

Strona czasopisma: <http://analit.agh.edu.pl/>

Jak zastąpić cukier - kilka słów o słodzikach

How to substitute sugar – a few words about sweeteners

Kinga Jaszczyszyn, Błażej Grabski

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska

ABSTRAKT: Cukier jest jednym z najczęściej stosowanych składników w przemyśle spożywczym, jednakże jego nadmierne spożycie może wiązać się z licznymi zagrożeniami dla zdrowia. W poszukiwaniu alternatywy ludzie coraz częściej sięgają po słodziki. Słodziki są substancjami, które dodaje się do żywności, by nadać jej słodki smak, bez dodatku cukru. Ich popularność wynika przede wszystkim z faktu, że zawierają zdecydowanie mniej kalorii niż cukier. Wśród dostępnych na rynku słodzików możemy wyróżnić słodziki naturalne i sztuczne. Słodziki naturalne takie jak: stewia, ksylitol czy erytrytol są pozyskiwane z naturalnych źródeł takich jak rośliny czy drzewa, podczas gdy słodziki sztuczne takie jak aspartam, sacharyna czy sukraloza otrzymywane są w laboratoriach. Porównując ze sobą słodziki naturalne i sztuczne warto zwrócić uwagę na ich właściwości fizyczne, pochodzenie oraz w największym stopniu na ich wpływ na zdrowie człowieka. Korzystanie ze słodzików jako zamienników cukru jest dobrym rozwiązaniem, jednak warto pamiętać o stosowaniu ich zgodnie z zaleceniami specjalistów z zakresu żywienia.

ABSTRACT: Sugar is one of the most commonly used ingredients in the food industry, however, its excessive consumption can be associated with numerous health risks. In search of an alternative, people are increasingly turning to sweeteners. Sweeteners are substances added to food to give it a sweet taste, without the addition of sugar. Their popularity stems primarily from the fact that they contain significantly fewer calories than sugar. Among the sweeteners available on the market, we can distinguish between natural and artificial sweeteners. Natural sweeteners such as stevia, xylitol or erythritol are derived from natural sources such as plants or trees, while artificial sweeteners such as aspartame, saccharin or sucralose are produced in laboratories [1]. When comparing natural and artificial sweeteners, it is worth paying attention to their physical properties, origin, and, most importantly, their impact on human health. Using sweeteners as a sugar substitute is a good solution, but it is important to remember to use them in accordance with the recommendations of nutrition specialists.

Słowa kluczowe: cukier, słodziki, aspartam, acesulfam K, sukraloza, stewia, ksylitol, erytrytol, substytuty cukru, sacharoza

1. Wstęp

Biały cukier (sacharoza) jest kaloryczny, a jego wartość energetyczna na 100 gramów wynosi około 390 kcal. Spożycie kalorycznego posiłku powoduje gwałtowny wzrost glukozy we krwi, co stanowi szczególne niebezpieczeństwo dla cukrzyków. Ponadto z badań wynika, że cukier uzależnia, zaburza pracę układu hormonalnego, prowadzi do chorób metabolicznych i zwiększa stres oksydacyjny. Nadmierne ilości cukru mogą być przyczyną próchnicy, trądziku, a także nadpobudliwości u dzieci. Cukier biały wpływa także na wygląd skóry. Spożywanie w nadmiarze słodczy może powodować zatrzymywanie się wody w organizmie, co z kolei prowadzi do powstawania cellulitu wodnego [1].

Słodziki są to substancje chemiczne lub naturalne, które są stosowane w celu zastąpienia cukru, ze względu na jego niekorzystne oddziaływanie na organizm człowieka. Dzięki swoim właściwościom, można używać je do słodzenia napojów oraz żywności. Ważną zaletą słodzików jest to, że w większości mają one obniżoną kaloryczność względem poziomu ich słodkości, co czyni je atrakcyjnymi dla osób dbających o swoje zdrowie i chcących ograniczyć ilość spożytych kalorii. W ostatnich latach słodziki

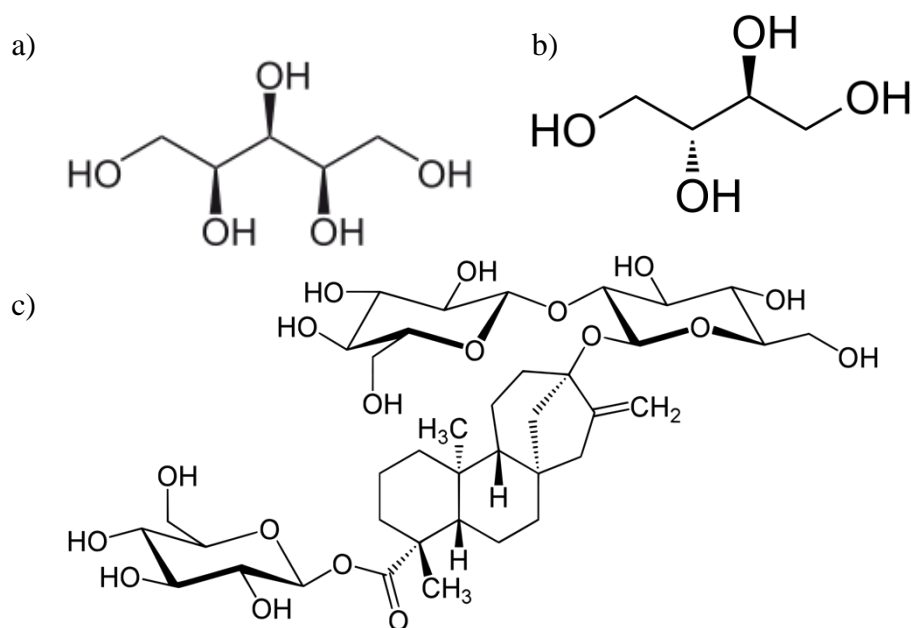
zyskują coraz większą popularność, jednak istnieje również wiele kontrowersji i pytań dotyczących ich bezpieczeństwa i wpływu na zdrowie człowieka [2].

Słodziki są produkowane w różnych formach, w tym w płynie, proszku, tabletkach czy kroplach. Jedne z najbardziej popularnych słodzików to sacharyna, aspartam, acesulfam K, sukraloza i stewia. Każdy z tych słodzików ma różne właściwości i zastosowania. Warto również zauważyć, że słodziki nie są bezpieczne dla wszystkich osób. Niektóre osoby mogą doświadczać reakcji alergicznych lub innych niepożądanych skutków po spożyciu słodzików. Dlatego ważne jest, aby przed rozpoczęciem stosowania jakiegokolwiek słodzika skonsultować się z lekarzem lub dietetykiem [2].

2. Słodziki naturalne

Słodzikami naturalnymi nazywamy substancje, które występują w naturze i mają słodki smak. W przeciwieństwie do sztucznych słodzików, naturalne alternatywy są pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego i zazwyczaj zawierają mniej kalorii niż cukier biały. W ostatnich latach, coraz więcej osób poszukuje zdrowszych alternatyw dla cukru i sztucznych słodzików, a naturalne słodziki stają się coraz bardziej popularne [3]. Dodawane słodziki do produktów żywnościowych mają wpływ na ich trwałość oraz ich konsystencję.

Z biegiem lat słodziki są coraz częściej polecane jako substytuty cukru. Do słodzików naturalnych zaliczamy m.in. fruktozę, cukier palmowy, inulinę, ksylitol, erytrytol, czy też stewię. W niniejszym artykule skupimy się na omówieniu trzech ostatnich.



Rysunek 1. Wzory strukturalne słodzików naturalnych a) ksylitol b) erytrytol c) stewiozyd [4,5,6].

2.1. Ksylitol

Ksylitol należy do grupy polioli, a dokładniej do grupy pięciowęglowych wielowodorowych alkoholi cukrowych. Jego wzór chemiczny przedstawia się następująco $C_5H_{12}O_5$, a nazwa systematyczna to D-erythro-pentiol. Potocznie nazywany jest cukrem brzoźowym, ze względu na jego pochodzenie, gdyż początkowo pozyskiwany był z drewna brzoźowego. Naturalnie ksylitol występuje w wielu owocach, warzywach oraz w grzybach. W produktach spożywczych znajdziemy go pod kodem (E967). Substancja ta uważana jest jako bezpieczna zarówno dla dorosłych, dzieci, a nawet kobiet w ciąży. Jest on metabolizowany przez organizm człowieka. Wygląd ksylitolu przypomina cukier biały, jest to

substancja występująca w postaci białego krystalicznego proszku, który nie posiada charakterystycznego zapachu. Słodkość tego związku jest porównywalna do słodkości sacharozy, jednakże dostarcza on około 40% mniej kalorii (2.4 kcal/g) [7]. Indeks glikemiczny tego związku wynosi 13, natomiast dzienna maksymalna dawka tolerowana przez człowieka to około 100 g, przy czym należy pamiętać, że nie więcej niż 30 g jednorazowo. Ksylitol w wysokich temperaturach charakteryzuje się stabilnością i nie ulega on karmelizacji o czym warto pamiętać podczas wykorzystywania go do celów cukierniczych [8].

Szereg badań klinicznych wykonywanych na temat tego substytutu wykazał, że ksylitol jest dobrą alternatywą dla cukru. Można go wykorzystywać do walki z próchnicą, ponieważ nie fermentuje on w jamie ustnej. Wykazano również, że związek ten posiada właściwości działające przeciwgrzybiczo, przeciwbakteryjnie oraz przeciwdrożdżycowo, co pozwala na stosowanie go jako naturalny środek do walki z grzybicą, infekcjami, czy też stanami zapalnymi [8].

2.2. Erytrytol

Erytrytol, nazywany również erytrole, jest to związek chemiczny, zaliczany do grupy alkoholi wielowodorowych (polioli), charakteryzujących się słodkim smakiem. Jego wzór chemiczny przedstawia się następująco $C_4H_{12}O_4$, a nazwa systematyczna to 1,2,3,4-Butanetriol. Naturalnie związek ten występuje w owocach (gruszkach, winogronie), grzybach i wodorostach. Jednak na skale przemysłową czysty erytrytol pozyskuje się poprzez fermentacje sacharozy lub glukozy pochodzącej z pszenicy lub kukurydzy. Związek ten szczególnie polecany jest dla osób, które redukują swoją masę, ponieważ ma on praktycznie 0 kcal. Związane jest to z tym, że substancja ta nie zawiera tłuszczu, białek, błonnika oraz witamin. Słodycz erytrytoli to około 70% słodyczy sacharozy. Nie pozostawia żadnego posmaku, jedynie charakteryzuje się efektem ochłodzenia w ustach. Ważnym faktem jest to, że erytrytol nie jest metabolizowany przez organizm człowieka, po spożyciu zostaje wchłonięty w jelitach i prawie całkowicie wydalony wraz z moczem. Co więcej podobnie jak wcześniej omawiany ksylitol, erytrytol nie fermentuje w jamie ustnej, co oznacza, że nie przyczynia się on do powstawania próchnicy ani nie zakłóca równowagi mikroflory jamy ustnej. Erytrytol jest również dobrze tolerowany przez większość osób i rzadko powoduje skutki uboczne, takie jak wzdęcia czy biegunka. W przeciwieństwie do innych słodzików, nie jest przyswajany przez organizm w takim stopniu, dlatego rzadziej powoduje te objawy [7,9].

2.3. Stewia

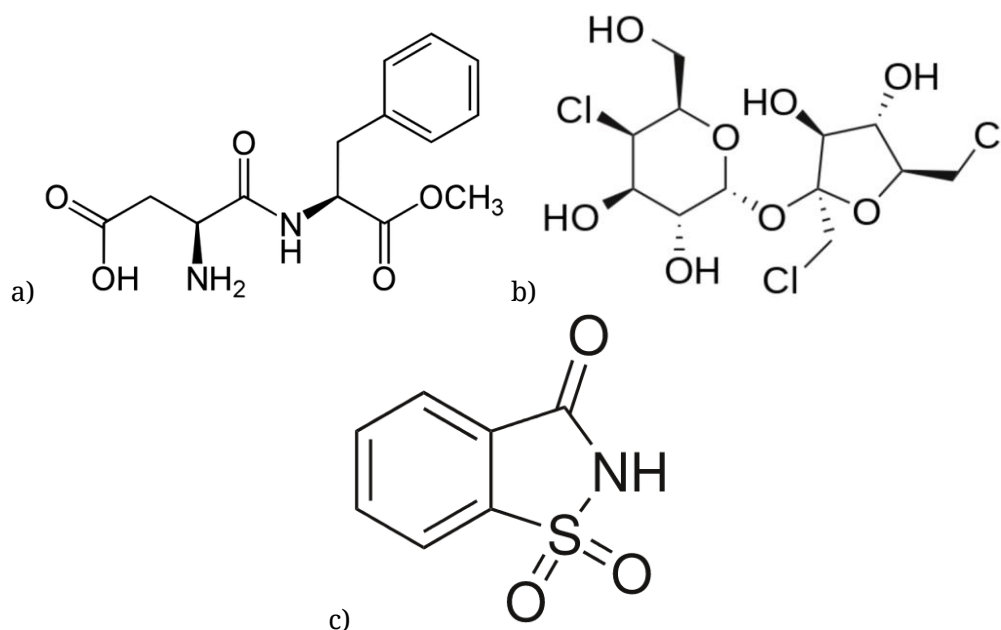
Stewia jest to naturalny słodzik naturalnie wstępujący w roślinie *Stevia rebaudiana*. Roślina ta zawiera stewiol- organiczny związek chemiczny, należący do grupy diterpenów, który w tej roślinie występuje w postaci glikozydów m.in. stwiozydu. W produktach spożywczych, stewie znajdziemy pod kodem E970. Jej słodycz wynosi od 30 do 320 razy więcej niż słodycz sacharozy. Kaloryczność stewii wynosi około 2.7 kcal w 1 gramie, jednakże ze względu na jej słodycz potrzeba jej znacznie mniej niż sacharozy. To szczególnie atrakcyjne dla osób, które próbują ograniczyć spożycie cukru i kontrolować wagę. Indeks glikemiczny stwiozydu wynosi 0, dlatego też jest polecana dla osób chorujących na cukrzyce, gdyż nie podnosi ona poziomu glukozy we krwi. Słodycz ten jest stabilny w wysokich temperaturach co czyni go odpowiednim do gotowania i pieczenia. Można ją z powodzeniem stosować w wielu przepisach, zachowując smakowitość potraw [10].

Innym plusem stewii jest jej bezpieczeństwo dla zębów. Nie powoduje próchnicy, co stanowi różnicę w porównaniu do tradycyjnego cukru. Ponadto, stewia ma właściwości przeciwzapalne i przeciwbakteryjne, które mogą przynieść korzyści dla zdrowia jamy ustnej. Badania sugerują, że stewia może również mieć właściwości antyoksydacyjne, które pomagają w zwalczaniu uszkodzeń oksydacyjnych w organizmie. Jest to szczególnie ważne, biorąc pod uwagę wpływ stresu oksydacyjnego na rozwój chorób przewlekłych. Warto również wspomnieć, że stewia jest bezpieczna

i dobrze tolerowana przez większość osób. Skutki uboczne są rzadkie, a większość ludzi przyzwyczaja się do ewentualnego posmaku gorzkawy po spożyciu stewii [10,11].

3. Słodziki Syntetyczne

Słodzikami syntetycznymi nazywamy substancje otrzymywane na drodze syntezy chemicznej, które produkują się w celu wykorzystania ich jako zamienników dla cukru. Ze względu na ich możliwości uzyskiwania w ilościach hurtowych, mogą stanowić szeroko zakrojony zamiennik cukru.



Rysunek 2. Wzory strukturalne słodzików syntetycznych a) aspartam b) sacharyna c) sukraloza [11, 12, 13].

3.1. Aspartam

Aspartam jest to związek organiczny, a konkretniej ester metylowy dipeptydu Asp-Phe. Składa się on z dwóch występujących naturalnie reszt aminokwasowych, czyli fenyloalaniny oraz kwasu asparaginowego. Jego kodem w przemyśle spożywczym jest E951, a jego wzorem $C_{14}H_{18}N_2O_5$. Ma on postać białego albo częściowo białego krystalicznego proszku, będącą 200 razy słodsza od sacharozy. Jest ona odczuwalna wolniej niż cukru, ale za to utrzymuje się dłużej. Jego kaloryczność natomiast, przy stężeniach które dają wrażenie słodczy, ma niemal zerową kaloryczność. Na jego stabilność w roztworach wodnych wpływa: pH (aspartam jest najbardziej stabilny w pH 3-5 i nie dochodzi wtedy do jego rozpadu oraz utraty funkcji słodzącej), temperatura (jego rozpad na wolne aminokwasy w podwyższonych temperaturach sprawia, że nie ma wykorzystania w produkcji wypieków, czas przechowywania). W układzie pokarmowym człowieka aspartam hydrolizuje najpierw do metanolu i dipeptydu. Następnie metanol ten utlenia się do formaldehydu i kwasu mrówkowego, a dipeptyd na wolne aminokwasy. Aspartam można otrzymać na drodze syntezy. Tworzy się go poprzez modyfikacje fenyloalaniny na drodze jej reakcji z metanolem. Następnie dodawany jest do nich lekko modyfikowany kwas asparaginowy, który otrzymuje się na drodze fermentacji beztlenowej. Reakcja zachodzi w temperaturze 65°C, a po jej zajściu mieszanina jest schładzana do -18°C, aby zaszła krystalizacja pośredniej formy. Następnie kryształy oddziela się od mieszaniny i przeprowadza się ich reakcję z kwasem octowym, poprzez dodanie formy pośredniej do dużych zbiorników wypełnionych tym kwasem. Ostatecznie gotowe już kryształy aspartamu oddziela się na drodze filtracji i oczyszcza się je poprzez rozpuszczenie i rekrystalizację.

3.2. Sacharyna

Jest to związek organiczny, konkretnie imid kwasu o-sulfobenzoesowego. Jego wzorem chemicznym jest $C_7H_5NO_3S$, a w przemyśle spożywczym oznacza się ją jako E954. Jest około 300-500 razy słodsza niż sacharoza, jej kaloryczność wynosi 360kcal/100g. Sacharyna ma jednak gorzkawo-metaliczny posmak. Nie ulega procesowi trawienia w organizmie człowieka. Ma postać białego, krystalicznego ciała stałego o temperaturze topnienia 228°C. Rozpuszcza się trudno w zimnej wodzie, lepiej w glicerynie, benzenie itd. Zachowuje stabilność w pH 2-7, temperaturze 150°C.

Sacharynę otrzymuje się różnymi metodami. Pierwotnie proces rozpoczynał się od toluenu, który sulfonowano przy użyciu kwasu chlorosulfonowego. Otrzymuje się tak orto- i para chlorki sulfonylu. Oddziela się orto od para i wtedy przy użyciu amoniaku przekształca się w sulfonamid. Ostatnim etapem jest utlenianie, w wyniku którego otrzymujemy sacharynę. Natomiast w 1950 została opracowana nowa metoda, wykorzystująca antranilan metylu, który w wyniku reakcji z kwasami azotowymi, następnie z dwutlenkiem siarki, chlorem oraz amoniakiem tworzy sacharynę.

3.3. Sukraloza

Jest to związek organiczny, konkretnie pochodna sacharozy o trzech grupach hydroksylowych podstawionych na atomy chloru. Jej wzorem chemicznym jest $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$, a jego oznaczeniem w przemyśle spożywczym jest E955. Charakteryzuje się słodkością około 600 razy większą niż zwykły cukier, jednak cechuje się bliską zeru kalorycznością ze względu na to, iż nie jest metabolizowany przez organizm. Jakakolwiek kaloryczność wynika z 1,1% produktu (maltodekstrynę i glukozę) stosowanych jako wypełniacz. Występuje w postaci białego proszku. Zachowuje trwałość w szerszym zakresie pH i temperatury (rozpad w 119°C) niż aspartam, więc znajduje zastosowanie w pieczeniu. Sukraloza sama w sobie nie jest szkodliwa, ale ulega rozkładowi na toksyczne substancje (chloroglukozę i chlorofruktozę), jednak przy ilościach stosowanych w pożywieniu nie stanowi jeszcze problemu. Powstaje w wyniku wieloetapowej reakcji, w której trzy grupy hydroksylowe zostają zastąpione atomami chloru.

4. Podsumowanie

W dzisiejszych czasach, gdy coraz więcej osób dąży do zdrowego stylu życia, słodziki stanowią popularną alternatywę dla tradycyjnego cukru. W tym artykule przedstawiono różne rodzaje słodzików oraz omówiono ich korzyści i pewne czynniki, które warto wziąć pod uwagę przy ich stosowaniu.

Słodziki, znane również jako substytuty cukru, są substancjami o słodkim smaku, które są stosowane do nadawania słodkości produktom spożywczym i napojom, nie dostarczając przy tym znacznej ilości kalorii. Są one szczególnie popularne wśród osób, które chcą ograniczyć spożycie cukru z powodów zdrowotnych lub mających związek z kontrolą wagi.

Korzyści płynące z używania słodzików są zróżnicowane. Po pierwsze, są one znacznie słodsze od cukru, więc mniejsze ilości są wymagane do osiągnięcia pożądanego smaku słodczy. To może pomóc w redukcji spożycia kalorii i kontrolowaniu wagi. Ponadto, wiele słodzików ma niski lub zerowy wpływ na poziom cukru we krwi, co czyni je odpowiednimi dla osób z cukrzycą lub tymi, które starają się utrzymać stabilny poziom glukozy we krwi.

Ważne jest również zwrócenie uwagi na skutki zdrowotne. Słodziki nie powodują próchnicy, ponieważ bakterie jamy ustnej nie przetwarzają ich w taki sam sposób jak cukier. Oznacza to, że spożywanie słodzików może pomóc w utrzymaniu zdrowia jamy ustnej. Ponadto, niektóre badania wskazują na to, że niektóre słodziki, takie jak stewia czy erytrytol, mogą mieć właściwości przeciwtleniające i przeciwzapalne, co może przynosić korzyści dla ogólnego zdrowia. Jednak niektóre czynniki powinny być wzięte pod uwagę przed stosowaniem słodzików. Przede wszystkim,

ważne jest, aby wybierać słodziki, które zostały dobrze przebadane i są uznane za bezpieczne przez odpowiednie instytucje zdrowotne. Należy również pamiętać, że nadmierne spożycie słodzików może prowadzić do niezdrowego przyzwyczajenia do słodkiego smaku i może mieć wpływ na preferencje smakowe. Ponadto, niektóre osoby mogą doświadczać nietolerancji lub skutków ubocznych po spożyciu niektórych słodzików, dlatego ważne jest, aby słuchać swojego ciała i dostosowywać spożycie w zależności od indywidualnej reakcji.

Należy również pamiętać, że słodziki nie są magicznym rozwiązaniem dla zdrowego odżywiania. Właściwa i zrównoważona dieta nadal jest kluczowa dla utrzymania dobrego stanu zdrowia. Słodziki mogą być pomocne jako narzędzie w ograniczaniu spożycia cukru, ale nie powinny zastępować świeżych owoców, warzyw, pełnoziarnistych produktów i innych zdrowych składników odżywczych. W przypadku każdego ze słodzików należy stosować go z umiarem i zwracać uwagę na indywidualne preferencje.

Literatura

- [1] L. Kłosiewicz-Latoszek, B. Cybulska, Cukier a ryzyko otyłości, cukrzycy i chorób sercowo-naczyniowych, *Problemy Higieny i Epidemiologii* 92(2), 181-186
- [2] A. Koszowska, A. Dittfeld, J. Nowak, A. Brończyk-Puzoń, K. Gwizdek, J. Bucior, B. Zubelewicz-Szkodzińska, Cukier-czy warto go zastąpić substancjami słodzącymi, *Nowa Medycyna* 1 (2014), 36-41
- [3] F. Świdorski, Żywność wygodna i żywność funkcjonalna, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa (2003) 91,94,99
- [4] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Ksylitol> [dostępne w dniu 10.05.2023r.]
- [5] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Erytrytol> [dostępne w dniu 10.05.2023r.]
- [6] https://pl.wikipedia.org/wiki/Glikozydy_stewiolowe [dostępne w dniu 10.05.2023r.]
- [7] K. O'Donnel, M. Kearsley, *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*, Wiley-Blackwell (2012)
- [8] M. Grembecka, Ksylitol – rola w diecie oraz profilaktyce i terapii chorób człowieka, *BROMAT. CHEM. TOKSTKOL. XLVIII* 3 (2015), 340-343
- [9] M. Grembecka, Sugar alcohols- their role in the modern world of sweeteners: a review, *Eur Food Res Technol* 241(2015), 1-14
- [10] SK. Goyal, Stevia (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: a review. *Int J Food Sci Nutr.* 61(2010), 1-10.
- [11] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Aspartam> [dostępne w dniu 10.05.2023r.]
- [12] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Sacharyna> [dostępne w dniu 10.05.2023r.]
- [13] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Sukraloza> [dostępne w dniu 10.05.2023r.]
- [14] <https://www.medonet.pl/zdrowie,aspartam---co-trzeba-o-nim-wiedziec-,artykul,1725100.html> [dostępne w dniu 10.05.2023r.]
- [15] <http://www.madehow.com/Volume-3/Aspartame.html> [dostępne w dniu 10.05.2023r.]
- [16] <https://www.britannica.com/science/saccharin> [dostępne w dniu 10.05.2023r.]
- [17] <https://cortexch.com/produkt/sukraloza/> [dostępne w dniu 10.05.2023r.]
- [18] <https://en.wikipedia.org/wiki/Sucralose> [dostępne w dniu 10.05.2023r.]