

Stosunki wodne w komórce roślinnej

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Stosunki wodne w komórce roślinnej

Fragment przekroju poprzecznego przez korzeń lili białej (*Lilium candidum*), z widocznym włośnikiem. Włośniki to wytwory ryzodermy zwiększające powierzchnię chłonną korzenia, odpowiedzialne za pobieranie wody i soli mineralnych z podłoża. Zdjęcie spod mikroskopu świetlnego, powiększenie 100×. Źródło: Berkshire Community College Bioscience Image Library, Flickr, domena publiczna.

Pobieranie i oddawanie wody jest podstawową zdolnością wszystkich komórek żywych. Miarą tej zdolności jest potencjał wody utrzymywany w roztworze wewnątrzkomórkowym. Główną rolę w procesach związanych z ruchem wody w układach biologicznych odgrywa zjawisko osmozy. Podczas osmozy cząsteczki wody przemieszczają się przez selektywnie przepuszczalną błonę komórkową zgodnie z gradientem potencjału wody. Zatem kierunek przepływu wody odbywa się z miejsca o wyższym potencjale wody do miejsca o niższym potencjale wody. Rośliny pobierają wodę z podłoża przez korzenie, w których komórkach panuje niższy potencjał wody niż w roztworze glebowym. Dzięki zjawisku osmozy i różnicy potencjałów wody w układzie gleba-roślina woda samoczynnie napływa do organizmu rośliny.

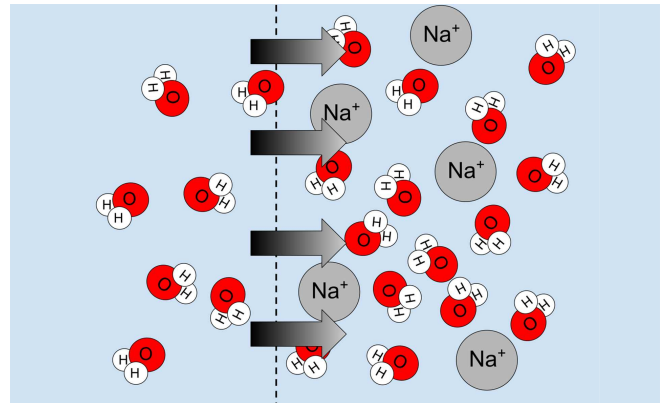
Twoje cele

- Scharakteryzujesz zjawisko osmozy w fizycznym układzie osmotycznym.
- Wykażesz związek kierunku osmotycznego przepływu wody z gradientem potencjału wody między roztworami wodnymi rozdzielonymi błoną półprzepuszczalną.
- Udowodnisz, że komórka roślinna i jej otoczenie stanowią biologiczny układ osmotyczny.
- Podasz wzór na potencjał wody w komórce roślinnej.
- Przedstawisz składowe potencjału wody w komórce roślinnej.

Przeczytaj

Osmoza

Osmoza to szczególny rodzaj **dyfuzji**, polegający na samorzutnym przenikaniu cząsteczek wody przez **błonę półprzepuszczalną**. W układzie osmotycznym, w którym błona półprzepuszczalna rozdziela dwa roztwory wodne różniące się stężeniem substancji rozpuszczonej, przemieszczanie się wody następuje zgodnie z gradientem stężenia wody. Oznacza to, że woda przenika z miejsca o dużym stężeniu wody do miejsca o małym stężeniu wody. Roztwór wodny wykazujący duże stężenie wody ma jednocześnie małe stężenie substancji rozpuszczonej i nazywany jest **roztworem hipotonicznym**. Natomiast roztwór wodny wykazujący małe stężenie wody ma jednocześnie duże stężenie substancji rozpuszczonej i nazywany jest **roztworem hipertonicznym**. Zatem woda przepływa z roztworu hipotonicznego do roztworu hipertonicznego.



Schemat przedstawia zjawisko osmozy – dyfuzji wody przez błonę półprzepuszczalną. Błona półprzepuszczalna to membrana biologiczna lub syntetyczna przepuszczalna dla niewielkich cząsteczek rozpuszczalnika (wody) i nieprzepuszczalna dla większych cząsteczek lub jonów substancji rozpuszczonej w rozpuszczalniku. Źródło: Kade Kneeland, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

Osmoza a potencjał wody

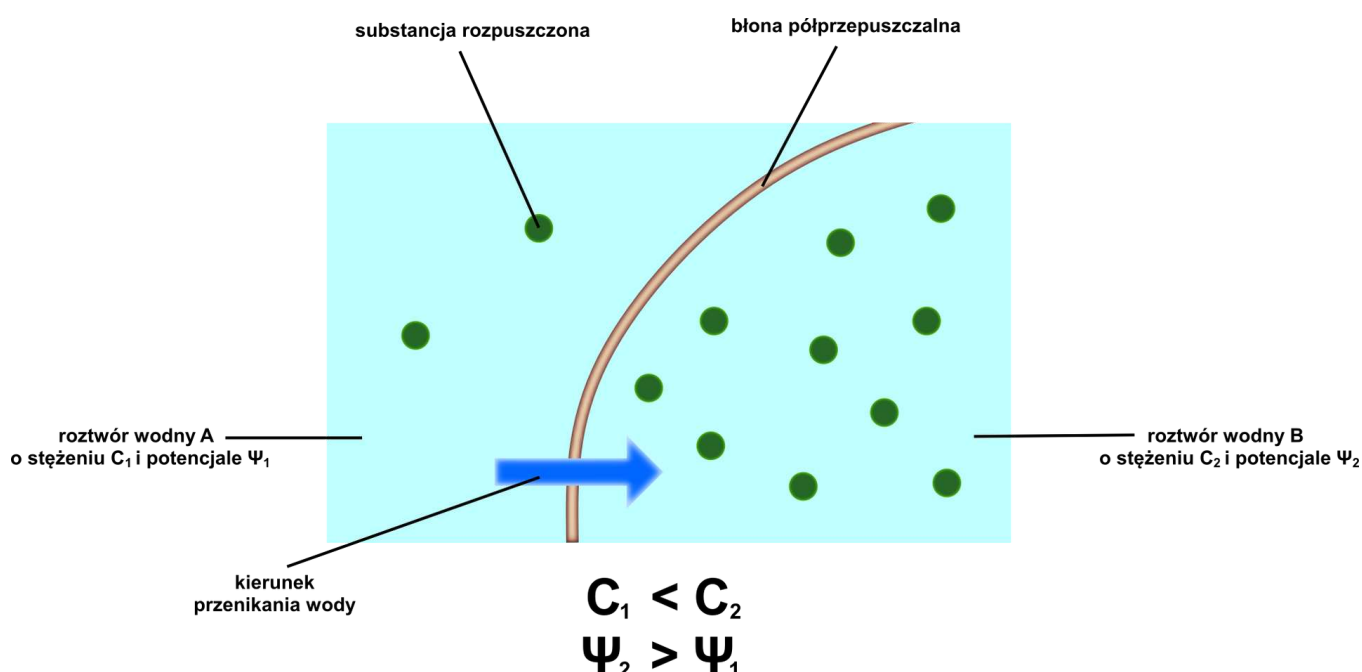
Miarą zdolności cząsteczek wody do przenikania przez błonę półprzepuszczalną jest **potencjał wody**. Symbolem potencjału wody jest grecka litera psi – Ψ , a jednostką paskal – Pa. Potencjał czystej wody w warunkach normalnego ciśnienia atmosferycznego (o wartości 1013 hPa) i temperatury 25°C wynosi zero. Potencjał wody w roztworze jest niższy od potencjału czystej wody, czyli przyjmuje wartości poniżej zera (wartości ujemne). Dzieje się tak dlatego, że w roztworze obecne są **substancje osmotycznie czynne**, które powodują

obniżenie potencjału wody. Roztwory wodne różniące się stężeniem rozpuszczonej substancji będą różniły się także potencjałem wody:

1. Roztwór o niskim stężeniu substancji rozpuszczonej ma wyższy potencjał wody (wartość mniej ujemną).
2. Roztwór o wyższym stężeniu substancji rozpuszczonej ma niższy potencjał wody (wartość bardziej ujemną).

Ważne!

Przepływ wody przez błonę półprzepuszczalną zawsze odbywa się zgodnie z gradientem potencjału wody, czyli z miejsca o wyższym potencjale wody do miejsca o niższym potencjale wody.



Woda przenika z roztworu A do roztworu B, ponieważ roztwór A ma wyższy potencjał wody, a roztwór B ma niższy potencjał wody. Osmotyczny przepływ wody trwa do czasu wyrównania potencjałów wody w roztworach po obu stronach błony półprzepuszczalnej.

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

Komórka roślinna jako układ osmotyczny

Komórka roślinna stanowi układ osmotyczny, w którym roztwór wewnątrzkomórkowy – czyli silnie uwodniony **cytozol** i **sok wakuolarny** – jest oddzielony selektywnie przepuszczalną błoną komórkową od roztworu zewnątrzkomórkowego. Dla pojedynczej komórki roślinnej roztworem zewnątrzkomórkowym może być:

- roztwór glebowy – jeśli komórka styka się z glebą, np. komórka **ryzodermy**;
- roztwór obecny w przestrzeniach międzykomórkowych – jeśli dana komórka współtworzy tkankę;
- **protoplast** innej komórki – jeśli dana komórka sąsiaduje z drugą komórką roślinną.

Na potencjał wody w komórce roślinnej mają wpływ substancje osmotycznie czynne znajdujące się w cytozolu i soku wakuolarnym, takie jak: jony nieorganiczne, monosacharydy, oligosacharydy, kwasy organiczne i aminokwasy. Rozpuszczenie tych substancji powoduje obniżenie potencjału wody w komórce.

Potencjał wody w komórce roślinnej

Potencjał wody jest miarą zdolności komórki do pobierania lub oddawania wody na drodze osmozy. Wartość potencjału wody w komórce roślinnej zależy od potencjału osmotycznego i potencjału ciśnienia turgorowego. Zależność tę opisuje równanie:

$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$$

gdzie:

Ψ_w to potencjał wody

Ψ_s to potencjał osmotyczny

Ψ_p to potencjał ciśnienia turgorowego

Potencjał osmotyczny

Obecność substancji osmotycznie czynnych w roztworze wewnątrzkomórkowym powoduje powstanie tzw. **ciśnienia osmotycznego**, czyli siły, z jaką cząsteczki rozpuszczonych substancji przyciągają wodę przez błonę komórkową. Wartość ciśnienia osmotycznego zależy od stężenia roztworu – im wyższe stężenie roztworu wewnątrzkomórkowego, tym większe ciśnienie osmotyczne, czyli siła, z jaką komórka pobiera wodę ze środowiska. Zdolność cząsteczek wody do przenikania przez selektywnie przepuszczalną błonę komórkową nazywa się **potencjałem osmotycznym**. Potencjał osmotyczny jest w rzeczywistości potencjałem wody w roztworze i dlatego przyjmuje wartość ujemną.

Potencjał ciśnienia turgorowego

Osmotyczny napływ wody do wnętrza komórki roślinnej sprawia, że roztwór wewnątrzkomórkowy zwiększa swoją objętość. W efekcie protoplast komórki naciska na ścianę komórkową, wywierając tzw. **ciśnienie turgorowe**. Początkowo elastyczna ściana komórkowa ulega rozciągnięciu, jednak z czasem pojawiające się napięcia i mechaniczna wytrzymałość powodują, że ściana komórkowa wywiera nacisk na protoplast komórki, przeciwdziałając osmotycznemu napływowi wody. Stan napięcia ściany komórkowej nazywa się **turgorem**, a nacisk, jaki napięta ściana wywiera na protoplast komórki, to **potencjał ciśnienia turgorowego**. Potencjał ciśnienia turgorowego przyjmuje:

- wartość dodatnią – dla komórek w pełni uwodnionych, nasyconych wodą;
- wartość zerową – dla komórek odwodnionych, splazmolizowanych;
- wartość ujemną – dla komórek przewodzących wodę w drewnie (**ksylemie**).

Wartość potencjału wody w komórkach roślinnych

Potencjał wody w komórkach roślinnych jest na ogół mniejszy od 0 i przyjmuje wartości ujemne, np. w stosunkowo dobrze uwodnionych komórkach waha się od $-0,1$ do $-1,0$ MPa. Wyjątek stanowią komórki w stanie pełnego turgoru, których potencjał wody wynosi 0 MPa. Wartość potencjału wody w komórce roślinnej nie jest wartością stałą.

Słownik

błona półprzepuszczalna

błona biologiczna lub syntetyczna, przepuszczalna dla niewielkich cząsteczek rozpuszczalnika i nieprzepuszczalna dla większych cząsteczek lub jonów substancji rozpuszczonej w rozpuszczalniku

cytozol

wodny, koloidalny roztwór substancji nieorganicznych i organicznych, wypełniający wnętrze komórki; wraz z unoszącymi się organelami tworzy cytoplazmę komórki

drewno (ksylem)

(gr. *ksylos* – drewno) niejednorodna tkanka przewodząca; występuje u roślin naczyniowych; transportuje wodę i sole mineralne

dyfuzja

rodzaj transportu błonowego; odbywa się przez dwuwarstwę fosfolipidową błony komórkowej zgodnie z gradientem stężenia substancji podlegającej transportowi
protoplast

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

ryzoderma

pierwotna tkanka okrywająca podziemne części rośliny; tkanka niejednorodna, której wytworem są włosniki

sok wakuolarny

wodny roztwór jonów nieorganicznych i związków organicznych, wypełniający wnętrze wakuoli komórki roślinnej

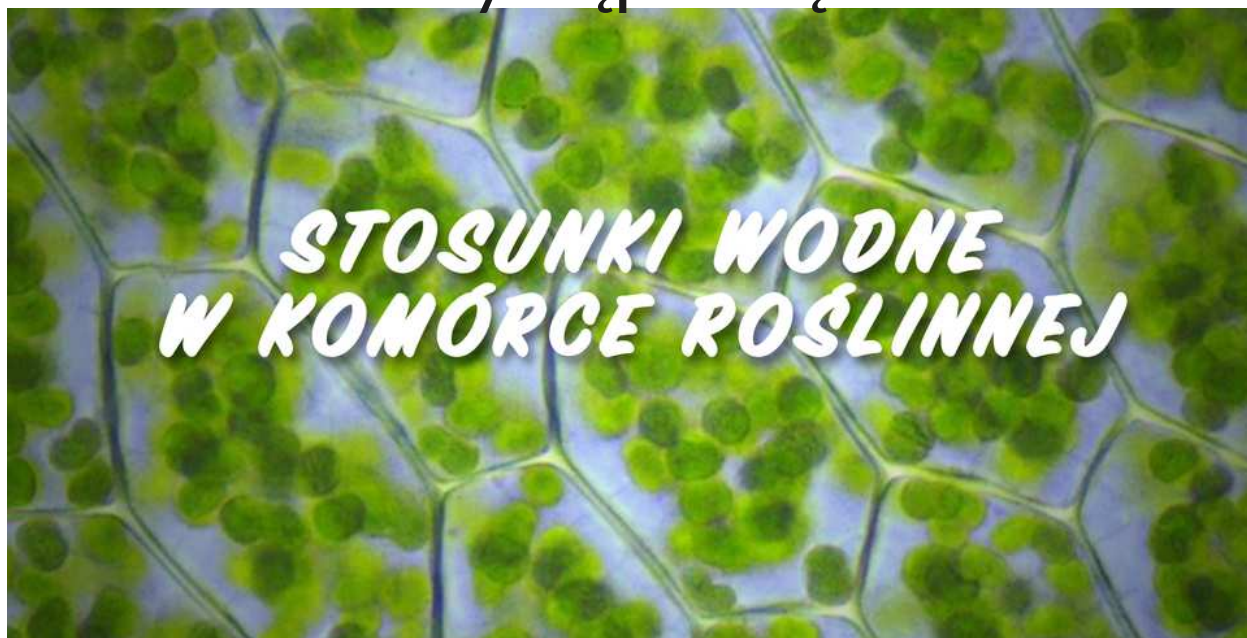
substancje osmotycznie czynne

substancje rozpuszczone w wodzie, takie jak: jony nieorganiczne, monosacharydy, oligosacharydy, kwasy organiczne i aminokwasy, których obecność powoduje powstanie ciśnienia osmotycznego wywołującego ruch cząsteczek wody na zasadzie osmozy

turgor

stan napięcia ściany komórkowej komórki roślinnej, wywołany obecnością ciśnienia turgorowego; efektem jest jędrność komórki umożliwiająca zachowanie kształtu

Wystąpił błąd



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1OjLhSQ0lUP6>

Stosunki wodne w komórce roślinnej

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

Nagranie filmowe pod tytułem *Stosunki wodne w komórce roślinnej*.

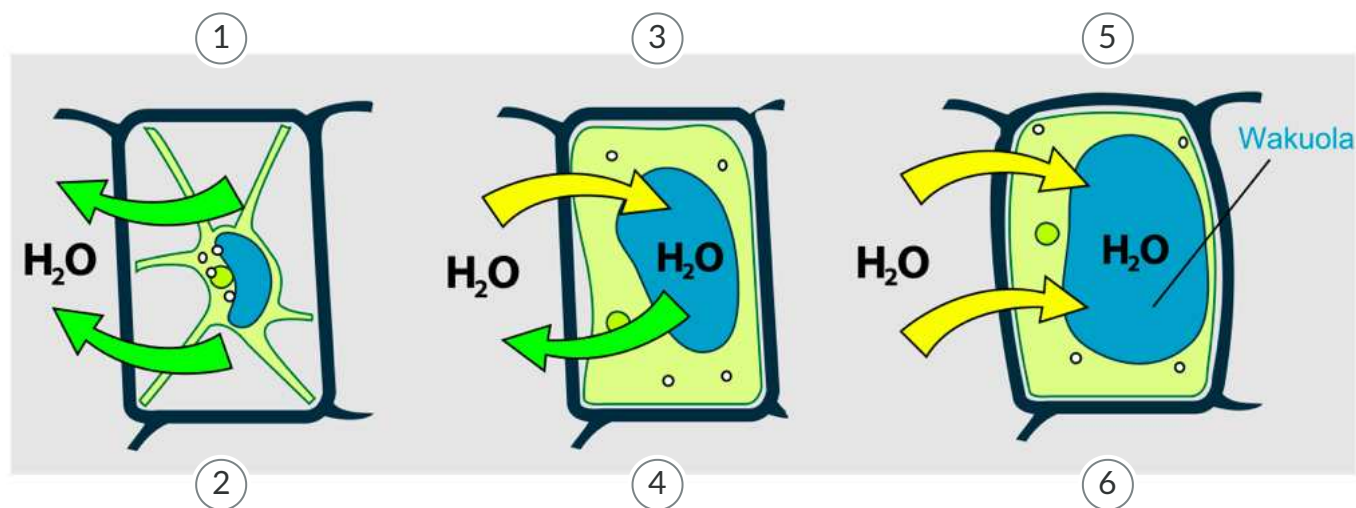
Polecenie 1

Polecenie 2

Polecenie 3

Grafika interaktywna

Osmoza w komórkach roślinnych



1

Roztwór hipertoniczny

Komórka roślinna umieszczona w roztworze hipertonicznym oddaje wodę na zasadzie osmozy. Woda przemieszcza się z komórki do roztworu zewnątrzkomórkowego.

2

Komórka oddaje wodę do roztworu zewnątrzkomórkowego, ponieważ między komórką a środowiskiem zewnętrznym istnieje gradient potencjału wody. Komórka ma wyższy potencjał wody, a roztwór zewnątrzkomórkowy ma niższy potencjał wody. W miarę ubytku wody w komórce potencjał osmotyczny staje się bardziej ujemny, a potencjał turgorowy maleje do 0. W efekcie potencjał wody w komórce maleje. Skutkiem osmotycznej utraty wody jest zjawisko plazmolizy, czyli sytuacji, w której protoplast komórki się obkurcza, a błona komórkowa odstaje od ściany komórkowej.

3

Roztwór izotoniczny

Komórka roślinna umieszczona w roztworze izotonicznym wymienia wodę na zasadzie osmozy. Jednakowa ilość wody przemieszcza się z komórki do roztworu zewnątrzkomórkowego i w kierunku przeciwnym, czyli z roztworu zewnątrzkomórkowego do komórki.

4

Komórka i roztwór zewnątrzkomórkowy pozostają w stanie równowagi dynamicznej, ponieważ między komórką a środowiskiem zewnętrznym nie występuje gradient potencjału wody. Komórka i roztwór zewnątrzkomórkowy mają taką samą wartość potencjału wody.

5

Roztwór hipotoniczny

Komórka roślinna umieszczona w roztworze hipotonicznym pobiera wodę na zasadzie osmozy. Woda przemieszcza się z roztworu zewnątrzkomórkowego do komórki.

6

Komórka pobiera wodę z roztworu zewnątrzkomórkowego, ponieważ między komórką a środowiskiem zewnętrznym jest obecny gradient potencjału wody. Komórka ma niższy potencjał wody, a roztwór zewnątrzkomórkowy ma wyższy potencjał wody. W miarę napływu wody do komórki potencjał osmotyczny staje się mniej ujemny, a potencjał turgorowy rośnie do wartości dodatnich. Skutkiem osmotycznego napływu wody jest uzyskanie stanu pełnego turgoru.

Komórka w roztworze hipertonicznym, izotonicznym i hipotonicznym. Woda przemieszcza się zgodnie z różnicą stężeń, czyli z gradientem potencjału wody, od komórki o wyższym potencjale (tzn. mniej ujemnym) do komórki o potencjale niższym (tzn. bardziej ujemnym).

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

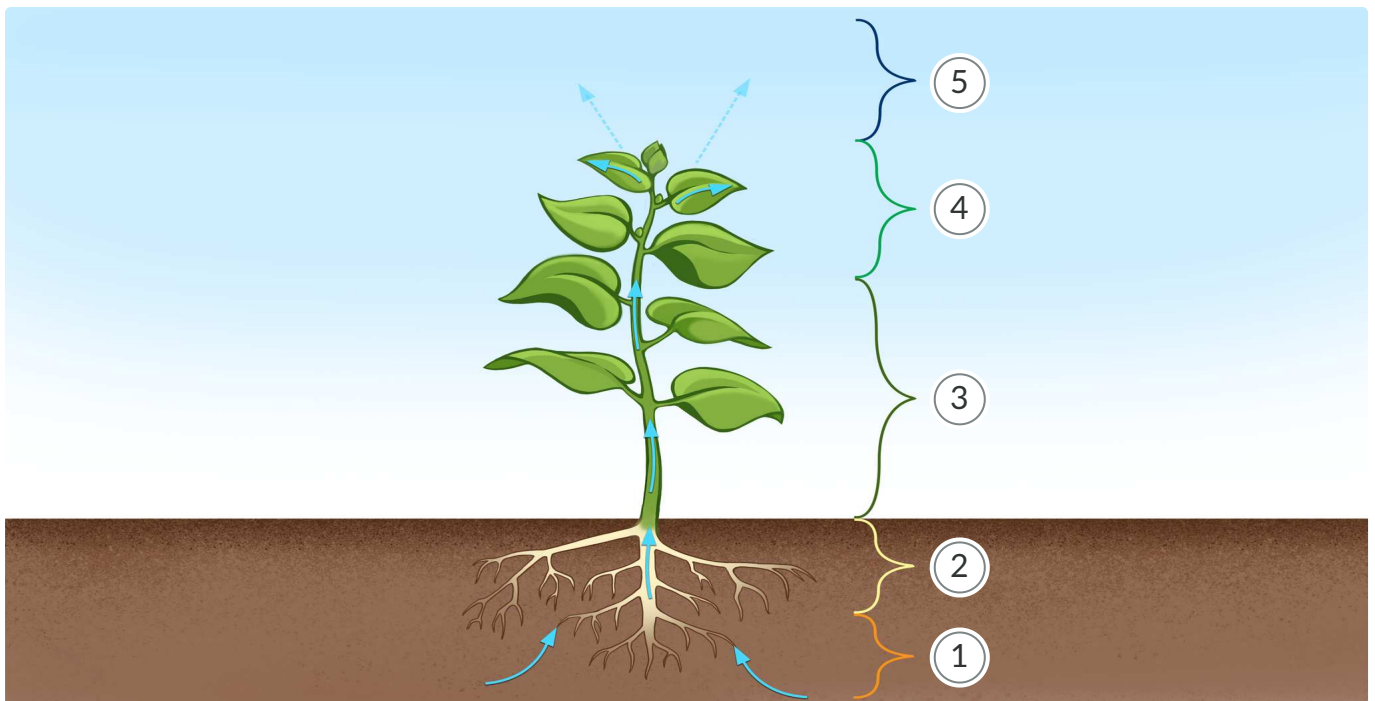
Polecenie 1

Rozstrzygnij, w jakim roztworze – hipertonicznym czy hipotonicznym – należy umieścić komórkę splazmolizowaną, aby zaobserwować zjawisko deplazmolizy. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do gradientu potencjału wody oraz kierunku przepływu wody między komórką a środowiskiem zewnętrznym.

Polecenie 2

Udowodnij, że komórka zwierzęca nie może ulec plazmolizie. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do budowy komórki zwierzęcej.

Potencjał wodny



1

Roztwór glebowy

$$\Psi_w = -0,1 \text{ MPa}$$

2

Korzeń

$$\Psi_w = -0,4 \text{ MPa}$$

3

Łodyga

$$\Psi_w = -0,7 \text{ MPa}$$

4

Liść

$$\Psi_w = -1,5 \text{ MPa}$$

5

Atmosfera

$$\Psi_w = -80 \text{ MPa}$$

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

Polecenie 3

Wyjaśnij zależność między gradientem potencjału wody w układzie gleba-roślina a zdolnością rośliny do pobierania wody z podłoża.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Stosunki wodne w komórce roślinnej

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

IX. Różnorodność roślin.

3. Gospodarka wodna i odżywianie mineralne roślin. Uczeń:

3) wykazuje związek zmian potencjału osmotycznego i potencjału wody z otwieraniem i zamykaniem szparek; planuje i przeprowadza doświadczenie porównujące zagęszczenie (mniejsze, większe) i rozmieszczenie (górną, dolną stronę blaszki liściowej) aparatów szparkowych u roślin różnych siedlisk;

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 zjawisko osmozy w fizycznym układzie osmotycznym.
- Wykażesz związek kierunku osmotycznego przepływu wody z gradientem potencjału wody między roztworami wodnymi rozdzielonymi błoną półprzepuszczalną.
- Udowodnisz, że komórka roślinna i jej otoczenie stanowią biologiczny układ osmotyczny.
- Podasz wzór na potencjał wody w komórce roślinnej.
- Przedstawisz składowe potencjału wody w komórce roślinnej.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem;
- analiza grafiki interaktywnej;
- gra dydaktyczna;
- śniegowa kula;
- mapa myśli.

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;
- telefony z dostępem do internetu.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel wyświetla film zawarty w e-materiale. Następnie pyta uczniów, w jaki sposób rośliny pobierają wodę z podłoża.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z tekstem.** Uczniowie indywidualnie zapoznają się z treścią e-materiału w sekcji „Przeczytaj” i zapisują na kartkach minimum trzy pytania do tekstu. Przedstawiają propozycje pytań nauczycielowi, który w razie potrzeby odrzuca niektóre z nich lub proponuje nowe (np. by się nie powtarzały). Uczniowie wybierają 25 pytań, które zostają umieszczone w urnie. Następnie dzielą się na 5 grup, losują 5 pytań z puli i przygotowują odpowiedzi. Zespół, który jest gotowy, zgłasza się i przedstawia rezultaty swojej pracy. Pozostali uczniowie wraz z nauczycielem weryfikują poprawność udzielonych odpowiedzi.
2. **Praca z multimedium („Film”).** Uczniowie rozwiązują polecenia do filmu metodą kuli śniegowej.

Nauczyciel objaśnia kolejne etapy pracy:

- 1) najpierw uczniowie będą indywidualnie opracowywać odpowiedzi na zadane pytania;
 - 2) potem połączą się w pary i porównają swoje propozycje, a na osobnej kartce zapiszą wspólne odpowiedzi;
 - 3) kolejnym krokiem będzie połączenie się par w czwórki, które – jak poprzednio – skonfrontują swoje odpowiedzi;
 - 4) uczniowie utworzą 8-osobowe zespoły i znów porównają swoje propozycje;
 - 5) przedstawiciele poszczególnych zespołów 8-osobowych prezentują na forum klasy uzgodnione w grupie odpowiedzi.
- 3. Praca z drugim multimedium („Grafika interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla grafikę interaktywną pt. „Osmoza w komórkach roślinnych” i pyta uczniów, jaki rodzaj transportu został na niej przedstawiony. Następnie prosi podopiecznych, by pracując w parach, wykazali, że komórka zwierzęca nie może ulegać plazmolizie (polecenie nr 2). Uczniowie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą.
4. Uczniowie indywidualnie analizują grafikę interaktywną przedstawiającą potencjał wody i wyjaśniają zależność między gradientem potencjału wody w układzie gleba-roślina a zdolnością rośliny do pobierania wody z podłoża (polecenie nr 3). Następnie porównują swoją odpowiedź z osobą z pary.

Faza podsumowująca:

1. 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 notatkę z lekcji w formie mapy myśli.
2. Dla chętnych: Wykonaj polecenie nr 1 do grafiki interaktywnej.

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:

- Uczniowie mogą wykorzystać multimedium z sekcji „Film” w celu przygotowania się do lekcji powtórkowej.