

Jeden liść – pięć spojrzeń

Renata Bielecka¹

Liście są to organy roślin wyższych służące głównie do asymilacji, oddychania i transpiracji, przystosowane morfologicznie i anatomicznie do wykonywania tych czynności. Pod względem morfologicznym liście wykazują dużą różnorodność. U roślin zielonych nawet na tym samym osobniku możemy wyróżnić kilka rodzajów liści.

Podejście do przedmiotu badań może być różne. Poznając przyrodę, prowadząc obserwację i doświadczenie, możemy u ucznia kształtować różne pojęcia. Okazuje się, że w zależności od spojrzenia, może to być pojęcie matematyczne, biologiczne, fizyczne, chemiczne lub geograficzne.

Dlaczego właśnie liść? Bo to powszechnie spotykany organ roślin nasiennych, o skomplikowanej budowie, a w gruncie rzeczy wiemy o nim tak niewiele.

Proponowany cykl lekcji przyrody ma na celu ukazanie, że każdy obiekt przyrodniczy można pokazać na wiele sposobów oraz że przyrodę należy ujmować całościowo.

Cel główny:

Zdobyć umiejętność obserwacji przyrodniczych i dokonywania ich opisu.

I. Co zobaczy matematyk?

– przede wszystkim pewną logiczność w sposobie rozmieszczenia zawiązków liści, a w konsekwencji samych liści na łodydze.

Układ, czyli rozmieszczenie liści na łodydze nazywamy *ulistnieniem*. Jest ono charakterystyczne dla danego gatunku, rodzaju, a zwłaszcza dla całej rodziny. Ulistnienie odpowiada rozmieszczeniu pączków na pędzie. Liczba zawiązków liści czyli pączków tworzących się w jednym węźle może być różna. W układzie zawiązków liści na osi obserwuje się dwa rodzaje prawidłowości:

- 1) odstępy boczne pomiędzy zawiązkami są sobie równe,
- 2) zawiązki w kolejnych węzłach mijają się.

W efekcie wyróżniamy trzy typy ulistnienia: *okółkowe* (tu zaliczamy również ulistnienie *nakrzyżległe*), *dwurzędowe*, *skrętoległe*.

Matematyk od razu zauważy, że rozmieszczenie liści można określić liczbowo za pomocą konkretnego kąta położenia. I tak:

ULISTNIENIE OKÓŁKOWE występuje wówczas, gdy z jednego węzła na łodydze wyrastają po dwa lub więcej liści, tworząc okółek.

Jeżeli podstawa zawiązku obejmuje prawie cały obwód łodygi, to wiadome jest, że następny związek wytworzy się po przeciwnej stronie wierzchołka wzrostu. Efektem będzie wytworzenie dwuzeregowego typu ulistnienia. Dlatego, jeśli w węźle są dwa liście naprzeciw siebie, to w następnym węźle będą one obrócone w stosunku do poprzedniego o 90° . Stąd nazwa – w tym szczególnym przypadku – *nakrzyżległe*. Ulistnienie charakterystyczne dla rodziny wargowych.

Przykłady: dąbrówka rozłogowa, szaflwia, macierzanka piaskowa, mięta pieprzowa.

¹ Autorka jest nauczycielką w Zespole Szkół im. J. Korczaka w Gnieźnie.

ULISTNIENIE DWURZĘDOWE różni się od okółkowego tym, że w każdym węźle wyrasta tylko jeden liść, przy czym kąt między nim a następnym liściem wynosi 180° . Wskutek takiego układu liście są ustawione w dwóch naprzeciwległych rzędach. Ulistnienie typowe dla większości roślin jednoliściennych.

Przykład: trawy

W ustawieniu liści można stwierdzić podłużne szeregi liści leżących jeden nad drugim. Takie szeregi nazywamy prostnicami. W ulistnieniu okółkowym nakrzyżległym występują cztery prostnice, w dwurzędowym tylko dwie.

ULISTNIENIE SKRĘTOLEGŁE (spiralne) w węźle tworzy się tylko jeden liść, przy czym liście następujące po sobie nie stoją naprzeciw siebie a tworzą kąt mniejszy niż 180° . Każdy liść zajmuje na łodydze pewną właściwą sobie wysokość, w wyniku czego wszystkie liście ustawione są na jednej linii biegnącej spiralnie dookoła łodygi.

W ulistnieniu skrętoległym liczba prostnic zależy od tego, ile liści znajduje się na łodydze między dwoma liśćmi leżącymi bezpośrednio jeden nad drugim na jednej prostnicy. Układ skrętoległy wyraża się ułamkiem, w którym mianownik oznacza liczbę prostnic, a licznik ilość obiegów linii spiralnej między dwoma liśćmi, umieszczonymi nad sobą na tej samej prostnicy.

Najczęściej spotykane ułamki: $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$, $5/13$.

Ulistnienie najbardziej rozpowszechnione w świecie roślin.

Przykład: wiśnia ($2/5$), olcha ($1/3$)

Drugim zagadnieniem dostrzeganym okiem matematyka jest **kształt blaszki liściowej**.

Kształt blaszki możemy ustalić stosunkiem jej długości do szerokości, dlatego wszystkie różnorodne kształty blaszek liściowych można sprowadzić do kilku podstawowych form.

Wyróżniamy blaszki: okrągłe, eliptyczne, jajowate, lancetowate, równowąskie, mieczowate, nerkowate i inne.

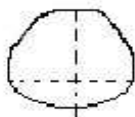
U większości roślin blaszka wykazuje symetrię dwuboczną; w nielicznych przypadkach, jak u wiązu i lipy, może być asymetryczna.

Ogonki liściowe nawet na tej samej roślinie mają różną długość i ustawione są pod różnym kątem do łodygi. Dzięki temu ogonek utrzymuje blaszkę w najodpowiedniejszym położeniu w stosunku do światła słonecznego i umożliwia jej zajęcie odpowiedniego nachylenia do źródła światła.

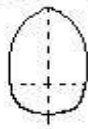
Morfologia liścia – liście pojedyncze o blaszce całej (niepodzielonej)

liść najszerszy u nasady

szeroko jajowaty



jajowaty

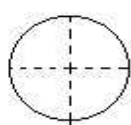


lancetowaty

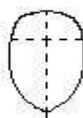


liść najszerszy w części środkowej

okrągły



eliptyczny

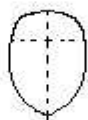
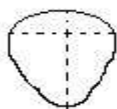


podłużny



liść najszerszy u szczytu

odwrotnie szeroko jajowaty



odwrotnie lancetowaty



odwrotnie jajowaty

PROPOZYCJE DO REALIZACJI NA LEKCJI PRZYRODY

Zadanie I

Uczniowie obserwują typy ulistnienia. Liczą ile liści jest w węzle oraz ile prostnic, jak również sprawdzają liczbę liści znajdujących się na łodydze między dwoma liśćmi leżącymi bezpośrednio nad sobą na jednej prostnicy. W wyniku obserwacji i obliczeń wyróżniają trzy typy ulistnienia – okółkowy, dwurzędowy i skrętogły.

Wymienione typy ulistnienia przedstawiają w postaci schematycznych rysunków.

Zadanie II

Mogą policzyć prostnice na żywych okazach roślin, np. hodowanych w pracowni przyrodniczej i przyporządkować je do określonego typu ulistnienia.

Zadanie III

Uczniowie prowadzą obserwację blaszek liściowych liści pojedynczych o blaszce całkowitej. Na podstawie stosunku długości do szerokości określają formę liścia.

Wykonują rysunki rozpoznanych form lub podpisują gotowe rysunki blaszek liściowych.

Zadanie IV

Uczniowie segregują liście na symetryczne i asymetryczne.

Wykonują rysunki blaszki liściowej wrysowując oś symetrii.

Propozycje zagadnień do realizacji – lekcja pierwsza

- 1) Wprowadzenie do cyklu lekcji JEDEN LIŚĆ – 5 SPOJRZEŃ
- 2) Badanie rozmieszczenia liści na łodydze czyli ulistnienia.

Zadanie I i zadanie II

- 3) Poznanie metodą ćwiczeniową różnych kształtów blaszki liściowej.

Zadanie III

- 4) Symetria dwuboczna a blaszka liściowa.

Zadanie IV

II. Jakie pojęcia wprowadzi biolog?

Kształtowanie pojęcia biologicznego rozpocznie od konkretnego spostrzegania jego elementów, to znaczy od morfologii.

MORFOLOGIA LIŚCIA

W pierwszej kolejności biolog wyodrębnia elementy budowy zewnętrznej: blaszkę, ogonek, nasadę, przylistki.

Blaszka liściowa jest najważniejszą, a zarazem największą częścią liścia. Wyróżniamy w niej: podstawę, część środkową, wierzchołek, brzeg blaszki liściowej.

Budowa blaszki jest grzbieto-brzuszną, tzn. że wyróżniamy w niej stronę górną (grzbietową) ze słabiej uwydatniającymi się nerwami oraz dolną (brzuszną) z wyraźnymi nerwami.

Blaszka pełni wszystkie zasadnicze czynności liścia.

Ogonek liściowy łączy blaszkę liściową z łodygą, najczęściej ma kształt rynienkowaty lub spłaszczony, czasem rurkowaty. U wielu roślin występują liście siedzące, tj. pozbawione ogonka liściowego.

Nasada liścia łączy bezpośrednio ogonek z łodygą. U wielu roślin, np. u traw przekształca się w pochwiaste rozszerzenie obejmujące szeroko łodygę – pochwę liściową.

Przylistki są to wyrostki wykształcające się często u nasady liścia. Zwykle występują parzyście w postaci niepozornych tworów albo osiągają większe rozmiary, są zielone i mają budowę podobną do liści.

Biolog obserwując liście spostrzega występującą w przyrodzie ogromną różnorodność form i kształtów. Stwarza to konieczność ustalenia podstaw ich klasyfikacji.

Biorąc pod uwagę całość lub podzielność liścia, kształty blaszki liściowej i szereg innych cech morfologicznych, możemy wyróżnić dwie zasadnicze grupy liści właściwych:

- 1) liście pojedyncze,
- 2) liście złożone.

LIŚCIE POJEDYNCZE mają tylko jedną blaszkę, która może być cała (brzeg liścia prosty) lub o brzegu powcinanym. Liście te mają różny kształt. To zagadnienie omówiono wyżej jako spojrzenie matematyczne.

Ale nie tylko kształt blaszki, lecz również jej zakończenie oraz podstawa mogą być bardzo różnorodne.

Ze względu na różnie wykształcony wierzchołek blaszki liściowej wyróżniamy liście:

tępe, wycięte, ostre, zaostrome, szczecinowate.

W zależności od kształtu podstawy blaszki liściowej wyróżniamy liście o nasadzie:

klinowatej, okrągłej, sercowatej, strzałkowatej, oszczepowatej.

W zależności od ukształtowania brzegu blaszki liściowej wyróżniamy liście albo brzegi liści:

całobrzegie, faliste (karbowane i ząbkowane), piłkowane, orzęsione lub kolczaste.

Liście o blaszce podzielonej mogą być pierzasto- lub palczastodzielne. W formie pierzastej wcięcia są zwykle rozmieszczone parami po obu stronach głównego nerwu blaszki. W formie palczastej poszczególne wcięcia wchodzą wachlarzowato ku środkowi blaszki. Jeżeli poszczególne wcięcia sięgają mniej więcej do $\frac{1}{4}$ szerokości blaszki, to liść jest pierzasto- lub palczastowrębny, jeśli sięgają do $\frac{1}{3}$ szerokości blaszki, to liść jest pierzasto- lub palczastokłapowany, jeśli sięgają połowy, to liść jest pierzasto- lub palczastodzielny, jeśli sięgają niemal do nerwu głównego – liść jest pierzasto- lub palczastosieczny.

LIŚCIE ZŁOŻONE mają więcej składowych – „blaszek liściowych”, zwanych wtedy listkami, osadzonych na wspólnej osi, tzw. osadce; poszczególne listki mogą mieć własne krótkie ogonki. Charakterystyczną właściwością liści złożonych jest to, że poszczególne listki w czasie opadania liści jesienią odpadają oddzielnie, jak np. u kasztanowca.

UNERWIENIE LIŚCI

W miększu zieleniowym (asymilacyjnym) blaszki liściowej rozmieszczone są liczne wiązki łyko-drzewne tworzące siatkę nerwów, czyli żyłek. Większe nerwy uwypuklają się szczególnie wyraźnie na stronie brzusznej blaszki liściowej, dlatego tutaj najłatwiej prześledzić ich układ. Unerwienie jest ważną cechą morfologiczną i ma duże znaczenie w systematyce roślin. Wyróżniamy trzy typy unerwienia liści:

- *równoległe* – charakterystyczne dla roślin jednoliściennych – bez nerwu głównego, wszystkie nerwy biegną równoległe, zbierając się na wierzchołku i u nasady blaszki liściowej, nerwy poprzeczne słabo wykształcone;
- *siateczkowe* – charakterystyczne dla roślin dwuliściennych – może być pierzaste lub dłoniaste, liście o unerwieniu pierzastym mają w części środkowej jeden główny nerw z odchodzącymi na boki coraz cieńszymi nerwami tworząc nieregularną sieć, liście o unerwieniu dłoniastym mają kilka nerwów głównych wychodzących z ogonka i rozgałęziających się w dalszym ciągu pierzasto;
- *widlaste* – występuje w liściach wielu paproci i miłorzębu; nerwy wychodzą z ogonka i rozgałęziają się widlasto i układają wachlarzowato.

ANATOMIA LIŚCIA

Budowa anatomiczna liścia właściwego jest ściśle związana z jego podstawowymi czynnościami fizjologicznymi. Wyróżniamy następujące tkanki: *skórkę, miększu zieleniowy (asymilacyjny), tkankę przewodzącą*.

SKÓRKA stanowi zewnętrzną okrywę liścia. Po stronie górnej liścia komórki są duże, ściśle ułożone o dobrze wykształconej kutikuli (warstwie ochronnej liścia). W tej części liścia nie spotykamy zazwyczaj aparatów szparkowych. Skórka dolnej powierzchni zbudowana jest z komórek mniejszych, wytwarzających stosunkowo cieńszą kutikulę. Między komórkami tej części skórki występują liczne aparaty szparkowe. Skórka pokrywająca liść z obu stron w większości przypadków pozbawiona jest chloroplastów, z wyjątkiem komórek szparkowych.

MIĘKSZ ZIELENIOWY (MEZOFIL) wypełnia całą przestrzeń liścia zawartą między dolną i górną skórką i stanowi jego główną masę. W liściach typowych wyróżniamy dwa rodzaje miększu zieleniowego:

- miększu palisadowy,
- miększu gąbczasty.

Ten pierwszy występuje po górnej stronie liścia i składa się z komórek wydłużonych, walcowatych, ustawionych prostopadle do powierzchni liścia. Między komórkami występują dość liczne, ale wąskie przestwory międzykomórkowe, tworząc cały system delikatnych kanalików umożliwiający szybki dopływ CO₂. Komórki miękiszu palisadowego wypełnione są obficie chloroplastami, dzięki czemu w tej części liścia intensywnie przebiega proces asymilacji CO₂. U niektórych roślin, np. u fasoli – miękisz palisadowy jest jednowarstwowy, natomiast u innych roślin może być wielowarstwowy.

Miękisz gąbczasty wypełnia dolną część liścia. Zbudowany jest z komórek o nieregularnych kształtach, luźno ułożonych, tworzących duże przestwory międzykomórkowe. W komórkach znajdują się chloroplasty, lecz w liczbie znacznie mniejszej, w porównaniu z komórkami miękiszu palisadowego. Asymilacja CO₂ przebiega tu w znacznie słabszym stopniu. Duże przestwory międzykomórkowe miękiszu gąbczastego łączą się z licznie rozmieszczonymi szparkami w skórce od strony dolnej i stwarzają silnie rozwinięty system wentylacyjny. Dzięki temu komórki miękiszu gąbczastego mają bardzo dużą powierzchnię, ułatwiającą wymianę gazów między wnętrzem liścia a otaczającą atmosferą.

Nie u wszystkich roślin występuje zróżnicowanie miękiszu zieleniowego na palisadowy i gąbczasty, m.in. w liściach izolateralnych, tzn. o jednakowej budowie z obu stron, a ustawiających się mniej więcej równolegle do promieni słonecznych, np. u cebuli czy lnu.

TKANKA PRZEWODZĄCA to wiązka łyko-drzewna złożona z fleomu leżącego od strony dolnej liścia i ksylemu położonego od strony górnej. Odpowiada to układowi elementów przewodzących w ogonku liściowym i w łodydze. Nerwy w odcinkach końcowych w pobliżu brzegu albo w części środkowej blaszki liściowej stają się coraz cieńsze, zmniejsza się w nich ilość rurek sitowych, a naczynia przechodzą stopniowo w cewki o spiralnych zgrubieniach. Ostatnie rozgałęzienia nerwów nie zawierają rurek, a tylko pojedyncze cewki.

Ogonek liściowy pod względem budowy anatomicznej przypomina budowę pierwotną łodygi, z tą różnicą, że wykazuje zazwyczaj symetrię dwuboczną, a nie promienistą.

PROPOZYCJE DO REALIZACJI NA LEKCJI PRZYRODY

Zadanie I

Uczniowie na podstawie obserwacji poznają i wyodrębniają podstawowe elementy budowy zewnętrznej liścia (blaszka, ogonek, nasada, przylistki). Wykonują i opisują rysunek liścia właściwego.

Zadanie II

Uczniowie segregują liście na liście ogonkowe i siedzące. Wykonują schematyczne rysunki liścia ogonkowego i siedzącego.

Zadanie III

Uczniowie oglądają przy pomocy lupy brzeg blaszki liściowej i dokonują podziału liści na całobrzegie, faliste, piłkowane, karbowane, orzęsione i kolczaste. Wykonują rysunki ukształtowania brzegu blaszki liściowej.

Zadanie IV

Podobnie, jak wyżej, uczniowie obserwują różne wykształcenie wierzchołka blaszki liściowej (można również prowadzić obserwację kształtu nasad blaszek liściowych) i dokumentują wyniki obserwacji w postaci rysunku.

Zadanie V

Uczniowie obserwują różne kształty liści i dokonują podziału na liście pojedyncze i złożone. Mogą również zaobserwować formy liści złożonych (liście trójlistkowe, parzystopierzastozłożone, nieparzystopierzastozłożone, palczastozłożone). Zaobserwowane typy ulistnienia przedstawiają w postaci rysunków lub podpisują gotowe rysunki porządkowując odpowiednie określenie.

Zadanie VI

Uczniowie oglądają spodnią część blaszek liściowych różnych liści i dzielą je ze względu na typ unerwienia. Obserwacje dokumentują przy pomocy rysunku.

Zadanie VII

Uczniowie poznają budowę tkankową blaszki liścia, obserwując pod mikroskopem przekrój poprzeczny. Notują zaobserwowane tkanki, podają charakterystyczne cechy budowy.

Zadanie VIII

Uczniowie obserwują poprzeczny przekrój blaszki liściowej. Rysują schemat tego przekroju uwzględniając lokalizację tkanek.

Zadanie IX

Uczniowie samodzielnie wykonują preparaty mikroskopowe z liści cebuli, a następnie oglądają je pod mikroskopem i wyniki obserwacji dokumentują rysunkiem.

Propozycje zagadnień do realizacji – lekcja druga

1. Wyodrębnienie elementów budowy zewnętrznej liścia metodą ćwiczeniową

Zadanie I i II

2. Analiza różnorodności brzegów, zakończeń i podstaw blaszki liściowej.

Zadanie III, IV

3. Liście pojedyncze i złożone.

Zadanie V

4. Badanie typów unerwienia.

Zadanie VI

5. Poznanie budowy tkankowej liścia metodą ćwiczeniową.

Zadanie VII, VIII, IX

III. Co w liściu zainteresuje fizyka?

Z pewnością transpiracja wody oraz wymiana gazowa.

Służą do tego aparaty szparkowe będące zespołami komórek przystosowanych do zabezpieczenia i regulacji wymiany gazowej między atmosferą a wewnętrznymi tkankami rośliny.

Woda pobierana przez korzenie z gleby wydostaje się w postaci pary wodnej do atmosfery przez szparki w liściach. Zjawisko to nazywane *transpiracją* służy:

- chłodzeniu liści wystawionych na intensywne promieniowanie słoneczne,
- stałemu przepływowi wody od korzenia do liścia celem dostarczenia soli mineralnych.

W komórkach szparkowych znajdują się chloroplasty powodujące zmiany w stężeniu cukrów w wyniku trwania fotosyntezy na świetle lub jej ustania w ciemności. Powodują one konsekwentnie zmiany turgoru w tychże komórkach. Zróżnicowana grubość ścian komórek szparkowych jest z kolei przyczyną, przy zmianie turgoru, automatycznego zawierania się lub rozwierania szparki. Szparki służą przede wszystkim do regulacji transpiracji wody, ale również umożliwiają intensywną wymianę gazową, między innymi dyfuzję tlenu potrzebnego do oddychania oraz dwutlenku węgla do fotosyntezy. Przy dostatecznej ilości wody lub nadmiarze wody i przy zwiększonym turgorze komórek przyszparkowych szparki się rozwierają. Przy braku wody spada turgor i szparki się zamykają. Ruchy aparatów szparkowych mają charakter cykliczny. W ciągu dnia szparki są otwarte. Przed zachodem słońca, kiedy dość znacznie obniża się temperatura i niknie światło, aparaty szparkowe zamykają się.

Kolejnym zjawiskiem fizycznym zachodzącym w liściu jest występowanie jaśniejszej barwy po dolnej stronie blaszki liściowej niż po górnej. Przyczyną tego zjawiska jest występowanie w miękiszu gąbczastym dużej liczby przestworów międzykomórkowych wypełnionych powietrzem. Równocześnie występuje tu mniejsza liczba chloroplastów w komórkach, stąd jaśniejsza dolna powierzchnia.

Następne zjawisko fizyczne: Do przeprowadzenia fotosyntezy zachodzącej wewnątrz chloroplastów potrzebne jest światło. Przechodzi bez trudu przez przezroczyste komórki skórki. Jest ono pochłaniane przez chlorofil, intensywnie zielony barwnik. Z promieniowania słonecznego, będącego głównym źródłem światła, chlorofil pochłania tylko czerwoną i niebieską część światła. Światło zielone przepuszcza. Ponieważ w pozostałej części światła przeważa światło zielone, dlatego chlorofil ma intensywną zieloną barwę.

PROPOZYCJE DO REALIZACJI NA LEKCJI PRZYRODY

Zadanie I

Uczniowie przeprowadzają doświadczenia wskazujące na istnienie zjawiska transpiracji, z nastawieniem na utratę wody przez aparat szparkowy. Wyciągają i zapisują wnioski.

Zadanie II

Uczniowie przeprowadzają doświadczenie pozwalające zmierzyć intensywność transpiracji np. u roślin doniczkowych. Wyniki doświadczenia mogą zapisać w postaci diagramu.

Zadanie III

Uczniowie porównują powierzchnię dolną i górną liścia i próbują odpowiedzieć na pytanie: *Dlaczego dolna powierzchnia blaszki liściowej jest jaśniejsza od górnej.* (Stworzenie sytuacji problemowej).

Zadanie IV

Propozycja wykonania doświadczenia z rozszczepieniem światła przechodzącego przez pryzmat, a następnie przepuszczeniu go przez roztwór zabarwiony na zielono. Uczniowie obserwują, że światło białe jest zbiorem różnych barw i że światło zielone po przejściu przez zielony płyn jest przepuszczane. Można zrobić doświadczenia na zachowanie się innych barw.

Zadanie V

Uczniowie wykonują doświadczenia na przejście światła przez przedmioty przezroczyste oraz nieprzezroczyste i formułują wnioski oraz odpowiadają na pytanie: *Dlaczego komórki skórki są przezroczyste?*

Zadanie VI

Stworzenie sytuacji problemowej – *Dlaczego liście po odpadnięciu od łodygi więdną, aż do całkowitego wyschnięcia?* Uczniowie powinni dojść do wniosku, że transpiracja nie ustaje w skutek otwartych aparatów szparkowych.

Propozycje zadań do realizacji – lekcja trzecia

1. Co to jest transpiracja?

Zadanie I

2. Czynniki wpływające na intensywność transpiracji oraz zależności między badanymi czynnikami.

Zadanie II

3. Zjawisko rozszczepienia światła w pryzmacie i w roślinie.

Zadanie III, IV

4. Dlaczego światło przechodzi przez komórki skórki?

Zadanie V

5. Woda naprawdę wyparowuje przez aparaty szparkowe.

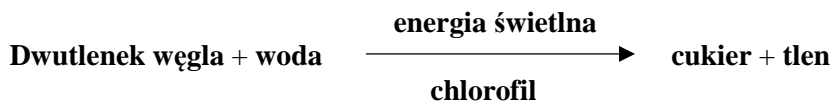
*Zadanie VI***IV. Jakie reakcje chemiczne zachodzą w liściu?****SYNTEZA = OTRZYMYWANIE**

Po pierwsze reakcje syntezy, czyli łączenia polegające na tworzeniu z prostych związków nieorganicznych takich jak woda, sole mineralne i dwutlenek węgla złożonych związków organicznych takich jak cukry. Reakcje te potrzebują dopływu energii z zewnątrz. Z energetycznego punktu widzenia fotosyntezę możemy uważać za proces, w którym energia świetlna pobierana przez roślinę jest przekształcana i magazynowana w postaci bogatych w energię związków węgla.

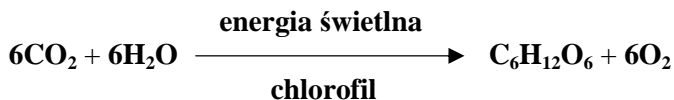
Przykładem reakcji syntezy zachodzącej w liściu jest fotosynteza. Jest ona reakcją fotochemiczną, której podstawowym warunkiem jest pochłanianie energii światła.

W procesie ewolucji organizmy roślinne wytworzyły szereg specyficznych związków organicznych mających zdolność pochłaniania energii świetlnej, w postaci tej części widma promieniowania słonecznego, która w danym środowisku zabezpiecza pod względem energetycznym proces fotosyntezy w sposób optymalny. Związki te określamy często terminem *barwników asymilacyjnych*. Należą do nich głównie takie grupy związków jak chlorofile, karoteny, ksantofile, fikobiliny.

Przyjmując jako końcowy produkt fotosyntezy cząsteczkę heksozy (glukoza), sumaryczne równanie procesu można wyrazić poniższym wzorem:



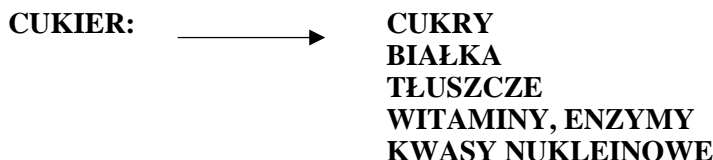
lub



Liść jest fabryką żywności

Węglowodany nie u wszystkich roślin są jedynymi końcowymi produktami fotosyntezy. Na proces fotosyntezy składa się cały szereg skomplikowanych reakcji chemicznych. U niektórych roślin produkt pośredni – kwas fosfoglicerynowy – może być bezpośrednio wykorzystany do syntezy kwasu pirogronowego i innych kwasów organicznych, aminokwasów lub kwasów tłuszczowych. Aldehyd fosfoglicerynowy może służyć do syntezy lipidów. Przedstawicielami są rośliny zbożowe, motylkowe, ziemniaki.

Schematycznie można to przedstawić następująco:

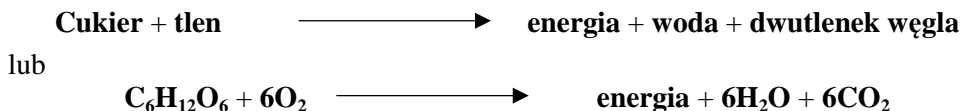


ANALIZA = ROZKŁAD

Drugi typ reakcji – analiza (inaczej rozpad) polegający na rozkładzie złożonych związków organicznych na prostsze składniki. Reakcjom tym towarzyszy wyzwalamie energii.

Podstawowa reakcja rozkładu w liściu to proces oddychania. Oddychanie jest procesem odwrotnym do fotosyntezy i polega na uwolnieniu energii, dzięki której komórka roślinna może przeprowadzić syntezę wszystkich związków organicznych oraz zapewnić prawidłowy przebieg wszystkich procesów metabolicznych.

Najprościej można to przedstawić następująco:



Zmiana zabarwienia liści jesienią

W chloroplastach występują również inne barwniki niż chlorofil – żółte ksantofile, pomarańczowe karoteny i czerwone antocyjany.

Obniżenie temperatury w okresie jesiennym wpływa hamująco na pobieranie i rozprowadzanie wody oraz na intensywność procesów asymilacji. Wskutek tego barwniki zawarte w plastydach i soku komórkowym ulegają stopniowemu rozkładowi. Najpierw rozkłada się chlorofil, a ksantofil i karoten oraz antocyjan, jako trwalsze, pozostają dłużej. Stopniowy rozkład barwników jesienią jest przyczyną zmiany zabarwienia liści.

Fotosynteza i oddychanie zachodzą w komórkach liścia równocześnie.

Wytworzone cukry są zarówno źródłem energii jak i materiałem budulcowym (ściany komórkowe, błony plazmatyczne), materiałem wyjściowym do syntezy innych związków chemicznych (skrobia, białko, tłuszcze, kwasy nukleinowe, witaminy) oraz materiałem zapasowym (skrobia).

PROPOZYCJE DO REALIZACJI NA LEKCJI PRZYRODY

Zadanie I

Doświadczenie z moczarką; w czterech zlewkach zakładamy hodowlę rośliny stwarzając różne warunki:

- woda z kranu + słońce;

- b) woda destylowana + słońce;
- c) woda z kranu + brak dostępu do światła;
- d) brak wody + słońce.

Uczniowie w postaci schematu obrazują proces fotosyntezy (co potrzebne do zaistnienia procesu i co jest produktem).

Zadanie II

Proste doświadczenie z moczarką obrazujące wypieranie wody z próbki przez wydzielający się tlen. Uczniowie sprawdzają zapalną palność gazu i na tej podstawie określają, co jest produktem ubocznym fotosyntezy. Zastanawiają się nad znaczeniem tego zjawiska dla życia na ziemi.

Zadanie III

Uczniowie za pomocą doświadczeń z moczarką badają wpływ koloru światła na intensywność fotosyntezy (liczą wydzielane pęcherzyki tlenu przy różnej barwie światła. Wyciągają wnioski i zapisują wyniki obserwacji w postaci wykresu lub diagramu.

Zadanie IV

Uczniowie doświadczalnie sprawdzają wpływ natężenia światła na intensywność fotosyntezy np. u moczarki (liczą wydzielane pęcherzyki tlenu przy różnym natężeniu światła). Formułują wnioski i rysują wykres zależności między intensywnością fotosyntezy i natężenia światła.

Zadanie V

Badanie przez uczniów wpływu temperatury na intensywność fotosyntezy u moczarki. Rośliny do badań są hodowane w takich samych warunkach, czynnikiem zmiennym jest temperatura. Uczniowie rejestrują wyniki w postaci graficznej (diagram, wykres).

Zadanie VI

Uczniowie wykrywają produkty fotosyntezy przy pomocy odczynników. (Hajnesa, Lugola – barwi skrobię na niebiesko, Sudan III – barwi kropelki tłuszczu na czerwono). Zapisują wnioski.

Zadanie VII

Dlaczego jesienią liście z zielonych stają się żółte, pomarańczowe, a nawet czerwone? (stworzenie sytuacji problemowej). Uczniowie rozwiązują problem na drodze dedukcji.

Zadanie VIII

Rośliny wykorzystują wytworzone cukry do różnych celów: są one materiałem wyjściowym do budowy innych związków chemicznych lub nowych komórek i tkanek, materiałem zapasowym bądź źródłem energii. Uczniowie projektują sposób graficznej interpretacji.

Zadanie IX

Uczniowie szukają zależności pomiędzy fotosyntezą i oddychaniem. Rysują schemat zależności, korzystając z wyrazów: fotosynteza, oddychanie, dwutlenek węgla, woda, tlen, węglowodany.

Propozycje zadań do realizacji - lekcja czwarta

1. Jakie warunki muszą być spełnione, aby zaistniało zjawisko fotosyntezy?

Zadanie I

2. Produkt uboczny fotosyntezy i jego znaczenie dla życia na ziemi.

Zadanie II

3. Od czego zależy intensywność fotosyntezy?

Zadanie III, IV, V

4. Produkty fotosyntezy i ich wykorzystanie przez roślinę.

Zadanie VI, VIII

5. Reakcje rozkładu.

Zadanie VII

6. Oddychanie odwrotnością fotosyntezy.

Zadanie IX

V. Na co zwróci uwagę biogeograf?

Na przystosowania środowiskowe

Wiele przystosowań w budowie rośliny można rozpatrywać tylko w powiązaniu z warunkami środowiska. Stąd już w nazwie wyróżniamy rośliny z różnych środowisk, np. wodne, bagienne, wydmore, pustynne. Wpływ środowiska bywa tak wielki, że ogólny wygląd rośliny może odbiegać w sposób uderzający od ogólnego jej modelu. Nawet wyróżnienie organów może być utrudnione i tylko bardzo wnikliwe badania pozwalają ustalić, czy mamy do czynienia ze zmniejszonym korzeniem, łodygą czy liściem.

Czynnikami bardzo wyraźnie kształtujące budowę roślin to:

- stopień zaopatrzenia w wodę,
- natężenie światła,
- temperatura,
- składniki pokarmowe w glebie.

Jak stopień zaopatrzenia w wodę wpłynął na budowę liści?

LIŚCIE ROŚLIN WODNYCH – stale zanurzonych w wodzie mają najczęściej blaszkę silnie porozcinaną na wąskie odcinki. Taka budowa zwiększa powierzchnię zetknięcia liścia z wodą, stwarzając lepsze warunki wymiany gazów, które w wodzie są trudniej dostępne, niż na lądzie. Taka budowa stwarza także korzystniejsze warunki pochłaniania energii świetlnej.

Niektóre rośliny wodne mają część liści zanurzonych, a część nadwodnych. Jedne i drugie liście mogą znacznie różnić się od siebie budową. Zjawisko to nazywamy różnorodnością, np. u strzałki wodnej – liście zanurzone w wodzie są taśmowate, a liście nadwodne mają strzałkowatą blaszkę liściową na długim ogonku.

Budowa wewnętrzna liści zanurzonych w wodzie również wykazuje charakterystyczne cechy. Skórka ma komórki o ścianach cienkich, nie wykazujących kutynizacji. Aparaty szparkowe są słabo wykształcone. Brak zróżnicowania na miękisz palisadowy i gąbczasty. W całej blaszce liściowej występują duże przestwory międzykomórkowe. Układ przewodzący i wzmacniający jest słabo rozwinięty.

Budowa liści pływających po powierzchni wody, np. liści grążela wykazuje zróżnicowanie miękiszu na palisadowy i gąbczasty, ale aparaty szparkowe, w przeciwieństwie do tego, co obserwujemy u roślin lądowych, rozmieszczone są na górnej powierzchni liścia, przy tym jest ich zwykle znacznie więcej, niż u lądowych. Układ wzmacniający liścia słabo rozwinięty. Za to wybitnie rozwinięty system przestrzeni międzykomórko-

wych; przekroje ogonków liściowych wykazują budowę ażurową (zwiększona lekkość, przez to daje możliwość unoszenia się w wodzie i ułatwia wymianę gazową).

LIŚCIE ROŚLIN HIGROFILNYCH – BAGIENNYCH żyjących w atmosferze dużego nasycenia parą wodną, charakteryzuje dobrze rozwinięty system przestrzeni międzykomórkowych. W skórcie, oprócz aparatów szparkowych, które często usytuowane są powyżej poziomu skórki, występują urządzenia do wydzielania wody w stanie ciekłym. Zwane są hydatorami albo wypotnikami. Są one podobne do aparatów szparkowych, ale od nich większe i stale otwarte. W ich komórkach nie ma chloroplastów ani zróżnicowania grubości ścian.

W naszym klimacie reprezentowane są przez rośliny runa cienistych lasów (jak np. szczawik zajęczy, piżmaczek wiosenny, niecierpek), gdzie w przyziemnej warstwie powietrza zachowuje się zawsze dużo wilgoci. Zaliczamy tu także rośliny otwartych miejsc, ale rosnących na glebach stale mokrych, gdzie w warstwie przyziemnej powietrze jest stale wilgotne (należy do nich np. rzezucha łąkowa oraz knieć błotna czyli kaczeniec).

LIŚCIE SUKULENTÓW, roślin miejsc suchych, gdzie jest niedostatek wody, wytworzyły formy zdolne do gromadzenia zapasu wody w tkankach – tkankę wodonośną, której komórki mają wybitnie dużą wakuolę. Tkanką taką może być kilkuwarstwowa skórka (której wewnętrzne warstwy nazywamy hipodermą), albo głębsze warstwy miękkiszu. Przykładem jest liść rozchodnika. Liście sukulentów osiągają dużą grubość i są soczyste (mięiste). Ponieważ jednocześnie u sukulentów występuje dążenie do zmniejszania powierzchni transpiracji, organy tych roślin, w tym również liście, często charakteryzują się kształtem zbliżonym do kulistego. Epiderma jest silnie skutynizowana i często powleczone na wierzchu nalotem woskowym nadającym siną barwę.

Formy gromadzące wodę w łodygach mają często liście zredukowane, przekształcone w ciernie.

LIŚCIE SKLEROFITÓW (roślin o ograniczonych możliwościach transpiracji i mało uwodnionych tkankach) mają skórkę (gruba kutikula) powleconą nalotem woskowym; u niektórych tworzy się grubościenna hipoderma. Aparaty szparkowe mogą powstać po obu stronach liścia, często są one w zagłębieniach otoczone włoskami. Para wodna wydziela się do takiego zagłębienia, w nim się kondensuje, a transpiracja przez szparki zmniejsza się lub całkowicie ustaje. Silnie rozwinięty system przewodzący i wzmacniający nadaje liściom dużą twardość i odporność na zginanie nawet przy dużej utracie wody.

Innym przystosowaniem do zmniejszania parowania jest zwijanie się liści, które można obserwować u traw. U tych roślin w epidermie liści występują grupy komórek wyróżniających się wielkością i zawierających duże wakuole. Gdy komórki te w czasie suszy tracą wodę, skórka ich marszczy się i zmniejsza powierzchnię. Ponieważ aparaty ruchowe występują tylko po jednej stronie liścia, brzegi liścia zwijają się ograniczając w ten sposób jego powierzchnię.

Zmniejszenie powierzchni transpirującej może być nieraz bardziej radykalne, używane przez redukcję liści, które przybierają postać cierni, igieł lub łusek.

Typową sklerofilową budowę wykazują liście drzew iglastych. W budowie igły sosny można znaleźć wszystkie charakterystyczne przystosowania sklerofitów:

- zmniejszenie powierzchni liścia,

- silnie skutynizowane komórki epidermy,
- grubościenną epidermę,
- zagłębienie aparatów szparkowych.

Miękisz asymilujący w tych liściach odznacza się także szczególną budową w związku ze zmniejszeniem powierzchni liścia. Strata powierzchni zostaje wyrównana przez wytworzenie fałdów ścian komórkowych do wnętrza komórek.

Jakie zmiany w liściu spowodowało zróżnicowanie natężenia światła?

ROŚLINY ŚWIATŁOLUBNE nie znoszące zacienienia, charakteryzują się często formą rozetkowego układu liści. Błazki liściowe są grube, miękisz palisadowy dobrze rozwinięty występować może w dwóch, a nawet w trzech warstwach. Skórka ma silnie rozwiniętą kutikulę, powierzchnia jej może być pokryta nalotem woskowym i błyszcząca lub pokryta kutnerowatymi włoskami. Są to włoski wielokomórkowe, rozgałęzione, martwe, wypełnione powietrzem, występujące bardzo gęsto na powierzchni liścia. Spotykamy je np. na liściach dziewanny. Aparaty szparkowe są liczne, system przewodzący i wzmacniający silnie rozwinięty.

ROŚLINY CIENIOLUBNE nie znoszą silnego oświetlenia, mają delikatniejszą budowę. Błazki liściowe są u nich cienkie, miękisz palisadowy rozwija się słabo, skórka jest delikatna, kutynizacja słabo wyrażona. Aparaty szparkowe zwykle mniej liczne niż u roślin rosnących w pełnym świetle.

ROŚLINY CIENIOZNOŚNE wykazują dużą zmienność cech. Liście tego samego osobnika wyrosłe w cieniu są nieco inne niż liście rosnące w pełnym świetle.

Znanym przystosowaniem do warunków oświetlenia jest tworzenie tzw. mozaiki liściowej. Przez nierównomierny rozwój ogonków liściowych i ustawienie liści w jednej płaszczyźnie osiągnięte zostaje maksymalne wykorzystanie padającego światła. Przeciwnie, przed nadmiernym oświetleniem, rośliny te potrafią bronić się ustawiając liście w jednej płaszczyźnie, ale krawędzią do kierunku promieni.

Przystosowania spowodowane temperaturą

Zrzucanie liści na zimę – drzewa i krzewy liściaste okresowo zrzucają liście, a same zimują w postaci bezlistnej (podobnie byliny tracą na zimę liście, jednakże z pędami nadziemnymi; rośliny jednoroczne nie zrzucają liści, lecz obumierają z końcem okresu wegetacji, tj. jesienią i zimują w postaci nasion). Zjawisko masowego zrzucania liści w okresie jesiennym, charakterystyczne dla naszych roślin liściastych, jest spowodowane przystosowaniem się roślin do zmieniających się warunków wegetacji. Niska temperatura wpływa hamująco na pobieranie i rozprzeczanie wody oraz na intensywność procesów asymilacji. Opadanie liści u drzew liściastych jest biologicznym przystosowaniem się roślin – obroną przed nadmierną transpiracją, a tym samym przed uschnięciem rośliny w zimie. Przystosowanie to wytworzyło się w toku ewolucji. Rośliny wytworzyły określony rytm zgodny z klimatycznymi warunkami otoczenia. Opadłe liście nie są całkowicie bezużyteczne dla rośliny. Tworzą one gruby pokład organiczny chroniący korzenie, kłącza oraz nasiona przed przemarzaniem. Poza tym liście opadłe podlegają działaniu bakterii i grzybów, które stopniowo rozkładają zawarte w nich substancje organiczne na związki mineralne. W ten sposób pokarmy mineralne pobrane przez rośliny powracają do gleby i mogą być w następnych latach powtórnie przez rośliny wykorzystane.

Zrzucanie liści na lato – w celu zahamowania transpiracji drzewa liściaste rosnące w afrykańskich sawannach, jak baobab, zrzucają liście w czasie najsilniejszych upałów i suszy w porze lata.

Kseromorficzna budowa liści

a) U drzew i krzewów iglastych oraz niektórych krzewinek zimozielonych (np. barwinek pospolity, wrzos zwyczajny) budowa taka zabezpiecza je przed nadmierną transpiracją i pozwala przetrzymać niesprzyjające warunki atmosferyczne zimą.

Liście o takiej budowie cechuje np.:

- silnie zredukowana blaszka liściowa,
- gruba warstwa kutikuli,
- aparaty szparkowe umiejscowione głęboko pod skórą.

b) Trwałe liście wykształcają również drzewa laurolistne obszarów podzwrotnikowych. Budowa kseromorficzna zabezpiecza je przed upałami typowymi dla tej strefy klimatycznej.

Przystosowania wywołane poziomem składników pokarmowych w glebie

ROŚLINY OWADOŻERNE mają szczególny typ struktury przystosowany do bytowania na terenach ubogich w sole azotowe i fosforowe. Wytwarzają one różnego rodzaju narządy chwytne, którymi zabijają owada. Przykładem takiej rośliny jest rosiczka rosnąca na torfowiskach. Rosiczka ma łopatkowate liście pokryte wyrostkami. Są to gruczołowe włoski wydzielające lepka, błyszczącą w świetle ciecz. Zwabiony owad przylepia się do gruczołów, które zginają się ku środkowi liścia, unieruchamiając ofiarę. Uwięziony owad zostaje następnie strawiony wydzielanymi enzymami rozkładającymi białko, z którego roślina czerpie brakujące składniki.

Przystosowując się do określonego czynnika środowiska wiele roślin w sposób szczególny przystosowało i zmodyfikowało również swoje liście.

ROŚLINY SOLANKOWE występują na glebach zasolonych, mają wygląd sukulentów. Często są bezlistne, np. soliród.

ROŚLINY PASOŻYTNICZE mają zwykle wygląd bardzo zmieniony. Nie zawierają chlorofilu, liście zostają zredukowane do łusek. Takim pasożytem jest np. kaniańka.

PROPOZYCJE DO REALIZACJI NA LEKCJI PRZYRODY

Zadanie I

Rozsypanka wyrazowa przedstawiająca różne czynniki środowiska mające wpływ na życie roślin. Uczniowie wybierają te, które mają największy wpływ.

Zadanie II

Uczniowie oglądają żywe okazy roślin różnych środowisk i dokonują analizy porównawczej.

Zadanie III

Doświadczenie – uczniowie obserwują odparowanie wody z naczyń o różnej powierzchni i dokonują porównania z liśćmi o zredukowanej powierzchni np. kolcami.

Zadanie IV

Projekcja filmu przyrodniczego i oglądanie albumów przyrodniczych.

Propozycje zagadnień do realizacji – lekcja piąta

1. Czynniki środowiska kształtujące budowę roślin.

Zadanie I

2. Jak temperatura powietrza wpływa na budowę liści?

Zadanie II

3. Jak rośliny bronią się przed utratą wody?

Zadanie III

4. Rośliny różnych środowisk i ich przystosowania.

Zadanie IV

5. Uporządkowanie wiadomości o liściu i wytworzenie ogólnego pojęcia liścia jako narządu rośliny.

Zalecenia realizacyjne

Aby osiągnąć postawiony cel: *umiejętność obserwacji przyrodniczych i dokonywanie ich opisu*, należy u ucznia ćwiczyć przyrodniczy sposób myślenia i opisywania świata. Staje się on wtedy prawdziwym badaczem przyrody oraz nabywa umiejętność jej opisywania, a także kształtuje i wzbogaca język przyrodniczy oraz rozbudza ciekawość poznawczą.

Proces myślowy ucznia powinien przebiegać stopniowo od obrazowego spostrzeżenia (opis, schematyczny rysunek), poprzez analizę (wykres zależności) i syntezę, charakterystykę i porównywanie, do abstrakcyjnego uogólnienia; poprzez rozumowanie teoretyczne (stwarzanie sytuacji problemowych) do porządkowania (wnioski, analiza porównawcza) i tworzenia nowych pojęć.

Metody aktywizujące: ćwiczeniowa, problemowo-laboratoryjna, doświadczenie, warsztaty, analiza wyników obserwacji i doświadczeń, pozwolą kształtować pojęcie liścia i pobudzą szereg funkcji poznawczych ucznia. Poznawanie podstawowych funkcji liścia w proponowany sposób, zmusi ucznia do aktywnego uczestniczenia w zajęciach, do prowadzenia obserwacji, badań, wyciągania i formułowania wniosków.

Sposób wprowadzania i utrwalania nowego pojęcia powinien polegać na wielokrotnym jego porównywaniu w coraz nowym ujęciu – spojrzeniu, od prostej obserwacji do prawa nauki za pomocą rozwiązywania logicznie złożonych zadań oraz formułowania i rozwiązywania problemów.

Podsumowanie

Propozycja kształtowania pojęcia liścia na pięć sposobów jest próbą kompleksowego ujęcia tego zagadnienia. Każdy obiekt przyrodniczy można opisać różnymi językami: biologicznym, fizycznym, chemicznym, biogeograficznym a także matematycznym, jednak wszystkie te spojrzenia są ze sobą w ścisłej korelacji i nie można ich do końca rozdzielić.

Wszystkie procesy zachodzące w obiekcie oraz jego anatomia i morfologia stanowią integralną całość i są uzależnione od czynników zewnętrznych czyli środowiska.

Literatura:

Świat roślin. Praca zbiorowa pod redakcją Józefa Prończuka. PWN, Warszawa 1986.

Botanika dla wyższych szkół rolniczych, pod red. Konstantego Steckiego. PWN, Warszawa 1966.