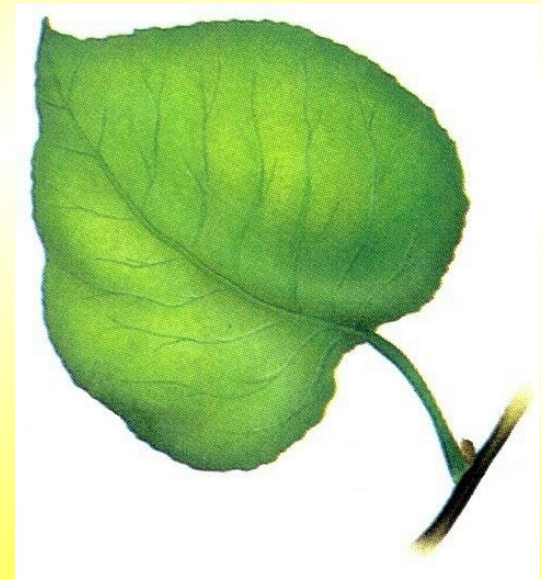


# Тема:

## Лист — боковой орган побега

### Задачи:

1. Изучить особенности внешнего и внутреннего строения листа;
2. Дать характеристику основным функциям листа.



# Морфология листа

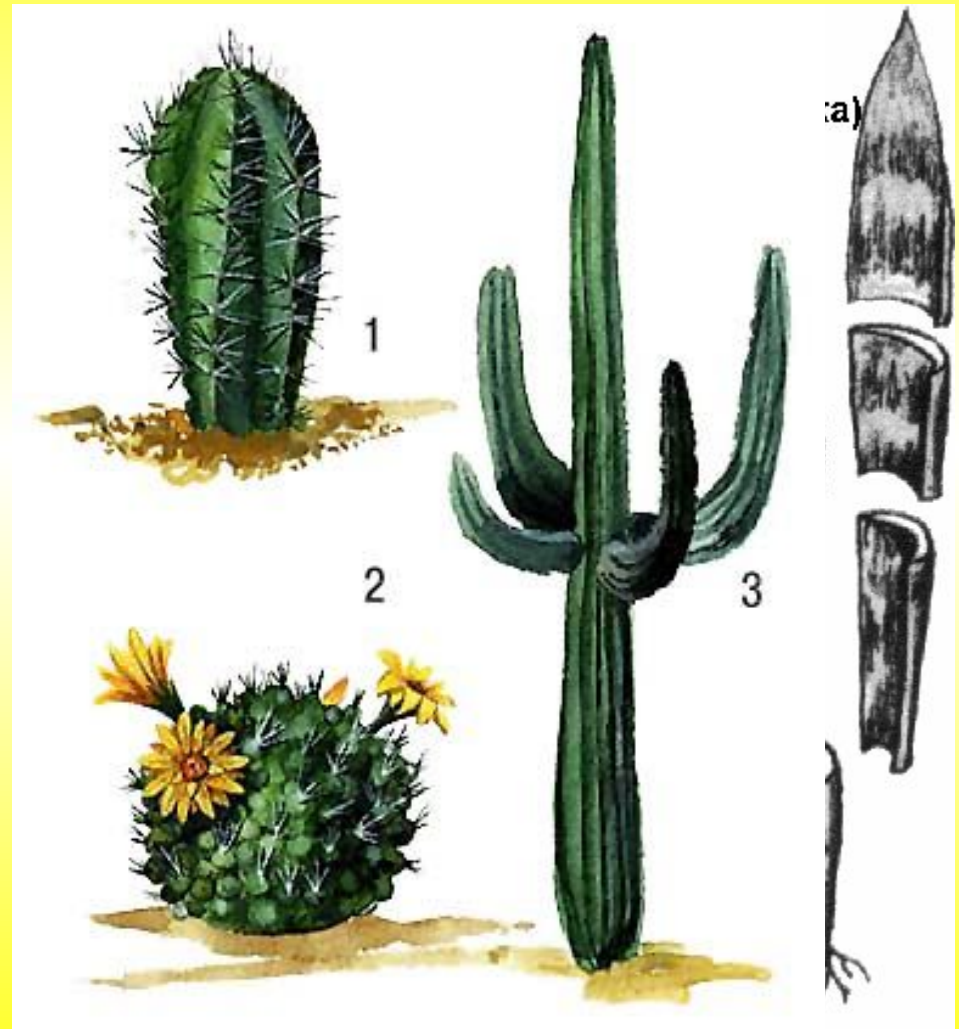
*Лист* — боковой (латеральный) орган, характеризующийся ограниченным ростом.

## Главные функции листа:

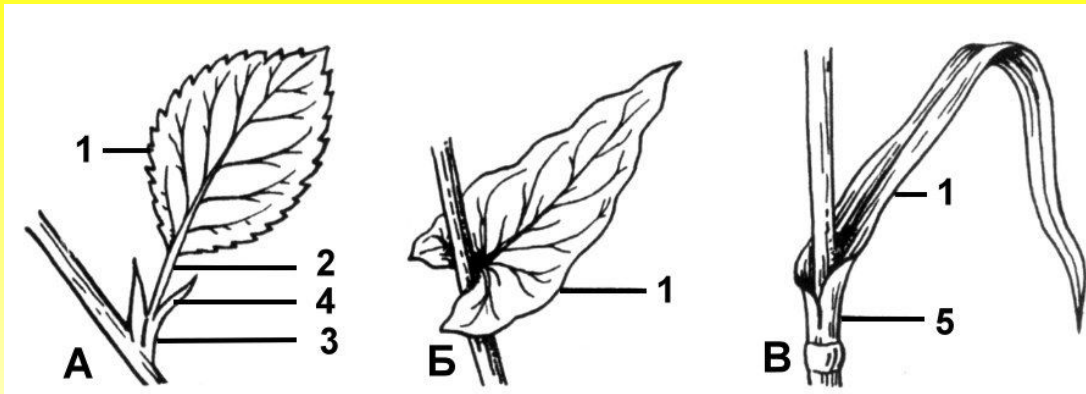
1. Фотосинтез;
2. Газообмен;
3. Транспирация.

## Дополнительные функции:

4. Запасающая (сочные чешуи луковицы);
5. Вегетативное размножение (сенполия);
6. Защитная (колючки кактуса).



# Морфология листа

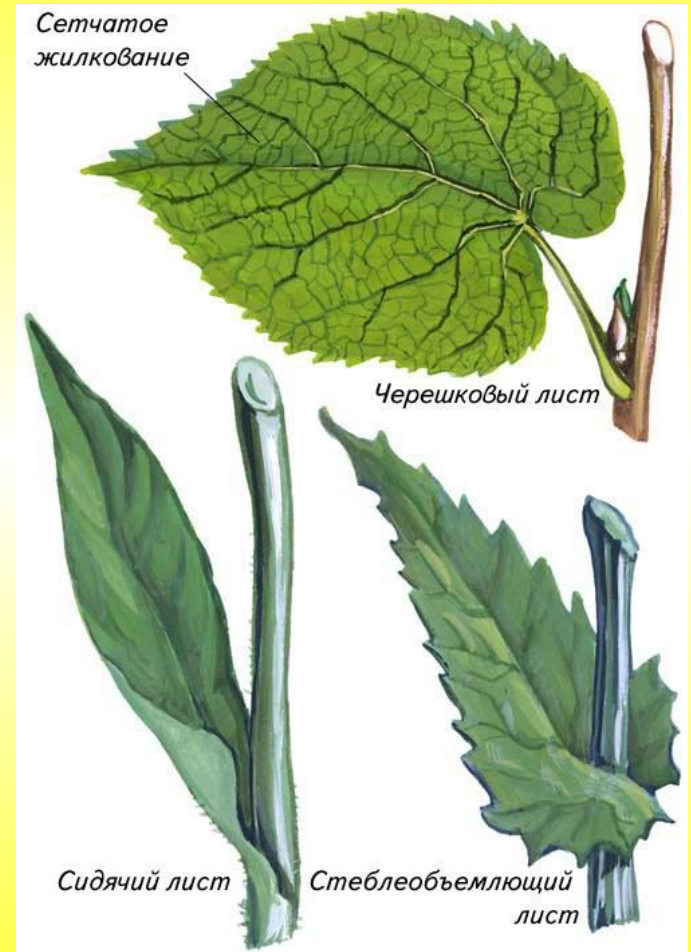


Листья могут быть черешковыми, сидячими и влагалищными.

Основные части листа:

Лист большинства растений состоит из пластинки, черешка, прилистников и основания.

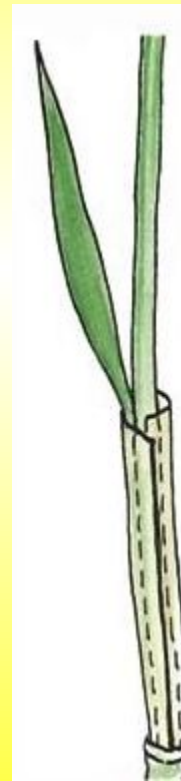
**Листовая пластинка** — расширенная, обычно плоская часть листа, выполняющая функции фотосинтеза, транспирации и газообмена.



# Морфология листа

**Черешок** — суженная часть листа, соединяющая листовую пластинку с основанием и регулирующая положение листа по отношению к свету. Листья с черешками называют **черешковыми**, без черешков — **сидячими**.

**Основание листа** — нижняя часть листа, примыкающая к стеблю. Одной из форм является **листовое влагалище** — расширенное основание листа в виде трубки, охватывающее часть стебля (злаки).





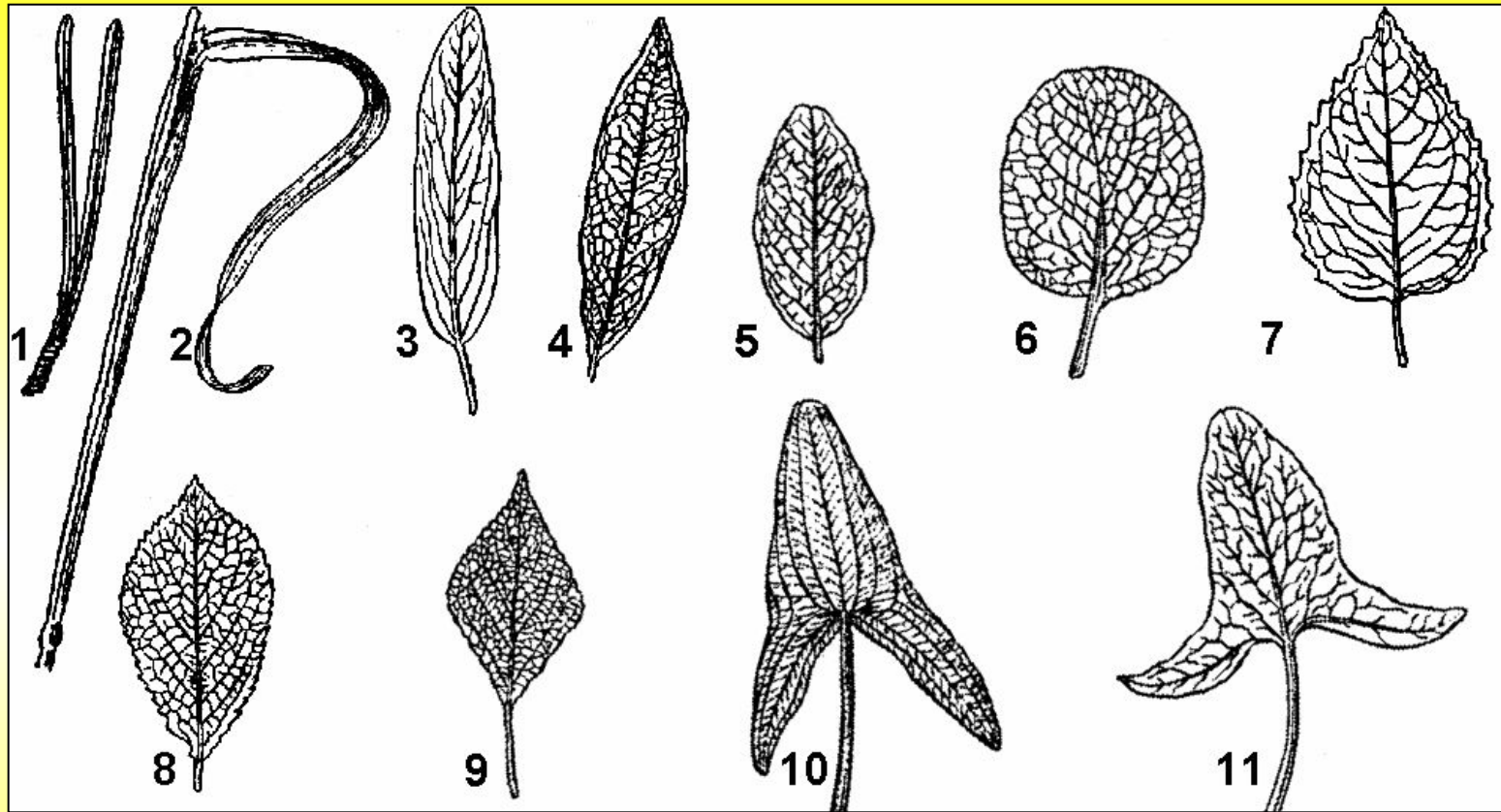
## Морфология листа



*Прилистники* — листовидные образования у основания листа, которые служат для защиты молодого листа и пазушной почки. Встречаются не у всех растений.

Иногда прилистники достигают значительного развития, их размеры превышают размеры листовых пластинок (горох). В этом случае прилистники выполняют роль фотосинтезирующих органов.

## Морфология листа

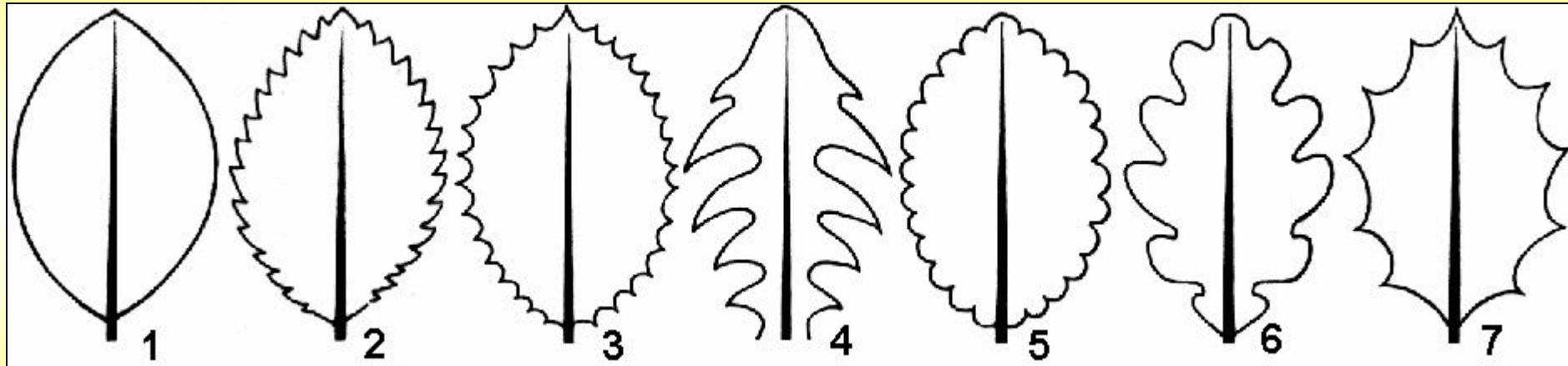


По форме листовые пластины бывают:

1 – игольчатые, 2 – линейные, 3 – продолговатые, 4 – ланцетные, 5 – овальные, 6 – округлые, 7 – яйцевидные, 8 – обратнояйцевидные, 9 – ромбические, 10 – стреловидные, 11 – копьевидные.

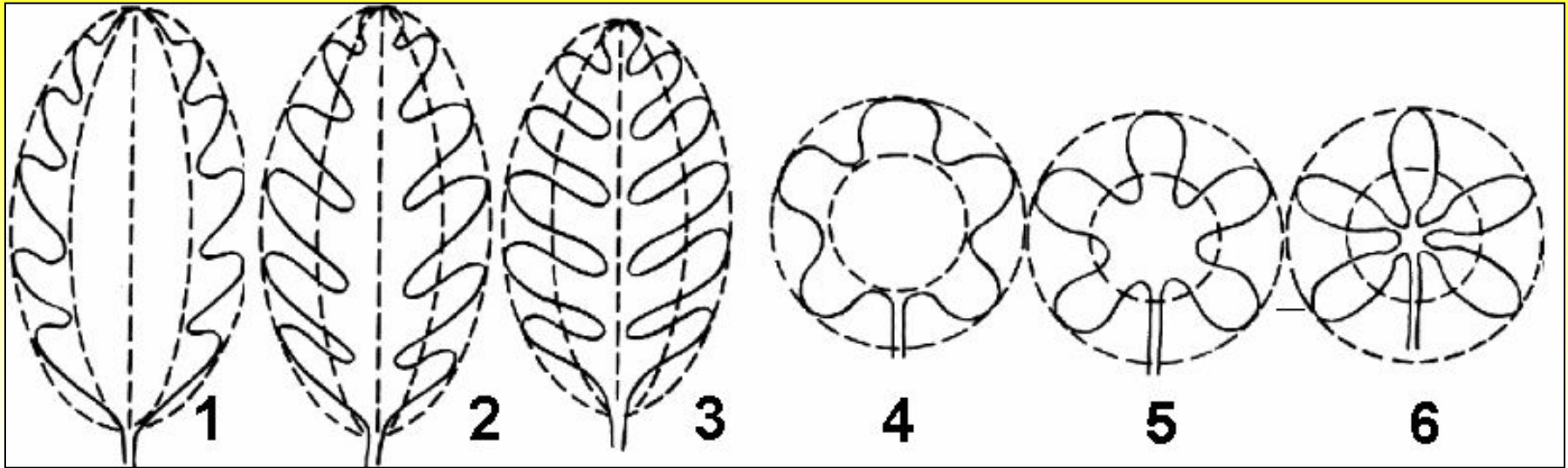
# Морфология листа

## Форма края листовой пластинки



1 – цельнокрайний; 2 – пильчатый; 3 – зубчатый; 4 – струговидный; 5 – городчатый; 6 – волнистый; 7 – выемчатый.

# Морфология листа



## Рассеченность листовой пластинки:

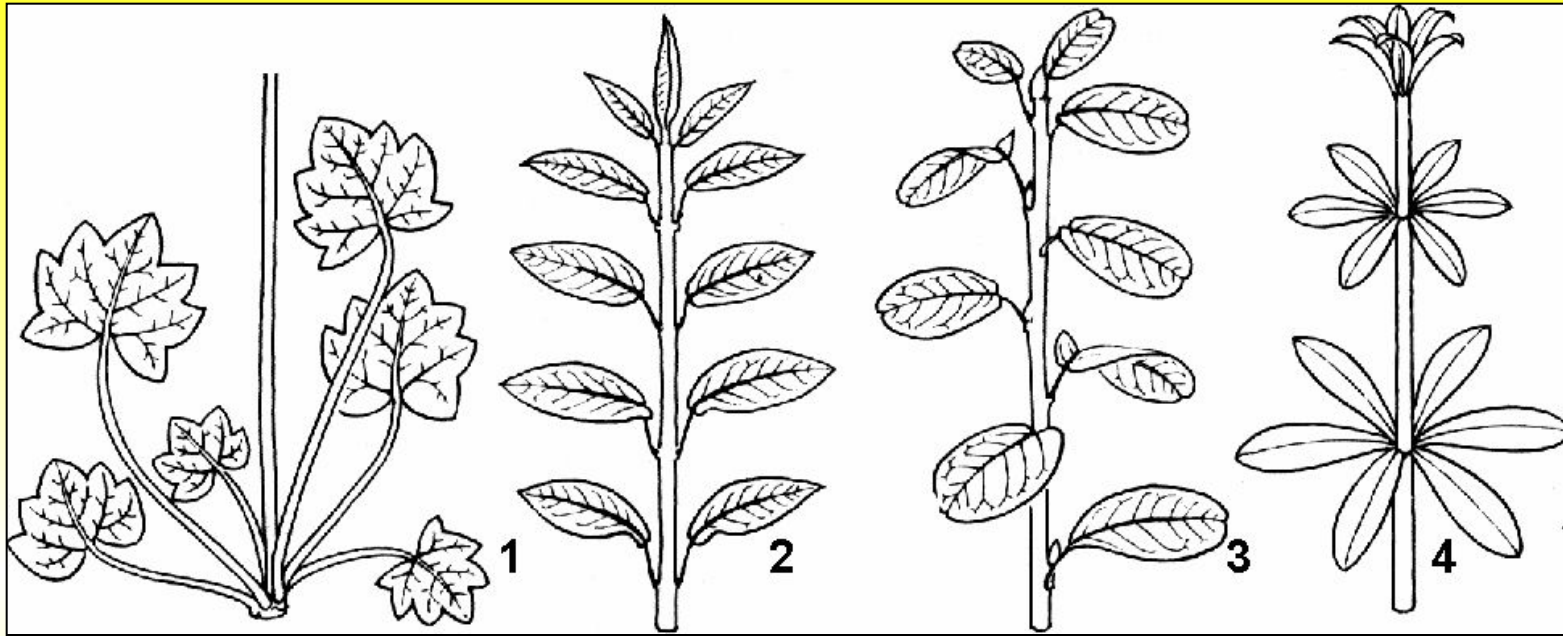
**лопастные** листья (перисто- или пальчато) — выемки не доходят до половины полупластинки;

**раздельные** листья (перисто- или пальчато) — выемки заходят глубже половины полупластинки;

**рассеченные** листья (перисто- или пальчато) — выемки достигают главной жилки листа.



# Листорасположение



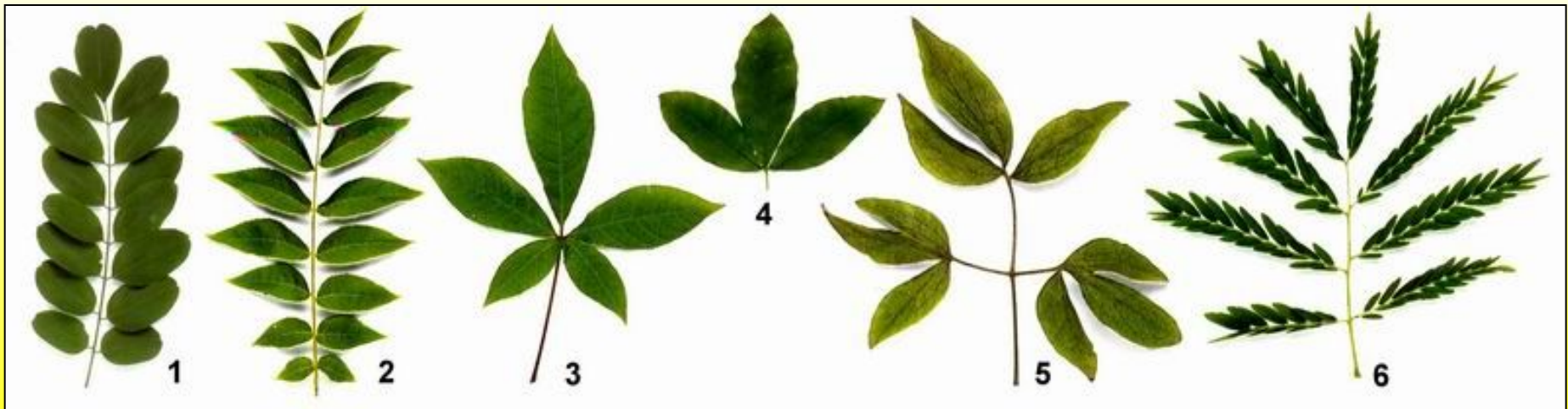
1. *Розетка* — междоузлия сближены;
2. *Супротивное* — от узла отходят два сидящих друг против друга листа (клен, сирень);
3. *Очередное, или спиральное* — на каждом узле располагается по одному листу, причем основания листьев можно соединить условной спиральной линией, растянутой вдоль оси побега (береза, липа);
4. *Мутовчатое* — от узла отходит более двух листьев (олеандр).

# Морфология листа

## Классификация листьев:

Листья, имеющие одну пластинку (цельную или выемчатую), называются *простыми*. Простые листья при листопаде опадают целиком.

*Сложные листья* — листья, состоящие из нескольких четко обособленных листовых пластинок (листочков), каждый из которых своим черешком прикреплен к общему черешку (рахису). Часто сложный лист опадает по частям: сначала листочки, а потом черешок.



# Морфология листа

Среди сложных листьев различают:

*Парно- и непарноперистосложные* листья;

*Пальчатосложные* листья;

*Тройчатые* листья.

Рахис сложных листьев может образовывать боковые ответвления, тогда возникают дважды-, трижды-, четыреждыперистосложные листья.



# Морфология листа

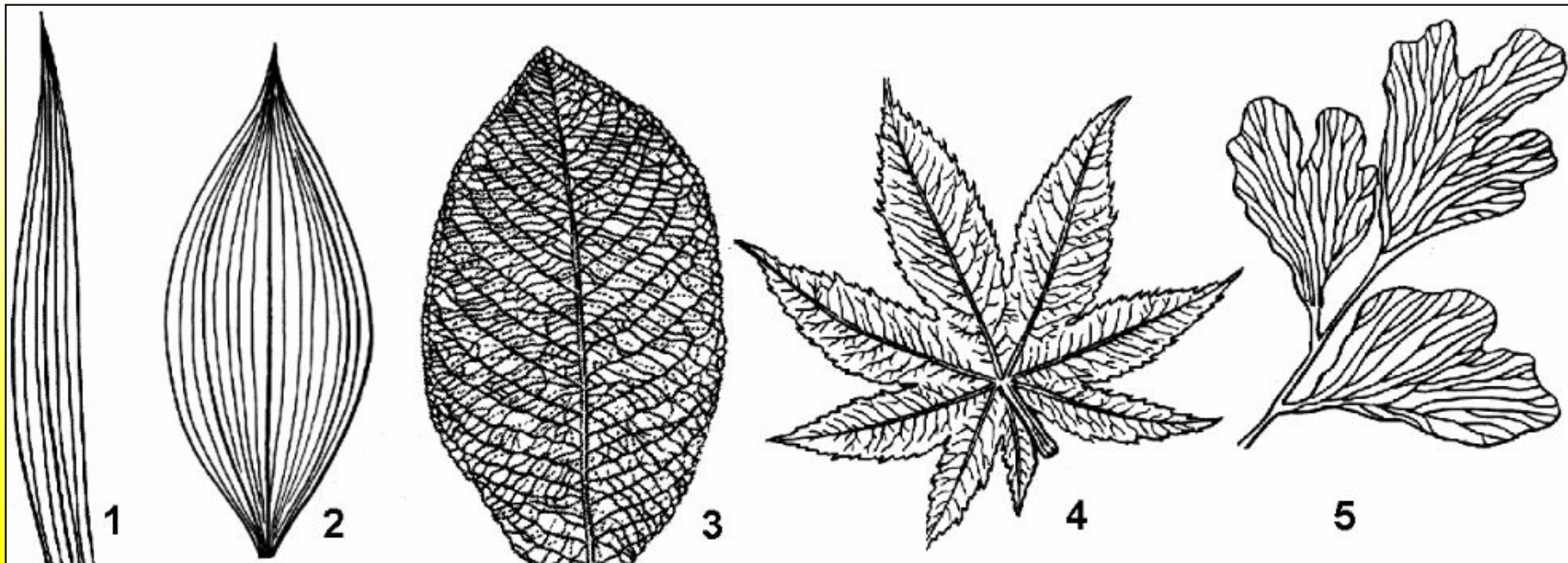
**Жилкование** — это система расположения проводящих пучков в листовых пластинках. Различают:

**1. Параллельное жилкование** — листовую пластинку пронизывает несколько одинаковых жилок, располагающихся параллельно.

**Характерно для однодольных растений.**





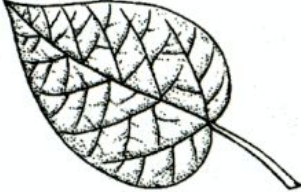
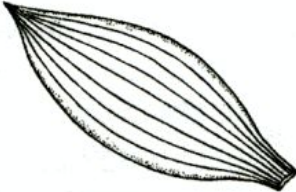
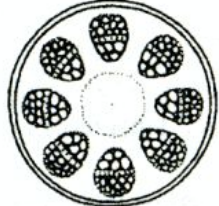



**2. Дуговое жилкование** — листовую пластинку пронизывает несколько одинаковых жилок, располагающихся дугообразно.

**Характерно для однодольных растений.**





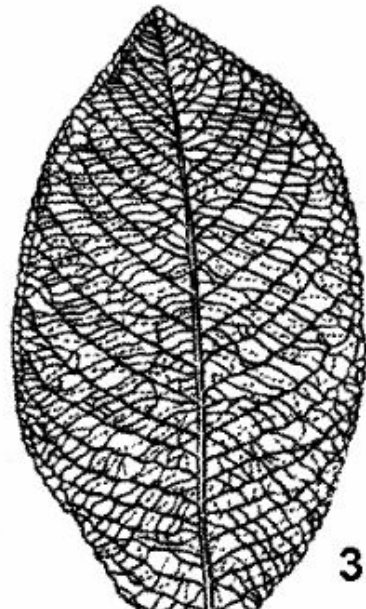
## Признаки двудольных и однодольных растений

Двудольные растения	Однодольные растения
 <p data-bbox="639 215 937 396">Две семядоли, это обычно органы запаса питательных веществ для проростка</p>	 <p data-bbox="1319 215 1617 396">Одна семядоля, она — орган всасывания питательных веществ из эндоспермы</p>
 <p data-bbox="639 482 937 589">Чаще всего стержневой корень с боковыми корнями</p>	 <p data-bbox="1319 482 1572 551">Мочковатый корень</p>
 <p data-bbox="639 721 937 902">Обычно пальчатое или перистое жилкование, часто расчлененная листовая пластинка</p>	 <p data-bbox="1319 721 1617 862">Жилкование чаще всего параллельное или дуговое, лист цельный</p>
 <p data-bbox="639 953 937 1135">Проводящие пучки распределены по центральному цилиндру регулярно кольцеобразно</p>	 <p data-bbox="1319 953 1617 1135">Проводящие пучки в центральном цилиндре располагаются неупорядоченно</p>
 <p data-bbox="639 1200 937 1382">Цветок содержит по 4, 5 и более элементов; околоцветник чаще всего двойной</p>	 <p data-bbox="1319 1200 1617 1382">Элементы цветков чаще всего кратны трем, околоцветник простой, остьевидный</p>

# Морфология листа

3. *Сетчатое жилкование* — обычно из черешка в листовую пластинку входит одна жилка, которая затем дает ответвления — боковые жилки, образующие густую сеть. Сетчатое жилкование может быть *перистым* и *пальчатым*. Характерно для *двудольных растений*.

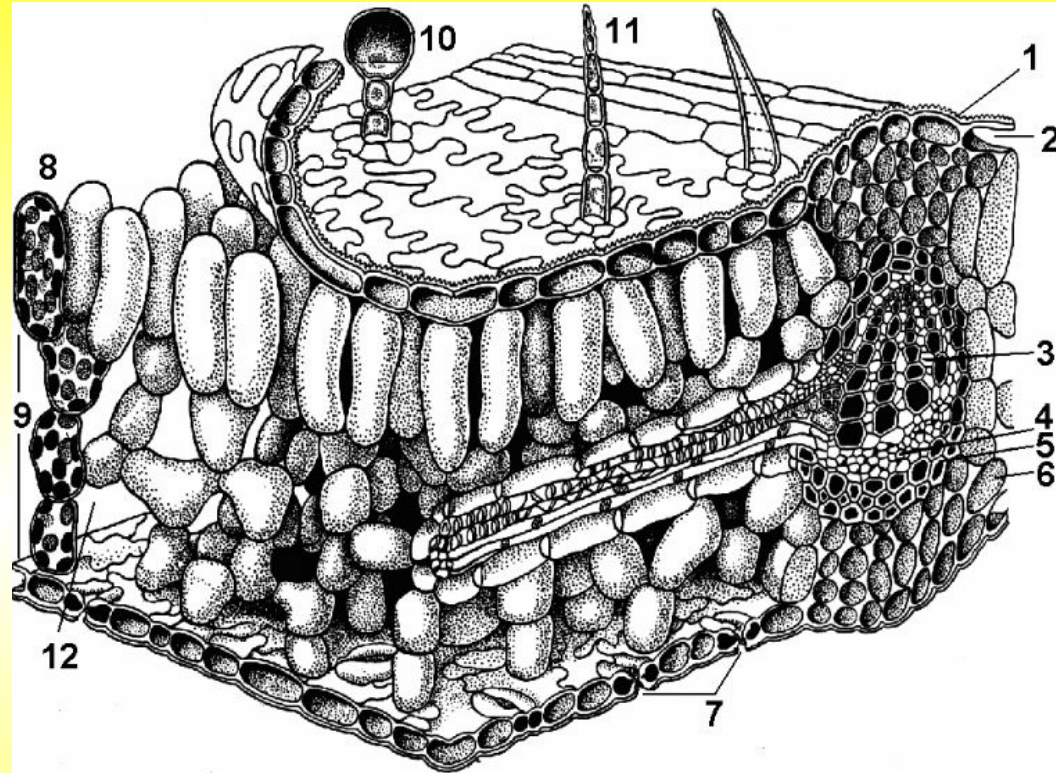
4. *Дихотомическое жилкование* — листовую пластинку пронизывают вильчато разветвленные жилки (гинкго).





## Анатомия листа

Сверху и снизу лист покрыт **эпидермой** (кожицей). Поверх эпидермы располагается слой **кутина**. Нижняя поверхность листа покрыта эпидермой с множеством устьиц. На  $1 \text{ мм}^2$  листа приходится **от 50 до 500** устьиц. У плавающих на поверхности воды листьев устьица располагаются на верхней эпидерме, а у погруженных листьев обычно отсутствуют.



### Внутреннее строение листа:

1 — кутикула; 2 — эпидерма; 3 — ксилема; 4 — флоэма; 5 — волокна; 6 — колленхима; 7 — устьица; 8 — столбчатая хлоренхима; 9 — губчатая хлоренхима; 10 — железистый волосок; 11 — крюющий волосок; 12 — межклетник.

## Анатомия листа

Между верхней и нижней эпидермой располагается мезофилл, образованный столбчатой и губчатой хлоренхимой. Столбчатая хлоренхима располагается под верхней кожицей листа. В основном в ней осуществляются процессы фотосинтеза. У растений средних широт (огурец, клевер) столбчатая паренхима обычно образована одним рядом клеток, у южных растений чаще образуется 2-3 ряда.

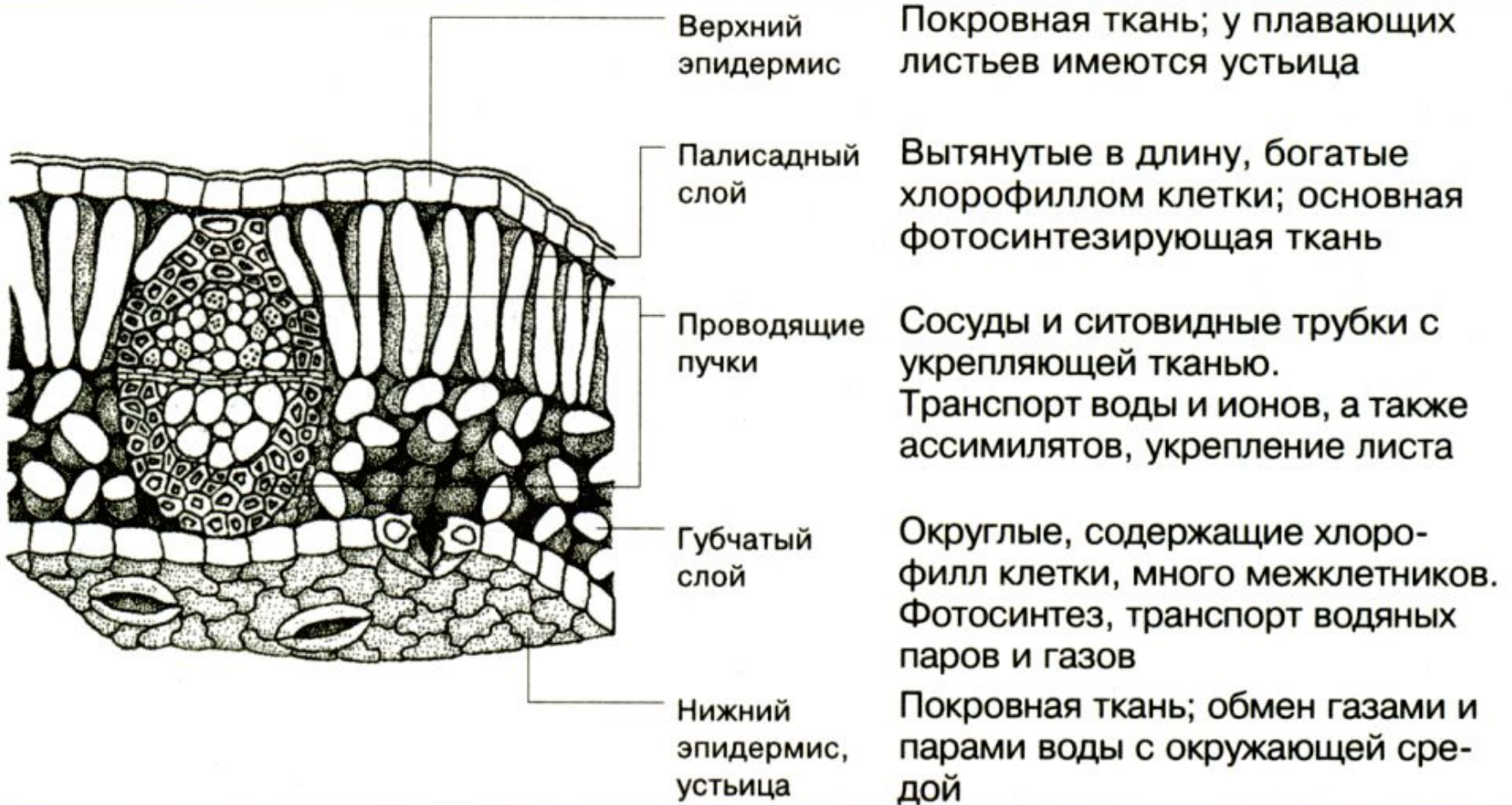
Ближе к нижней эпидерме располагается губчатая хлоренхима, осуществляющая преимущественно функции газообмена и транспирации. Клетки губчатой хлоренхимы принимают участие и в фотосинтезе, но в меньшей слабой степени, чем клетки столбчатой паренхимы, так как число хлоропластов в них в 2 -6 раз меньше.

Жилки образуют проводящую систему листа. В жилках имеются проводящие пучки (один или несколько). Большинство пучков **закрытые**, лишь более крупные могут быть открытыми, но камбий развит слабо.



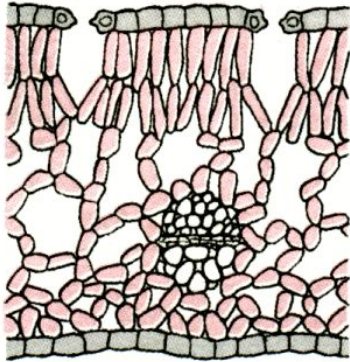
# Анатомия листа

## Поперечный срез листовой пластинки



# Анатомия листа

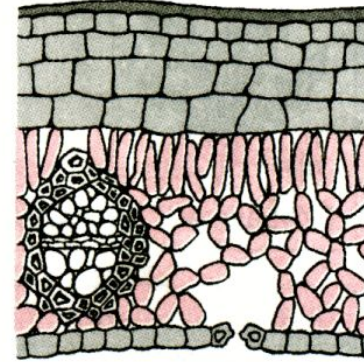
Видоизменения, приобретенные в ходе приспособления к среде обитания



Лист плавающий, устьица в верхнем эпидермисе; большие межклетники; слабо выраженные проводящие пучки



Жесткий лист, верхний эпидермис многослойный, толстая кутикула; устьица погруженные, защита от испарения с помощью волосков

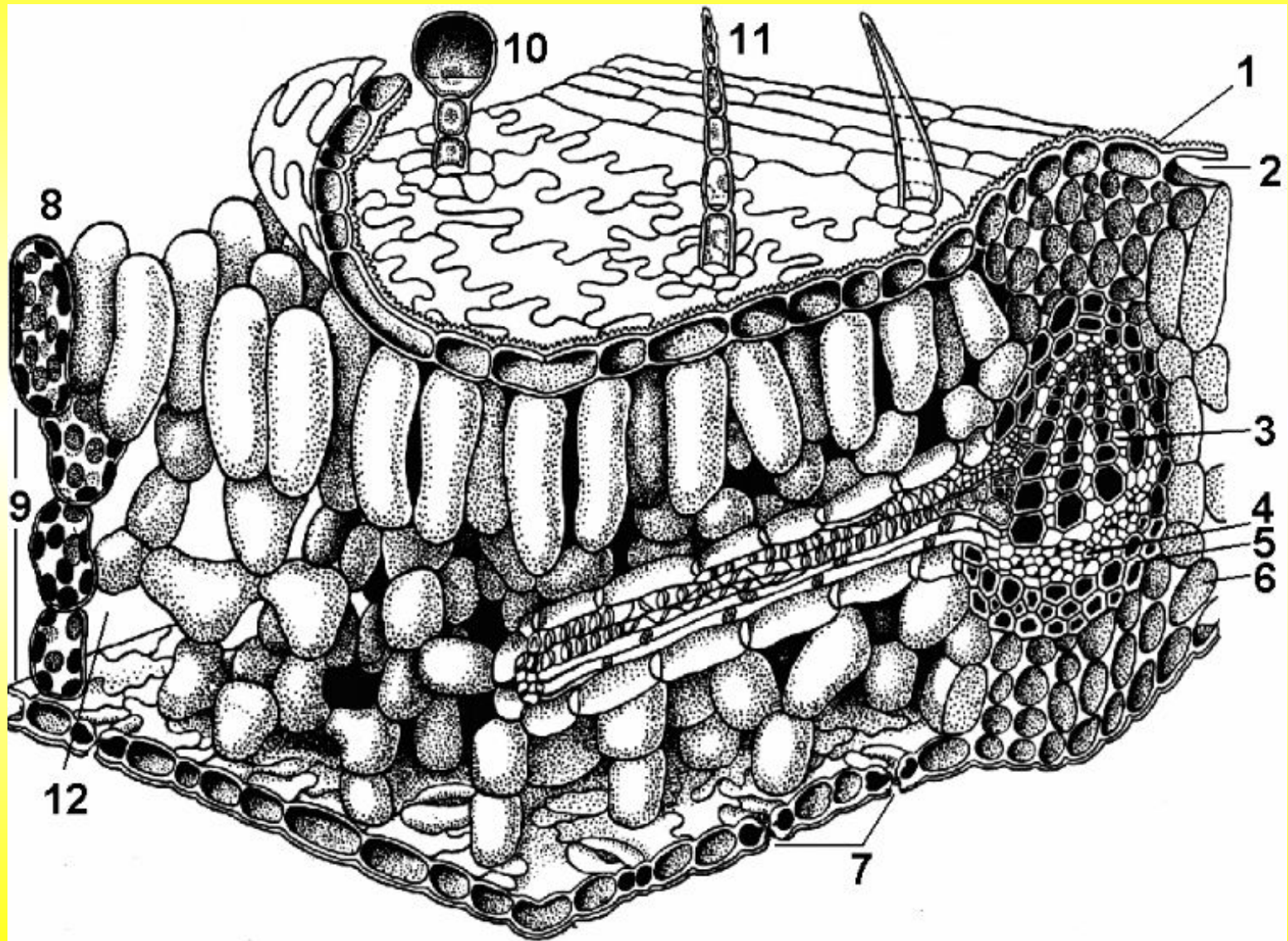


Суккулентный лист, верхний эпидермис многослойный; запасание воды

*В проводящих пучках ксилема обращена к верхней стороне листа, а флоэма — к нижней.* Крупные проводящие пучки образованы сосудами и ситовидными трубками. Обычно проводящие пучки окружены обкладкой из паренхимы — *обкладочной паренхимой*. Обкладка увеличивает площадь контакта мезофилла с проводящими элементами ксилемы и флоэмы. Проводящие пучки выполняют и механическую функцию. Крупные жилки, как правило, окружены *склеренхимой*.



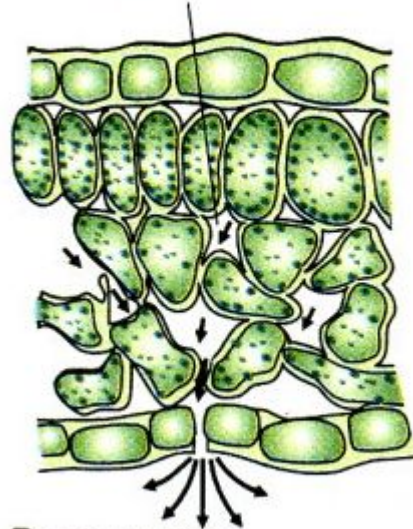
# Анатомия листа



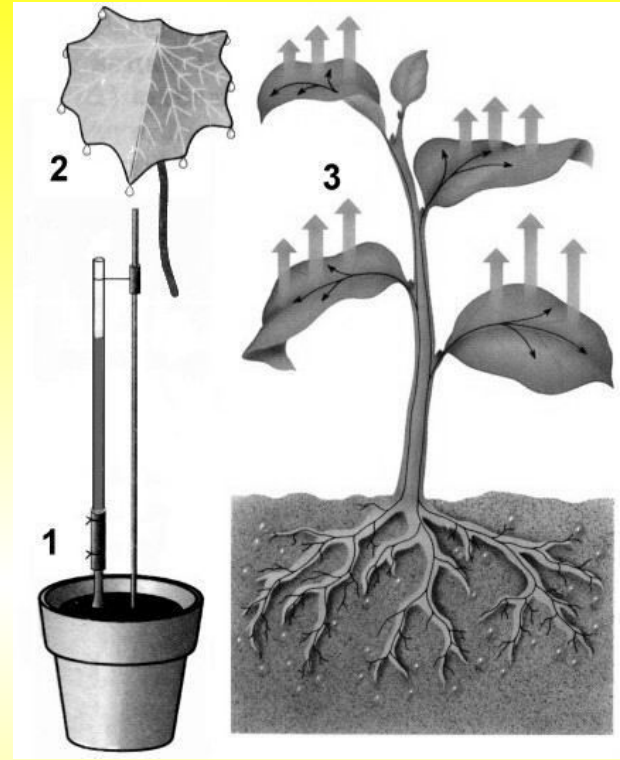
## Функции листа: транспирация



Испарение воды  
с поверхности клеток  
внутри листа



Выход пара  
через устьичные щели



Транспирация является **верхним концевым двигателем водного тока**, обеспечивает **терморегуляцию** и **движение воды и солей к органам растения**.

Различают два вида транспирации — **кутикулярную** и **устьичную**.

**Кутикулярная** (10-20%) – испарение воды с поверхности кутикулы.

Под **устьичной транспирацией** понимают процесс испарения воды листьями с помощью устьиц.

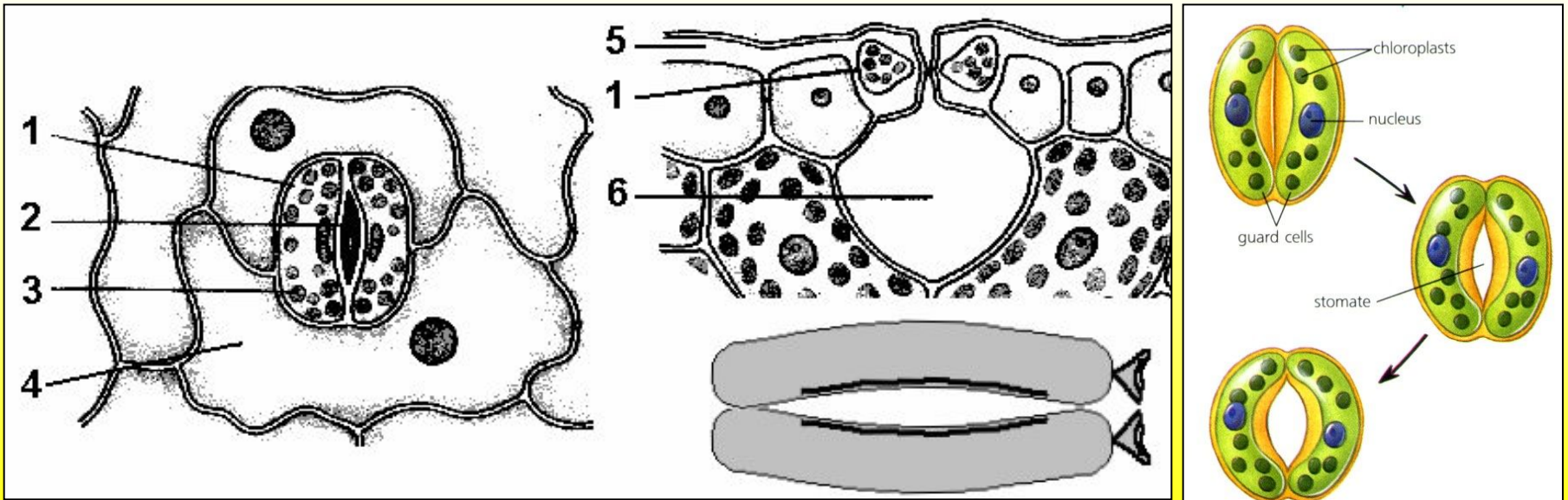


## Функции листа: транспирация

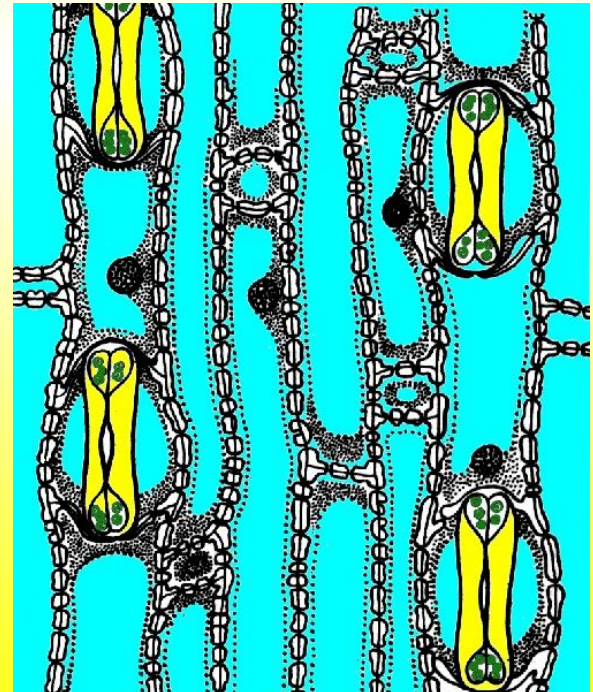
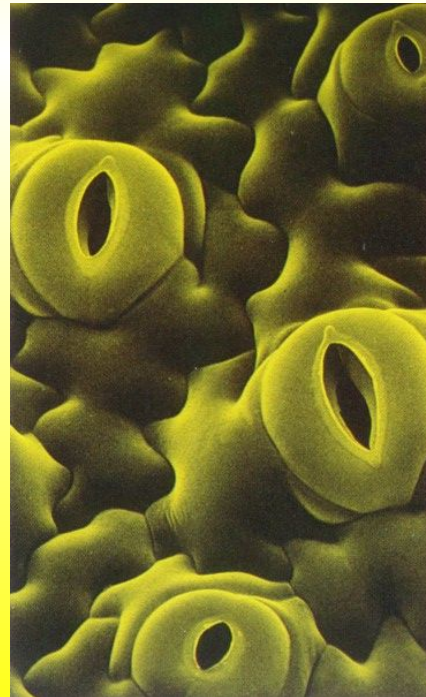
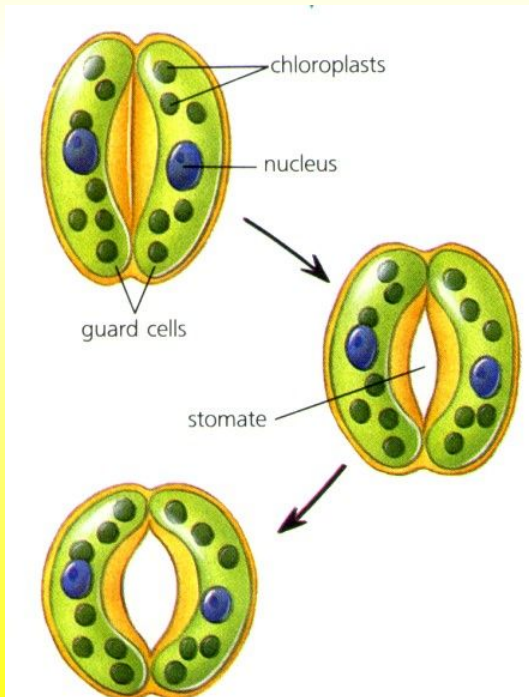
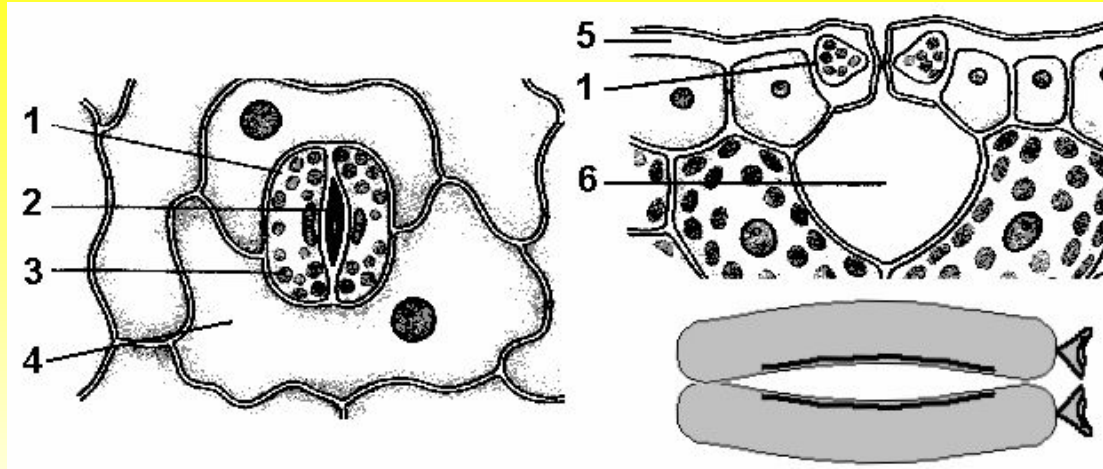
В настоящее время общепризнана гипотеза устьичных движений, связанная с перераспределением **ионов калия** между замыкающими и сопутствующими клетками и **синтезом на свету глюкозы**.

**Ионы калия** (закачиваются в замыкающие клетки) и **образующаяся на свету глюкоза** повышают осмотическое давление.

Определенную роль играет и **концентрация  $\text{CO}_2$** . Избыток  $\text{CO}_2$ , по-видимому, вызывает подкисление цитоплазмы. Это приводит к изменению рН, что приводит к закрыванию устьиц.



# Устьица





## Функции листа: транспирация

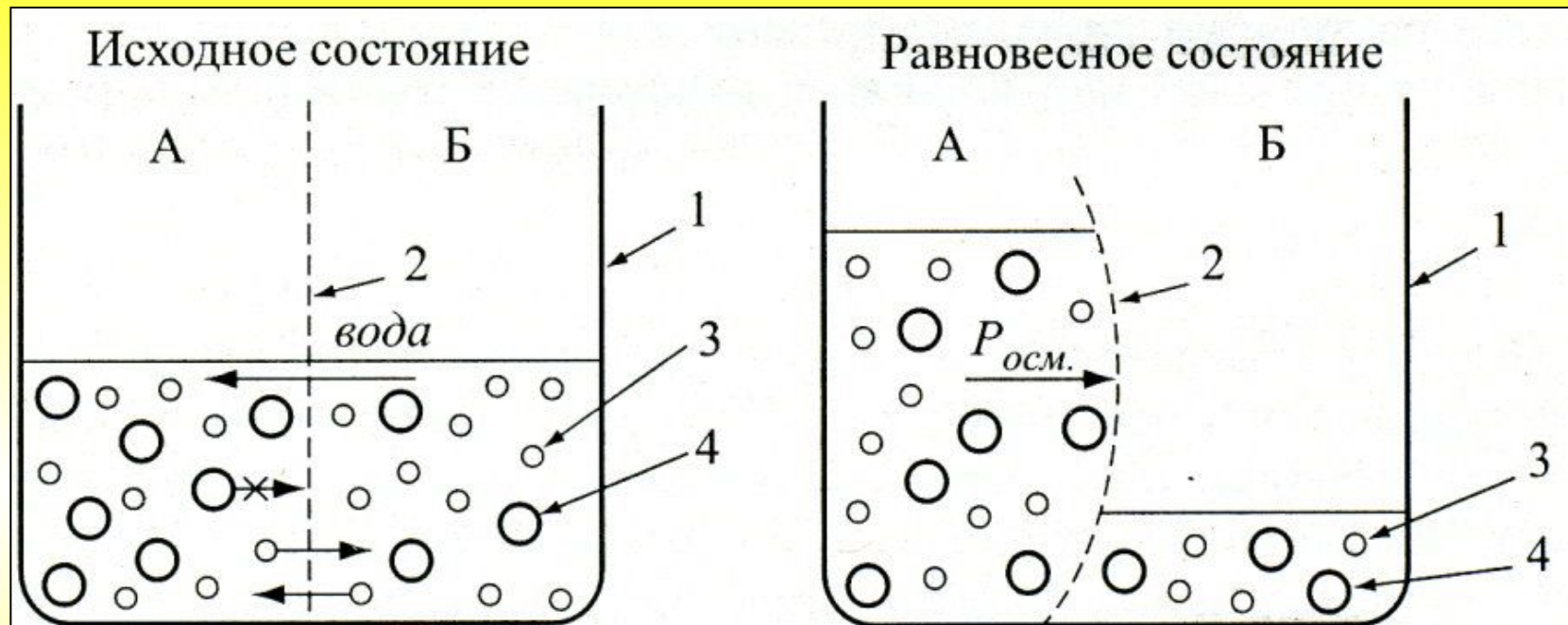
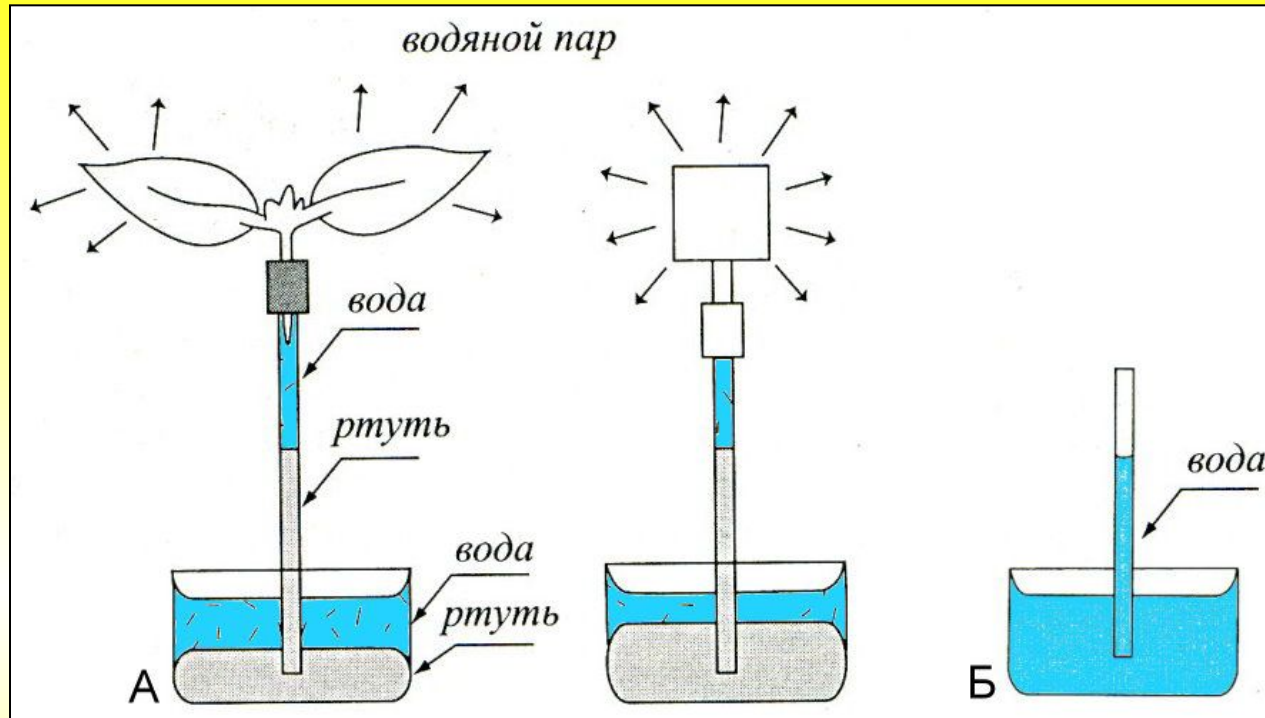


Рис. 15.1.1.

### Возникновение осмотического давления:

1 – осмотическая ячейка; 2 – полупроницаемая мембрана; 3 – молекулы растворителя – воды; 4 – молекулы растворенного вещества – сахарозы

# Устьица



А. Трубку, заполненную водой с растением наверху, погружают в сосуд с ртутью. По мере испарения воды в трубку втягивается ртуть. Справа вместо растения используется глиняный пористый цилиндр. Б. В тонком стеклянном капилляре вода за счет адгезии (притяжения к стенкам) поднимается на значительную высоту, а в широком сосуде – только образует по краю сосуда мениск.



## Устьица

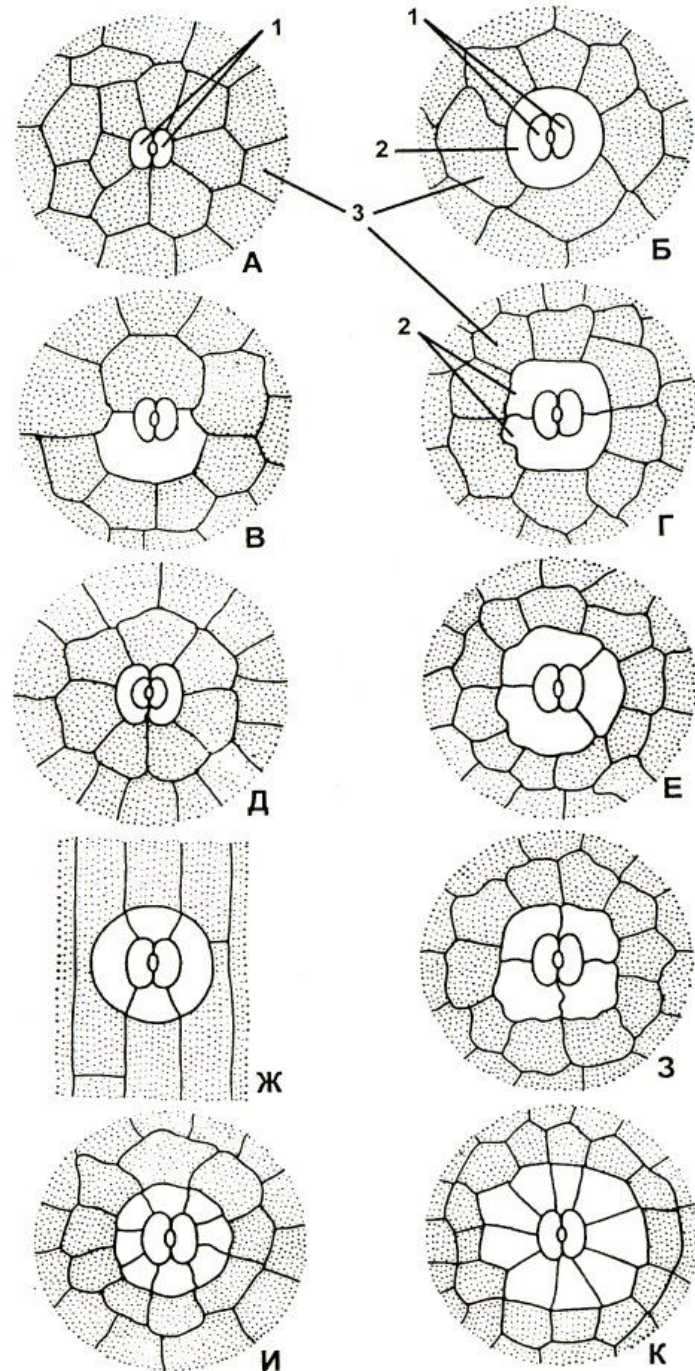
Растения	Число устьиц на мм <sup>2</sup>		Место произрастания
	На верхней поверхности	На нижней поверхности	
Кувшинка	625	3	Водоем
Дуб	0	438	Влажный лес
Слива	0	253	Умеренно влажный сад
Яблоня	0	246	
Пшеница	47	32	Недостаточно влажное поле
Овес	40	47	
Очиток	21	14	Сухие песчаные места
Молодило	11	14	

# Олимпиадникам

Рис. 43. Типы устьичных аппаратов:

- А. Аномоцитный (от греч. *apotos* – беспорядочный): замыкающие клетки устьиц окружены клетками, не отличающимися от остальных клеток эпидермы. Во всех группах высших растений за исключением хвощей.
- Б. Перицитный (от греч. *peri* – около, вокруг): замыкающие клетки полностью окружены одной побочной клеткой. Только у папоротников.
- В. Полоцитный (от греч. *polos* – полюс): замыкающие клетки окружены одной побочной клеткой не полностью: к одному из устьичных полюсов примыкают одна или две эпидермальные клетки. Глазным образом у папоротников.
- Г. Диацитный (от греч. *dia* – врозь, через): замыкающие клетки окружены парой побочных клеток, общая стенка которых находится под прямым углом к замыкающим клеткам. У папоротников и цветковых.
- Д. Парацитный (от греч. *para* – рядом): каждая из замыкающих клеток устьиц сопровождается одной или более побочными клетками, расположенными параллельно замыкающим клеткам.
- У папоротников, хвощей, цветковых и гнетопсид.
- Е. Анизоцитный (от греч. *anisos* – неравный): замыкающие клетки устьиц окружены тремя побочными клетками, из которых одна заметно крупнее или меньше двух других. Только у цветковых.
- Ж. Тетрацитный (от греч. *tetra* – четыре): замыкающие клетки окружены четырьмя побочными клетками, из которых две латеральные и две полярные. У цветковых, главным образом у однодольных.
- З. Ставроцитный (от греч. *stauros* – крест): замыкающие клетки устьиц окружены четырьмя (иногда тремя или пятью) одинаковыми, более или менее радиально вытянутыми побочными клетками, антиклинальные стенки которых расположены накрест по отношению к замыкающим клеткам. У папоротников, изредка у цветковых.
- И. Энциклоцитный (от греч. *kuklos* – колесо, круг): четыре (иногда три) или более побочных клеток образуют узкое кольцо вокруг замыкающих клеток.
- У папоротников, голосеменных и цветковых.
- К. Актиноцитный (от греч. *aktis* – луч): пять или более радиально вытянутых побочных клеток располагаются вокруг замыкающих клеток.
- Только у цветковых.

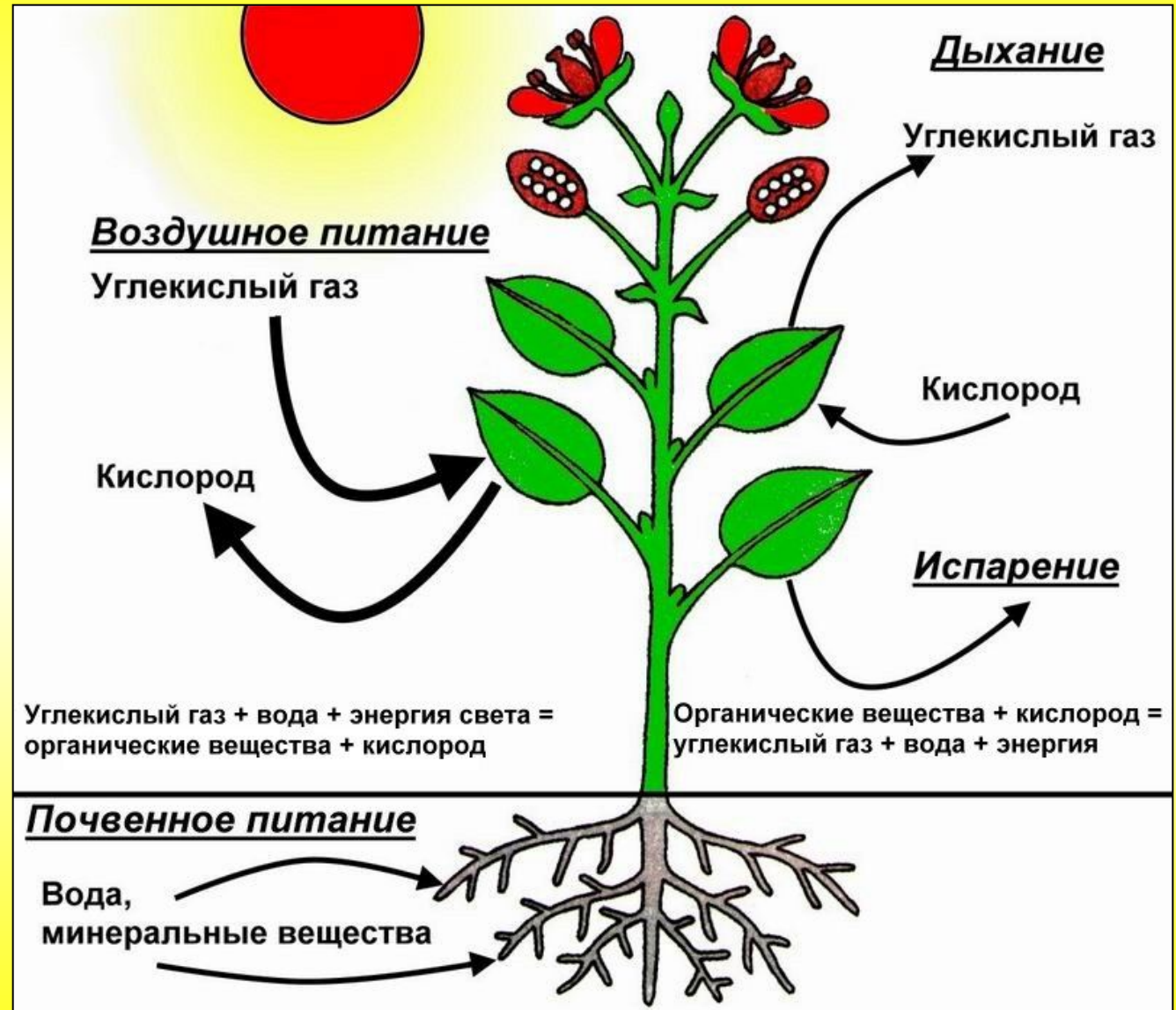
1 – замыкающие клетки устьица; 2 – побочные клетки; 3 – основные клетки эпидермы (по А. А. Яценко-Хмелевскому, с изменениями)





## Функции листа: фотосинтез

Фотосинтез – процесс образования из углекислого газа и воды за счет энергии света органических веществ. Процесс идет с выделением кислорода.





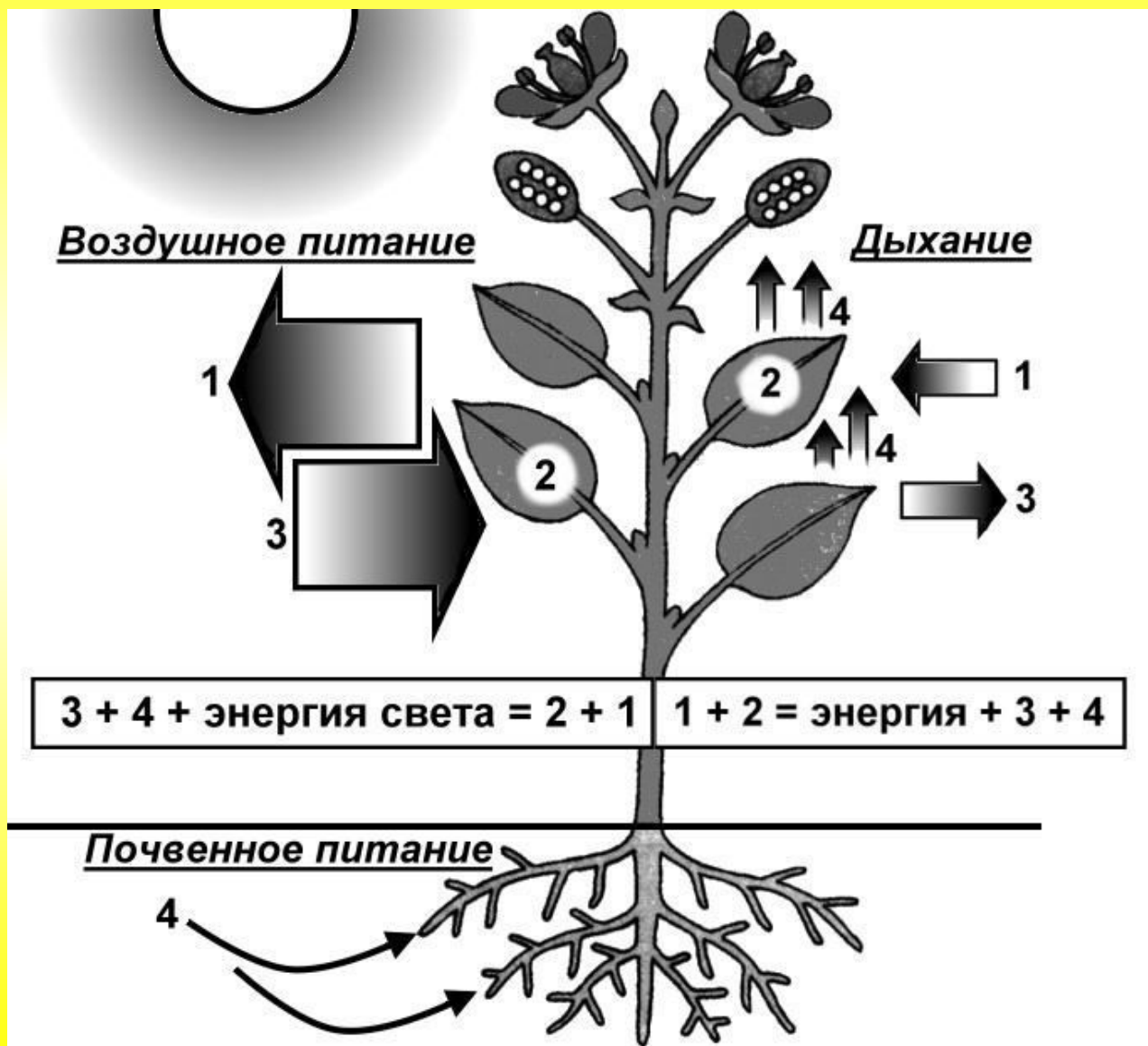
## Функции листа: дыхание

Процесс дыхания осуществляется постоянно, как на свету, так и в темноте.

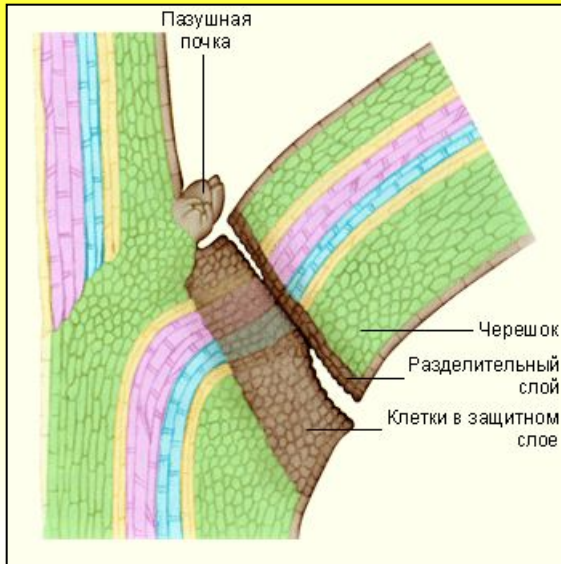
Если поместить в сосуд свежесрезанные листья, плотно закрыть его и поставить в темное теплое место, то на следующий день можно обнаружить, что состав воздуха в сосуде изменился, известковая вода мутнеет. В отличие от фотосинтеза, во время дыхания происходит освобождение энергии, органические вещества окисляются, и происходит выделение углекислого газа. Эти реакции протекают в митохондриях клеток.



# Функции листа: дыхание



# Листопад



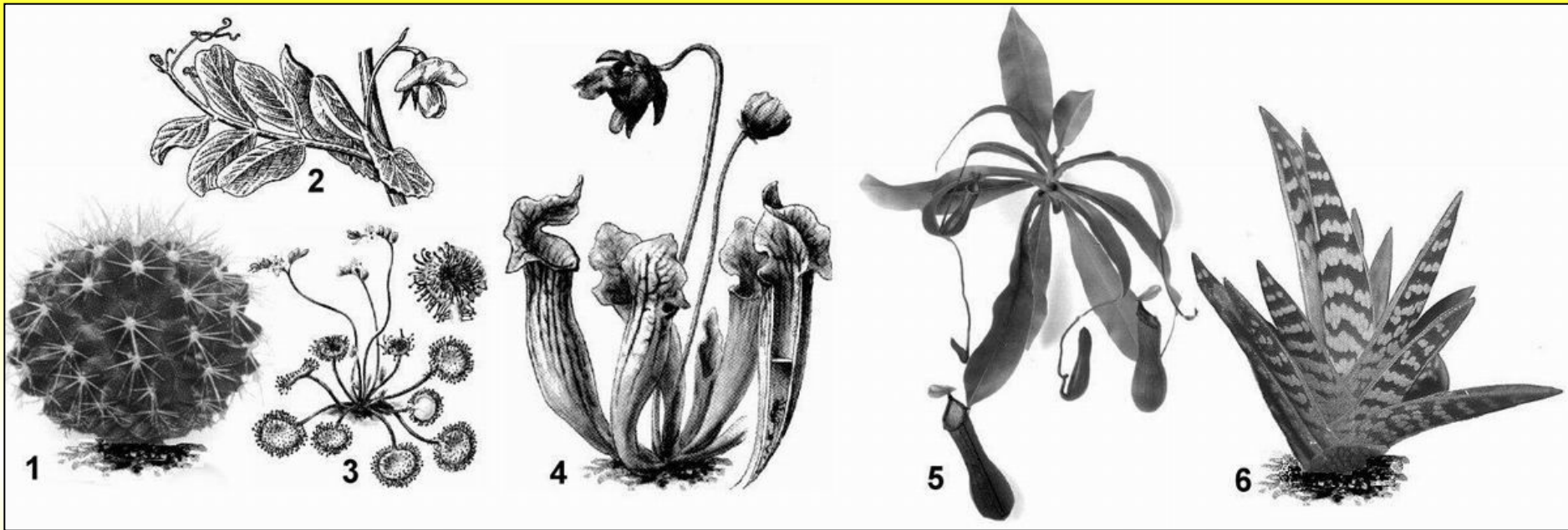
Для уменьшения транспирации в зимний период времени растения освобождаются от листьев, происходит листопад. Сигналом к листопаду служит уменьшение продолжительности светового дня. Это явление получило название фотопериодизма.

Листья теряют зеленую окраску в результате разрушения хлорофилла в хлоропластах. Становятся заметны вспомогательные пигменты – каротиноиды желтого или оранжевого цвета.

У основания черешка в поперечном направлении образуется специальный отделительный слой, состоящий из легко расслаивающейся паренхимы. Со стороны стебля ближайшие к основанию черешка клетки пробковеют и образуют защитный слой, сохраняющийся после опадания листа в виде **листового рубца**.



## Видоизменения листа



**Колючки.** Уменьшают транспирацию и защищают растения от поедания животными. Кактус, робиния, барбарис.

**Усики.** Это нитевидные образования, чувствительные к прикосновению и приспособленные для лазания.

**Ловчие аппараты.** Встречаются у растений, произрастающих на болотистых, торфяных, бедных минеральными веществами почвах (росянка, венерина мухоловка, непентес используют богатую азотом и фосфором органическую пищу).

**Сочные листья** листовых суккулентов накапливают в листьях воду.

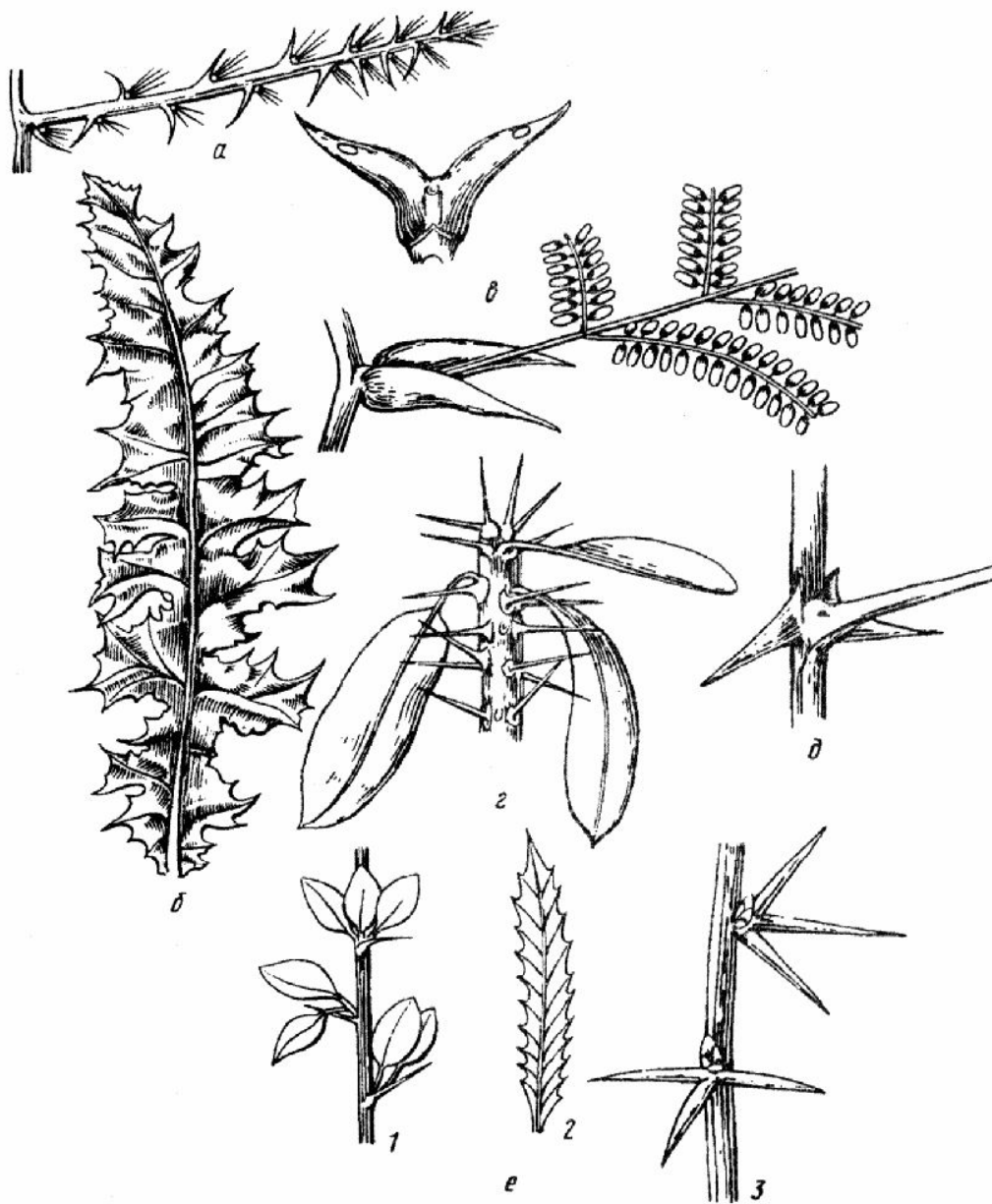
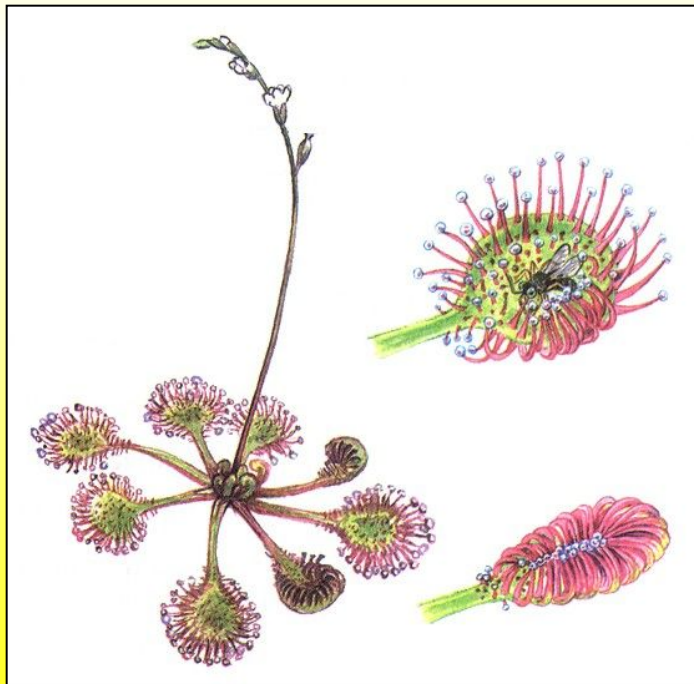


Рис. 83. Колючки листового происхождения:

*a* — спаржа спаржевидная; *b* — альфредия снежная; *c* — акация корнигера; *г* — молочай блестящий; *d* — робиния лжеакация (белая акация); *e* — барбарисы: 1 — тунберга; 2 — падуболистный; 3 — обыкновенный

## Видоизменения листа





## Олимпиадникам

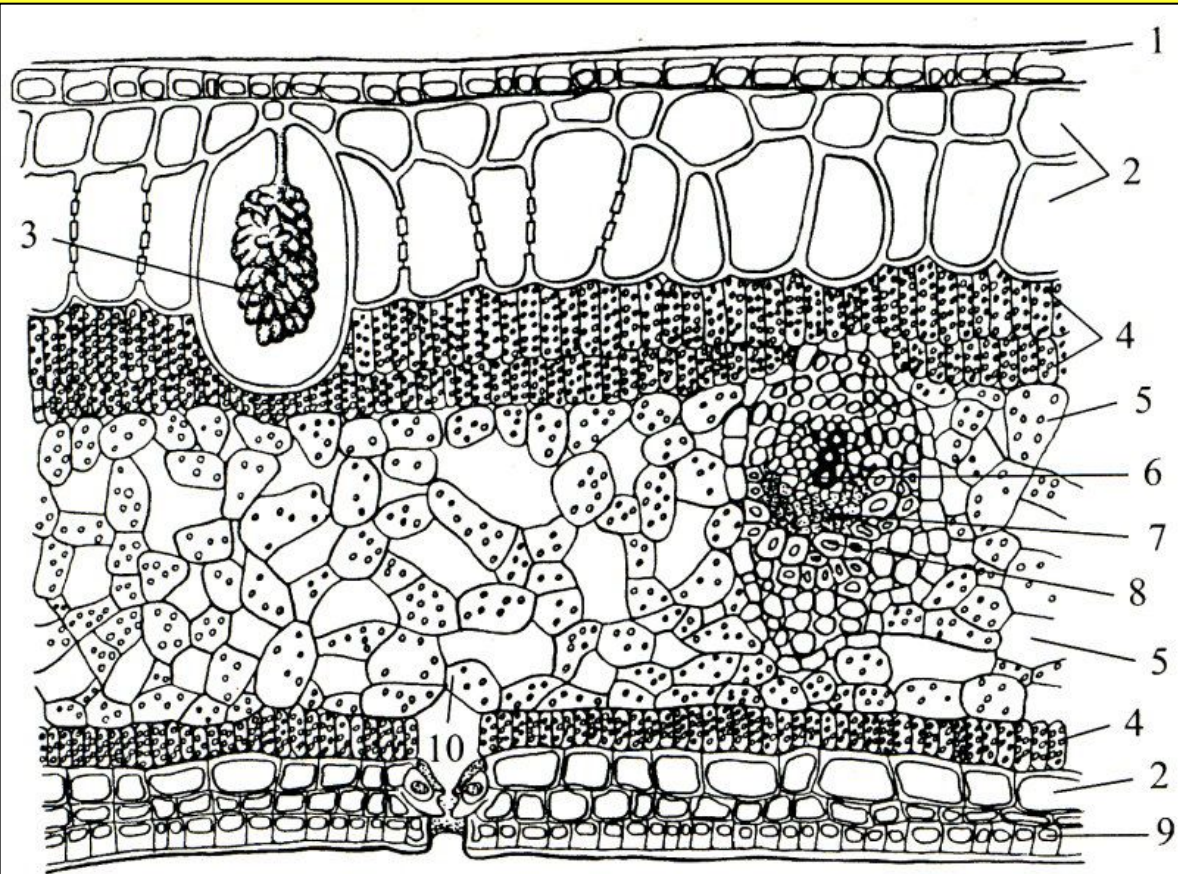


Рис. 14.5.3.2.

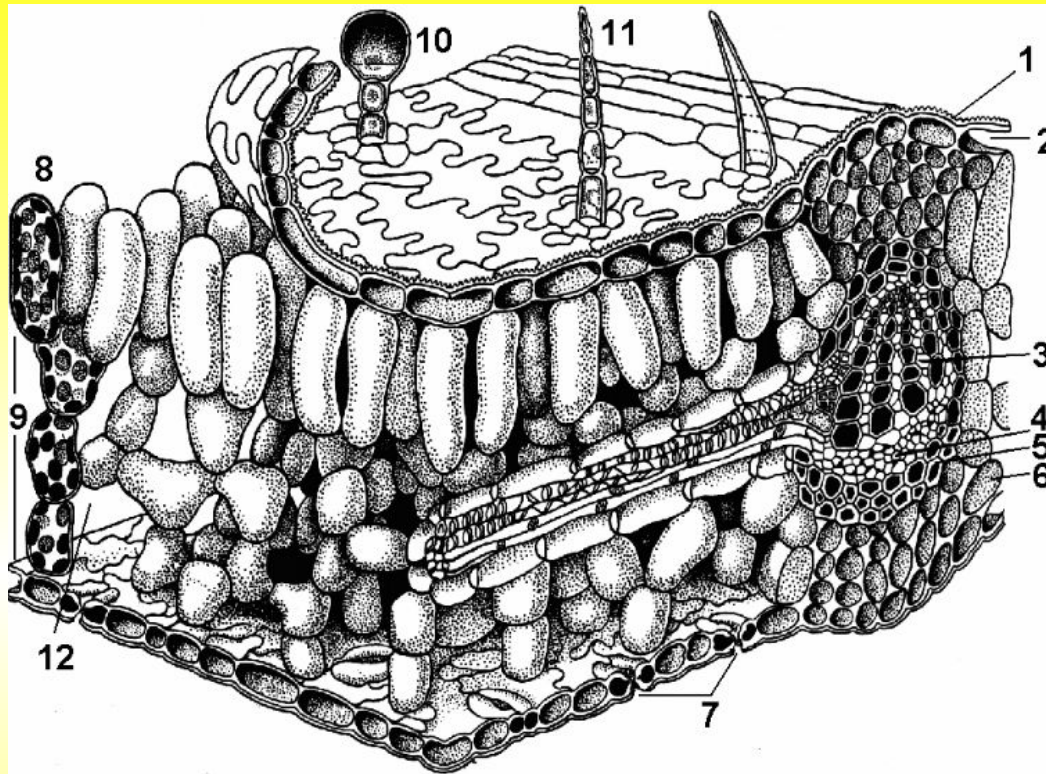
Лист фикуса (*Ficus elastica*) – поперечный разрез:

1 – верхняя эпидерма; 2 – гиподерма; 3 – цистолит; 4 – столбчатая паренхима; 5 – губчатая паренхима; 6 – ксилема; 7 – флоэма; 8 – склеренхима (6–8 – коллатеральный проводящий пучок); 9 – нижняя эпидерма; 10 – устьичный аппарат

**Изолатеральный** лист фикуса – столбчатая ткань сверху и снизу, внутренние клетки **многослойной эпидермы** служат для накопления влаги.

Встречаются и выделительные клетки – **цистолиты**, представляющие собой вросшую внутрь клеточную стенку, на которой откладываются кристаллы углекислого кальция.

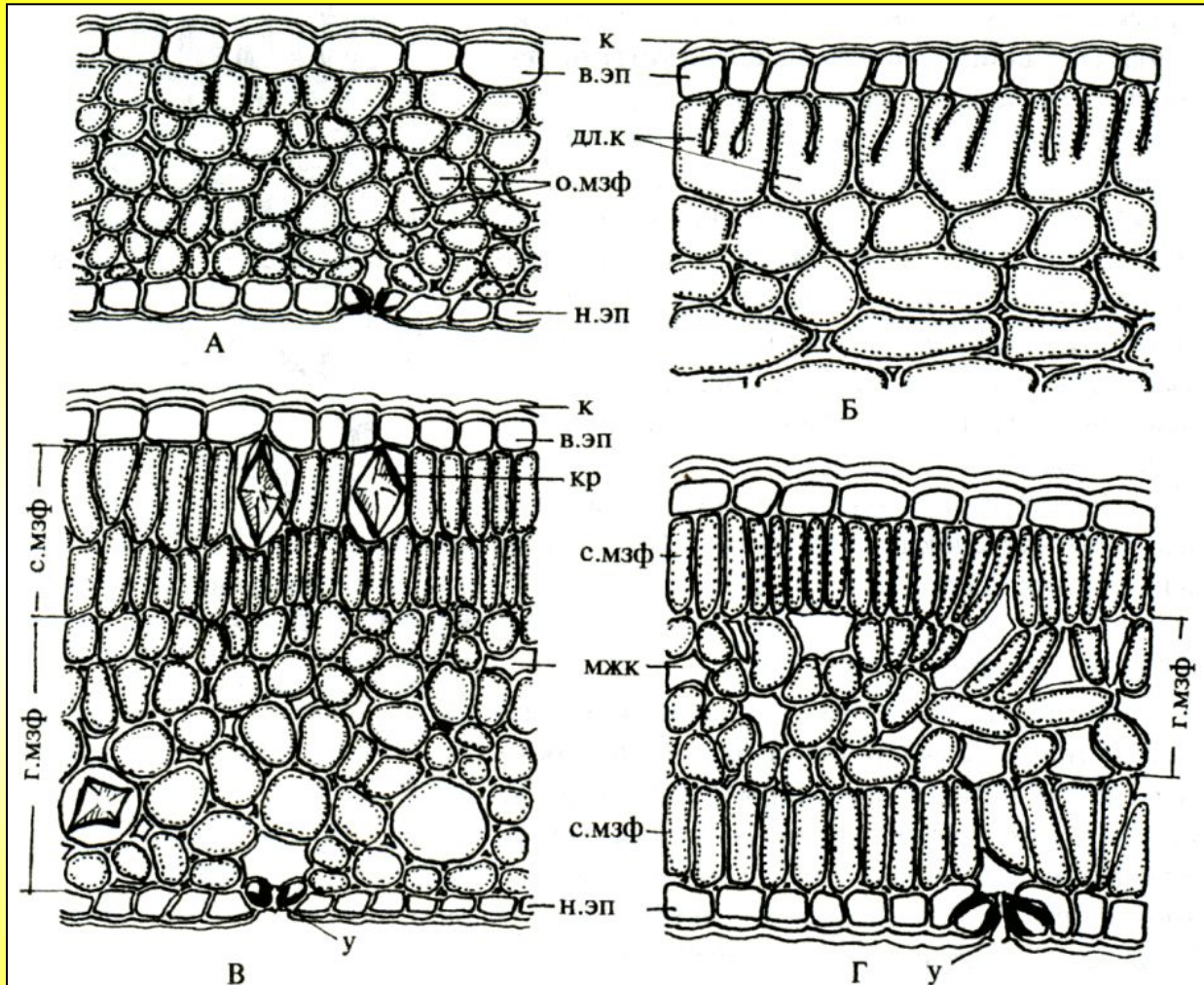
## Олимпиадникам



Листья, у которых столбчатая паренхима на верхней стороне листовой пластинки, а губчатая на нижней, называются *дорсовентральными*.



# Олимпиадникам



**Рис. 145.** Типы строения мезофилла у покрытосеменных растений: А — функия; Б — борец; В — лимон; Г — эвкалипт.

*Обозначения:* в.эп — верхняя эпидерма, г.мзф — губчатый мезофилл, дл.к — дланевидные клетки, к — кутикула, кр — кристалл оксалата кальция, мжк — межклетники, н.эп — нижняя эпидерма, о.мзф — однородный мезофилл, с.мзф — столбчатый мезофилл, у — устьице



## Олимпиадникам

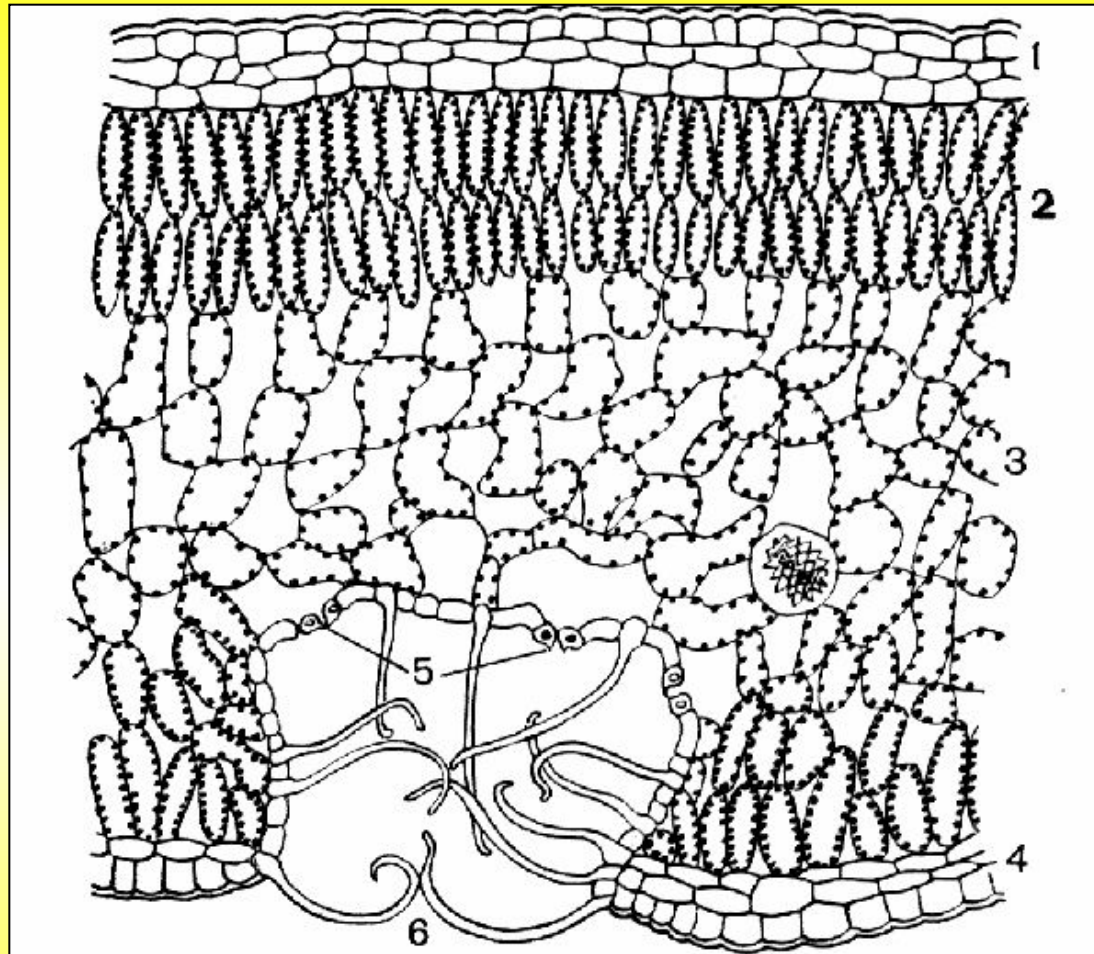
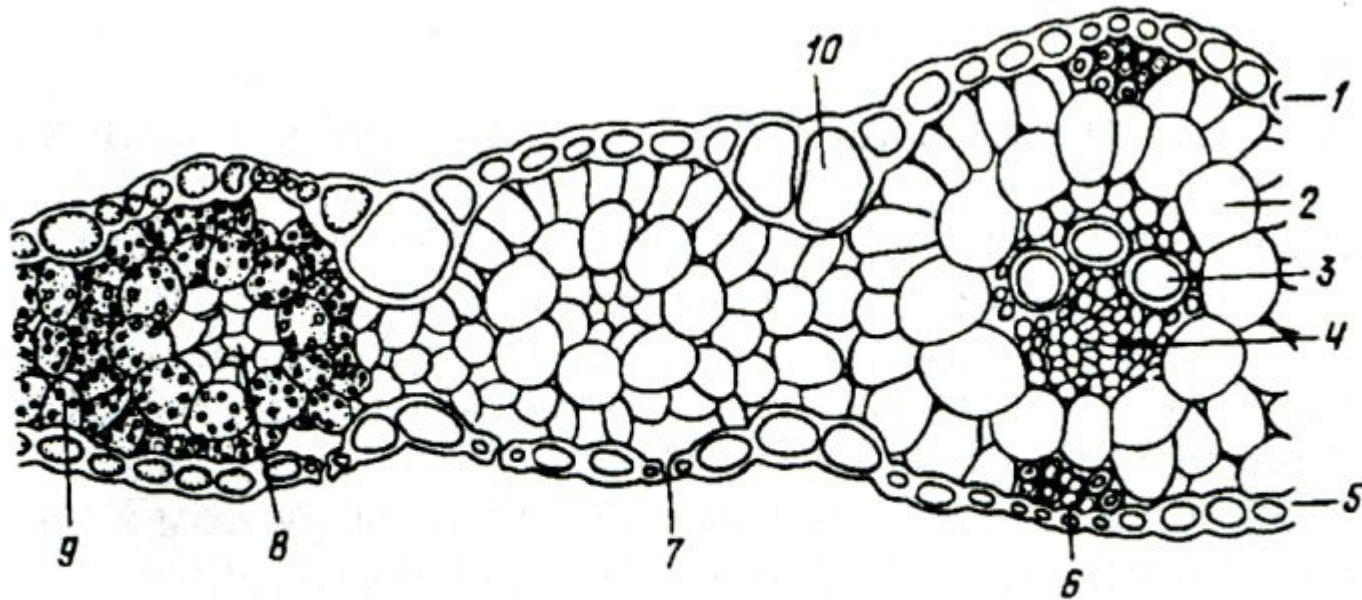


Рис. 50. Разрез листа олеандра. Устьица в углублениях на нижней стороне листа, закрытые волосками:

1 — верхний эпидермис; 2 — палисадная паренхима; 3 — губчатая паренхима; 4 — нижний эпидермис; 5 — устьица; 6 — волоски.

## Олимпиадникам

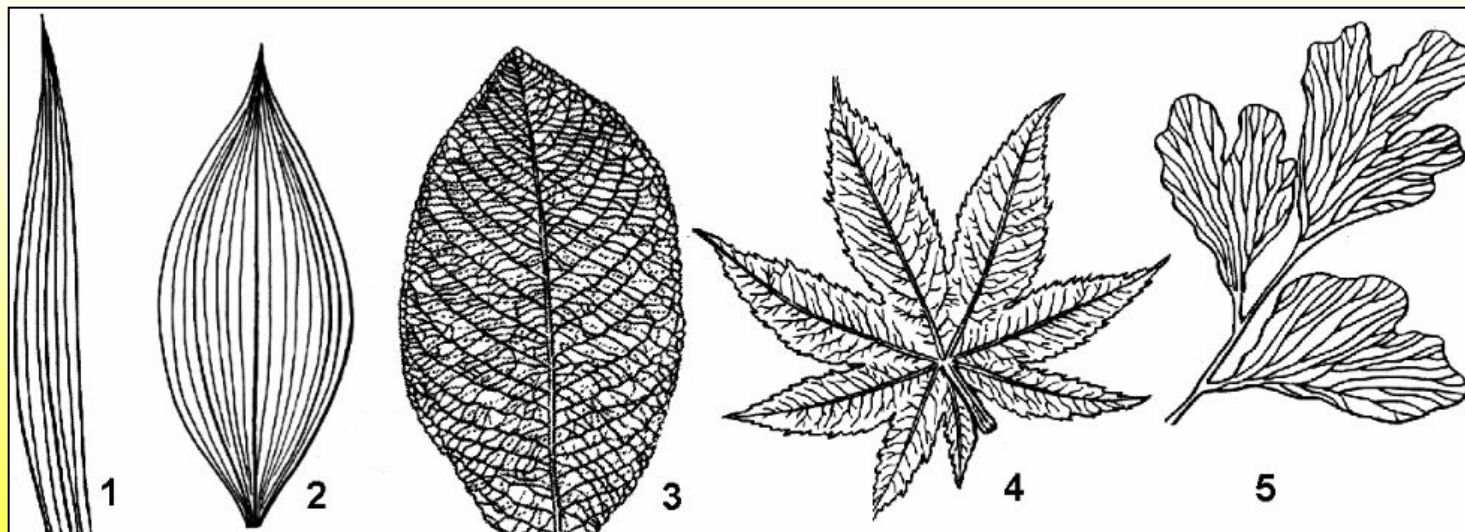
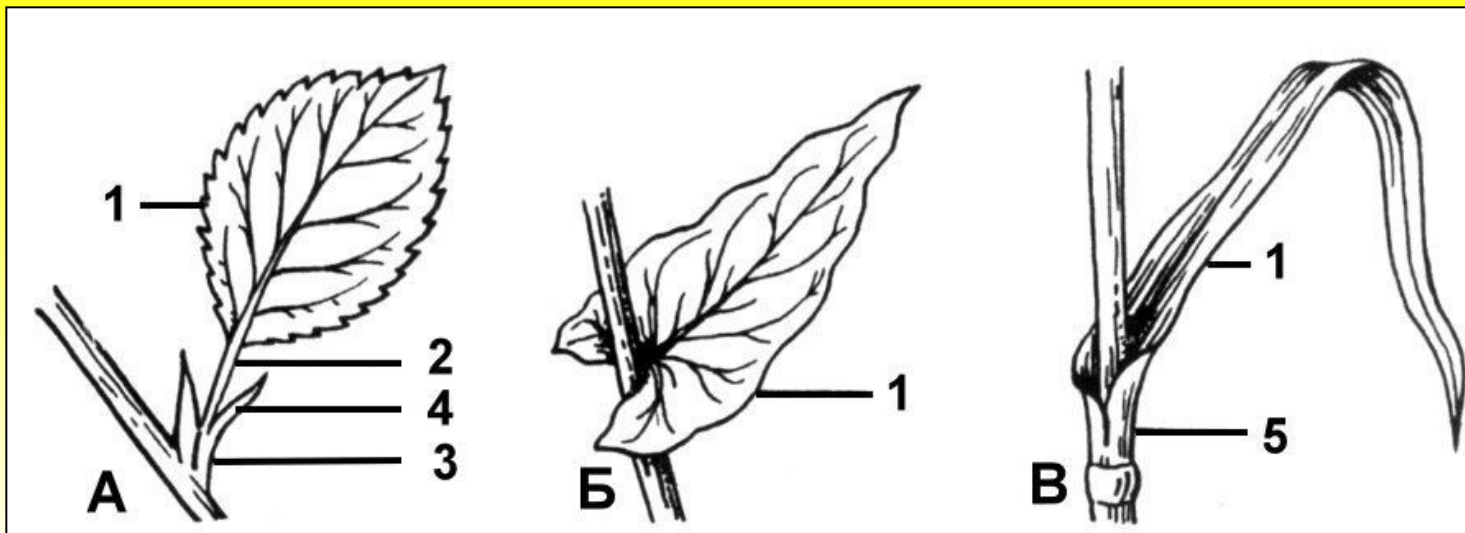


**Рис. 80. Изолатеральный лист проса:**

1 — верхняя эпидерма; 2 — клетки обкладки; 3 — ксилема; 4 — флоэма; 5 — нижняя эпидерма; 6 — склеренхима; 7 — устьица; 8 — проводящий пучок; 9 — палисадная паренхима; 10 — двигательные клетки

У С-4 растений около проводящего пучка располагаются клетки обкладки, к ним прилегают клетки мезофилла (кранц-анатомия).

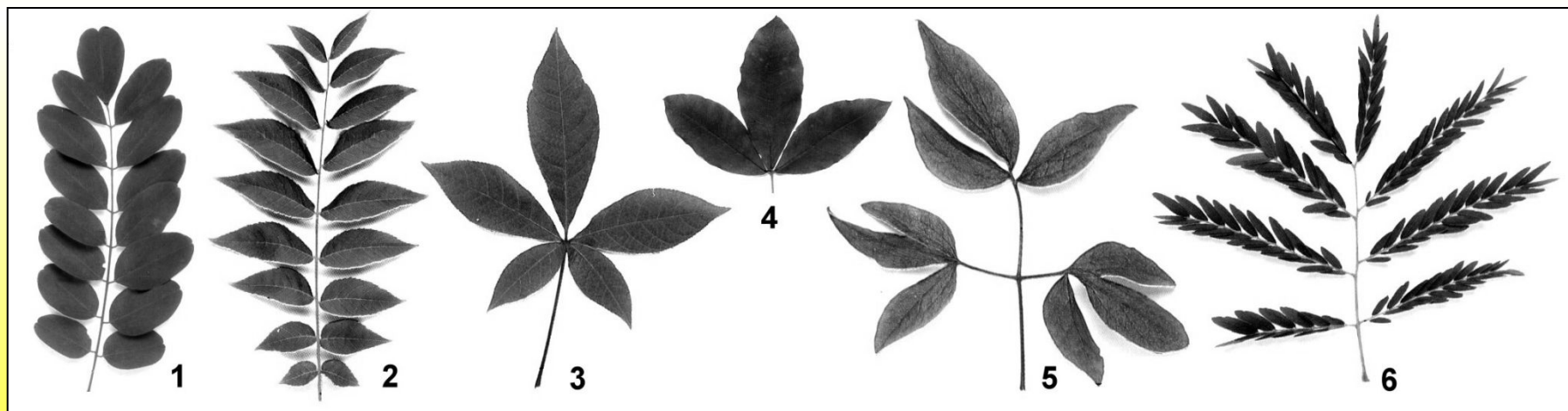
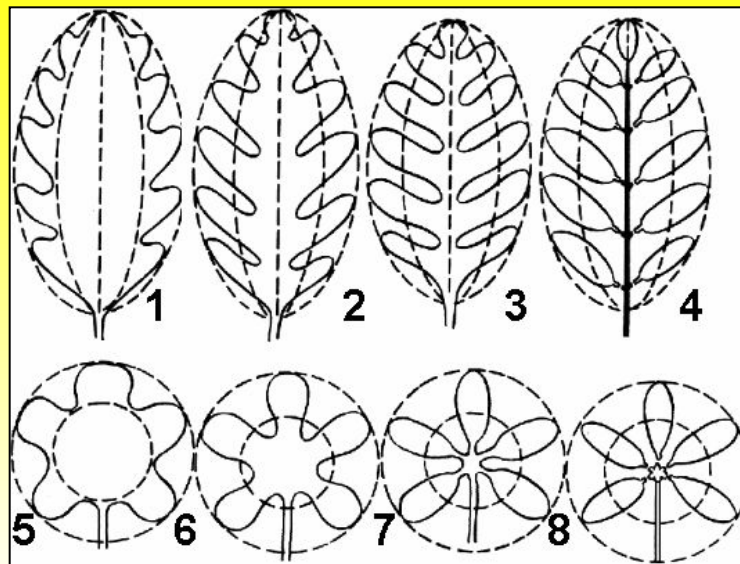
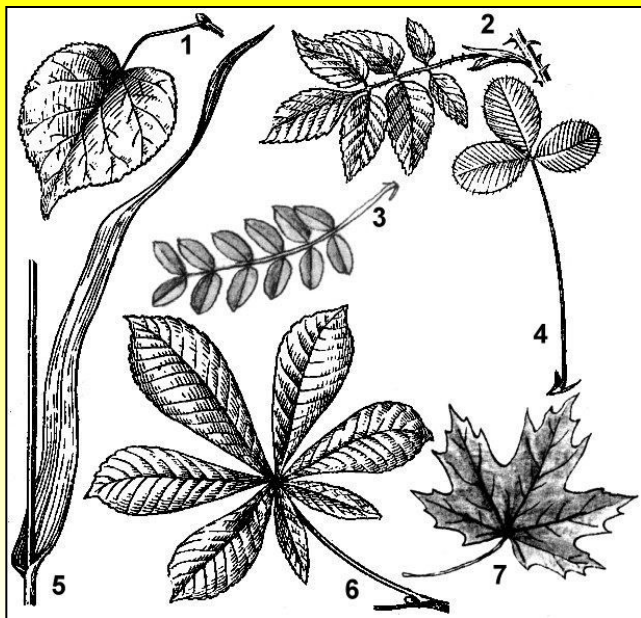
# Повторение



Что обозначено на рисунках?

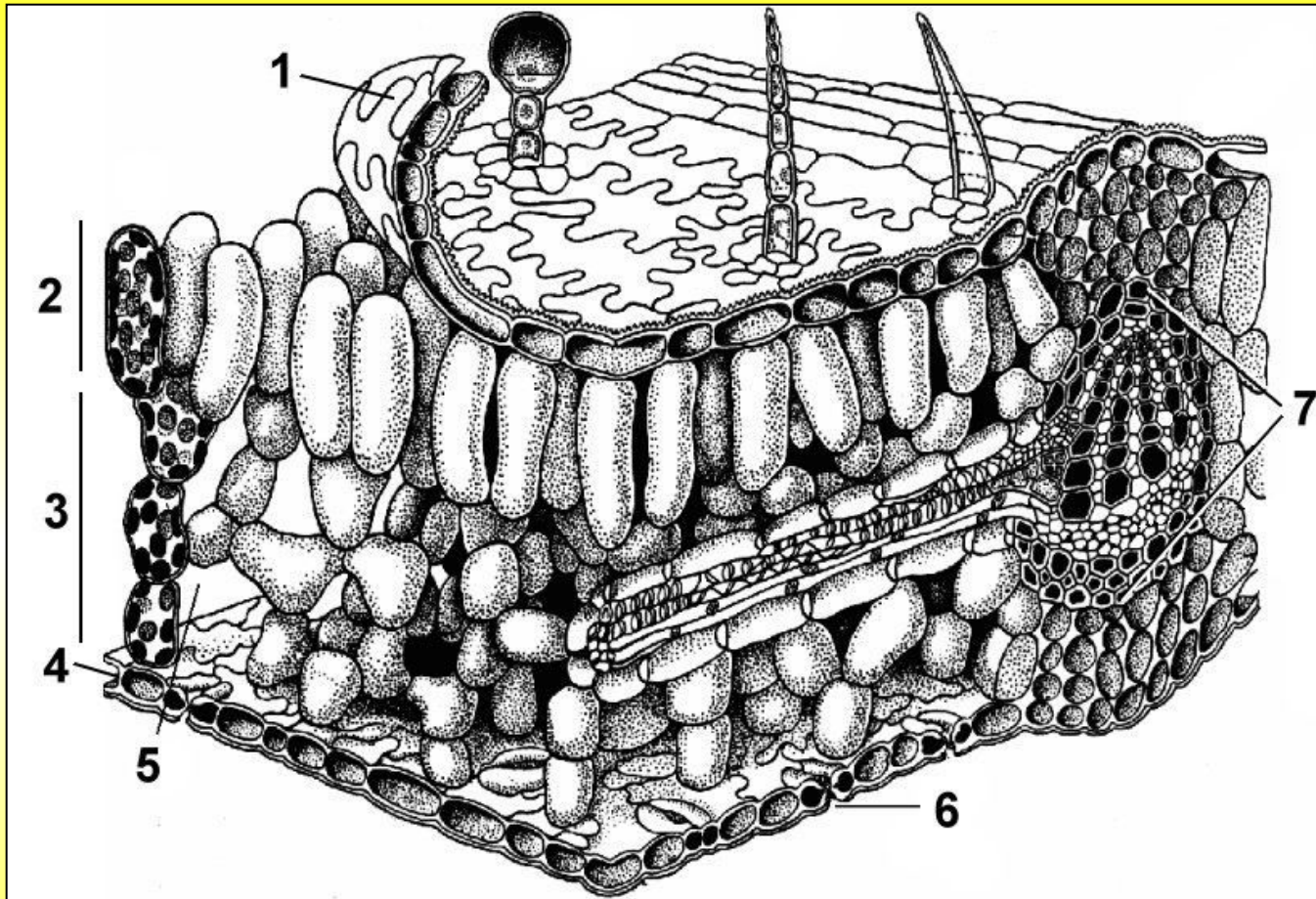


# Повторение



Что обозначено на рисунках?

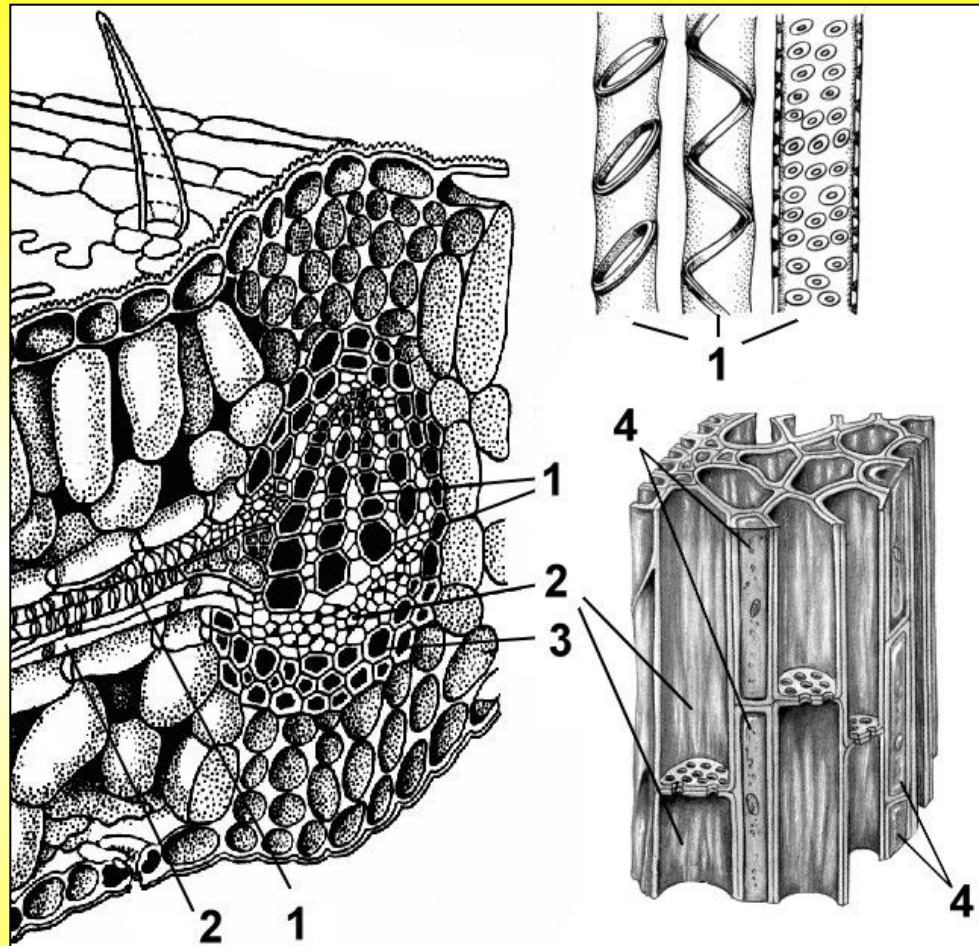
# Повторение



Что обозначено на рисунке?



# Повторение



Что обозначено на рисунке?