




## Właściwości fizykochemiczne wielocukrów i ich znaczenie biologiczne

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





## Właściwości fizykochemiczne wielocukrów i ich znaczenie biologiczne

Wielocukry pełnią m.in. funkcje substancji zapasowych u roślin, stanowią też elementy strukturalne ich ścian komórkowych oraz budulec powłok ciała u zwierząt.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

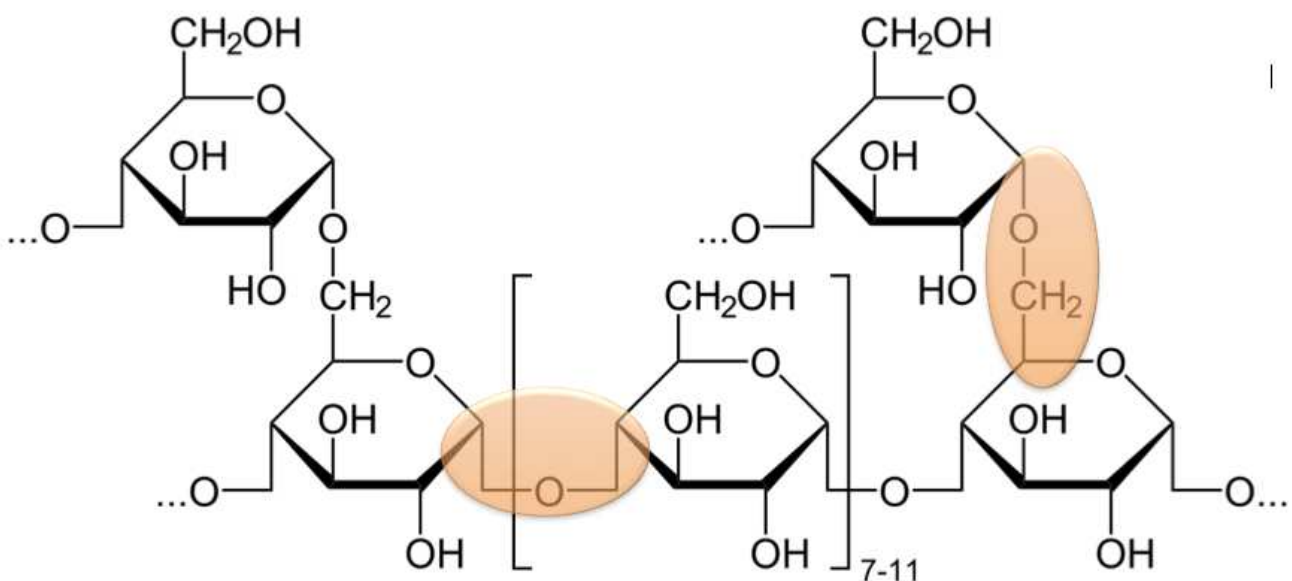
Czy cukier zawsze jest słodki? Niekoniecznie – wielocukry takie jak skrobia, chityna czy celuloza nie mają słodkiego smaku, choć są zaliczane do węglowodanów, czyli cukrów. Węglowodany to zróżnicowana grupa związków, szeroko rozpowszechnionych w przyrodzie: stanowią do 80% masy roślin i do 20% masy zwierząt. Większość z nich to właśnie wielocukry (inaczej: polisacharydy, cukry złożone lub glikany). Na przykład celuloza (składnik ścian komórkowych roślin) stanowi około połowy wszystkich związków organicznych na Ziemi.

### Twoje cele

- Przedstawisz budowę i sposób powstawania wielocukrów.
- Określisz właściwości fizyczne i chemiczne wielocukrów.
- Scharakteryzujesz znaczenie biologiczne wielocukrów.

# Przeczytaj

**Wielocukry**, czyli **polisacharydy** (inne nazwy to: cukry złożone, glikany), składają się z wielu – nawet tysięcy – cząsteczek **cukrów prostych (monosacharydów)**, np. glukozy. Takie pojedyncze, powtarzalne elementy budujące złożone związki to **monomery (mery)** – w wyniku reakcji zwanej **polimeryzacją** tworzą one większą cząsteczkę: **polimer**.

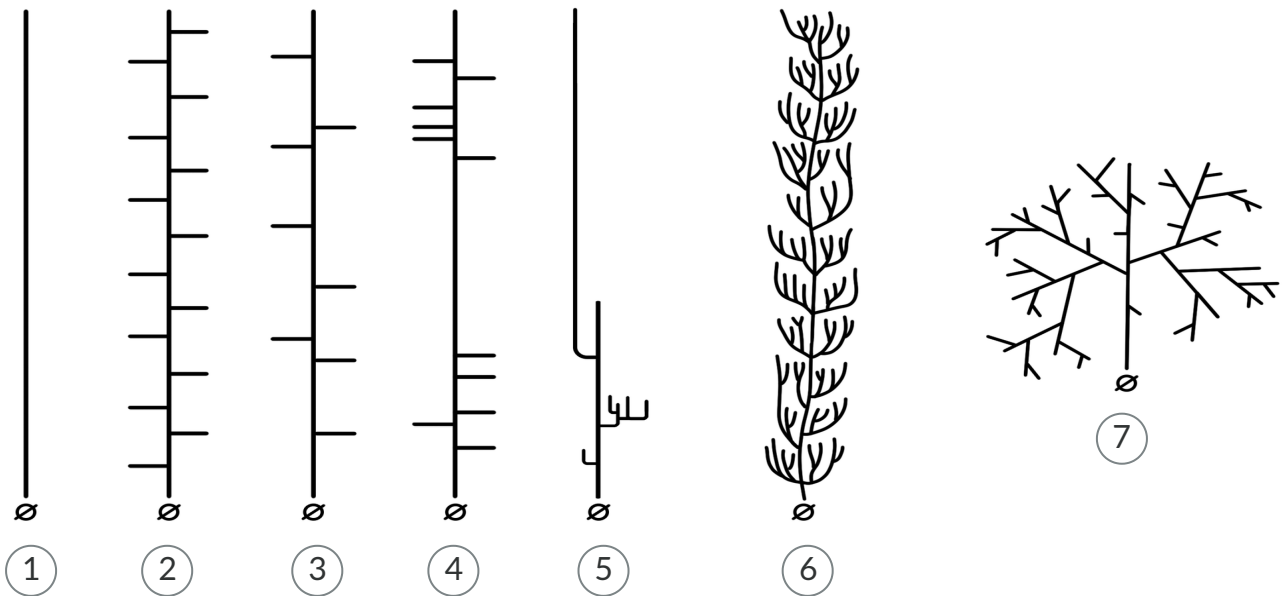


Przykłady wiązań glikozydowych: w konfiguracji  $\alpha$ -1,4 w łańcuchu głównym glikogenu i  $\alpha$ -1,6 w łańcuchu bocznym. Wielocukry mogą być liniowe (kiedy wszystkie cząsteczki składowe są ułożone jedna za drugą) lub rozgałęzione. Polisacharydy powstają w reakcji polimeryzacji przez kondensację cząsteczek cukrów prostych, a produktem ubocznym tworzenia wiązań glikozydowych jest woda.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Polisacharydy powstają przez łączenie wielu pojedynczych cząsteczek cukrów prostych (merów) wiązaniem glikozydowym, są więc dużymi cząsteczkami organicznymi (**makromolekułami**). Zwykle wielocukry zawierają od 200 do 300 merów, jednak np. celuloza składa się aż z 15 tys. merów, a amylopektyna – nawet 100 tys. Wszystkie polisacharydy mają tylko jeden koniec redukujący (koniec łańcucha z wolnym węglem anomerycznym, z grupą  $-OH$ ), nawet gdy są rozgałęzione i składają

się z tysięcy cząsteczek. Ponadto polisacharydy nie są rozpuszczalne w wodzie i nie są osmotycznie czynne, dzięki czemu mogą być magazynowane w komórkach jako materiał zapasowy (np. skrobia).



1

---

## Cząsteczka nierozgałęziona (liniowa)

np. agar, celuloza

2

---

Cząsteczki z krótkimi rozgałęzieniami o długości kilku jednostek; rozmieszczone równomiernie

np. amylopektyna

3

---

Cząsteczki z krótkimi rozgałęzieniami o długości kilku jednostek; rozmieszczone przypadkowo

np. niektóre pektyny i hemicelulozy

4

---

## Cząsteczki z krótkimi rozgałęzieniami o długości kilku jednostek; rozmieszczone skupiskowo

np. mannany z drożdży

5

---

## Łańcuch główny częściowo rozgałęziony

np. niektóre pektyny

6

---

## „Gałąź na gałęzi”, czyli struktura drzewkowata

np. guma arabska

7

---

## Skupiska rozgałęzień

np. glikogen

Schematyczna struktura polisacharydów.

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

**Główne funkcje polisacharydów**



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

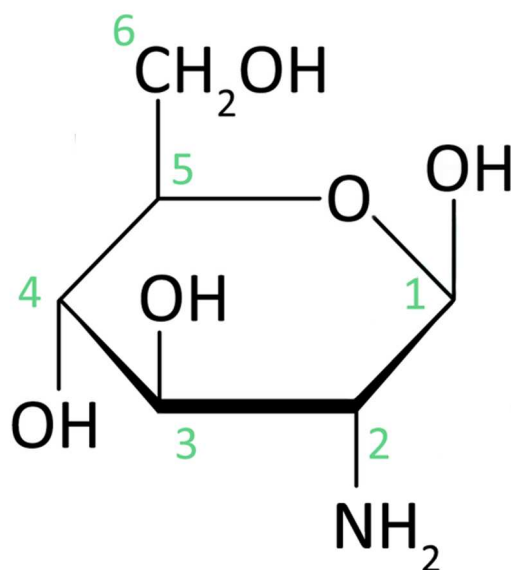
Struktura warunkuje właściwości wielocukrów. Związki, które stanowią źródło energii, są zazwyczaj rozgałęzione (np. glikogen). Te, które pełnią funkcję podporową, mają strukturę liniową (np. celuloza).

## Podział polisacharydów ze względu na rodzaj monomerów

W cząsteczce wielocukru wszystkie mery są takie same, powstają homoglikany (np. skrobia i celuloza); jeśli są różne, powstają heteroglikany (np. kwas hialuronowy i heparyna).

**Homoglikany** mogą być pozyskiwane ze źródeł naturalnych (bakterie, grzyby, rośliny, zwierzęta) lub produkowane chemicznie, głównie przez modyfikację skrobi i celulozy. Stosuje się je w produkcji żywności do zagęszczania lub żelowania. Wiele reszt N-

glukozyminy połączonych wiązaniem glikozydowym tworzy **chitynę** – składnik szkieletu zewnętrznego stawonogów.



Struktura  $\alpha$ -*D*-glukozyminy ( $C_6H_{13}NO_5$ ), w której grupa hydroksylowa przy węglu 2 została zastąpiona grupą aminową. Związek ten jest **prekursorem** wielu biologicznie czynnych cząsteczek, m.in. chondroityny, heparyny czy glikoprotein. Po **acetylacji** stanowi mer chityny ( $-C_8H_{13}O_5N-$ ).

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

W poniższej tabeli przedstawiono źródła wybranych homoglikanów.

Źródło polisacharydu	Przykład
Mikroorganizmy	Guma ksantanowa, guma gellan
Drożdże, bakterie	Dekstran (płyn krwiozastępczy)
Głony (ekstrakty z glonów morskich)	Agar (glon galaretówka)
Ściany komórkowe roślin	Celuloza
Pulpa owocowa	Pektyny
Ziarna	Skrobia (np. kukurydziana, ryżowa, pszenna), guma guar
Bulwy i korzenie	Skrobia ziemniaczana, tapioka

Źródło polisacharydu	Przykład
Wydzieliny drzew z rodzaju <i>Acacia</i>	Guma arabska

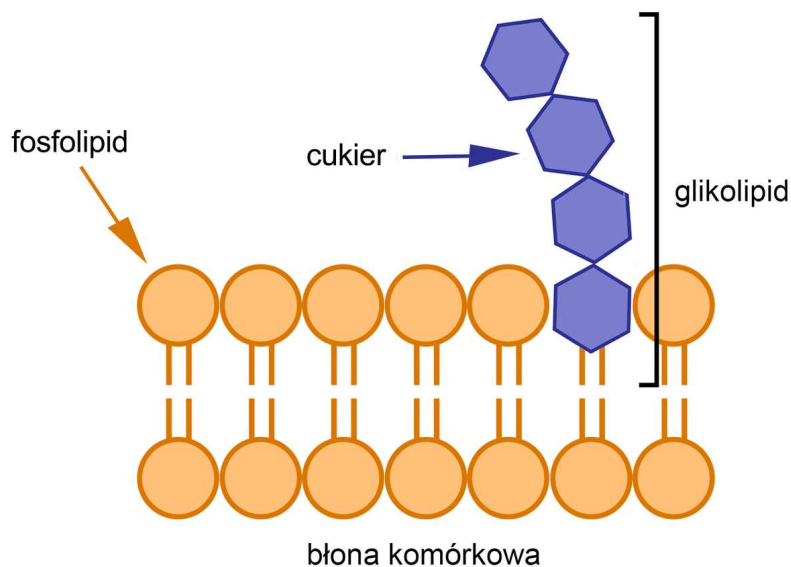
**Heteroglikany** to długołańcuchowe polimery (liniowe lub rozgałęzione), złożone z [aminocukrów](#) i [kwasów uronowych](#), będących pochodnymi galaktozy i glukozy. Pochodne galaktozy w połączeniu z białkami są strukturami podporowymi w tkance łącznej. Przykładem są **siarczany chondroityny** występujące m.in. w ścięgnach, chrząstkach i skórze. Pochodne glukozy wpływają na połączenia między komórkami oraz podziały komórkowe, np. **heparyna** działa przeciwzakrzepowo, a **kwasy hialuronowe** wiąże wodę (jedna jego cząsteczka może związać nawet 250 cząsteczek wody). Natomiast **pektyny** i **hemicelulozy** wchodzi w skład ściany komórkowej roślin.

## Glikoproteiny i glikolipidy

Wielocukry mogą łączyć się także z innymi związkami organicznymi, np. białkami i lipidami, tworząc glikoproteiny i glikolipidy.

**Glikoproteiny** to związki, w których łańcuchy aminocukrów są przyłączone wiązaniem kowalencyjnym do białek. Stanowią istotny składnik błon komórkowych. Tworzą system antygenów służący do rozpoznawania komórek (specyficzność biologiczna), a ponadto mogą wiązać patogeny i ułatwiać transport przez błony.

**Glikolipidy** to związki, w których cukry są połączone wiązaniem kowalencyjnym z lipidami (tłuszczowcami). Znajdują się głównie w błonie komórkowej. Pełnią funkcję receptorów, mają też [właściwości antygenowe](#). Występują w dużej ilości w neuronach, gdzie mają wpływ na ich związek z przewodnictwem nerwowym.



Struktura glikolipidu. Związek ten utrzymuje stabilność błony komórkowej i umożliwia rozpoznawanie komórek, co ma znaczenie w **odpowiedzi immunologicznej**. Glikolipidy znajdują się na powierzchni wszystkich **komórek eukariotycznych**.

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

## Słownik

### acetylacja

(łac. *acetum* – ocet) reakcja polegająca na przyłączeniu do różnych cząsteczek reszty kwasu octowego, czyli grupy acetylowej  $-\text{COCH}_3$ ; zwykle grupa ta występuje zamiast atomu wodoru w związkach organicznych

### aminocukry

pochodne cukrów, które zawierają jedną grupę aminową  $-\text{NH}_2$  (lub rzadziej kilka) zamiast grupy hydroksylowej

### eukarionty

(gr. *eu-* – przedrostek oznaczający m.in. „prawdziwy”; *karyon* – jądro) organizmy jedno- i wielokomórkowe, zbudowane z komórek, które mają jądro komórkowe

### kwasy uronowe i aldonowe

kwasy cukrowe, pochodne aldoz, w których została utleniona albo grupa -OH (uronowe), albo grupa aldehydowa (aldonowe)

### **makromolekuły**

(gr. *makros* – duży, wielki; fr. *molecule* – cząsteczka) cząsteczki złożone z bardzo wielu atomów (dziesiątek do setek tysięcy), zgrupowanych w jednostki – mery

### **odpowieź immunologiczna**

reakcja układu odpornościowego po rozpoznaniu patogenu (drobnoustrojów, toksyn)

### **polimeryzacja**

(gr. *polys* – liczny, wielki; *meros* – część) proces tworzenia dużych cząsteczek (polimerów) przez łączenie się mniejszych cząsteczek (monomerów)

### **prekursor**

(łac. *prae* – przed; *cursus* – bieg) substancja, która tworzy się w pierwszej fazie reakcji lub procesu i przekształca w inną

### **właściwości antygenowe**

właściwość wiązania się ze swoistymi przeciwciałami oraz wywołania przeciw sobie odpowiedzi odpornościowej

# Film samouczek

---

## Polecenie 1

Skrobia i celuloza, należące do węglowodanów, są polimerami zbudowanymi z monomerów glukozy. W skrobi cząsteczki glukozy łączą się wiązaniem  $\alpha$ -1,4-glikozydowym, tworząc łańcuchy, które się rozgałęziają (w wyniku powstania wiązania  $\alpha$ -1,6-glikozydowego) i zwijają w helisę. Celuloza, w której monomery glukozy są wydłużone i łączą się wiązaniem  $\beta$ -1,4-glikozydowym, tworzy długie, proste łańcuchy ułożone równolegle. Między grupami hydroksylowymi (-OH) monomerów glukozy powstają liczne wiązania wodorowe.

Trwa wczytywanie danych..

**Właściwości fizyko-chemiczne  
wielocukrów i ich znaczenie biologiczne**

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R9Zhd02H8PZDD>

Właściwości fizykochemiczne wielocukrów i ich znaczenie biologiczne.

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

Film pod tytułem: „Właściwości fizykochemiczne wielocukrów i ich znaczenie biologiczne.”

---

### **Polecenie 2**

W skład niektórych węglowodanów wchodzi cząsteczki, które są pochodnymi cukru prostego i amoniaku.

### **Polecenie 3**

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Wybierz odpowiedź, która najlepiej opisuje funkcję glikogenu.

- Jest magazynem glukozy u roślin.
- Bierze udział w rozpoznawaniu antygenów komórkowych.
- Jest magazynem glukozy w wątrobie i mięśniach.
- Stanowi podporę dla komórek mięśni szkieletowych.

## Ćwiczenie 2



Wskaż właściwe określenia, tak aby zdania były prawdziwe.

Skrobia i glikogen to polimery, w których skład wchodzi mer należący do  pentoz   heksoz  . Wielocukry te nie rozpuszczają się w wodzie, dzięki czemu mogą pełnić funkcję  zapasową   energetyczną  . Skrobia występuje m.in. w  ścianach komórkowych   nasionach zbóż  , a glikogen znajduje się m.in. w  ścianach komórkowych grzybów   mięśniach zwierząt  .

### Ćwiczenie 3



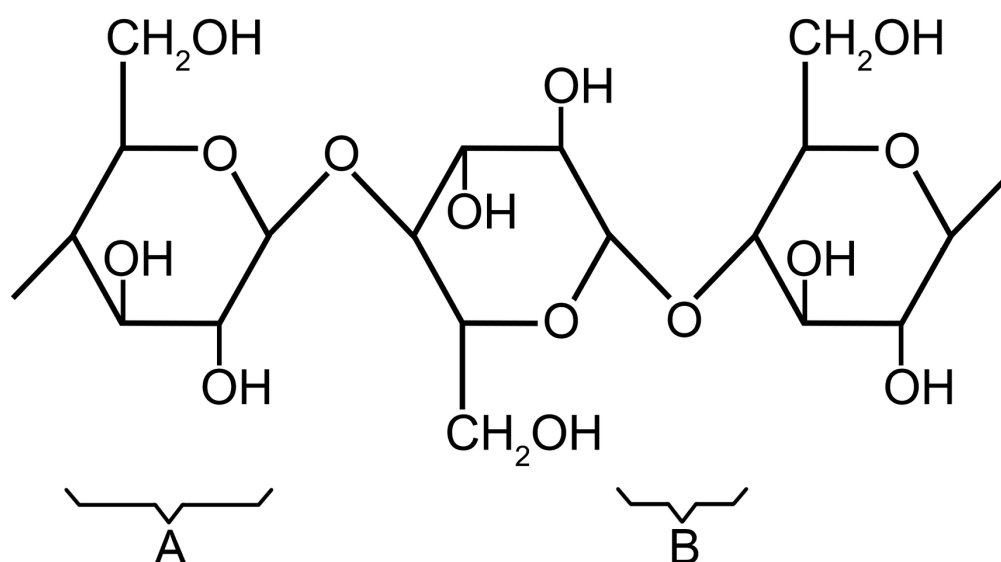
Określ poprawność poniższych stwierdzeń.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Skrobia i celuloza są homoglikanami.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rozgałęzione polisacharydy mają wiele końców redukujących.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pektyny i hemicelulozy wchodzą w skład błony komórkowej roślin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jedna cząsteczka kwasu hialuronowego ma zdolność wiązania dużej ilości cząsteczek wody.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ćwiczenie 4



Na ilustracji przedstawiono fragment wielocukru. Uzupełnij tekst poniżej, zaznaczając prawidłowe sformułowania.



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

We wzorze monomerów budujących ten wielocukier grupa  przy pierwszym atomie węgla znajduje się  płaszczyznę pierścienia. W związku z tym przedstawiona wyżej cząsteczka jest . Między monomerami występuje wiązanie , które powstaje na skutek połączenia grup  z wydzieleniem .

karboksylowych

1,4- $\beta$ -glikozydowe

alfa-glukozą

karboksylowa

$\beta$ -glukozą

nad

hydroksylowa

tlenku węgla

1,4-alfa-glikozydowe

hydroksylowych

cząsteczki wody

pod

## Informacja do ćwiczeń od 6 do 8

” Zmiany stężenia cukrów, składu jakościowego oraz zmiany transportu następują w tkankach roślin w ciągu doby oraz podczas kolejnych etapów rozwojowych. Pod koniec fotoperiodu obserwowana jest najczęściej kumulacja skrobi asymilacyjnej w liściach, w postaci ziaren

skrobiowych. Zwiększone zapotrzebowanie na cukry wykazują wierzchołki wzrostu pędu i korzenia oraz pąki kwiatowe, a następnie rozwijające się owoce i nasiona. Nagromadzenie cukrowców obserwuje się także w warunkach stresu, chłodu, suszy, niedoboru fosforu czy w wyniku ataku patogenów.

Źródło: Iwona Ciereszko, *Cukry jako regulatory wzrostu i rozwoju roślin*, w: *Różnorodność biologiczna – od komórki do ekosystemu. Rośliny i grzyby – badania środowiskowe i laboratoryjne*, red. Andrzej Bajguz, Iwona Ciereszko, Polskie Towarzystwo Botaniczne, Białystok 2016, s. 21.

## Ćwiczenie 5



Wybierz właściwe dokończenie zdania.

Skrobia jest wielocukrem zapasowym, gdyż...

jest gromadzona w postaci ziaren skrobiowych.

jest gromadzona pod koniec fotoperiodu.

jest gromadzona w owocach, nasionach, liściach.

## Ćwiczenie 6



Jeśli przez kilka dni nie będziesz myć zębów, pojawi się na nich żółtawy osad płytki nazębnej. Częściowo składa się on z dekstranu – polisacharydu wykorzystywanego przez bakterie jako cukier zapasowy.

Wyjaśnij, co jest źródłem monosacharydów potrzebnych bakteriom do budowy dekstranu.

## Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, dlaczego wymienione części roślin wykazują zwiększone zapotrzebowanie na cukry.

1. Wierzchołki wzrostu

2. Pąki kwiatowe

3. Owoce i nasiona

## Ćwiczenie 8



Podaj dwie przyczyny, dla których pod wpływem stresu (np. ataku patogenów) wzrasta się gromadzenie polisacharydów w różnych organach roślin.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Agnieszka Pieszalska

**Przedmiot:** biologia

**Temat: Właściwości fizykochemiczne wielocukrów 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  $\alpha$ ,  $\beta$ ); 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 osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

### **Cele operacyjne:**

Uczeń:

- przedstawia budowę i sposób powstawania wielocukrów;
- określa właściwości fizyczne i chemiczne glikanów;
- charakteryzuje znaczenie biologiczne polisacharydów.

### **Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

### **Metody i techniki nauczania:**

- burza mózgów;
- 5 × 5 × 5;

- analiza tekstu źródłowego;
- mapa myśli.

### **Formy pracy:**

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

### **Środki dydaktyczne:**

- komputery z dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- arkusze papieru, flamastry;
- zagadnienia do losowania.

### **Przebieg lekcji**

#### **Faza wstępna:**

1. Nauczyciel prowadzi pogadankę, zadając pytania: „Czy wszystkie cukry są słodkie?”, „Jakie znacie cukry mające słodki smak?”, „Czy znacie cukry, które nie są słodkie?”, „Jakie organizmy zawierają najwięcej cukrów?”, „Jakie pierwiastki są podstawowymi składnikami cukrów?”, „Jak możemy podzielić cukry?”, „Czy znacie przykłady monosacharydów, disacharydów, polisacharydów?”.
2. Nauczyciel podaje cele lekcji i formułuje jej temat.

#### **Faza realizacyjna:**

1. Nauczyciel dzieli uczniów na pięć grup po pięć osób:
  - grupa A – budowa wielocukrów;
  - grupa B – sposób powstawania i funkcje wielocukrów;

- o grupa C – homoglikany;
- o grupa D – heteroglikany;
- o grupa E – glikoproteiny i glikolipidy.

Może to zrobić w następujący sposób: na niewielkich karteczkach wypisuje symbole A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4, B5 itd. – aż do E5. Stoły oznacza literami A, B, C, D, E. Następnie losowo rozdaje kartki uczniom i prosi ich o znalezienie stołu z odpowiednią literą. Przy drugiej części ćwiczenia nauczyciel numeruje stoły od 1 do 5 i prosi o znalezienie stołu z odpowiednim numerem.

2. Nauczyciel prosi uczniów o przygotowanie notatek na temat wielocukrów, na podstawie e-materiału.
3. Nauczyciel informuje, że każdy będzie prezentował przygotowane informacje w drugiej części ćwiczenia.
4. Nauczyciel obserwuje pracę grup. Odpowiada na pytania, w razie potrzeby udziela dodatkowych instrukcji.
5. Po upływie wyznaczonego czasu nauczyciel tworzy nowe grupy, tak by w każdej znalazł się przedstawiciel każdej z poprzednich grup; numeruje stoły od 1 do 5.
6. Po zmianie miejsc nauczyciel wyznacza czas na omówienie wszystkich zagadnień przez grupy. Następnie każdy zespół wykonuje mapę myśli przedstawiającą omówione zagadnienia, w postaci opisów, rysunków lub schematów (przykładowa mapa myśli: materiały dodatkowe).
7. Grupy kolejno prezentują swoje mapy myśli.
8. Nauczyciel prosi o zapoznanie się z filmem samouczkiem i wykonanie do niego poleceń.
9. Po wykonaniu poleceń przez grupy chętni uczniowie przedstawiają swoje odpowiedzi.

### **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel przeprowadza grę dydaktyczną. Wskazany przez nauczyciela uczeń losuje zagadnienie (materiały pomocnicze), następnie układa do niego pytanie.

Uczeń, który udzieli poprawnie odpowiedzi, losuje kolejne zagadnienie i układa pytanie. W przypadku udzielenia złej odpowiedzi nauczyciel ponownie wskazuje ucznia do losowania zagadnienia.

### **Praca domowa:**

- Wykonaj ćwiczenia interaktywne od 1 do 8.

### **Materiały pomocnicze:**

Załącznik 1. Mapa myśli.

Plik o rozmiarze 108.46 KB w języku polskim

Załącznik 2. Zagadnienia do losowania.

Plik o rozmiarze 18.46 KB w języku polskim

### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu samouczka:**

- Film samouczek może być wykorzystany w fazie realizacyjnej lekcji lub na zajęciach dotyczących budowy i podziału cukrów złożonych.