



Liść – budowa i funkcje

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



Liść – budowa i funkcje

Rafia włóknodajna (*Raphia ruffia*) to gatunek palmy iglastej uprawiany w Ameryce Południowej, Afryce i Azji. Roślina ta dostarcza włókna zwanego rafią, będącego skórką młodych liści. Surowiec jest wykorzystywany we florystyce do dekoracji kompozycji kwiatowych.

Źródło: Andrew Massyn, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Największe na świecie liście występują u palm iglastych (*Raphia*) należących do roślin okrytonasiennych jednoliściennych. Rafie mają postać małych drzew o prostym, nierozgałęzionym pniu, na szczycie którego znajduje się pióropusz pierzasto podzielonych liści. Osiągają one długość około 22 m, z czego w przybliżeniu 4 m mierzy sam ogonek liściowy.

Twoje cele

- Przedstawisz budowę morfologiczną i anatomiczną liścia właściwego roślin okrytonasiennych.
- Opiszysz główne funkcje liścia właściwego.
- Scharakteryzujesz budowę morfologiczną i anatomiczną liścia roślin szpilkowych.

Przeczytaj

Liść jest częścią składową [sporofitu](#) roślin [naczyniowych](#) – paprotników (*Pteridophyta*) i roślin [nasiennych](#) (*Spermatophyta*). Stanowi boczny organ osadzony na łodydze. Liście i łodyga tworzą razem pęd roślinny. Zawiązki liści powstają u podstawy [stożka wzrostu](#) pędu i mają postać bocznych uwypukleń. Większość liści cechuje krótkotrwały i ograniczony wzrost wierzchołkowy, co wynika z wczesnego różnicowania się tkanek merystematycznych w tkanki stałe. Wyjątkiem są liście paproci i sagowców, które wykazują długotrwały wzrost wierzchołkowy.

W dalszej części e-materiału przedstawiono informacje na temat budowy i funkcji **liści właściwych** roślin nasiennych.

Budowa morfologiczna liścia

Najczęściej liść właściwy jest zróżnicowany na **blaszkę liściową**, **ogonek liściowy** i **nasadę liścia**.

Budowa morfologiczna liścia właściwego klonu zwyczajnego (*Acer platanoides*). Gatunek należy do roślin okrytonasiennych dwuliściennych. Liść klonu zwyczajnego jest pojedynczy, dłoniasto klapowany o blaszce podzielonej na 5 do 7 kłap. Wierzchołek liścia i kłapy są ostro zakończone. Blaszka liściowa ma ząbkowany brzeg oraz sercowatą nasadę i jest osadzona na długim i cienkim ogonku liściowym, u nasady maczugowato zgrubiałym.

Źródło: Andrew Butko, Englishsquare.pl Sp. z o.o., Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Blaszka liściowa

Błaszka liściowa stanowi główną część liścia. Zazwyczaj jest zielona, cienka i spłaszczona grzbieto-brzusnie, a jej górna powierzchnia ma ciemniejszą barwę niż powierzchnia dolna. Błaszka liściowa rozpostarta jest na szkielecie utworzonym z wiązek przewodzących, tworzących tzw. **użyłkowanie** liścia.



Czosnek szczypiorek (*Allium schoenoprasum*) to gatunek rośliny okrytonasiennej jednoliściennej, powszechnie uprawianej na całym świecie. Szczypiorek ma ciemnozielone, rurkowate i puste w środku liście, które wykorzystywane są jako przyprawa.

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

Kształt blaszki liściowej oraz szczegóły budowy (takie jak ukształtowanie wierzchołka liścia oraz brzegu i nasady blaszki liściowej) odgrywają rolę przy identyfikacji gatunkowej rośliny.

Różne kształty blaszek liściowych oraz wierzchołka, nasady i brzegu blaszki liściowej:

Wybrane kształty blaszek liści pojedynczych.

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

Wybrane kształty blaszek liści złożonych.

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

Wybrane kształty wierzchołka blaszki liściowej.

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

Wybrane kształty nasady blaszki liściowej.

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

Wybrane brzegi blaszek liściowych.

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

Nasada liścia

Nasada liścia łączy ogonek liściowy z łodygą. Zazwyczaj ma postać spłaszczonej i rozszerzonej na boki części liścia. Czasem jest rozbudowana i formuje tzw. **pochwę liściową** obejmującą łodygę lub wytwarza mniej lub bardziej trwałe [przylistki](#).

Ogonek liściowy

Ogonek liściowy łączy blaszkę liściową z nasadą liścia. Jest podobny w budowie morfologicznej i anatomicznej do międzywęzła łodygi. Głównymi funkcjami ogonka liściowego są: przewodzenie substancji odżywczych oraz oddalenie blaszki liściowej od łodygi i ustawienie jej w pozycji jak najlepszego dostępu do światła.

Budowa anatomiczna liścia

Budowa wewnętrzna liści jest zróżnicowana i zależna od warunków środowiska. Typowy liść właściwy zbudowany jest z trzech pierwotnych tkanek stałych: **okrywającej, miękiszowej i przewodzącej**.

Przekrój poprzeczny przez liść właściwy ligustru pospolitego (*Ligustrum vulgare*). Gatunek należy do roślin okrytonasiennych dwuliściennych. Ligustr pospolity jest wykorzystywany do nasadzeń i formowania żywopłotów.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Skórka (epiderma)

Tkanka okrywająca liść ma postać **skórki (epidermy)**, która pokrywa górną i dolną stronę blaszki liściowej. Najczęściej skórka liścia jest tkanką jednowarstwową, zbudowaną z żywych, ściśle do siebie przylegających komórek pozbawionych chloroplastów. Ściany zewnętrzne komórek skórki są często zgrubiałe na skutek odkładania się w nich wielu warstw celulozy i dodatkowo pokryte [kutykulą](#). Ściany wewnętrzne i promieniste takich cech nie wykazują. Skórka często wytwarza włoski i komórki wydzielnicze chroniące przed żerowaniem zwierząt roślinożernych. W skórcie obecne są **aparaty szparkowe** – zwykle skórka górna jest ich pozbawiona, natomiast skórka dolna zawiera ich wiele

Skórka dolna typowego liścia rośliny dwuliściennej z widocznymi aparatami szparkowymi. Komórki skórki widziane od góry mają faliste zarysy. Taki kształt sprawia, że ściślej do siebie przylegają.

Źródło: Science and Plants for Schools, Flickr, licencja: CC BY-NC-SA 2.0.

Najczęściej aparat szparkowy tworzą dwie **komórki szparkowe**, pomiędzy którymi znajduje się szczelina, tzw. **szparka**. Komórki szparkowe są żywe, zawierają chloroplasty i liczne ziarna skrobi. Ich ściany komórkowe są nierównomiernie zgrubiałe, co pozwala na zamykanie lub otwieranie szparki. Liczba aparatów szparkowych zależy od warunków środowiska, przeciętnie wynosi od 100 do 400 na 1 mm². Rośliny lądowe najczęściej mają aparaty szparkowe w skórcie dolnej. Z kolei

rośliny wodne (całkowicie zanurzone w wodzie) nie mają ich w ogóle, natomiast u roślin o liściach pływających po powierzchni wody aparaty szparkowe znajdują się w skórcie górnej liścia.

Liście roślin występujących w środowisku suchym mają najczęściej wielowarstwową skórkę, której komórki charakteryzują silnie zgrubiałe i skutykizowane ściany komórkowe. Liście roślin wodnych mają najczęściej jednowarstwową skórkę, której komórki zawierają chloroplasty i cienkie ściany komórkowe pozbawione kutykuli.

Miękisz (mezofil)

Tkanka miękiszowa ma postać **miękiszu asymilacyjnego**, który wypełnia przestrzeń między skórką górną i skórką dolną. Najczęściej miękisz asymilacyjny jest zróżnicowany morfologicznie na dwa rodzaje. Pod skórką górną obecny jest miękisz **palisadowy**, a po stronie dolnej liścia – miękisz **gąbczasty**. Komórki miękiszu palisadowego mają kształt cylindryczny, a pomiędzy nimi znajdują się niewielkie [przestwory międzykomórkowe](#). Zazwyczaj miękisz palisadowy tworzy pojedynczą warstwę komórek, ułożonych prostopadle do górnej powierzchni liścia. Komórki miękiszu gąbczastego mają kształt nieregularny, a pomiędzy nimi znajdują się liczne przestwory międzykomórkowe. Komórki obu rodzajów miękiszu asymilacyjnego zawierają chloroplasty i są zdolne do przeprowadzania [fotosyntezy](#). Ze względu na budowę i położenie komórek oraz charakterystyczny ruch chloroplastów w miękiszu palisadowym tkanka ta pełni dodatkową funkcję – ochronną. Komórki miękiszu palisadowego zabezpieczają chlorofil komórek miękiszu gąbczastego przed fotouszkodzeniem.

Liście roślin występujących na stanowiskach silnie nasłonecznionych są grubsze i mają więcej warstw komórek miękiszu palisadowego. Z kolei liście roślin występujących na stanowiskach zacienionych są cieńsze i mają tylko jedną warstwę komórek miękiszu palisadowego. Liście roślin wodnych są w ogóle pozbawione miękiszu palisadowego, a obecny w nich miękisz gąbczasty zawiera silnie rozwinięty system przestworów

międzykomórkowych funkcjonujących jako **tkanka powietrzna** (mięszysz powietrzny). Wiele gatunków roślin ma mięszysz asymilacyjny niezróżnicowany.

Użyłkowanie (nerwacja)

Tkanka przewodząca ma postać **wiązek przewodzących**, które rozprzestrzeniają się i tworzą sieć w całej blaszce liściowej. Wiazki przewodzące są najczęściej **kolateralne** i **zamknięte**. Obecne w nich elementy **drewna** (przewodzące wodę i sole mineralne) znajdują się po górnej stronie liścia, a elementy **łyka** (przewodzące produkty fotosyntezy) występują po stronie dolnej. W większych wiązках przewodzących współtworzących nerw główny, pomiędzy drewnem a łykiem znajduje się cienka warstwa **kambium** (wiązki kolateralne otwarte). Dzięki obecności **wtórnej tkanki merystematycznej** wykazują one niewielki przyrost na grubość. Wiazki przewodzące otoczone są **pochwą**, zbudowaną z komórek **mięszyszu zasadniczego**, która oddziela je od komórek mięszyszu asymilacyjnego. Większe wiazki przewodzące mają pochwę dodatkowo wzmocnioną pasmami **kolenchymy** lub **sklerenchymy**. Obecność tkanki wzmacniającej w wiązках przewodzących nadaje blaszce liściowej odporność na zginanie i rozerwanie.

Dolna strona liścia właściwego lipy drobnolistnej (*Tilia cordata*) z widocznym użyłkowaniem.

Większe wiazki przewodzące wystają na dolnej powierzchni blaszki liściowej i tworzą charakterystyczne żeberka. Drobniejsze odgałęzienia nerwów stają się widoczne, gdy powierzchnię liścia ogląda się pod światło.

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



Dereń (*Cornus mas*)



Jawor (*Acer pseudoplatanus*)



Trawa (*Poaceae*)

Źródło: Aleksandra Ryczkowska, Agnieszka Kwiecień, Derek Ramsey, Obsidian Soul, Willow, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 2.5.

Liście roślin szpilkowych

Liście szpilkowe, np. sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) mają inną budowę niż liście roślin okrytonasiennych (okrytozalążkowych). Rośliny szpilkowe nie zrzucają liści na zimę, która jest dla nich okresem tzw. **suszy fizjologicznej**. Niskie temperatury sprawiają, że pobieranie wody z podłoża jest utrudnione lub niemożliwe, dlatego liście roślin szpilkowych wykazują szereg przystosowań do znoszenia suszy.



Igły u modrzewia europejskiego (*Larix decidua*).

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Przekrój poprzeczny przez liść sosny czarnej (*Pinus nigra*).

Źródło: Anatoly Mikhaltsov, Wikimedia Commons, licencja: CC BY 4.0.

Liść roślin szpilkowych ma półokrągły kształt i silnie zredukowaną powierzchnię. Komórki skórki charakteryzują się zgrubiałymi ścianami komórkowymi, a od zewnątrz pokryte są grubą warstwą **kutykuli**. Aparaty szparkowe występują na całej powierzchni skórki liścia i leżą w jej zagłębieniach. Pod epidermą znajduje się [hipoderma](#) zbudowana z komórek sklerenchymy. Budowa skórki i leżącej pod nią hipodermy sprawia, że igły są sztywne i odporne na urazy mechaniczne. Mezofil jest jednorodny i ma postać **miększu wieloramiennego**, którego jednakowe komórki tworzą charakterystyczne wpuklenia ściany komórkowej. Obecność **pofałdowań** znacznie zwiększa powierzchnię komórki, co rekompensuje małą powierzchnię zewnętrzną liścia – powstaje duża powierzchnia asymilacyjną w środku szpilki. Wewnątrz miększu asymilacyjnego znajdują się **kanały żywiczne** biegnące wzdłuż osi liścia. W centralnej części igły znajduje się **pochwa wiązkowa** otaczająca [tkankę transfuzyjną](#) i dwie wiązki przewodzące **kolateralne otwarte**. Tkanka transfuzyjna uczestniczy w wymianie substancji między miększem wieloramiennym a dwiema nierozgałęzionymi wiązkami przewodzącymi.

Funkcje liści

Budowa liścia jest ściśle związane z czynnościami, które pełni ten organ. Zasadnicze funkcje liścia to **fotosynteza**, [transpiracja](#) i **wymiana gazowa**.

Liść jest głównym organem przeprowadzającym fotosyntezę. Proces ten zachodzi w miększu asymilacyjnym, którego komórki zawierają **chloroplasty**. Zielony barwnik wbudowany w błony tylakoidów umożliwia wykorzystanie energii świetlnej do asymilacji dwutlenku węgla. Stosunkowo duża powierzchnia cienkiej i spłaszczonej blaszki liściowej sprawia, że do komórek mezofilu dociera optymalna ilość światła. Zwiększenie powierzchni absorbującej światło skutkuje większą intensywnością fotosyntezy. Jednak wraz ze zwiększeniem powierzchni blaszki liściowej rośnie również intensywność transpiracji.

Parowanie wody z powierzchni liścia odbywa się przez aparaty szparkowe (tzw. **transpiracja szparkowa**) oraz przez skórę i kutykulę (tzw. **transpiracja kutykularna**).

Transpiracja umożliwia przepływ wody i soli mineralnych z korzeni do liści przez elementy drewna. Odparowanie wody obniża temperaturę organów roślinnych i chroni je przed przegrzaniem. Intensywność transpiracji zależy głównie od stopnia rozwarcia i liczby aparatów szparkowych zlokalizowanych w skórcie. U roślin narażonych na suszę transpiracja jest ograniczona przez redukcję powierzchni liścia, pokrycie skórki włoskami lub woskiem.

Proces pobierania wody i transpiracji u roślin.

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

Przez aparaty szparkowe odbywa się również **wymiana gazowa** tlenu, dwutlenku węgla i pary wodnej między rośliną a środowiskiem zewnętrznym. W ciągu dnia roślina pobiera dwutlenek węgla, który wykorzystuje w procesie fotosyntezy, i oddaje do środowiska tlen. Gdy ustają procesy związane z fotosyntezą, roślina pobiera ze środowiska tlen, który wykorzystuje w procesie oddychania komórkowego, i oddaje do otoczenia dwutlenek węgla. Dzięki przestworom międzykomórkowym gazy te **dyfundują** i swobodnie przemieszczają się pomiędzy komórkami miękiszu asymilacyjnego i szparkami.

Słownik

drewno (ksylem)

(gr. *ksylos* – drewno) niejednorodna tkanka przewodząca, zbudowana z cewek i naczyń, włókien drzewnych i miękiszu drzewnego; występuje u roślin naczyniowych; transportuje wodę i sole mineralne

fotosynteza

proces syntezy związków organicznych z prostych związków nieorganicznych przy udziale energii świetlnej; światło absorbowane jest przez barwniki fotosyntetyczne: barwnik główny – chlorofil oraz barwniki pomocnicze – karotenoidy i fikobiliny; proces występuje u roślin zielonych, protistów roślinopodobnych, sinic oraz bakterii purpurowych i zielonych

hipoderma

inaczej hypoderma, skórnia; warstwa komórek tkanki wzmacniającej (kolenchymy i sklerenchymy) położona pod skórą (epidermą), pełniąc funkcje ochronne

kutykula

u roślin zewnętrzna warstwa ściany komórkowej przesycona kutyną, pokrywająca powierzchnię skórki na liściach, łodygach i owocach; chroni przed promieniowaniem ultrafioletowym i nadmierną transpiracją

łyko (floem)

(gr. *phlóios* – łyko) niejednorodna tkanka przewodząca zbudowana z komórek sitowych lub rurek sitowych, komórek towarzyszących, miękiszu łykowego i włókien łykowych; występuje u roślin naczyniowych; transportuje substancje pokarmowe

przestwory międzykomórkowe

wolne przestrzenie między sąsiadującymi komórkami, mające postać połączonych ze sobą komór lub kanałów różnej wielkości; najczęściej wypełnione powietrzem

przylistek

organ wykształcający się po obu stronach nasady ogonka liściowego lub liścia siedzącego u wielu przedstawicieli roślin okrytonasiennych; pełni funkcje fotosyntetyczne, ochronne, może mieć postać cierni

rośliny naczyniowe

grupa obejmująca rośliny, które w pokoleniu bezpłciowym (sporoficie) wykształciły tkankę przewodzącą wodę i sole mineralne; należą do nich paprotniki, rośliny nagonasienne (nagozalążkowe) i rośliny okrytonasienne (okrytozalążkowe)

rośliny nasienne

Spermatophyta; grupa roślin, które wykształciły nasiona jako twory służące do rozmnażania i rozprzestrzeniania się; należą do nich współcześnie występujące rośliny nagonasienne (nagozalążkowe) i okrytonasienne (okrytozalążkowe)

sporofit

pokolenie diploidalne ($2n$) u roślin i protistów roślinopodobnych, u których występuje przemiana pokoleń; organizm rozmnażający się bezpłciowo za pomocą haploidalnych zarodników (n) powstających na drodze mejozy; u mszaków na ogół niewielki i krótkotrwały; u paprotników i roślin nasiennych silnie rozwinięty, samodzielny i stosunkowo długowieczny organizm

tkanka transfuzyjna

inaczej tkanka przetokowa; tkanka roślinna otaczająca wiązki przewodzące w liściach roślin nagonasiennych (nagozalążkowych); pośredniczy w wymianie wody i substancji odżywczych między nierozgałęzionymi wiązkami przewodzącymi a mięszkiem asymilacyjnym

transpiracja

parowanie wody z powierzchni roślin; głównym organem transpiracji są liście, z których para wodna uchodzi przez szparki (transpiracja szparkowa) lub przez skórę i kutykulę (transpiracja kutykularna)

wierzchołek (stożek) wzrostu

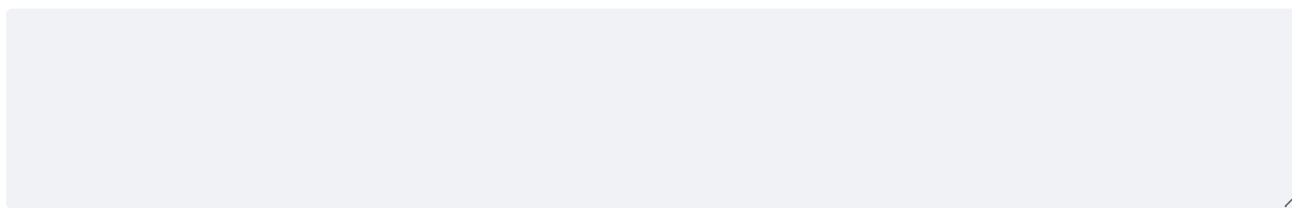
szczytowa część łodygi i korzenia zawierająca tkanki merystematyczne; odpowiada za wzrost łodygi i korzenia na długość; wierzchołek wzrostu pędu wytwarza ponadto zawiązki: pędów bocznych, kwiatów i liści

Animacja

Budowa liścia rośliny nagonasiennej i okrytonasiennej

Polecenie 1

Obejrzyj animację dotyczącą budowy liścia roślin nago- i okrytonasiennych. Następnie porównaj budowę anatomiczną liści obu grup roślin, wskazując na ich podobieństwa i różnice.



Wystąpił błąd

Liść – budowa i funkcje.

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

Film nawiązujący do treści materiału

Polecenie 2

Polecenie 3

Grafika interaktywna

Wytwarzanie rozmnożeń jako przykład ewolucyjnego przystosowania liści

Rozmnożki u żyworódki Daigremonta (*Kalanchoe daigremontiana*).

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Polecenie 1

Polecenie 2

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Liść – budowa i funkcje

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

IX. Różnorodność roślin.

2. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Uczeń:

5) wykazuje związek budowy morfologicznej i anatomicznej (pierwotnej i wtórnej) organów wegetatywnych roślin z pełnionymi przez nie funkcjami;

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:

Uczeń:

- przedstawia budowę morfologiczną i anatomiczną liścia właściwego roślin okrytonasiennych;
- przedstawia budowę morfologiczną i anatomiczną liścia szpilkowego roślin nagonasiennych;
- charakteryzuje cechy kseromorficzne liści szpilkowych;
- określa główne funkcje liścia właściwego.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;

- rozmowa kierowana;
- ćwiczenia interaktywne;
- mapa myśli;
- animacja;
- analiza grafiki interaktywnej;
- prezentacja.

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. Nauczyciel dzieli klasę na trzy grupy. Każdy zespół otrzymuje zagadnienia do opracowania:
 - grupa I: budowa morfologiczna liścia roślin okrytonasiennych dwuliściennych;
 - grupa II: budowa anatomiczna liścia roślin okrytonasiennych dwuliściennych;
 - grupa III: budowa liścia iglastego roślin nagonasiennych.

Uczniowie wyszukują informacje oraz przynoszą materiały, które wykorzystają podczas prezentacji (m.in. okazy liści różnych gatunków roślin, zdjęcia, informacje i ciekawostki z wiarygodnych źródeł internetowych).

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy lub za pomocą rzutnika zawartość sekcji „Wprowadzenie”. Uczniowie wspólnie z nauczycielem omawiają cele lekcji i określają kryteria sukcesu.
2. **Odwołanie do wcześniejszej wiedzy.** Nauczyciel, odwołując się do wiedzy uczniów zdobytej na wcześniejszych zajęciach, zadaje pytania:
 - Jakie rodzaje liści wyróżnia się ze względu na liczbę blaszek liściowych?
 - Jakie rodzaje liści wyróżnia się ze względu na ułożenie wiązek przewodzących?
 - Jakie rodzaje liści wyróżnia się ze względu na pełnioną funkcję? Jakie to są funkcje?
 - Czym różnią się liście roślin nagonasiennych i okrytonasiennych?

Faza realizacyjna:

1. **Prezentacje uczniów.** Część właściwa lekcji zaczyna się od prezentacji i omówienia przez poszczególne grupy materiałów przygotowanych w domu. Nauczyciel z całą klasą wybiera najlepszą prezentację, tzn. taką, która w skondensowany i poprawny sposób przedstawia informacje na temat danego zagadnienia.
2. **Mapa myśli.** Uczniowie, pracując w parach, tworzą na podstawie tekstu w sekcji „Przeczytaj” notatkę w zeszycie w postaci mapy myśli porządkującą wiadomości na temat funkcji liści.
3. **Praca z animacją pt. „Budowa liścia rośliny nagonasiennej i okrytonasiennej”.** Uczniowie dzielą się na zespoły i na podstawie przeczytanego tekstu oraz informacji zawartych w animacji układają pytania quizowe dla innych grup. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel nagradza zwycięską drużynę, np. ocenami z aktywności.
4. Nauczyciel wprowadza uczniów w treść polecenia nr 2, dotyczącego cech liścia roślin nagonasiennych, które wskazują na przystosowanie do znoszenia suszy. Uczniowie wykonują je w parach, a następnie porównują swoje rozwiązanie z innym zespołem.
5. **Praca z grafiką interaktywną pt. „Wytwarzanie rozmnożeń jako przykład ewolucyjnego przystosowania liści”.** Nauczyciel czyta treść polecenia nr 1, dotyczącego typu rozmnażania występującego u żyworódki Daigremonta, i prosi uczniów, aby w parach przygotowali rozwiązanie na podstawie materiału, który zaraz zostanie wyświetlony na tablicy.

Faza podsumowująca:

1. Chętni uczniowie podsumowują wiedzę zdobytą na zajęciach.
2. Nauczyciel dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji, a także wyjaśnia wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj polecenie nr 1 z sekcji „Animacja” oraz polecenie nr 2 z sekcji „Grafika interaktywna”.
2. Dla chętnych: Wykonaj polecenie nr 3 z sekcji „Animacja”.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania animacji:

- Animację można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.