

*Joanna Grupińska, Teresa Grzelak, Marcelina Walczak,
Marta Kramkowska, Krystyna Czyżewska*

KORZYŚCI I ZAGROŻENIA ZWIĄZANE Z KONSUMPCJĄ NATURALNYCH ZAMIENNIKÓW SACHAROZY*

Zakład Biologii Chorób Cywilizacyjnych
Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *K. Czyżewska*

Słowa kluczowe: naturalne słodziki, fruktoza, ksylitol, taumatyna, stewia.
Key words: natural sweeteners, fructose, xylitol, thaumatin, stevia.

Wprowadzenie

Produkty spożywcze odznaczające się wysokim poziomem słodkości są najchętniej wybieraną przez konsumentów grupą żywności. Wynika to z mechanizmu uwarunkowanego ewolucyjnie. Już prehistoryczny człowiek za pomocą odczuć smakowych potrafił odróżnić pokarmy wspomagające jego prawidłowy rozwój – słodkie, czyli dostarczające łatwo przyswajalnych węglowodanów, a więc energii oraz słońce – wzbogacone w niezbędne składniki mineralne, od tych szkodliwych dla zdrowia, a nawet trujących. Najczęściej smak gorzki sygnalizował obecność toksyn, natomiast kwaśny świadczył o niedojrzałości lub nieświeżości pożywienia (1). Mechanizmy odpowiedzialne za odczuwanie słodkiego smaku pojawiają się już w życiu płodowym. Z uwagi na fakt, że pierwszym pokarmem dziecka jest mleko kobiece zawierające laktozę, niemowlęta wykazują znaczne upodobanie do produktów o wysokiej słodkości. Stwarza to problem z wprowadzaniem do żywienia starszych dzieci pokarmów uzupełniających (takich jak warzywa), dostarczających innych doznań organoleptycznych. Poziom monosacharydów we krwi człowieka koreluje z wydzielaniem przez przysadkę mózgową serotoniny, która wpływa na poprawę nastroju (2). Preferowanie słodkiego smaku jest spowodowane również czynnikami społeczno-kulturowymi, takimi jak zwyczaj obdarowywania dzieci słodkościami w ramach nagrody za dobre zachowanie (3, 4).

Najbardziej znaną substancją słodzącą dostępną na światowym rynku jest sacharoza, nazywana cukrem stołowym. Pierwsze wzmianki na jej temat pochodzą z IV wieku p.n.e. Początkowo cukier ten otrzymywany był z trzciny cukrowej. Właściwości słodzące tej rośliny odkryto przypadkiem, podczas przeżuwania jej liści. Dopiero z czasem zauważono, że poprzez długotrwałe gotowanie trzciny cukrowej uzyskiwany jest syrop, który po wysuszeniu można przez długi czas przechowywać. Rozwój cukrownictwa nastąpił w VII wieku, kiedy Arabowie podczas podbojów

* Źródło finansowania: Badania statutowe Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, nr 502-01-02228371-04458.

Bliskiego Wschodu skradli sekret produkcji słodkiej substancji i założyli pierwszą przemysłową rafinerię cukru. Sprowadzenie sacharozy na europejskie stoły było możliwe dzięki wyprawom krzyżowym. Produkt ten należał wtedy do towarów luksusowych i egzotycznych, podawanych w postaci tzw. głów cukrowych, jako wykwintne danie, głównie na ucztach polskiej szlachty. Cukier nie był składnikiem potraw, służył jedynie do lizania, a przywilej ten przysługiwał wybranym domownikom. Sacharozę próbowano także pozyskać z marchwi oraz syropu klonowego, jednakże okazało się to trudne i zbyt kosztowne, aby mogło posłużyć do produkcji tego związku na skalę przemysłową (5). Kiedy pod koniec XVIII wieku niemiecki badacz wyodrębnił sacharozę z niewymagających (pod względem uprawy) buraków cukrowych, wyparły one z przemysłu trzcinę cukrową. W 1900 r. światowa produkcja sacharozy osiągnęła 11 mln ton i wzrastała każdego roku. Sacharozą stała się substancją tak pożądaną, że w 1930 r. w Polsce popularne było hasło: „Matko! Nie żałuj dziecku cukru. Cukier wzmacnia kości” (6, 7).

Rozwijający się przemysł spożywczy wymusił na technologach żywności opracowanie składu nowych substancji słodzących o stosunkowo wysokiej sile słodzenia, coraz bardziej wydajnych i tańszych niż cukier, nie wpływających w znacznym stopniu na właściwości fizyczno-chemiczne produktu finalnego, które mogłyby być powszechnie stosowane do produkcji żywności różnego typu. W latach 70. ubiegłego wieku wyprodukowano więc syrop glukozowo-fruktozowy (HFCS – *High Fructose Corn Syrup*) otrzymywany z kukurydzy, dodawany początkowo wyłącznie do słodzonych napojów, a później również do produktów nabiałowych, pieczywa, wędlin, słodczy oraz soków (8).

Nadkonsumpcja produktów o wysokiej gęstości energetycznej, zawierających głównie łatwo przyswajalne węglowodany w postaci sacharozy oraz syropów roślinnych, jest jednym z czynników powodujących epidemię otyłości. Skutkuje ona zwiększoną częstością współwystępowania schorzeń takich jak: cukrzyca typu 2, choroby układu sercowo-naczyniowego, zespół bezdechu sennego oraz niektóre nowotwory. Cukier stołowy oraz wspomniane syropy, zaczęto zastępować substancjami słodzącymi, zarówno pochodzenia naturalnego, jak i syntetycznego, których spożywanie zapewnia minimalną lub zerową podaż energii. Stosowanie słodzików do produkcji żywności ogranicza ryzyko występowania nadmiernej masy ciała oraz zaburzeń gospodarki węglowodanowej, jednak może nieść za sobą ryzyko negatywnych skutków zdrowotnych.

Celem opracowania jest przegląd, systematyzacja i synteza rozproszonych danych literaturowych w zakresie pozytywnych i negatywnych oddziaływań najpopularniejszych naturalnych substytutów sacharozy, tj. fruktozy, przedstawicieli polialkoholi (głównie ksylitolu), taumatyn oraz glikozydów stewiolowych, stosowanych w produkcji żywności.

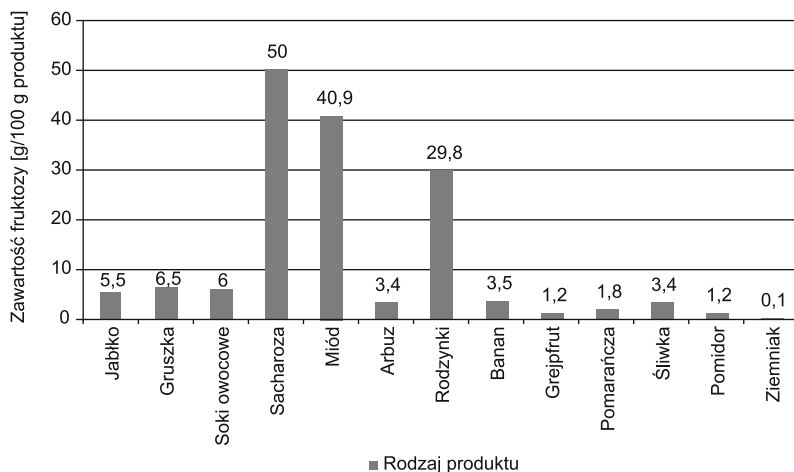
Właściwości wybranych zamienników sacharozy

Fruktoza

Fruktoza jest węglowodanem prostym, występującym pospolicie w owocach oraz miodzie. Ten cukier owocowy jest najśłodszy i najlepiej rozpuszczalny

w wodzie związekiem naturalnym spośród wszystkich poznanych dotychczas sacharydów. Pomimo, iż swoją budową przypomina inny cukier prosty – glukozę, w organizmie człowieka ulega znacznie wolniejszemu wchłanianiu, dzięki czemu odznacza się niższym indeksem glikemicznym, a więc wolniejszym przyrostem glikemii we krwi po spożyciu posiłku. Metabolizm fruktozy zachodzi w komórkach wątrobowych, przy udziale m.in. fruktokinazy, a proces ten nie jest regulowany na drodze ujemnego sprzężenia zwrotnego. W efekcie nadmiar fruktozy nie zostaje zmagazynowany w postaci glikogenu, służy natomiast jako substrat do produkcji kwasu pirogronowego oraz triacylogliceroli (9). Do niedawna istniał pogląd, iż fruktoza jest zdrowym zamiennikiem cukru stołowego. Stąd m.in. była polecana diabetykom, z uwagi na fakt, iż nie powodowała szybkiego wzrostu stężenia glukozy we krwi oraz nagłego wyrzutu insuliny przez komórki β wysp trzustkowych. Obecnie, liczne badania naukowe wskazują na związek pomiędzy zwiększonym spożyciem fruktozy w diecie, a występowaniem hipertriglicydemii, stłuszczeniem wątroby, spowodowanym nagromadzeniem kwasów tłuszczowych w hepatocytach oraz zwiększeniem oporności tkanek na działanie insuliny (10, 11). Wykazano, że wraz ze wzrostem konsumpcji fruktozy, zwiększa się częstość występowania nadciśnienia tętniczego oraz przypadków hiperurykemii (12). Cukier ten jest bowiem związkiem o silnych właściwościach redukcyjnych, przez co reaguje m.in. z białkami, w konsekwencji prowadząc do nasilenia powstawania końcowych produktów glikacji białek (AGEs – advanced glycation end products). Związki te biorą udział w patogenezie chorób układu sercowo-naczyniowego oraz zaburzeń metabolicznych (13).

Komórkowym transporterem dla fruktozy jest białko GLUT5 (ang. *Glucose Transporter Type 5*), które przenosi wymieniony substrat przez błonę komórko-



Ryc. 1. Zawartość fruktozy w wybranych produktach spożywczych (w g/100 g produktu).
Źródło: Opracowanie własne na podstawie: (14).

Fig. 1. Content of fructose in selected groceries (in g/100 g).
Source: Own study based on: (14).

wą enterocytów jelita cienkiego na drodze dyfuzji. Wchłanianie fruktozy w przewodzie pokarmowym ułatwia także obecność innych sacharydów – glukozy oraz galaktozy. Absorpcja fruktozy ze światła jelita jest całkowita, o ile nie jest ona spożywana w nadmiarze. Jeśli jednak konsumpcja jest zbyt wysoka, fruktoza ulega kumulacji w przewodzie pokarmowym, gdzie dochodzi do wzmożonej fermentacji i wydzielania wodoru, dwutlenku węgla, a nawet metanu. Nagromadzenie się gazów powoduje nie tylko objawy dyspeptyczne, ale może również nasilać dolegliwości związane z refluksem żołądkowo-przełykowym (14). W przypadku niemowląt cierpiących na kolki jelitowe, podawanie soku zawierającego fruktozę w ilości przewyższającej zawartość glukozy, wywołuje nasilenie dolegliwości, tj. napięcie powłok brzusznych oraz zwiększone oddawanie gazów (15). W przypadkach nieprawidłowości działania GLUT5, podobnie jak w zaburzeniach funkcji enzymów odpowiedzialnych za przemiany fruktozy, należy wyłączyć ten węglowodan (oraz niektóre di- i polisacharydy go zawierające) z diety lub znacznie ograniczyć ich spożycie (16). Zawartość fruktozy w poszczególnych produktach spożywczych została przedstawiona na ryc. 1.

Ograniczenie spożycia fruktozy w codziennej diecie nie jest proste z uwagi na fakt, że do większości artykułów żywnościowych dodawany jest syrop glukozowo-fruktozowy. Zawiera on 55% fruktozy oraz 42–45% glukozy. Siła słodząca syropu jest o 40% wyższa od sacharozy, jest on więc chętnie używany w przemyśle spożywczym. Stosuje się go jako dodatek do napojów, deserów mlecznych, słodczy, a nawet wędlin. Badania przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych dowiodły, że ponad 30% dziennej podaży energii stanowią węglowodany proste, z czego połowa to fruktoza (400 kcal; 100 g fruktozy/dobę) (17).

Polialkohole

Poliiole stanowią grupę półsyntetycznych środków słodzących, znanych również pod nazwą polialkohole, alkohole cukrowe lub wodorotlenowe. Występują one naturalnie w roślinach oraz owocach, m.in. w śliwkach, gruszkach, brzoskwiniach, jabłkach, oliwkach, figach, truskawkach oraz malinach. Do polioli zaliczane są takie alkohole jak: ksylitol, sorbitol, laktitol, maltitol, mannitol czy izomalt. Alkohole cukrowe odznaczają się znacznie niższą słodczą niż sacharoza, mogą być więc stosowane w żywności w większych ilościach niż substancje intensywnie słodzące. Pełnią one funkcję wypełniaczy, gdyż stosowanie samych syntetycznych słodzików, jako zamienników tradycyjnego cukru, mogłoby spowodować zmianę cech strukturalnych produktu finalnego. Dla wszystkich polioli przyjęto jednakową wartość energetyczną, która wynosi 2,4 kcal/1 g (10 kJ). Stanowi to zaledwie 60% wartości energetycznej glukozy lub fruktozy (18).

Polialkohole są częściowo wchłaniane w układzie pokarmowym dzięki dyfuzji biernej. Proces ten jest stosunkowo powolny, nie powoduje więc skokowego wzrostu stężenia glukozy we krwi i wydzielania insuliny przez komórki β trzustki. Polialkohole mogą być zatem w ograniczonych ilościach spożywane przez osoby chorujące na cukrzycę (19). Poliiole posiadają wiele korzystnych właściwości i są chętnie wykorzystywane przez producentów żywności. Zwiększają objętość produktu, dzięki czemu zmniejszają jego jednostkową wartość energetyczną. Są obojętne na działanie enzymów i trudno ulegają fermentacji, wykazując stosunkowo

dużą stabilność chemiczną. Cechą wyróżniającą alkohole cukrowe spośród pozostałych substancji słodzących jest tzw. „efekt chłodzący”, czyli uczucie ochłody w ustach po ich spożyciu, szczególnie wysokie w przypadku sorbitolu. Cechę tę wykorzystano m.in. przy produkcji gum do żucia, orzeźwiających cukierków oraz niektórych leków (18).

Z uwagi na to, że zarówno polialkohole, jak i omawiana wcześniej fruktoza, należą do substancji pochodzenia naturalnego nie wyznaczono dla nich wskaźnika Acceptable Daily Intake (ADI) – dopuszczalnego dziennego spożycia. Zazwyczaj w procesach technologicznych stosuje się te związki w najniższej dawce wywołującej zamierzony efekt, zgodnie z zasadami Dobrej Praktyki Produkcyjnej. Spożywanie polioli, nawet w stosunkowo dużych ilościach nie stanowi poważnego zagrożenia dla zdrowia człowieka. Negatywnym skutkiem, jaki obserwowano po spożyciu ok. 20–50 g alkoholi cukrowych w ciągu jednego dnia, była krótkotrwała biegunka. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych, istnieje obowiązek umieszczenia na opakowaniu informacji brzmiącej, iż „w nadmiernych ilościach może mieć efekt przeczyszczający”, wtedy kiedy zawartość alkoholi wodorotlenowych w produkcie spożywczym przekracza 10% (19, 20, 21).

Wśród polioli na szczególną uwagę zasługuje ksylitol – przedstawiciel alkoholi polihydroksylowych, określany jako cukier brzożowy. Dodatek tego cukru do past oraz płukanek do zębów wpływa na zmniejszenie w ślinie liczby bakterii powodujących próchnicę. Dodatkowo ksylitol zwiększa wydzielanie śliny, która wykazuje działanie zapobiegawcze przed tworzeniem płytki nazębnej. Efekt ten wzmacniany jest poprzez stosowanie gum do żucia zawierających ten polialkohol. Wspomniane nasilenie wydzielania śliny następuje zarówno u osób zdrowych, jak i cierpiących na kserostomię, czyli suchość błon śluzowych w obrębie jamy ustnej. Stąd też spożywanie ksylitolu jest szczególnie pożądane w tej grupie chorych. Omawiany polialkohol zmniejsza również adhezyjność płytki nazębnej, co ogranicza kontakt drobnoustrojów z powierzchnią szkliwa, a dzięki temu także ryzyko wystąpienia próchnicy (22).

Taumatyny

Taumatyny są białkami pochodzenia naturalnego należącymi do grupy substancji intensywnie słodzących. Te słodkie proteiny wyodrębniane są z owoców rośliny o nazwie katemfe (*Thaumatococcus daniellii* Benth), występującej w lasach zachodniej części Afryki. Po raz pierwszy taumatyny zostały pozyskane w 1855 r., a niedawno okazało się, iż białka te występują jako mieszanina 5 strukturalnie różnych form: taumatyn I i II oraz taumatyn a, b, c. Te ostatnie mają mniejszy udział w mieszaninie taumatyn niż I i II (23, 24, 25). Ze względu na stosunkowo niską wydajność produkcji taumatyn z naturalnych źródeł, ważnym odkryciem biotechnologicznym było poznanie genów warunkujących ich powstanie (25). Obecnie są one uznawane za substancje słodzące o najwyższej słodkości, która przekracza 100 tysięcy razy siłę słodzenia sacharozy, dzięki czemu stosowane są w żywności w minimalnych ilościach (24). Po spożyciu taumatyn uczucie słodkiego smaku narasta wolniej i utrzymuje się znacznie dłużej niż w przypadku pozostałych słodzików. Ich wartość energetyczna wynosi 4 kcal/g, co odpowiada ok. 17 kJ. Oprócz

wysokiego efektu słodzenia, taumatyny znalazły swoje zastosowanie w produkcji żywności ze względu na wzmacnianie aromatu. Działanie to polega przede wszystkim na intensyfikowaniu zapachów cytrusowych. Związki te, wpływają także na odczuwanie aromatów: miętowego, imbirowego, cynamonowego oraz kawowego poprzez łagodzenie zawartych w nich posmaków piekących, gorzkich oraz pieprzowych. Omawiane białka mają ponadto zdolność maskowania nieprzyjemnych posmaków, spowodowanych obecnością jonów metali. Efekt ten został wykorzystany w produkcji preparatów niskosodowych i wysokopotasowych dla osób cierpiących na nadciśnienie tętnicze oraz inne choroby układu sercowo-naczyniowego. W tych przypadkach dodatek taumatyn niwelował nieprzyjemny posmak związany z obecnością chlorku potasu (23).

Opisywane substancje słodzące wykazują synergizm działania z innymi słodzikami, na przykład polialkoholami oraz aspartamem, dzięki czemu ilość tego ostatniego w produktach spożywczych może zostać ograniczona. Dla taumatyn, jako substancji pochodzenia naturalnego, nie ustalono wskaźnika ADI. Stosuje się je głównie w wyrobach cukierniczych bez dodatku cukru stołowego oraz produktach piekarniczych zawierających kakao i suszone owoce, a także w gumach do żucia (23, 24).

Stewia

Stewia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) to roślina pochodząca z Brazylii oraz Paragwaju. Swoją nazwę zawdzięcza botanikowi Moisesowi Santiago Bertoniemu, który w 1905 r. dostrzegł i opisał jako pierwszy szczególne właściwości tej rośliny. Stosowano ją jednak znacznie wcześniej. Niektóre indiańskie plemiona wykorzystywały liście stewii jako rodzaj dzisiejszej „gumy do żucia”, przeżuwać je po posiłkach, jak również były one stosowane jako dodatek do ziółowych naparów. *Stevia rebaudiana Bertoni* nie wymaga szczególnych warunków uprawy, zarówno dotyczących gleby, jak i klimatu. Nie toleruje jednak niskich temperatur, dlatego w niektórych rejonach świata plantatorzy traktują ją jako gatunek jednoroczny. Może być także uprawiana w doniczkach – wymaga wtedy dużej ilości wilgoci oraz odpowiedniego nasłonecznienia. Hodując roślinę samodzielnie, konsument może mieć pewność, że substancja słodząca, której używa, jest wyłącznie stewią, ponieważ preparaty dostępne na rynku najczęściej zawierają dodatek innych związków intensywnie słodzących, co znacznie obniża koszt produktu finalnego (26).

Właściwości słodzące tej rośliny zawarte są w liściach, z których wyodrębniono grupę substancji nazywanych glikozydami stewiolowymi. Są one ok. 300 razy słodsze od cukru stołowego. Na uwagę zasługuje przede wszystkim stewiozyd, którego siła słodząca jest mniejsza od pozostałych stewioli, jednakże występuje on w dużej ilości w liściach stewii. Kolejnym związkiem jest rebaudiozyd A, który wykazuje najwyższą słodycz spośród wszystkich glikozydów stewiolowych. Jest on ponadto bardzo odporny na przechowywanie, bowiem po wysuszeniu zachowuje swoje właściwości nawet po 2 latach od momentu zbioru (27). Wszystkie glikozydy stewiolowe należą do związków stosunkowo stabilnych chemicznie. Z tego względu, wyprodukowane ze stewii słodziki wykazują oporność na działanie wysokich temperatur i promieni słonecznych. Dowiedziono, iż jedynie w przypadku długotrwałego przechowywania w środowisku kwaśnym dochodzi do stopniowego rozkładu

wspomnianych związków. Proces ten dotyczy szczególnie soków oraz kolorowych napojów gazowanych, słodzonych stewią. Nie wykazano jednak, aby proces ten mógł negatywnie wpływać na zdrowie konsumentów, ponieważ w wyniku reakcji hydrolizy powstaje stewiol – substancja nieszkodliwa, o właściwościach słodzących podobnych do glikozydów stewiolowych (28). Wykorzystanie stewii w przemyśle spożywczym jest stosunkowo szerokie. Roślina ta jest składnikiem artykułów żywnościowych wymagających obróbki cieplnej. W przypadku samodzielnego przygotowywania posiłków, stewię można dodawać do produktów wymagających gotowania, pieczenia lub pasteryzacji (29).

Pomimo, iż glikozydy stewiolowe należą do substancji pochodzenia naturalnego, stosowanie ich w przemyśle spożywczym przez wiele lat nie było dozwolone, m.in. na terenie krajów Unii Europejskiej. Badania dowodzące bezpieczeństwa ich użycia uznawano za niewystarczające, dodatkowo pojawiły się sugestie, że mogą one wykazywać działanie mutagenne (30). Ostatecznie, w 2008 r. Wspólny Komitet Ekspertów FAO/WHO ds. Dodatków do Żywności (JECFA – *Joint Expert Committee on Food Additives*) wydał oświadczenie, potwierdzające brak szkodliwego działania glikozydów stewiolowych pochodzących z liści rośliny *Stevia rebaudiana Bertoni* na organizm człowieka. 3 lata później glikozydy stewiolowe zostały dopuszczone przez Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA – *European Food Safety Authority*) do stosowania na terenie Unii Europejskiej i znalazły się na liście dodatków do żywności pod symbolem E960, jako naturalna substancja słodząca (31).

Stewia jest polecana osobom z nadwagą oraz otyłością, ponieważ jej spożywanie nie dostarcza organizmowi człowieka energii. W większości ulega ona rozkładowi dopiero w jelicie grubym, gdzie stanowi pożywkę dla rezydujących tam bakterii. Niewielka jej ilość metabolizowana jest w wątrobie i wydalana z moczem oraz kałem (32). Liczne analizy wskazują również na lecznicze działanie stewii, w przypadku innych chorób cywilizacyjnych. U chorych z nadciśnieniem tętniczym, spożywanie ekstraktu z liści tej rośliny łagodnie obniża ciśnienie krwi, natomiast tego efektu nie obserwuje się u osób z prawidłowymi wartościami ciśnienia (33). Glikozydy stewiolowe mogą być także stosowane przez diabetyków, ponieważ nie powodują one nasilenia glikemii poposiłkowej. Co więcej, mogą wpływać na obniżenie stężenia glukozy w krwi poprzez ograniczanie rozwoju insulinooporności oraz wspomaganie wydzielania insuliny w komórkach β trzustki (34).

Stewiozydy znalazły ponadto swoje zastosowanie jako czynnik zapobiegający próchnicy zębów. W odróżnieniu od większości węglowodanów zawartych w pożywieniu, stewia nie ulega rozkładowi do kwasów, które powodują erozję szkliwa. Ma ona również działanie przeciwbakteryjne, dzięki czemu obniża namnażanie się szkodliwych bakterii, zmieniających skład mikroflory jamy ustnej (34). Młode liście stewii są bardzo zasobne w składniki mineralne, m.in. żelazo, miedź, mangan i cynk. Nieprawidłowo zbilansowana dieta nie zawsze dostarcza wszystkich potrzebnych mikro- i makroelementów w odpowiednich proporcjach, więc stosowanie tego słodzika jako zamiennika cukru może znacznie obniżyć ryzyko wystąpienia niedoborów tych pierwiastków (26). Zauważono także pozytywny wpływ omawianego substytutu sacharozy na szybkość gojenia się ran oraz przeciwgrzybicze i przeciwbiegunkowe działanie stewii (26, 35).

Podsumowanie

W dzisiejszych czasach trudno jest znaleźć produkty spożywcze pozbawione cukru. Obecna konsumpcja sacharozy na świecie sięga prawie 170 mln ton rocznie, przy czym największą obserwuje się w Stanach Zjednoczonych, gdzie rocznie na jednego mieszkańca przypada 70 kg tego składnika żywnościowego. W Europie wiodącymi konsumentami sacharozy są: Polska (40 kg/osobę/rok), Francja (36 kg/osobę/rok) i Niemcy (35 kg/osobę/rok) (36). Przyszłość przemysłu spożywczego wydaje się być związana ze stosowaniem zamienników sacharozy, wzbogaconych o wzmacniacze smaku słodkiego. Obok naturalnych związków łączących obie te cechy (np. taumatyny), można wymienić wśród nich sztuczne słodziki, jak aspartam oraz acesulfam K. Ich dodatek do żywności, oprócz obniżania wartości energetycznej produktu finalnego, znacznie minimalizuje koszty produkcji artykułów spożywczych. Stosowanie aspartamu na szeroką skalę budzi jednak wiele kontrowersji. W organizmie człowieka ulega on rozkładowi do 3 związków: fenyloalaniny – niedozwolonej w diecie osób chorujących na fenyloketonurię, metanolu – którego nadmierne spożywanie może prowadzić do ślepoty oraz asparagianinu, przyczyniającego się do rozwoju chorób neurologicznych. Niektóre ośrodki naukowe wskazują, że aspartam jest substancją wywołującą nowotwory wątroby oraz ośrodkowego układu nerwowego (37, 38). Bardziej bezpieczne pozostają więc słodziki naturalne stosowane w umiarkowanych ilościach (39).

Podsumowując, z uwagi na rosnące spożycie sacharozy, będące ważną przyczyną wielu chorób metabolicznych, konieczne jest podjęcie działań znacznie ograniczających jej konsumpcję. Obecnie, za najbezpieczniejszy naturalny słodzik uznawane są glikozydy stewiolowe. Posiadają one niską wartość energetyczną, wykazują zdolność do łagodnego obniżania ciśnienia tętniczego u osób z nadciśnieniem, wspomagają wydzielanie insuliny przez komórki β trzustki, a także przyspieszają gojenie się ran. Nie bez znaczenia jest też wieloletnie spożywanie stewii wśród plemion indiańskich, a tym samym weryfikacja epidemiologiczna skutków odległych stosowania naturalnych glikozydów stewiolowych i ich pochodnych. Z kolei, podaż w ograniczonych ilościach ksylitolu jest szczególnie zalecana osobom z tendencjami do otyłości, cukrzycy typu 2 i próchnicy. Nadmierna konsumpcja tego polialkoholu prowadzi jednak do zaburzeń dyspeptycznych. Szczególną ostrożność należy zachować przy zastępowaniu sacharozy fruktozą. Krótkotrwała normalizacja glikemii jako korzyść tej zamiany – wiąże się z odległymi powikłaniami nadużywania tego węglowodanu w postaci: hipertriglicerydemii, stłuszczenia wątroby i nasilenia insulinooporności. Intensyfikacja badań, weryfikujących długofalowe bezpieczeństwo stosowania substancji słodzących rozszerzy zakres ich wykorzystania w racjonalnej diecie. Ograniczenia dietetyczne nie muszą wiązać się z koniecznością rezygnacji ze słodkich pokarmów, a właściwy wybór zamiennika sacharozy może przyczynić się do zmniejszenia ryzyka wystąpienia dietozależnych chorób cywilizacyjnych i ich powikłań.

J. Grupińska, T. Grzelak, M. Walczak,
M. Kramkowska, K. Czyżewska

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES CONNECTED WITH CONSUMPTION
OF NATURAL SUBSTITUTES OF SUCROSE

PIŚMIENNICTWO

1. *Menella J.A., Beauchamp G.K.*: Understanding the origin of flavor preferences. *Chem. Senses*, 2005; 30 (suppl. 1): 242-243. – 2. *Kampov-Polevoy A.B., Alterman A., Khalitov E., Garbutt J. C.*: Sweet preference predicts mood altering effect of and impaired control over eating sweet foods. *Eat. Behav.*, 2006; 7: 181-187. – 3. *Osman J.L., Sobal J.*: Chocolate cravings in American and Spanish individuals: Biological and cultural influences. *Appetite*, 2006; 4: 290-301. – 4. *Jeznach M., Jeżewska-Zychowicz M., Kosicka-Gębska M.*: Konsumpcja słodczy i jej społeczno-kulturowe uwarunkowania. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2011; 92 (4): 806-809. – 5. *Krygier K., Jasiński J.*: Polski rynek produktów bezcukrowych. *Przem. Spoż.*, 2002; 5: 14-16. – 6. *Szarkowska E.*: Jak to z cukrem było... Cukrzyca a zdrowie, 2013; 25: 36-39. – 7. *Łagowska K.*: Czym karmimy nasze dzieci? *Food Forum*, 2013/2014; 3: 7-9. – 8. *Białkowska M.*: Przyczyny epidemii otyłości. *Przem. Spoż.*, 2012; 1 (66): 27-30. – 9. *Maślak E., Kostogrys R., Franczyk-Żarów M., Pisulewski P.*: Wpływ diety z dodatkiem fruktozy i sprzężonych dniów kwasu linolowego (CLA) na masę ciała i wątroby oraz stężenie aminotransferazy alaninowej (ALT) u szczurów. *Żyw. Nauka Techn. Jakość*, 2009; 4 (65): 368-374. – 10. *Armutcu F., Kanter M., Görel A., Unalacak M.*: Excessive dietary fructose is responsible for lipid peroxidation and steatosis in the rat liver tissues. *Turkiye Klinikleri J. Med. Sci.*, 2007; 27: 164-169.
11. *Lee O., Bruce W.R., Doug Q.*: Fructose and carbonyl metabolites as endogenous toxius. *Chem. Biol. Interact.*, 2009; 178 (1-3): 332-339. – 12. *Nguyen S.*: Sugar – sweetened beverages, serum uric acid, and blood pressure in adolescents. *J. Pediatr.*, 2009; 154: 807-813. – 13. *Gaby A.*: Adverse effects of dietary fructose. *Altern. Med. Rev.*, 2005; 10: 294-306. – 14. *Marek K., Kamińska B., Plata-Nazar K., Grabska-Nadolska M.*: Upośledzenie wchłaniania fruktozy: rola w zaburzeniach czynnościowych przewodu pokarmowego u dzieci. *Forum Med. Rodz.*, 2010; 4 (2): 117-121. – 15. *Duro D., Rising R., Cedillo M., Lifshitz F.*: Association between infantile colic and carbohydrate malabsorption from fruit juices in infancy. *Pediatrics*, 2002; 109: 797-805. – 16. *Susan J., Shepherd M., Gibson P.R.*: Fructose malabsorption and symptoms of irritable bowel syndrome: guidelines for effective dietary management. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2006; 106: 1631-1639. – 17. *Malik V.S.*: Intake of sugar – sweetened beverages and weight gain: a systematic review. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2006; 84: 274-288. – 18. *O'Brien N.L.*: Alternative sweeteners, O'Brien N.L., CRC Press Atlanta, Georgia, 2011: 249-379. – 19. *Waszkiewicz-Robak B.*: Żywność wygodna i żywność funkcjonalna, *Świderski F.*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa, 2003: 91-108. – 20. *Świąder K., Waszkiewicz-Robak B., Świderski F.*: Półsyntetyczne wypełniacze w żywności. *Przem. Spoż.*, 2011; 65 (6): 32-34.
21. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych. *Dz. U.* 2010 nr 232 poz. 1525. – 22. *Radziejewski P., Radziejewska M.*: Substytuty cukru w profilaktyce próchnicy. *Stomatol. Współcz.*, 2006; 13 (4): 43-48. – 23. *Weller P.J.*: Handbook of pharmaceutical excipients, *Rowe R.C., Owen S.C.*, Pharmaceutical Press London, Chicago, 2006: 775-776. – 24. *Picone D., Temussi P.A.*: Dissimilar sweet proteins from plants: Oddities or normal components? *Plant Science*, 2012; 195: 135-142. – 25. *Masuda T., Ohta K., Mikami B., Kitabatake N.*: High-resolution structure of the recombinant sweet-tasting protein thaumatin I. *Acta Crystallogr. Sect. F. Struct. Biol. Cryst. Commun.*, 2011; 67: 652-658. – 26. *Lemus-Mondaca R., Vega-Gálvez A., Zura-Bravo L., Kong A.*: Stevia Rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chem.*, 2011; 132: 1121-1132. – 27. *Gęsiński K., Majcherzak E., Gozdecka G.*: Stewia (Stevia Rebaudiana Bertoni) jako źródło wybranych mikroelementów. *Inż. Ap. Chem.*, 2013; 52 (2): 74-75. – 28. *Kroyer G.*: Stevioside and Stevia-sweetener in food: application, stability and interaction with food ingredients. *J. Verbr. Lebensm.*, 2010; 5(2): 225-229. – 29. *Catharino R.R., Santos L.S.*: On-line monitoring of stevioside sweetener hydrolysis to steviol in acidic aqueous solutions. *Food Chem.*, 2012; 133: 1632-1635. – 30. *Ziembicka J.*: Słodko-gorzka prawda o stewii. *Przem. Spoż.*, 2009; 63 (5): 40-43.
31. *Prakash I., Clos J.F., Prakash Chaturvedula V.S.*: Stability of rebaudioside A under acidic conditions and its degradation products. *Food Res. Int.*, 2012; 48: 65-75. – 32. *Urban J.D., Carakostas M.C., Brusick D.J.*: Steviol glycoside safety: Is the genotoxicity database sufficient? *Food Chem. Toxicol.*, 2013; 51: 386-390. – 33. *Maki K.C., Curry L.L., Carakostas M., Tarka S., Reeves M.S., Farmer M.V.*: The hemodynamic effects of rebaudioside A in healthy adults with normal and low normal blood pressure. *Food Chem. Toxicol.*, 2008; 47: 40-46. – 34. *Gregersen S., Jeppesen P.B., Holst J.J., Hermansen K.*: Antihyperglycemic effects of stevioside in type 2 diabetic subjects. *Metabol.*, 2004; 53(1): 73-76. – 35. *Kolanowski W.*:

Glikozydy stewiolowe – właściwości i zastosowanie w żywności. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2013; 46(2): 140-150. – 36. *Poczta W., Pawlak K., Ratajczak P., Siemiński P.*: Analiza potrzeb i kierunków wsparcia sektora przetwórstwa, przetwarzania, wprowadzania do obrotu i rozwoju produktów rolnych w Polsce w latach 2014–2020. Poznań, 18 października 2012 roku. – 37. *Kram M., Górczyńska E., Kurylak A.*: Fenylketonuria – kliniczny i pielęgniariski kontekst choroby. *Med. Dydak. Wychow.*, 2005; 37(1-3): 34-37. – 38. *Lean M.*: Aspartame and its effects on health. *B. M. J.*, 2004; 329 (7469): 755-756. – 39. *Bugaj B., Leszczyński T., Pysz M., Kopeć A., Pacholarz J., Pysz-Izdebska K.*: Charakterystyka i prozdrowotne właściwości *Stevia Rebaudiana* Bertoni. *Żyw. Nauka Techn. Jakość*, 2013; 3 (88): 27-38.

Adres: 60-781 Poznań, ul. Święcickiego 6