicine* 2004; 12: 75-79.
6. Świąder K, Waszkiewicz-Robak B, Świdorski F: Substancje intensywnie słodzące – korzyści i zagrożenia. *Probl Hig i Epidemiol* 2011; 92: 392-396.
7. Piernas C, Ng S, Popkin B: Trends in purchases and intake of foods and beverages containing caloric and low-calorie sweeteners over the last decade in the United States. *Pediatric Obesity* 2013; 8: 294-306.
8. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Badań nad Otyłością i Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego w sprawie stosowania niskokalorycznych substancji słodzących. *Praktyka Lekarska. Zeszyty specjalistyczne* 2013; 6 (83).
9. Kunachowicz H, Madolna I, Iwanow K: Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. *Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa* 2006.
10. Kowalowski P, Kowalowska M, Stanowska K, Burczyk J: Naturalne środki słodzące w świetle dopuszczalności ich do spożycia w Polsce i krajach Unii Europejskiej. *Post Fitoter* 2004; 1: 4-9.
11. Ciok J, Tacikowski T, Wyrobek I: Fruktaza jako czynnik ryzyka przewlekłych chorób metabolicznych. *Żyw Człow Metabol* 2004; 1: 88-95.
12. Maślak E, Kostrogryś R, Franczyk-Żarów M, Pisulewski P: Wpływ diety z dodatkiem fruktozy i sprężonych dienów kwasu linolenowego (CLA) na masę ciała i wątroby oraz stężenie aminotransferazy alaninowej (ALT) u szczurów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2009; 4: 368-374.
13. Ackerman Z, Herman M, Grozovski M et al.: Fructose – induced fatty liver disease. *Hypertension* 2005; 45: 1012-1018.
14. Bocarsly M, Powell E, Avena N, Hoebel B: High fructose syrup causes characteristic of obesity in rats: Increased body weight, body fat and triglyceride levels. *Pharmacol Biochem Behav*: doi: 10.1016/j.pbb.2010.02.012.
15. Tappy L, Egil L, Lecoutre V, Schinder P: Effects of fructose – containing caloric sweeteners on resting energy expenditure and energy efficiency: a review of human trials. *Nutr Metab* 2013; 10: 54.
16. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16.12.2008 r. w sprawie dodatków do żywności. *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej* z dnia 31.12.2008 r.
17. Sękałska B: Zawartość sztucznych substancji słodzących – aspartamu, acesulfamu K i sacharynianu sodu w napojach dietetycznych. *Nauka. Technologia. Jakość* 2007; 3: 127-138.
18. Reguła J, Kowalewska M: Zawartość aspartamu, acesulfamu K i sacharyny w produktach spożywanych przez osoby otyłe i chore na cukrzycę. *Nauka Przyroda Technologie* 2010; 4: 1-8.
19. Wierzbicka E, Skarżyńska M, Piontek E, Korzeniowska G: Ocena spożycia z diety sztucznych substancji słodzących w wybranej grupie młodzieży z cukrzycą typu 1 – badanie pilotażowe. *Bromat Chem Toksykol* 201; 3: 305-312.
20. Radziejewski P, Radziejewska M: Substytuty cukru w profilaktyce próchnicy. *Stomatol Współcz* 2006; 13: 43-48.
21. Berner-Strzelczyk A, Kołodziejska J, Zgoda MM: Poliiole – Sorbitol i Ksylitol – kariogenne substytuty cukru. *Bromat Chem Toksykol* 2004; 37: 175-180.
22. Świąder K, Waszkiewicz-Robak B: Intensywność słodzący

wybranych substancji słodzących. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2006; 46 (suppl. 1): 183-191. **23.** Kovatsi L, Tsouggas M: The effect of oral aspartame administration on the excretion and the distribution of calcium in rat tissues. *J Elementol* 2005; 10: 911-917. **24.** Yang Q: Gain weight by "going diet?". Artificial sweeteners and the neurobiology of sugar cravings. *Yale J Biol Med* 2010; 83: 101-108. **25.** Rój A, Stasiuk E: Oznaczenia jakościowe w zakresie zawartości aspartamu i jego metabolitów w napojach gazowanych bezalkoholowych z zastosowaniem techniki HPLC. *Bromat Chem Toksykol* 2009; 3: 543-547. **26.** Soffritti M, Belpoggi F, Esposti D, Lambertini L: Aspartame includes lymphomas and leukaemias in rats. *Eur J Oncol* 2005; 10: 107-116. **27.** Soffritti M, Belpoggi F, Tibaldi E et al.: Life-span exposure to low doses of aspartame beginning during prenatal life increases cancer effects in rats. *Environ Health Perspect* 2007; 115: 1293-1297. **28.** Mukherjee A, Chakrabarti J: *In vivo* cytogenetic studies on mice exposed to acesulfame K – a non nutritive sweetener. *Food Chem Toxicol* 1998; 35: 1177-1179. **29.** Rodero AB, Rodero LS, Azoubel U: Toxicity of sucralose in humans: a review. *Int J Morphol* 2009; 27: 239-244. **30.** Wolski T, Najda A: Substancje słodzące pochodzenia naturalnego. *Post Fitoter* 2005; 1-2: 15-28. **31.** Anil K, Jyotsna D: Review on *Glycyrrhiza glabra*. *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation* 2012; 1: 1-4. **32.** Nudrat F, Mansoor A, Seyed S et al.: Antitumorogenic and Toxicological studies of *Glycyrrhiza glabra* roots available in local market of Karachi. *Karachi University Journal of Science* 2008; 36: 5-8. **33.** Sancar M, Hantash T, Okuyan B et al.: Comparative effectiveness *Glycyrrhiza glabra* vs. Omeprazole and misoprosol for treatment of aspirin – induced gastric ulcers. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*

2009; 3: 615-620. **34.** Grant P, Ramasamy S: An Update on Plant Derived Anti-Androgens. *Int Endocrinol Metab* 2012; 10: 497-502. **35.** Armanini D, Mattarello M, Fiore C et al.: Licorice reduces serum testosterone in healthy women. *Steroids* 2004; 69: 763-766. **36.** Martinez C, Gonzalez E, Garcia RS et al.: Effects on body mass of laboratory rats after ingestion of drinking water with sucrose, fructose, aspartame, sucralose additives. *The Open Obesity Journal* 2010; 2: 116-124. **37.** Frank G, Oberndorfer T, Simmons A et al.: Sucralose activates human taste pathways differently from artificial sweetener. *Neuroimage* 2008; 39: 1559-1569. **38.** Foreyt J, Kleinman R, Brown R, Lindstrom R: The use of low-calorie sweeteners by children: Implications for weight management. *The Journal of Nutrition: Supplement: Low-Calorie Sweeteners, Appetite and Weight Control-What the science tells.* *J Nutr.* us.doi:10.3945/jn.111.149609. **39.** Fortuna T, Stachura M, Buda A: Właściwości fizykochemiczne i ocena sensoryczna wafli typu „light”. *Technologia Alimentaria* 2003; 2: 83-96. **40.** Majewska E: Walidacja wybranych metod oznaczania aspartamu w słodzikach. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2008; 2: 106-118. **41.** Englung-Ögge L, Brantseter A, Haugen M et al.: Association between intake of artificially sweetened and sugar sweetened beverages and preterm delivery: a large prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2012; 96: 552-559. **42.** Vecchia LC: Low-calorie sweeteners and the risk of preterm delivery: results from two studies and a meta-analysis. *Journal of Family Planning and Reproductive Health Care* 2013; 39: 12-13. **43.** Halldorson IT, Strom M, Petersen S, Olsen S: Intake of artificially sweetened soft drinks and risk of preterm delivery: a prospective cohort study of 59 334 Danish pregnant women. *Am J Clin Nutr.* doi: 10.3945/ajcn.2009.28968.

nadesłano: 20.11.2013

zaakceptowano do druku: 03.01.2014

Adres do korespondencji:

*Aneta Koszowska

Zakład Profilaktyki Chorób Żywieniowozależnych

Wydział Zdrowia Publicznego

Śląski Uniwersytet Medyczny

ul. Piękarska 18, 41-908 Bytom

e- mail: anetakoszowska@op.pl