



Wykrywanie cukrów prostych

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Wirtualne laboratorium (WL-I)
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

A photograph of a laboratory setting. A glass pipette is shown in the upper left, with a drop of liquid about to fall. Below it, several glass test tubes are arranged in a row, some containing a yellowish liquid. The background is a solid blue color.

Wykrywanie cukrów prostych

Reakcje charakterystyczne są to reakcje chemiczne, w których w obecności danego związku zachodzi zmiana zabarwienia roztworu lub np. wytrącenie się osadu.

Źródło: PublicDomainPictures, Pixabay, domena publiczna.

Glukoza to najważniejszy związek energetyczny dla większości organizmów, w tym człowieka. Jego stężenie we krwi jest ściśle regulowane hormonalnie: insulina je zmniejsza, a glukagon zwiększa. U chorych na cukrzycę stężenie glukozy we krwi jest znacznie zwiększone. W uwarunkowanej genetycznie cukrzycy typu 1 trzustka produkuje zbyt mało insuliny lub nie produkuje jej wcale. W cukrzycy typu 2 wydzielanie insuliny jest upośledzone lub występuje odporność na insulinę, czyli insulinooporność, wywołana otyłością. W terapii cukrzycy stosuje się nie tylko leki, lecz także odpowiednią dietę. Z tego względu duże znaczenie ma określanie zawartości cukrów w pożywieniu – do ich wykrywania służą reakcje charakterystyczne.

Twoje cele

- Wykażesz, na czym polegają właściwości redukujące cukrów prostych.
- Opiszysz sposoby, którymi można wykryć obecność cukrów w pożywieniu.
- Wyjaśnisz przebieg reakcji charakterystycznych cukrów prostych.

Przeczytaj

Właściwości redukujące cukrów prostych

Praktycznie wszystkie cukry proste mogą w roztworach wodnych wywoływać proces redukcji innych związków chemicznych. W przypadku [aldoz](#) jest to możliwe dzięki utlenieniu grupy aldehydowej. Niektóre cukry proste należące do [ketozy](#), np. fruktoza, nie mają wprawdzie w swojej strukturze grupy aldehydowej, ale inną [grupę karbonylową](#) - grupę ketonową. W roztworze wodnym mogą one jednak ulegać przemianie, dzięki której grupa ketonowa zostaje przekształcona w grupę aldehydową (z fruktozy powstaje wtedy glukoza lub mannoza). Zwyczajowo mówimy zatem, że wszystkie cukry proste wykazują **właściwości redukujące**.

Oznacza to, że grupa aldehydowa glukozy redukuje inny związek, któremu oddaje elektron, sama zaś ulega utlenieniu. Jest to tzw. [reakcja redoks](#) (redukcja + utlenienie), czyli reakcja, w której redukcji jednego związku zawsze towarzyszy utlenienie innego związku. Cukier redukujący ma otwarty [pierścień](#), czyli atomy węgla nie są połączone mostkiem tlenowym.

Cukry proste o właściwościach redukujących – podział.

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

Redukujące właściwości aldoz (np. glukozy, galaktozy, rybozy) oraz ketozy (np. fruktozy, rybulozy) wykorzystuje się do wykrywania tych cukrów w reakcjach charakterystycznych:

- ze świeżo strąconym wodorotlenkiem miedzi(II) – z odczynnikami Fehlinga, Trommera;
- z siarczanem(VI) miedzi(II) (solą) – z odczynnikiem Benedicta;
- z amoniakalnym roztworem tlenku srebra(I) – z odczynnikiem Tollensa.

Reakcje charakterystyczne wskazują na obecność w badanej próbce konkretnych substancji. Można je wykorzystywać np. do wykrywania cukrów prostych oraz dwucukrów, takich jak laktoza, maltoza i celobioza (z wyjątkiem sacharozy, która nie zawiera wolnej grupy aldehydowej ani ketonowej), poprzez zmianę zabarwienia roztworu.

Próba Fehlinga



Z płynu Fehlinga, mającego szafirowe zabarwienie (z lewej), w obecności cukru o właściwościach redukujących po podgrzaniu wytrąca się ceglaspomarańczowy osad (z prawej). Glukoza redukuje kationy miedzi do nierozpuszczalnego tlenku miedzi(I).

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

Próba ta służy do wykrywania związków o właściwościach redukujących, mających grupę aldehydową, m.in. cukrów – aldoz. Fruktioza, mimo że jest ketozą, w roztworze zasadowym łatwo przechodzi w glukozę lub mannozę, dlatego jej obecność również może być wykryta za pomocą tej reakcji. Z **odczynnikami Fehlinga** reagują niektóre dwucukry, np. maltoza i laktoza.



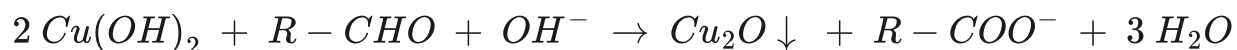
Do wykonania reakcji potrzebne są dwa odczynniki, łączone dopiero podczas wykonywania próby. Odczynnik **Fehling I** to roztwór kwasu siarkowego i siarczanu(VI) miedzi(II). **Fehling II** zawiera roztwór wodorotlenku sodu i [winianu sodowo-potasowego](#). Kiedy oba płyny zmiesza się w równej objętości, powstaje klarowny roztwór o szafirowej barwie. W następnym kroku do płynu dodaje się badaną substancję i całość ogrzewa – krótko nad palnikiem lub kilka minut w łaźni wodnej. Jeśli pojawi się ceglastopomarańczowy osad, świadczy to o obecności cukrów redukujących. W próbie Fehlinga jony miedzi(II) są redukowane przez glukozę do nierozpuszczalnych tlenków miedzi(I), a glukoza utlenia się do kwasu glukonowego ([glukonianu](#)).

Film przedstawiający wykrywanie cukrów redukujących przy użyciu odczynnika Fehlinga

Obejrzyj przeprowadzanie próby Fehlinga. Aby przejść do kolejnego kroku, kliknij napis pod filmem.
Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Próba Trommera

Próba Trommera także polega na wykrywaniu związków z grupą aldehydową, dzięki ich właściwościom redukującym. Pod wpływem **wodorotlenku miedzi(II)** zachodzi reakcja redoks, prowadząca do utlenienia aldehydów do kwasów karboksylowych i zredukowania miedzi z II stopnia utlenienia do I. Wykonanie próby polega na ogrzewaniu wodorotlenku miedzi(II) z próbką. W przypadku obecności aldehydów niebieski osad ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) zmienia zabarwienie na ceglastoczerwone (Cu_2O).



Próba Tollensa



Lewa probówka przedstawia pozytywny wynik próby aldehydowej Tollensa, czyli charakterystyczną srebrną, lustrzaną powierzchnię. Wskazuje to na obecność cukrów redukujących w badanej próbce. Prawa probówka obrazuje wynik negatywny, czyli brak srebrnego lustra.

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

W próbie Tollensa czynnikiem powodującym **utlenienie** glukozy jest amoniakalny roztwór tlenku srebra(I). W wyniku szeregu reakcji następuje **wytrącenie metalicznego srebra** (powstanie lustra srebrowego) na ściankach probówki. W ten sposób wytwarza się lustra do użytku domowego, a także srebrzy się wnętrza bombek choinkowych i termosów.

Próba Benedicta



Wyniki testu Benedicta można interpretować z dokładnością do 0,5-procentowego stężenia cukru w badanej próbce w zależności od jej zabarwienia.

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

W specyficznej dla cukrów redukujących i bardzo czulej reakcji Benedicta (pozwalającej wykryć glukozę w stężeniu nawet 0,1%) jako odczynnik stosuje się siarczan(VI) miedzi(II) z węglanem sodu i cytrynianem sodu. Tak jak w próbie Fehlinga tworzy się rozpuszczalny kompleks miedziowy, który ulega rozpadowi z wytworzeniem nierozpuszczalnego tlenku miedzi(I). Jego zabarwienie (od zielonego przez żółtawe do czerwonego) zależy od ilości cząstek cukru w roztworze i na tej podstawie można ocenić procentowe stężenie glukozy w badanej próbce. Barwa zielona jest wynikiem nakładania się pomarańczowej barwy tlenku miedzi(I) na szafirową barwę odczynnika.

Ciekawostka



Badanie stężenia glukozy we krwi za pomocą glukometru.

Źródło: Tesa Robbins (TesaPhotography), Pixabay, domena publiczna.

Ludzie chorzy na cukrzycę typu 2, czyli insulinoniezależną, powinni unikać w diecie pokarmów bogatych w cukry i kontrolować stężenie glukozy w organizmie. W tym celu za pomocą glukometru badają krew pobraną np. z nakłutego wcześniej palca. Dla dzieci i osób starszych wygodniejsze w użyciu są paski testowe na obecność glukozy w moczu.

Słownik

aldozy

cukry proste, w których cząsteczkach występuje grupa aldehydowa

glukonian

kwask glukonowy, powstały w efekcie utlenienia grupy aldehydowej przy pierwszym atomie węgla glukozy; wykorzystywany w kosmetyce i produkcji leków

grupa karbonylowa

grupa funkcyjna występująca w wielu związkach organicznych, m.in. aldehydach, ketonach, kwasach karboksylowych, estrach; jej wyznacznikiem jest obecność

atomu węgla połączonego podwójnym wiązaniem z atomem tlenu

ketozy

cukry proste, w których cząsteczkach występuje grupa ketonowa

pierścienie cukrów

tworzone w wyniku cyklizacji – połączenia atomów węgla w łańcuchu cukru poprzez mostek tlenowy; mogą być 5-członowe (furanozy) lub 6-członowe (piranozy)

reakcja redoks

reakcja, w której dochodzi do jednoczesnego utleniania i redukcji; zmiana stopnia utlenienia atomów lub ich grup

winian sodowo-potasowy (sól Seignette'a)

związek organiczny, sól podwójna sodowa i potasowa kwasu winowego; stosowany w reakcjach wykrywania grupy aldehydowej, jako środek przeczyszczający, dodatek do żywności oraz środek do czyszczenia wyrobów ze srebra i miedzi

Wirtualne laboratorium (WL-I)

Laboratorium 1

Przeprowadź doświadczenie w laboratorium biologicznym w celu wykrycia cukrów prostych. Rozwiąż problem badawczy i zweryfikuj hipotezę. W formularzu zapisz swoje obserwacje i wyniki, a następnie sformułuj wnioski.

Temat: Wykrywanie cukrów prostych

Problem badawczy: Czy w soku z cytryny, cebuli i winogron znajdują się cukry proste (o właściwościach redukujących)?

Hipoteza 1: W soku z cytryny, cebuli i winogron znajdują się cukry proste (redukujące).

Hipoteza 2: W sokach z cytryny, cebuli i winogron nie występują cukry proste (redukujące).

Materiał biologiczny:

- sok z cytryny;
- sok z cebuli;
- sok z białych winogron.

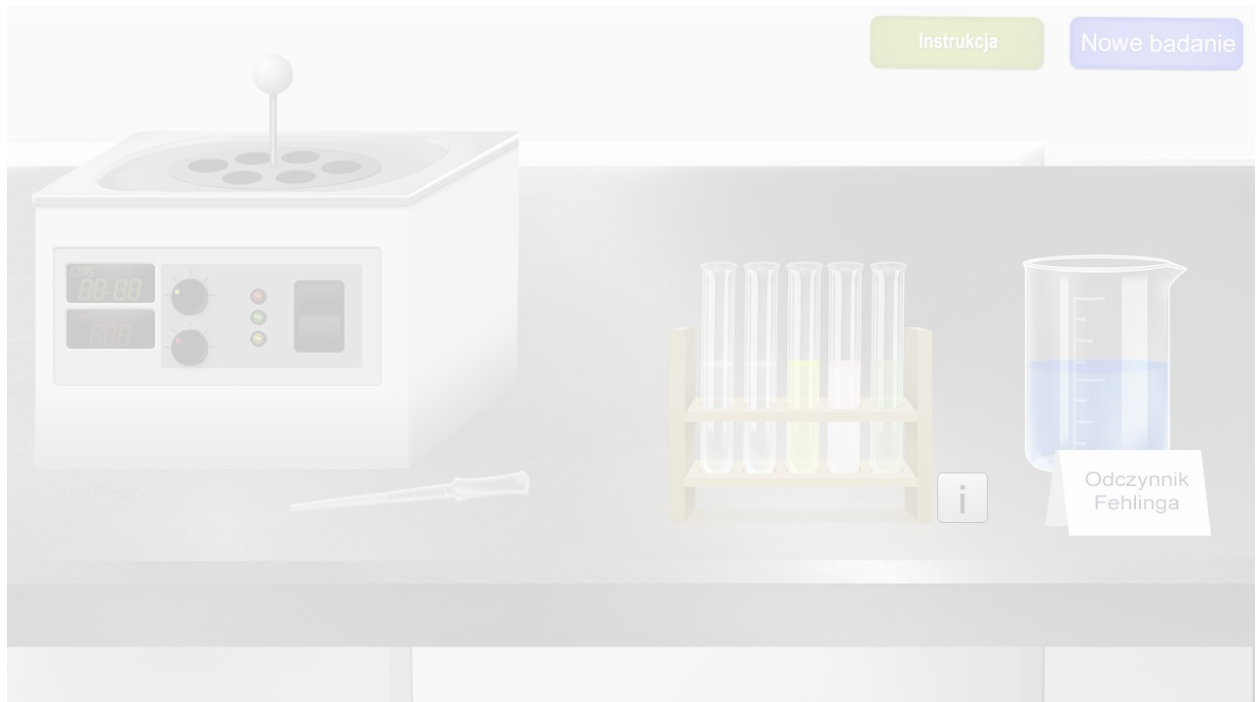
Odczynniki:

- odczynnik Fehlinga;
- 1-procentowy roztwór glukozy;
- roztwór skrobi.

Sprzęt laboratoryjny:

- probówki;
- stojak na probówki;
- pipety;

- łaźnia wodna.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DSWTnH83W>

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

Polecenie 1

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Próba Barfoeda pozwala na odróżnienie cukrów prostych od wielocukrów. Po dodaniu odczynnika i krótkim ogrzaniu (do 5 min) roztwór zmienia zabarwienie z lekko niebieskiego na pomarańczowe i wytrąca się ceglastoczerwony osad Cu_2O , jeśli w badanej próbce są monosacharydy. W przypadku oligo- i polisacharydów niebieskie zabarwienie nie zmienia się w tym czasie (przedłużenie ogrzewania prowadzi do rozkładu wielocukrów na cukry proste i może zaburzyć wyniki).

Do 5 probówek dodano kolejno: 1 – glukozę, 2 – fruktozę, 3 – laktozę, 4 – sacharozę i 5 – skrobię.

Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Banany są bogatym źródłem składników mineralnych, witamin z grupy B, witaminy C oraz kwasu foliowego. Zawierają również dużo białka oraz węglowodanów, których zawartość jest znacznie wyższa niż w innych owocach. W niedojrzałych, zielonych owocach banana cukry występują głównie pod postacią skrobi, która w miarę dojrzewania owoców prawie w całości ulega rozkładowi na cukry proste.

Wadą tych owoców jest to, że wykazują one stosunkowo krótką trwałość i dlatego przywozi się owoce niedojrzałe, które dojrzewają dopiero na miejscu ich przeznaczenia.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Jolanta Loritz-Dobrowolska

Przedmiot: biologia

Temat: Wykrywanie cukrów prostych

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Cele kształcenia - wymagania ogólne

III. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Uczeń:

1) określa problem badawczy, formułuje hipotezy, planuje i przeprowadza oraz dokumentuje obserwacje i proste doświadczenia biologiczne;

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

Cele kształcenia - wymagania ogólne

II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Uczeń:

1) określa problem badawczy, formułuje hipotezy, planuje i przeprowadza oraz dokumentuje obserwacje i proste doświadczenia biologiczne;

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 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):

- Wykażesz, na czym polegają właściwości redukujące cukrów prostych.
- Opisziesz sposoby, którymi można wykryć obecność cukrów w pożywieniu.
- Wyjaśnisz przebieg reakcji charakterystycznych cukrów prostych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- ćwiczenia laboratoryjne;
- odwrócona klasa;
- IBSE (nauczanie przez dociekanie naukowe).

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica;
- pisak/kreda;

- paski testowe do wykrywania glukozy w moczu (z apteki);
- produkty spożywcze przyniesione przez uczniów;
- moździerz z tłuczkiem;
- wyciskarki do czosnku.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią e-materiału. Chętni uczniowie przynoszą produkty spożywcze, np. warzywa korzeniowe (seler, ziemniak), liściaste (sałatę, kapustę), mleko, jogurt, sok owocowy oraz wyciskarki do czosnku.
2. Nauczyciel zaopatruje się w aptecę w testy paskowe do wykrywania glukozy w moczu.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla cele zajęć z sekcji „Wprowadzenie”, a następnie wspólnie z uczniami ustala kryteria sukcesu.
2. Nauczyciel sprawdza zrozumienie tematu lekcji, zadając pytania, np.: „Co oznacza stwierdzenie, że cukier ma właściwości redukujące?”, „Do czego wykorzystuje się reakcje charakterystyczne?” (pogadanka).

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel zapisuje na tablicy problem badawczy: „Czy w (nazwa produktu spożywczego) znajduje się glukoza?” i wskazując na zgromadzone pomoce dydaktyczne, przedstawia zadanie dla uczniów: „Macie do dyspozycji sprzęt, przyniesione produkty i paski testowe do wykrywania glukozy. Waszym zadaniem jest zaplanowanie i wykonanie badań. Macie na to 15 minut”.
2. Uczniowie w 2-3-osobowych grupach układają plan badania mającego na celu wykrycie glukozy w przyniesionych przez nich produktach. Nauczyciel podchodzi

do grup, sprawdza poprawność wykonania zadania, w razie potrzeby pomaga (przykładowy plan – zał. 1).

3. Po zaakceptowaniu planu przez nauczyciela uczniowie wykonują badania: każdej parze lub grupie zostaje przydzielony jeden produkt. W tym czasie nauczyciel przygotowuje (na tablicy) arkusz do wpisania wyników badań (zał. 2).
4. Przedstawiciele grup wypisują na tablicy wyniki otrzymane dla swojego produktu. Porównują je i wspólnie formułują wnioski.
5. Uczniowie wykonują ćwiczenie nr 5, w którym mają za zadanie uzupełnić brakujące pozycje w tabeli przedstawiającej wyniki otrzymane w badaniu z wykorzystaniem próby Benedicta, sprawdzającej, które substancje są cukrami redukującymi. Następnie porównują swoje rozwiązania z osobą z pary. Wybrane/chętne osoby wypowiadają się na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie przeprowadzają doświadczenie w wirtualnym laboratorium zawartym w e-materiale. Następnie w parach rozwiązują problem badawczy i weryfikują hipotezę, zapisują swoje obserwacje i wyniki oraz formułują wnioski.
2. Nauczyciel prosi uczniów o porównanie poznanych sposobów wykrywania cukrów. Uczniowie swobodnie się wypowiadają.
3. Nauczyciel pyta uczniów: „Co podczas tej lekcji was zaskoczyło/zdziwiło/sprawiło wam trudność?”, „Co zrobilibyście inaczej/lepiej następnym razem?” (pogadanka podsumowująca).

Praca domowa:

- Wykonaj ćwiczenia interaktywne od 1 do 4 oraz 6 i 8.
- Dla chętnych: Jeśli masz taką możliwość, porozmawiaj z osobą chorą na cukrzycę. Dowiedz się, w jaki sposób bada stężenie glukozy i jaką stosuje dietę.

Materiały pomocnicze:

Zał. 1. Przykładowy plan badań.

Plik o rozmiarze 79.57 KB w języku polskim

Załącznik 2. Arkusz wyników badań.

Plik o rozmiarze 95.88 KB w języku polskim

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania wirtualnego laboratorium:

Wirtualne laboratorium można również wykorzystać na lekcjach o dwucukrach, wielocukrach oraz powtórzeniowej o cukrach.