

Małgorzata Deska

Akademia im. Jana Długosza, Instytut Chemii i Ochrony Środowiska
42-201 Częstochowa, al. Armii Krajowej 13/15, e-mail: m.deska@ajd.czyst.pl

Substancje decydujące o smaku

Streszczenie: W artykule przedstawiono naturalne, półsyntetyczne i syntetyczne środki słodzące; ponadto opisano substancje wzmacniające smak oraz przyprawy i aromaty zarówno naturalne jak i syntetyczne.

Słowa kluczowe: aromaty, przyprawy, środki słodzące

1. Wstęp

Producenci żywności często stosują substancje dodatkowe, które wpływają zarówno na poprawę smaku i wyglądu, jak też na trwałość produktów spożywczych. Dzięki szybkiemu rozwojowi chemii możliwe jest zastosowanie substancji, które obniżają lub podwyższają wartość kaloryczną produktów spożywczych, nie wpływając na ich smak. Istnieje również wiele substancji, które mają za zadanie maskowanie zmian smaku.

W technologii żywności oprócz różnych przypraw stosuje się substancje, które same charakteryzują się bardzo słabym smakiem lub nie mają go wcale, natomiast po dodaniu do żywności potęgują smak innych substancji przez wzmocnienie lub przedłużenie wrażenia smakowego [1].

Za wrażenia smakowe u człowieka odpowiedzialne są kubki smakowe rozmieszczone głównie na języku; są to owalne komórki nabłonka posiadające szereg receptorów smakowych [2]. Wrażliwość komórek smakowych nie jest jednakowa. Dzięki różnorodnemu umiejscowieniu w błonie śluzowej kubków smakowych i odmiennej ich wrażliwości na cząsteczki substancji rozpuszczonych w śluzie odbierane jest uczucie czterech podstawowych smaków: słodkiego, słonego, kwaśnego i gorzkiego [3]. Odczuwanie smaków odbywa się w różnych częściach języka. Czubek języka najsilniej reaguje na substancje słodkie, boki języka na substancje kwaśne, same brzegi i czubek języka na substancje słone, a tył języka najlepiej odbiera substancje o smaku gorzkim. Ta sama substancja położona na czubek języka może być odczuwana jako słodka, ale umieszczona na tylnym odcinku języka wydaje się być gorzka [4].

Z licznie przeprowadzonych badań wynika, że na odczucie smaku wpływają ponadto inne narządy zmysłu, np. słuch, powonienie, wzrok czy pamięć. Walory smakowe potraw zależą również od proporcji między czterema podstawowymi smakami w kombinacji z zapachem, konsystencją i temperaturą potrawy. Zapachy modyfikują doznania smakowe, ponieważ z jamy ustnej dostają się do komory nosa [1].

2. Środki słodzące występujące w żywności

Substancje słodzące to substancje, które stosuje się jako słodziki stołowe w celu nadania słodkiego smaku środkom spożywczym o zredukowanej o co najmniej 30% wartości energetycznej w porównaniu z oryginalnymi lub podobnymi środkami spożywczymi, a także do nadania słodkiego smaku produktom spożywczym bez dodatku cukru [5].

Substancje słodzące stosowane w technologii produkcji żywności mają za zadanie przede wszystkim nadanie środkom spożywczym smaku słodkiego oraz poprawienie cech organoleptycznych wielu produktów.

Intensywność smaku słodkiego zależy od rodzaju środka słodzącego, a także jego pH, stężenia i temperatury [6]. Wzorcem smaku słodkiego jest 10% wodny roztwór sacharozy, jednostka słodkości takiego roztworu wynosi 1 [7].

2.1. Naturalne substancje słodzące

Naturalne substancje słodzące takie jak np. sacharoza, fruktoza, glukoza i laktoza nadają wyrobom spożywczym słodki smak, dzięki obniżaniu aktywności wody działają konserwująco, nadają teksturę przetworom, ograniczają proces denaturacji białek oraz są stosowane w produkcji karmelu [6].

Sacharoza nazywana również cukrozą, cukrem trzcinowym lub buraczanym z racji swej dostępności i przyjemnego smaku jest powszechnie stosowanym środkiem słodzącym. Sacharoza produkowana jest w zielonych częściach roślin, głównie w liściach, a przechowywana jest jako cukier zapasowy w kwiatach, nasionach, owocach, łodygach i korzeniach. Sacharozę otrzymuje się przemysłowo z trzciny cukrowej lub buraków cukrowych, a także w mniejszych ilościach z syropu klonowego.

Glukoza czyli cukier gronowy wytwarzana jest przez rośliny zielone w procesie fotosyntezy. Na skalę przemysłową D-glukozę otrzymuje się poprzez enzymatyczną lub kwasową hydrolizę skrobi ziemniaczanej lub mąki kukurydzianej. Duża ilość glukozy występuje w owocach, w nektarze kwiatów oraz w miodzie.

Glukoza jest składnikiem disacharydów: maltozy, laktozy i sacharozy oraz polisacharydów: celulozy, skrobi i glikogenu [8]. Glukoza jest podstawowym źródłem energii dla organizmów zwierzęcych; stosuje się ją jako środek słodzący

do napojów orzeźwiających i piwa, napojów dla sportowców oraz w produkcji czekolady [7].

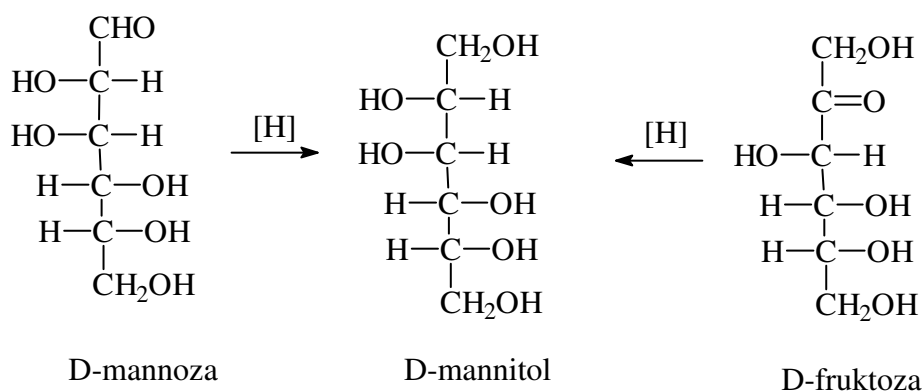
Fruktoza, czyli cukier owocowy występuje w kwiatkach, miodzie i owocach, głównie w jabłkach i gruszkach, ponadto w bulwach dalii oraz korzeniach cykorii i mniszka lekarskiego. Przemysłowa produkcja D-fruktozy odbywa się poprzez enzymatyczną konwersję D-glukozy [8]. Należy podkreślić, że D-fruktoza stanowi łatwo przyswajalny składnik pożywienia, jest słodsza od glukozy i sacharozy i znajduje zastosowanie w produkcji żywności dla diabetyków, w napojach alkoholowych, w przecierach, dżemach, galaretkach, lodach i jogurtach owocowych [6]

Laktoza, czyli cukier mlekowy występuje głównie w mleku ssaków, lecz można ją znaleźć również w świecie roślinnym. Laktoza ulega hydrolizie w środowisku kwaśnym lub pod wpływem enzymów emulsyny i β -galaktozydazy do D-glukozy i D-galaktozy. Laktoza znalazła liczne zastosowania w przemyśle farmaceutycznym i cukrowniczym [7].

2.2. Półsyntetyczne substancje słodzące – polialkohole

Do najważniejszych alkoholi cukrowych (polialkoholi) należą: mannitol, sorbitol, ksylitol i malditol. Na skalę przemysłową polialkohole można otrzymać w wyniku redukcji odpowiednich cukrów. Substancje te charakteryzują się małą intensywnością słodzący oraz dużą stabilnością chemiczną i są wykorzystywane głównie jako wypełniacze w produktach spożywczych. Polialkohole wywołują efekt ochłodzenia w ustach co nadaje atrakcyjne cechy niektórym produktom [1].

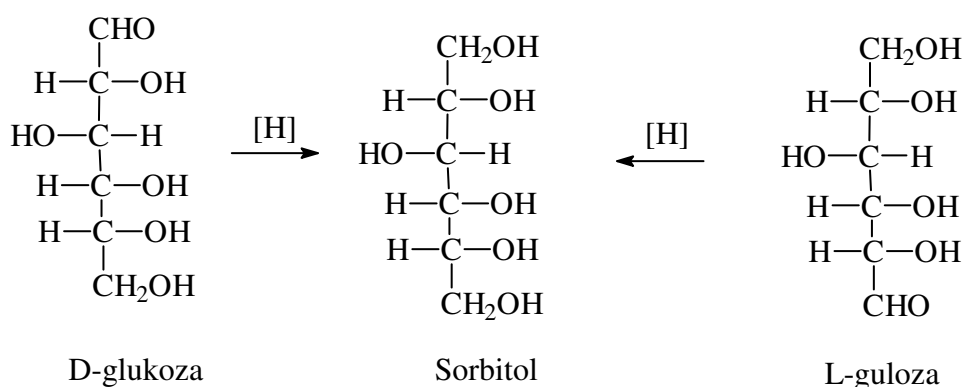
Mannitol oznaczany w produktach spożywczych symbolem E-421 otrzymuje się syntetycznie poprzez redukcję D-mannozy i D-fruktozy (Rys.1). W przyrodzie mannitol występuje w oliwkach, w glonach morskich, cebuli i grzybach [8].



Rysunek 1. Otrzymywanie D-mannitolu z D-mannozy i D-fruktozy

Mannitol jest w dużej części absorbowany i metabolizowany w organizmie, pozostała część ulega fermentacji w jelicie grubym. U osób wykazujących nietolerancję związek ten może działać jako środek przeczyszczający.

Sorbitol znany również pod nazwami D-glucitol, sorbit i alkohol heksahydroksylowy jest oznaczany symbolem E-420. Sorbitol powstaje w reakcji redukcji D-glukozy i L-gulozy (Rys. 2), a z bardzo małą wydajnością można go również otrzymać z D-fruktozy.



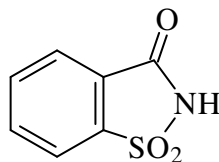
Rysunek 2. Otrzymywanie sorbitolu z D-glukozy i D-gulozy

Sorbitol jest związkiem nietoksycznym, higroskopijnym, jego główną zaletą jest dobra rozpuszczalność w wodzie, duży efekt chłodzący, zdolność maskowania smaku gorzkiego i podtrzymywanie aromatu produktów. Wadą sorbitolu jest powodowanie zaburzeń trawiennych, w przypadku gdy spożywa się go w większych ilościach. W przyrodzie sorbitol występuje głównie w owocach takich jak jabłka, śliwki i jagody.

2.3. Syntetyczne substancje słodzące

Syntetyczne substancje słodzące charakteryzują się dużą siłą słodzącą i niską energetycznością, z tego względu są często stosowane w żywności dietetycznej.

Sacharyna tj. imid kwasu o-sulfobenzoesowego jest dopuszczona do spożycia w 90 krajach na świecie; w produktach spożywczych oznaczana jest symbolem E-954. Sacharyna stanowi biały krystaliczny proszek dobrze rozpuszczalny w wodzie [6].

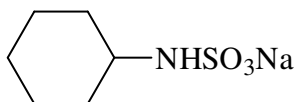


sacharyna

Sacharyna jest około 350-500 razy słodsza od sacharozy, jednakże jej posmak jest metaliczny i gorzkawy. Dawniej sacharyna była powszechnie stosowana przez diabetyków i osoby odchudzające się, a producenci napojów owocowych używali mieszankę sacharozy i sacharyny do słodzenia napojów, przez co ich produkty stawały się mniej syropowate i niskokaloryczne. Obecnie sacharyna jest rzadziej stosowana ze względu na podejrzenia powodowania raka pęcherza.

W Polsce sacharynę dopuszcza się tylko w przypadku produkcji żywności dla diabetyków [10]. Bardzo interesujący jest fakt, że sacharyna nie powoduje próchnicy, a nawet może jej zapobiegać, ponieważ powstrzymuje działanie bakterii na płytkach nazębnych przez oddziaływanie na ich błonę komórkową [9].

Cyklaminiany stanowią sole sodowe kwasu cykloheksylosulfaminowego; w produktach spożywczych oznaczane są symbolem E-952 [11].



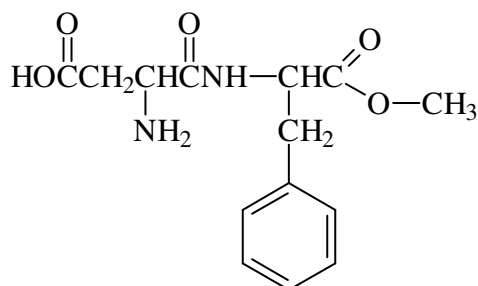
cyklaminian sodu

Siła słodząca cyklaminianów jest ok. 30-40 razy większa od sacharozy, jednak duże stężenie tych związków może powodować pojawienie się nieprzyjemnego posmaku w ustach, dlatego do słodzenia napojów gazowanych stosuje się mieszaninę sacharyny i cyklaminianów w stosunku 1:10.

Ze względu na dużą stabilność w wysokiej temperaturze oraz dobrą rozpuszczalność związki te były wcześniej bardzo popularne w procesach produkcji żywności wymagających użycia wysokich temperatur. Obecnie stosowanie cyklaminianów jest zabronione w wielu krajach, m.in. w Wielkiej Brytanii, USA, Kanadzie i Polsce [6].

Aspartam oznaczany jest w produktach spożywczych symbolem E-951 [1]. Aspartam jest 180-200 razy słodszy od sacharozy. W organizmie człowieka

ulega rozkładowi do kwasu asparaginowego, fenyloalaniny i metanolu, związki te są następnie naturalnie absorbowane i metabolizowane.



aspartam

Aspartam ma właściwości wzmocnienia i utrwalania niektórych smaków i aromatów owocowych. Jest słabo rozpuszczalny w wodzie, ale zwiększa swoją rozpuszczalność wraz ze wzrostem kwasowości środowiska. Nie jest odporny na wysoką temperaturę, dlatego nie można go stosować do pieczenia. Przy długim i nieodpowiednim przechowywaniu aspartam traci słodki smak i częściowo przekształca się w szkodliwy związek – diketopiperzynę.

Aspartam często stosuje się przy produkcji napojów bezalkoholowych, jednak ze względu na powstawanie diketopiperzyny konieczna jest kontrola zawartości tego związku w zawierających go produktach. Dopuszczalna zawartość diketopiperzyny wynosi 0,00045g/100ml napoju w przypadku słodzenia łączonego z cukrem [6]. Ze względu na obecność fenyloalaniny aspartam nie może być spożywany przez osoby chore na fenylketonurię.

2.4. Białkowe środki słodzące

Białkowe środki słodzące charakteryzują się olbrzymią siłą słodzącą, przekraczającą nawet 4000 razy słodycz sacharozy.

Taumatyna oznaczana w produktach spożywczych symbolem E-957, wykazuje słodycz około 2000 razy większą od sacharozy, jednak odczuwanie słodkości tej substancji w porównaniu do cukru narasta wolniej, ale za to utrzymuje się dłużej [7]. Budowa cząsteczki taumatyny (207 reszt aminokwasowych połączonych 9 mostkami siarczkowymi) powoduje, że jest ona odporna na długotrwałe działanie wysokiej temperatury, wytrzymuje warunki pasteryzacji i UHT (Ultra High Temperature). Taumatyna jest związkiem całkowicie trawionym przez organizm człowieka, jest stabilna w przedziale pH 2.5 – 6.0, dobrze rozpuszcza się w wodzie, ma zdolność maskowania odczuwania goryczy i niekorzystnego posmaku innych słodzików, wzmocnia

aromaty cytrusowe nadając im słodki smak. Wadą tego związku jest zmniejszenie odporności na ogrzewanie przy $\text{pH} > 6$, lukrecjowy posmak oraz opóźnione odczuwanie smaku słodkiego.

Monellina jest około 2500 razy słodsza od sacharozy. Cząsteczka monelliny składa się z dwóch łańcuchów polipeptydowych zawierających odpowiednio 44 i 50 reszt aminokwasowych, osobno nie wykazujących słodkiego smaku. Przy $\text{pH} 2$ i w podwyższonej temperaturze związek ten traci słodki smak. Zmniejszenie wrażliwości na działanie podwyższonej temperatury osiągnięto w produkcie wytworzonym w komórkach *Escherichia coli* i w drożdżach, tam łańcuchy polipeptydowe połączone są wiązaniami izopeptydowymi, ale odbywa się to kosztem zmniejszenia słodkości [7].

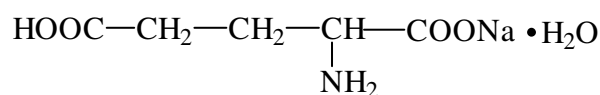
Kurkulina jest substancją białkową, po spożyciu której napoje i nawet kwaśne potrawy stają się słodkie, a odczucie słodczy jest 9000-krotnie większe od słodczy sacharozy. Słodki smak kurkuliny zanika wobec jonów wapniowych i magnezowych występujących w stężeniu milimolowym [6].

3. Substancje wzmacniające smak

Substancje wykazujące właściwości wzmacniania lub kształtowania wrażeń smakowych nazywa się wzmacniaczami smaku. Związki te dodaje się często do produktów mięsnych, rybnych i warzywnych. Wzmacniacze smaku są to głównie pochodne kwasu glutaminowego, inozynowego i guanylowego [7].

3.1. Glutaminian sodu

Kwas glutaminowy jest aminokwasem wchodzącym w skład wszystkich produktów białkowych, w organizmie człowieka w czasie trawienia przechodzi w glutaminian sodu.



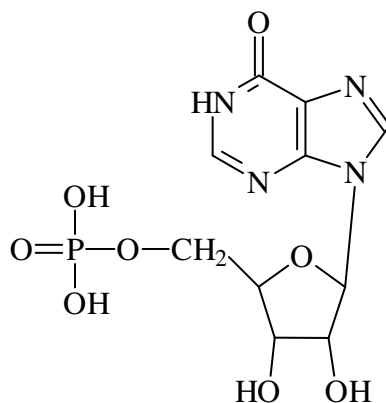
glutaminian sodu

Glutaminian sodu w produktach spożywczych oznaczany jest symbolem E-621. Glutaminian sodu otrzymuje się głównie metodą biosyntezy aminokwasów przy udziale drobnoustrojów *Micrococcus glutaminicus*. Glutaminian sodu jest powszechnie stosowaną w przemyśle spożywczym substancją smakowo-zapachową o słodkavo-słonym smaku. Jego działanie jest samo-ograniczające, tzn. dodanie do potrawy większej ilości tego związku nie zmienia znacząco jej smaku i nie powoduje jego pogorszenia. Działanie

glutaminianu sodu polega głównie na zwiększaniu intensywności smaku wywarów mięsno-warzywnych, przypraw roślinnych, wyrobów garmazeryjnych, wędlin i konserw mięsnych.

3.2. Kwas inozynowy

Kwas inozynowy w przemyśle spożywczym stosuje się w postaci soli dwusodowej [6].



kwas inozynowy

Inozynian sodu używany jest jako dodatek do produkcji konserw mięsnych, koncentratów obiadowych, przypraw, wędlin, wyrobów garmazeryjnych z mięsa peklowanego i purée ziemniaczanego. Jego działanie polega na zwiększeniu smaku mięsnego i na polepszeniu właściwości smakowych potraw.

4. Substancje smakowo-zapachowe

Podział substancji smakowo zapachowych jest bardzo uproszczony i mało precyzyjny, gdyż wiele substancji można zakwalifikować równocześnie do różnych grup [12].

4.1. Przyprawy naturalne

Przyprawy wykorzystuje się w postaci całych lub zmielonych części roślin oraz jako ekstrakty; rozdrobnione przyprawy łatwiej uwalniają aromat i są równomierniej rozprowadzane w żywności. Przyprawy różnią się rodzajem i zawartością aktywnych sensorycznie substancji małowcząsteczkowych, obejmujących składniki zapachowe i lotne olejki eteryczne, a także bezzapachowe substancje smakowe, głównie alkaloidy i glikozydy.

Aromatyczność przypraw zależy głównie od zawartości olejków eterycznych (Tabela 1).

Tabela 1. Najczęściej używane przyprawy i zawarte w nich składniki olejków eterycznych [8].

Główny składnik olejku eterycznego	Przyprawa	Zapach
Anetol	anyż	Anyżowy
karwon	kminek	Kminkowy
sabinen, kadiden, sabinol, pineny, kamfen	jałowiec	Jałowcowy
aldehyd cynamonowy	cynamon	Cynamonowy
eugenol	goździk	Goździkowy
cyneol, borneol, geraniol, cytral	imbir	Piernikowy
pinen, bisabden	cedr	Żywiczny
α -pinen, β -pinen, limonen, 4-terpineol, safrol	gałka muskatołowa	Muskatołowy
aldehyd benzoesowy	nasiona migdałowca	Migdałowy
tymol	tymianek	Tymolowy
wanilina	wanilia	Waniliowy
cytral, limonen	skórka cytryny	Cytrynowy
pineny, kamfen, limonen, nerol	skórka pomarańczy gorzkiej	Orzeźwiający

W Polsce większość przypraw jest importowana, jest to związane z warunkami klimatycznymi panującymi w naszym kraju [1].

4.2. Aromaty naturalne

Aromatem naturalnym nazywa się pojedynczy związek chemiczny lub mieszaninę związków, które są uzyskiwane poprzez izolowanie z surowca naturalnego, najczęściej roślinnego, w wyniku procesów fizycznych bez przekształceń chemicznych. Aromaty występują w formie olejków, wyciągów, destylatów, ekstraktów, izolatów i kondensatów [6].

Olejki uzyskuje się głównie metodą tłoczenia, ścierania lub destylacji, najczęściej z owoców cytrusowych; są to substancje lotne o konsystencji oleju jednak nie zawierające lipidów, np. olejek pomarańczowy i cytrynowy. Skład olejków zależy od pochodzenia surowca i metody otrzymywania. W wyniku długiego przechowywania olejki ulegają niekorzystnym zmianom.

Wyciągi są uzyskiwane poprzez ekstrakcję alkoholem izopropylowym lub chlorkiem metylu suszów owocowych i skórek owoców cytrusowych. Oczyszczanie wyciągów polega na oddzieleniu ich od wosków i terpenów.

Ekstrakty otrzymuje się stosując m.in. rozpuszczalniki gazowe np. ditlenek węgla. Uzyskane w ten sposób ekstrakty nie wymagają dalszego oczyszczania.

Destylaty otrzymuje się z ekstraktów lub wyłoków owocowych poprzez destylację z parą wodną lub stosując mieszaninę azeotropową alkoholu z wodą. Zagęszczony destylat to tzw. esencja aromatyczna.

Naturalne kondensaty owocowe substancji aromatycznych produkuje się w procesie zagęszczania soków owocowych, poprzedzając ten proces zabiegiem dearomatyzacji.

Do aromatów naturalnych nie zalicza się substancji, które mają wyłącznie kwaśny smak i zapach, np. ocet [1].

4.3. Aromaty identyczne z naturalnymi

Aromaty identyczne z naturalnymi stanowią związki chemiczne lub ich mieszaniny, które otrzymuje się w wyniku syntez lub przekształceń chemicznych i biotechnologicznych. Substancje te charakteryzują się budową i składem chemicznym identycznym z aromatami naturalnymi. Aromaty identyczne z naturalnymi dorównują walorami smakowo-zapachowymi aromatom naturalnym, jednak są od nich znacznie tańsze. Dużym problemem w rozróżnianiu aromatów identycznych z naturalnymi od naturalnych jest ich identyfikacja analityczna. Należy podkreślić, że w naturze najczęściej występuje jeden izomer, podczas gdy w wyniku syntezy powstaje mieszanina izomerów. Izomery strukturalne mogą wykazywać bardzo zróżnicowane oddziaływanie na organizm [6].

4.4. Aromaty syntetyczne

Aromaty syntetyczne uzyskuje się metodą chemicznej syntezy organicznej oraz metodami biosyntezy [1].

Aromaty syntetyczne stanowią bardzo dużą grupę związków, w ich skład wchodzi głównie alkohole, aldehydy i estry. Przykładem ukazującym różnicę między związkami aromatycznymi naturalnymi a syntetycznymi jest wanilina i etylowanilina. Wanilina występuje w naturze w owocach rośliny *Vanilla planifolia*, można ją również otrzymać syntetycznie, natomiast etylowanilinę uzyskuje się tylko syntetycznie; etylowanilina ma taki sam zapach jak wanilina, ale dużo silniejszy.

Syntetyczne aromaty mięsa otrzymuje się poprzez ogrzewanie mieszaniny związków zawierających siarkę z sacharydami. Podstawowymi reagentami zawierającymi siarkę są cysteina, cystyna, tiamina i inne związki, z których uwalniany jest siarczek wodoru; natomiast jako sacharydy stosuje się rybozę, ksylozę, arabinozę, glukozę, mannozę i galaktozę. W zależności od

rodzajów użytych składników i ich wzajemnych stosunków ilościowych oraz zastosowanych procesów można uzyskać aromat i smakowitość gotowanego lub pieczonego mięsa [7].

5. Podsumowanie

W produkcji żywności niskokalorycznej, niskotłuszczowej i wegetariańskiej, na którą zapotrzebowanie na rynku konsumenckim stale się zwiększa, stosowanie dodatków smakowo-zapachowych jest niezbędne, ponieważ żywność ta w wielu przypadkach jest jałowa i mało smaczna. Dodawanie do żywności substancji dodatkowych spowodowane jest także szybkim rozwojem przemysłu spożywczego i większym zapotrzebowaniem na żywność, którą można dłużej przechowywać. Wielu osobom, które z powodu chorób nie mogą spożywać cukrów, wprowadzenie sztucznych słodzików ułatwia życie, ponieważ nie muszą całkowicie zrezygnować ze spożywania słodkich posiłków, napojów czy nawet słodczy.

Literatura

1. E. Pijanowski, M. Dłużewski, A. Dłużewska, A. Jarczyk, Ogólna technologia żywności, WNT, Warszawa 2006
2. S. Berg, M. Villet, Biologia, MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2000
3. W. Traczyk, Fizjologia człowieka w zarysie, PZWL, Warszawa 2005
4. J. Stobiński, Człowiek a chemia, Nasza Księgarnia, Warszawa 1986
5. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 27 grudnia 2000 r. w sprawie wykazu dopuszczonych ilości substancji dodatkowych i innych substancji obcych dodawanych do środków spożywczych lub używek, a także zanieczyszczeń, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub używkach, Dz. U. Nr. 9 z 2001r. Z późniejszymi zmianami.
6. F. Świdorski, Żywność wygodna i żywność funkcjonalna, WNT, Warszawa 2003
7. Z. Sikorski, Chemia żywności, WNT, Warszawa 2002
8. A. Kołodziejczyk, Naturalne związki organiczne, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2003
9. J. Emsley, Przewodnik po chemii życia codziennego, Wyd. Prószyński i Spółka, Warszawa 1996
10. W. Sobczyk, SUBSTANCJE OBCE W ŻYWNOSCI. Żywność bezpieczna, Wyd. Naukowe Akademii Pedagogicznej, Kraków 2002
11. Słownik Chemiczny, Wiedza Powszechna, Warszawa 1995
12. J. Gawęcki, T. Mosso – Pietraszewska, Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2004

Małgorzata Deska

Taste influencing substances

Abstract: In the paper the natural and synthetic sweeteners are presented. Moreover the flavour enhancers, as well as natural and synthetic seasonings and fragrances are described.

Keywords: fragrances, seasonings, sweeteners