

Alicja Drzewiecka

Akademia Morska w Gdyni
e-mail: aladrzew@wp.pl

**CHARAKTERYSTYKA UŻYTKOWA
I WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE
NATURALNEJ SUBSTANCJI SŁODZĄCEJ TAUMATYNY**

**CHARACTERISTICS OF UTILITY
AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES
OF NATURAL SWEETENER OF THAUMATIN**

DOI: 10.15611/nit.2016.1.03

JEL Classification: I12, Q19

Streszczenie: Na rynku żywnościowym coraz częściej pojawiają się różne środki słodzące. Najczęściej stosowaną naturalną substancją słodzącą jest taumatyna (E 957), która została wyizolowana z owoców katemfe *Thaumatococcus daniellii*. Jest doskonałą naturalną alternatywą dla cukru oraz sztucznych środków słodzących. Jest też jedyną substancją intensywnie słodzącą dopuszczoną w Polsce, która nie wymaga ustalenia poziomu tolerancji oraz dla której nie ma określonego ADI (*acceptable daily intake*). Jest substancją 2000–3000 razy słodsza od sacharozy. Celem podjętej pracy było scharakteryzowanie taumatyny, a szczególnie omówienie jej cennych właściwości i zastosowania. Publikacja ta jest pracą przeglądową.

Słowa kluczowe: taumatyna, słodkie białko, naturalna substancja słodząca.

Summary: On the food market there are more and more different sweeteners. The most commonly used natural sweetener is thaumatin (E 957), which has been isolated from the katemfe fruit of *Thaumatococcus daniellii*. It is an excellent natural alternative to sugar and artificial sweeteners. It is the only intense sweetener substance authorised in Poland, which does not require the determination of the level of tolerance and for which there is no specific ADI (*Acceptable Daily Intake*). It is a substance which is 2000-3000 times sweeter than sucrose. The objective of the study was to characterize thaumatin, especially the discussion of the valuable properties and uses. This publication is a review work.

Keywords: thaumatin, sweet protein, natural sweetener.

1. Wstęp

Żyjemy w czasach, w których dominuje wizerunek człowieka o dobrym zdrowiu i kondycji oraz o nienagannym wyglądzie. Aby uzyskać i utrzymać taki stan, społeczeństwo stosuje dietę, w której ogranicza się lub eliminuje spożycie cukrów pro-

stych. Nadmierna ich konsumpcja może być przyczyną problemów zdrowotnych, jak otyłość, próchnica zębów, cukrzyca. W związku z tym na rynku spożywczym ciągle poszukiwane są substancje słodzące o niskiej kaloryczności. W celu eliminacji sacharozy z produktów spożywczych bez utraty słodkiego smaku stosowano przede wszystkim sztuczne środki słodzące, np. aspartam, acesulfam K, cyklaminy, które są uzyskiwane w sposób sztuczny. Jednak coraz większa świadomość konsumentów odnośnie do pochodzenia substancji oraz prozdrowotnego wpływu preparatów pochodzenia naturalnego zwiększa ich udział w światowym rynku spożywczym. Taumatyna jest naturalną substancją słodzącą najczęściej wybieraną przez konsumentów jako pożądany zamiennik cukru.

Celem niniejszej pracy było scharakteryzowanie taumatyny, szczególnie omówienie jej cennych właściwości i zastosowania.

2. Opis i występowanie taumatyny

Taumatyna to intensywne słodkie białko roślinne wyizolowane z owoców katemfe *Thaumatococcus daniellii* Benth z rodziny Maranthaceae [Uher, Wójtowicz 2003; Mielcarz 2009; EFSA 2011; Carocho i in. 2014; Carocho, Morales, Ferreira 2015; Grembecka 2015]. Roślina ta rośnie na obszarze Zachodniej Afryki, od Zairu po Sierra Leone, jak również w Republice Środkowoafrykańskiej i w Angoli. Ma ona mięsiste, dojrzałe, jasnoczerwone, trójkątne owoce. Liście jej są owalne, szerokie [Wolski, Najda 2005]. Taumatyna znajduje się w mięsistej osłonce, otaczającej nasiona owoców tej rośliny [Wolski, Najda 2005; Uher, Wójtowicz 2003]. Zawartość taumatyny w owocach jest mała. Z 1 kg suszonych owoców katemfe *Thaumatococcus daniellii* można otrzymać 6 g taumatyny.

Taumatyna została odkryta w 1855 r. w Afryce Zachodniej przez brytyjskiego lekarza wojskowego W.F. Daniella. Jednak dopiero w 1971 r. van der Wel przedstawił jej budowę oraz właściwości [Bogacz 2002].

Taumatyna uważana jest za najśłodsza substancję słodzącą pochodzenia naturalnego w przemyśle spożywczym. Jest jedyną substancją intensywnie słodzącą dopuszczoną w Polsce, która nie wymaga ustalenia poziomu tolerancji oraz dla której nie ma określonego dopuszczalnego dziennego pobrania ADI (*acceptable daily intake*) [Świdorski (red.) 2003; Świąder, Waszkiewicz-Robak, Świdorski 2011b]. Została umieszczona przez Komitet JECFA (*The Joint FAO/WHO Committee on Food Additives*) na liście GRAS (*Generally Recognized As Safe* – Ogólnie Uznane Jako Bezpieczne) pod numerem 3732. Jest substancją bezpieczną dla zdrowia [Kolanowski, Waszkiewicz-Robak 1998; Newberne i in. 2000; Świdorski (red.) 2003; Grembecka 2015].

Taumatyna po raz pierwszy została dopuszczona jako naturalny dodatek do żywności w 1979 r. w Japonii. Obecnie dozwolona jest w produktach spożywczych w Unii Europejskiej, a także w Australii, Meksyku, USA, Japonii [Bogacz 2002; Wrzyszczyk-Kowalczyk, Piesiak-Pańczyszyn 2010]. Natomiast w Polsce taumatyna

została dopuszczona do obrotu od stycznia 1998 r. jako dodatek do produkcji niektórych wyrobów spożywczych po uzyskaniu zgody Głównego Inspektora Sanitarnego [Kolanowski, Waszkiewicz-Robak 1998]. Natomiast od 2001 r. jest dopuszczona prawnie Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z 27 grudnia 2000r. w sprawie wykazu dopuszczalnych ilości substancji dodatkowych i innych substancji obcych dodawanych do środków spożywczych lub używek, a także zanieczyszczeń, które mogą znajdować się w ośrodkach spożywczych lub używkach [Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 grudnia 2000 r.]. Powyższe rozporządzenie od 2003 r. zostało uchylone. Aktualnym aktem prawnym regulującym stosowanie taumatyny w żywności jest Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych. Zgodnie z powyższym rozporządzeniem taumatynę można znaleźć w spisie substancji dodatkowych pod znakiem E 957 [Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r.].

3. Właściwości i zastosowanie taumatyny

Taumatyna występuje w postaci proszku o barwie kremowej. Ma słodki smak, lukrecjowaty posmak [Rutkowski, Gwiazda, Dąbrowski 2003; Carcho, Morales, Ferreira 2015]. Jest substancją 2000–3000 razy słodsza od sacharozy [Świąder, Waszkiewicz-Robak, Świdorski 2011a], całkowicie trawioną przez organizm człowieka oraz zwierząt. Uznana jest na całym świecie za bezpieczną dla zdrowia [Świąder, Waszkiewicz-Robak, Świdorski 2011a; Kolanowski, Waszkiewicz-Robak 1998]. Wartość energetyczna taumatyny wynosi 4 kcal/g (16,76 kJ). Przy stosowaniu bardzo niewielkiej dawki taumatyny ilość dostarczonych przez nią kalorii nie ma praktycznego znaczenia [Kolanowski, Waszkiewicz-Robak 1998; Bogacz 2002; Waszkiewicz-Robak 2002; Kudełka, Jachna 2009; EFSA 2011; Miśkiewicz, Rosicka-Kaczmarek, Nebesny 2012; Grembecka 2015].

Taumatyna jest nierozpuszczalna w acetonie, natomiast bardzo dobrze rozpuszczalna w wodzie [Rozporządzenie Komisji (UE) nr 231/2012]. Jej punkt izoelektryczny wynosi 11,5 [Kolanowski, Waszkiewicz-Robak 1998; Dłużewska, Krygier 2005]. Jest stabilna w pH 2,5–6,0. Charakteryzuje się dobrą odpornością termiczną. Wykazuje zmniejszoną stabilność jedynie przy ogrzewaniu przy pH powyżej 6 [Bogacz 2002; Świąder, Waszkiewicz-Robak, Świdorski 2011b]. Jej temperatura topnienia wynosi 173°C, a wilgotność <9% [Rutkowski, Gwiazda, Dąbrowski 2003]. W czasie przechowywania wykazuje dobrą stabilność w produktach mrożonych [Bogacz 2002; Świąder, Waszkiewicz-Robak, Świdorski 2011b].

Jej cząsteczka składa się z 207 aminokwasów, które są połączone 9 mostkami siarczkowymi. Ich obecność powoduje, że nawet godzinne gotowanie nie niszczy jej właściwości słodzących. Dzięki temu wytrzymuje ona wysokie temperatury podczas sterylizacji (UHT) i pasteryzacji. Wpływ temperatury na słodki smak taumatyny jest złożony i zależy od wielu czynników, tj. obecności tlenu, soli, stężenia substancji oraz wartości pH. Stwierdzono, że nieodwracalna termiczna denaturacja zachodzi

w temperaturze 55°C przy pH 3 oraz w temperaturze 75°C przy pH 5 [Świdorski (red.) 2003; Wolski, Najda 2005]. Słodkość zanika, gdy niektóre mostki dwusiarczkowe zostaną utlenione, a także rozszczepione redukcyjnie, co potwierdza, że istotnym czynnikiem słodkiego smaku jest trzeciorzędowa struktura cząsteczki białka [Wolski, Najda 2005].

Taumatyna zachowuje znaczną stabilność w roztworach przy pH <2 oraz pH > 8, przy czym najlepszy efekt otrzymuje się w roztworach o zakresie pH wynoszącym 2–4. Ze względu na to, że czysta taumatyna jest aktywna elektrostatycznie, może reagować z pewnymi grupami barwników, z hydrokoloidami, a także z anionowymi polisacharydami, powodując niekorzystne zmiany produktów, tj. wytrącenie osadu, blaknięcie barwy. Aby zapobiec takim niekorzystnym zmianom, należy zapewnić pełną stabilność taumatyny. W tym celu opracowano preparat zawierający taumatynę skryształizowaną z gumą arabską, której kompleks jest całkowicie stabilny [Kolanowski, Waszkiewicz-Robak 1998; Waszkiewicz-Robak, Świdorski 2000; Świdorski (red.) 2003].

Taumatyna znalazła szerokie zastosowanie. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych taumatyna może być wprowadzona do obrotu i stosowana w żywności zgodnie z funkcją technologiczną, w określonych dawkach i w odpowiednim środku spożywczym (tab. 1) [Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r.].

Tabela 1. Zastosowanie taumatyny w zależności od funkcji technologicznej

Table 1. The usage of thaumatin depending on the technological function

Funkcja technologiczna/ <i>Technological function</i>	Środek spożywczy/ Food products	Maksymalna dawka/ <i>The maximum dose</i>
Substancja słodząca/ <i>Sweeteners</i>	wyroby cukiernicze bez dodatku cukru/ <i>confectionery with no added sugar</i>	50 mg/kg
	wyroby cukiernicze oparte na kakao lub owocach suszonych, o obniżonej wartości energetycznej lub bez dodatku cukru/ <i>confectionery based on cocoa or dried fruit, energy-reduced or with no added sugar</i>	50 mg/kg
	guma do żucia bez dodatku cukru/ <i>chewing gum with no added sugar</i>	50 mg/kg
	suplementy diety określone w przepisach o suplementach diety, oparte na witaminach lub składnikach; w formie syropu lub nadające się do żucia/ <i>food supplements laid down in the rules food supplements, based on vitamins or ingredients; in the form of syrup or chewable</i>	400 mg/kg
	lody o obniżonej wartości energetycznej lub bez dodatku cukru/ <i>ice cream energy-reduced or with no added sugar</i>	50 mg/kg
Wzmocniacz smaku/ <i>Flavour enhancer</i>	guma do żucia z dodatkiem cukru/ <i>chewing gum with added sugar</i>	10 mg/kg
	aromatyzowane oparte na wodzie napoje bezalkoholowe/ <i>aromatised water-based non-alcoholic beverages</i>	0,5 mg/l
	desery mleczne i bezmleczne/ <i>dairy and non-dairy desserts</i>	5 mg/kg

Źródło: [Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r.].

Source: [Regulation by the Ministry of Health from 22 November 2010].

Zgodnie z informacjami zawartymi w tab. 1 taumatyna znalazła zastosowanie jako substancja słodząca w wyrobach cukierniczych, gumach do żucia, suplementach diety i lodach. Najmniejszą dawkę, wynoszącą 50 mg/kg, można stosować w produkcji gum do żucia bez dodatku cukru, a najwyższą – 400 mg/kg w suplementach diety. Taumatyna jako wzmacniacz aromatu może być stosowana również w gumach do żucia z dodatkiem cukru (w maksymalnej ilości 10 mg/kg), natomiast w najmniejszej dawce (0,5 mg/l) w aromatyzowanych opartych na wodzie napojach bezalkoholowych, ale także w deserach mlecznych i bezmlecznych w ilości 5 mg/kg.

Natomiast zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (UE) nr 1129/2011 z dnia 11 listopada 2011 r. zmieniającym załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 poprzez ustanowienie unijnego wykazu dodatków do żywności taumatynę stosuje się jako dodatek do różnych środków spożywczych (tab. 2).

Tabela 2. Maksymalne poziomy i warunki stosowania taumatyny (E 957) w różnych środkach spożywczych

Table 2. Maximum levels and conditions of usage of thaumatin (E 957) in different food products

Grupy środków spożywczych/ <i>Group of food products</i>	Maksymalny poziom (odpowiednio mg/l lub mg/kg)/ <i>Maximum level (mg/l or mg/kg as appropriate)</i>	Ograniczenia/wyjątki <i>Restrictions/exceptions</i>
1	2	3
Fermentowane przetwory mleczne z dodatkami smakowymi lub środkami aromatyzującymi, włącznie z produktami poddanymi obróbce cieplnej/ <i>Flavoured fermented milk products including heat-treated products</i>	5	Tylko jako wzmacniacz smaku/ <i>Only as flavour enhancer</i>
Lody spożywcze/ <i>Edible ices</i>	50	Tylko o obniżonej wartości energetycznej lub bez dodatku cukru/ <i>Only energy-reduced or with no added sugar</i>
Wyroby kakaowe i czekoladowe objęte dyrektywą 2000/36/WE/ <i>Cocoa and chocolate products as covered by Directive 2000/36/EC</i>	50	Tylko o obniżonej wartości energetycznej lub bez dodatku cukru/ <i>Only energy-reduced or with no added sugar</i>
Pozostałe wyroby cukiernicze, w tym pastylki i drażetki odświeżające oddech/ <i>Other confectionery including breath refreshing microsweets</i>	50	Tylko produkty na bazie kakao lub suszonych owoców, o obniżonej wartości energetycznej lub bez dodatku cukru/ <i>Only cocoa or dried fruit-based, energy-reduced or with no added sugar</i>
	50	Tylko wyroby cukiernicze bez dodatku cukru/ <i>Only confectionery with no added sugar</i>

1	2	3
Guma do żucia/ <i>Chewing gum</i>	10	Tylko z dodatkiem cukru lub polioli, jako wzmacniacz smaku/ <i>Only with added sugar or polyols, as flavour enhancer</i>
	50	Tylko bez dodatku cukru/ <i>Only with no added sugar</i>
Dekoracje, powłoki i nadzienia, z wyjątkiem nadzień owocowych objętych kategorią 4.2.4 (przetwory owocowe i warzywno)/ <i>Decorations, coatings and fillings, except fruit based fillings covered by category 4.2.4 (fruit and vegetable preparations)</i>	50	Tylko wyroby cukiernicze bez dodatku cukru/ <i>Only confectionery with no added sugar</i>
	50	Tylko produkty na bazie kakao lub suszonych owoców, o obniżonej wartości energetycznej lub bez dodatku cukru/ <i>Only cocoa or dried fruit-based, energy-reduced or with no added sugar</i>
Słodziki stołowe w postaci płynnej/ <i>Table-top sweeteners in liquid form</i>	<i>quantum satis</i>	
Słodziki stołowe w postaci proszku/ <i>Table-top sweeteners in powder form</i>	<i>quantum satis</i>	
Słodziki stołowe w tabletkach/ <i>Table-top sweeteners in tablets</i>	<i>quantum satis</i>	
Napoje z dodatkami smakowymi lub środkami aromatyzującymi/ <i>Flavoured drinks</i>	0,5	Tylko napoje bezalkoholowe z dodatkami smakowymi lub środkami aromatyzującymi na bazie wody, tylko jako wzmacniacz smaku/ <i>Only water based flavoured non-alcoholic drinks, as flavour enhancer only</i>
Desery z wyłączeniem produktów mlecznych i ich analogi, lodów spożywczych, warzyw i owoców/ <i>Desserts excluding dairy products and analogues, Edible ices, Fruit and vegetables</i>	5	Tylko jako wzmacniacz smaku/ <i>Only as flavour enhancer</i>
Suplementy diety w postaci syropu lub do żucia/ <i>Food supplements supplied in a syrup-type or chewable form</i>	400	

Źródło: [Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1129/2011 z dnia 11 listopada 2011].

Source: [Commission Regulation (EU) No 1129/2011 of 11 November 2011].

Z danych zawartych w tabeli 2 wynika, iż taumatynę można stosować jako dodatki do żywności (w różnych kategoriach żywności), jako słodziki stołowe (w tabletkach, w postaci płynnej, proszku) oraz jako suplementy diety (w postaci syropu lub do żucia). Dodawana jest w zakresie od 0,5 mg/kg do 400 mg/kg.

Taumatyna ma taką samą wartość energetyczną jak sacharoza, glukoza i maltoza. W przeciwieństwie do sacharozy, taumatyna znalazła zastosowanie w żywieniu ludzi chorych, w szczególności: w żywieniu chorych na cukrzycę, w leczeniu dietetycznym osób pragnących zredukować nadmiary masy ciała oraz w profilaktyce próchnicy zębów [Krygier, Jasiński 2002].

Taumatyna oprócz przemysłu spożywczego znalazła również zastosowanie w przemyśle kosmetycznym do produkcji past do zębów i płynów do ust [Bogacz 2002], ale także w przemyśle farmaceutycznym do produkcji niektórych leków [Myszkowska-Ryciak, Harton, Gajewska 2010].

Po przeprowadzonych badaniach na szczurach, psach i ludziach stwierdzono, iż taumatyna nie wywołuje żadnych reakcji alergicznych, mutagennych oraz nie działa toksycznie i teratogennie [Thaumatol (WHO Food Additives Series 20)].

3.1. Mechanizmy działania taumatyny

Taumatyna ma cenne właściwości. Poza właściwościami słodzącymi wykazuje trzy główne efekty działania: wzmacnianie smakowitości i działania aromatów, synergizm z innymi słodzikami lub innymi dodanymi substancjami wzmacniającymi smak i aromat oraz maskowanie niekorzystnych posmaków [Bogacz 2002; Waszkiewicz-Robak 2002; Świdorski (red.) 2003; Świąder, Waszkiewicz-Robak, Świdorski 2011b]. Zastosowanie taumatyny jest trudniejsze w porównaniu z innymi substancjami o podobnym działaniu, gdyż wspomniane właściwości oddziałują jednocześnie, a nawet w niektórych przypadkach nakładają się na siebie. Przykładem wielokierunkowego działania tego związku jest zastosowanie taumatyny w połączeniu z witaminą C z dodatkiem aromatów cytrusowych i innych substancji intensywnie słodzących. W takim połączeniu taumatyna maskuje odczuwanie goryczy oraz niekorzystne posmaki innych słodzików, a także wzmacnia aromaty cytrusowe i nadaje słodki smak. W wysokich dawkach, czyli do 0,05 g/kg, taumatyna skutecznie maskuje smak niektórych produktów farmaceutycznych, szczególnie tych, które są przeznaczone do żucia i zawieszin [Świdorski (red.) 2003].

Taumatyna skutecznie wzmacnia intensywność odczuwania wielu smaków i aromatów. Efektywnie łagodzi ostrość niektórych związków aromatycznych, przez co umożliwia większy dodatek substancji aromatyczno-smakowych bez obawy o przykry bądź zbyt ostry posmak, np. w produktach aromatyzowanych ekstraktem kawy bez wywoływania posmaku gorzkiego. Wraz z bezpośrednim wzmacnianiem odczuwania aromatu oraz smaku taumatyna działa synergicznie z innymi, naturalnie dodanymi lub obecnymi substancjami wzmacniającymi aromat lub smak, np. glutaminianem sodu i 5-nukleotydami. Daje to unikatowe, przyjemne doznania smakowe określone terminami, tj. umami, itp. [Kolanowski, Waszkiewicz-Robak 1998; Dłużewska, Krygier 2005].

Substancja działa synergicznie w połączeniu z innymi substancjami intensywnie słodzącymi (słodzikami), a także wzmacniaczami aromatu i smaku. Połączenie np. 10 p.p.m. taumatyny z 1 częścią aspartamu umożliwia zredukowanie dawki aspartamu co najmniej o 30%, przy zachowaniu takiej samej intensywności słodkości. Przedłuża ona również czas odczuwania słodkości [Kolanowski, Waszkiewicz-Robak 1998; Bogacz 2002; Świdorski (red.) 2003; Kudełka, Jachna 2009].

Taumatyna działa na różne grupy receptorów smakowych. Rozkład ładunków elektrycznych w jej cząsteczce uważa się za podstawowy czynnik mechanizmu wzajemnego oddziaływania na receptory smakowe, ale także na cząsteczki aromatów. Jest to demonstrowane przez specyficzne dla tej substancji maskowanie typowego gorzkiego posmaku jonów metali takich jak: żelazo, sód, potas, a także jednocześnie wzmocnienie smaku wolnych jonów, np. chlorkowych. Oddziaływanie jej na bardziej złożone substancje aromatyczne jest różne. Zależy ono od ich budowy cząsteczkowej. Działanie to jest szczególnie silne np. w przypadku aromatu imbirowego, kawowego, mięty pieprzowej czy cynamonowego, których intensywność odczuwania jest zwiększona, przy jednocześnie silnym złagodzeniu obecnych w nich posmaków: pieprzowych, gorzkich oraz piekących. Dodatkowymi właściwościami taumatyny są szybkie i łatwe rozpuszczanie się w wodzie, a także wpływ na nasilanie wydzielania śliny, które zwiększa jej wpływ na intensywność odczuwania substancji aromatycznych oraz smakowych, szczególnie gdy ograniczony jest fizyczny kontakt cząsteczki substancji smakowej z receptorami smakowymi. Ponadto siła oddziaływania taumatyny na receptory smakowe nasila odczuwanie danego smaku, ale także pociąga za sobą znaczne jego przedłużenie w czasie [Kolanowski, Waszkiewicz-Robak 1998; Bogacz 2002; Świdorski (red.) 2003].

Maskowanie niekorzystnych posmaków przez taumatynę dotyczy szczególnie posmaków gorzkich i metalicznych, jak również posmaków związanych z obecnością witamin i składników mineralnych. Jest ono istotną cechą uzasadniającą szerokie stosowanie taumatyny w produkcji żywności dla ludzi oraz pasz dla zwierząt, a także jej łączenie z innymi substancjami intensywnie słodzącymi, szczególnie sacharyną. W przypadku produktów spożywczych, które zawierają owoce cytrusowe, taumatyna wykazuje znaczną efektywność maskowania ich naturalnej goryczy, dlatego jest uzasadnione dodawanie jej do produktów takich jak: desery, soki oraz jogurty [Kolanowski, Waszkiewicz-Robak 1998; Bogacz 2002; Świdorski (red.) 2003].

Maskujące działanie taumatyny może być wykorzystywane w produkcji produktów niskosodowych, czyli o obniżonej zawartości soli kuchennej. Dzięki taumatynie część soli kuchennej można zastąpić chlorkiem potasu, nie powodując zmiany smaku wyrobu [Kolanowski, Waszkiewicz-Robak 1998; Bogacz 2002; Waszkiewicz-Robak 2002; Świdorski (red.) 2003; Dłużewska, Krygier 2005; Kudelka, Jachna 2009].

4. Kryteria czystości i mikrobiologiczne

Obligatoryjne jest, aby każda substancja, która ma pełnić funkcje dodatków do żywności albo stanowić składnik suplementów diety czy innych preparatów farmaceutycznych, spełniała kryteria czystości chemicznej i mikrobiologicznej, które są zawarte w rozporządzeniu Komisji (UE) nr 231/2012 z dnia 9 marca 2012 r. ustanawiające specyfikacje dla dodatków do żywności wymienionych w załącznikach II i III do rozporządzenia (WE) nr 1333/2008 Parlamentu Europejskiego i Rady (tab. 3).

Tabela 3. Kryteria czystości i mikrobiologiczne dla taumatyny
Table 3. Criteria purity and microbiological for thaumatin

Cecha/Feature	Wymagania/Requirements
Popiół siarczanowy/Sulphated ash	nie więcej niż 2% (w przeliczeniu na suchą masę)/ <i>not more than 2% (expressed on dry weight basis)</i>
Strata przy suszeniu/Loss on drying	nie więcej niż 9% (105 °C do stałej masy)/ <i>not more than 9 % (105°C to constant weight)</i>
Glin/Aluminium	nie więcej niż 100 mg/kg (w przeliczeniu na suchą masę)/ <i>not more than 100 mg/kg (expressed on dry weight basis)</i>
Ołów/Lead	nie więcej niż 3 mg/kg (w przeliczeniu na suchą masę)/ <i>not more than 3 mg/kg (expressed on dry weight basis)</i>
Arsen/Arsenic	nie więcej niż 3 mg/kg (w przeliczeniu na suchą masę)/ <i>not more than 3 mg/kg (expressed on dry weight basis)</i>
Węglowodany/Carbohydrates	nie więcej niż 3% (w przeliczeniu na suchą masę)/ <i>not more than 3% (expressed on dry weight basis)</i>
Całkowita liczba drobnoustrojów tlenowych/Total aerobic microbial count	nie więcej niż 1 000 kolonii na gram/ <i>not more than 1 000 colonies per gram</i>
Escherichia coli	nieobecne w 1 g/ <i>absent in 1 g</i>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Rozporządzenie Komisji (UE) nr 231/2012, s. 268-269].
 Source: own elaboration on the basis of [Commission Regulation (EU) No 231/2012, p. 268-269].

Z danych zawartych w tab. 3 wynika, iż taumatyna musi spełniać kryteria mikrobiologiczne i czystości, jeżeli ma pełnić funkcję dodatków do żywności. Wśród pierwiastków chemicznych taumatyna może zawierać najmniej ołowiu i arsenu, w ilości nie większej niż 3 mg/kg w przeliczeniu na suchą masę, natomiast najwięcej glinu (nie więcej niż 100 mg/kg, w przeliczeniu na suchą masę). Zawartość całkowitej liczby drobnoustrojów tlenowych w taumatynie nie może być większa niż 1000 kolonii na gram, natomiast bakterie beztlenowe – *Escherichia coli* nie mogą być obecne w 1 g. W trakcie suszenia taumatyny mogą wystąpić ubytki do 9%. Zawartość popiołu siarczanowego w taumatynie nie może być większa niż 2% w przeliczeniu na suchą masę, natomiast węglowodanów do 3%.

5. Podsumowanie

Taumatyna jest jedyną substancją intensywnie słodzącą pochodzenia naturalnego. Uznawana jest za substancję całkowicie bezpieczną dla zdrowia, niezależnie od spożywanej dziennej ilości. Wykazuje dużą siłę słodzącą. Jest substancją 2000–3000 razy słodsza od sacharozy. Wartość energetyczna taumatyny jest niska wynosi ona 4 kcal/g (16,76 kJ). Znakomicie zastępuje sacharozę. Jest stabilna w pH 2,5–6,0. Charakteryzuje się dobrą odpornością termiczną oraz stabilnością w produktach mrożonych w czasie przechowywania. Wykazuje zmniejszoną stabilność jedynie przy ogrzewaniu przy pH powyżej 6.

Taumatyna oprócz właściwości słodzących, wykazuje działanie synergistyczne z innymi dodanymi substancjami wzmacniającymi smak i aromat. Działa maskująco na odczuwanie niekorzystnego posmaku, głównie metalicznego i gorzkiego, oraz wzmacnia aromaty cytrusowe. Cieszy się dużym zainteresowaniem. Stosuje się ją głównie w przemyśle spożywczym jako substancję słodzącą w wyrobach cukierniczych, gumach do żucia, suplementach diety i lodach oraz jako wzmacniacz aromatu w gumach do żucia z dodatkiem cukru, w aromatyzowanych opartych na wodzie napojach bezalkoholowych, deserach mlecznych i bezmlecznych. Ponadto znalazła ona zastosowanie w żywieniu ludzi chorych, w szczególności: w profilaktyce próchnicy, w leczeniu dietetycznym osób pragnących zredukować nadmiar masy ciała oraz w żywieniu chorych na cukrzycę. Stosuje się ją również w przemyśle kosmetycznym do produkcji past do zębów i płynów do ust oraz w przemyśle farmaceutycznym do produkcji niektórych leków.

Literatura

- Bogacz A., 2002, *Intensywne substancje słodzące – szansa dla polskiego producenta i konsumenta (7)*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, nr 11, s. 37.
- Carocho M., Barreiro M., Morales P., Ferreira I., 2014, *Adding Molecules to Food, Pros and Cons: A Review on Synthetic and Natural Food Additives*, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, vol. 13, s. 387.
- Carocho M., Morales P., Ferreira I., 2015, *Natural food additives: Quo vadis?*, Trends in Food Science & Technology, vol. 45, s. 288, 292.
- Dłużewska E., Krygier K., 2005, *Wzmacniacze smaku*, Przemysł Spożywczy, nr 4, s. 18-19, 50.
- EFSA, 2011, *Scientific opinion on the safety and efficacy of thaumatin for all animal species*, EFSA Journal, vol. 9, s. 2354-2364.
- Grembecka M., 2015, *Natural sweeteners in a human diet*, Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, nr 3, t. 66, s. 195, 197, 199.
- Kolanowski W., Waszkiewicz-Robak B., 1998, *Taumatyna – nowa substancja intensywnie słodząca na polskim rynku*, Przemysł Spożywczy, nr 3, s. 9-10.
- Krygier K., Jasiński J., 2002, *Polski rynek produktów bezcukrowych*, Przemysł Spożywczy, nr 5, s. 14.
- Kudelka W., Jachna D., 2009, *Charakterystyka żywności o obniżonej wartości energetycznej*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, nr 834, s. 77-78.
- Leszczyński W., 2001, *Zamienniki sacharozy*, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 6, s. 38.
- Mielcarz M., 2009, *Zamienniki cukru do produkcji wyrobów spożywczych*, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 1, s. 58.
- Miśkiewicz K., Rosicka-Kaczmarek J., Nebesny E., 2012, *Substancje słodzące w produktach spożywczych*, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, nr 2, s. 59.
- Myszkowska-Rygiak J., Harton A., Gajewska D., 2010, *Środki słodzące w profilaktyce i leczeniu otyłości*, Kosmos-Problemy Nauk Biologicznych, nr 3-4, s. 368.
- Newberne P., Smith R.L., Doull J., Feron V.J., Goodman J.I., Munro I.C., Portoghese P.S., Waddell W.J., Wagner B.M., Weil S.S., Adams T.B., Hallagan A.B., 2000, *GRAS Flavoring Substances 19*, Food Technology, vol. 54, no. 6, s. 66-74.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych, Dz.U. 2010, nr 232, poz. 1525.

- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 grudnia 2000 r. w sprawie wykazu dopuszczalnych ilości substancji dodatkowych i innych substancji obcych dodawanych do środków spożywczych lub używek, a także zanieczyszczeń, które mogą znajdować się w ośrodkach spożywczych lub używkach, Dz.U. 2001, nr 9, poz. 72.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 231/2012 z dnia 9 marca 2012 r. ustanawiające specyfikacje dla dodatków do żywności wymienionych w załącznikach II i III do rozporządzenia (WE) nr 1333/2008 Parlamentu Europejskiego i Rady, Dz.U. L 83 z 22.3.2012, s. 268-269.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1129/2011 z dnia 11 listopada 2011 r. zmieniające załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 poprzez ustanowienie unijnego wykazu dodatków do żywności, Dz.U. L 295 z 12.11.2011.
- Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K., 2003, *Kompedium dodatków do żywności*, HORTIMEX, Konin, s. 408.
- Świąder K., Waszkiewicz-Robak B., Świdorski F., 2011a, *Substancje intensywnie słodzące – korzyści i zagrożenia*, Problemy Higieny i Epidemiologii, nr 3, s. 393-394.
- Świąder K., Waszkiewicz-Robak B., Świdorski F., 2011b, *Substancje intensywnie słodzące w żywności*, Przemysł Spożywczy, nr 5, s. 32-36.
- Świdorski F. (red), 2003, *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, s. 101-102.
- Thaumatococcus (WHO Food Additives Series 20), IPCS INCHEM, <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v20je15.htm> (10.07.2016).
- Uher M., Wójtowicz H., 2003, *Naturalne i syntetyczne niecukrowe substancje słodkie*, Wiadomości Chemiczne, nr 5-6, s. 510.
- Waszkiewicz-Robak B., 2002, *Słodycz pod kontrolą*, Przegląd Gastronomiczny, nr 1, s. 11.
- Waszkiewicz-Robak B., Świdorski F., 2000, *Wybrane właściwości funkcjonalne substancji intensywnie słodzących*, Przemysł Spożywczy, nr 4, s. 27.
- Wolski T., Najda A., 2005, *Substancje słodzące pochodzenia naturalnego*, Postępy Fitoterapii, nr 1-2, <http://www.czytelniamedyczna.pl/2567,substancje-slodzace-pochodzenia-naturalnego.html> (08.07.2016).
- Wrzyszczyk-Kowalczyk A., Piesiak-Pańczyszyn D., 2010, *Aktualne poglądy na temat substytutów cukru*, Poradnik Stomatologiczny, nr 2, http://poradnikstomatologiczny.pl/pl/articles/item/16694/aktualne_poglady_na_temat_substytutow_cukru (08.07.2016).