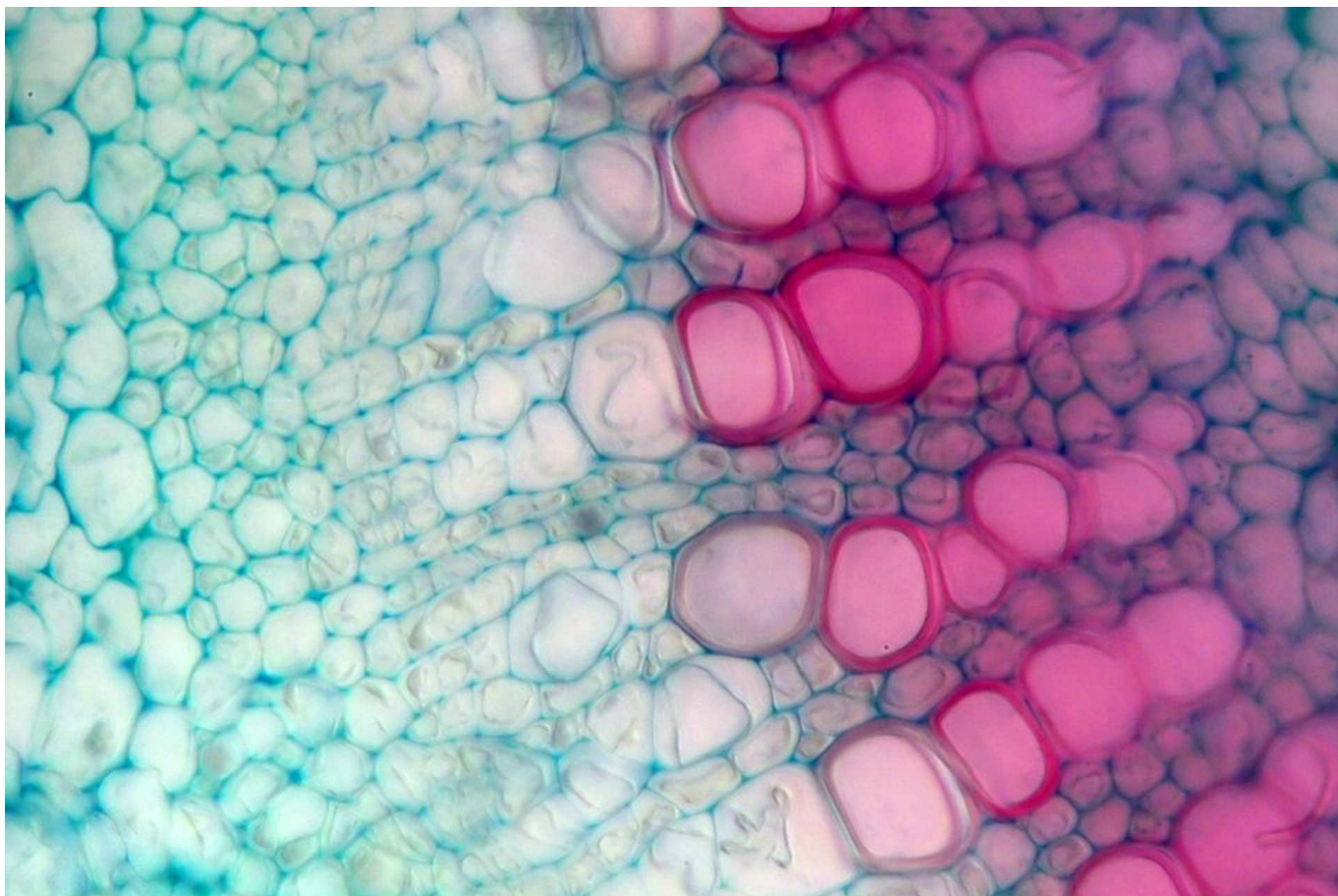
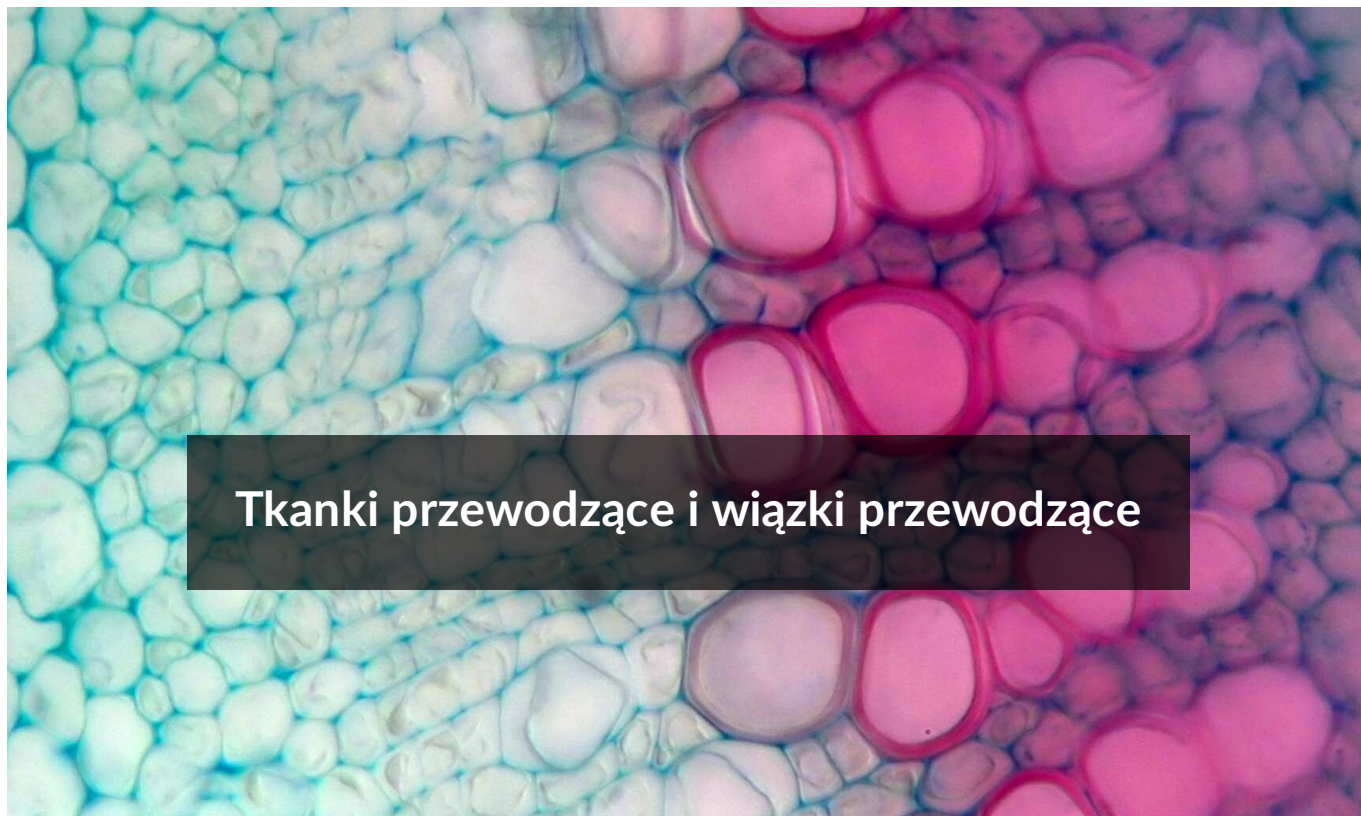




## Tkanki przewodzące i wiązki przewodzące

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



## Tkanki przewodzące i wiązki przewodzące

Wiązka przewodząca w liście jasnoty (*Lamium*). Komórki wybarwione na kolor niebieski to elementy łyka, które przewodzą produkty fotosyntezy; na czerwono wybarwiono elementy drewna przewodzące wodę i sole mineralne.

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

Stałe tkanki przewodzące, drewno (ksylem) i łyko (floem), odpowiadają za transport substancji w organizmie roślinnym, tworząc wspólne pasma – wiązki przewodzące. Elementami przewodzącymi drewna przenoszone są jednokierunkowo, w górę rośliny – od korzeni przez łodygę do liści – woda i sole mineralne. Strukturami przewodzącymi łyka odbywa się dwukierunkowy transport produktów fotosyntezy: w górę rośliny – od liści dojrzałych do młodych, kwiatów i owoców, oraz w dół – od liści dojrzałych do łodyg i korzeni, które magazynują substancje odżywcze.

### Twoje cele

- Scharakteryzujesz budowę drewna i łyka.
- Udowodnisz, że drewno i łyko to tkanki niejednorodne.
- Określisz funkcje obu rodzajów tkanki przewodzącej.
- Wykażesz związek między budową elementów przewodzących drewna i łyka a efektywnością transportu substancji.
- Opiszysz budowę i występowanie różnych rodzajów wiązek przewodzących.

# Przeczytaj

---

Tkanka przewodząca jest **tkanką stałą**, zbudowaną ze zróżnicowanych komórek pełniących określone funkcje związane z transportem substancji w organizmie roślinnym. Do tkanek przewodzących zalicza się drewno i łyko.

## Drewno (ksylem)

Drewno odpowiada za transport wody i soli mineralnych pobranych z gleby przez korzeń. Odbywa się on zawsze w jednym kierunku – w górę rośliny. U roślin wieloletnich, wczesną wiosną, po okresie spoczynku zimowego, drewno przewodzi substancje odżywcze z tkanek spichrzowych korzenia i pnia w kierunku rozwijających się pąków liściowych.



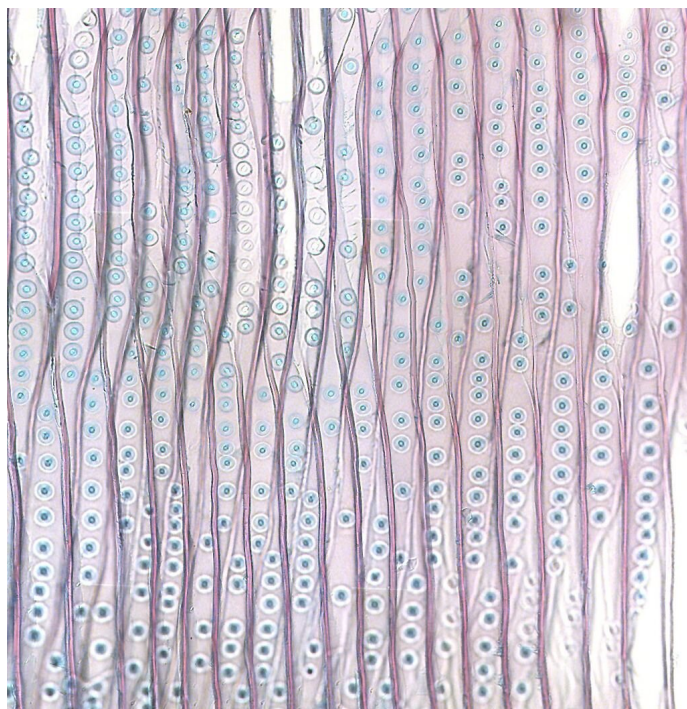
Wczesną wiosną przy nacięciu pnia wycieka płyn, tzw. sok drzewny, który zawiera: wodę, glukozę, fruktozę, sacharozę, sole mineralne – potas, wapń, magnez, mangan, żelazo, wolne aminokwasy, peptydy, polifenole i witaminy B oraz C. Soki drzewne, pozyskiwane m.in. z: brzozy (*Betula*), klonu (*Acer*), grabu (*Carpinus*) i wierzby (*Salix*), znajdują zastosowanie w przemyśle spożywczym i medycynie naturalnej.

Źródło: R adept, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

Drewno jest **tkanką niejednorodną**, zbudowaną z kilku rodzajów komórek o różnych funkcjach. W skład drewna wchodzi elementy: przewodzące – cewki i naczynia, wzmacniające – włókna drzewne oraz spichrzowe – miękisz drzewny.

## Elementy przewodzące drewna

**Cewki (tracheidy)** to komórki martwe, wydłużone, o zwężonych końcach i zdrewniałej ścianie komórkowej, w której obecne są [jamki](#). Poszczególne komórki zachodzą na siebie zwężonymi końcami i przylegają ścianami bocznymi, tworząc podłużne pasma. Cewki stanowią charakterystyczny element drewna u paprotników i roślin nagonasiennych (nagozalążkowych).

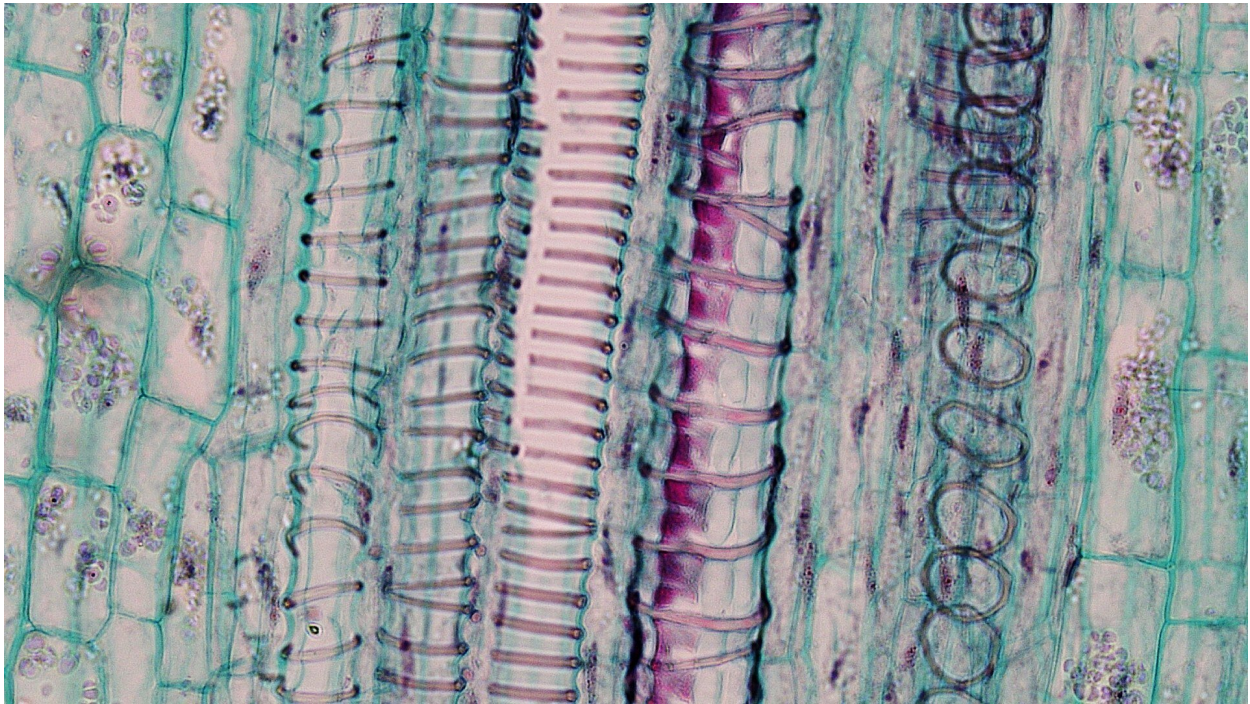


Przekrój podłużny przez cewki w drewnie rośliny nagonasiennej – jodły kalifornijskiej (*Abies concolor*).

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

**Naczynia (tracheje)** mają postać długich i stosunkowo szerokich rurek zbudowanych z wielu krótkich i cylindrycznych komórek zwanych członami. Średnica członów naczyń jest wielokrotnie większa niż średnica cewek. Dojrzałe człony naczyń to komórki martwe o zdrewniałej ścianie komórkowej z charakterystycznymi zgrubieniami. Naczynia powstają poprzez nałożenie się na siebie członów naczyń. Ściany poprzeczne, dzielące sąsiadujące ze sobą komórki, ulegają zanikowi, w wyniku czego powstają pionowe i ciągłe rury naczyniowe.

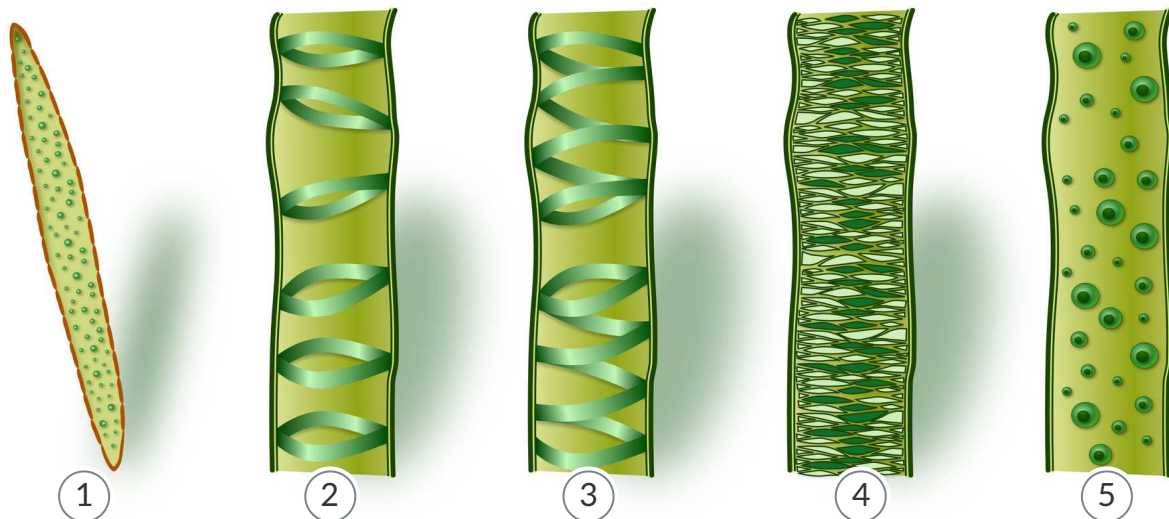
Naczynia stanowią charakterystyczny element drewna u roślin okrytonasiennych (okrytozalążkowych). W nielicznych przypadkach występują u paprotników i roślin nagonasiennych (nagozalążkowych).



Przekrój podłużny przez naczynia w drewnie rośliny okrytonasiennej – dyni zwyczajnej (*Cucurbita pepo*).

Źródło: Berkshire Community College Bioscience Image Library, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Ściana komórkowa naczyń zawiera charakterystyczne zgrubienia zbudowane z ligniny. Obecność zdrewniałych struktur wzmacnia je i zapobiega ich zapadaniu się. Duża odporność mechaniczna członów naczyń jest szczególnie istotna podczas zwiększonej transpiracji, gdy w naczyniach pojawia się wysokie podciśnienie hydrostatyczne.



1  
cewka

2 3 4 5  
naczynia o różnych zgrubieniach ścian

2

---

**Naczynie pierścieniowate** charakteryzują zgrubienia w postaci oddzielnych pierścieni.

3

---

**Naczynie spiralne** ma zgrubienia w postaci spiralnej wstęgi.

4

---

**Naczynie siatkowate** charakteryzuje się zgrubieniami w postaci poprzecznych listw tworzących sieć.

5

---

**Naczynie jamkowe** ma ścianę komórkową w całości zgrubiałą, oprócz miejsc, w których znajdują się jamki.

Elementy przewodzące drewna.

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

Cewki i naczynia to elementy przewodzące przystosowane do transportu wody i soli mineralnych – proces ten, odbywający się poprzez naczynia, jest znacznie bardziej wydajny niż transport przez cewki. Wynika to z budowy i sposobu ułożenia poszczególnych komórek: w drewnie tworzonym przez pasma cewek roztwór przepływa ciągłym, ale meandrującym strumieniem, co wydłuża czas jego przepływu. W drewnie z pionowych szeregów naczyń strumień roztworu jest ciągły, ale prosty, o krótkim czasie przepływu.

## Elementy wzmacniające drewna

**Włókna drzewne** to komórki martwe o wydłużonym kształcie i silnie zgrubiałej ścianie komórkowej, w której obecne są nieliczne jamki. Występują pojedynczo lub grupami pomiędzy innymi komórkami drewna. Obecność **ligniny** w ścianach komórkowych nadaje im sztywność i odporność mechaniczną, dlatego są one elementem wzmacniającym tkankę.



Włókna drzewne o silnie zgrubiałej ścianie komórkowej mają wysokie właściwości mechaniczne. W języku potocznym takie drewno określa się jako twarde, np. dąb, buk, jesion. Włókna drzewne o mniej zgrubiałej ścianie komórkowej mają niższe właściwości mechaniczne; są nazywane drewnem „miękkim”, np. lipa, topola i wierzba.

Źródło: thingermejig, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 2.0.

## Elementy spichrzowe drewna

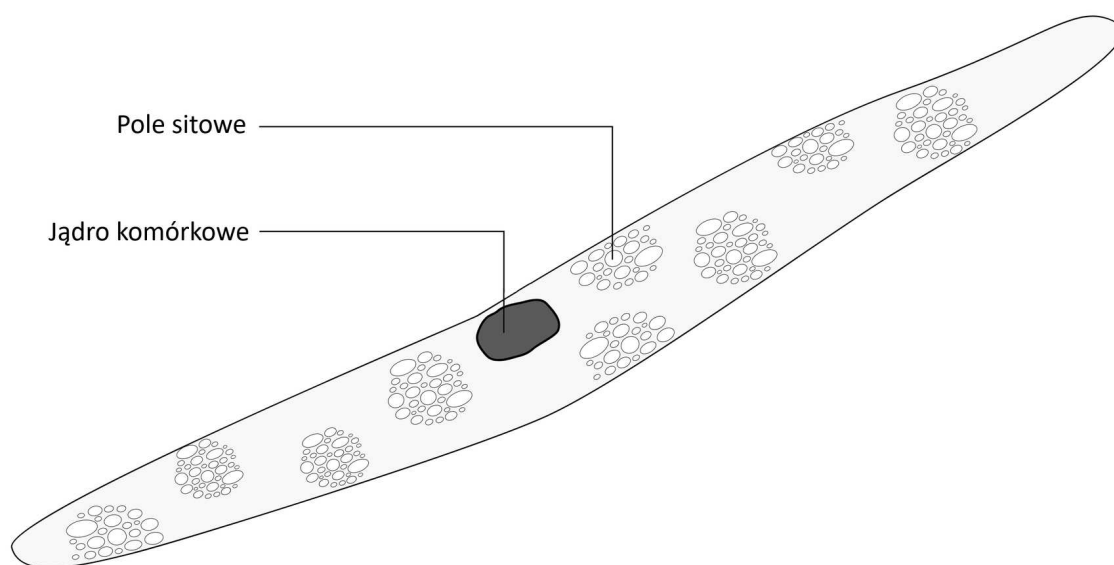
**Miękisz drzewny** to żywe komórki, które występują w postaci pasm tkanki miękiszowej pomiędzy innymi elementami drewna. Zapewniają łączność z pozostałymi tkankami organizmu roślinnego i magazynują substancje odżywcze – miękisz drzewny jest elementem spichrzowym rośliny.

## Łyko (floem)

Łyko jest tkanką niejednorodną, zbudowaną z kilku rodzajów komórek pełniących różne funkcje. Należą do niej elementy: przewodzące – komórki sitowe i rurki sitowe z komórkami towarzyszącymi; wzmacniające – włókna łykowe – oraz spichrzowe – miękisz łykowy.

## Elementy przewodzące łyka

**Komórki sitowe** to komórki żywe, wrzecionowate, o zwężonych końcach i celulozowej ścianie komórkowej, w której obecne są perforacje zwane **polami sitowymi**. Komórki rurkowe mają jeden rodzaj pól sitowych zawierających pory o jednakowej średnicy. Poszczególne komórki zachodzą na siebie zwężonymi końcami i przylegają ścianami bocznymi, tworząc podłużne pasma. Komórki sitowe stanowią charakterystyczny element łyka u paprotników i roślin nagonasiennych (nagozalążkowych).

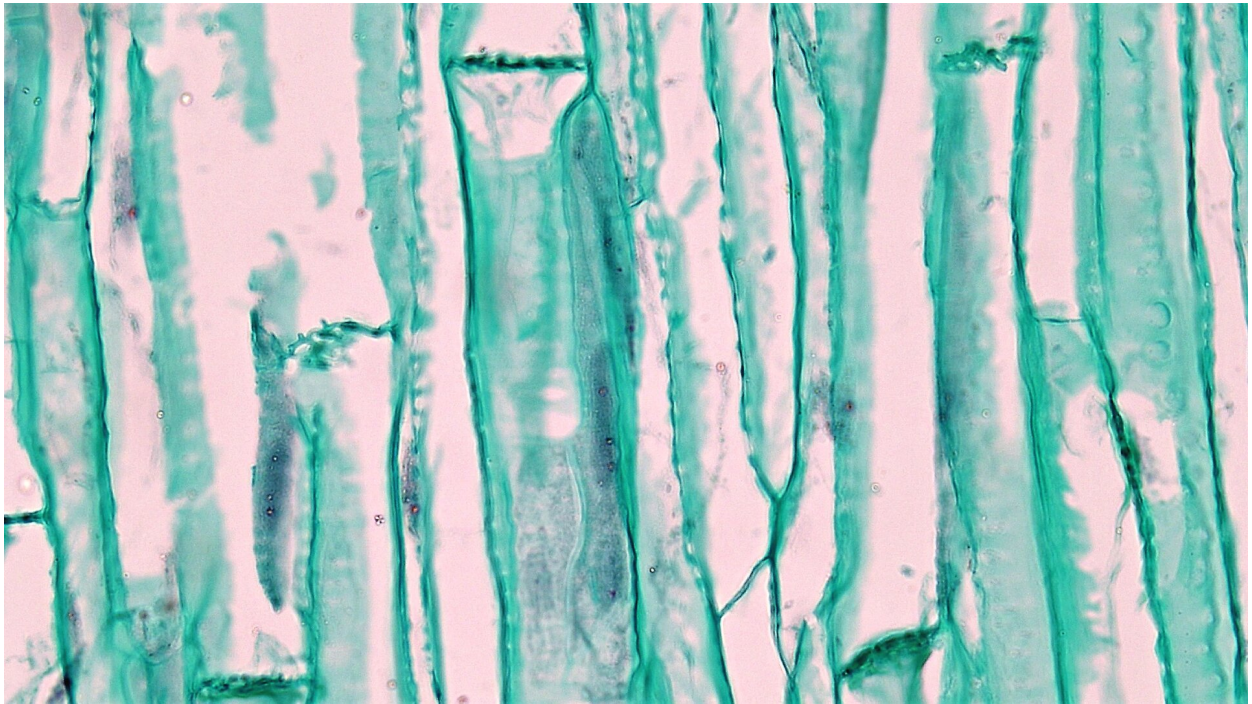


Budowa komórki sitowej. Widoczne pola sitowe rozmieszczone są nieregularnie w ścianach bocznych komórki.

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

**Rurki sitowe** mają postać długich, pionowych szeregów zbudowanych z wielu wydłużonych i wielokątnych komórek – członów. Dojrzałe człony rurek sitowych to komórki żywe o celulozowej ścianie komórkowej, pozbawione jądra komórkowego. **Protoplast** członów rurek sitowych zawiera dużą, centralnie umieszczoną wakuolę otoczoną cienką warstwą cytoplazmy, w której obecne są słabo rozwinięta siateczka śródplazmatyczna i nieliczne mitochondria.

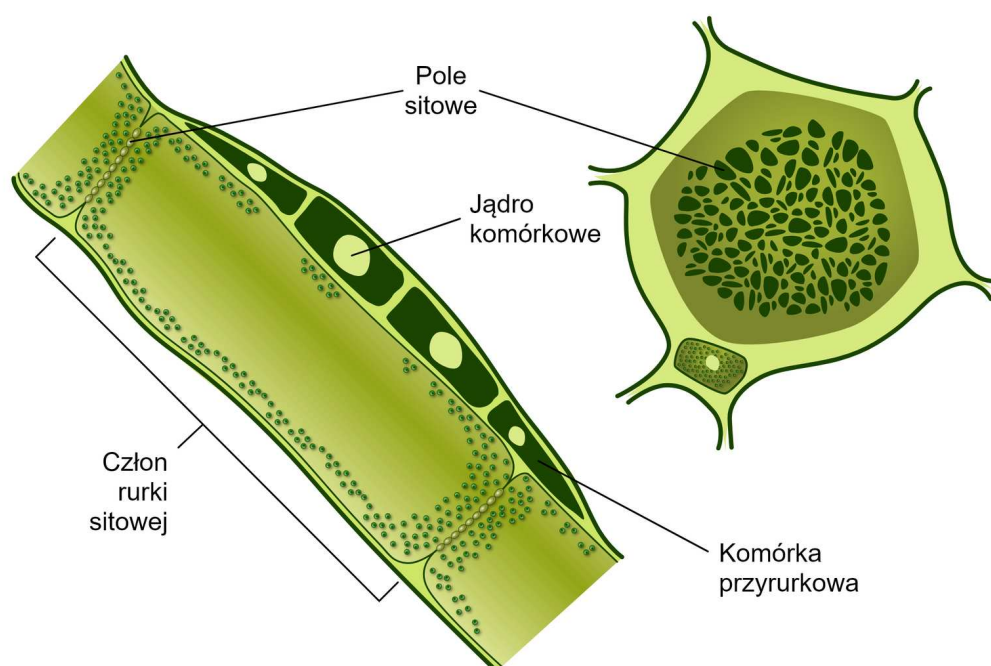
Rurki sitowe powstają poprzez nałożenie poszczególnych członów na siebie. Ściany poprzeczne mają perforacje zwane polami sitowymi, przez które przechodzą pasma cytoplazmy łączące protoplasty sąsiadujących członów rurek sitowych. W członach tych występują dwa rodzaje pól sitowych: o większych porach – w ścianach poprzecznych – oraz o mniejszych porach – w ścianach bocznych.



Przekrój podłużny przez rurki sitowe w łodydze dyni (*Cucurbita*). Zdjęcie mikroskopowe, powiększenie 400x.  
Źródło: Berkshire Community College Bioscience Image Library, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Do członów rurek sitowych ściśle przylegają **komórki przyrurkowe** (komórki towarzyszące). Są to komórki żywe, wydłużone, nieco mniejsze od członów rurek sitowych, z którymi wykazują wspólne pochodzenie. Mają jądro komórkowe i pozostałe organelle, a ich funkcją jest kontrola przewodzenia produktów fotosyntezy w członach rurek sitowych.

Rurki sitowe wraz z komórkami towarzyszącymi stanowią charakterystyczny element łyka u roślin okrytonasiennych (okrytozalążkowych).



Budowa członu rurki sitowej i komórek przyrurkowych. W ścianie poprzecznej widoczne pole sitowe z licznymi porami, przez które przenikają produkty fotosyntezy.

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

Komórki i rurki sitowe to elementy przewodzące przystosowane do transportu substancji odżywczych wyprodukowanych w procesie fotosyntezy. Transport ten jest znacznie bardziej wydajny niż odbywający się przez komórki sitowe, co wynika z budowy i sposobu ułożenia poszczególnych komórek. W łyku tworzonym przez pasma komórek sitowych roztwór przepływa ciągłym, ale meandrującym strumieniem, co wydłuża czas jego przepływu. W łyku z rurek sitowych strumień ten płynie prosto i czas jego przepływu jest krótszy.

## Elementy wzmacniające łyka

**Włókna łykowe** to komórki martwe, o wydłużonym kształcie i zdrewniałej ścianie komórkowej, w której obecne są jamki. Obecność ligniny w ścianach komórkowych nadaje komórkom sztywność i odporność mechaniczną – włókna łykowe są elementem wzmacniającym tkankę.

## Elementy spichrzowe łyka

**Miękisz łykowy** to komórki żywe, o wydłużonym kształcie i celulozowej ścianie komórkowej, w której obecne są jamki. Kontaktują się ze sobą i z komórkami towarzyszącymi za pomocą [plazmodesm](#). Miękisz łykowy tworzy pasma pomiędzy innymi komórkami floemu. Magazynuje substancje odżywcze, stanowiąc element spichrzowy.

## Wiązki przewodzące

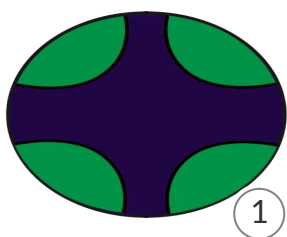
**Wiązki przewodzące** (wiązki łykodrzewne) to pasma tkanek przewodzących składające się z łyka i drewna. W zależności od położenia względem siebie [części sitowej](#) i [części naczyniowej](#) wyróżnia się wiązki przewodzące: promieniste, koncentryczne i kolateralne.

Przekrój zbudowanej z ułożonych naprzemiennie kilku warstw drewna i łyka wiązki promienistej jest okrągły. Pasma drewna układają się w kształt gwiazdy, której węższa część ramion zbudowana jest z komórek o mniejszym świetle przekroju, a szersza – o większym. Pomiedzy ramionami znajdują się pasma łyka oddzielone od drewna kilkoma warstwami miękiszu zasadniczego. Wiązki tego typu występują w korzeniach o budowie pierwotnej u roślin nagonasiennych i okrytonasiennych oraz w pędach nadziemnych niektórych widłaków.

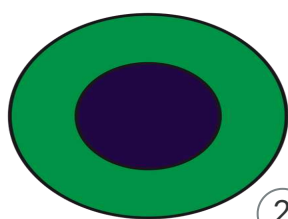
Wiązki koncentryczne są w przekroju poprzecznym okrągłe lub owalne. Jeżeli w środkowej części wiązki jedno pasmo drewna otoczone jest z zewnątrz pasmem łyka, to wiązkę tę określa się jako hadrocentryczną. Wiązki tego typu występują w pędach większości paproci. Jeżeli układ części sitowej i naczyniowej jest odwrotny, czyli w części środkowej obecne jest pasmo łyka otoczone zewnątrz pasmem drewna, wiązkę nazywa się leptocentryczną. Wiązki tego typu występują w pędach niektórych roślin jednoliściennych.

Wiązki kolateralne są w przekroju poprzecznym okrągłe, owalne lub liniowo wydłużone. Pasma drewna zwrócone jest ku środkowej części łądy; pasmo łyka – w stronę części zewnętrznej. Jeżeli pomiędzy łykiem i drewnem nie występuje kambium wiążkowe, to wiązkę określa się jako zamkniętą. Występują one

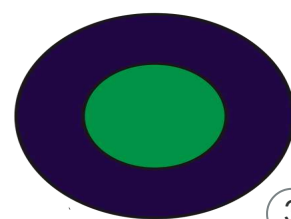
u skrzypów i roślin okrytonasiennych jednoliściennych. Jeżeli natomiast pomiędzy łykiem i drewnem obecna jest warstwa kambium wiązkowego, wiązkę nazywa się otwartą – takie spotyka się u roślin nagonasiennych i okrytonasiennych dwuliściennych. U niektórych roślin okrytonasiennych dwuliściennych występują wiązki bikolateralne, które zawierają dwa pasma łyka – zewnątrz i wewnątrz, położone po obu stronach drewna.



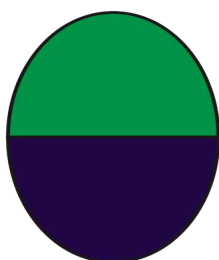
1



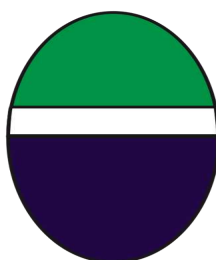
2



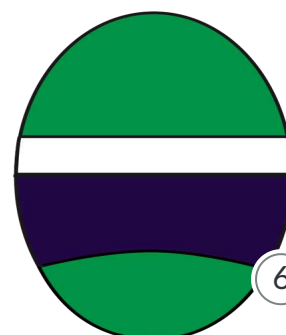
3



4



5



6

1

Wiązka promienista

2

Wiązka koncentryczna hadrocentryczna

3

Wiązka koncentryczna leptocentryczna

Wiązka kolateralna zamknięta

Wiązka kolateralna otwarta

Wiązka bikolateralna otwarta

Rodzaje wiązek przewodzących.

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

## Słownik

### **część naczyniowa**

część wiązki przewodzącej zbudowana z elementów drewna (ksylemu), przewodząca wodę i sole mineralne

### **część sitowa**

część wiązki przewodzącej zbudowana z elementów łyka (floemu), przewodząca produkty fotosyntezy

### **jamka**

otwór we wtórnej ścianie komórkowej pomiędzy sąsiadującymi komórkami roślinnymi, umożliwiający wymianę substancji

### **lignina**

inaczej drzewnik; substancja organiczna o złożonym składzie chemicznym, zbudowana z pochodnych alkoholi fenolowych; pełni funkcję wzmacniającą

### **plasmodesmy**

połączenia między sąsiednimi komórkami w tkance roślinnej; pasemka cytoplazmy przechodzące w poprzek wspólnej ściany komórkowej, łączące protoplasty komórek roślinnych

### **protoplast**

żywa, aktywna metabolicznie część komórki bez ściany komórkowej; składa się z cytozolu, cytoszkieletu i organelli komórkowych

### **pola sitowe**

obszary ściany komórkowej w komórkach sitowych łyka zawierające skupienia porów, przez które przechodzą pasma cytoplazmy łączące ze sobą protoplasty poszczególnych komórek sitowych

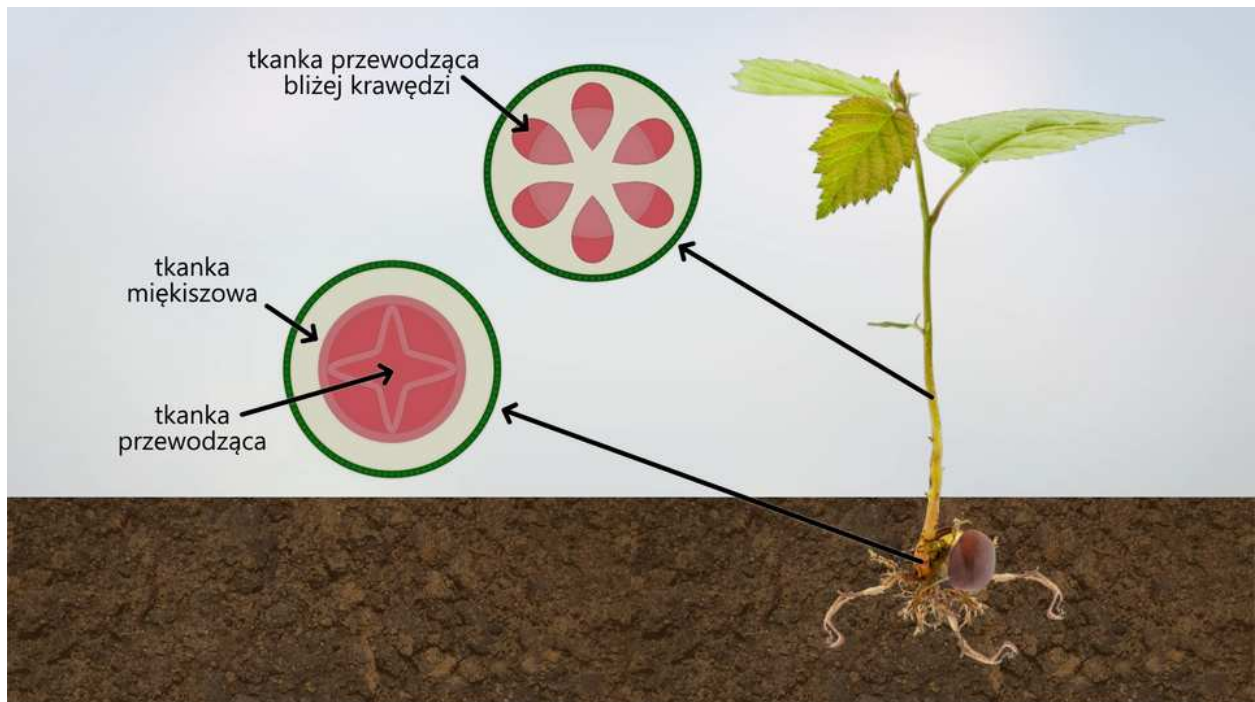
#### **tkanka niejednorodna**

rodzaj tkanki roślinnej złożonej z komórek różnego typu, wykazujących odmienną budowę, ale powiązanych ze sobą wspólną funkcją

#### **tkanka stała**

rodzaj dojrzałej tkanki roślinnej powstałej w wyniku działania merystemu pierwotnego lub wtórnego, zbudowana z komórek zróżnicowanych i przystosowanych do pełnienia określonej funkcji

# Animacja



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1c4sWIpRCKKU>

Tkanki przewodzące i wiązki przewodzące u okrytonasiennych.

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

Film nawiązujący do treści materiału pod tytułem: Tkanki przewodzące i wiązki przewodzące u okrytonasiennych.

## Polecenie 1

Obejrzyj film, a następnie wykaż, że tkanki przewodzące należą do tkanek niejednorodnych.

## Polecenie 2

Określ funkcje poszczególnych elementów drewna (ksylemu).

## Polecenie 3

Określ funkcje poszczególnych elementów łyka (floemu).

# Sprawdź się

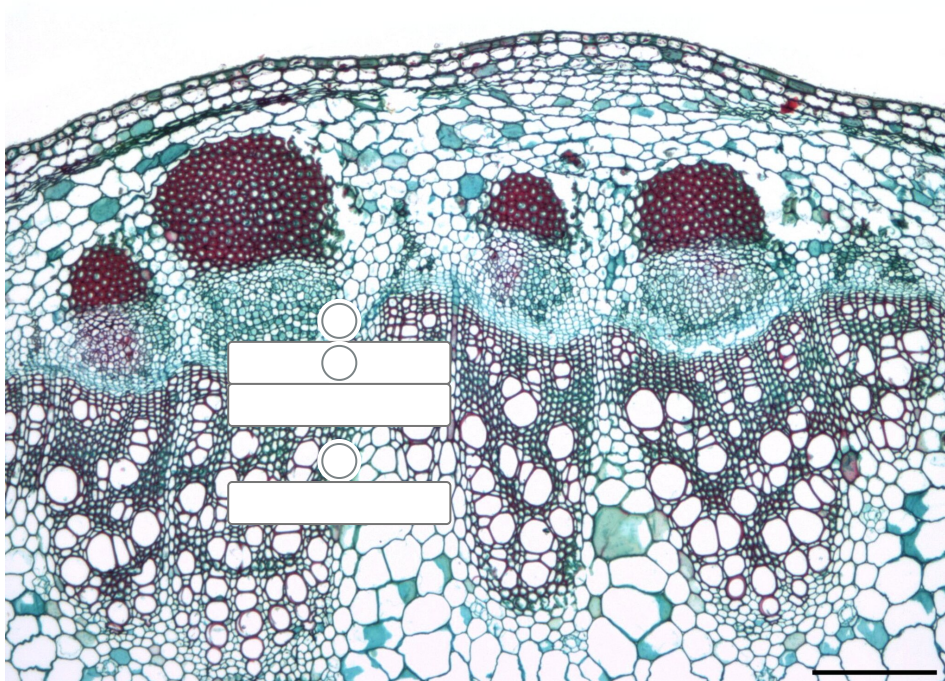
Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Zdjęcie mikroskopowe przedstawia fragment przekroju poprzecznego łodygi rośliny dwuliściennej.

Wstaw nazwy tkanek w odpowiednie miejsca na zdjęciu.



drewno

łyko

kambium

Źródło: Jon Houseman, wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

## Ćwiczenie 2



Przyporządkuj opisy odpowiednim nazwom tkanek przewodzących.

drewno

przewodzi wodę i sole mineralne

elementy przewodzące są żywe

ściany celulozowe

łyko

przewodzi produkty fotosyntezy

elementy przewodzące są martwe

ściany wysycone ligniną

## Ćwiczenie 3



Uzupełnij tabelę.

| Nazwa komórek | Cewka       | Naczynie    | Rurka sitowa | Komórka przyrurkowa |
|---------------|-------------|-------------|--------------|---------------------|
| Opis          | <div></div> | <div></div> | <div></div>  | <div></div>         |

niewielkie komórki zawierające jądro komórkowe i pozostałe organelle

komórki wrzecionowate z licznymi jamkami w ścianach bocznych

komórki cylindryczne, wydłużone, bez ścian poprzecznych

komórki cylindryczne, wydłużone, z perforowanymi ścianami poprzecznymi

## Ćwiczenie 4



Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

| Stwierdzenie                                                                    | Prawda                | Fałsz                 |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Naczynia, podobnie jak cewki, posiadają jamki w ścianach bocznych.              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Naczynia w drewnie są elementem charakterystycznym dla roślin okrytonasiennych. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Zarówno cewki, jak i naczynia nie mają protoplastu.                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Cewki, w przeciwieństwie do naczyń, mogą ulegać podziałom mitotycznym.          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

## Ćwiczenie 5



Zaznacz zdania prawdziwe.

- ☐ Komórki sitowe przewodzą asymilaty sprawniej niż rurki sitowe.
- ☐ Komórki sitowe mają jądro komórkowe, rurki sitowe są go pozbawione.
- ☐ Komórki sitowe występują u paprotników i nagonasiennych.
- ☐ Rurki sitowe są martwe – nie mają jądra komórkowego i większości organelli.

## Ćwiczenie 6

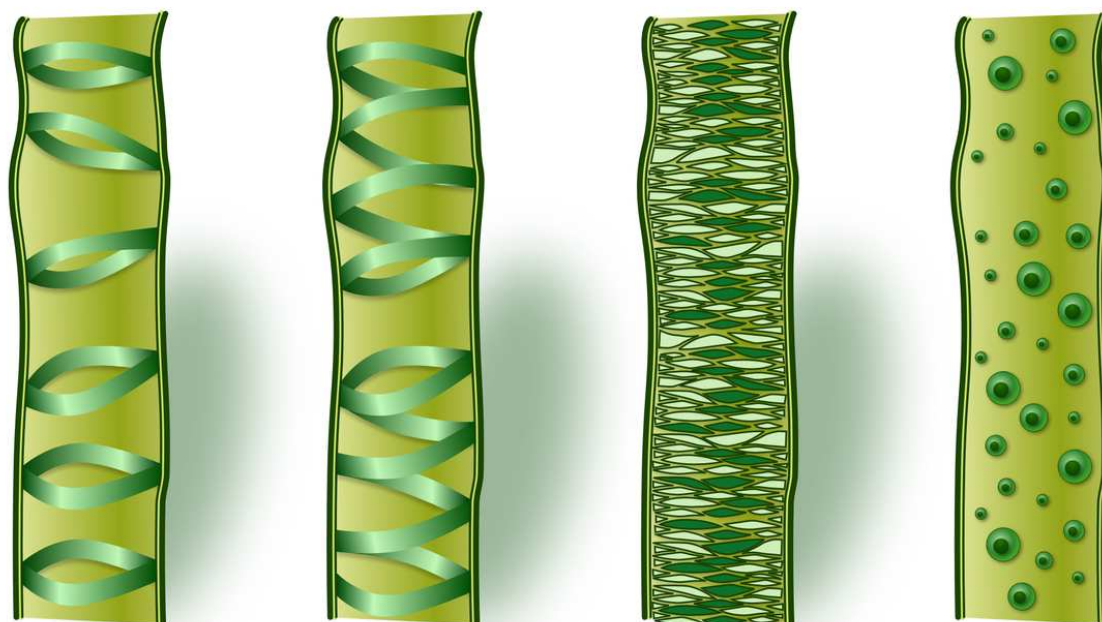


Uzupełnij tekst właściwymi określeniami, aby przedstawiał prawdziwe informacje.

W łyku    występują rurki sitowe. Są one zbudowane z członów rurek sitowych. Komórki te na skutek specjalizacji tracą jądro komórkowe, dzięki czemu  . Zyskują więcej przestrzeni do wydajnego transportu asymilatów  . Ze względu na tę modyfikację, jak również utratę innych organelli, takich jak mitochondria czy chloroplasty, nie mogą   , a w konsekwencji – kontrolować własnego metabolizmu. Tę funkcję przejmują towarzyszące im   , z którymi są połączone dzięki    .



Schemat przedstawia komórki drewna.



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

Podaj nazwę komórek widocznych na schemacie oraz określ dwa przystosowania ich budowy do pełnionej przez nie funkcji.



Elementem przewodzącym łyka (floemu) roślin okrytonasiennych są rurki sitowe. Poszczególne rurki sitowe ułożone są jedna na drugiej w długie ciągi biegnące wzdłuż organizmu roślinnego i oddzielone od siebie perforowanymi ścianami poprzecznymi, przez które przechodzą plazmodesmy. Dojrzałe rurki sitowe nie mają jądra komórkowego i większości pozostałych organelli komórkowych. Zawierają jedną, dużą, centralnie położoną wakuolę, której tonoplast ulega rozpadowi, przez co granica między zawartością wakuoli a cytoplazmą zaciera się. Wnętrze rurek sitowych wypełnia wodnisty roztwór ze słabo zróżnicowaną substancją białkową.

Rozstrzygnij, czy dojrzałe rurki sitowe są zdolne do podziałów komórkowych. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do informacji przedstawionych w tekście.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Anna Juwan

**Przedmiot:** Biologia

**Temat:** Tkanki przewodzące i wiązki przewodzące

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

**Podstawa programowa:**

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

IX. Różnorodność roślin.

2. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Uczeń:

3) rozpoznaje tkanki roślinne na preparacie mikroskopowym (w tym wykonanym samodzielnie), na schemacie, mikrofotografii, na podstawie opisu i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją;

**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):**

- Scharakteryzujesz budowę drewna i łyka.
- Udowodnisz, że drewno i łyko to tkanki niejednorodne.
- Określisz funkcje obu rodzajów tkanki przewodzącej.
- Wykażesz związek między budową elementów przewodzących drewna i łyka a efektywnością transportu substancji.
- Opiszysz budowę i występowanie różnych rodzajów wiązek przewodzących.

**Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

## Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- 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.

## Przebieg lekcji

### Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Odwołanie do wcześniejszej wiedzy.** Nauczyciel prosi chętnych uczniów o zdefiniowanie terminów „drewno (ksylem)” i „łyko (floem)” oraz przypomnienie, jakie pełnią funkcje w roślinie.

### Faza realizacyjna:

1. **Praca z tekstem.** Uczniowie indywidualnie zapoznają się z treścią z sekcji „Przeczytaj”.
2. **Mapa myśli.** Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy i prosi ich, by na podstawie e-materiału opracowali mapę myśli dotyczącą przydzielonych zagadnień:
  - grupa I i II – drewno (ksylem): budowa i funkcje;
  - grupa III i IV – łyko (floem): budowa i funkcje.Grupy otrzymują po dwa arkusze papieru A2 i na jednym z nich sporządzają mapę myśli. Następnie wybierają po dwóch ekspertów, którzy najlepiej opanowali otrzymane zagadnienia. Eksperci zamieniają się grupami (I z III, II z IV) i przekazują zdobytą wiedzę. Uczniowie z drugiej grupy robią na drugim arkuszu notatki w formie mapy myśli, porządkując informacje przekazywane przez eksperta. Po upływie wyznaczonego czasu eksperci wracają do swoich grup. Grupy prezentują wyniki swojej pracy, nauczyciel uzupełnia brakujące informacje, koryguje ewentualne błędy.
3. **Praca z multimedium („Animacja”).** Uczniowie zapoznają się z materiałem w sekcji „Animacja”. Nauczyciel czyta polecenie nr 1 („Zapoznaj się z filmem a następnie udowodnij, że tkanki przewodzące należą do tkanek niejednorodnych”) i prosi

uczniów, aby wykonali je w parach. Następnie wybrana osoba prezentuje propozycję odpowiedzi, a pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej. Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia ją, udziela też uczniom informacji zwrotnej.

4. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenie interaktywne nr 7 (w którym mają za zadanie nazwać komórki przedstawione na schemacie i podać dwa przystosowania w budowie do pełnionej przez nie funkcji), a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.
5. Uczniowie rozwiązują w grupach 4-osobowych ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie rozstrzygnąć – na podstawie tekstu źródłowego – czy rurki sitowe są zdolne do podziałów komórkowych, czy też nie), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Po jego wykonaniu następuje omówienie rezultatów na forum klasy.

#### **Faza podsumowująca:**

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 4 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
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 3 oraz 5 i 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 „Animacja” można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.