

Zygmunt Zdrojewicz, Dominika Wyglądacz, Wojciech Przywara

Szósty smak – skrobiowy?

Sixth taste – starch taste?

Katedra i Klinika Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Uniwersytecki Szpital Kliniczny im. J. Mikulicza-Radeckiego, Wrocław, Polska
Adres do korespondencji: Prof. zw. dr hab. n. med. Zygmunt Zdrojewicz, Katedra i Klinika Endokrynologii, Diabetologii i Leczenia Izotopami, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, ul. Pasteura 4, 50-367 Wrocław, e-mail: zygmunt@zdrojewicz.wroc.pl

Department and Clinic of Endocrinology, Diabetology and Isotope Therapy, Wrocław Medical University, Jan Mikulicz-Radecki University Teaching Hospital, Wrocław, Poland
Correspondence: Professor Zygmunt Zdrojewicz, MD, PhD, Department and Clinic of Endocrinology, Diabetology and Isotope Therapy, Wrocław Medical University, Pasteura 4, 50-367 Wrocław, Poland, e-mail: zygmunt@zdrojewicz.wroc.pl

Streszczenie

Najnowsza teoria naukowców z Uniwersytetu Stanu Oregon w USA głosi, że do pięciu podstawowych smaków może dołączyć smak skrobiowy. Wyniki badań przeprowadzonych na zwierzętach i ludziach zdają się jasno wskazywać na istnienie odrębnych receptorów dla smaku skrobiowego, innych niż dla smaku słodkiego. Skrobia jest homopolimerem glukozy, tworzącym α -glukozydowy łańcuch zwany glukozaanem lub glukanem. To polisacharyd, który stanowi najważniejsze źródło węglowodanów w pożywieniu – znajduje się w kaszach, ziemniakach, roślinach strączkowych, ziarnach zbóż, manioku oraz w kukurydzy. Oprócz spożywczego przeznaczenia skrobię wykorzystuje się również w przemyśle włókienniczym, farmaceutycznym, kosmetycznym, papierniczym, tekstylnym oraz do produkcji klejów. Ten wielocukier zbudowany jest z nierozgałęzionej struktury helikoidalnej – amylozy (15–20%) – oraz tworzącej łańcuchy rozgałęzione amylopektyny (80–85%). Struktura skrobi, stopień jej krystalizacji bądź hydratacji, jak również jej dostępność warunkują szybkość, z jaką amylaza hydrolizuje skrobię zawartą w pokarmie. Dotychczas uważano skrobię za pozbawioną smaku, jednak najnowsze doniesienia pokazują, że jej smak jest przypisywany do różnych potraw charakterystycznych dla danej kultury. Istnienie szóstego smaku, oprócz wielu doświadczeń naukowych z wykorzystaniem inhibitorów smaku słodkiego, potwierdzają badania molekularne. Jednak aby na stałe włączyć smak skrobiowy do palety smaków podstawowych, musi on spełnić konkretne kryteria. Celem pracy jest przedstawienie współczesnych poglądów na temat skrobi.

Słowa kluczowe: smak, skrobia, energia

Abstract

Scientists from Oregon State University, USA, came up with the newest theory of the sixth taste – starch taste that might soon join the basic five tastes. This argument is supported by studies done on both animals and humans, the results of which seem to indicate the existence of separate receptors for starch taste, others than for sweet taste. Starch is a glucose homopolymer that forms an α -glucoside chain called glucosan or glucan. This polysaccharide constitutes the most important source of carbohydrates in food. It can be found in groats, potatoes, legumes, grains, manioc and corn. Apart from its presence in food, starch is also used in textile, pharmaceutical, cosmetic and stationery industries as well as in glue production. This polysaccharide is made of an unbranched helical structure – amylose (15–20%), and a structure that forms branched chains – amylopectin (80–85%). The starch structure, degree of its crystallisation or hydration as well as its availability determine the speed of food-contained starch hydrolysis by amylase. So far, starch has been considered tasteless, but the newest report shows that for people of different origins it is associated with various aliments specific for each culture. Apart from a number of scientific experiments using sweet taste inhibitors, the existence of the sixth taste is also confirmed by molecular studies. However, in order to officially include starch taste to the basic human tastes, it must fulfil certain criteria. The aim of the study is to present contemporary views on starch.

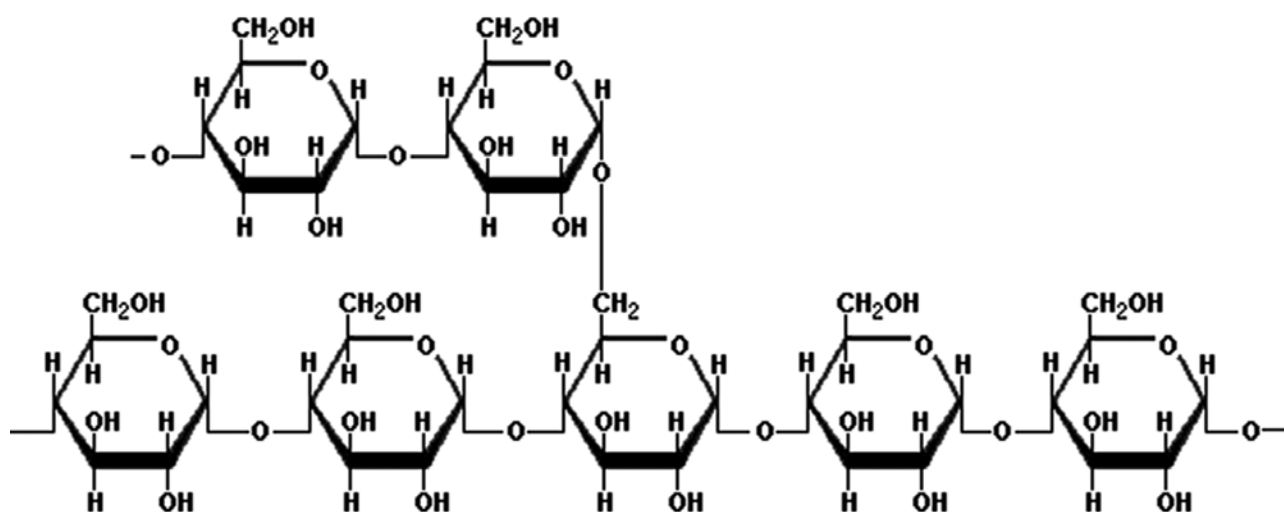
Keywords: taste, starch, energy

WSTĘP

Fizjologia człowieka pozwala na rozróżnienie pięciu podstawowych smaków, tj. słodkiego, kwaśnego, słonego, gorzkiego oraz umami⁽¹⁾. Ostatni z nich został wyodrębniony ze smaku słonego w 2000 roku. Szczury oraz niektóre inne gatunki na niższym poziomie rozwoju filogenetycznego niż człowiek są w stanie odróżnić szósty smak – skrobiowy. Aby jednak można było włączyć smak do grupy podstawowych, musi on spełnić konkretne kryteria: być rozpoznawalny, mieć swój własny zestaw receptorów na języku oraz przynosić korzyść z ich posiadania dla organizmu. W najnowszych badaniach, których wyniki zostały opublikowane w „Chemical Senses” przez naukowców z Department of Food Science and Technology Uniwersytetu Stanu Oregon w Corvallis (USA), udowodniono, że pokarmy bogate w węglowodany złożone mogą być rozpoznawane przez specyficzne receptory w jamie ustnej, inne niż receptory dla smaku słodkiego: hT1R2/hT1R3. Hipoteza istnienia szóstego smaku wydaje się niezasadna, ponieważ zawarty w ludzkiej ślinie enzym amylaza rozkłada wielocukry (m.in. skrobię) na cukry proste. Została jednak poparta doświadczeniem, w którym zablokowano badanim receptory dla cukrów prostych, a mimo to opisywali oni odczuwanie smaku „skrobiowego”, innego niż smak słodki – Azjaci określali go jako podobny do smaku ryżu, natomiast biali Europejczycy uznawali, że jest bliski smakowi chleba lub makaronu. Czy to oznacza, że człowiek również rozróżnia sześć smaków? A może jest ich jeszcze więcej? Aktualnie prowadzone są bowiem badania na temat smaku wapnia, napojów gazowanych, smaku metalicznego krwi, a także smaku aminokwasów, będących budulcem białek^(2,3).

SKROBIA

Skrobia jest homopolimerem glukozyowym, tworzącym α-glukozydowy łańcuch zwany glukozaanem lub glukanaem. Budowę skrobi przedstawia ryc. 1.



Ryc. 1. Skrobia – wzór strukturalny⁽⁴⁾ (modyfikacja własna)
Fig. 1. Starch structural formula⁽⁴⁾ (own modification)

INTRODUCTION

The physiology of humans enables five basic tastes to be distinguished. They are: sweetness, sourness, saltiness, bitterness and umami⁽¹⁾. The last, fifth taste was distinguished from salty taste in 2000. Rats and certain other species with lower levels of phylogenetic development than humans are able to distinguish the sixth taste – starch taste. However, this taste can be included in the group of basic tastes only when it meets certain criteria: it must be recognisable, have its own set of tongue receptors and bring benefits from their existence for the organism. In the latest study with outcomes published in “Chemical Senses,” scientists from the Department of Food Science and Technology of Oregon State University in Corvallis (USA) prove that foods rich in complex carbohydrates can be recognised by specific receptors in the oral cavity, other than sweet taste receptors: hT1R2/hT1R3. The hypothesis of the sixth taste seems unjustified since amylase, an enzyme present in human saliva, breaks down polysaccharides (starch included) to simple sugars. However, it has been supported by an experiment in which simple sugar receptors were blocked and despite this the “starchy” taste, other than sweetness, was reported. Subjects of the Asian origin described it as a taste of rice, while white Europeans claimed that it was similar to the taste of bread or pasta. Does this mean that humans are also able to distinguish six tastes? And perhaps more? Currently conducted research involves the calcium taste, fizzy drink taste, blood metallic taste and taste of amino acids that form proteins^(2,3).

STARCH

Starch is a glucose homopolymer that forms an α-glucoside chain called glucosan or glucan. Fig. 1 presents the structure of starch.

Starch is a polysaccharide that constitutes the most important source of carbohydrates in food. It can be found

Skrobia to polisacharyd, który stanowi najważniejsze źródło węglowodanów w pożywieniu – znajduje się w kaszach, ziemniakach, roślinach strączkowych, ziarnach zbóż, mianiu oraz w kukurydzy. Oprócz spożywczego przeznaczenia skrobia wykorzystywana jest w przemyśle włókienniczym, farmaceutycznym, kosmetycznym, papierniczym, tekstylnym oraz do produkcji klejów. Zbudowana jest z nierozgałęzionej struktury helikoidalnej – amylozy (15–20%) – oraz tworzącej łańcuchy rozgałęzione amylopektyny (80–85%). Struktura skrobi, stopień jej krystalizacji bądź hydratacji, jak również jej dostępność warunkują szybkość, z jaką amylaza hydrolizuje skrobię zawartą w pokarmie. Miarą przyswajalności skrobi zawartej w produkcie jest indeks glikemiczny, obliczany poprzez podzielenie stężenia glukozy we krwi po przeprowadzeniu testu żywnościowego przez stężenie glukozy uzyskane po spożyciu równoważnej ilości glukozy. Indeksy glikemiczne w produktach zawierających skrobię przedstawia tab. 1.

SŁODKI SMAK

Słodki smak stanowi jeden z pięciu podstawowych smaków – odczuwany jest podczas jedzenia pokarmów bogatych w cukry i powszechnie uznaje się go za przyjemny. Pierwotnie odpowiadał za rozpoznawanie pokarmów pozwalających przetrwać. Próg wrażliwości na smak słodki jest najwyższy spośród wszystkich – wynosi 4 g/dm³; dla porównania dla smaku gorzkiego wynosi on 0,0003 g/dm³. Próg wrażliwości smaków przedstawia tab. 2.

Oprócz węglowodanów odczucie słodkości wywołują również takie naturalne związki chemiczne, jak aldehydy, ketony i alkohole cukrowe. W przemyśle spożywczym wykorzystywane są substancje, które przy dużo niższych stężeniach używane są jako niskokaloryczne substytuty cukru. Należą do nich sacharyna, aspartam, ksylitol oraz ace-sulfam K. Poziom odczucia słodkości przedstawia tab. 3.

Istnieją dwie grupy substancji, które modyfikują odczucie smaku słodkiego. Jedną z nich hamuje jego percepcję, czego przykładem jest laktizol, najczęściej wykorzystywany w przemyśle spożywczym. W przyrodzie występują dwa naturalne związki, które charakteryzują się podobnym działaniem jak laktizol – są to kwas gymnemowy oraz *ziziphin*. Natomiast do drugiej grupy należą dwa białka roślinne, które zmieniają odczucie smaku z kwaśnego na słodki: mirakulina i kurkulina.

Smaki odczuwane są dzięki umieszczonym na nabłonku języka, podniebienia i gardła kubkom smakowym, a każdy z nich jest receptorem wrażliwym tylko na jeden z pięciu smaków. W mechanizmie powstawania smaków bierze udział wiele procesów następujących kolejno po sobie. W pierwszej kolejności substancje pochodzące z pokarmów rozpuszczane są w śluzie pokrywającym błonę śluzową jamy ustnej. Następnie poprzez oddziaływanie na mikrokosmki zostaje pobudzona komórka receptorowa, co powoduje depolaryzację jej błony, w wyniku czego zostaje uwolniony neurotransmitter, którym w przypadku smaku słodkiego jest

Produkt <i>Product</i>	Indeks glikemiczny <i>Glycaemic index</i>
Chleb biały <i>White bread</i>	95
Chleb pełnoziarnisty żytni <i>Wholemeal rye bread</i>	58
Fasola biała <i>White beans</i>	40
Fasola biała ugotowana <i>Cooked white beans</i>	33
Fruktoza <i>Fructose</i>	20
Glukoza <i>Glucose</i>	100
Groch gotowany <i>Cooked peas</i>	22
Groszek zielony <i>Green peas</i>	45
Kasza gryczana ugotowana <i>Cooked buckwheat groats</i>	54
Kasza jaglana ugotowana <i>Cooked millet groats</i>	71
Kasza manna <i>Cream of wheat</i>	58
Kleik ryżowy <i>Rice gruel</i>	90
Kukurydza słodka <i>Sweet corn</i>	53
Kukurydza z puszki <i>Canned corn</i>	55
Makaron <i>Pasta</i>	65
Mąka kukurydziana <i>Cornflour</i>	70
Otręby owsiane <i>Oat bran</i>	55
Płatki kukurydziane <i>Cornflakes</i>	84
Płatki owsiane błyskawiczne <i>Instant oatmeal</i>	85
Płatki ryżowe <i>Rice flakes</i>	80
Popcorn <i>Popcorn</i>	72
Ryż biały gotowany <i>Cooked white rice</i>	70
Ryż brązowy (naturalny) gotowany <i>Cooked brown (natural) rice</i>	55
Ziemniaki gotowane <i>Cooked potatoes</i>	95
Ziemniaki młode <i>Baby potatoes</i>	57
Ziemniaki pieczone <i>Baked potatoes</i>	85
Ziemniaki purée <i>Pureed potatoes</i>	90

Tab. 1. Indeks glikemiczny produktów zawierających skrobię
Tab. 1. Glycaemic indices of starch-containing products

Próg wrażliwości smaków <i>taste sensitivity threshold</i>	
Próg wrażliwości na smak słony (NaCl) <i>Salty taste sensitivity threshold (NaCl)</i>	0,5 g/dm ³
Próg wrażliwości na smak słodki (sacharoza) <i>Sweet taste sensitivity threshold (sucrose)</i>	4 g/dm ³
Próg wrażliwości na smak kwaśny (HCl) <i>Sour taste sensitivity threshold (HCl)</i>	0,02 g/dm ³
Próg wrażliwości na smak gorzki (chinina) <i>Bitter taste sensitivity threshold (quinine)</i>	0,0003 g/dm ³

Tab. 2. Próg wrażliwości smaków

Tab. 2. Taste sensitivity threshold values

cykliczny adenozymonofosforan, bezpośrednio zamykający kanały potasowe. Ostatni etap to transmisja impulsów nerwowych włóknami nerwowymi nerwu twarzowego i językowo-gardłowego do ośrodków w korze mózgu⁽⁵⁻⁷⁾.

BADANIA NAUKOWE

Powszechnie uważa się, że substancje takie jak skrobia, nierozpuszczalne zarówno w wodzie, jak i w tłuszczach, są pozbawione smaku. Co innego jednak wykazały badania naukowe, podczas których zawieszoną w wodzie skrobię wraz z gumą wiskozową podawano szczurom. Mając do wyboru tę zawiesinę i podobny roztwór pozbawiony skrobi, szczury wybierały ten pierwszy. Dodatkowo potrafiły one spośród roztworów o różnym stężeniu wytypować ten o wyższej zawartości skrobi⁽⁸⁾.

W kolejnych etapach badań podawano szczurom rośliny o różnej procentowej zawartości skrobi, np. kukurydzę, ryż, pszenicę i ziemniaki. Okazało się, że najniższe stężenie wykrywane przez gryzonie wyniosło 0,5%. Co ciekawe, preferowały one te rośliny, które zawierały wyższy procent badanego wielocukru.

Dotychczas uważano, że obecność w ślinie α -amylazy umożliwia rozpoznanie smaku skrobi, ponieważ enzym ten

in groats, potatoes, legumes, grains, manioc and corn. Apart from its presence in food, starch is also used in textile, pharmaceutical, cosmetic and stationery industries as well as in glue production. It is made of an unbranched helical structure – amylose (15–20%), and a structure that forms branched chains – amylopectin (80–85%). The structure of starch, degree of its crystallisation or hydration as well as its availability determine the speed of food-contained starch hydrolysis by amylase.

The measure of the assimilability of starch contained in a food product is the glycaemic index, which is calculated by dividing a blood glucose concentration after a food test by a glucose level after consumption of an equivalent of glucose. The glycaemic indices of starch-containing products are presented in Tab. 1.

SWEET TASTE

Sweet taste is one of five basic tastes. It can be perceived when eating foods rich in sugars and is commonly considered pleasant. It initially served for distinguishing foods enabling survival. The sweet taste sensitivity threshold is the highest of all tastes and amounts to 4 g/dm³. For comparison, the threshold for bitter taste is 0.0003 g/dm³. Taste sensitivity threshold values are presented in Tab. 2.

Apart from carbohydrates, other natural chemical compounds, such as aldehydes, ketones and sugar alcohols, also have sweet taste. The food industry makes use of substances which in much lower concentrations can be low-calorie sugar substitutes. They include saccharin, aspartame, xylitol and acesulfam K. The level of sweetness perception is presented in Tab. 3.

There are two groups of substances that modify the taste of sweetness. One of them contains substances that inhibit its perception, for example lactisole, the most common in the food industry. In nature, there are two natural compounds

Nazwa <i>Name</i>	Rodzaj związku <i>Type of compound</i>	Słodkość <i>Sweetness</i>
Laktoza <i>Lactose</i>	Disacharyd <i>Disaccharide</i>	0,16
Maltoza <i>Maltose</i>	Disacharyd <i>Disaccharide</i>	0,33–0,45
Sorbitol <i>Sorbitol</i>	Polialkohol <i>Polyalcohol</i>	0,6
Glukoza <i>Glucose</i>	Monosacharyd <i>Monosaccharide</i>	0,74–0,8
Sacharoza <i>Sucrose</i>	Disacharyd <i>Disaccharide</i>	1,00 (referencyjny) <i>1.00 (referential)</i>
Fruktoza <i>Fructose</i>	Monosacharyd <i>Monosaccharide</i>	1,17–1,75
Stewia <i>Stevia</i>	Glikozyd <i>Glycoside</i>	40–300
Aspartam <i>Aspartame</i>	Ester metylowy dipeptydu <i>Dipeptide methyl ester</i>	180–250

Tab. 3. Odczucie słodkości

Tab. 3. Sweetness perception

rozbija skrobię na cząsteczki maltozy i dekstrynę, będące substratami dla receptorów smaku słodkiego. Istnieją jednak silne argumenty za istnieniem osobnych chemoreceptorów dla wielocukrów, m.in. fakt, że surowa skrobia jest wysoce oporna na hydrolizę przez amylazę ślinową, jak również to, że preferowanie pokarmów bogatych w wielocukry nie było związane z opornością skrobi na hydrolizę amylazową. Brak oddziaływania na upodobania do pokarmów bogatych w skrobię przy częściowej lub całkowitej nieobecności śliny bogatej w amylazę jest równie ważnym argumentem przemawiającym za teorią szóstego smaku^(9,10). Naukowcy z Department of Food Science and Technology Uniwersytetu Stanu Oregon w Corvallis przeprowadzili szereg doświadczeń z udziałem ludzi, mając na celu udowodnienie istnienia osobnych receptorów dla wielocukrów. Wyniki swoich badań opublikowali w 2016 roku. Badanym podawano laktizol, który jest najczęściej wykorzystywanym inhibitorem receptorów smaku słodkiego, uniemożliwiającym odczuwanie słodkich substancji zawierających cukry proste i disacharydy, takie jak glukoza, maltoza czy sacharoza. Mimo to uczestnicy wciąż byli zdolni do rozpoznawania smaku pokarmów bogatych w wielocukry, co sugeruje istnienie innych miejsc receptorowych dla skrobi niż receptory hT1R1 i hT1R3 dla smaku słodkiego. Badani opisywali różnice w odbieraniu smaku cukrów prostych i disacharydów oraz wielocukrów, określając ten pierwszy jako „słodki”, a drugi jako „skrobiowy”^(11,12).

W wyniku molekularnej analizy, opierając się na masie molarnej skrobi, obliczono jej próg wrażliwości, który znacząco się różnił od progu wrażliwości na sacharozę, co zostało potwierdzone w powyższym badaniu⁽¹³⁾.

PODSUMOWANIE

Fizjologia zmysłów człowieka wciąż nie została do końca poznana, co daje naukowcom wielkie pole do badań. Do 2000 roku wyodrębniono jedynie cztery podstawowe smaki. Dziś mamy już pewność co do pięciu, a najnowsze doniesienia sugerują istnienie kolejnych. Szóstym smakiem zapewne już niebawem stanie się smak skrobiowy, który w zależności od przynależności kulturowej opisywany jest jako smak ryżu lub makaronu czy chleba. Najbliżsi poznania prawdy są naukowcy z Uniwersytetu Stanu Oregon w Corvallis. Smak skrobiowy najprawdopodobniej zostanie wyodrębniony ze smaku słodkiego, ponieważ badania oregonskich badaczy wskazują na obecność osobnych receptorów dla tych dwóch smaków⁽¹⁴⁾.

Skrobia stanowi jedno z podstawowych źródeł węglowodanów w diecie człowieka. Zawsze uważana była za pozbawioną smaku, mimo że w procesie hydrolizy powstają z niej cukry proste, które są słodkie, co sugeruje, że skrobia oddziałuje na receptory hT1R2/hT1R3. Tej tezie przeczy jednak brak wrażliwości skrobi na hydrolizę poprzez działanie α -amylazy ślinowej oraz odrębność miejsc wiązania się z receptorami smaku.

characterised by a similar action: gymnemic acid and ziziphin. The other group contains two vegetable proteins that change sour taste to sweetness: miraculin and curculin.

Tastes are perceived thanks to gustatory buds present in the epithelium of the tongue, palate and pharynx, and each of them is a receptor sensitive to only one of the five tastes. There are many consecutive processes that participate in the gustatory mechanism. First of all, substances derived from food are dissolved in the mucus overlaying the oral mucosa. Next, by interacting with microvilli, a receptor cell is stimulated which lead to its membrane depolarisation. As a result, a neurotransmitter is released. In the case of sweet taste, it is cyclic adenosine monophosphate that directly closes potassium channels. The final stage is neural impulse transmission via nerve fibres of the facial nerve and glossopharyngeal nerve up to the centre in the cerebral cortex⁽⁵⁻⁷⁾.

RESEARCH STUDIES

It is commonly believed that substances such as starch, which is insoluble in both water and fat, are tasteless. However, research has delivered different results. These studies involved administration of starch suspended in water with viscose gum to rats. Being able to choose between this suspension and a similar solution without starch, rats preferred the former. Additionally, they were able to recognise and select a solution with higher starch content from a number of solutions with different starch concentrations⁽⁸⁾.

The subsequent stages of such experiments involved administration of plants with various starch content (e.g. corn, rice, wheat and potatoes) to rats. It was found that the lowest concentration detectable by rats was 0.5%. Interestingly, they preferred plants with higher content of this polysaccharide.

To date, it has been believed that the presence of α -amylase in saliva makes it impossible to recognise starch taste since this enzyme breaks down starch into maltose and dextrin molecules, which are substrates for sweet taste receptors. However, there is firm evidence that supports the existence of separate chemoreceptors for polysaccharides. It includes the fact that raw starch is highly resistant to hydrolysis by salivary amylase, and that the preference of foods rich in polysaccharides was not associated with starch resistance to amylase hydrolysis. The lack of effect on the preference of foods rich in starch with partial or complete absence of saliva rich in amylase is an equally important argument supporting the theory of the sixth taste^(9,10).

Scientists from the Department of Food Science and Technology of Oregon State University in Corvallis, USA, carried out a range of experiments in humans with the aim to prove the existence of separate polysaccharide receptors. The outcomes of their studies were published in 2016. The subjects were administered laktizol, which is the most common sweet taste inhibitor, disabling the perception of sweet substances containing simple sugars and disaccharides, such as glucose, maltose or sucrose.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

Piśmiennictwo / References

1. Zdrojewicz Z, Gawryś J, Gawryś K *et al.*: Umami – piąty smak. Academy of Aesthetic and Anti-Aging Medicine 2016; (1): 84–92.
2. Niki M, Yoshida R, Takai S *et al.*: Gustatory signaling in the periphery: detection, transmission, and modulation of taste information. Biol Pharm Bull 2010; 33: 1772–1777.
3. Ramirez I: Chemoreception for an insoluble nonvolatile substance: starch taste? Am J Physiol 1991; 260: R192–R199.
4. Murray RK, Granner DK, Rodwell VW: Biochemia Harpera. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2015.
5. Temussi PA: Sweet, bitter and umami receptors: a complex relationship. Trends Biochem Sci 2009; 34: 296–302.
6. Breslin PA, Spector AC: Mammalian taste perception. Curr Biol 2008; 18: R148–R155.
7. Nelson G, Hoon MA, Chandrashekar J *et al.*: Mammalian sweet taste receptors. Cell 2001; 106: 381–390.
8. Perez C, Sclafani A: Developmental changes in sugar and starch taste preferences in young rats. Physiol Behav 1990; 48: 7–12.
9. Lapis TJ, Penner MH, Lim J: Humans can taste glucose oligomers independent of the hT1R2/hT1R3 sweet taste receptor. Chem Senses 2016. DOI: 10.1093/chemse/bjw088.
10. Xiaodong Li, Staszewski L, Xu X *et al.*: Human receptors for sweet and umami taste. Proc Natl Acad Sci U S A 2002; 99: 4692–4696.
11. Sclafani A: The sixth taste? Appetite 2004; 43: 1–3.
12. de Gennaro S, Birch GG, Parke SA *et al.*: Studies on the physicochemical properties of inulin and inulin oligomers. Food Chemistry 2000; 68: 179–183.
13. DuBois GE, Lee JF: A simple technique for the evaluation of temporal taste properties. Chem Senses 1983; 7: 237–247.
14. Adler J, Xiaodong L, Staszewski L *et al.*: T1R hetero-oligomeric taste receptors. US20020160424 A1.

Despite this, the participants were still able to recognise the taste of foods rich in polysaccharides, thus suggesting the existence of separate receptors for starch, other than the sweet taste receptors hT1R1 and hT1R3. The subjects described differences in the perception of polysaccharides from simple sugars and disaccharides and described the former as “starchy” and the latter as “sweet”^(11,12).

In a molecular analysis, using the molar mass of starch, its sensitivity threshold was calculated. It was found to differ considerably from the sensitivity threshold to sucrose, which was shown in the aforementioned study⁽¹³⁾.

CONCLUSION

The physiology of human senses is still not fully explored, which makes room for scientific research. Up to the year 2000, only four basic tastes were distinguished. Today, we know for certain that there are five tastes, and the latest research reports the existence of others. Apparently, starch taste will soon become the sixth taste, which is described as the taste of rice, pasta or bread depending on the race. The scientists from Oregon State University in Corvallis are the closest to the truth. Starch taste will probably be distinguished from sweet taste since the study of Oregon State University scientists indicates the presence of separate receptors for these two tastes⁽¹⁴⁾.

Starch is one of the basis sources of carbohydrates for humans. It has always been believed to be tasteless despite the fact that the process of hydrolysis leads to the formation of simple sugars that are sweet, which suggests that starch acts on the hT1R2/hT1R3 receptors. This thesis, however, is contradicted by the lack of starch sensitivity to hydrolysis by the action of salivary α -amylase and different sites for binding with gustatory receptors.

Conflict of interest

Authors of this publication do not report any financial or personal connections with other people or organizations which would have bad influence on the content of the publication or which would claim the rights to this publication.