

Plazmodesmy – budowa i znaczenie

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



Plazmodesmy – budowa i znaczenie

Plazmodesmy pełnią w komórce funkcję „mostów”, które łączą protoplasty dwóch komórek, tym samym pozwalając im na wymianę substancji organicznych.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Organizm roślinny nie jest tylko skupiskiem oddzielonych od siebie komórek, lecz także jednostką fizjologiczną utworzoną z połączonych ze sobą i pozostających we wzajemnej zależności protoplastów – struktur stanowiących aktywną metabolicznie część komórki. Sąsiadujące ze sobą protoplasty połączone są niteczkami cytoplazmy, które przechodzą przez drobne kanaliki w ścianach żywych komórek. Dzięki temu komórki roślinne mogą na siebie oddziaływać i komunikować się ze sobą przez bezpośredni kontakt fizyczny. Protoplazmatyczne połączenia między sąsiednimi komórkami w tkance roślinnej zwane są plazmodesmami.

Twoje cele

- Opiszysz budowę plazmodesmy.
- Zlokalizujesz elementy wchodzące w skład plazmodesmy.
- Przedstawisz rolę plazmodesmy.
- Porównasz drogi transportu substancji pomiędzy komórkami roślinnymi.
- Ocenisz znaczenie aktywności plazmodesm dla funkcjonowania komórki i organu.

Przeczytaj

Plazmodesmy – budowa i znaczenie

Każda komórka roślinna otoczona jest ścianą komórkową. Jednak [protoplasty](#) pojedynczych komórek nie są od siebie całkowicie odizolowane. Kontakt pomiędzy nimi zapewniają **plazmodesmy** – cieniutkie nici cytoplazmatyczne łączące protoplasty sąsiadujących ze sobą komórek. Odpowiadają one połączeniom szczelinowym w komórkach zwierzęcych.

Liczne kanaliki w ścianie komórkowej umożliwiają tworzenie się połączeń międzykomórkowych. Jeśli komórka wytwarza ścianę wtórną, nie odkłada się ona w miejscach, przez które przenikają plazmodesmy. Takie miejsca ściany pierwotnej niezajęte przez ścianę wtórną nazywane są **jamkami**. Jamki zlokalizowane są w odpowiadających sobie miejscach sąsiadujących komórek, co gwarantuje ciągłość kanalika po obydwu stronach przylegających do siebie ścian komórkowych. Mogą być one rozmieszczone w sposób rozproszony lub występować w skupieniach, w miejscu zagłębienia pierwotnej ściany komórkowej (tworząc tzw. pole jamkowe). Brzegi wewnętrzne jamki wyścielone są błoną komórkową stanowiącą przedłużenie błon komórkowych komórek sąsiednich. Centralną część jamki zajmuje plazmodesma.

Dwa rodzaje jamek: jamka prosta (z lewej) i jamka lejkowata (z prawej).

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

Lokalizacja plazmodesm w ścianach komórkowych.

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

Plazmodesmy mogą formować się na różnych etapach życia komórki. Część powstaje po podziale komórki macierzystej wraz z tworzącą się ścianą komórkową komórek potomnych. W starszych komórkach mogą tworzyć się w ścianach już istniejących, wykorzystując obecność jamek. Zdarza się również, że plazmodesmy powstają między

komórkami, które nie były nimi poprzednio połączone. Ten ostatni wariant zaobserwowano w procesie szczepienia roślin pomiędzy komórkami [zrazu](#) i [podkładki](#). Mechanizm tworzenia się tego typu połączeń nie został jeszcze rozpoznany.

Budowa plazmodesm

Wewnątrz plazmodesmy przebiega [desmotubula](#), która stanowi ciągłe przedłużenie [siateczki śródplazmatycznej](#) gładkiej dwóch sąsiadujących ze sobą komórek. Po obu stronach błon desmotubuli zlokalizowane są **białka plazmodesmalne**, widziane w mikroskopie elektronowym jako gęste ziarnistości. Pomiedzy nimi występują elementy **cytoszkieletu**, które pełnią funkcję stabilizatorów całej konstrukcji. Dodatkowo pomiędzy zewnętrzną błoną desmotubuli a błoną komórkową kanału plazmodesmy obecne są **połączenia białkowe**.

Budowa plazmodesm.

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

Liczba plazmodesm wynosi od kilkunastu do kilku tysięcy na powierzchnię $100\ \mu\text{m}^2$ ściany komórkowej. Oznacza to, że w jednej komórce ich liczba może dochodzić do 100 tys. Większość plazmodesm ma średnicę ok. 30–40 nm, co sprawia, że są one widoczne jedynie w mikroskopie elektronowym. Znane są również wyjątkowo grube połączenia o średnicy ok. 80 nm, ale występują w niewielu typach komórek. Stwierdzono je pomiędzy komórkami gruczołów solnych tamaryszka (*Tamarix*) i w ziarniakach pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum*).

Znaczenie i funkcjonowanie plazmodesm

Obecność plazmodesm sprawia, że organizm roślinny może funkcjonować jako **integralna całość**. Dzięki nim poszczególne komórki wymieniają się między sobą

jonami, produktami i substratami reakcji chemicznych czy hormonami roślinnymi.

Poprzez plazmodesmy przemieszczają się zazwyczaj substancje o masie cząsteczkowej nieprzekraczającej 3 kDa (kilodaltonów). Możliwy jest jednak również transport cząsteczek o masie trzykrotnie większej. Analiza rozprzestrzeniania się infekcji patogenicznych wykazała, że przez plazmodesmy wędrują nawet wirusy osiągające 30–40 kDa. Transport przez plazmodesmę odbywa się głównie w przestrzeni między błoną komórkową wyścielającą jamkę a zewnętrzną powierzchnią desmotubuli. Wymiana substancji niskocząsteczkowych pomiędzy [protoplastami](#) zachodzi w sposób pasywny, natomiast transport struktur wielkącząsteczkowych wymaga dostarczenia energii.

Cytoplazmatyczne nici przechodzące przez ściany sąsiadujących ze sobą komórek łączą ich protoplasty w ciągły system nazywany **symplastem**. Przemieszczanie się związków chemicznych tym systemem określane jest jako transport symplastyczny – w odróżnieniu od [transportu apoplastycznego](#), odbywającego się poprzez ściany komórkowe i przestwory międzykomórkowe z pominięciem protoplastów komórek.

Transport apoplastyczny i symplastyczny.

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

Aktywność plazmodesm jest regulowana poprzez różne **sygnały chemiczne**. Na przykład odkładanie się wielocukru nierozpuszczalnego w wodzie, jakim jest [kaloza](#), na powierzchni ściany komórkowej przy wejściu do plazmodesmy powoduje zmniejszenie średnicy plazmodesmy, a niekiedy również jej całkowite zamknięcie. Jest to proces odwracalny, regulowany przez aktywność enzymu rozkładającego kalozę.

Słownik

apoplast

ciągły system nieprotoplazmatycznych składników w roślinie – ścian komórkowych (apoplast ścienny) i przestrzeni międzykomórkowych

desmotubula

cyldryczna struktura przebiegająca we wnętrzu plazmodesm, będąca zmodyfikowanym fragmentem siateczki śródplazmatycznej gładkiej; łączy siateczki sąsiadujących komórek

kaloza

wielocukier (polisacharyd) nierozpuszczalny w wodzie, m.in. wyścielający pory w perforowanych ścianach komórek sitowych i członów rurek sitowych; jest jednym z ważniejszych czynników regulujących przepustowość plazmodesm

podkładka

ukorzeniona roślina, na której szczepi się część innej rośliny; rolą podkładki jest odżywianie rozwijającego się na niej szczepu

protoplast

część komórki roślinnej, grzybowej lub bakteryjnej pozbawiona ściany komórkowej

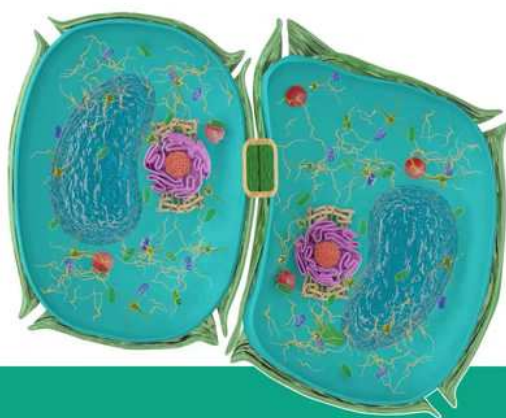
siateczka śródplazmatyczna

retikulum endoplazmatyczne; sieć obłonionych, spłaszczonych cystern i kanalików występująca w cytoplazmie komórek eukariotycznych; układ taki, stwarzający przedziały komórkowe, umożliwia zachodzenie różnych reakcji chemicznych w każdym z przedziałów

zraz

w szkółkarstwie sadowniczym i ozdobnym odcinek, zwykle środkowy, pędu (odmian szlachetnych) z kilkoma pączkami, szczepiony na podkładce w celu otrzymania szczepu (młoda roślina powstała w wyniku zaszczepienia pędu danej odmiany na podkładce) albo okulizacji (metoda wegetatywnego rozmnażania drzew oraz krzewów owocowych i ozdobnych)

Animacja



PLAZMODESMY

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1NECVcwOsLRm>

Plazmodesmy – budowa i znaczenie.

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

Film nawiązujący do treści materiału opisuje plazmodesmy – budowę i znaczenie.


Polecenie 1

Zapoznaj się z animacją dotyczącą budowy i działania plazmodesm i wskaż, jakie funkcje pełnią one w komórce.

Polecenie 2

Na podstawie animacji oraz własnej wiedzy wymień dwa czynniki, od których zależy szybkość transportu substancji przez plazmodesmy.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Transport substancji przez plazmodesmy jest transportem długodystansowym.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plazmodesmy umożliwiają transport między żywymi komórkami w tkance roślinnej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Przez plazmodesmy przemieszczają się tylko produkty fotosyntezy.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 2



Przyporządkuj do podanych haseł odpowiadające im definicje.

Protoplast

Cylindryczna struktura przebiegająca we wnętrzu plazmodesmy, będąca zmodyfikowanym fragmentem siateczki śródplazmatycznej gładkiej. Łączy siateczki sąsiadujących komórek.

Kaloza

Aktywna metabolicznie część komórki bakterii, grzyba lub rośliny, czyli część komórki bez ściany komórkowej.

Cytoszkielelet

Sieć mikrotubul, mikrofilamentów i filamentów pośrednich, która rozgałęzia się w cytoplazmie i spełnia różne funkcje mechaniczne, transportowe i sygnalizacyjne.

Desmotubula

Wielocukier (polisacharyd) nierozpuszczalny w wodzie, m.in. wyścielający pory w perforowanych ścianach komórek sitowych i członów rurek sitowych. Jest jednym z ważniejszych czynników regulujących przepustowość plazmodesm.

Ćwiczenie 3



Zaznacz poprawną odpowiedź. Otwarty kanał przechodzący przez ścianę komórkową, który łączy cytoplazmę sąsiadujących ze sobą komórek, umożliwiającą przechodzenie między nimi wody, substancji rozpuszczonych o niewielkich wymiarach i niektórych większych cząstek, to...

mikrotubula.

mikrofilament.

cytoszkielet.

plazmodesma.

jamka.

Ćwiczenie 4



Zaznacz opisy funkcji, które w organizmie roślinnym pełnią plazmodesmy.

Umożliwiają transport jonów, produktów i substratów reakcji chemicznych oraz hormonów roślinnych.

Dzięki nim odbywa się wymiana substancji pomiędzy sąsiadującymi ze sobą komórkami.

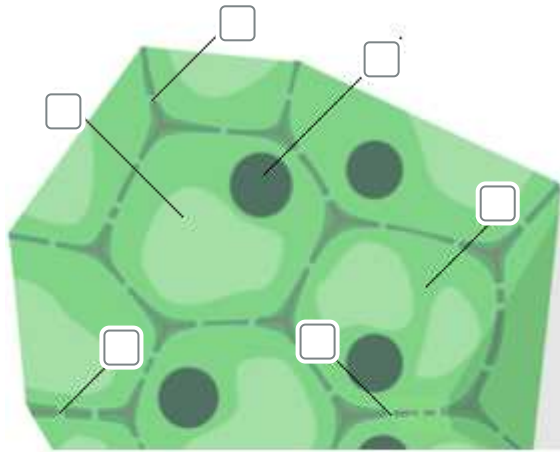
Umożliwiają transport substancji kanałem symplastycznym.

Umożliwiają transport substancji kanałem apoplastycznym.

Ćwiczenie 5



Zaznacz na rysunku plazmodesmy.



Ćwiczenie 6



Przyporządkuj do podanych haseł odpowiadające im definicje.

Apoplast

Ciągły w całej roślinie system ścian komórkowych, przestworów międzykomórkowych oraz światel elementów trachealnych (martwych komórek przewodzących wodę).

Symplast

Ciągły w całej roślinie system błon komórkowych i przestrzeni przez nie ograniczonej.

Ćwiczenie 7



Zaznacz nazwę tkanki, w której pomiędzy komórkami **nie** występują plazmodesmy.

Kolenchyma

Korek

Ryzoderma

Łyko wtórne

Epiderma

Ćwiczenie 8



Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Plazmodesmy umożliwiają połączenie pojedynczych komórek w jeden organizm.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dzięki plazmodesmom możliwy jest transport apoplastyczny.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plazmodesmy powstają już w kilkukomórkowym zarodku.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Retikulum endoplazmatyczne wchodzi w skład plazmodesm.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 9



Zaznacz nazwy substancji, w których transporcie może uczestniczyć symplast.

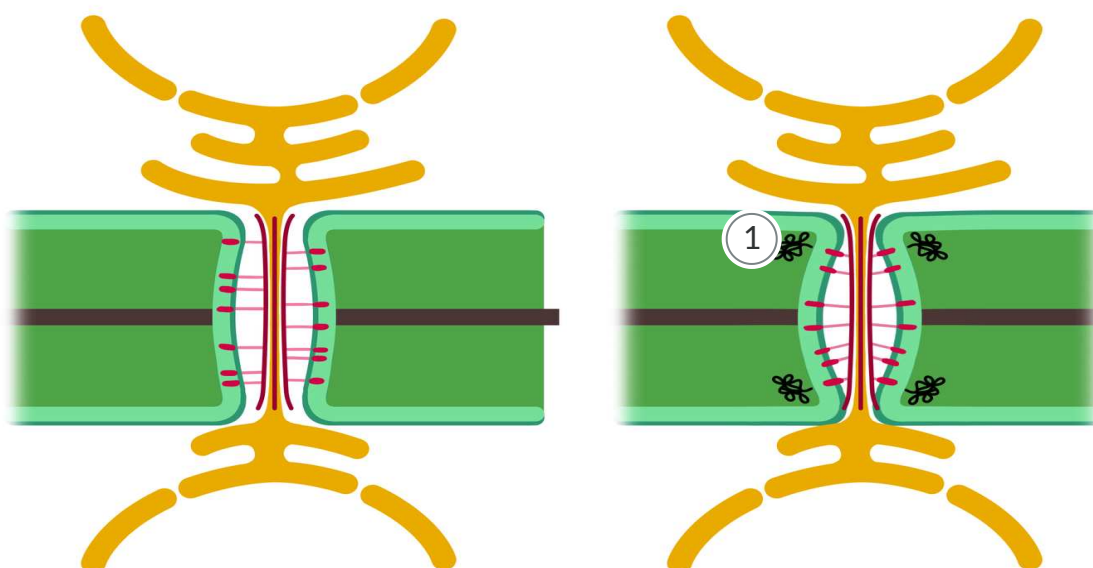
Woda

Aminokwasy

Fitohormony

Węglowodany

Ćwiczenie 10



1

Kaloza

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

Średnica plazmodesmy może ulec zmianie. Na podstawie rysunku wyjaśnij, na czym polega to zjawisko.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Plazmodesmy – budowa i znaczenie

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:

4) przedstawia znaczenie połączeń międzykomórkowych w tkankach roślinnych;

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):

- Opiszysz budowę plazmodesmy.
- Zlokalizujesz elementy wchodzące w skład plazmodesmy.
- Przedstawisz rolę plazmodesmy.
- Porównasz drogi transportu substancji pomiędzy komórkami roślinnymi.
- Ocenisz znaczenie aktywności plazmodesm dla funkcjonowania komórki i organu.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;

- ćwiczenia interaktywne;
- analiza animacji;
- burza mózgów;
- 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.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią e-materiału w ten sposób, żeby w czasie zajęć móc aktywnie uczestniczyć w dyskusji i rozwiązywać zadania.

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 zadaje uczniom pytanie:
 - Jakie znaczenie dla funkcjonowania komórki i organu ma aktywność plazmodesm?Wybrana osoba wszystkie odpowiedzi zapisuje na tablicy.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel rozpoczyna burzę mózgów, pytając: „Co może być transportowane symplastem?”. Po uzyskaniu kilku odpowiedzi dopowiada, że za pomocą plazmodesm i komunikacji symplastowej przekazywany jest również błonowy impuls elektryczny. Następnie uczniowie w parach rozwiązują zadanie problemowe i formułują odpowiedź na następujące pytanie: „Jak liczba i przepustowość plazmodesm wpływają na rozwój rośliny?”.
2. Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej lub za pomocą rzutnika multimedialnego. Uczniowie odczytują polecenie nr 1 („Zapoznaj się z animacją dotyczącą budowy i działania plazmodesm i wskaż, jakie funkcje pełnią one w komórce”) oraz polecenie nr 2 („Na podstawie animacji oraz własnej wiedzy wymień dwa czynniki, od których zależy

szybkość transportu substancji przez plazmodesmy”) i wykonują je w parach. Następnie dzielą się swoimi odpowiedziami na forum klasy.

3. Nauczyciel dzieli uczniów na 4-osobowe grupy. Każda z nich dostaje szary papier i flamastry. Zadaniem uczniów jest wyszukanie w dostępnych źródłach (np. internetowych) informacji na temat wpływu czynników zewnętrznych (m.in. temperatury, ciśnienia) na zmiany drożności plazmodesm. Uczniowie opracowują mapę myśli, uwzględniając skutki zmian w drożności plazmodesm.
4. Uczniowie samodzielnie wykonują ćwiczenie nr 10 („Średnica plazmodesmy może ulec zmianie. Na podstawie rysunku wyjaśnij, na czym polega to zjawisko”) 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.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 1 oraz ćwiczenie nr 8 (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 7 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.