

# Модуль 5. **Анатомия и физиология растений**

## **Лекция № 1. Анатомия листа**

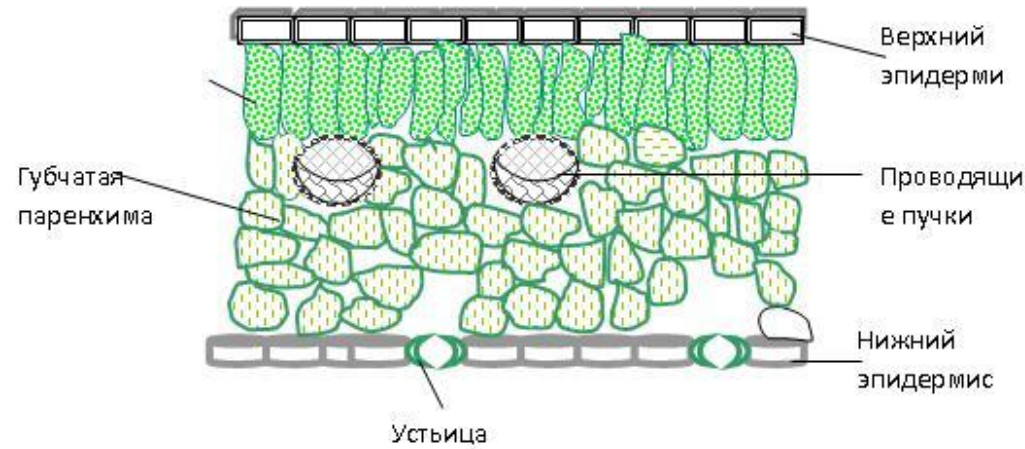


Лист - боковой орган побега, приспособленный для ассимиляции, испарения и газообмена.

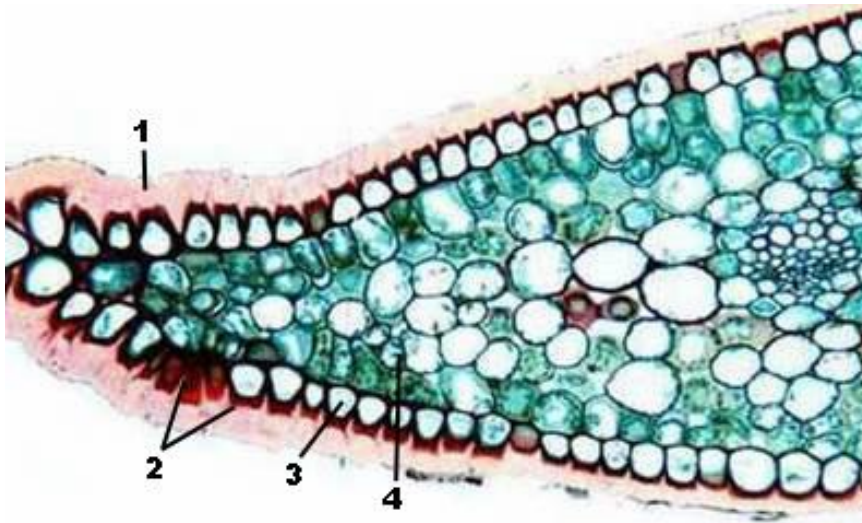
Строение листа вытекает из его основных функций: процесса фотосинтеза, который происходит в тканях листовой пластинки, и функций испарения воды (транспирации) и газообмена с окружающей средой.

В связи с этим в листьях лучше всего развиты 2 ткани: основная — *ассимиляционная* (в ней протекает процесс фотосинтеза) и *покровная* (регулирует газообмен и испарение воды).

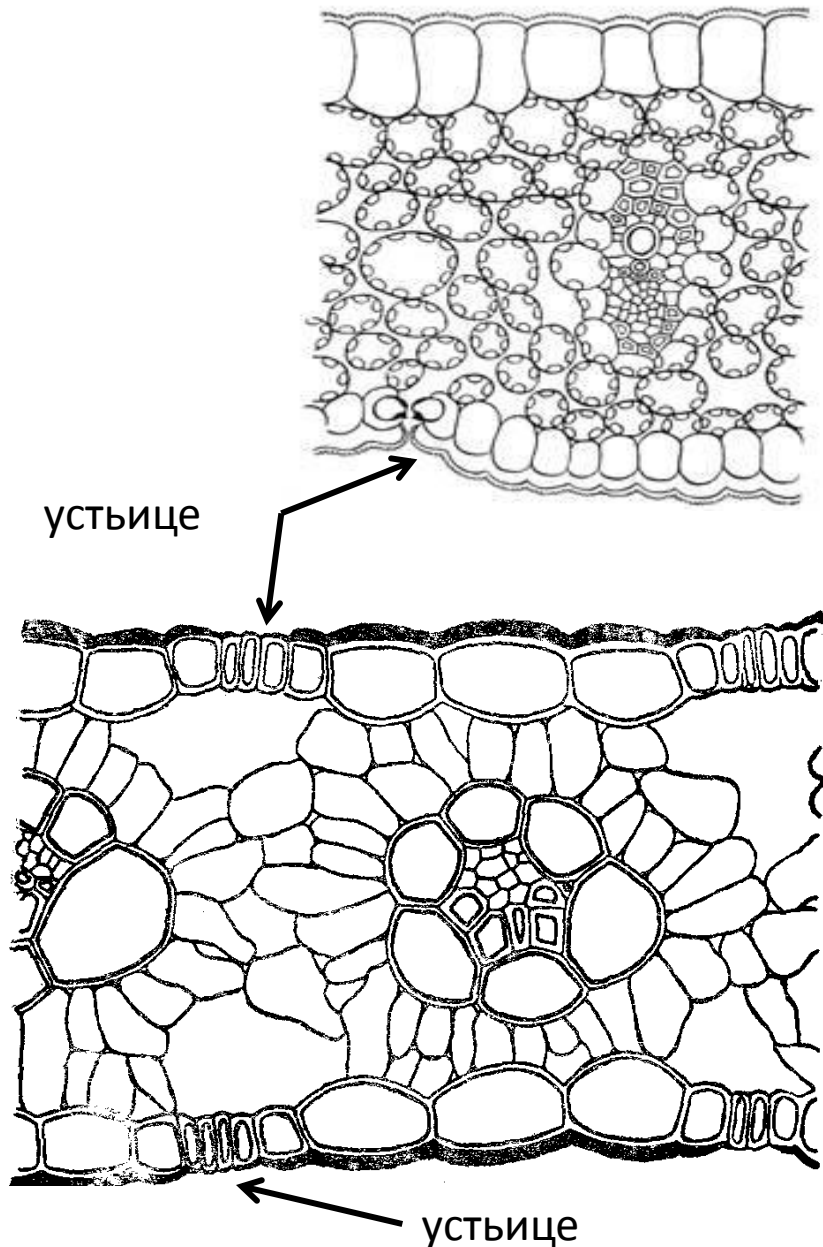
# Анатомическое строение листа



- Снаружи лист покрыт эпидермой
- У растений влажных мест клеточные стенки эпидермы тонкие, а у ксерофитов – толстая, часто одревесневшая
- Снаружи клетки эпидермы покрыты кутикулой (1), а у некоторых растений еще и воском



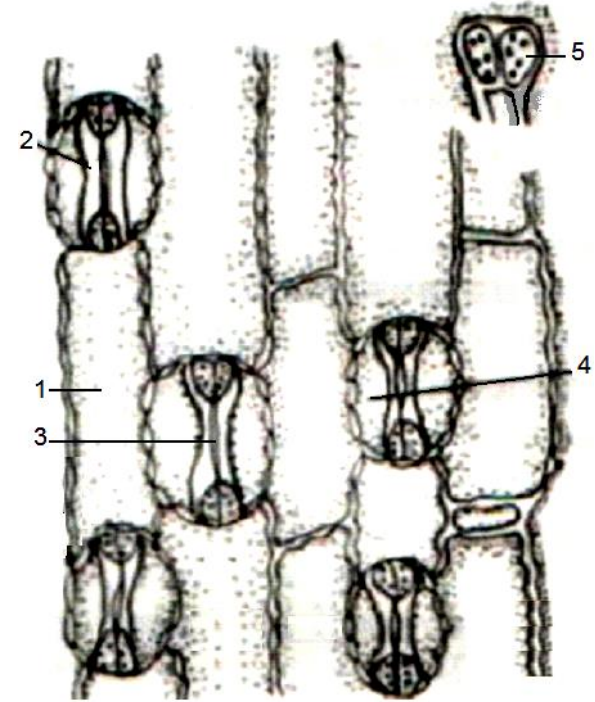
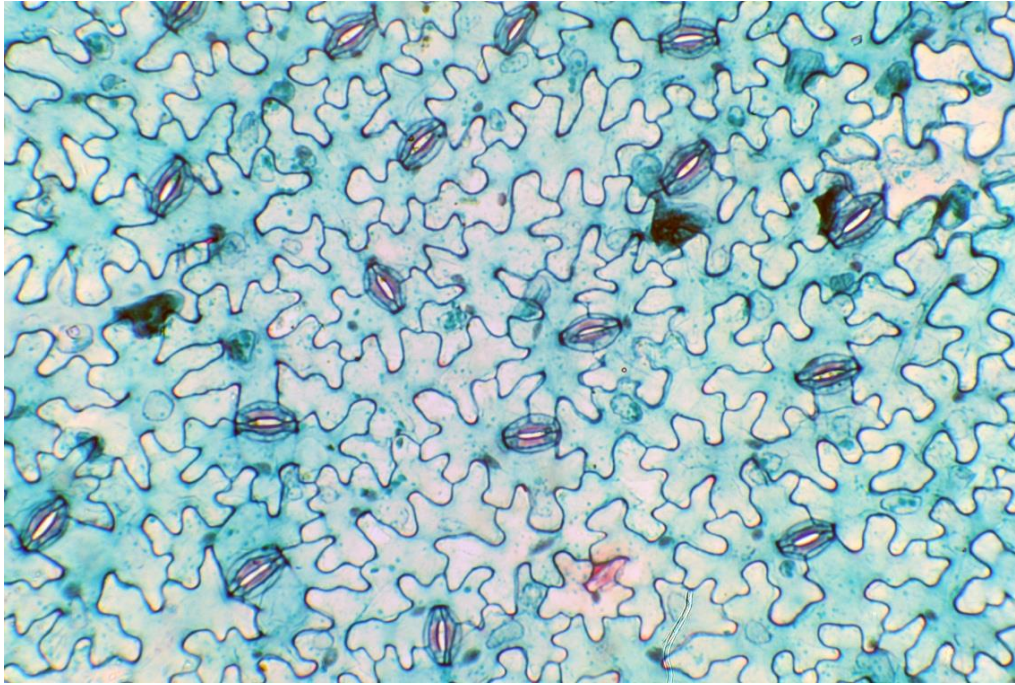
# Устьица



- У большинства наземных растений устьица имеются только на нижней эпидерме. Такие листья называются **гипостоматическими**.
- У водных растений листья расположены на верхней эпидерме – **эпистоматические** листья.
- У однодольных (злаки, ирисовые) устьица есть на обеих сторонах листа – **амфистоматические** листья

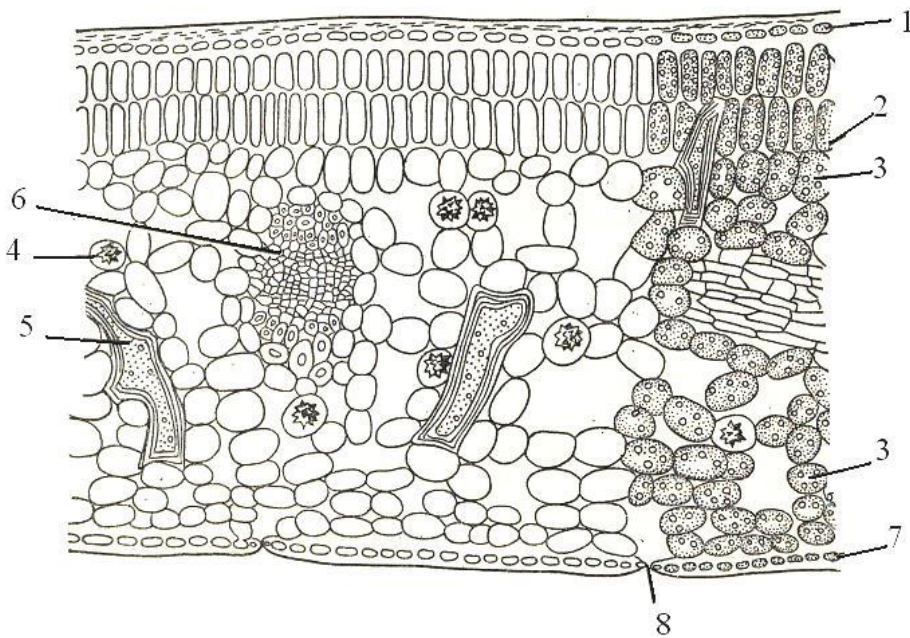


# Устьица

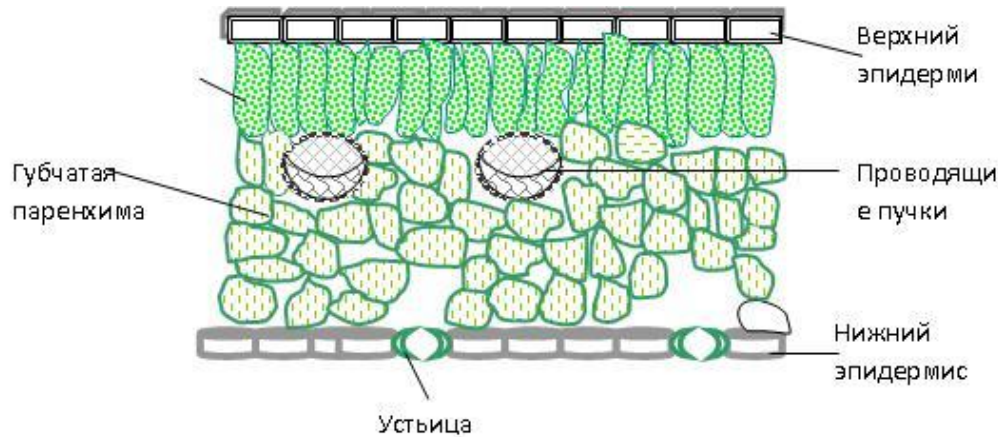


Устьица выполняют три функции:

- 1) обеспечивают дыхание растений;
- 2) поглощают углекислый газ, необходимый для фотосинтеза;
- 3) испаряют воду и таким образом помогают растворенным веществам продвигаться по жилкам и стеблю.



1 - верхняя эпидерма, 2 - столбчатая паренхима, 3 - губчатая паренхима, 4 - клетка с друзой, 5 - склереида, 6 - проводящий пучок, 7 - нижняя эпидерма, 8 - устьице.



- Все пространство между верхней и нижней эпидермой заполнено ассимиляционной паренхимой – **хлоренхимой**. Она называется мезофиллом.
- В мезофилл погружены проводящие пучки (6) и участки механической ткани (5)
- Клетки мезофила тонкостенные, неодревесневшие, содержат большое количество хлоропластов, осуществляют фотосинтез

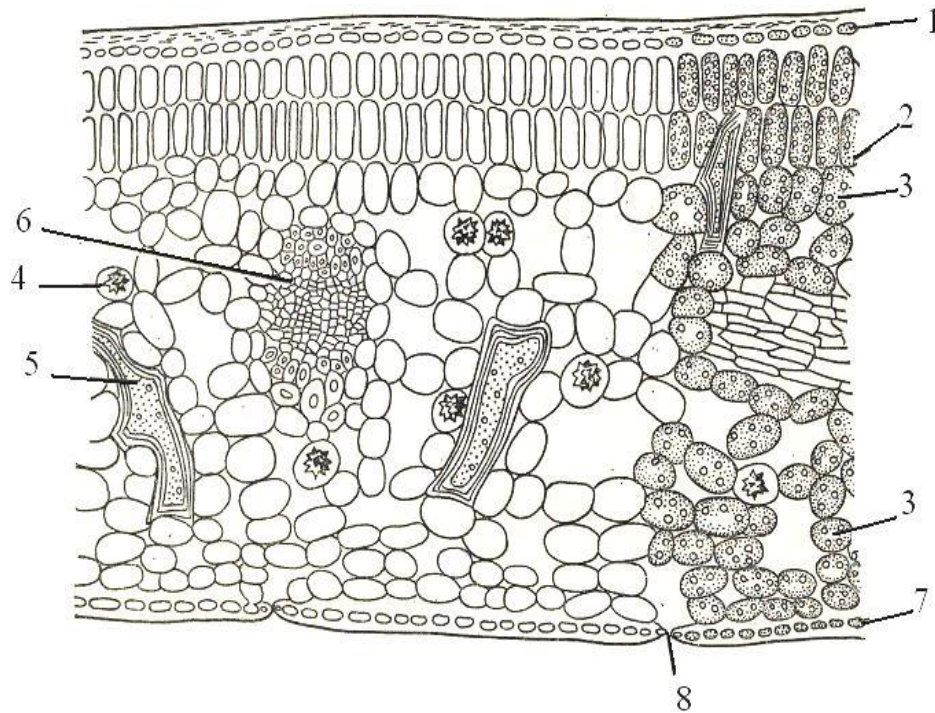


# Мезофил

Мезофилл бывает 2-х типов:

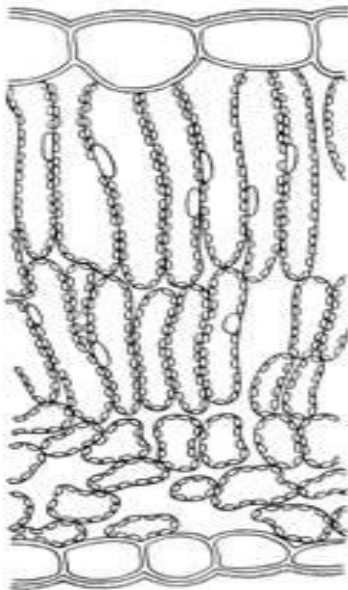
1. **столбчатый** (2) – овальные клетки расположены плотно, перпендикулярно поверхности листа (прилегает к верхней эпидерме). Содержит до 80% хлоропластов. Хлоропласты располагаются постенно в 1 слой. Функция - фотосинтез

2. **Губчатый** (3) – образован округлыми клетками. Между клетками крупные межклетники. Прилегает к нижней эпидерме. По межклетникам идет транспорт газов и паров воды (газообмен и транспирация)

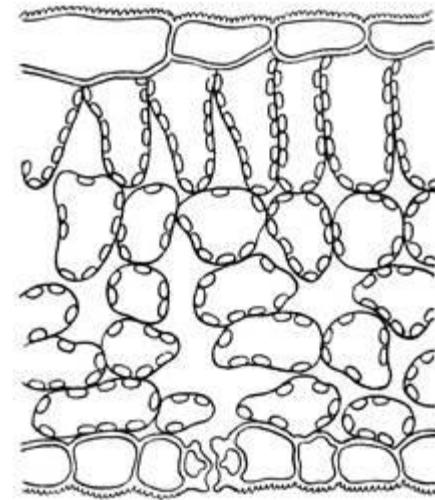


# Влияние света на анатомическое строение листа

- Толщина столбчатого и губчатого мезофилла зависит от условий обитания (освещенности)
- У растений открытых мест (гелиофитов) столбчатый мезофилл развит лучше, чем у тенелюбивых.
- Даже у одного растения, листья выросшие на свету имеют более развитый столбчатый мезофилл, чем теневые



Световой лист сирени

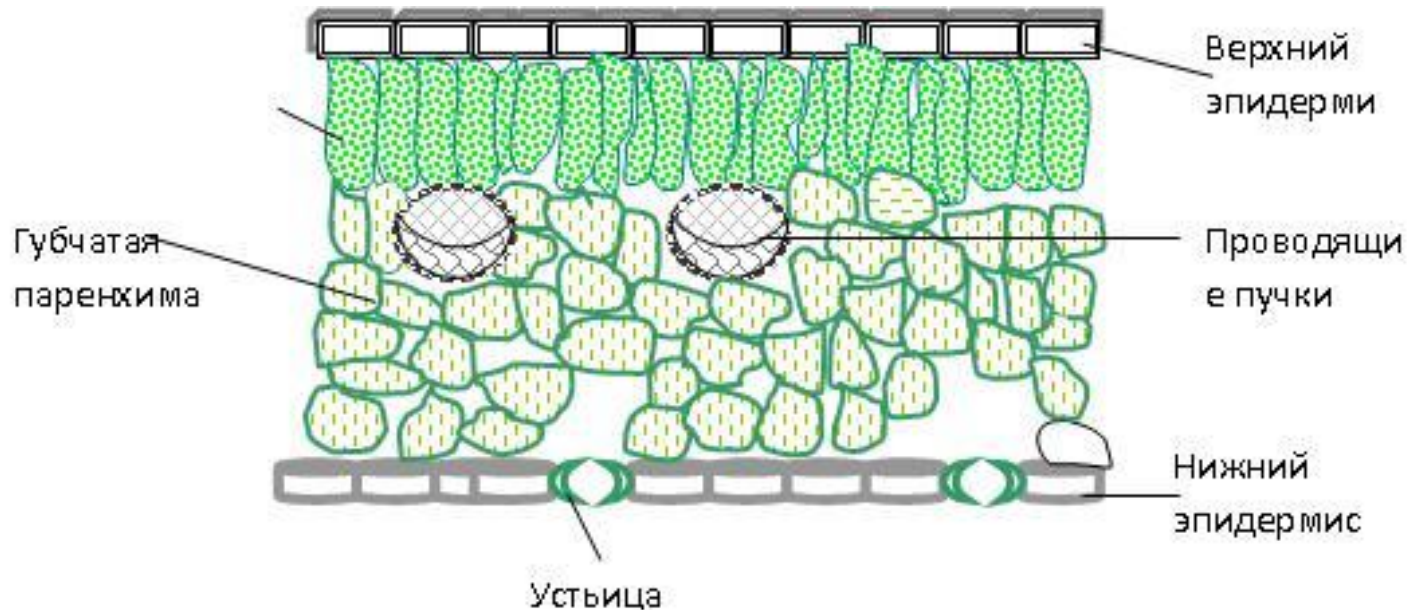


Теневой лист сирени



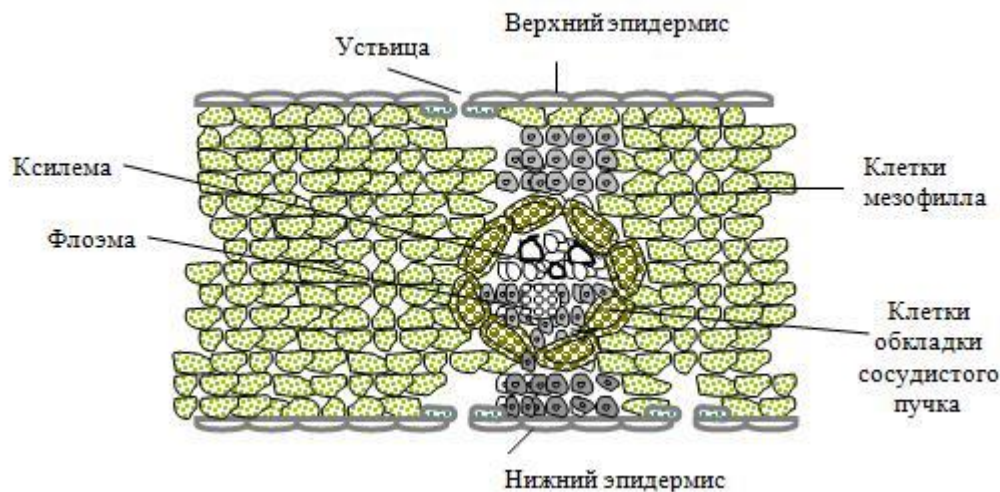
# Дорсивентральные листья

- Листья, у которых под верхней эпидермой расположен *столбчатый мезофилл*, а к нижней эпидерме прилегает *губчатый мезофилл* называются *дорсивентральными*, т.е. у них четко выражена дорзальная (спинная) и вентральная (брюшная) стороны.

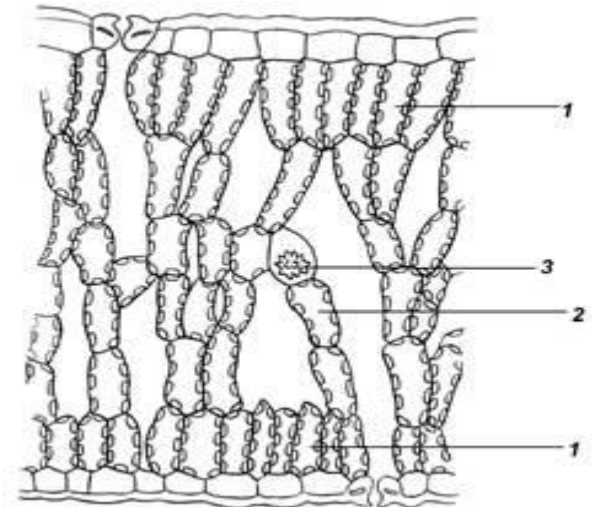


# Изолатеральные листья

- У ксерофитов и листьев, растущих под острым углом к стеблю, столбчатый мезофилл располагается по обеим сторонам листа, а губчатый редуцирован. Такие листья называются *изолатеральными* (обе стороны одинаковые)



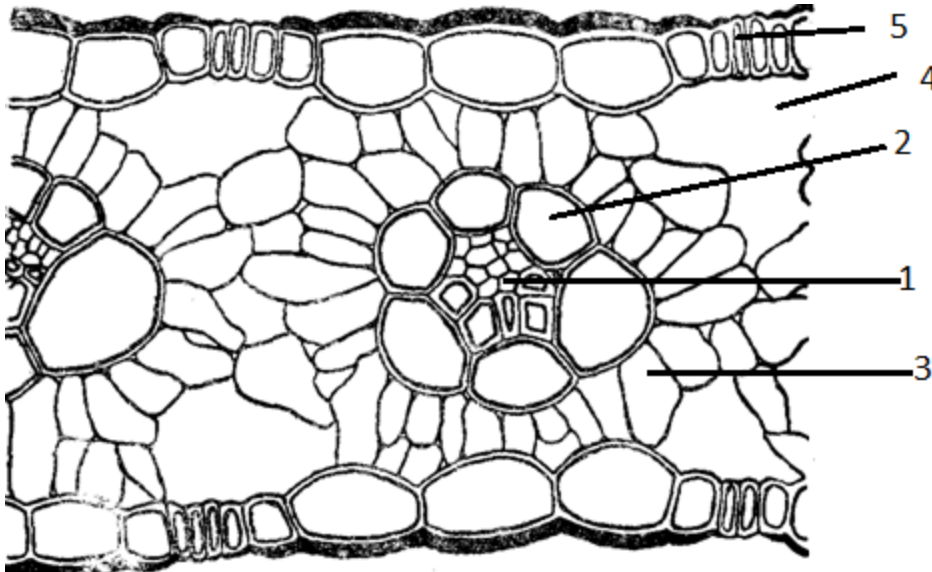
Лист кукурузы



Лист эвкалипта

# Корончатый мезофилл (кранц- структура листьев)

- Особый тип мезофилла – **корончатый**, образуется в листьях некоторых злаков. Клетки мезофилла (3) окружают проводящие пучки (1), примыкая к ним по радиусам. Вокруг пучка имеется 1-2 слоя крупных **обкладочных** клеток (2), содержащих много хлоропластов. В промежутках между этими группами клеток образуются большие межклетники (4). Напротив межклетников с обеих сторон находятся устьица (5).

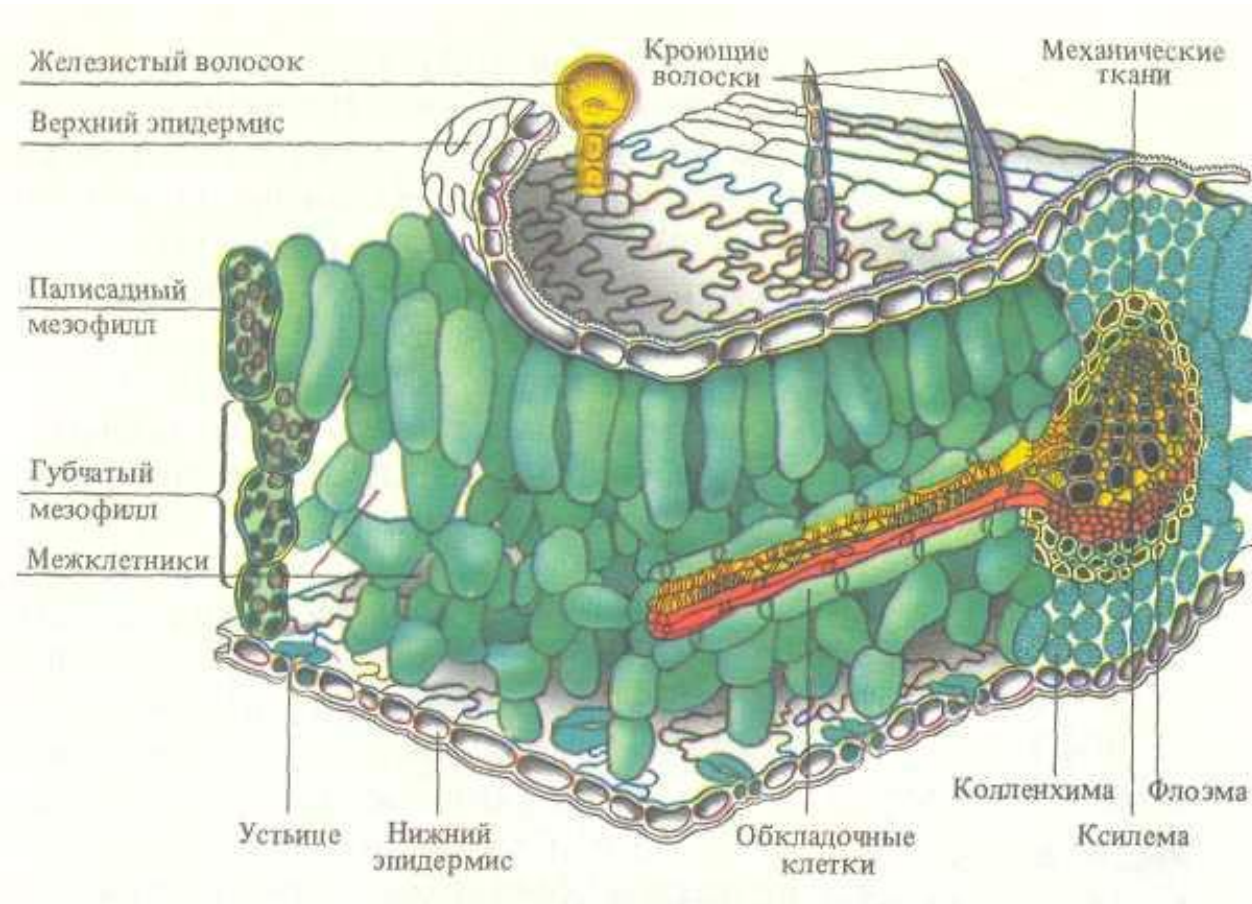


Такая структура листьев получила название **кранц-структуры**. Она характерна для засухоустойчивых растений с С-4 типом фотосинтеза (кукуруза, куриное просо)



# Проводящие ткани листа

- Листья содержат закрытые коллатеральные пучки. **Ксилема** обращена к верхней стороне листа, а **флоэма** к нижней. При такой организации проводящие ткани стебля и листьев образуют непрерывную систему.



- В крупных пучках ксилема состоит из сосудов, флоэма из ситовидных трубок.
- Мелкие пучки состоят из трахеид и ситовидных клеток. Они пронизывают весь мезофилл и заканчиваются слепо.
- Окончания пучков состоят из 1-2 трахеид.

# Проводящие ткани листа

- Проводящие пучки обычно не соприкасаются с клетками мезофилла. Крупные пучки окружены **склеренхимой (№8 рис.1)**, а мелкие – **обкладочными клетками (№ 5 рис.2.)** (отличаются от мезофилла по размеру, характеру смыкания и содержанию). Наличие обкладки увеличивает площадь контакта между мезофиллом и проводящими тканями.

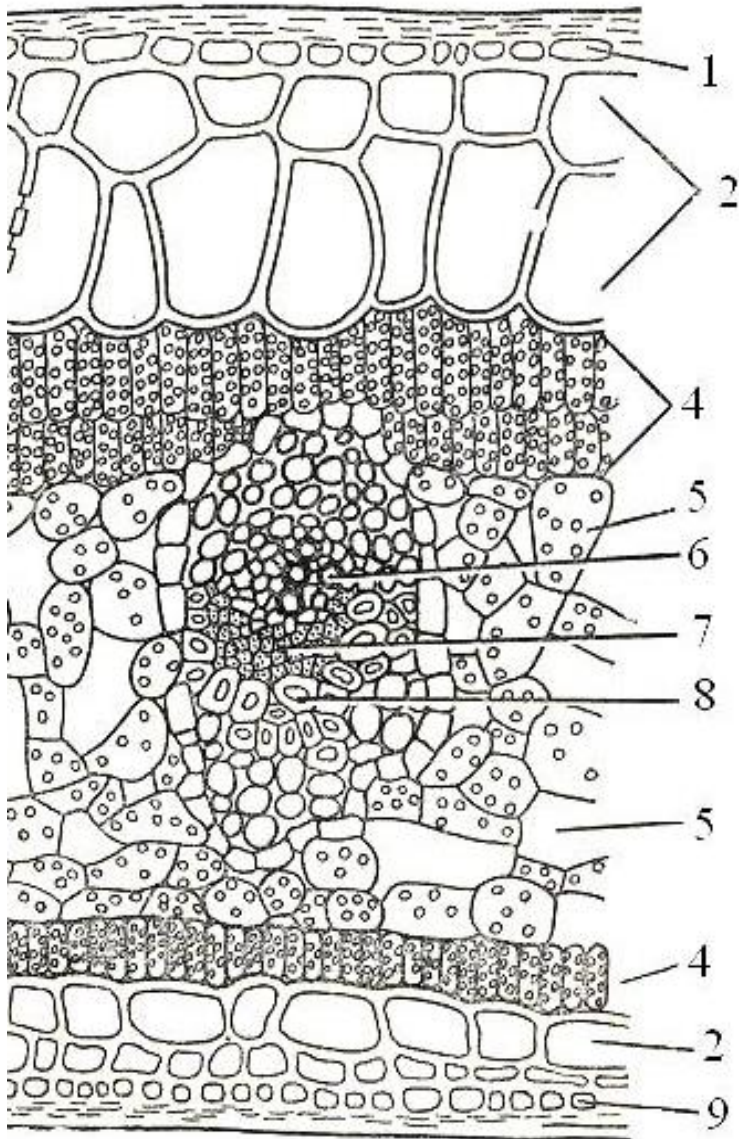


Рис.1. Лист фикуса

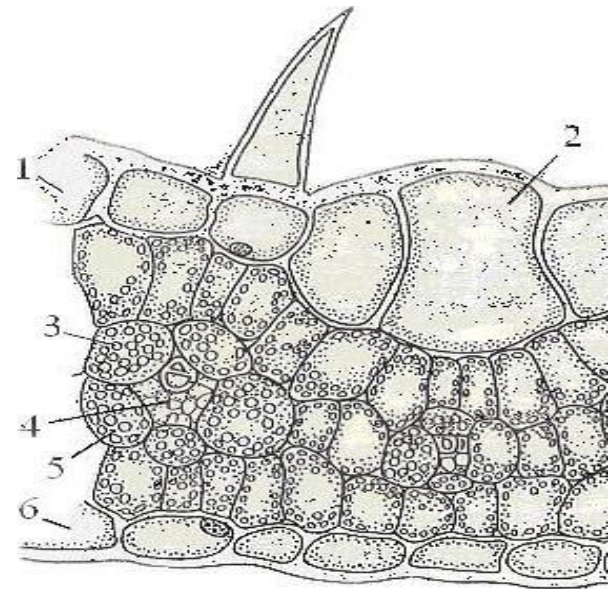


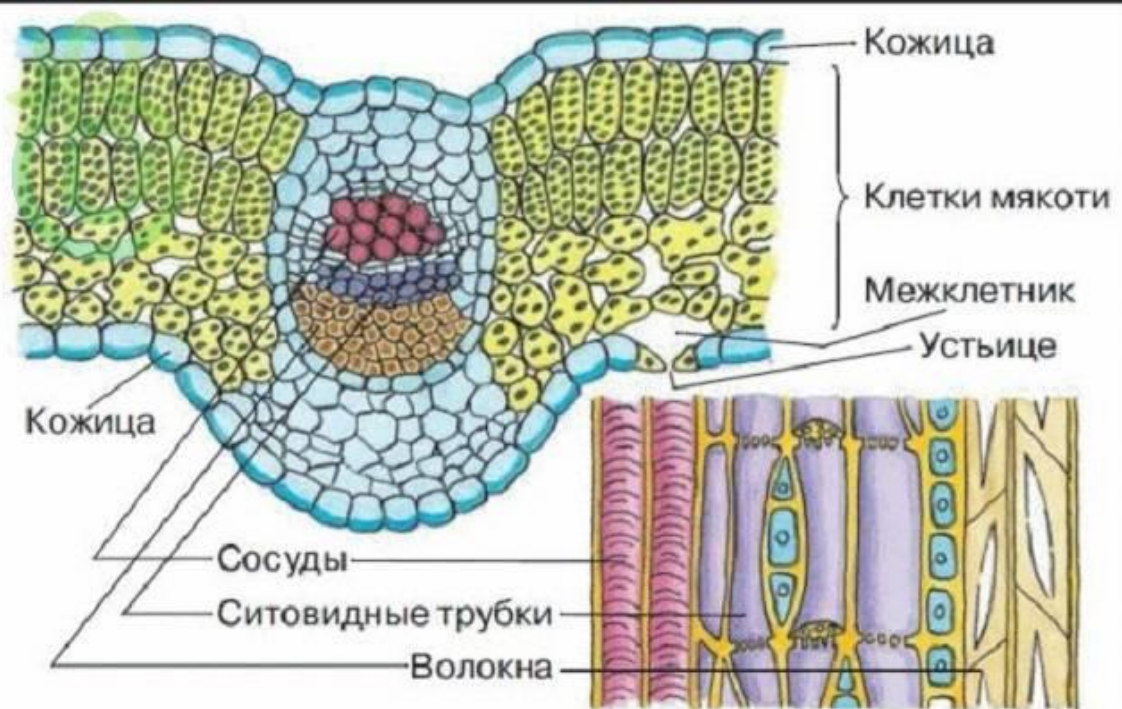
Рис.2. Лист кукурузы





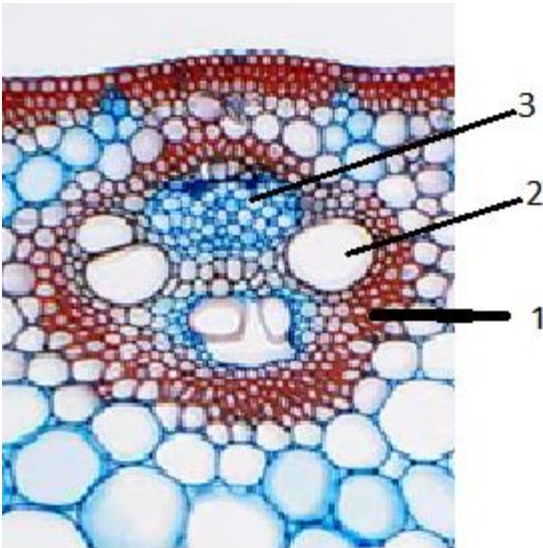
# Жилки

- Проводящие пучки с окружающими их тканями называют жилками.
- Крупные жилки часто сильно выдаются над поверхностью листа, а мелкие погружены в мезофилл





# Механические ткани листа



Проводящий пучок  
кукурузы

- 1- склеренхима
- 2-сосуд ксилемы
- 3- флоэма

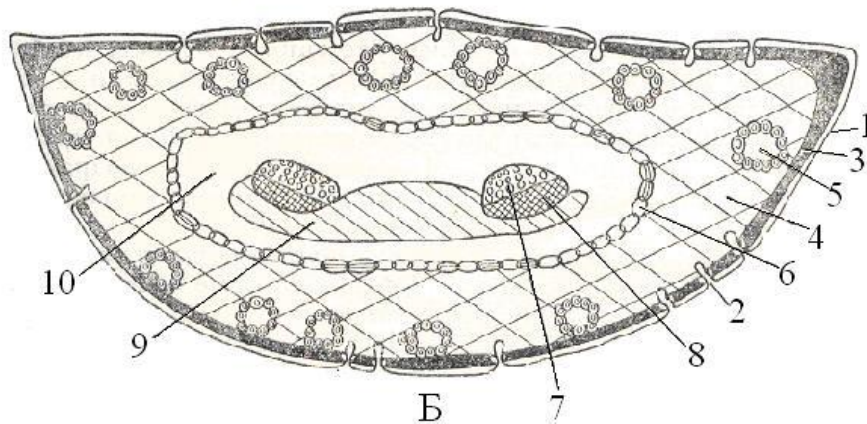
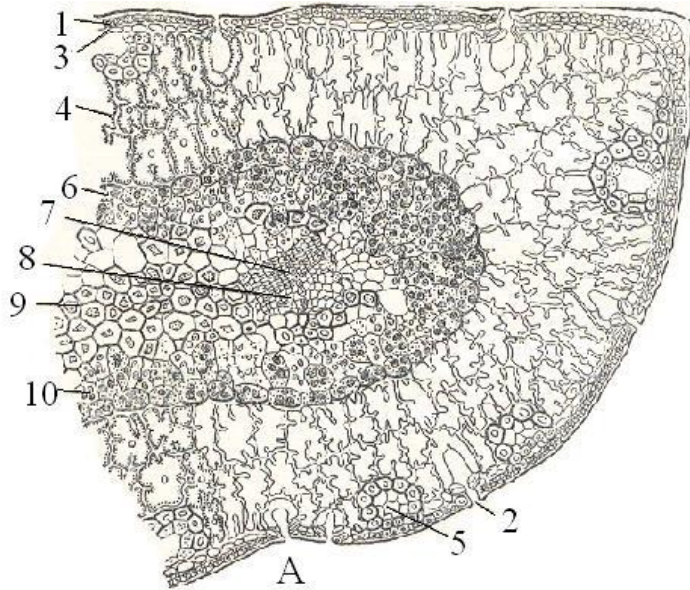
- Препятствуют разрыву и раздавливанию листа
- **Склеренхима** – окружает все крупные проводящие пучки
- **Колленхима** – расположена по краю листа и над крупными жилками под эпидермой. Есть только у двудольных
- **Склериды** – есть в мезофилле у толстых листьев (камелия)

# Строение листьев хвойных



- Имеют выраженную ксероморфную структуру, т.е. приспособлены к резким колебаниям температуры и недостатку влаги в зимнее время. Рассмотрим строение на примере хвоинки сосны
- В поперечном сечении лист полукруглый: верхняя сторона плоская, нижняя – выпуклая.
- Защитный покров состоит из двух слоев: **эпидермы** и **гиподермы**.
- Клетки эпидермы квадратные с толстыми стенками, покрыты толстым слоем кутикулы.
- У старых листьев клетки эпидермы одревесневают

# Строение листьев хвойных



А - детальный рисунок; Б - схематичный.

1 - эпидерма, 2 - устьичный аппарат, 3 - гиподерма, 4 - складчатая паренхима, 5 - смоляной ход, 6 - эндодерма, 7 - ксилема, 8 - флоэма, 7-8 - проводящий пучок, 9 - склеренхима, 10 - паренхима.

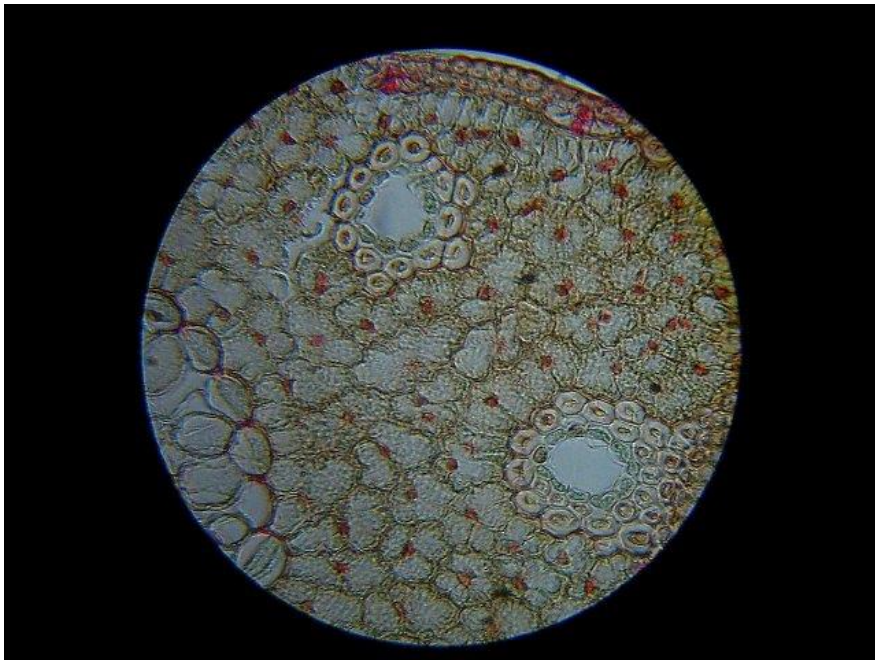
- Устьица расположены в особых углублениях на уровне гиподермы на обеих сторонах листа. Замыкающие клетки расположены под околоустьичными.
- **Гиподерма** состоит из одного, а в углах из 2-3 рядов клеток с утолщенными одревесневшими стенками. Выполняет водозапасающую и механическую функцию.



# Строение листьев хвойных



- Под гиподермой находится **мезофилл**. Он состоит из клеток, стенки которых образуют складки, заходящие в полость клетки (**складчатая паренхима** или **складчатый мезофилл**).
- Мезофилл пронизан **смоляными ходами**. Они проходят вдоль листа и заканчиваются слепо вблизи верхушки листа.



# Строение листьев хвойных



- В центральной части листа расположены 2 **коллатеральных проводящих пучка**. Ксилема обращена к верхней, а флоэма к нижней стороне листа.
- между пучками расположена **склеренхима**.
- Проводящие пучки окружены **трансфузионной тканью**, которая состоит из клеток двух типов:
  1. **Трансфузионные трахеиды** – прозенхимные клетки с одревесневшими стенками и окаймленными порам
  2. Живые тонкостенные **паренхимные клетки**, содержат смолистые вещества и крахмальные зерна

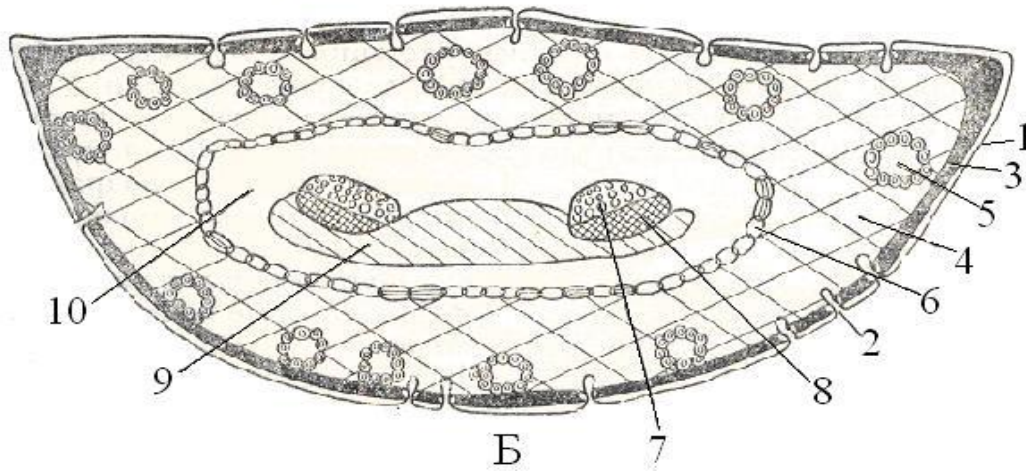
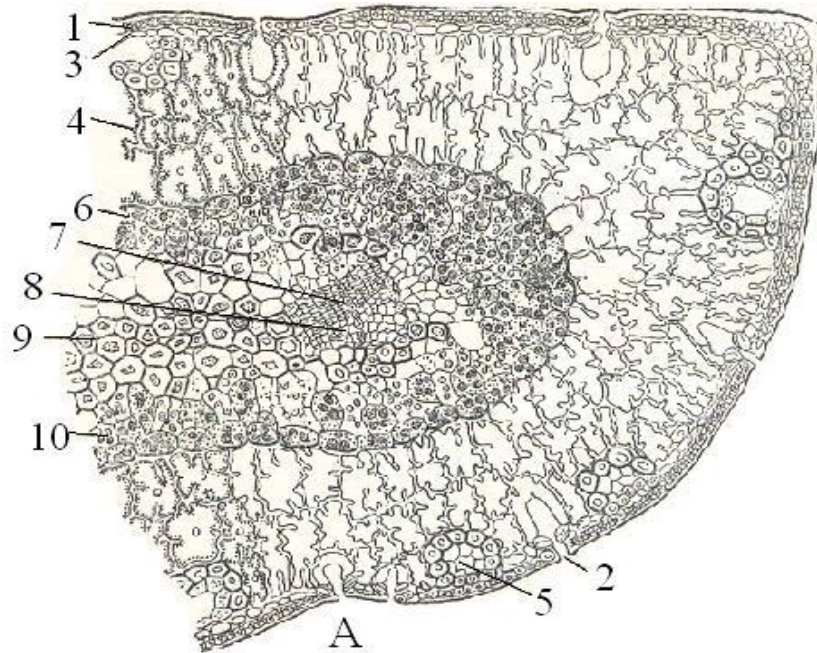
# Строение листьев хвойных



- Проводящие пучки с трансфузионной тканью отделены от мезофилла **эндодермой**.
- Эндодерма состоит из 1 ряда паренхимных клеток с поясками Каспари. Она регулирует транспорт веществ из центральной части листа в мезофилл.



# Строение листа (хвои) сосны обыкновенной ( *Pinus sylvestris* )

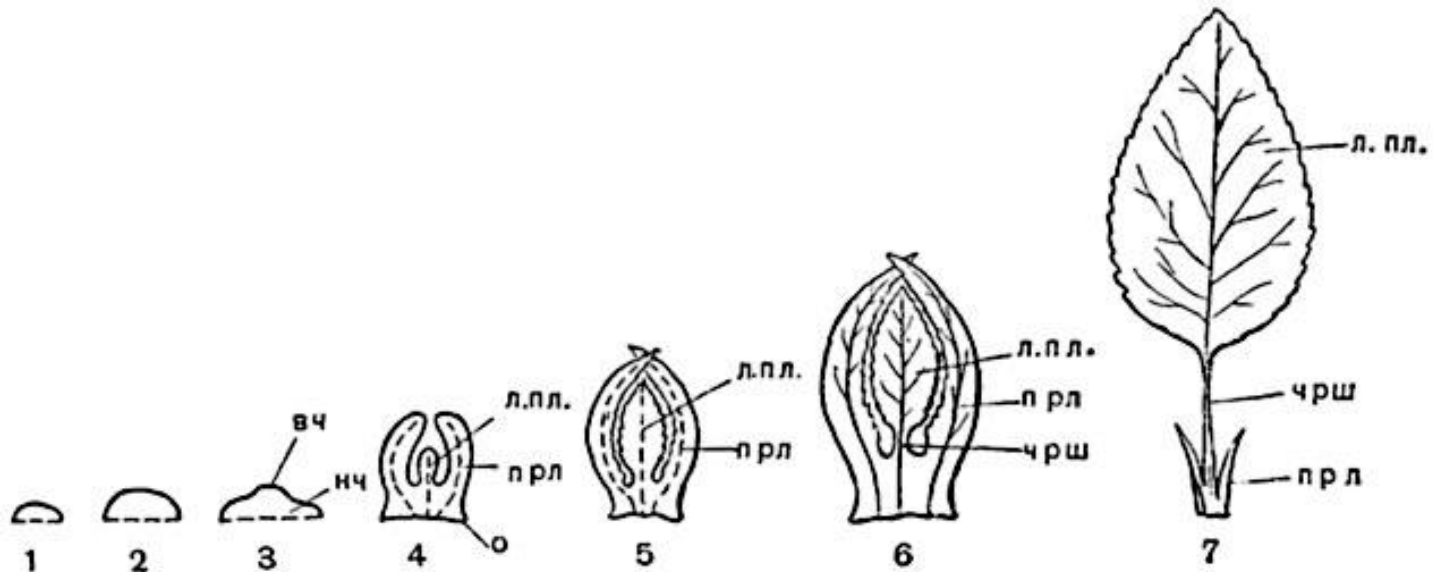


- 1 – эпидерма
- 2 - устьичный аппарат
- 3 – гиподерма
- 4 - складчатая паренхима,
- 5 - смоляной ход
- 6 – эндодерма
- 7 - ксилема,
- 8 – флоэма
- 7-8 - проводящий пучок
- 9 – склеренхима
- 10 – трансфузионная ткань.

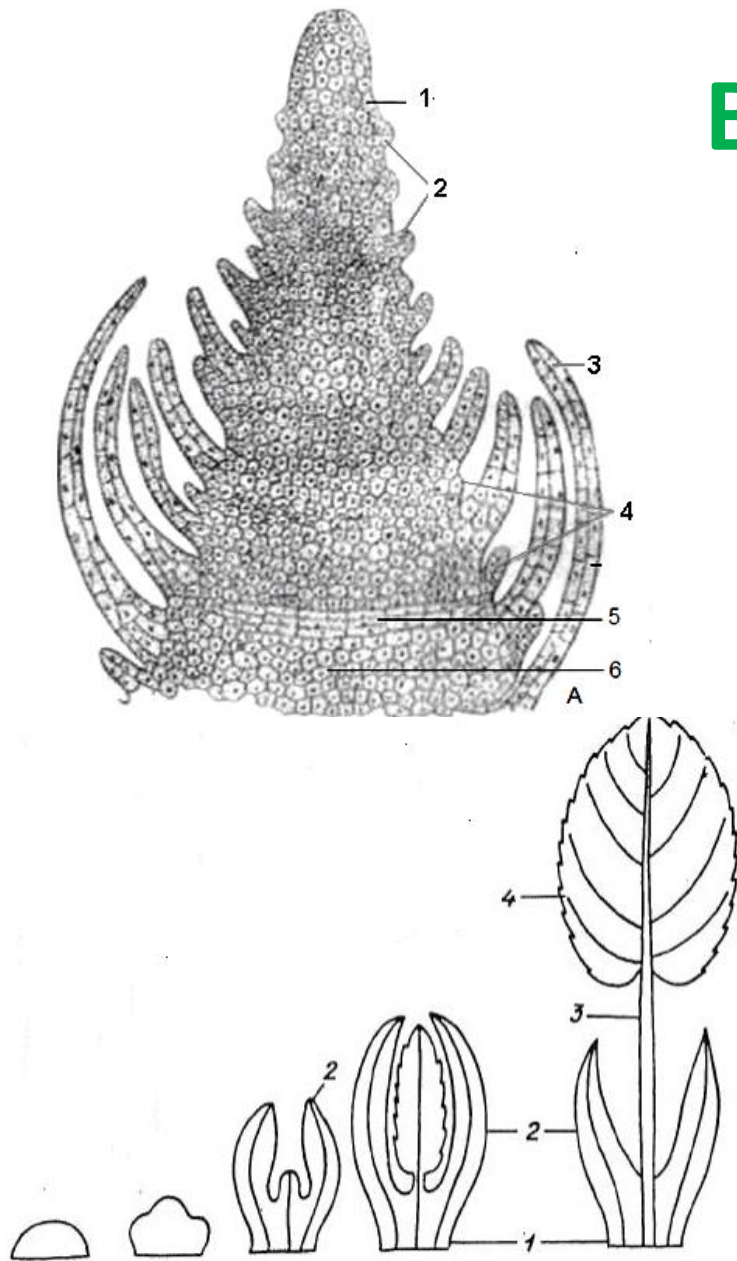
# Онтогенез листа

лист в своем развитии проходит 2 стадии:

1. Внутрипочечную
2. внепочечную



# Внутрипочечная фаза



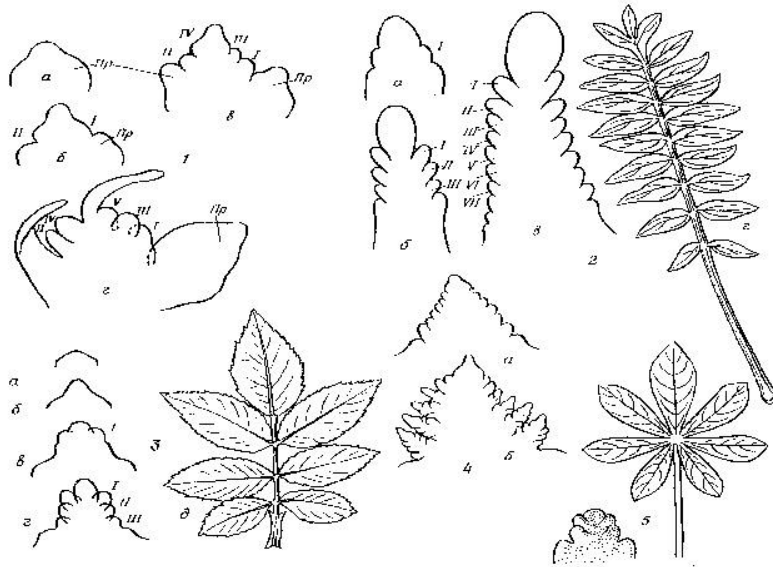
- Лист закладывается в основании апекса побега в виде бокового выступа – листового бугорка (2)
- Бугорки растут и превращаются в листовые примордии клиновидной формы (3)
- примордии развиваются по-разному: у некоторых листьев в основании примордиев закладываются прилистники
- У простых цельнокрайних листьев примордий вытягивается и превращается в ось листа, а в дальнейшем в среднюю жилку, по бокам которой в результате краевого (маргинального) роста формируется листовая пластинка



# Внутрипочечная фаза

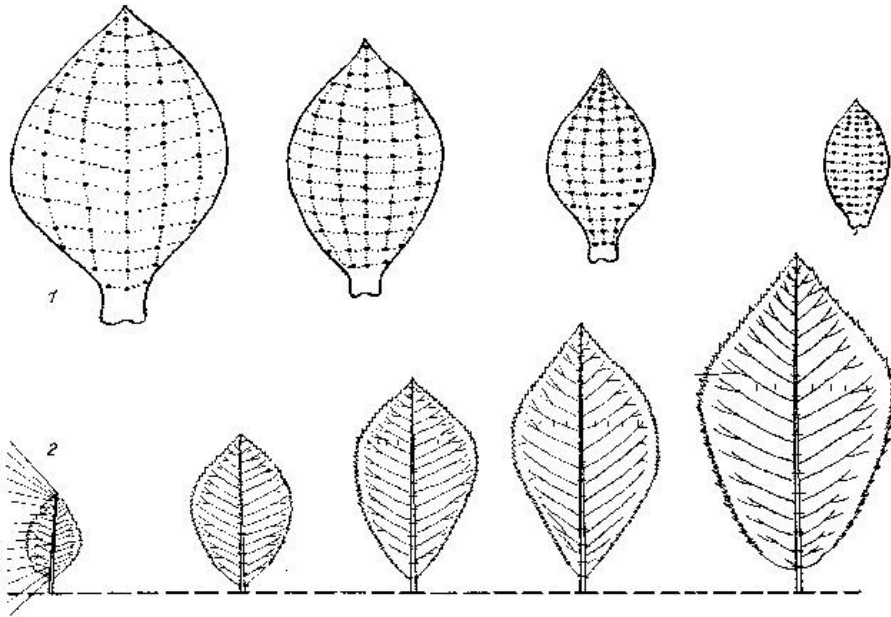
- У вырезных и сложных листьев на оси листа последовательно развиваются бугорки, из которых развиваются боковые элементы листа.
- Черешек развивается позднее других частей листа
- в течении внутрипочечной фазы листовая зачаток увеличивается, главным образом, за счет деления клеток и постепенно приобретает форму, характерную для взрослого листа, но остается миниатюрным, сложенным или свернутым

**Развитие сложных листьев:** 1- бобов, 2- синюхи, 3- шиповника, 4- тмина, 5- люпина.



# Внепочечная фаза

Поверхностный рост листа при разворачивании почки:  
1- у табака, 2- у черемухи.



- При переходе во внепочечную фазу лист разворачивается, поверхность листа увеличивается во много раз за счет поверхностного вставочного роста. Клетки делятся и растут путем растяжения
- Достигнув окончательных размеров, листья живут различное время, а затем стареют и отмирают.
- Продолжительность жизни листьев различна: до 15 лет у ели, более 100 лет у вельвичии удивительной.

