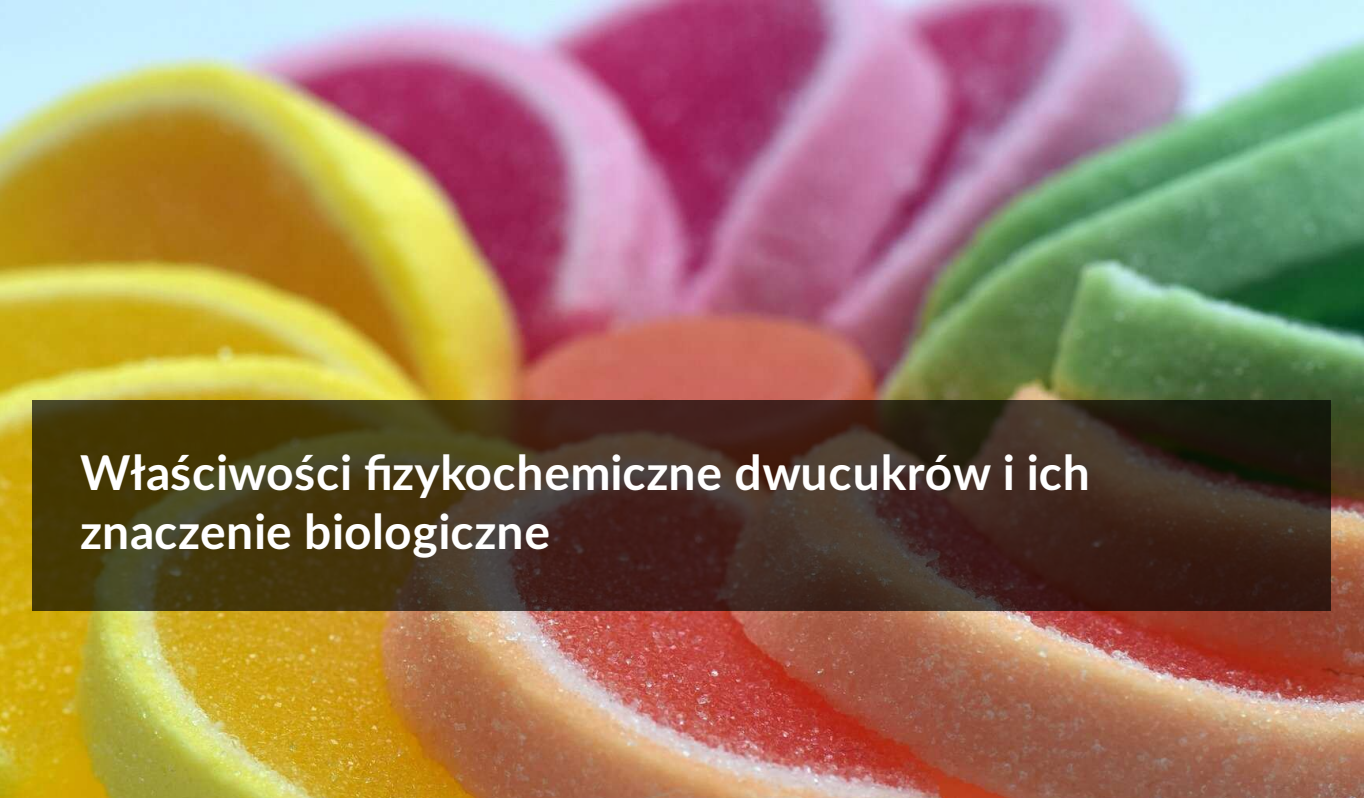




Właściwości fizykochemiczne dwucukrów i ich znaczenie biologiczne

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Właściwości fizykochemiczne dwucukrów i ich znaczenie biologiczne

Disacharydy powstają w wyniku reakcji kondensacji z udziałem dwóch monosacharydów – w jej wyniku między dwoma cukrami prostymi wytwarza się mostek tlenowy. Do najważniejszych disacharydów należą sacharoza, maltoza i laktoza.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

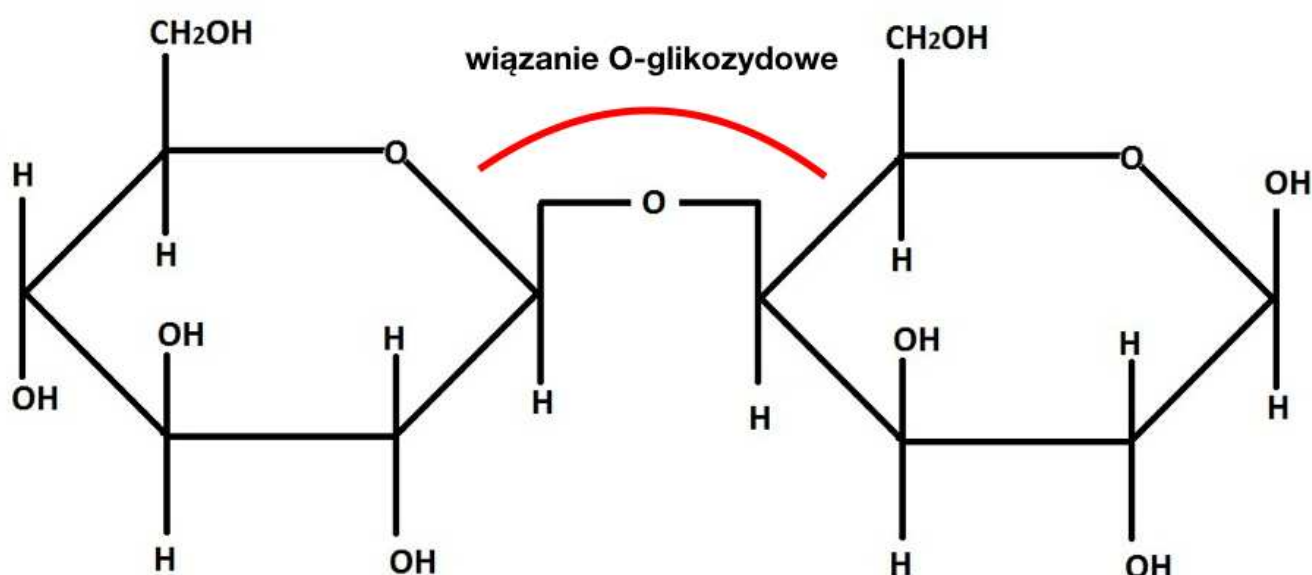
Co ma formę krystaliczną, słodki smak i rozpuszcza się w wodzie? Cukier! Czyli... disacharyd (dwucukier) sacharoza, zwany także cukrem stołowym. Czym jest cukier? To związek organiczny z grupy węglowodanów. Jak powstają dwucukry? Trzeba połączyć dwa cukry proste (monosacharydy) wiązaniem glikozydowym (cukrowym). Tylko które cukry proste – każdy z każdym? Teoretycznie tak, ale nie wszystkie tak powstałe dwucukry mają znaczenie biologiczne. Zwykły cukier, a kryje tyle tajemnic!

Twoje cele

- Przedstawisz budowę dwucukrów.
- Rozróżnisz dwucukry po ich właściwościach fizykochemicznych.
- Określisz znaczenie biologiczne dwucukrów.

Przeczytaj

Dwucukry powstają w reakcji [kondensacji](#) dwóch cukrów prostych z wydzieleniem cząsteczki wody. W reakcji biorą udział dwie grupy funkcyjne: aldehydowa lub ketonowa przy [węglu anomerycznym](#) jednego cukru prostego oraz grupa hydroksylowa drugiego. Powstaje wiązanie O-glikozydowe, w którym oba cukry są połączone przez atom tlenu. Podczas reakcji [hydrolizy](#) następuje rozpad dwucukru na części składowe.



Disacharyd powstały w wyniku kondensacji dwóch monosacharydów z zaznaczonym wiązaniem O-glikozydowym.

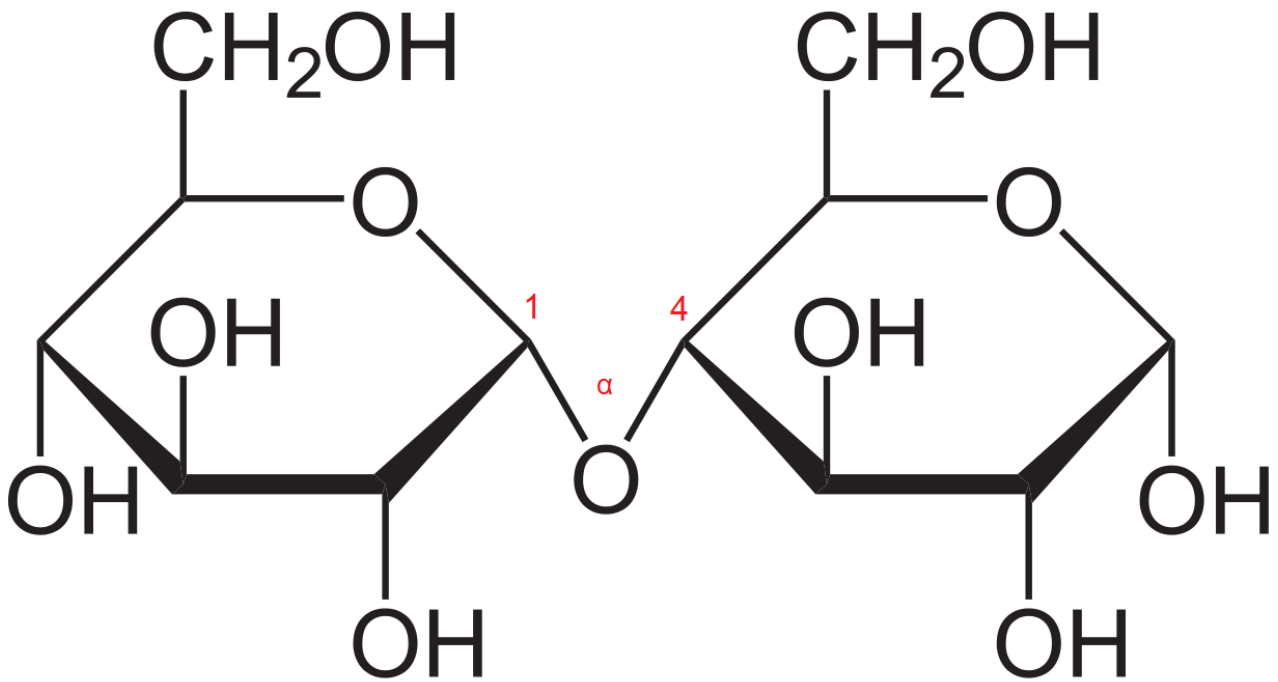
Źródło: Edk006, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Cząsteczki cukrów prostych mogą mieć konfigurację **D** lub **L**, w zależności od położenia grupy hydroksylowej (-OH) przy asymetrycznym atomie węgla najbardziej oddalonym od grupy aldehydowej lub ketonowej. Cukry o konfiguracji D będą miały grupę -OH po prawej stronie, zaś L po lewej. Różnica w konfiguracji cukrów wpływa na kierunek skręcania płaszczyzny światła spolaryzowanego – cukry D skręcają jego płaszczyznę w prawo, zaś cukry L w lewo. Podobnie roztwory cukrów skręcają płaszczyznę polaryzacji światła w prawo (+) lub w lewo (-).

Dwucukry różnią się między sobą rodzajem wiązania glikozydowego, co wynika z różnego położenia grupy hydroksylowej przy atomie węgla grupy karbonylowej – α (w którym grupa $-OH$ przy anomerycznym atomie węgla znajduje się pod płaszczyzną pierścienia) lub β (w którym grupa $-OH$ przy anomerycznym atomie węgla znajduje się nad płaszczyzną pierścienia), a także kolejnością połączonych atomów węgla, np. 1 z 4, 1 z 1. Różnice w budowie wpływają na różny kierunek skręcalności optycznej, a także na właściwości chemiczne (np. redukujące lub nieredukujące) oraz różne znaczenie biologiczne.

Przykłady disacharydów

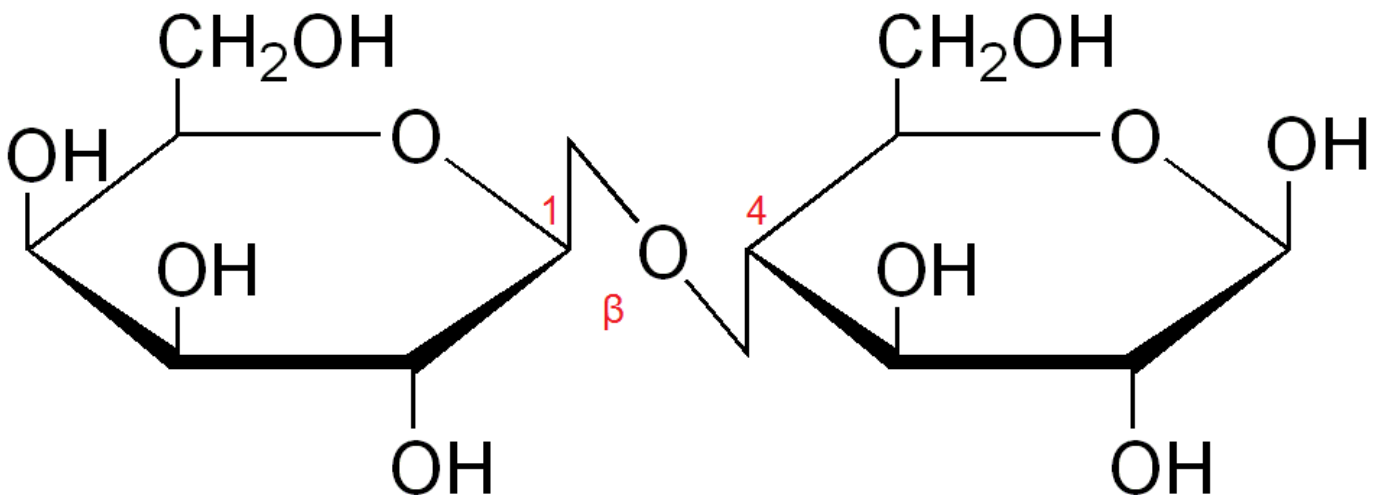
Maltoza, czyli cukier słodowy, składa się z dwóch cząsteczek α -D-głukozy połączonych wiązaniem pomiędzy węglem anomerycznym C-1 pierwszej cząsteczki a węglem C-4 drugiej cząsteczki glikozy, czyli wiązaniem α -1,4-glikozydowym. Maltoza ma właściwości redukujące, gdyż grupa $-OH$ przy jednym węglu anomerycznym została wykorzystana do utworzenia wiązania glikozydowego, a drugi węgiel anomeryczny pozostaje reaktywny i w roztworach wodnych może brać udział w powstawaniu grupy aldehydowej. Maltoza znajduje się w pyłku, nektarze kwiatowym i bielmie ziaren zbóż: pszenicy, żyta, owsa i kukurydzy. U zwierząt cukier ten jest produktem trawienia skrobi, rozkładanym do glikozy dopiero w jelicie cienkim przez enzym maltazę.



Maltoza – dwie cząsteczki α -D-glukozy połączone wiązaniem α -1,4-glikozydowym.

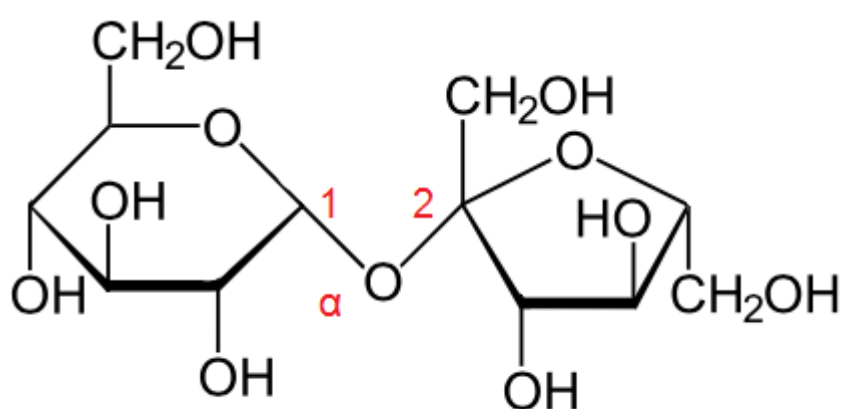
Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Laktoza składa się z β -D-galaktozy i β -D-glukozy połączonych wiązaniem β -1,4-glikozydowym. Ma właściwości redukujące. Znajduje się w mleku ssaków i jego produktach, np. serwatce. Może [krystalizować](#) w niskiej temperaturze. Laktozę wykorzystuje się w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym oraz do produkcji biodegradowalnych poliestrów. U ludzi laktoza jest trawiona w jelicie cienkim przez enzym laktazę.



Cząsteczka laktozy.

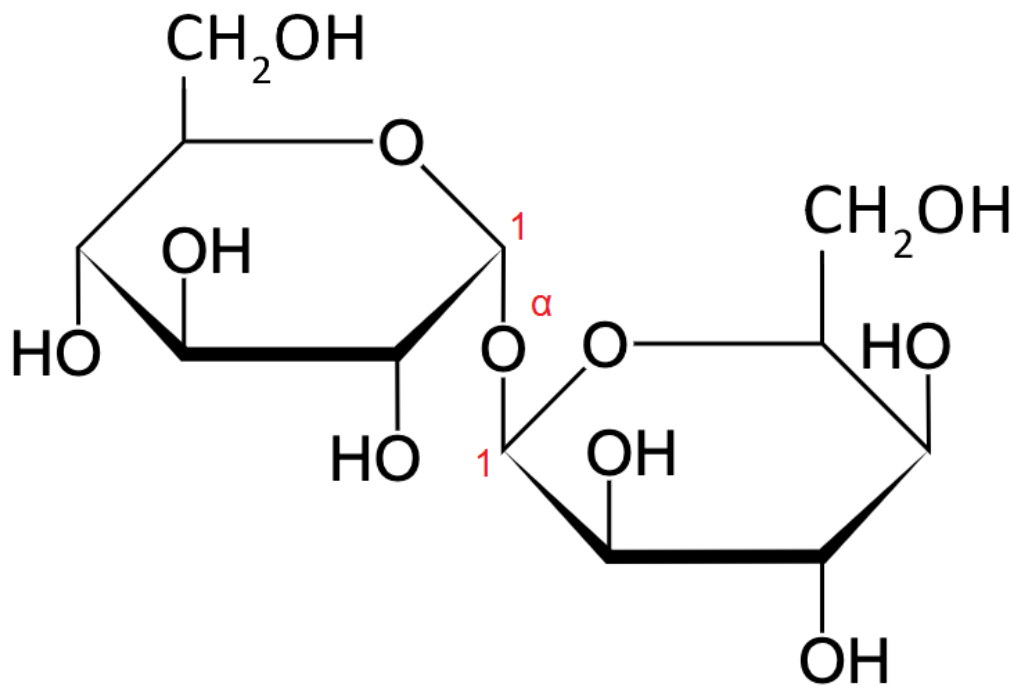
Sacharoza składa się z α -D-glukozy i β -D-fruktozy połączonych wiązaniem α -1,2-glikozydowym. Ponieważ wiązanie to zostało utworzone przez dwa węgle anomeryczne, sacharoza nie ma wolnego końca redukującego. W dużych ilościach znajduje się w burakach cukrowych i trzcinie cukrowej. Pod wpływem enzymu sacharazy (inwertazy) jest rozkładana do cukrów składowych w równej ilości (1:1). Taka mieszanina nazywa się **cukrem inwertowanym**. Naturalnie występuje on w dużych ilościach w miodzie, natomiast miód sztuczny zawiera tylko 47% cukru inwertowanego.



Cząsteczka sacharozy.

Źródło: Don A. Carlson, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

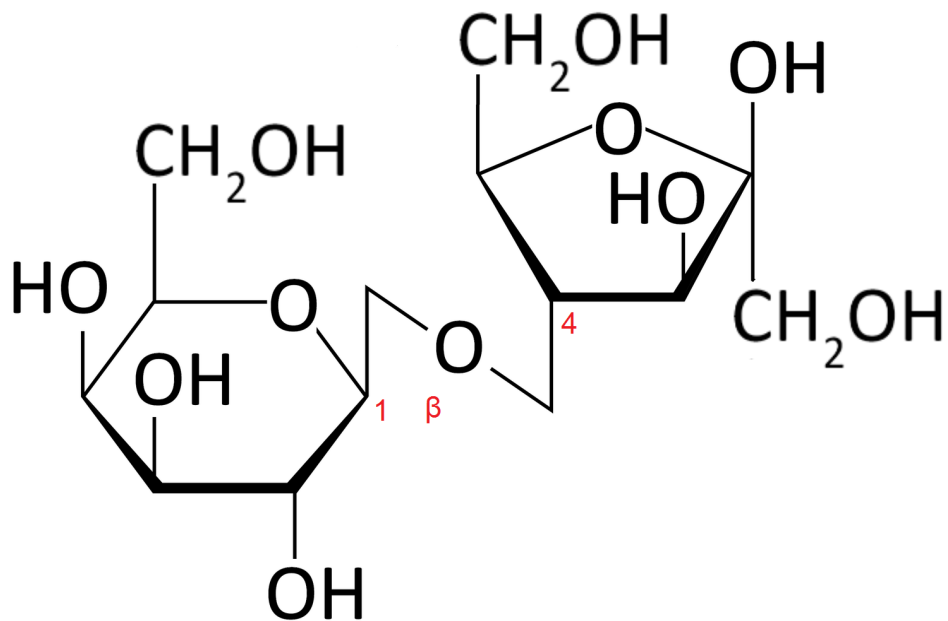
Trehaloza składa się z dwóch cząsteczek α -D-glukozy połączonych wiązaniem α -1,1-glikozydowym i w związku z tym jest cukrem nieredukującym. Znajduje się w drożdżach, niektórych pleśniach, a także w innych młodych grzybach. Obecna jest również jako cukier zapasowy w [hemolimfie](#) owadów. W roślinach występuje w śladowych ilościach, ale jest niezbędna w mechanizmach tolerancji na stres cieplny i suszę. Ulega trawieniu w jelicie cienkim za pomocą enzymu trehalazy. Stosuje się ją m.in. do produkcji sztucznych łez oraz płynu do przechowywania narządów do przeszczepów.



Cząsteczka trehalozy.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

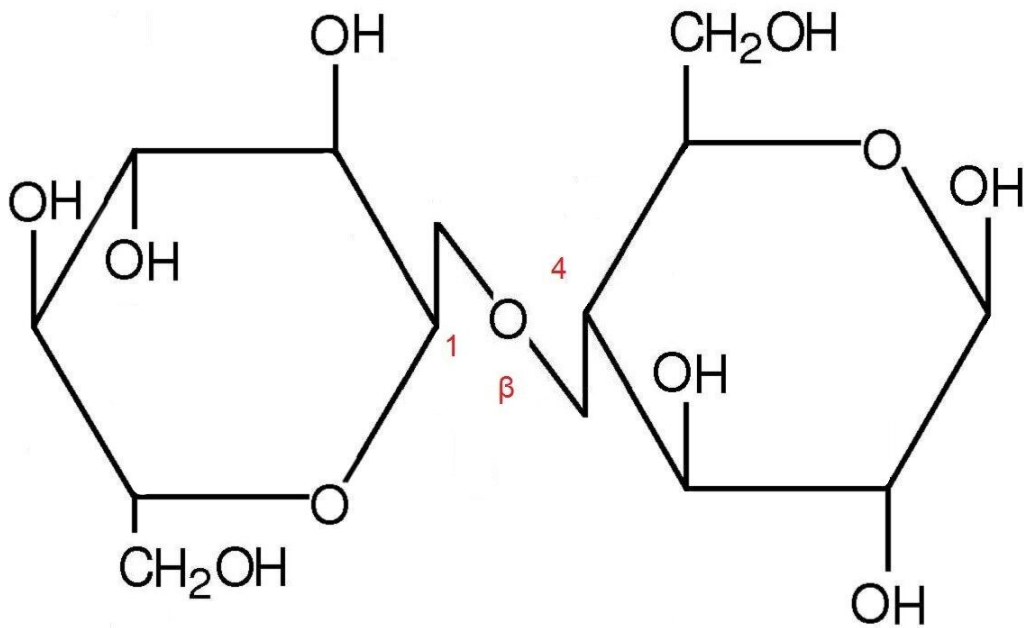
Laktuloza to dwucukier złożony z β -D-galaktozy i β -D-fruktozy połączonych wiązaniem β -1,4-glikozydowym. Powstaje z przekształcenia laktozy w wysokiej temperaturze, np. podczas produkcji mleka UHT. Nie ulega trawieniu w jelitach, jest słabo wchłaniana i wydalana z moczem. Wytwarza się ją syntetycznie. Laktuloza ma właściwości łagodnie przeczyszczające i stosuje się ją w zaparciach oraz chorobach wątroby. Po rozłożeniu przez bakterie z rodzaju *Bifidobacterium* zakwasza treść jelita grubego, co prowadzi do zmniejszenia stężenia amoniaku we krwi.



Cząsteczka laktulozy.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Celbioza to dwucukier redukujący, złożony z dwóch cząsteczek β -D-glukozy połączonych wiązaniem β -1,4-glikozydowym. Jest jednostką strukturalną celulozy i powstaje w wyniku jej rozkładu przez enzym celulazę, który może także rozłożyć celbiozę do glukozy. Ponieważ ludzie nie mają tego enzymu, celbioza nie jest przez nich trawiona. Stosuje się ją jako składnik membran celulozowych do [dializy](#). Do organizmów, u których występuje kompleks celulaz, należą: bakterie (np. *Clostridium thermocellum*), grzyby (np. z rodzaju *Trichoderma*) oraz zwierzęta bezkręgowce (np. pierścienice, mięczaki).



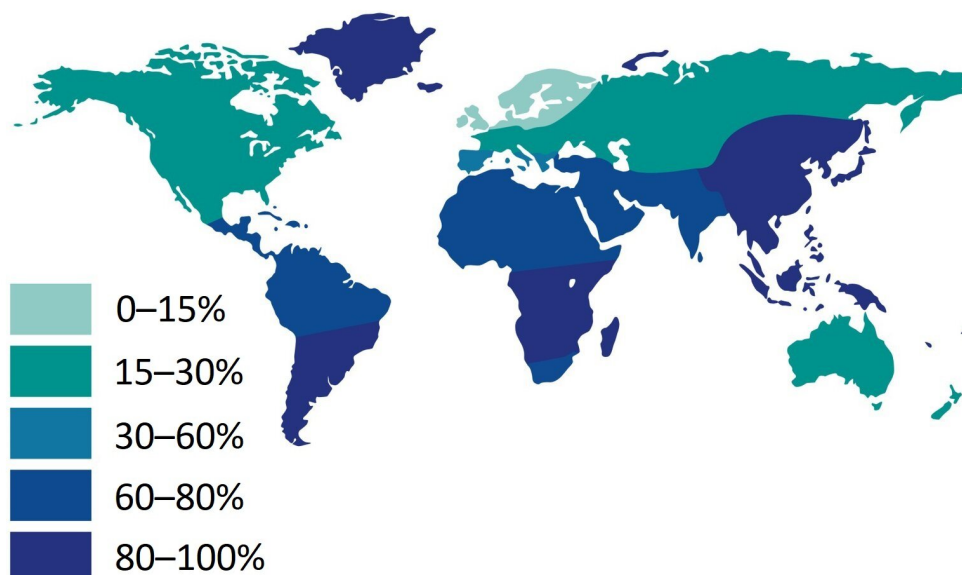
Cząsteczka celobiozy.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Ciekawostka

Zapewne wiesz o nietolerancji laktozy, której przyczyną jest brak enzymu laktazy, odpowiedzialnego za jej trawienie. Bardzo często występuje u Azjatów i Afrykanów, w niektórych grupach etnicznych obejmuje do 100% populacji i coraz częściej jest diagnozowana w Polsce.

Częstość występowania nietolerancji laktozy na świecie



Schemat przedstawiający częstość występowania nietolerancji laktozy na świecie.

Źródło: Nmiportal, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

anomeryczny węgiel

węgiel grupy karbonylowej, która utworzyła wiązanie wewnętrzne w cząsteczce cukru podczas formowania pierścienia

dializa

oczyszczanie krwi chorego ze szkodliwych produktów przemiany materii, np. mocznika oraz wody, których nieprawidłowo działające nerki nie mogą usunąć

hemolimfa

płyn wypełniający ciało bezkręgowców z otwartym układem krwionośnym (stawonogi, większość mięczaków); pełni funkcje transportowe, hydrostatyczne, wspomaga ruch

hydroliza

reakcja rozkładu substancji z udziałem wody

kondensacja

reakcja tworzenia większych cząsteczek z mniejszych, w której produktem ubocznym jest woda

krystalizacja

powstawanie kryształów (usieciowionej fazy stałej) w roztworach lub substancjach stopionych (amorficznych) pod wpływem czynników fizycznych (np. temperatury) lub chemicznych

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z treścią zadania. Swoją odpowiedź zapisz w formularzu. Następnie zapoznaj się z filmem i sprawdź, czy twoje wyjaśnienie jest prawidłowe.

Po wzięciu do ust niewielkiej szczypty mąki ziemniaczanej, zawierającej głównie skrobię, początkowo nie odczuwamy żadnego smaku. Po krótkim czasie i wymieszaniu skrobi ze śliną zaczynamy odczuwać smak słodki.

Trwa wczytywanie danych..



**Właściwości fizykochemiczne
dwucukrów i ich znaczenie biologiczne**



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1XCraQ2Ohf1b>

Film nawiązujący do treści materiału - dotyczy właściwości fizycznych i chemicznych disacharydów i ich znaczenia biologicznego.

Polecenie 2

Polecenie 3

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3

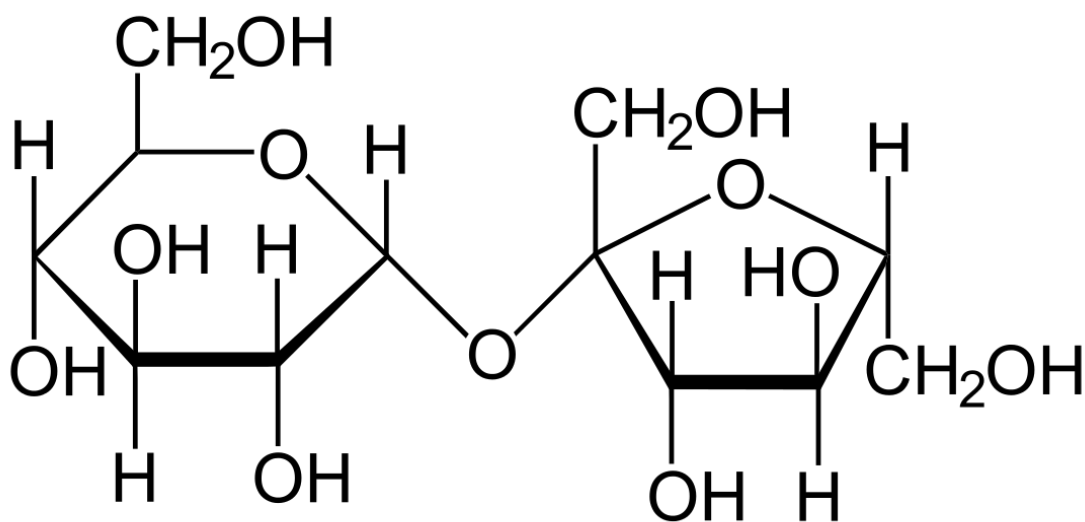


Maltoza powstaje z dwóch cząsteczek glukozy. Glukoza ma wzór sumaryczny $C_6H_{12}O_6$.

Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Źródło: Don A. Carlson, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 6



Wrodzona nietolerancja fruktozy (fruktozemia) to choroba uwarunkowana genetycznie. Dopóki niemowlęta są karmione wyłącznie piersią, nie mają objawów tej choroby – występują one dopiero po podaniu dziecku pokarmu słodzonego sacharozą.

Ćwiczenie 7



Za wzorzec słodkiego smaku przyjmuje się 10% roztwór sacharozy. Względna słodkość takiego roztworu wynosi 1 i jest to jednostka słodkości.

HFCS – syrop glukozowo-fruktozowy (42% fruktozy).

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

Ćwiczenie 8



Cukier stołowy w produktach spożywczych często zastępuje się tak samo słodkim, a wygodniejszym w przetwórstwie syropem glukozowo-fruktozowym (HFCS), otrzymywanym z kukurydzy.

” Cukier (sacharoza) uważany był za wartościowy odżywczo produkt spożywczy, niezalecany tylko osobom chorym na cukrzycę. Odgrywał także istotną rolę przy tworzeniu pożądanej konsystencji produktów. W latach 60. i 70. XX w. stwierdzono jednak, że spożywanie nadmiernych jego ilości predysponuje do rozwoju m.in. otyłości, cukrzycy i próchnicy. (...) Glukoza i fruktoza mają identyczny sumaryczny wzór chemiczny ($C_6H_{12}O_6$), różnią się jednak sposobem wchłaniania i metabolizmem. Wchłanianie monosacharydów zachodzi dość szybko, już w dwunastnicy i w górnym odcinku jelita czczego. Wzrost stężenia glukozy we krwi pobudza wysepki β Langerhansa trzustki do wydzielenia insuliny wpływającej na regulację głodu i sytości oraz aktywującej dokomórkowe transportery dla glukozy i enzymy biorące udział w jej przemianach. Natomiast fruktoza nie wpływa na wydzielanie insuliny. Źródło: Joanna Sadowska, Magda Rygielska, *Technologiczne i zdrowotne aspekty stosowania syropu wysokofruktozowego do produkcji żywności*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2014, 3 (94), 14–26.

Dla nauczyciela

Autor: Jolanta Loritz-Dobrowolska

Przedmiot: biologia

Temat: Właściwości fizykochemiczne dwucukrów i ich znaczenie biologiczne

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

1) przedstawia budowę węglowodanów (uwzględniając wiązania glikozydowe); rozróżnia monosacharydy (glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, deoksyryboza), disacharydy (sacharoza, laktoza, maltoza), polisacharydy (skrobia, glikogen, celuloza, chityna); określa znaczenie biologiczne węglowodanów, uwzględniając ich właściwości fizyczne i chemiczne; planuje oraz przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność monosacharydów i polisacharydów w materiale biologicznym;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Chemizm życia.

2. Składniki organiczne. Uczeń:

1) przedstawia budowę węglowodanów (uwzględniając wiązania glikozydowe α , β); rozróżnia monosacharydy (glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, deoksyryboza), disacharydy (sacharoza, laktoza, maltoza), polisacharydy (skrobia, glikogen, celuloza, chityna) i określa znaczenie biologiczne węglowodanów, uwzględniając ich właściwości fizyczne i chemiczne; planuje oraz przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność monosacharydów i polisacharydów w materiale biologicznym;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne:

Uczeń:

- porządkuje informacje o dwucukrach;
- bada szybkość rozkładu różnych cukrów przez drożdże;
- szacuje wpływ cukrów na zdrowie człowieka.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm;
- IBSE.

Metody i techniki nauczania:

- nauczanie wyprzedzające;
- ćwiczenia laboratoryjne;
- mapa myśli;
- praca z filmem samouczkiem.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami i dostępem do internetu;
- słuchawki;
- film samouczek zawarty w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica;
- pisak/kreda;
- cukier trzcinowy, glukoza lub fruktoza;
- maltoza (ew. inne środki słodzące);
- paczka drożdży (świeże lub suszone);
- pojemniki szklane (słoiczki, szklanki);
- łyżeczki;
- rękawiczki lateksowe;
- woda;
- materiały ilustracyjne przyniesione przez uczniów;
- duże arkusze papieru;
- klej;
- nożyczki.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią e-materiału w sekcji „Przeczytaj”. Wyszukują również i przynoszą na lekcję artykuły z czasopism ilustrowanych na temat dwucukrów w żywności i medycynie.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Nauczyciel przygotowuje sprzęt i materiały do doświadczenia.
2. Nauczyciel pyta: „Czy rzeczywiście »cukier krzepi«?” (nawiązanie do sloganu reklamowego wymyślonego przez Melchiora Wańkowicza).
3. Uczniowie swobodnie się wypowiadają – pogadanka.
4. Nauczyciel zaciekawia uczniów: „Dziś sprawdzimy, który cukier jest najlepszy... dla drożdży!”

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie w podziale na grupy przygotowują doświadczenie zgodnie z instrukcją (zob. materiały pomocnicze – zał. 1). Można przydzielić każdej grupie dwa, trzy rodzaje cukrów – usprawni to pracę.
2. Czekaając na wyniki doświadczenia, uczniowie w grupach wykonują mapy myśli dotyczące podziału cukrów (zob. materiały pomocnicze – zał. 2): na arkuszach papieru przyklejają wycięte z przyniesionych przez siebie czasopism ilustracje produktów (spożywczych lub medycznych) zawierających określone cukry. Korzystają przy tym z różnych źródeł informacji.
3. Po upływie ok. 15 min grupy prezentują wykonane mapy myśli, np. wywieszają je i krótko omawiają.
4. Uczniowie sprawdzają wyniki doświadczenia, notują obserwacje i wnioski na kartach pracy (zob. materiały pomocnicze – zał. 3).

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel zbiera karty pracy i omawia je na forum klasy.
2. Nauczyciel wyświetla film samouczek; zwraca uwagę uczniów na to, że kondensacja i hydroliza to procesy przeciwstawne.
3. Po obejrzeniu filmu uczniowie wykonują ćwiczenia interaktywne od 6 do 8.
4. Uczniowie wypowiadają się na temat pracy swojej oraz koleżanek i kolegów (elementy oceny koleżeńskiej): co ich zaskoczyło, co było trudne, a co łatwe.

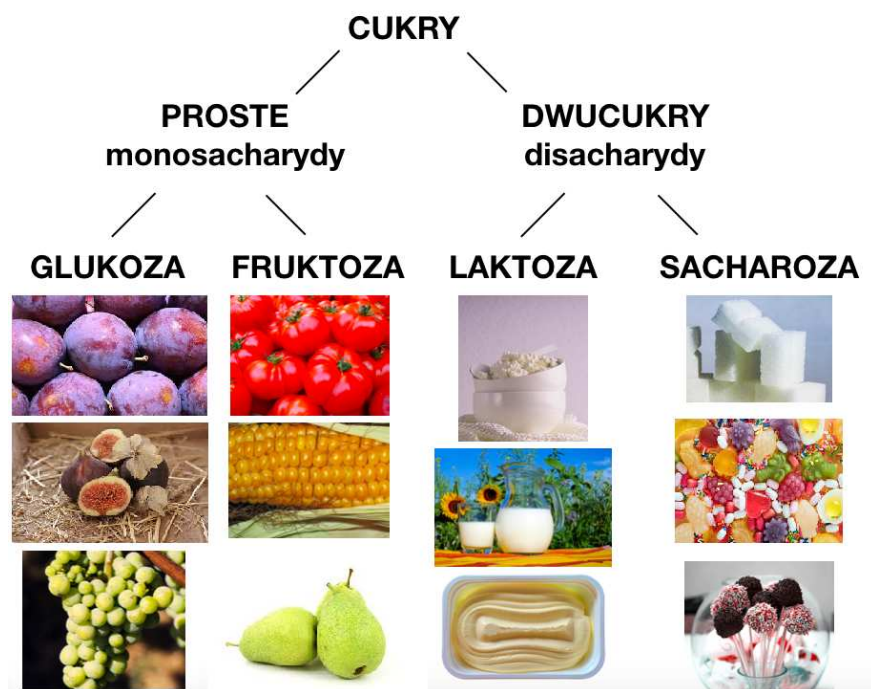
Praca domowa:

Wyszukaj w domu produkty spożywcze zawierające syrop glukozowo-fruktozowy i/lub cukier inwertowany. Utwórz ich listę, którą przedstawiś w klasie. Chętni uczniowie mogą wykonać listę słodzików (produktów zastępujących cukier), w tym alkoholi cukrowych (cukroli).

Materiały pomocnicze:

Załącznik 1. Instrukcja wykonania badania (pdf).

Plik o rozmiarze 137.02 KB w języku polskim



Załącznik 2. Przykładowa mapa pojęć związanych z cukrami (png).

Załącznik 3. Karta pracy (pdf).

Plik o rozmiarze 89.92 KB w języku polskim

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu samouczka:

Uczniowie mogą obejrzeć film samouczek przed lekcją w celu przygotowania się do zajęć. Film można też wykorzystać na lekcjach biologii lub chemii poświęconych wielocukrom.