KURS
„BIOLOGIA POD KLUCZ"

CUKRY

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



1. Przedstawia budowę węglowodanów (uwzględniając wiązania glikozydowe α, β).
2. Rozróżnia monosacharydy (glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, deoksyryboza), disacharydy (sacharoza, laktoza, maltoza), polisacharydy (skrobia, glikogen, celuloza, chityna).
3. Określa znaczenie biologiczne węglowodanów, uwzględniając ich właściwości fizyczne i chemiczne
4. Planuje oraz przeprowadza doświadczenie wykazujące obecność skrobi w materiale biologicznym.

CUKRY / WĘGLOWODANY / SACHARYDY



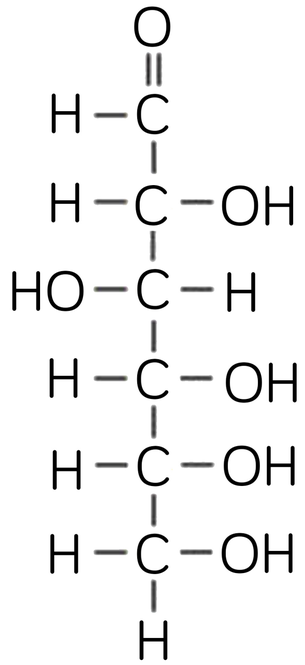
Cukry to związki organiczne zbudowane z trzech pierwiastków: **węgla**, **wodoru** i **tlenu**. Wodór i tlen występują najczęściej w stosunku 2 : 1, jak w cząsteczce wody (H_2O), dlatego cukry nazywa się węglowodanami.

Na przykład glukoza:

$$\mathbf{C_6H_{12}O_6}$$

węgiel + woda = węglowodan

WZORY CUKRÓW



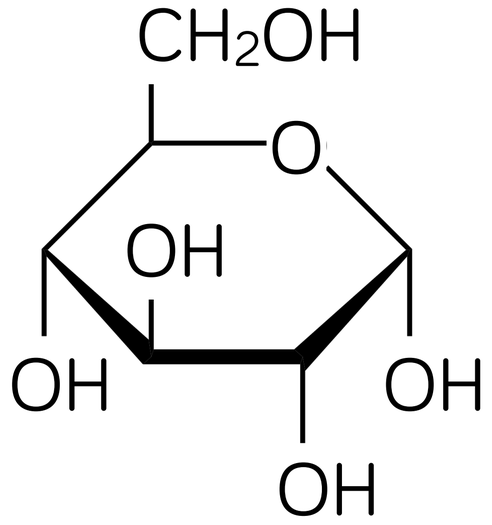
wzór strukturalny
forma łańcuchowa

$C_6H_{12}O_6$

wzór sumaryczny



glukoza



wzór strukturalny
forma pierścieniowa

PODZIAŁ WĘGLOWODANÓW



MONOSACHARYDY

↓

glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza deoksyryboza

DISACHARYDY

↓

maltoza, sacharoza, laktoza

POLISACHARYDY

↓

skrobia, celuloza, glikogen, chityna

MONOSACHARYDY

MONOSACHARYDY



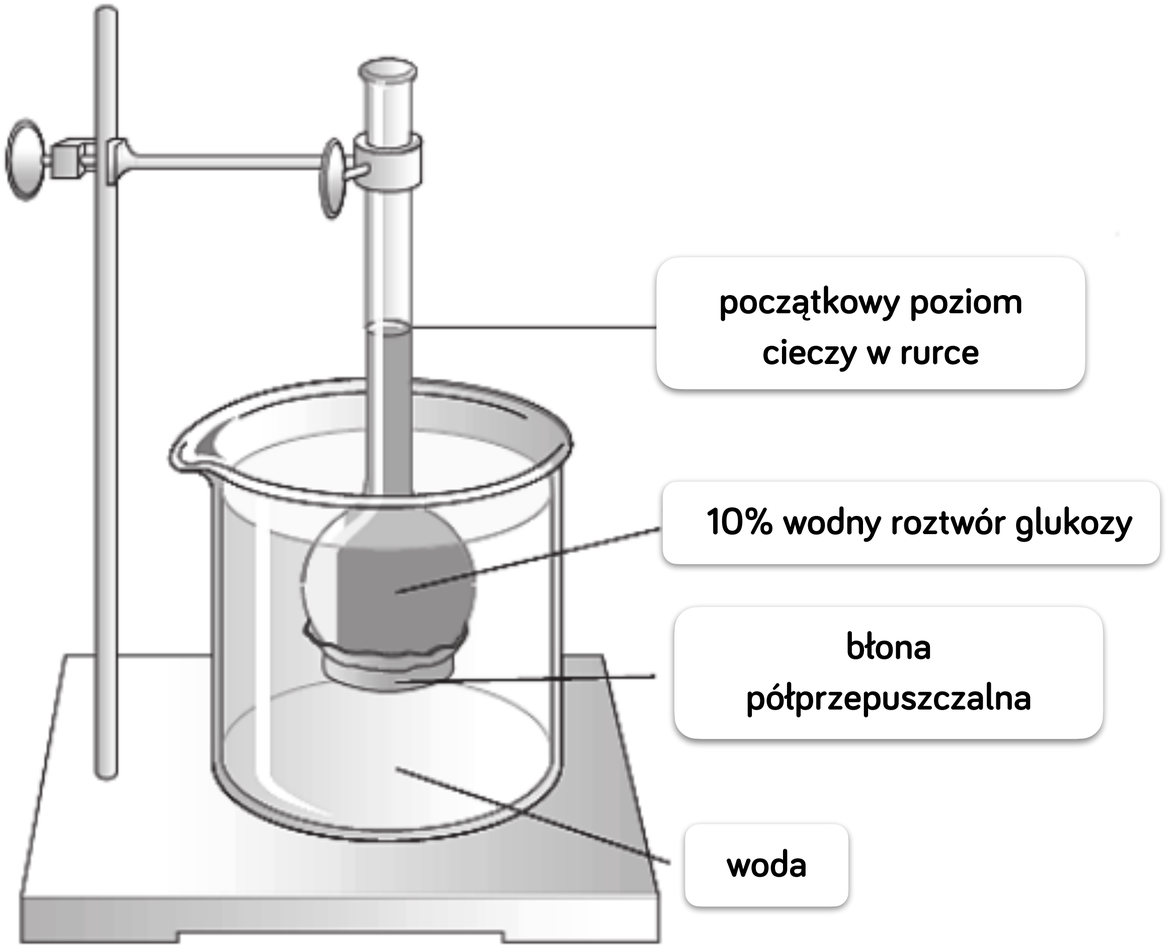
Monosacharydy to **cukry proste**, czyli takie, które składają się z **pojedynczej** cząsteczki.

Każdy monosacharyd:

- jest dobrze rozpuszczalny w wodzie,
- jest czynny osmotycznie,
- ma właściwości redukujące,
- ma grupę karbonylową i kilka grup hydroksylowych,
- ma słodki smak.

CO TO ZNACZY ŻE MONOSACHARYD JEST CZYNNY OSMOTYCZNIE?

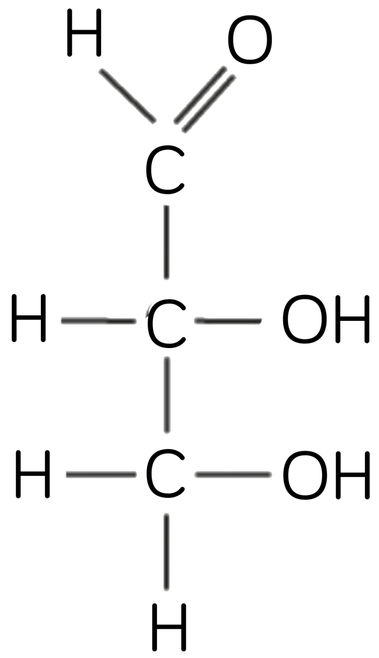
Substancja osmotycznie czynna to taka, która powoduje zachodzenie zjawiska **osmozy**.



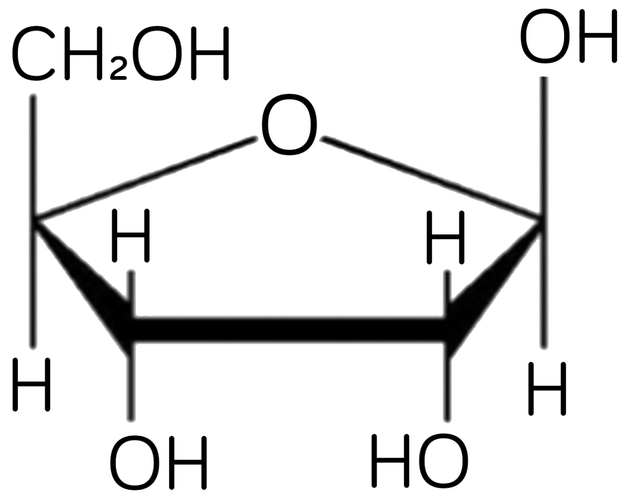
MONOSACHARYDY

Można je podzielić ze względu na **liczbę atomów węgla** w cząsteczce:

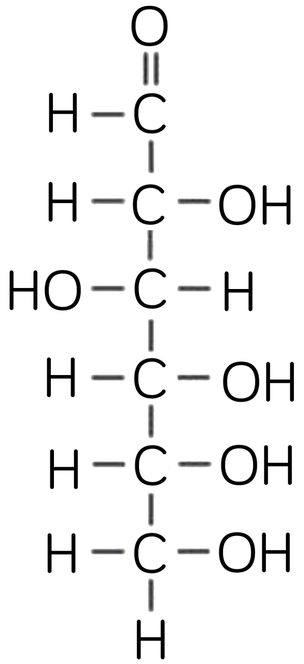
TRIOZY



PENTOZY



HEKSOZY

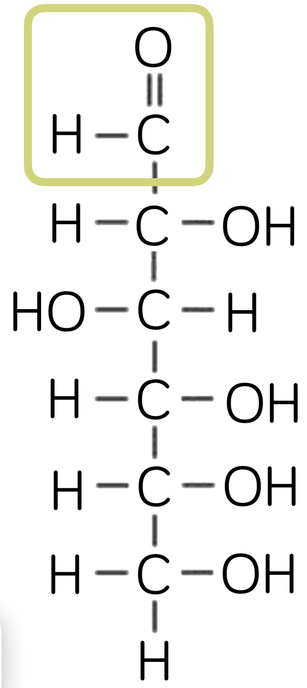


MONOSACHARYDY

Można je podzielić ze względu na **rodzaj grupy funkcyjnej** w cząsteczce:

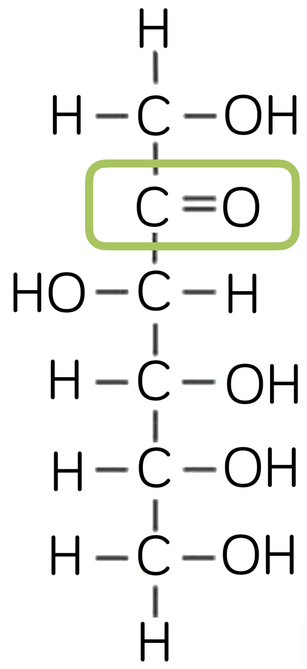
ALDOZY

grupa aldehydowa



glukoza

KETOZY

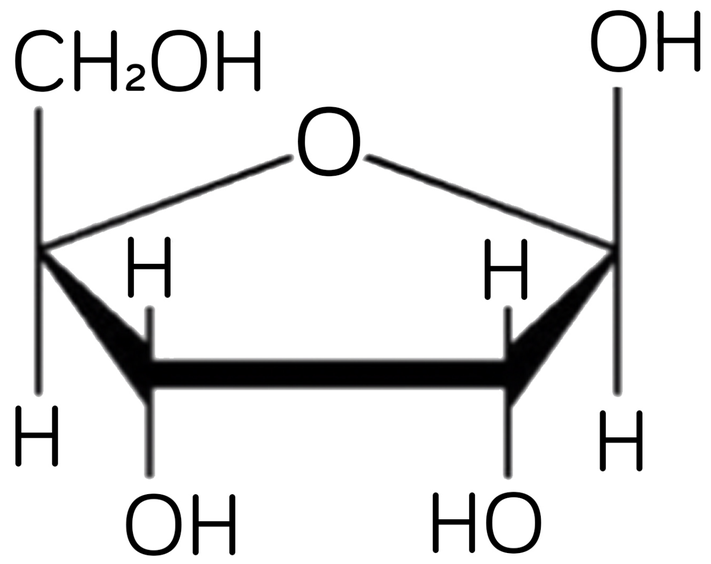


grupa ketonowa

fruktoza

RYBOZA I DEOKSYRYBOZA

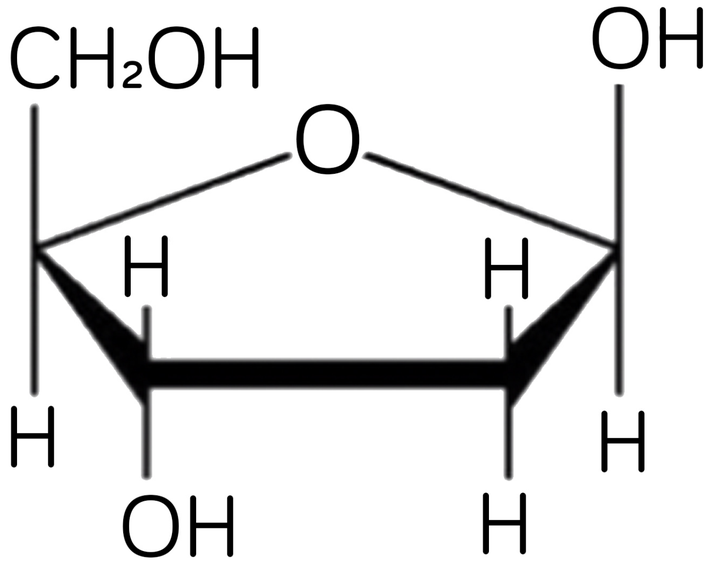
ryboza



$C_5H_{10}O_5$

wchodzi w skład nukleotydów w **RNA** oraz buduje **ATP**

deoksyryboza



$C_5H_{10}O_4$

wchodzi w skład nukleotydów w **DNA**

GLUKOZA

Glukoza ($C_6H_{12}O_6$) jest cukrem najbardziej rozpowszechnionym w przyrodzie.

Pełni funkcję **energetyczną**, gdyż jest bezpośrednim substratem w procesie oddychania tlenowego.

Jest formę **transportową** cukrów u **zwierząt**.



glukoza nazywana jest cukrem gronowym, bo winogrona zawierają jej duże ilości

FRUKTOZA

Fruktoza, najsłodsza z cukrów, nazywana jest cukrem owocowym.

W stanie wolnym występuje naturalnie w owocach, miodzie, nektarze kwiatów i spermie ssaków.

Podobnie jak glukoza stanowi **substrat energetyczny**.



fruktoza w dużych ilościach występuje w miodzie

GALAKTOZA

Występuje w nabiale, bo wchodzi w skład laktozy.

W organizmie człowieka galaktoza przekształcana jest w glukozę, więc także pełni funkcję **energetyczną**.



galaktoza wchodzi w skład laktozy obecnej mleku

DISACHARYDY

DISACHARYDY



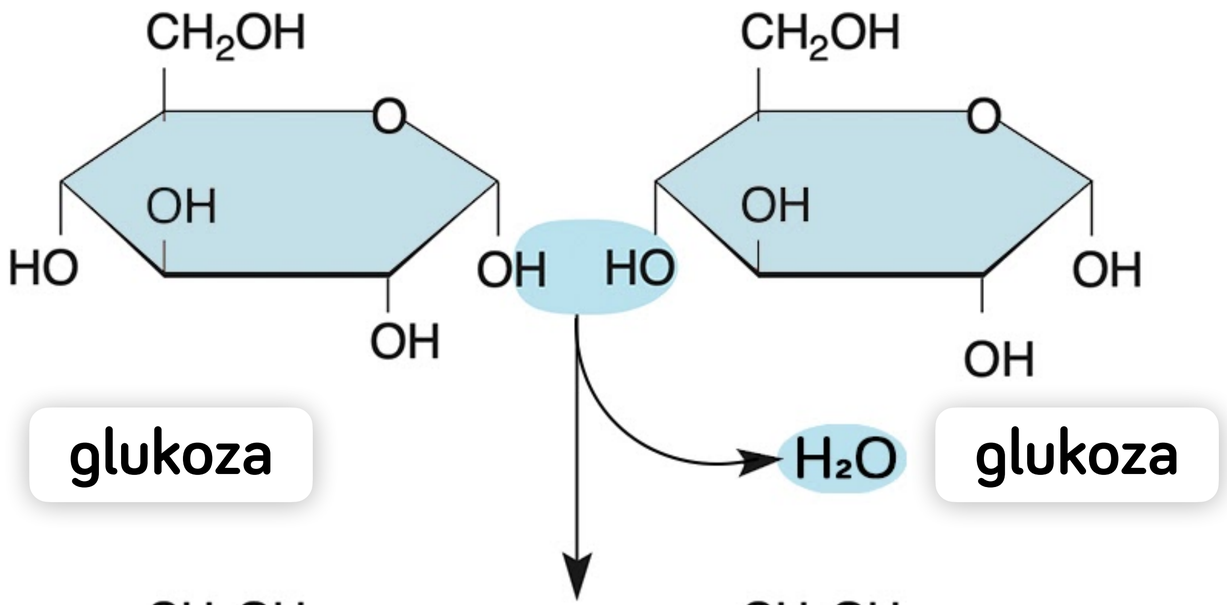
Disacharydy (dwucukry) to cukry zbudowane z dwóch reszt cukrów prostych połączonych wiązaniem **O-glikozydowym**.

Disacharydy:

- są dobrze rozpuszczalne w wodzie,
- są czynne osmotycznie,
- mają właściwości redukujące (wyjątek: sacharoza!).

Do disacharydów należą: **maltoza**, **sacharoza**, **laktoza**.

POWSTAWANIE WIĄZANIA O-GLIKOZYDOWEGO



! POD KLUCZ !



Dlaczego błędne jest sformułowanie:

„maltozę budują dwie cząsteczki glukozy”?

Wynika to z faktu, że cukry, który biorą udział w tworzeniu wiązania glikozydowego nie występują już w takiej samej formie jak przed reakcją - z każdej cząsteczki monosacharydu odłączany jest atom wodoru lub grupa —OH podczas tworzenia nowego wiązania, stąd nazwa „**reszta**”.

Poprawne sformułowanie brzmi:

„Maltozę budują dwie reszty glukozy”.

MALTOZA

Cząsteczka maltozy składa się z reszt:

glukozy + glukozy

połączonych wiązaniem α-1,4-glikozydowym.

Występuje np. w nektarze kwiatów lub w kiełkujących ziarniakach zbóż - słodzie, który jest wykorzystywany do produkcji piwa.

Wzór maltozy: $C_{12}H_{22}O_{11}$.



pszczoły żywią się nektarem, w którym jest maltoza

SACHAROZA

Cząsteczka sacharozy składa się z reszt:

glukozy + fruktozy

połączonych wiązaniem α,β-1,2-glikozydowym.

Występuje w dużej ilości w buraku cukrowym, który magazynuje ją w swoim **korzeniu**, a także w **łodydze** trzciny cukrowej. Na co dzień używamy jej do słodzenia kawy czy herbaty, bo jest najsłodsza ze wszystkich disacharydów.

Stanowi formę **transportową** cukrów u roślin, ponieważ nie ma właściwości redukujących.



kryształy sacharozy

SACHAROZA



trzcina cukrowa



burak cukrowy





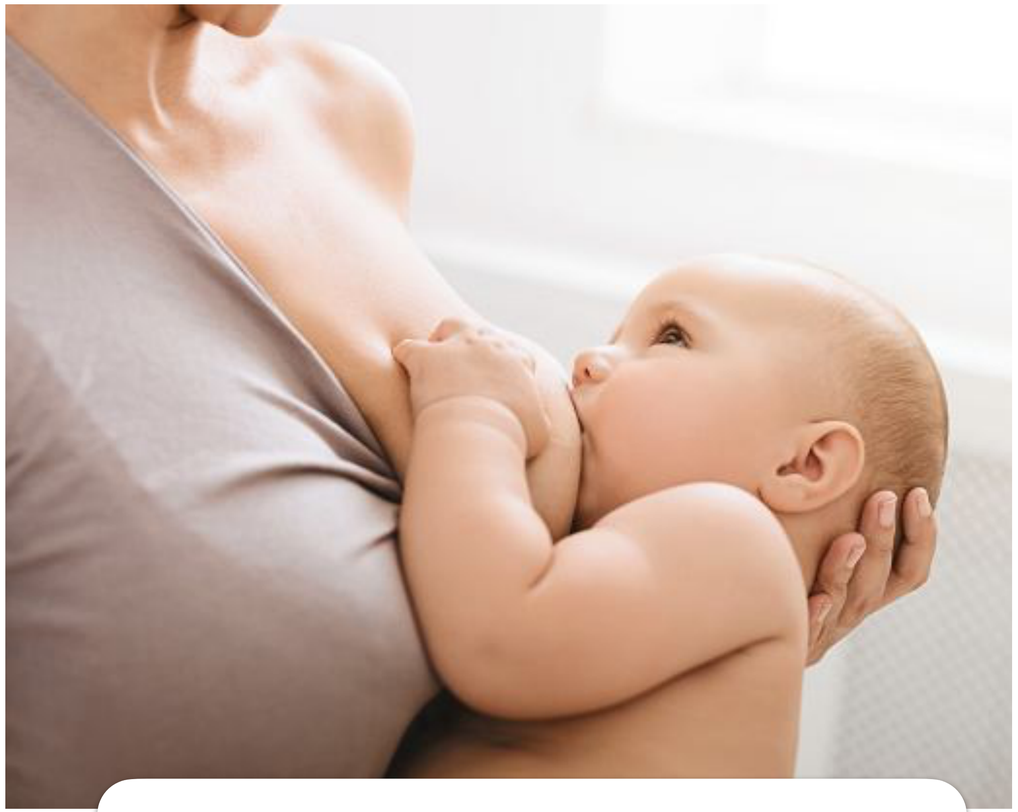
LAKTOZA

Cząsteczka laktozy składa się z reszt:

glukozy + galaktozy

połączonych wiązaniem β-1,4 glikozydowym.

Znajduje się przede wszystkim w **mleku** ssaków i nabiale. Jest najmniej słodkim cukrem z disacharydów.



laktoza jest obecna w mleku matki

ROZKŁAD DISACHARYDÓW

Disacharydy są rozkładane przez **enzymy trawienne** do cząsteczek monosacharydów. Reakcja ta nazywa się **hydrolizą enzymatyczną**, bo do jej zajścia wymagana jest cząsteczka **wody** i katalizowana jest przez **enzymy**. Nazwy enzymów tworzy się analogicznie do nazw disacharydów, zmieniając literę „**o**” na „**a**”

$$\text{maltoza} + H_2O \xrightarrow{\text{maltaza}} \text{glukoza} + \text{glukoza}$$

$$\text{sacharoza} + H_2O \xrightarrow{\text{sacharaza}} \text{glukoza} + \text{fruktoza}$$

$$\text{laktoza} + H_2O \xrightarrow{\text{laktaza}} \text{glukoza} + \text{galaktoza}$$

POLISACHARYDY

POLISACHARYDY



Polisacharydy to cukry złożone, czyli takie, które składają się z bardzo dużej liczby reszt cukrów prostych.

Każdy polisacharyd:

- jest nierozpuszczalny w wodzie,
- nie jest czynny osmotycznie,
- nie ma właściwości redukujących.

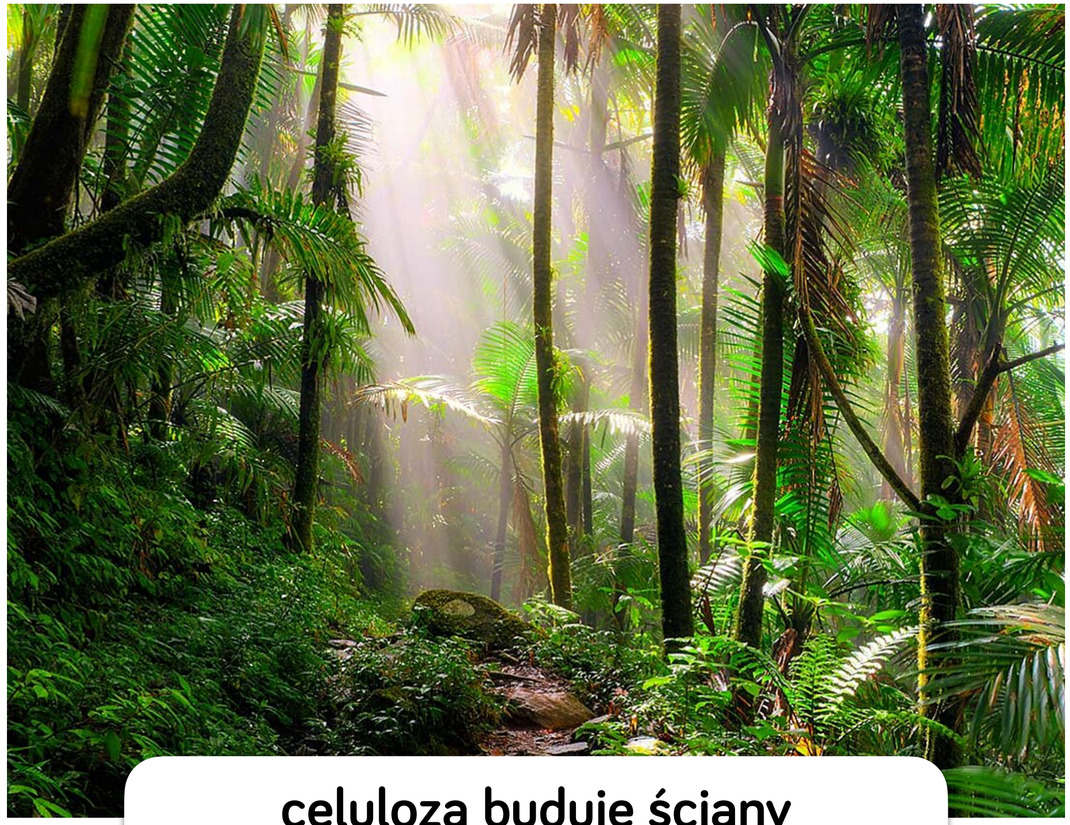
Do polisacharydów należą: **celuloza**, **chityna**, **glikogen** i **skrobia**.

CELULOZA

Cząsteczka celulozy składa się z wielu tysięcy **reszt glukozy** połączonych wiązaniami **β**-1,4 glikozydowym.

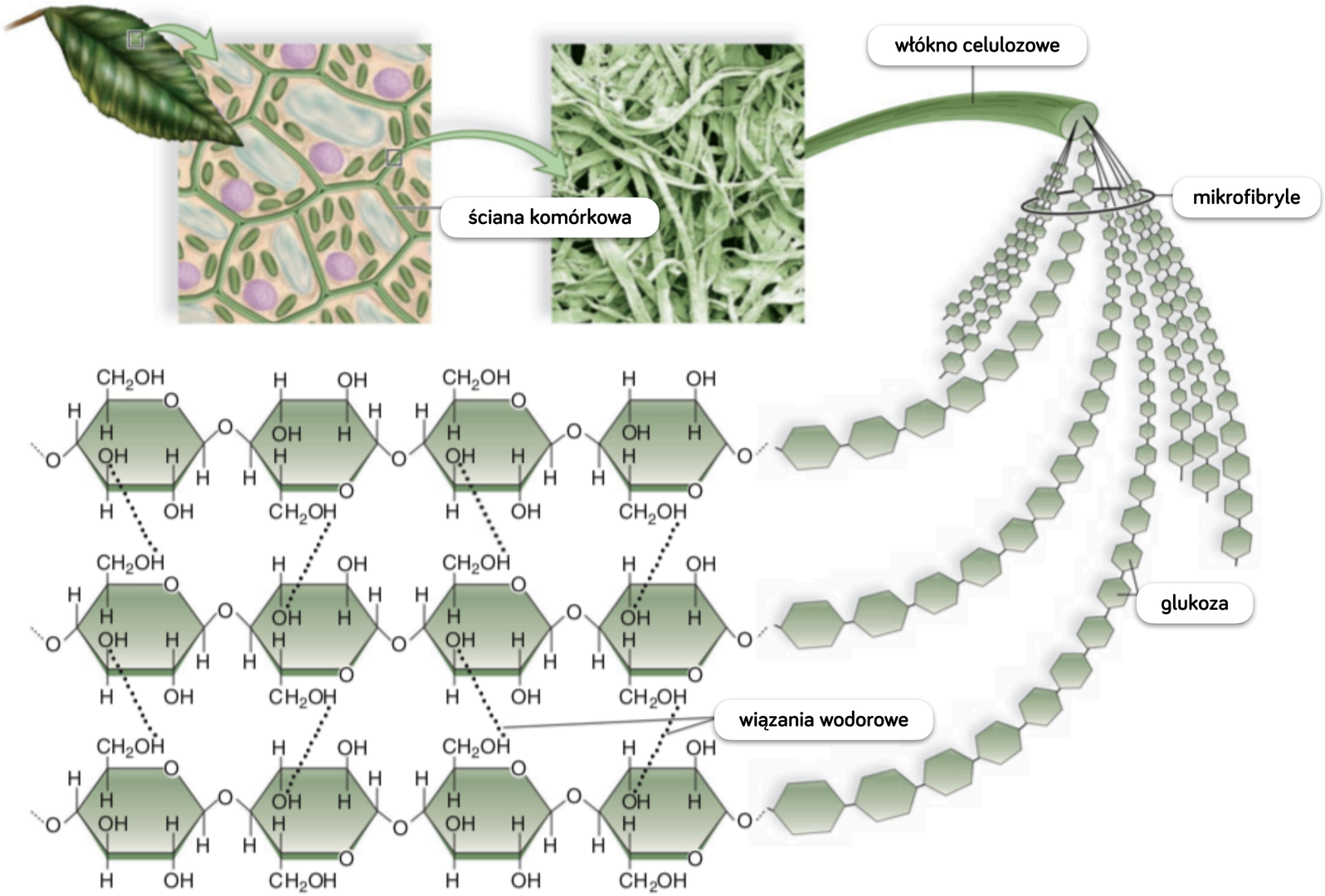
Jest cukrem budulcowym - wchodzi w skład ścian komórkowych komórek roślinnych oraz niektórych protistów roślinopodobnych.

Celuloza stanowi główny składnik błonnika.



celuloza buduje ściany komórkowe komórek roślinnych

BUDOWA CELULOZY A JEJ FUNKCJA



Łańcuchy celulozy są **proste**, **długie** i **nierozgałęzione**. Układają się **równolegle** do siebie, dzięki czemu pomiędzy ich grupami -OH tworzą się **wiązania wodorowe**.

Taka budowa sprawia, że cząsteczki celulozy są odporne na **zerwanie i rozciąganie**, więc nadają **wytrzymałości mechanicznej** ścianom komórkowym, które budują.

CZY CELULOZA MOŻE BYĆ ŹRÓDŁEM ENERGII DLA ZWIERZĄT?



Celuloza nie może być wykorzystana przez zwierzęta jako substrat energetyczny.

Wynika to z prostej przyczyny - organizm zwierząt, w tym człowieka, nie produkuje enzymów, które potrafią **rozciąć wiązanie β-1,4-glikozydowe** występujące pomiędzy resztami glukozy, aby je odłączyć.

Enzymy te nazywają się **celulazy**.

CZY CELULOZA MOŻE BYĆ ŹRÓDŁEM ENERGII DLA ZWIERZĄT?



Niektóre **mikroorganizmy** (**bakterie**, **orzęski**) zamieszkujące przewód pokarmowy **zwierząt roślinożernych** potrafią wytwarzać celulazy i są zdolne do trawienia celulozy.

W ten sposób tworzy się obopólnie korzystna zależność między mikroorganizmem a zwierzęciem - **mutualizm**.

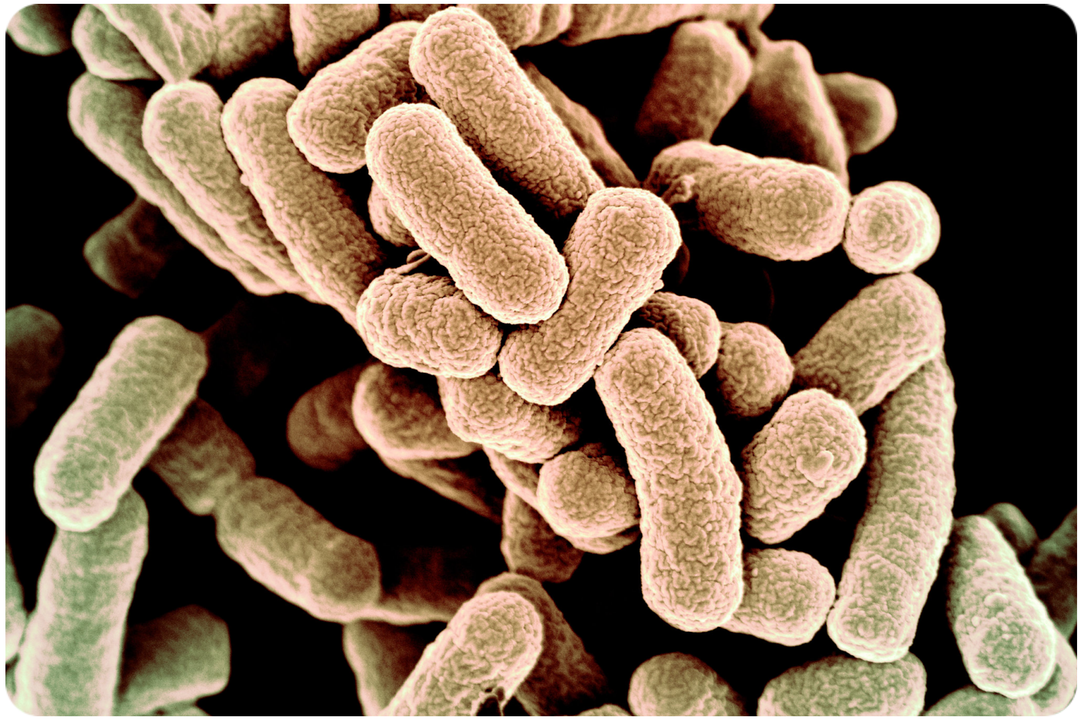
Dzięki celulazom z celulozy uwalniane są cząsteczki glukozy, które zwierzę wykorzystuje do **uzyskania energii**, natomiast mikroorganizmy uzyskują **miejsce do bytowania**.

CELULAZY



przeżuwacze, które spożywają duże ilości **celulozy**

bakterie żyjące w żołądku przeżuwaczy, **trawiące celulozę**



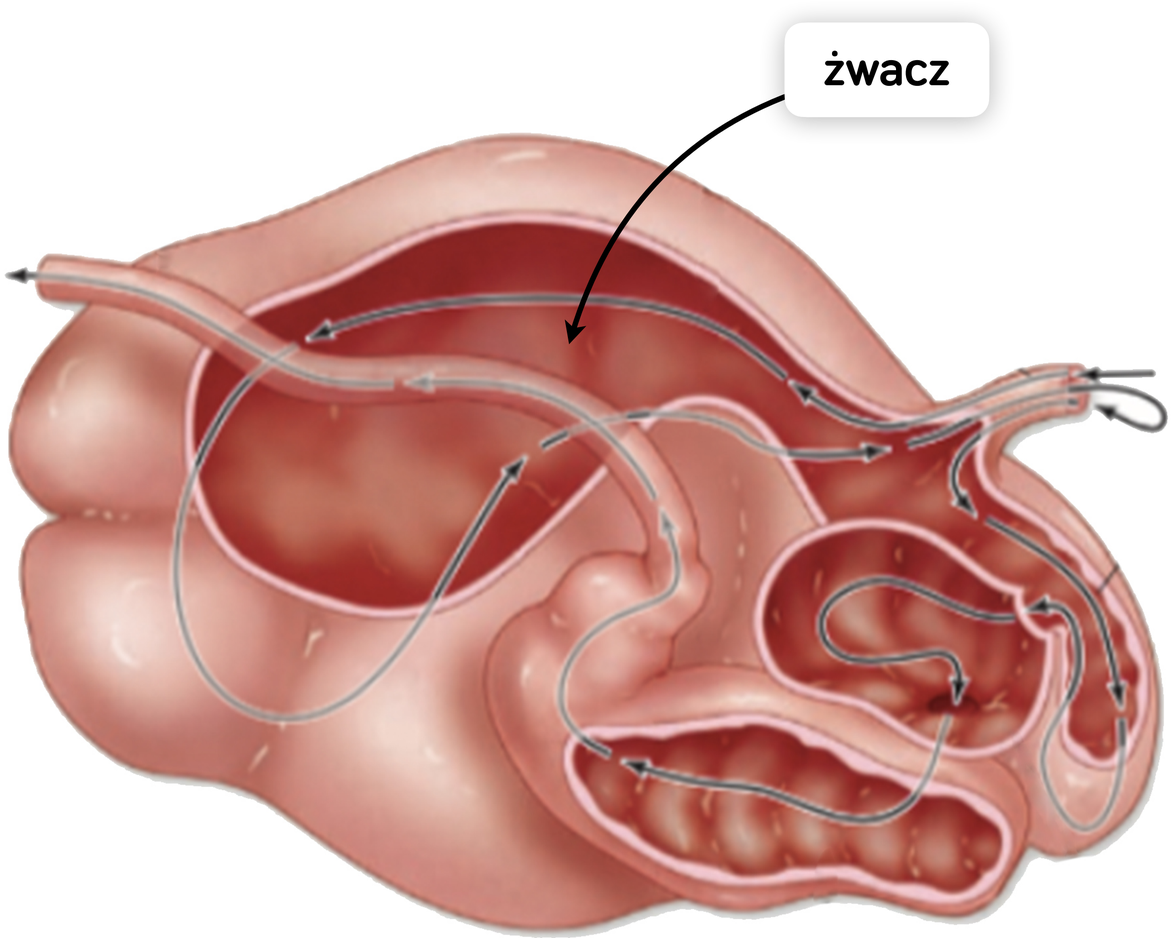
CZY CELULOZA MOŻE BYĆ ŹRÓDŁEM ENERGII DLA ZWIERZĄT?

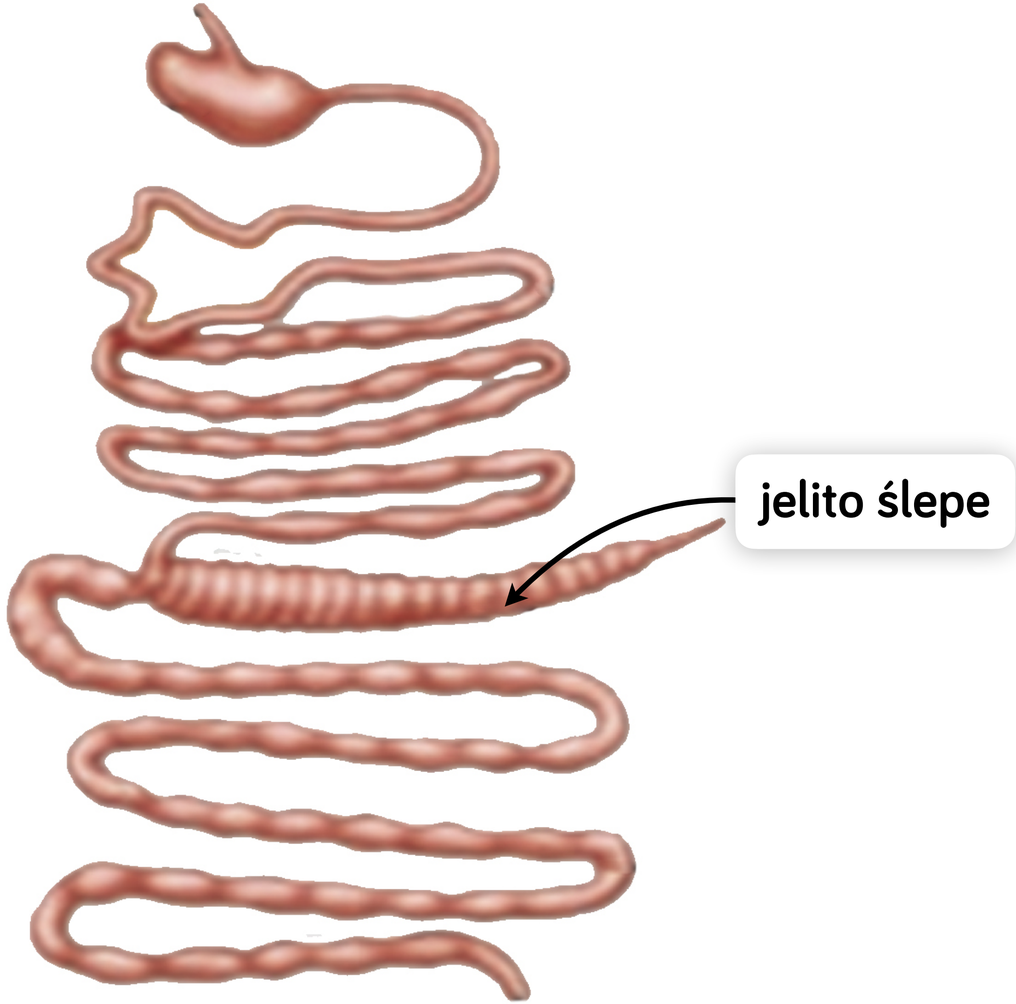


U przeżuwaczy mikroorganizmy trawiące celulozę występują w części ich **żołądka**, która nazywa się **żwaczem**.

U innych roślinożerców, np. u królika, mikroorganizmy występują w **jelicie ślepym**, które ma duży udział w długości całego jelita u tego zwierzęcia.

ŻWACZ I JELITO ŚLEPE – MIEJSCA BYTOWANIA MIKROORGANIZMÓW





CHITYNA

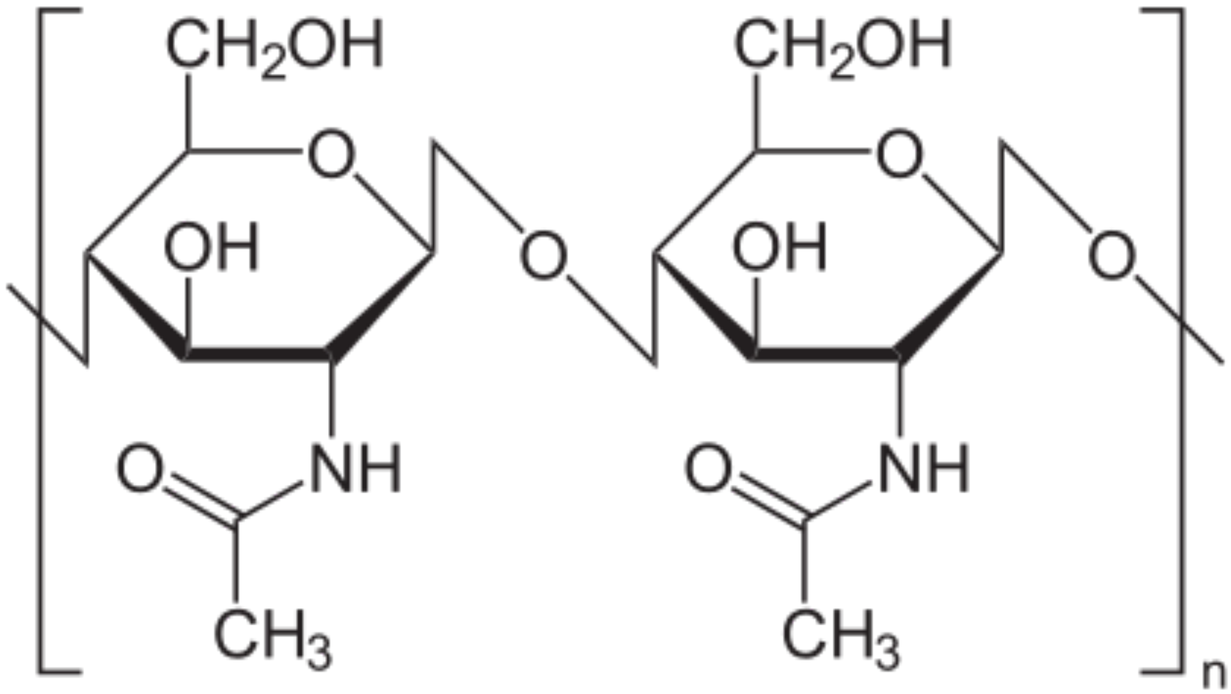
Cząsteczka chityny składa się z wielu tysięcy **reszt N-acetyloglukozaminy** połączonych wiązaniami β-1,4 glikozydowymi. Jest to jedyny polisacharyd z atomem **azotu** w cząsteczce.



Jest cukrem budulcowym - wchodzi w skład ścian komórkowych komórek **grzybowych**. Buduje także **oskórek stawonogów**.



BUDOWA CHITYNY A JEJ FUNKCJA



Łańcuchy chityny są podobnie zbudowane jak łańcuchy **celulozy**.

Między resztami N-acetyloglukozaminy tworzą się **silniejsze wiązania wodorowe**, co nadaje chitynie jeszcze większej odporności mechanicznej w porównaniu z celulozą.

? WYJAŚNIJ DLACZEGO ... ?



Wyjaśnij dlaczego grzyby są dla ludzi ciężkostrawne.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

? WYJAŚNIJ DLACZEGO ... ?



Wyjaśnij dlaczego grzyby są dla ludzi ciężkostrawne.

Komórki grzybów zbudowane są z chitynowej ściany komórkowej. Organizm człowieka nie produkuje chitynaz - enzymów rozcinających wiązania pomiędzy resztami N-acetyloglukozaminy w chitynie, dlatego grzyby dla ludzi są ciężkostrawne.

GLIKOGEN

Cząsteczka glikogenu składa się z wielu tysięcy **reszt glukozy** połączonych wiązaniami **α**-1,4-glikozydowym, które są łatwo rozcinane przez amylazę. W miejscach rozgałęzienia występują wiązania **α**-1,6-glikozydowe.

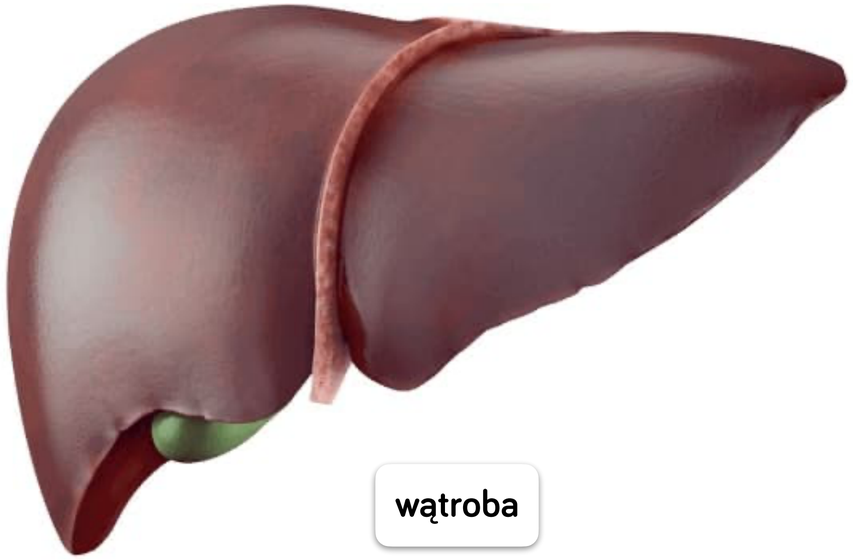
Jest cukrem zapasowym u **zwierząt**, **grzybów** i niektórych **bakterii.**



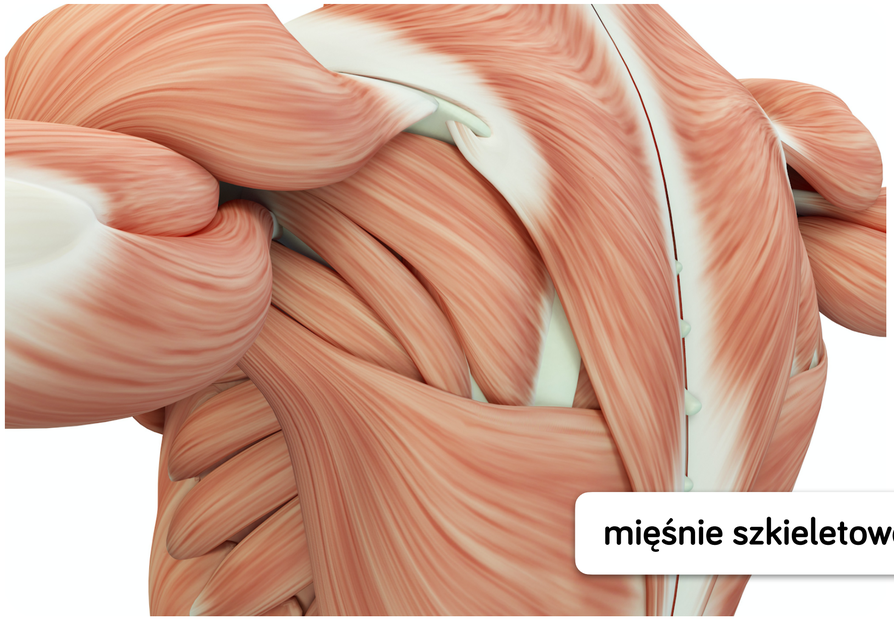


GLIKOGEN

U zwierząt glikogen magazynowany jest przede wszystkim w **wątrobie** i w **mięśniach szkieletowych**. Glikogen wątrobowy stanowi zapas glukozy dla całego organizmu - jego rozkład reguluje stężenie glukozy we krwi, natomiast glikogen mięśniowy jest przeznaczony tylko dla mięśni do ich pracy.



wątroba



mięśnie szkieletowe

? OKREŚL DLACZEGO ... ?



Określ dlaczego większa część całkowitej zawartości glikogenu w organizmie człowieka znajduje się w mięśniach szkieletowych, a nie w wątrobie, pomimo tego, że w wątrobie stężenie glikogenu jest około 7 razy większe niż w mięśniach.

.....

.....

.....

? OKREŚL DLACZEGO ... ?



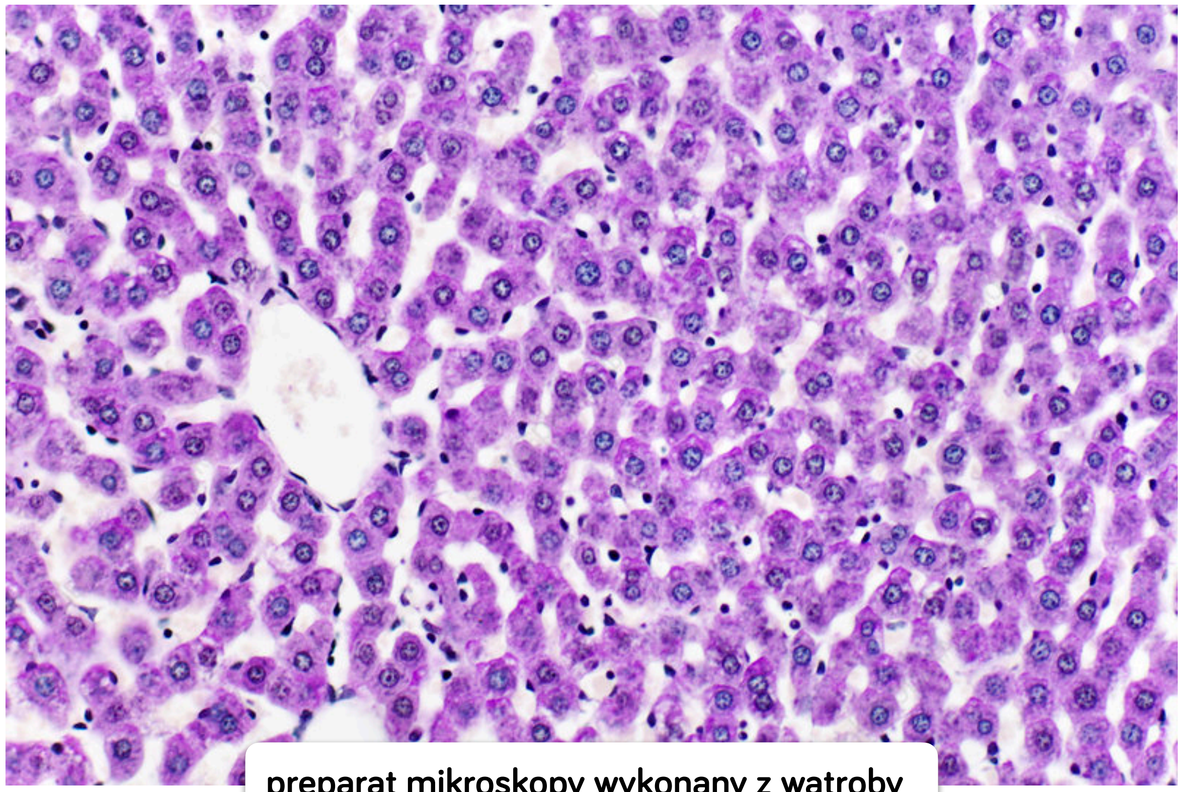
Określ dlaczego większa część całkowitej zawartości glikogenu w organizmie człowieka znajduje się w mięśniach szkieletowych, a nie w wątrobie, pomimo tego, że w wątrobie stężenie glikogenu jest około 7 razy większe niż w mięśniach.

Wynika to z tego, że całkowita masa mięśni szkieletowych w organizmie człowieka jest znacznie większa, niż masa wątroby.

GLIKOGEN

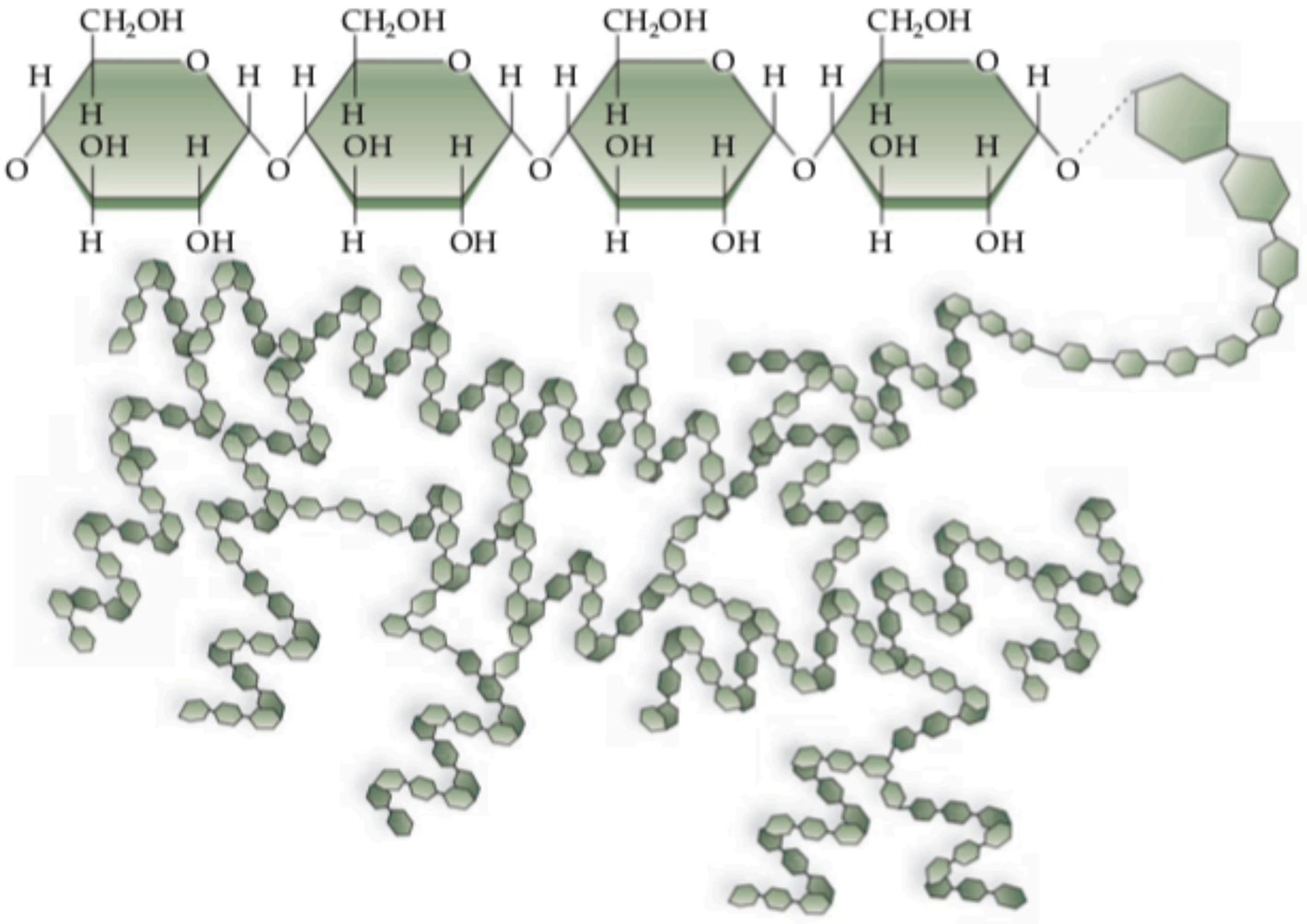
Glikogen w komórce występuje w postaci ziaren w cytoplazmie.

Wybarwia się na **ciemno-fioletowy** kolor.



preparat mikroskopy wykonany z wątroby

BUDOWA GLIKOGENU A JEGO FUNKCJA



Łańcuchy glikogenu są **rozgałęzione**.

Dzięki takiej budowie zwiększa się dostęp dla **enzymów** rozcinających wiązania pomiędzy resztami glukozy, co ułatwia uwalnianie cząsteczek glukozy, ponieważ glikogen pełni funkcję **zapasową**.

SKROBIA

Cząsteczka skrobi składa się z dwóch frakcji:

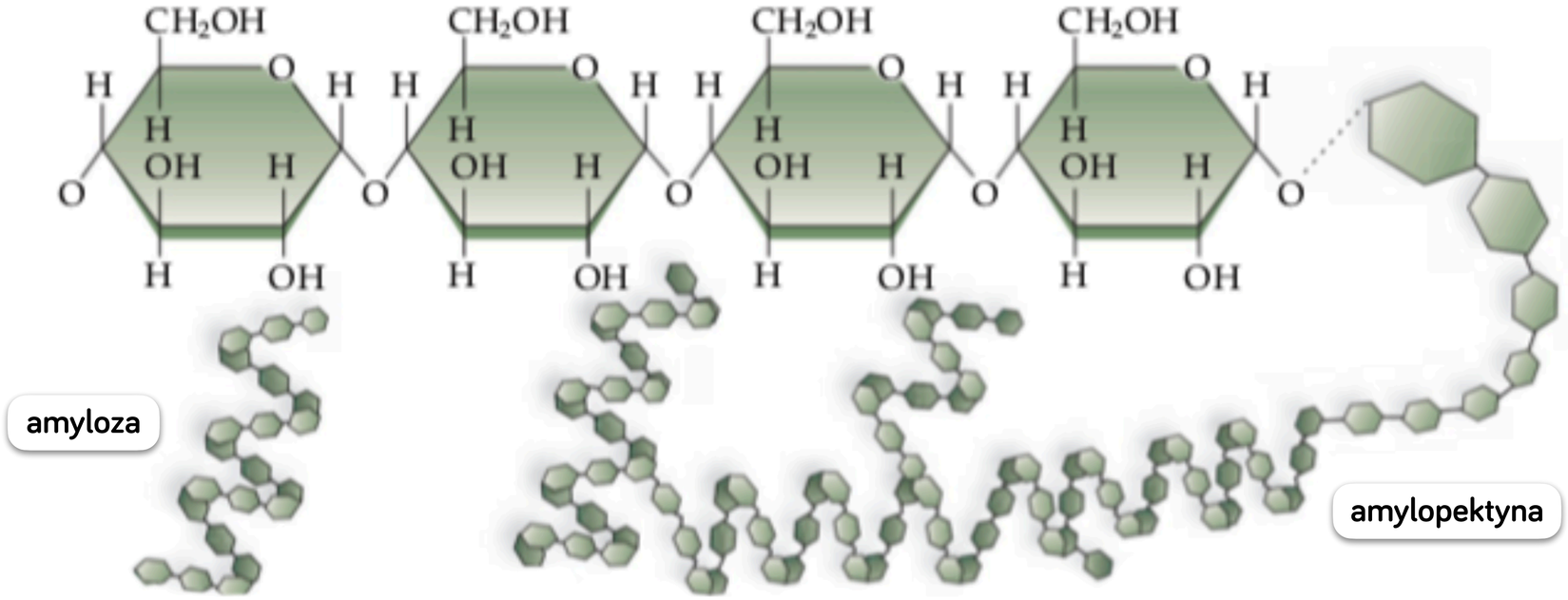
- nierozgałęzionej **amylozy** (20%)
- rozgałęzionej **amylopektyny** (80%)



Amyloza jak i amylopektyna zbudowane są z wielu tysięcy reszt **glukozy,** połączonych wiązaniami typu **alfa**.

Skrobia jest cukrem **zapasowym** u **roślin.**

BUDOWA SKROBI A JEJ FUNKCJA



Budowa skrobi jest podobna do budowy glikogenu. Skrobia jest **materiałem zapasowym**, który ze względu na obecność wiązań **α** może być stosunkowo łatwo rozłożony na monomery.

WYKRYWANIE POLISACHARYDU – SKROBI

Pociętego w plastry ziemniaka skrapiamy **jodyną** lub **płynem Lugola**.

Po chwili obserwujemy pojawienie się **granatowej** barwy.



SKROBIA POD MIKROSKOPEM





Skrobia w komórce magazynowana jest w plastydach, które nazywają się **amyloplasty**.

Ziarna skrobi w komórce roślinnej przypominają w wyglądzie muszle, ze względu na swój kształt i obecność prążków.

CZY SKROBIA MOŻE BYĆ ŹRÓDŁEM ENERGII DLA ZWIERZĄT?



Skrobia jak najbardziej może być wykorzystana przez zwierzęta jako substrat energetyczny.

Organizm zwierząt produkuje enzymy, które potrafią **rozciąć wiązanie typu alfa** występujące pomiędzy resztami glukozy. Enzymy te nazywają się **amylazami**.

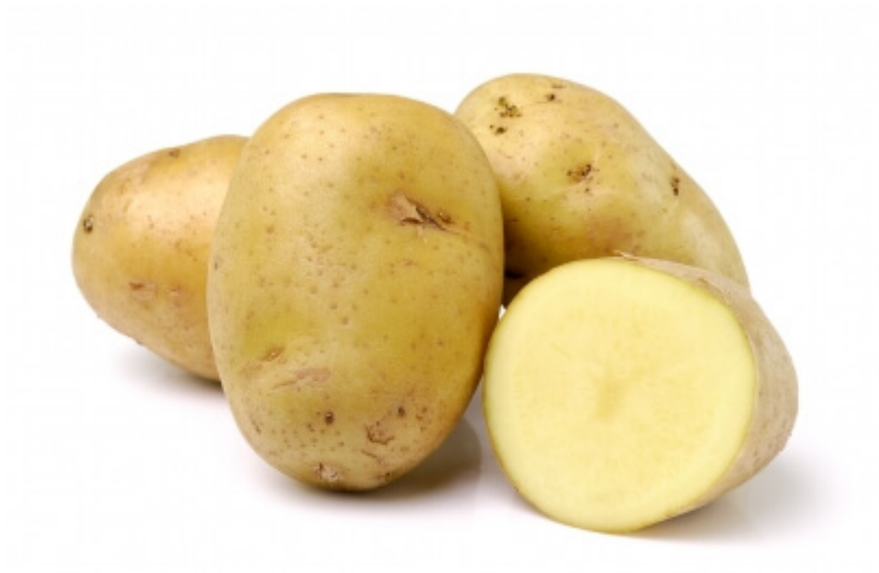
Produkowane są przez ślinianki - **amylaza ślinowa** i trzustkę - **amylaza trzustkowa**.

skrobia $\xrightarrow{\text{amylaza}}$ dekstryny $\xrightarrow{\text{amylaza}}$ maltoza $\xrightarrow{\text{maltaza}}$ glukoza

DLACZEGO SKROBIA MOŻE PEŁNIĆ FORMĘ ZAPASOWĄ U ROŚLIN?

Skrobia **nie jest cukrem osmotycznie czynnym**, więc nie spowoduje osmotycznego napływu wody to komórki, w której jest gromadzona.

Dzięki temu turgor tej komórki pozostaje niezmieniony.



ziemniak magazynuje skrobię w swoich przekształconych łodygach - **bulwach**