




Wrażliwość zmysłu smaku człowieka

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Wrażliwość zmysłu smaku człowieka

Konkretne substancje nie zawsze smakują tak samo przedstawicielom różnych gatunków, np. aspartam jest odczuwany jako słodki przez ludzi, ale nie przez myszy.

Źródło: Dahiana Waszaj, unsplash.com, domena publiczna.

Zmysł smaku pozwala nie tylko na odczuwanie przyjemności ze spożywania pokarmu, ale też chroni nas przed zjedzeniem substancji szkodliwych lub trujących. Jak wygląda proces odczuwania smaku i jakie substancje warunkują wrażliwość na konkretny smak?

Twoje cele

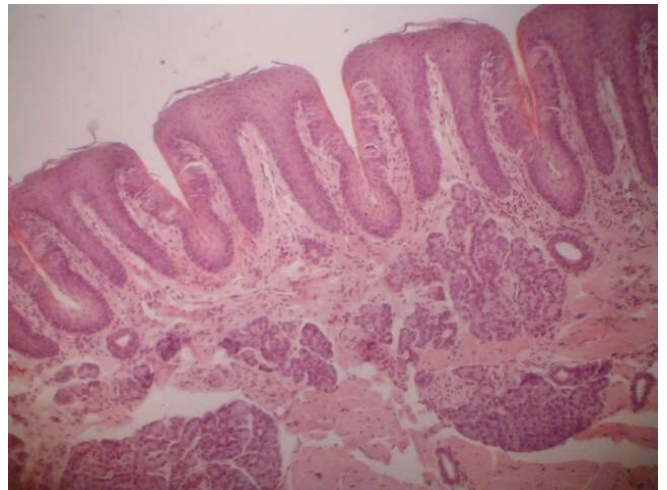
- Przedstawisz budowę i główne funkcje języka.
- Opiszysz strukturę, która u człowieka odpowiada za odbieranie smaku.
- Określisz substancje wzorcowe używane do określenia progu pobudliwości dla danego smaku.
- Wskażesz nerwy czaszkowe, przewodzące informację o odbieranym smaku.

Przeczytaj

Język – podstawowe informacje o jego budowie i funkcjach

Język jest fałdem mięśniowym pokrytym błoną śluzową, znajduje się w jamie ustnej. Anatomicznie wyróżniamy trzy jego główne części: nasadę, trzon oraz koniec języka. Nasadę od trzonu oddziela bruzda krańcowa w kształcie litery V. Język bierze udział w artykulacji, ułatwia pobieranie pokarmu, daje możliwość ssania i pozwala na odbieranie bodźców smakowych. Powierzchnia grzbietowa języka zaopatrzona jest w specjalne uwypuklenia zbudowane z [tkanki łącznej](#) pokrytej nabłonkiem błony śluzowej języka, które nazywamy brodawkami. Wyróżniamy następujące typy brodawek:

- brodawki nitkowate – pokrywają przednią część języka, są drobne i liczne,
- brodawki grzybowate – znajdują się tam, gdzie brodawki nitkowate, jednak są od nich większe i mniej liczne,
- brodawki okolone – znacznie większe, znajdują się na granicy między trzonem, a nasadą języka,
- brodawki liściaste – na bocznych powierzchniach języka.



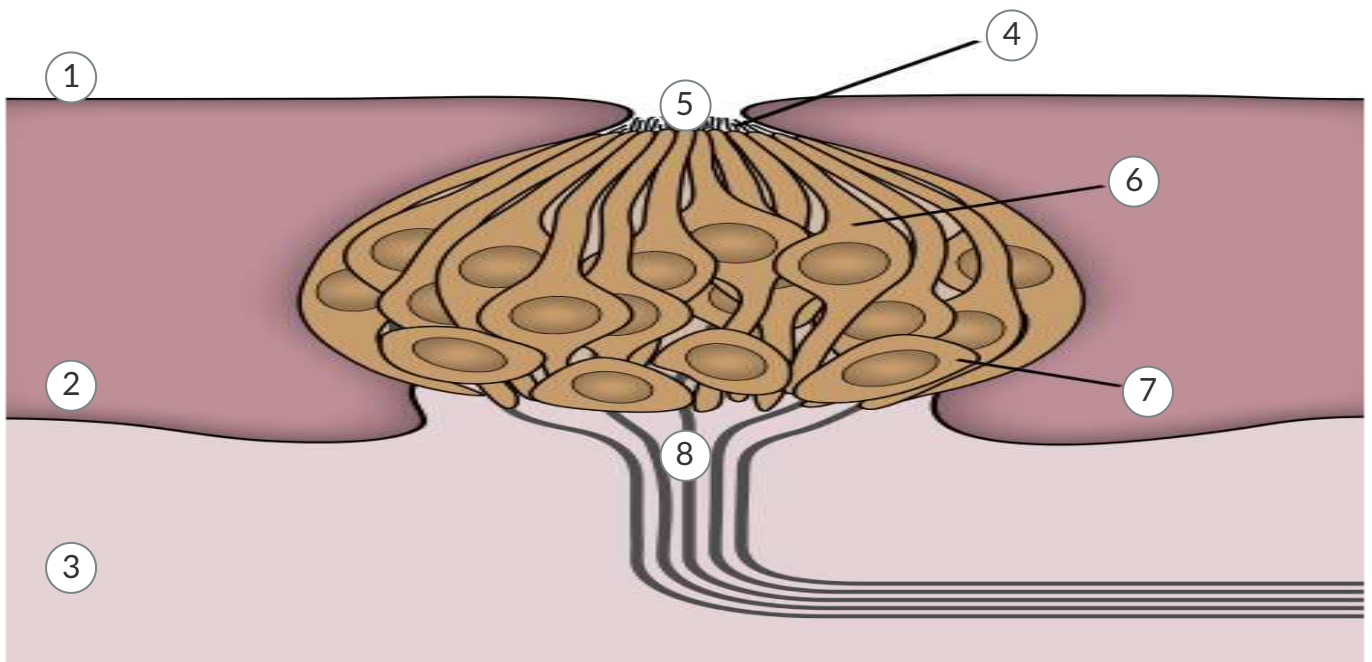
Przekrój przez brodawki liściaste języka.

Mikroskop świetlny.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Fizjologia odczuwania smaku

Za odczuwanie smaku odpowiadają kubki smakowe, w których znajdują się specjalne receptory. Człowiek ma na języku kilka tysięcy kubków smakowych, a w każdym z nich jest nawet 100 receptorów smakowych. Receptory te są pobudzone przez substancje rozpuszczone w śluzie (ślinie), który pokrywa błonę śluzową języka.



1

Jama ustna

2

Nabłonek języka

3

Tkanka łączna

4

Pręciki smakowe

5

Por smakowy

6

Komórki smakowe

7

Komórki smakowe

8

Włókna nerwowe

Budowa kubka smakowego.

Źródło: Jonas Töle, Wikimedia Commons, domena publiczna.

W każdym kubku znajdują się komórki odbierające wszystkie typy smaków: **słodki**, **gorzki**, **słony** i **kwaśny**, a także **umami**. Dlatego każdy smak odbierany jest całą powierzchnią języka. Natomiast intensywność, z jaką odczuwamy konkretny smak, zależy od stężenia danej substancji w ślinie. Aby dany smak mógł być w ogóle odczuwalny, musi zostać przekroczony wartość progowa (próg pobudliwości dla danej substancji). Oto progi pobudliwości konkretnych smaków, w odniesieniu do substancji wzorcowej danego smaku:

Smak słony

Substancją wzorcową dla smaku słonego jest chlorek sodu. Aby smak słony był odczuwany, stężenie NaCl powinno wynosić przynajmniej $0,5 \text{ g/dm}^3$.

Smak słodki
Smak kwaśny
Smak gorzki

Jak widać, próg pobudliwości dla smaku gorzkiego jest osiągany przy znacznie mniejszym stężeniu substancji wzorcowej, niż ma to miejsce w przypadku smaku słodkiego. To uwarunkowanie ma chronić człowieka przed truciznami, bardzo często mającymi gorzki smak.

Droga impulsu nerwowego z receptorów kubków smakowych do mózgowia

Receptory w kubkach smakowych odbierają bodźce smakowe i przewodzą je drogą nerwów czaszkowych: nerwu twarzowego (VII), nerwu językowo-gardłowego (IX) i nerwu błędnego (X). Drogą odpowiednich neuronów informacja na temat smaku jest przekazywana do ośrodka smaku w korze mózgowej i równoległe do układu limbicznego i podwzgórza. W korze mózgowej ośrodki smaku zlokalizowane są w zakręcie zaśrodkowym, w okolicy wyspy, wieczka czołowo-ciemieniowego a nawet w okolicy czołowo-oczodołowej. Ta szeroka reprezentacja korowa wskazuje, że smak jest zaangażowany nie tylko w procesy poznawcze związane z rozpoznawaniem pokarmu, ale wpływa na zachowanie człowieka, emocje i homeostazę wewnątrzustrojową.

Ciekawostka

Noworodki już kilka dni po urodzeniu potrafią odróżnić smak słodki i gorzki, wyrażając aprobatę dla smaku słodkiego i dezaprobatę dla smaku gorzkiego.

Metody badania zmysłu smaku

Wyróżniamy:

1. Metody subiektywne – ocena progów smakowych i ocena nadprogowa zmysłu smaku;
2. Metody obiektywne – rejestrowanie smakowych potencjałów wywołanych w elektroencefalografii (EEG) i magnetoencefalografii (MEG).

Metody subiektywne

Elektrogustometria jest ilościowym badaniem smaku. Pod wpływem drażnienia powierzchni języka prądem elektrycznym o różnym natężeniu dochodzi do hydrolizy śliny, czego wynikiem jest odczuwanie smaku kwaśno-metalicznego. Badanie rozpoczyna się od wyższych wartości natężenia prądu, stopniowo obniżając je, aż do zniknięcia wrażenia sensorycznego. Następnie ponownie zwiększa się wartość natężenia prądu elektrycznego aż do momentu, gdy badany zasygnalizuje odczucie smaku. Średnia wartość z obu tych pomiarów stanowi **próg smakowy**.

Gustometria swoista jest metodą polegającą na próbie identyfikacji substancji charakterystycznych dla smaków podstawowych. Stosowanymi bodźcami są tutaj np.: kwas cytrynowy dla smaku kwaśnego, krystaliczna kofeina dla smaku gorzkiego, chlorek sodu dla smaku słonego, sacharoza dla smaku słodkiego oraz glutaminian jednosodowy dla smaku umami.

Istnieje kilka sposobów na aplikację substancji smakowych, jednak najczęściej stosowaną metodą jest użycie ich roztworów w formie przepłukiwania jamy ustnej.

Seria	Smak					
	Kwaśny (kwas cytrynowy g/l)	Słony (chlorek sodu g/l)	Słodki (sacharoza g/l)	Gorzki (kofeina g/l)	Umami (glutaminian jednosodowy g/l)	Metaliczny (siarczan żelaza II g/l)
1	0,13	0,16	0,34	0,06	0,08	0,0007
2	0,16	0,24	0,55	0,07	0,12	0,0009
3	0,20	0,34	0,94	0,09	0,17	0,0013
4	0,25	0,48	1,56	0,11	0,24	0,0019
5	0,31	0,69	2,59	0,14	0,34	0,0027
6	0,38	0,98	4,32	0,17	0,49	0,0039
7	0,48	1,40	7,20	0,22	0,70	0,0056
8	0,60	2,00	12,00	0,27	1,00	0,0080

Serie stężeń roztworów substancji wzorcowych stosowane w określaniu progów wyczuwalności i rozpoznania smaku.

Źródło: Anna Maślowska, Urszula Żochowska, Krystyna Lupa, *Metody badania zmysłu smaku - przegląd piśmiennictwa*, Tom 6 nr 3-4 2010, PN-ISO 3972:1998.

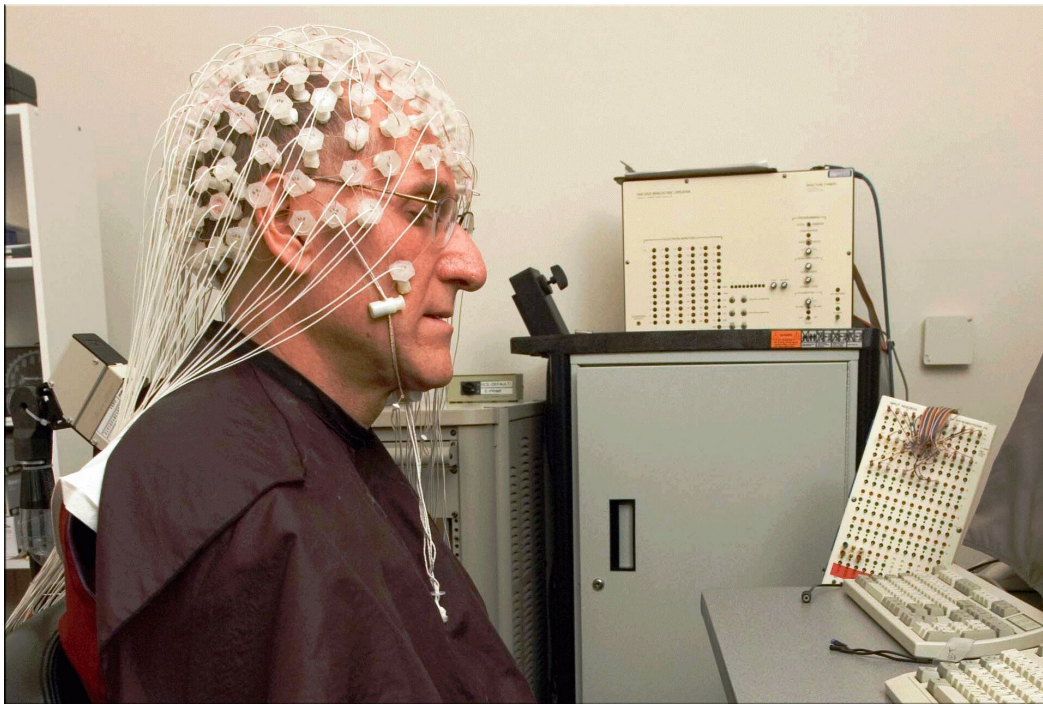
Pierwszy etap badania (określany mianem próby na daltonizm smakowy) polega na ocenie zdolności rozpoznania podstawowych wzorców smakowych. Osoby, które osiągają pozytywny wynik uznawane są za zdolne do identyfikacji smaków i mogą uczestniczyć w następnych etapach badania sensorycznego.

Kolejny etap badania polega na wyznaczaniu progu: wyczucia, rozpoznania i różnicy. Najmniejsze natężenie bodźca, przy którym pojawia się wrażenie smakowe niemożliwe jeszcze do jakościowego zdefiniowania określane jest jako **próg wyczucia**. Najmniejsze natężenie bodźca, przy którym pacjent jest w stanie zidentyfikować smak to **próg rozpoznania**. Natomiast różnica stężeń dwóch roztworów, między którymi po raz pierwszy został stwierdzony wzrost intensywności wrażenia smakowego nazywany jest **progiem różnicy**.

Metody obiektywne

Badanie to jest najnowszym kierunkiem w ocenie zmysłu smaku. Polega na pomiarze zmian aktywności neuronów kory mózgu w odpowiedzi na bodźce o różnej intensywności. Istnieją dwa sposoby stymulacji: prąd elektryczny i roztwory chemiczne. Podczas takiego badania, które zawsze przeprowadzane jest

w zamkniętych pomieszczeniach, pacjent powinien mieć zamknięte oczy i unieruchomioną głowę, by wyeliminować dodatkowe bodźce, które mogłyby wpłynąć na pojawienie się fałszywych wyników w zapisie EEG lub MEG.



Podczas elektroencefalografii (EEG) rozmieszcza się na powierzchni skóry czaszki elektrody, które rejestrują zmiany potencjału elektrycznego, pochodzące od aktywności neuronów kory mózgowej. Po odpowiednim ich wzmocnieniu tworzy się z nich zapis – elektroencefalogram.

Źródło: Antoine Lutz - Barry Kerzin, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Słownik

chinina

alkaloid o bardzo gorzkim smaku, znajdujący się w korze drzewa chinowego rosnącego w Ameryce Południowej w Andach

malaria

choroba wywoływana przez pięciu gatunków jednokomórkowych pierwotniaków z rodzaju *Plasmodium*. Jest przenoszona przez komary – samice z rodzaju *Anopheles*. Objawy choroby pojawiają się cyklicznie co kilkanaście godzin i polegają na wystąpieniu wysokiej gorączki, dreszczy, wymiotów, a także biegunki

sacharoza

związek organiczny, dwucukier, zbudowany z cząsteczki glukozy i cząsteczki fruktozy

tkanka łączna

podstawowa tkanka zwierzęca, pełniąca przede wszystkim funkcje podporowe i ochronne. Do tej grupy tkanek należy np. tkanka kostna, chrzęstna, tkanka tłuszczowa

próg rozpoznania

próg rozpoznawalności (z ang. recognition threshold) – stężenie, które w danych warunkach umożliwia rozpoznanie smaku

próg różnicy

minimalna wartość różnicy między dwoma bodźcami, której odczucie wywołuje reakcję u osoby badanej

próg smakowy

minimalne natężenie bodźca smakowego możliwe do uchwycenia

próg wyczucia

minimalne natężenie bodźca, przy którym pojawia się wrażenie smakowe niemożliwe do jakościowego zdefiniowania

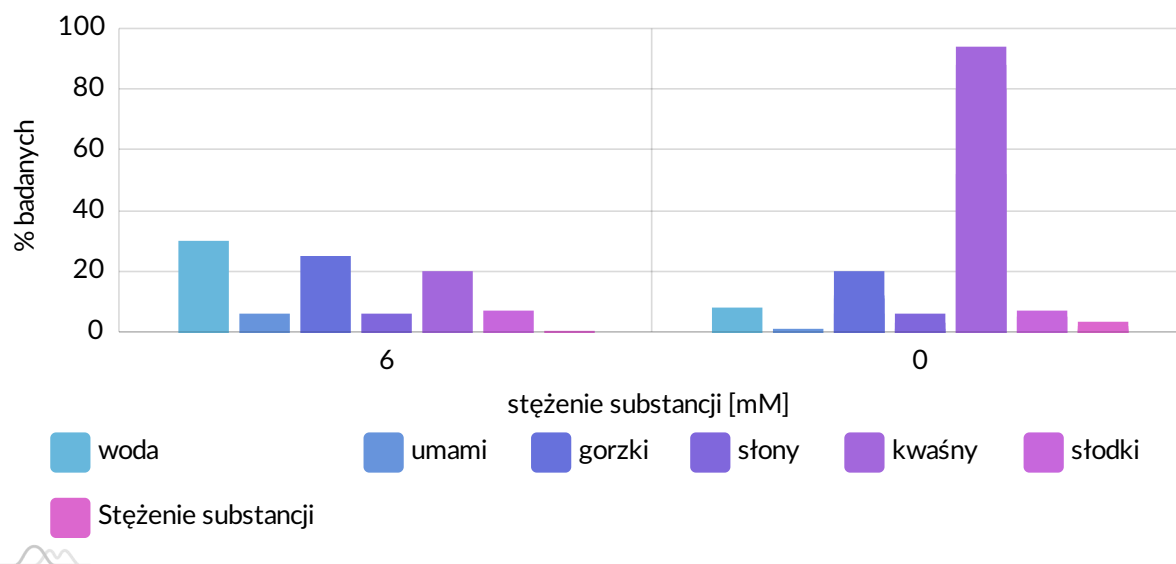
Grafika interaktywna

Badanie 1

Przeprowadzono doświadczenie polegające na podawaniu 100 osobom wody z dodatkiem kwasu cytrynowego, kofeiny, sacharozy, soli kuchennej i kwasu glutaminowego.

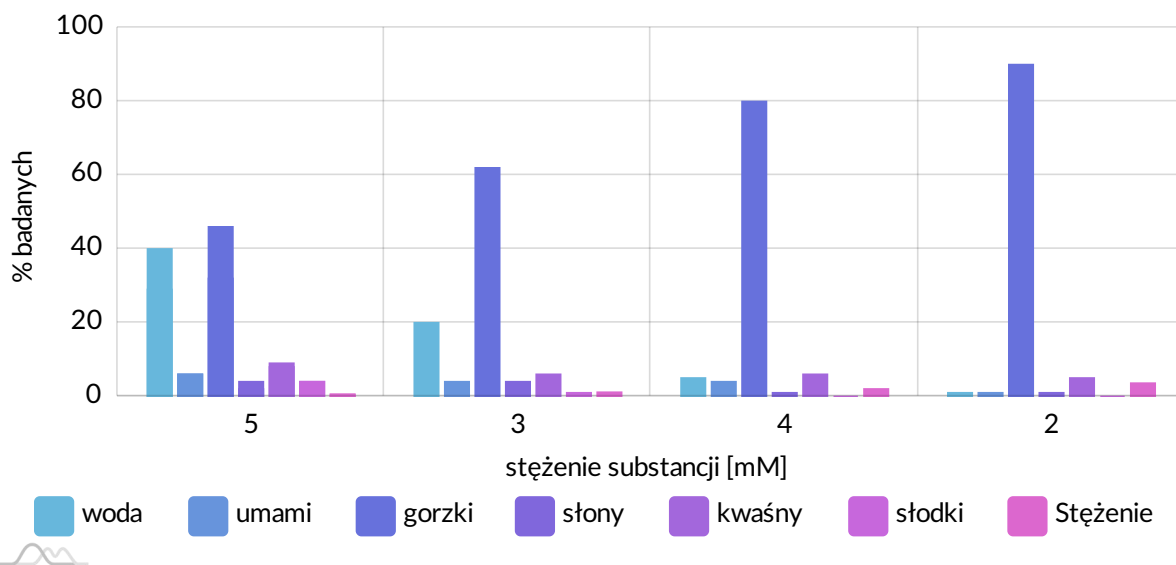
Rozkłady odpowiedzi dla rozpoznawania smaku przedstawiono na poniższych wykresach. Prawidłowy wskaźnik rozpoznawania smaku wzrastał wraz ze stężeniem rozpuszczonych w wodzie substancji.

Kwas cytrynowy (kwaśny)



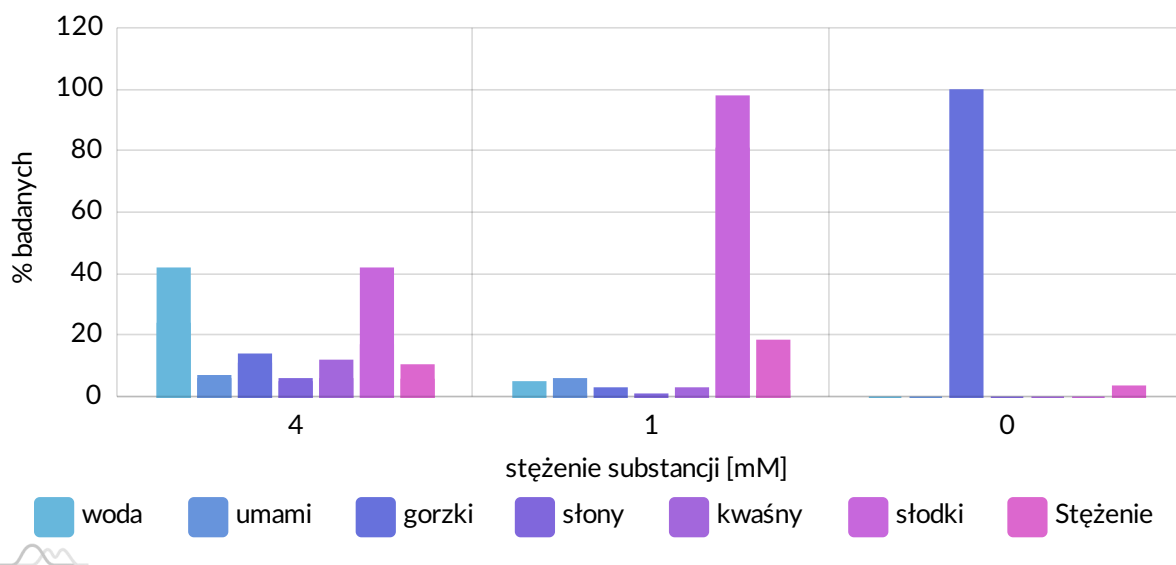
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., Na podstawie: Puputti S., Aisala H., Hoppu U., Sandell M., *Factors explaining individual differences in taste sensitivity and taste modality recognition among Finnish adults*, „Journal of Sensory Studies” 2019;34:e12506., licencja: CC BY-SA 3.0.

Kofeina (gorzki)



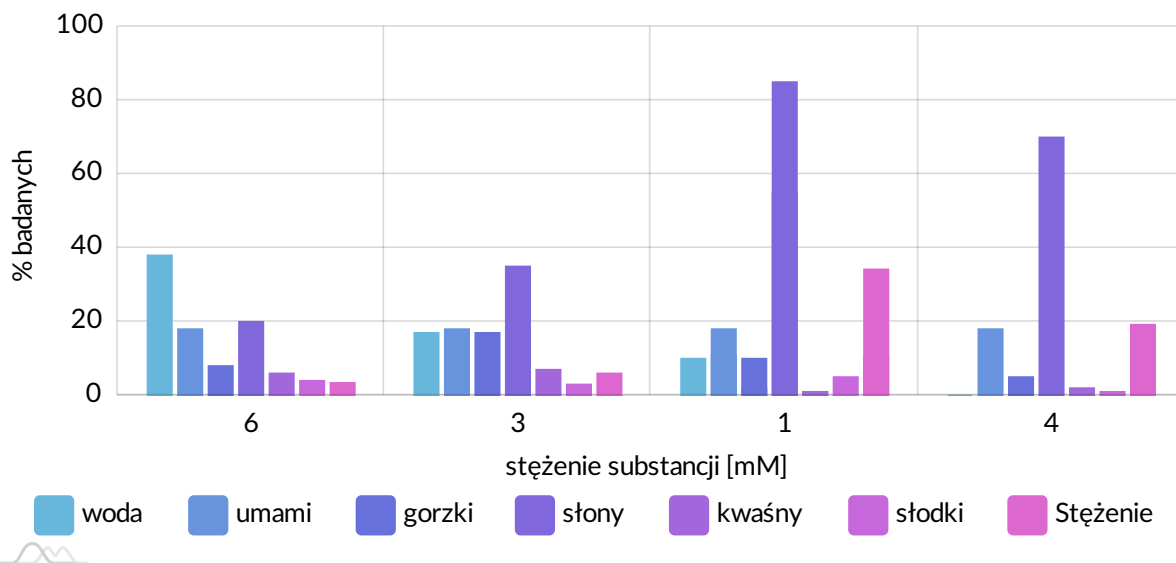
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., Na podstawie: Puputti S., Aisala H., Hoppu U., Sandell M., *Factors explaining individual differences in taste sensitivity and taste modality recognition among Finnish adults*, „Journal of Sensory Studies” 2019;34:e12506., licencja: CC BY-SA 3.0.

Sacharoza (słodki)



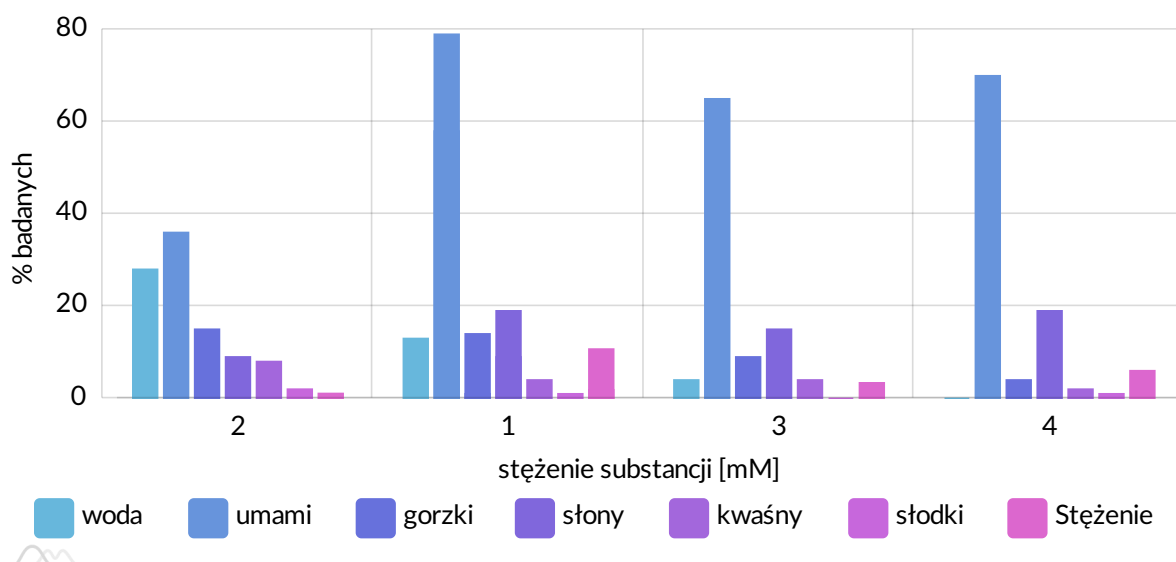
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., Na podstawie: Puputti S., Aisala H., Hoppu U., Sandell M., *Factors explaining individual differences in taste sensitivity and taste modality recognition among Finnish adults*, „Journal of Sensory Studies” 2019;34:e12506., licencja: CC BY-SA 3.0.

Sól kuchenna (słony)



Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., Na podstawie: Puputti S., Aisala H., Hoppu U., Sandell M., *Factors explaining individual differences in taste sensitivity and taste modality recognition among Finnish adults*, „Journal of Sensory Studies” 2019;34:e12506., licencja: CC BY-SA 3.0.

Kwas glutaminowy (umami)



Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., Na podstawie: Puputti S., Aisala H., Hoppu U., Sandell M., *Factors explaining individual differences in taste sensitivity and taste modality recognition among Finnish adults*, „Journal of Sensory Studies” 2019;34:e12506., licencja: CC BY-SA 3.0.



Polecenie 1

Przeanalizuj powyższe wykresy i wskaż smak, z którym mylony był smak kwaśny.

Polecenie 2

Podaj hipotezę badania, zapisz obserwacje oraz wnioski.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



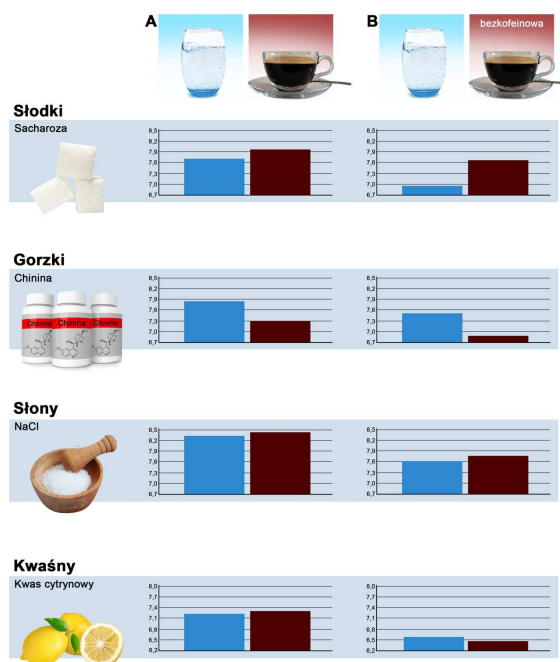
Naukowcy z Uniwersytetu Oksfordzkiego przeprowadzili badania, w których poproszono o ocenę smaku osoby, które degustowały słodko-gorzkie cukierki jednocześnie słuchając niskich i wysokich dźwięków. Otrzymano następujące wyniki badań wrażeń smakowych: osoby jedzące cukierki przy akompaniamencie dźwięków niskich oceniły smak cukierków jako bardziej gorzki. Ci, którzy słuchali dźwięków wysokich odczuwali głównie smak słodki.

Na podstawie artykułu: *Czy możemy usłyszeć smak?*, tekst dostępny online: polityka.pl.

Ćwiczenie 4



Na wykresie przedstawiono wyniki badań sprawdzających wpływ spożycia kawy (zwykłej i bezkofeinowej) na postrzeganie smaków.



Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 5



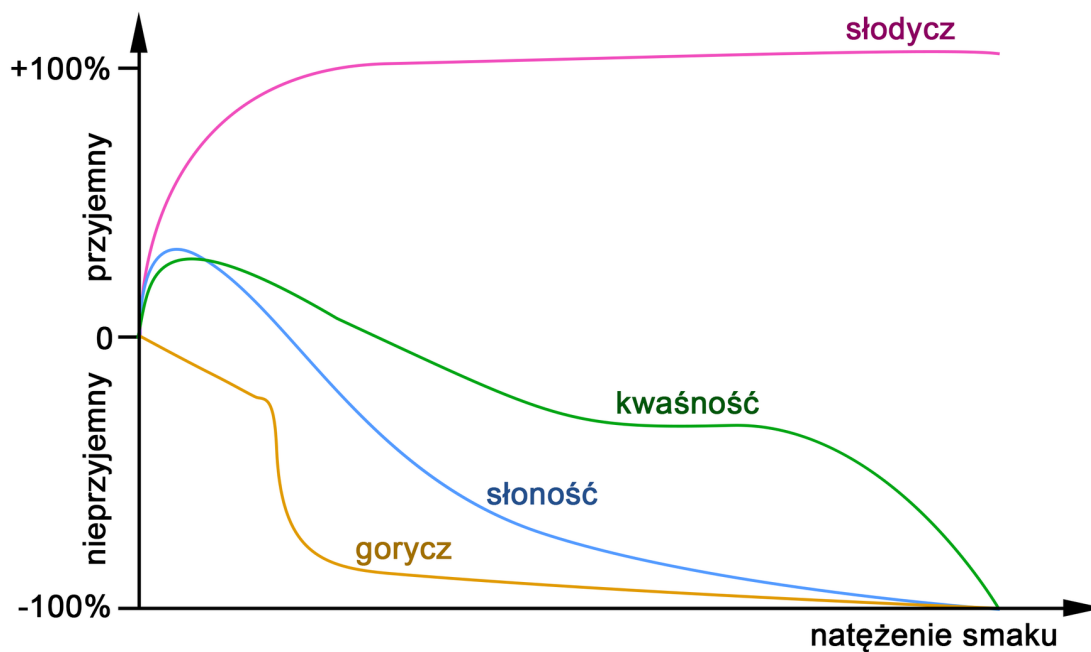
Stopień odczuwania smaku słodkiego, słonego i gorzkiego w dużej mierze zależy od temperatury spożywanego pokarmu.

Smak słodki jest najlepiej odczuwalny przy temperaturze pokarmu 35-37 °C, smak słony maksymalny punkt osiąga przy 20 °C, a gorzki w temperaturze 10-15 °C

Ćwiczenie 6



Na wykresie przedstawiono odczuwanie przyjemności smaku w zależności od natężenia bodźca.



Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Wrażliwość zmysłu smaku człowieka

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

7. Regulacja nerwowa. Uczeń:

8) przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

6) Regulacja nerwowa. Uczeń:

1) przedstawia budowę i rolę zmysłu smaku i węchu,

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Przedstawisz budowę i główne funkcje języka.
- Opiszysz strukturę, która u człowieka odpowiada za odbieranie smaku.
- Określisz substancje wzorcowe używane do określenia progu pobudliwości dla danego smaku.
- Wskażesz nerwy czaszkowe, przewodzące informację o odbieranym smaku.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- analiza grafiki interaktywnej;
- śniegowa kula;
- ćwiczenia interaktywne.

Formy pracy:

- praca indywidualna;

- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel rozpoczyna pogadankę, zadając pytanie:
 - Jak jest zbudowany język i jakie są jego główne funkcje?

Faza realizacyjna:

1. **Kula śniegowa.** Nauczyciel informuje uczniów, że będą pracować metodą kuli śniegowej, poszukując w udostępnionym e-materiale odpowiedzi na następujące pytania:
 - Jaka struktura odpowiada za odbieranie smaku u człowieka?
 - Jakie substancje wzorcowe używane są do określenia progu pobudliwości dla danego smaku?
 - Jakie nerwy czaszkowe przewodzą informację na temat odbieranego smaku?Nauczyciel objaśnia wspomnianą wyżej metodę i wynikające z niej kolejne etapy

pracy:

- 1) najpierw uczniowie będą indywidualnie opracowywać odpowiedzi na zadane pytania;
- 2) potem połączą się w pary i porównają swoje propozycje, a na osobnej kartce zapiszą wspólne odpowiedzi;
- 3) kolejnym krokiem będzie połączenie się par w czwórki, które – jak poprzednio – skonfrontują swoje odpowiedzi;
- 4) uczniowie utworzą 8-osobowe zespoły i znów porównają swoje propozycje;
- 5) przedstawiciele poszczególnych zespołów 8-osobowych zaprezentują na forum klasy uzgodnione w grupie odpowiedzi.

2. **Praca z multimedium („Grafika interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla schematy ilustrujące rozkłady odpowiedzi dla rozpoznawania smaku w opisanym badaniu i wspólnie z uczniami dokonuje ich analizy. Prosi podopiecznych, by wskazali smak, z którym mylony był smak kwaśny (polecenie nr 1).

3. Uczniowie, pracując w parach, wykonują polecenie nr 2: „Podaj hipotezę badania, zapisz obserwacje oraz wnioski”. Nauczyciel w razie potrzeby naprowadza ich na prawidłowe rozwiązanie.

4. **Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel wyświetla treść ćwiczenia nr 7 („Wyjaśnij, dlaczego produkty nierozpuszczalne w wodzie, np. plastik, nie wywołują wrażeń smakowych”) z sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie rozwiązują je wspólnie na forum klasy.

5. Uczniowie rozwiązują w grupach 4-osobowych ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie – na podstawie przedstawionych informacji – wyjaśnić, dlaczego połączenie sosu pomidorowego i parmezanu albo burgera z wołowiny z serem i pomidorem uważane jest za smaczne), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Po jego wykonaniu następuje omówienie rezultatów na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel prosi uczniów o rozwinięcie zdań: „Dziś nauczyłem/nauczyłam się...”, „Zrozumiałem/zrozumiałam, że...”, „Zaskoczyło mnie...”, „Dowiedziałem/dowiedziałam się...”.
2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji.

Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 6 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Multimedia zamieszczone w sekcji „Grafika interaktywna” można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.