


## Rola błony komórkowej i tonoplastu w regulacji bilansu wodnego komórki

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





## Rola błony komórkowej i tonoplastu w regulacji bilansu wodnego komórki

Tonoplast, określany też jako błona wakuoli, oddziela sok komórkowy od cytoplazmy.

Źródło: Mnolf, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Roślina gospodaruje swoimi zasobami wodnymi na poziomie komórki poprzez sprawnie działające błony biologiczne. W błonach tych występują specjalne kanały białkowe transportujące wodę – to **akwaporyny**, dzięki którym dyfuzja wody przez błony zachodzi nawet dziesięć razy szybciej niż transport jonów i innych cząsteczek. Które błony biologiczne są w największym stopniu zaangażowane w regulację bilansu wodnego rośliny?

### Twoje cele

- Wyjaśnisz rolę błony komórkowej i tonoplastu w procesach osmotycznych.
- Przedstawisz znaczenie wakuoli w funkcjonowaniu komórki roślinnej.
- Scharakteryzujesz bilans wodny komórki roślinnej.

# Przeczytaj

---

## Potencjał wody

Roślina pobiera wodę z gleby za pomocą korzeni – siła wytworzona dzięki różnicy [potencjałów wody](#) zasysa ją w górę organizmu. Potencjał ten spada na kolejnych odcinkach drogi pokonywanej przez wodę: najwyższy panuje w glebie, obniża się w korzeniach, łodydze i liściach, a najniższy jest w atmosferze.

Przepływ wody przez roślinę i wysokość potencjału wody w układzie gleba–roślina–atmosfera ( $\Psi_w$  – potencjał wody, MPa – megapaskal, jednostka potencjału wody).

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

Zarządzanie zasobami wodnymi – czyli wykorzystywanie wody do różnych celów, pobieranie jej nowych porcji i pozbywanie się nadmiaru – zachodzi w komórce roślinnej. Gospodarkę tę nazywa się **bilansem wodnym**. Zależy on od wielu czynników i jest regulowany głównie przez tonoplast i błonę komórkową. Bilans wodny może być dodatni lub zerowy. Bilans dodatni występuje, gdy komórka pobiera więcej wody, niż traci. Bilans zerowy występuje, gdy tyle samo wody dostaje się do komórki i wydostaje z niej.

Więcej informacji znajdziesz w e-materiałach:

- [Bilans wodny rośliny](#);
- [Pobieranie wody i soli mineralnych z gleby przez rośliny](#);
- [Transport wody i soli mineralnych w roślinie](#);
- [Transpiracja i czynniki na nią wpływające](#).

## Transport wody przez błony biologiczne

Ruch wody do i z komórki roślinnej przebiega poprzez błony biologiczne na zasadzie osmozy oraz poprzez kanały wodne – **akwaporyny** (z ang. *aquaporines*). Akwaporyny znajdują się głównie w **błonie komórkowej** i w błonie wakuoli (**tonoplście**). Obie błony mogą niezależnie regulować przepływ wody w komórce roślinnej i mają kluczowe znaczenie dla gospodarki wodnej komórki.

Przepływ wody przez błonę biologiczną.

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

Magazynowanie wody oraz substancji mineralnych i organicznych w komórce roślinnej jest główną funkcją wakuoli. Poprzez zmiany stężenia jonów i [substancji osmotycznie czynnych](#) regulowany jest [potencjał osmotyczny](#) komórki. W utrzymaniu równowagi składników odżywczych i jonów wewnątrz i na zewnątrz wakuoli bierze udział tonoplast.

Tonoplast oraz błona komórkowa, dzięki zdolności przepuszczania wody zgodnie z różnicą potencjałów wody, warunkują właściwe funkcjonowanie komórki.

Więcej informacji znajdziesz w e-materiałach:

- [Osmoza – specjalny rodzaj dyfuzji](#);
- [Budowa i funkcje błon biologicznych](#);
- [Półprzepuszczalność błon komórkowych](#);
- [Wakuola. Magazyn i kompostownik komórki roślinnej](#).

## Turgor komórki roślinnej

Stan wysycenia komórek roślinnych wodą i wynikający z niego stan jędrności tkanek nazywa się **turgorem** komórki. Powstałe napięcie ściany komórkowej wywołane jest działaniem [ciśnienia hydrostatycznego](#), wywieranego przez protoplast komórki. Za utrzymanie turgoru odpowiada wakuola.

Woda, która napływa do komórki roślinnej, przyczynia się do wzrostu [ciśnienia turgorowego](#). Jest to ciśnienie wywierane przez pęczniejący protoplast z wakuolą na ścianę komórkową. Woda przestaje napływać do komórki, gdy ciśnienie turgorowe osiągnie taką samą wartość jak [ciśnienie osmotyczne](#). Komórka znajduje się wówczas w stanie turgoru, który dla roślin jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania.

Pełny turgor to stan takiego nawodnienia, które powoduje jędrność komórki i ściśle przyleganie jej błony do ściany komórkowej. Jest to korzystne dla całej rośliny – tworzy się w ten sposób „**hydrauliczny szkielet**”, nadający sztywność niezdrewniałym organom roślinnym. Wahania turgoru wpływają na zmianę wielkości komórek i przez to np. skutkują otwieraniem się i zamykaniem aparatów szparkowych. W komórce roślinnej nadmiernemu pęcznieniu na skutek osmotycznego napływu wody przeciwdziała ściana komórkowa.

Turgor komórek roślinnych umożliwia proces wzrostu organizmów roślinnych, gdyż do zwiększenia rozmiarów komórki konieczne jest rozciągnięcie sztywnej, celulozowej ściany komórkowej. Różnice turgoru w pewnych częściach rośliny mogą powodować zmiany położenia całych liści, np. w postaci nyktynastii (ruchów sennych) i sejsmonastii (składania i opuszczania liści na skutek wstrząsu). O ruchach roślin przeczytasz więcej w e-materiale pt. [Ruchy turgorowe roślin](#).

Odływ wody z komórki powoduje, że traci ona turgor. Kiedy komórki tracą turgor, roślina więdnie. Zawartość komórki się kurczy i w niektórych miejscach cytoplazma z błoną komórkową stopniowo przestają przylegać do ściany komórkowej. Zjawisko to nosi nazwę **plazmolizy**.



Zmiany uwodnienia komórek roślinnych można wywołać sztucznie, np. poprzez umieszczenie ich w odpowiednim

roztworze. W przypadku dwóch roztworów o różnym stężeniu, kierunek przepływu wody odbywa się zgodnie z gradientem potencjału wody, tj. z miejsca o wyższym potencjale wody do miejsca o niższym potencjale wody – woda przepływa z roztworu o mniejszym stężeniu (hipotonicznego) do tego o większym stężeniu (hipertonicznego).

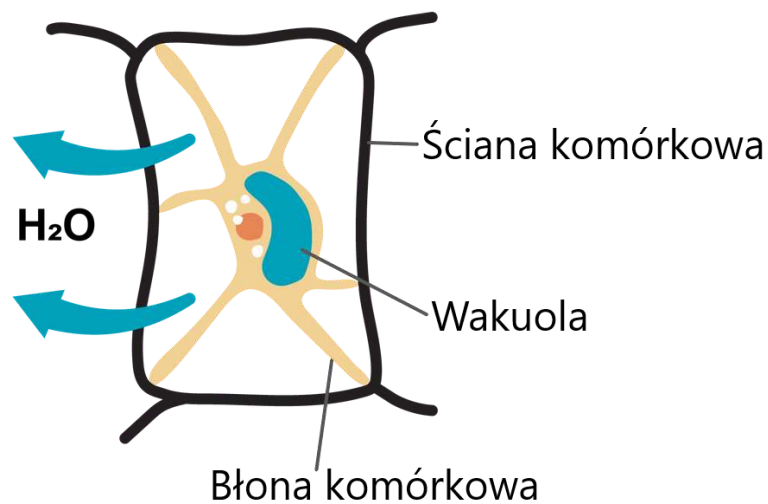
Plazmoliza w komórce roślinnej.

Źródło: Nicholas.H.Hale, Wikimedia Commons,

licencja: CC BY-SA 4.0.

### Roztwór hipertoniczny

Roztwór hipertoniczny to roztwór o wyższym stężeniu substancji osmotycznie czynnych niż wewnątrz komórki. Ma niższy potencjał osmotyczny niż komórka. Komórka umieszczona w takim roztworze oddaje osmotycznie wodę do otoczenia, tracąc turgor. Następuje zmniejszenie objętości wakuoli oraz kurczenie się protoplastu. Jej błona przestaje ściśle przylegać do ściany komórkowej. Komórka ulega plazmolizie.



Komórka roślinna w roztworze hipertonicznym.

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

### Roztwór izotoniczny

### Roztwór hipotoniczny

Więcej informacji znajdziesz w e-materiałach:

- [Stosunki wodne w komórce roślinnej](#);
- [Plazmoliza i deplazmoliza – doświadczenie](#).

## Słownik

### **ciśnienie hydrostatyczne**

ciśnienie wywierane przez słup cieczy zależne od jej gęstości i wysokości słupa

### **ciśnienie osmotyczne**

ciśnienie na granicy rozpuszczalnik–roztwór lub na granicy dwóch roztworów o różnych stężeniach, oddzielonych przegrodą półprzepuszczalną

### **ciśnienie turgorowe**

stan wysycenia komórek i tkanek roślinnych wodą, umożliwiający utrzymanie kształtu i określonej pozycji przez roślinę lub niektóre jej organy, niemające dobrze wykształconej podtrzymującej tkanki mechanicznej; zależy od potencjału osmotycznego soku wakuolarnego oraz od własności fizykochemicznych ściany komórkowej

### **potencjał osmotyczny**

wartość liczbowo równa ciśnieniu osmotycznemu, ale z przeciwnym znakiem; wyraża ciśnienie, z jakim cząsteczki wody przepływają przez błonę półprzepuszczalną, a zatem także ciśnienie, jakie musi mieć roztwór bardziej stężony, aby przestała do niego napływać woda z roztworu mniej stężonego

### **potencjał wody**

miara zdolności cząsteczek wody do przenikania przez błonę półprzepuszczalną wyrażana w paskalach (Pa); w komórkach roślinnych jest to miara zdolności komórki do pobierania lub oddawania wody na drodze osmozy; jego wartość zależy od potencjału osmotycznego i potencjału ciśnienia turgorowego

## **substancje osmotycznie czynne**

rozpuszczalne w wodzie substancje mineralne i związki organiczne  
nieprzechodzące przez błonę komórkową; różnica stężeń tych substancji  
w roztworach po obu stronach błony wywołuje ciśnienie osmotyczne

## Konsekwencje umieszczenia komórki roślinnej w roztworze hipertonicznym

Film dostępny pod adresem </preview/resource/RfvOp9q4oLMya>

Konsekwencje umieszczenia komórki roślinnej w roztworach: hipertonicznym, izotonicznym i hipotonicznym.

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

Film nawiązujący do treści materiału pod tytułem: Konsekwencje umieszczenia komórki roślinnej w roztworach: hipertonicznym, izotonicznym i hipotonicznym.

---

### Polecenie 1

Wykaż wpływ roztworów o różnym stężeniu na zjawisko osmozy.

### Polecenie 2

Określ, czy plazmoliza jest procesem korzystnym dla komórki roślinnej. Odpowiedź uzasadnij.

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Połącz pojęcia z ich definicją.

Potencjał wody

Stopień uwodnienia komórki i wynikający z niego nacisk protoplastu na ścianę komórkową.

Tonoplast

Wartość wyrażająca ciśnienie, z jakim cząsteczki wody przepływają przez błonę półprzepuszczalną. Także wartość ciśnienia, którym należy działać na roztwór bardziej stężony, by przestała do niego napływać woda z roztworu mniej stężonego.

Błonowe białka transportujące

Kanały lub nośniki umożliwiające transport różnego rodzaju cząsteczek przez półprzepuszczalną błonę komórki lub błonę organelli komórkowej.

Potencjał osmotyczny

Selektywnie przepuszczalna błona otaczająca wakuole w komórkach roślinnych. Reguluje wymianę jonów i cząsteczek między cytoplazmą a wakuolą.

Turgor komórki

W komórkach roślinnych – miara zdolności komórki do pobierania lub oddawania cząsteczek wody na drodze osmozy.

## Ćwiczenie 2



Przyporządkuj przedstawione opisy do odpowiedniego roztworu.

Roztwór hipotoniczny

Roztwór o takim samym stężeniu substancji osmotycznie czynnych jak wewnątrz komórki.

Roztwór hipertoniczny

Roztwór o wyższym stężeniu substancji osmotycznie czynnych niż wewnątrz komórki.

Komórka umieszczona w tym roztworze nie straci turgoru, ale też go nie uzyska.

Roztwór izotoniczny

Roztwór o niższym stężeniu substancji osmotycznie czynnych niż wewnątrz komórki.

Po umieszczeniu komórki roślinnej w tym roztworze woda wypływa z niej do roztworu. Komórka traci turgor i ulega plazmolizie.

Po umieszczeniu splazmolizowanej komórki roślinnej w tym roztworze woda napływa do niej z roztworu. Komórka zwiększa turgor i ulega deplazmolizie.

Komórka umieszczona w tym roztworze pozostaje w równowadze – napływa do niej tyle samo wody, ile ją opuszcza.

### Ćwiczenie 3



Woda jest dla komórki roślinnej jedną z substancji niezbędnych do życia. Trafia do rośliny z gleby: korzenie pobierają ją z podłoża. Dzięki różnicy potencjałów wodnych w roztworze glebowym w różnych częściach rośliny oraz w atmosferze powstaje siła, która powoduje zasysanie wody do góry. Potencjał wody spada w poszczególnych organach rośliny – od korzenia w górę.

Na podstawie powyższej informacji uporządkuj wymienione elementy według ich potencjału wodnego – od największego do najmniejszego.

Atmosfera



Roztwór glebowy



Korzeń



Liść



Łodyga



### Ćwiczenie 4



Uzupełnij tekst za pomocą odpowiednich wyrazów spośród podanych.

Główną funkcją wakuoli jest magazynowanie wody i substancji mineralnych. Poprzez zmianę stężenia substancji wewnątrz komórki regulowany jest  komórki – tonoplast i błona komórkowa przepuszczają wodę oraz cząsteczki, które nie mają wpływu na ciśnienie osmotyczne. Ruch wody do wakuoli przebiega kanałami . Gdyby tonoplast i błona komórkowa nie miały zdolności , komórka nie mogłaby regulować .

akwaporynowymi

bilans osmotyczny

bilansu wodnego

potencjał osmotyczny

dyfuzja

przepuszczania wody

potencjał wodny

## Ćwiczenie 5



Wskaż błędną informację na temat potencjału osmotycznego.

- Wyraża ciśnienie, z jakim cząsteczki wody przepływają przez błonę półprzepuszczalną.
- Wyraża ciśnienie, jakie musi mieć roztwór, aby przestała napływać do niego woda z roztworu sąsiedniego oddzielonego błoną półprzepuszczalną.
- Wyraża ciśnienie, jakie musi mieć roztwór, aby zaczęła napływać do niego woda z roztworu sąsiedniego oddzielonego błoną półprzepuszczalną.
- Jest to wartość liczbowo równa ciśnieniu osmotycznemu, ale z przeciwnym znakiem.

## Ćwiczenie 6



Oceń, czy podane stwierdzenia na temat komórki roślinnej są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Obecność akwaporyn sprawia, że dyfuzja wody przez błony komórkowe zachodzi wolniej niż transport jonów lub cząsteczek.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Odptyw wody z komórki powoduje, że traci ona turgor. W niektórych miejscach błona komórkowa stopniowo przestaje przylegać do ściany komórkowej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Potencjał osmotyczny komórki regulowany jest poprzez zmiany stężenia jonów i substancji osmotycznie czynnych.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
W roztworze izotonicznym komórka naprzemiennie traci turgor oraz go zyskuje.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ćwiczenie 7



„Przenikanie wody przez półprzepuszczalne błony biologiczne – możliwe jest dzięki obecności błonowych białek, akwaporyn. Obecność akwaporyn w błonie plazmatycznej zwiększa od 10 do 100 razy przepuszczalność cząsteczek wody. Pojedynczy kanał transportuje ok. 2–3 miliardów cząsteczek wody w ciągu sekundy. (...) akwaporyny roślinne podzielone zostały na podstawie subkomórkowej lokalizacji kanałów i homologii na (...) rodziny: akwaporyny błony komórkowej (...) i akwaporyny tonoplastu (...)”.

Paweł M. Mordaka, Grażyna Dąbrowska, *Różnorodność i regulacja kanałów wodnych w świecie roślin*, „Postępy Biochemii” 2007, t. 53, nr 1, s. 84–90.

Na podstawie powyższego tekstu wyjaśnij, dlaczego bilans wodny rośliny, czyli gospodarowanie przez nią zasobami wody, jest regulowany głównie przez tonoplast i błonę komórkową.

## Ćwiczenie 8



Wyjaśnij, dlaczego utrzymanie turgoru komórek jest korzystne dla rośliny.

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Anna Juwan

**Przedmiot:** Biologia

**Temat:** Rola błony komórkowej i tonoplastu w regulacji bilansu wodnego komórki

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

**Podstawa programowa:**

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

II. Komórka. Uczeń:

4) wyjaśnia rolę błony komórkowej i tonoplastu w procesach osmotycznych; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące wpływ roztworów o różnym stężeniu na zjawisko osmozy;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

II. Komórka. Uczeń:

4) wyjaśnia rolę błony komórkowej i tonoplastu w procesach osmotycznych; planuje i przeprowadza doświadczenie wykazujące zjawisko osmozy wywołane różnicą stężeń wewnątrz i na zewnątrz komórki; planuje i przeprowadza obserwację zjawiska plazmolizy;

11) przedstawia znaczenie wakuoli w funkcjonowaniu komórki roślinnej;

**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):**

- Wyjaśnisz rolę błony komórkowej i tonoplastu w procesach osmotycznych.

- Przedstawisz znaczenie wakuoli w funkcjonowaniu komórki roślinnej.
- Scharakteryzujesz bilans wodny komórki roślinnej.

### **Strategie nauczania:**

- konstruktywizm;
- konektywizm.

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

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza animacji;
- mapa myśli;
- analiza tekstu źródłowego;
- gra dydaktyczna;
- grupy ekspertów.

### **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;
- arkusze papieru, flamastry.

### **Przed lekcją:**

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Rola błony komórkowej i tonoplastu w regulacji bilansu wodnego komórki”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 1 (w którym mają za zadanie połączyć prawidłowo pojęcia związane z tematem lekcji z ich definicjami) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

### **Przebieg lekcji**

#### **Faza wstępna:**

1. Nauczyciel wyświetla i odczytuje temat lekcji oraz zawarte w sekcji „Wprowadzenie” cele zajęć. Prosi uczniów lub wybraną osobę o sformułowanie kryteriów sukcesu.

2. **Raport z przygotowań.** Nauczyciel, za pomocą dostępnego w panelu użytkownika raportu, sprawdza, którzy uczniowie zapoznali się z udostępnionym e-materiałem i wykonali zadane ćwiczenie. Jeśli odpowiedzi uczniów bardzo się różnią lub ćwiczenie okazało się trudne, nauczyciel omawia je na forum.

### **Faza realizacyjna:**

1. **Praca z tekstem.** Uczniowie zapisują w zeszytach minimum pięć pytań do tekstu, z którym zapoznali się przed lekcją. Uwaga: każde z pytań musi rozpoczynać się od słowa „dlaczego”. Następnie zadają swoje pytania dowolnie wybranej osobie i odpowiadają na pytania kolegi lub koleżanki.
2. **Praca w grupach z treścią e-materiału.** Nauczyciel dzieli klasę na trzy grupy. Każda z grup opracowuje jedno zagadnienie na podstawie informacji zawartych w e-materiale.  
Grupa I – potencjał wody w roślinie,  
Grupa II – transport wody przez błony biologiczne,  
Grupa III – turgor komórki roślinnej.  
Po opracowaniu zagadnień przez każdą z grup nauczyciel miesza uczniów tak, aby w każdym z nowych zespołów było przynajmniej dwóch przedstawicieli ze starej grupy. Każdy z uczniów przedstawia kolegom partię materiału, którą opracował wcześniej (uczenie się przez nauczanie innych).  
Nauczyciel prosi o wypisanie na małych kartkach pojęć, jakie uczniowie zapamiętali na dany temat. Grupy porządkują kartki w zbiorzy, wyszukując połączenia pomiędzy zapisanymi pojęciami. Grupy przyklejają kartki na arkuszu papieru A1, łączą strzałkami, rysują linie i dopisują nowe hasła, tworząc mapę myśli.  
Przedstawiciele grup omawiają swoje mapy myśli. Nauczyciel weryfikuje informacje, w razie potrzeby uzupełnia.
3. **Praca z multimediami („Animacja”).** Nauczyciel wyświetla uczniom animację. Następnie czyta polecenie nr 1: „Wykaż wpływ roztworów o różnym stężeniu na zjawisko osmozy”, po czym prosi uczniów, aby podzielili się na grupy i opracowali w nich odpowiedzi. Po ustalonym wcześniej czasie przedstawiciel wskazanej (lub zgłaszającej się na ochotnika) grupy prezentuje propozycję odpowiedzi, a pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej. Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia ją.
4. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie samodzielnie wykonują ćwiczenie nr 7 (w którym mają za zadanie – na podstawie tekstu źródłowego – wyjaśnić, dlaczego bilans wodny rośliny jest regulowany głównie przez tonoplast i błonę komórkową) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie w 4-osobowych grupach omawiają prawidłowe rozwiązanie. Po upływie wyznaczonego czasu wskazany przez nauczyciela przedstawiciel grupy prezentuje odpowiedź wraz z jej uzasadnieniem. Klasa ustosunkowuje się do niej. Nauczyciel udziela uczniom informacji zwrotnej.
5. Uczniowie rozwiązują w grupach 4-osobowych ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie wyjaśnić, dlaczego utrzymanie turgoru komórek jest korzystne dla rośliny),

wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Po jego wykonaniu następuje omówienie rezultatów na forum klasy.

### **Faza podsumowująca:**

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 6 (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 temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, podsumowuje omawiany na lekcji materiał, wyjaśnia wątpliwości uczniów.

### **Praca domowa:**

1. Wykonaj ćwiczenia od 2 do 5 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:**

- Nauczyciel może wykorzystać medium w sekcji „Animacja” do pracy przed lekcją. Uczniowie zapoznają się z jego treścią i przygotowują do pracy na zajęciach w ten sposób, żeby móc samodzielnie rozwiązać zadania.