



## ZAJĘCIA nr 9

# ZAGADNIENIA TEORETYCZNE DO PRZYGOTOWANIA NA ĆWICZENIE: „Liście”

*Główne zagadnienia: budowa anatomiczna (tkanka okrywająca, mezofil, tkanka przewodząca) i morfologiczna: blaszka liściowa (kształt, wierzchołek, brzeg, nasada, unerwienie) i ogonek liściowy; liście pojedyncze i złożone; ulistnienie, modyfikacje liści.*

## LITERATURA

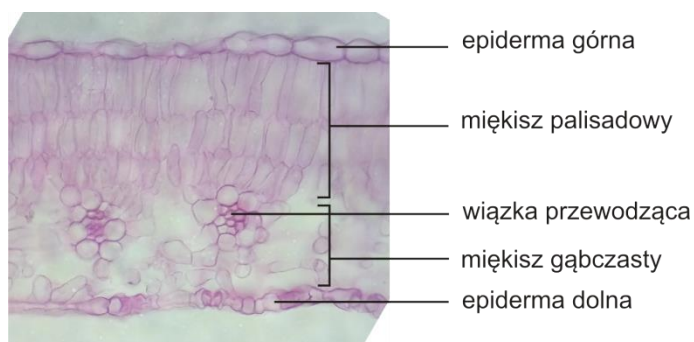
1. Szwejkowscy A.J.: Botanika. PWN, Warszawa 2012.
2. Broda B.: Zarys botaniki farmaceutycznej. PZWL, Warszawa 2012.

## I. Część teoretyczna

Liście są głównymi organami biorącymi udział w asymilacji CO<sub>2</sub>, transpiracji i oddychaniu roślin.

### 1. Budowa anatomiczna

W budowie anatomicznej liścia roślin okrytonasiennych wyróżnia się trzy podstawowe tkanki: okrywającą (epidermę), miękiszową (mezofil) i przewodzącą.



Budowa anatomiczna liścia jabłoni (*Malus* sp.), pow. 10×20.

## Epiderma

Epiderma (górna i dolna) jest zbudowana z 1 warstwy komórek cienkościennych, które zawierają aparaty szparkowe, nie zawierają natomiast chloroplastów. Epiderma górna pokryta jest często kutikulą oraz włoskami (ochrona przed nadmierną utratą wody).

W zależności od rozmieszczenia aparatów szparkowych wyróżnia się liście:

- amfistomatyczne – aparaty szparkowe są na dolnej i górnej powierzchni liścia (trawy),
- epistomatyczne – aparaty szparkowe tylko w epidermie górnej liścia (np. u roślin wodnych o liściach pływających),
- hipostomatyczne – aparaty szparkowe tylko w epidermie dolnej (u większości roślin lądowych).

## Mezofil

To miękisz asymilacyjny (zieleniowy, chlorenchyma), w którym zachodzi proces fotosyntezy; u większości roślin naczyniowych jest on zróżnicowany na **miękisz palisadowy i gąbczasty**. Miękisz palisadowy tworzy jedną lub kilka warstw komórek zwykle pod górną epidermą liścia. Zawiera 3/4 wszystkich chloroplastów, a komórki ściśle przylegają do siebie. W miękiszu gąbczastym komórki są luźno ułożone i tworzą liczne komory powietrzne ułatwiające wymianę gazową; miękisz ten zawiera 1/4 chloroplastów. W zależności od rozmieszczenia mezofilu wyróżnia się liście:

- bifacjalne (grzbietobrzuszne) – po jednej stronie blaszki liściowej leży miękisz palisadowy, a po drugiej – miękisz gąbczasty; są typowe dla roślin dwuliściennych,
- izolateralne (jednakopowierzchniowe) – miękisz palisadowy znajduje się po obu stronach blaszki liściowej, a miękisz gąbczasty w środku, np. liście goździkowatych (*Caryophyllaceae*),
- unifacjalne – miękisz niezróżnicowany, jednorodny; występuje w liściach roślin nagonasiennych, np. u sosny (*Pinus* sp.) i jednoliściennych, np. liść asymilacyjny cebuli (*Allium* sp.) i tulipana (*Tulipa* sp.).



### Wiązki przewodzące

Występują w środkowej części liścia i odpowiadają za transport wody wraz solami mineralnymi do liścia (drewno) i zsyntetyzowanych asymilatów do innych organów (łyko). Najgrubsze z wiązek tworzą na powierzchni liścia tzw. **nerwy**.

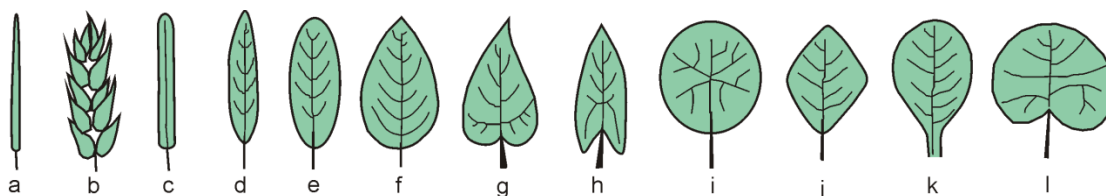
## 2. Budowa morfologiczna

Typowy liść rośliny okrytozalążkowej składa się z:

- o płaskiej blaszki liściowej - to zasadnicza część liścia, która zapewnia łatwy dostęp do powietrza i światła,
- o ogonka liściowego - może być obły, spłaszczony, kanciasty, rynienkowaty; często u nasady bywa rozszerzony i obejmuje pęd tworząc tzw. pochwę liściową (np. w rodzinie baldaszkowatych oraz u traw). Wiele roślin posiada liście bezogonkowe, czyli siedzące (np. gwiazdnica wielkokwiatowa *Stellaria holostea*).

### Blaszka liściowa

**Kształt blaszki liściowej** (patrz schemat poniżej) może być: **(a)** szpilkowaty, np. u sosny (*Pinus* sp.), **(b)** łuskowaty, np. u żywotnika (*Thuja* sp.), **(c)** równowąski, np. u turzyc (*Carex* sp.), **(d)** lancetowaty, np. u wierzby (*Salix* sp.), **(e)** eliptyczny, np. u bukszpanu (*Buxus* sp.), **(f)** jajowaty, np. u gruszy (*Pyrus* sp.), **(g)** sercowaty, np. u lipy (*Tilia* sp.), **(h)** strzałkowaty, np. u szczawiu (*Rumex* sp.) **(i)** okrągły, np. u grzybienia (*Nymphaea* sp.), **(j)** rombowski, np. u brzozy (*Betula* sp.), **(k)** łopatkowaty, np. u stokrotki (*Bellis* sp.), **(l)** nerkowaty, np. u kopytnika (*Asarum* sp.).



Liście mogą mieć **jedną** blaszką liściową (**liście pojedyncze**) lub **wiele** blaszek liściowych, zwanych listkami (**liście złożone**) (patrz schemat poniżej). Blaszk **liści pojedynczych** mogą posiadać różne wcięcia; w zależności od głębokości tych wcięć wyróżnia się liście: wrębne, klapowane, dzielne i sieczne o kształcie pierzastym lub dłoniastym. Natomiast liście **złożone** dzieli się na dwa typy: dłoniasto złożone i pierzasto złożone (parzysto lub nieparzysto złożone).

#### Liście pojedyncze:

wrębne



wcięcia blaszki do 1/4 jej szerokości, np. liść pierzasto wrębny u dębu

klapowane



wcięcia blaszki do 1/3 szerokości liścia, np. liść dłoniasto klapowany u klonu

dzielne



wcięcia blaszki do 2/3 szerokości, np. liść pierzasto dzielny u maku, starca zwyczajnego,

sieczne



wcięcia prawie do nerwu głównego, np. liść dłoniasto sieczny u zawilca

#### Liście złożone:

dłoniasto złożony



listki ułożone wachlarzowo na końcu ogonka, np. u kasztanowca zwyczajnego; odmianą są liście trójlistkowe, np. u koniczyny i szczawika zajęczego

pierzasto złożony

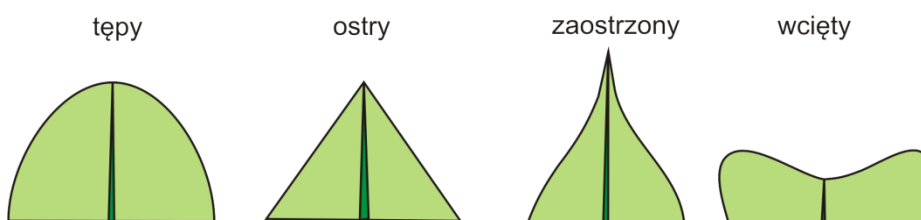


listki ułożone pierzasto na jednym wspólnym ogonku; ich liczba może być parzysta np. u karagany syberyjskiej lub nieparzysta np. u wyki płotowej, u której końcowy listek wykształcony jest w postaci wąsa lub kończyka

## Elementy blaszki liściowej:



- o **wierzchołek** może być: tępy (np. u szalwii lekarskiej *Salvia officinalis*), ostry (np. u olchy szarej *Alnus incana*), zaokrąglony (np. u konwalii majowej *Convallaria majalis*), wcięty (np. u olchy czarnej *Alnus glutinosa*).



- o **brzeg** może być: cały, np. u malwy (*Alcea* sp.), falisty, np. u pierwiosnka (*Primula* sp.), karbowany, np. u ziarnopłonu wiosennego (*Ficaria verna*), ząbkowany, np. u porzeczki czarnej (*Ribes nigra*), piłkowany, np. u gruszy (*Pyrus* sp.), podwójnie piłkowany, np. u wiązu (*Ulmus* sp.).

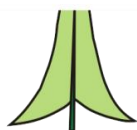


- o **nasada** liścia może przyjmować kształt: strzałkowaty (np. liście pływające na powierzchni wody u strzałki wodnej *Sagittaria sagittifolia*), oszczepowaty (np. u szczawiu *Rumex* sp.), klinowaty (np. u wierzby *Salix* sp.) lub zaokrąglony (np. u wiązowca *Celtis* sp.), sercowaty (np. u lipy *Tilia* sp.).

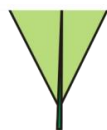
strzałkowata



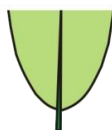
oszczepowata



klinowata



zaokrąglona



sercowata

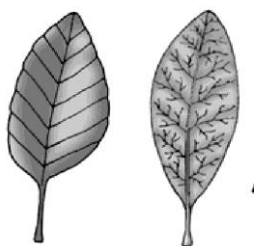


Nasada sercowata u kopytnika  
*Asarum europaeum*

U nasady liści niektórych roślin występują **przylistki**, małe, najczęściej parzyste (np. u różowatych *Rosaceae*) lub duże (np. u bobowatych *Fabaceae*). U wielu drzew przylistki występują tylko u młodych liści i wcześniej opadają (np. u buka zwyczajnego *Fagus sylvatica* i morwy *Morus* sp.).

**Unerwienie liści** - to układ wiązek przewodzących; może być ono:

pierzaste



tylko jeden nerw główny od, którego odchodzą nerwy boczne, np. u dębu, lipy

dłoniaste



kilka nerwów głównych rozchodzących się u nasady blaszki liściowej np. u klonu

wachlarzowate



od nerwu głównego odchodzą nerwy I, II, III rzędu rozdzielające się zawsze na dwa, np. u miłorzębujapońskiego

równoległe



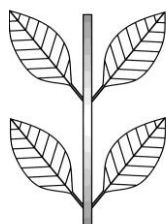
kilka nerwów przebiega wzdłuż blaszki liściowej równoległe do siebie głównie u roślin jednoliściennych



## Ulistnienie

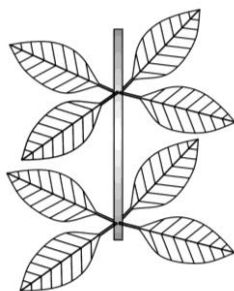
Ulistnienie (filotaksja) to ułożenie liści na łodydze. Jest ono uwarunkowane genetycznie i zapewnia roślinie pełny dostęp do światła. Osadzenie liści może być:

naprzeciwległe



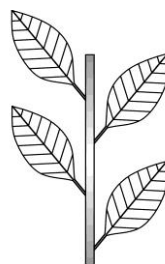
dwa liście znajdują się naprzeciw siebie, np. u goździkowatych i jasnotowatych

okółkowe



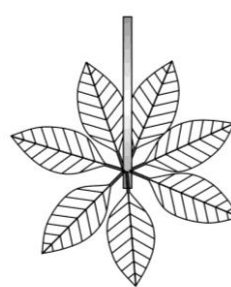
z jednego węzła wyrastają więcej niż 2 liście; okółki mogą być trójlistkowe (np. u jałowca) lub wielolistkowe (np. u mairzanki wonnej)

skrętoległe



w węzle znajduje się 1 liść, a linia łącząca nasady liści na łodydze przebiega spiralnie (u większości roślin); u lipy na 1 obrót linii ( $360^\circ$ ) przypadają 2 liście i określa się tę dywergencję jako  $\frac{1}{2}$ , a u olchy ta wielkość jest określana jako  $\frac{2}{3}$  (na 2 obroty linii przypadają 3 liście)

różyczkowe



liście skupione są u nasady pędu w gęstej różyczce, czyli rozetce (np. u stokrotki pospolitej, mniszka lekarskiego i babki lancetowatej)

Niekiedy na tej samej roślinie występują liście różniące się między sobą wielkością (**anizofilia**) lub kształtem (**heterofilia**). U *Sagittaria sagittifolia* (strzałka wodna) występują aż trzy rodzaje liści: taśmowate liście podwodne, owalne liście pływające i strzałkowate liście nadwodne, a ich budowa morfologiczno-anatomiczna przystosowana jest do warunków ekologicznych. Heterofilię obserwuje się również u *Ranunculus auricomus* (jaskier różnolistny).

## Modyfikacje liści:

**liście zarodkowe (liścienie)** – to pierwsze liście rozwijające się podczas kiełkowania nasion (często gromadzą materiały zapasowe umożliwiające rozwój młodej roślinie w pierwszym okresie po kiełkowaniu); zwykle wyrastają ponad ziemię i zieleńią,

**ciernie** – ostro zakończone liście roślinne (np. u berberysu i kaktusów) lub przylistki (np. u niektórych wilczomleczowatych) o szydłowym kształcie; zmniejszają

powierzchnię transpiracyjną rośliny, a także chronią ją przed zjedzeniem przez zwierzęta roślinożerne; charakterystyczne są dla kserofitów,

**wąsy** – mogą być utworzone z całego liścia (funkcje asymilująca przejmują wówczas przylistki) lub z części liścia (np. u nasturcji ogrodowej z ogonków liściowych, a u grochu *Pisum* sp. ze szczytowych listków liścia złożonego),

**liście spichrzowe** – przystosowane do gromadzenia składników pokarmowych (np. liście łuskowate u cebuli *Allium* sp. i liście agawy *Agave* sp.),

**liściaki** – zmodyfikowane ogonki liściowe, które przejmują funkcję asymilacyjną liści; występują u roślin, u których blaszki liściowe uległy zredukowaniu (np. u akacji *Acacia* sp.),

**liście przykwiatowe** – przysadki (pod kwiatami), podsadki (pod kwiatostanami), podkwiatki (pod szypułą kwiatową),

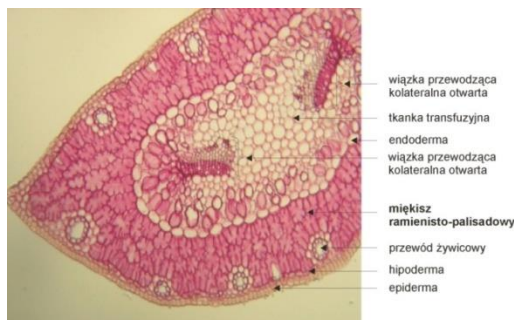
**liście kwiatowe** – budują kwiaty; mogą być: płone (działki kielicha i płatki korony) i płodne (pręcikowie, słupkowie),

**liście roślin owadożernych** – przekształcone są w swoiste urządzenia pułapkowe, służące do chwytania i trawienia drobnych zwierząt, np. rosiczka *Drosera* sp. wytwarza przyziemną rozetę liści pokrytych licznymi włoskami gruczołowymi; pływacz pospolity *Utricularia vulgaris* tworzy liczne pęcherzyki pułapkowe na części blaszki liściowej, a liście mucholówki *Dionea* sp. zamykają wewnątrz owady, siedzące na blaszce liściowej.

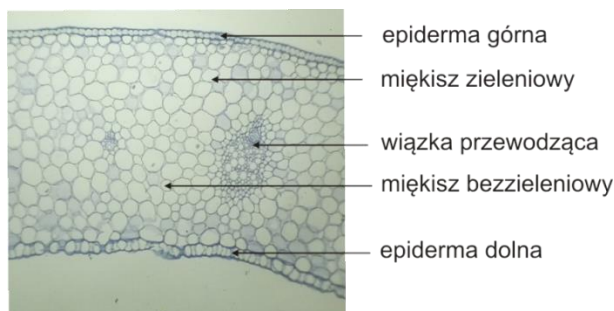


## II. Część praktyczna

1. Obserwacja budowy anatomicznej liścia sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris*.



2. Obserwacja budowy anatomicznej liścia tulipana *Tulipa* sp.



3. Obserwacja budowy anatomicznej liścia jabłoni dzikiej *Malus sylvestris* (fotografia w części teoretycznej).
4. Obserwacja makroskopowa (kształt, brzeg blaszki liściowej, nasada, wierzchołek, unerwienie, ulistnienie, modyfikacje) liści okazów zielnikowych:
  - o rośliny nagonasienne: sosna zwyczajna *Pinus sylvestris*, cis pospolity *Taxus baccata*,
  - o rośliny dwuliścienne: klon zwyczajny *Acer platanooides*, kasztanowiec zwyczajny *Aesculus hippocastanum*, mak polny *Papaver rhoeas*, lipa szerokolistna *Tilia platyphyllos*, glistnik jaskółcze ziele *Helidonium majus*,
  - o rośliny jednoliścienne: złoć żółta *Gagea lutea*, wiechlina łąkowa *Poa pratensis*,

Uczniowie na podstawie obserwacji mikroskopowych i makroskopowych wykonują i opisują rysunki w zeszycie.