

*ЛИСТ*



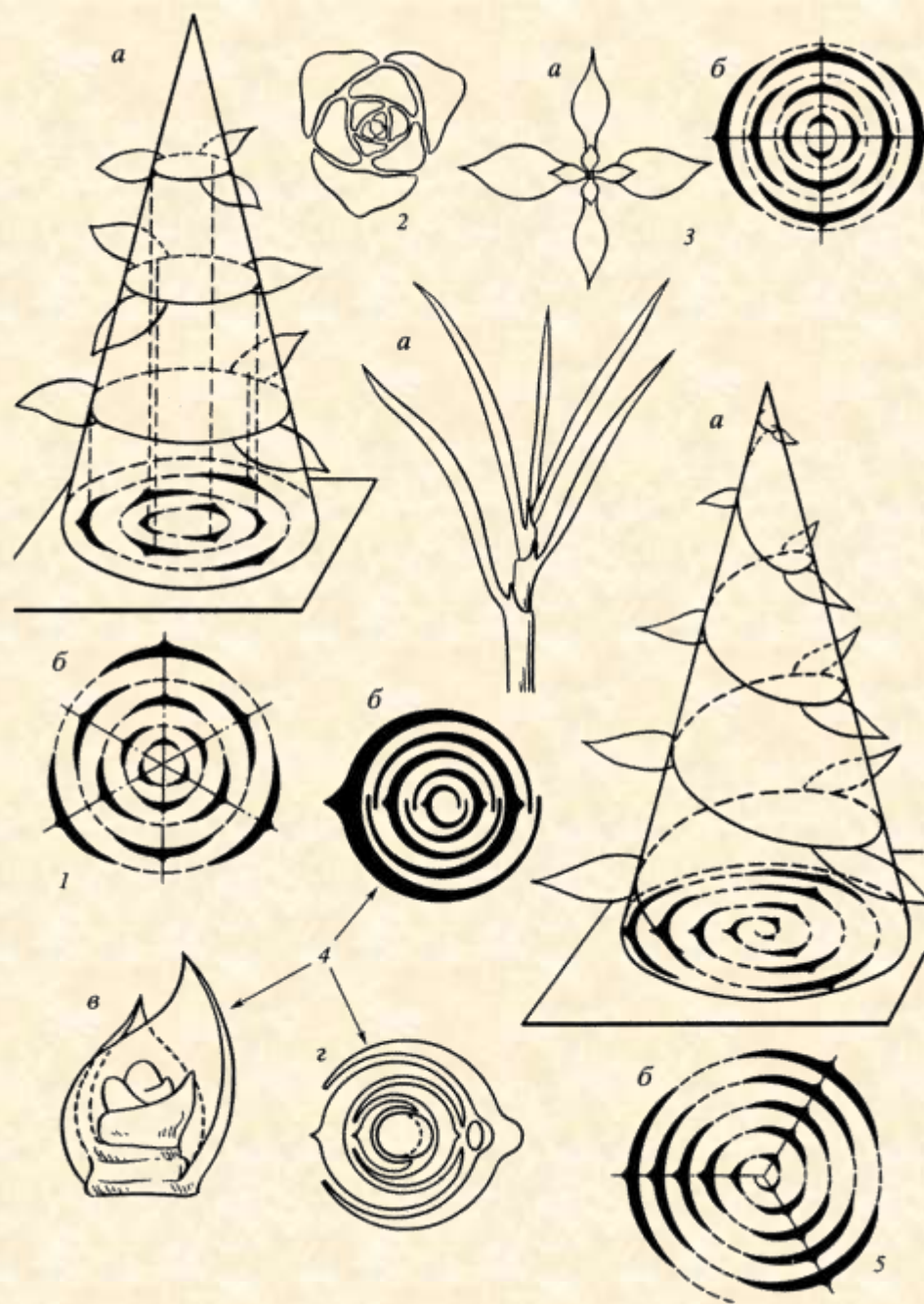
**Энационные листья**  
**(микрофиллы)**

**Синтеломные листья**  
**(макрофиллы)**



# ***Листорасположение (филлотаксис)***

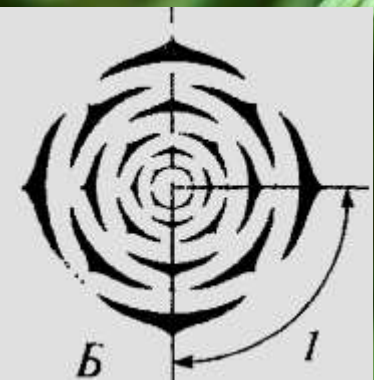




Диаграммы листорасположения



# Мутовчатый филлотаксис



*Myriophyllum aquaticum*



# Супротивный филлотаксис



*Perilla nankinensis*



**угол дивергенции (расхождения)**



# **Правила:**

**1. эквидистантности**

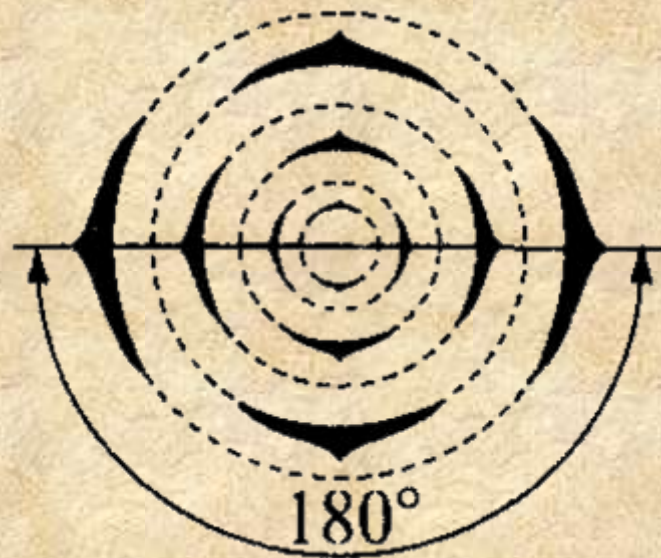
**2. чередования кругов**



**При мутовчатом филлотаксисе  
обычно чётко выражена радиальная  
симметрия побега, но иногда  
встречается билатеральная  
симметрия побега**



# Супротивный филлотаксис



Декуссатный (крестообразный)  
*Pilea cadieri*



Биюгатный (билатеральный)  
*Pilea microphylla*



**При очередном филлотаксисе имеет место винтовая (радиально-поступательная) симметрия побега, при этом листья располагаются по спиростихе (основной генетической спирали).**





# **Правило ЭКВИДИСТАНТНОСТИ**



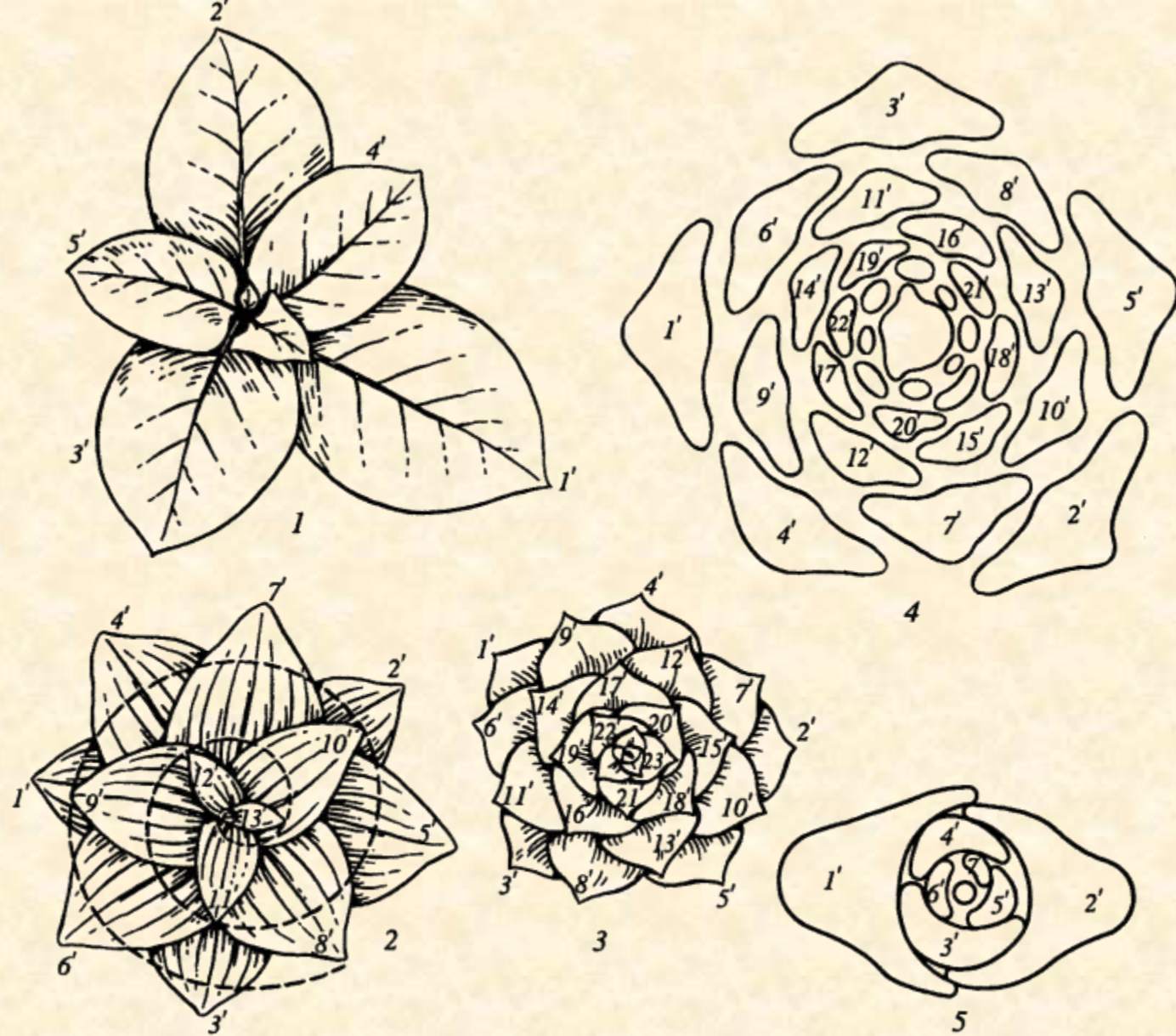


*Leonardo Pisano*  
*(Fibonacci)*  
*ок. 1170 – ок. 1240*

# Формулы листорасположения:

$1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13, 8/21...$





**Примеры спирального листорасположения с разными формулами:**

1 –  $2/5$  у табака; 2 –  $3/8$  у подорожника; показана основная генетическая спираль; 3 –  $5/13$  у молодила;  
4 –  $8/21$  у льна; 5 – «идеальное рассеяние» у сложноцветного *Chicus benedictus*. Нумерация листьев (1', 2', 3' и т.д.) – в порядке их появления





*Ravenala madagaskariensis*



**При двурядном филлотаксисе  
имеет место зеркально-  
поступательная симметрия  
побега**



**Идеальный угол  
дивергенции  $137^{\circ}30'28-29''$   
К идеальному углу близка  
формула 21/55**





*Cnicus benedictus*



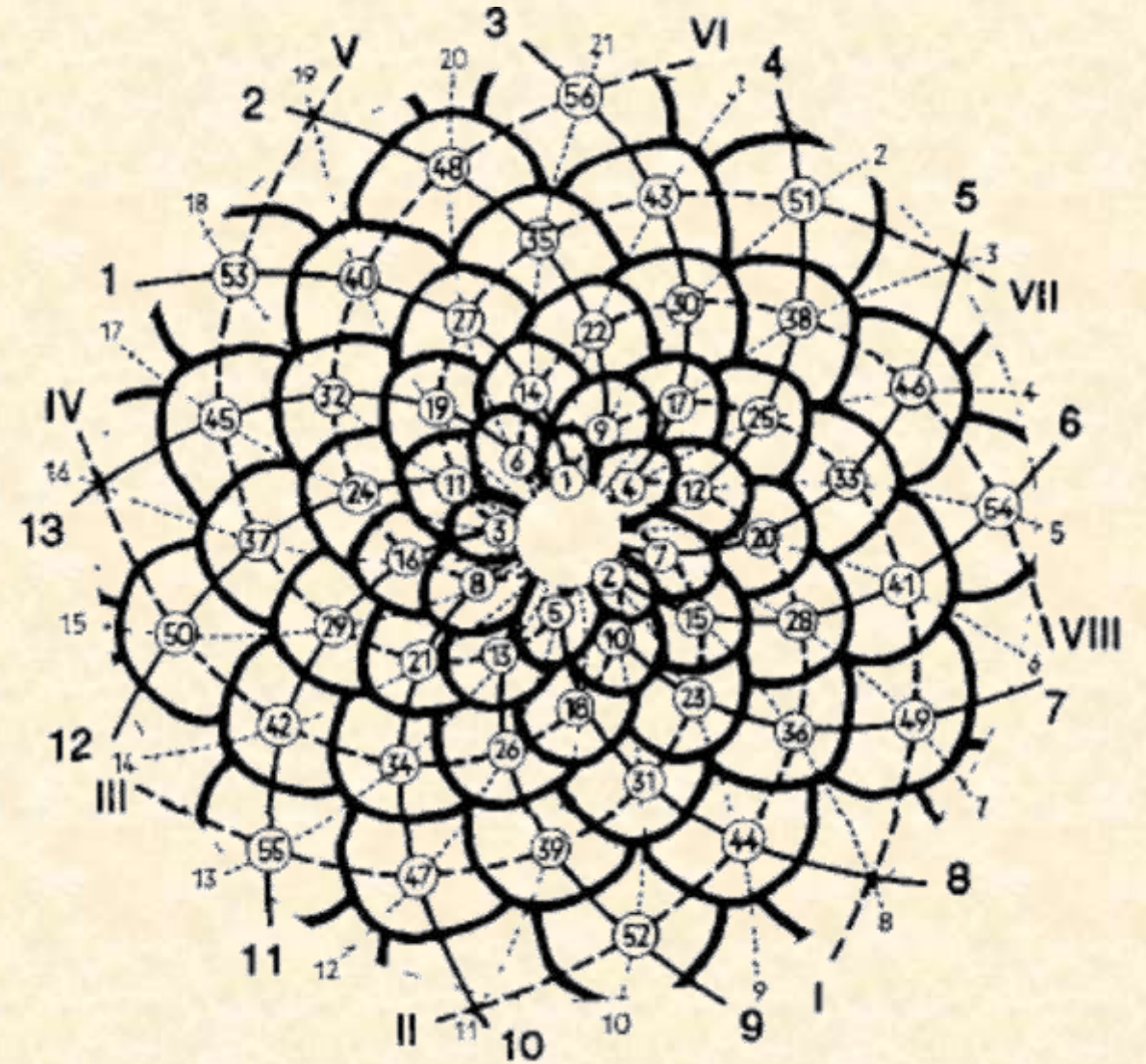


Парастихи корзинки  
*Helianthus annuus*



Парастихи мегастробила  
*Cunninghamia lanceolata*





Парастихи шишки *Pinus pallasiana*





*Pandanus tectorius*



# Формации листьев *Convallaria majalis*



1. катафиллы

2. номофиллы

3. гипсофиллы



# Катафиллы



*Bambusa multiplex*



*Dendrocalamus giganteus*





Гипсофиллы *Musa basjo*





Гипсофилл и номофилл *Amorphophallus titanum*



ЛИСТОВАЯ  
пластинка

прилистник

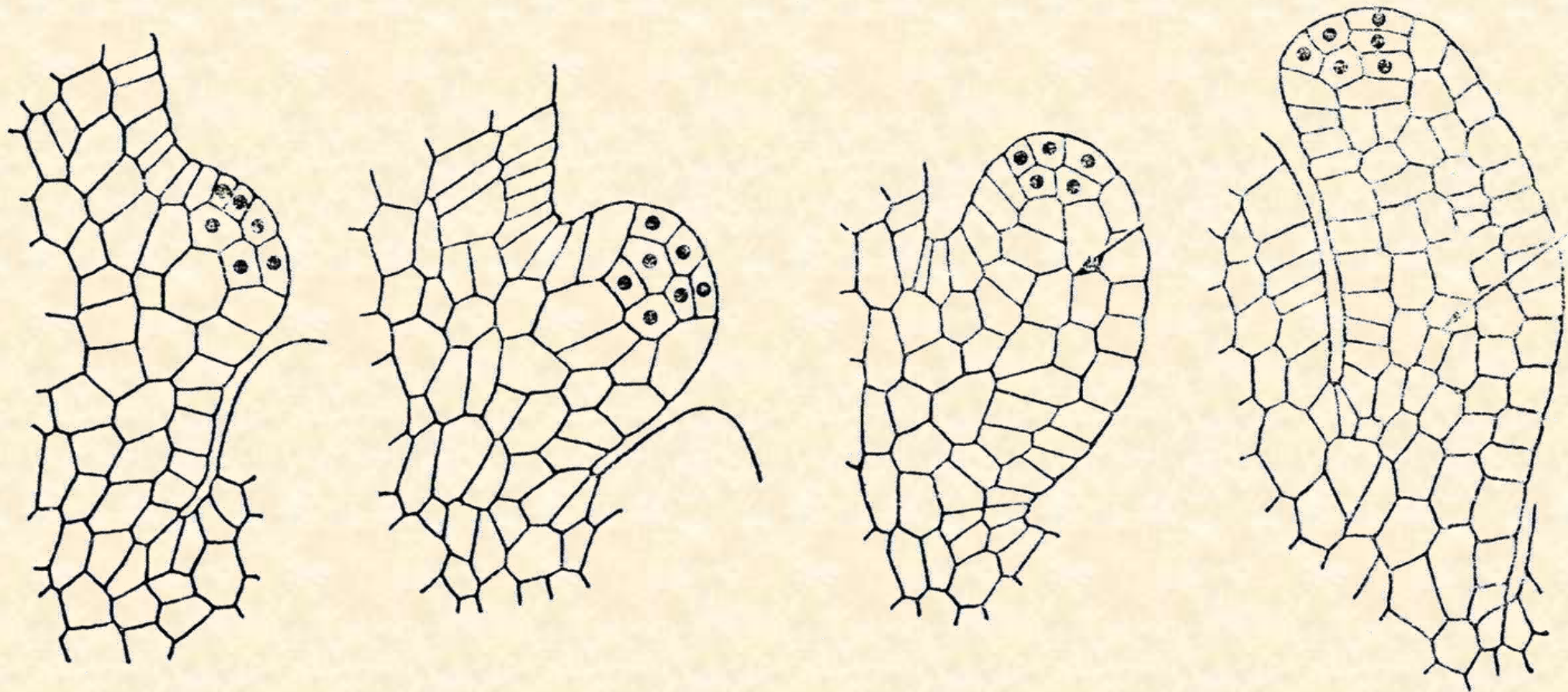
черешок

основание листа





**На ранних этапах онтогенеза лист растет апикально**



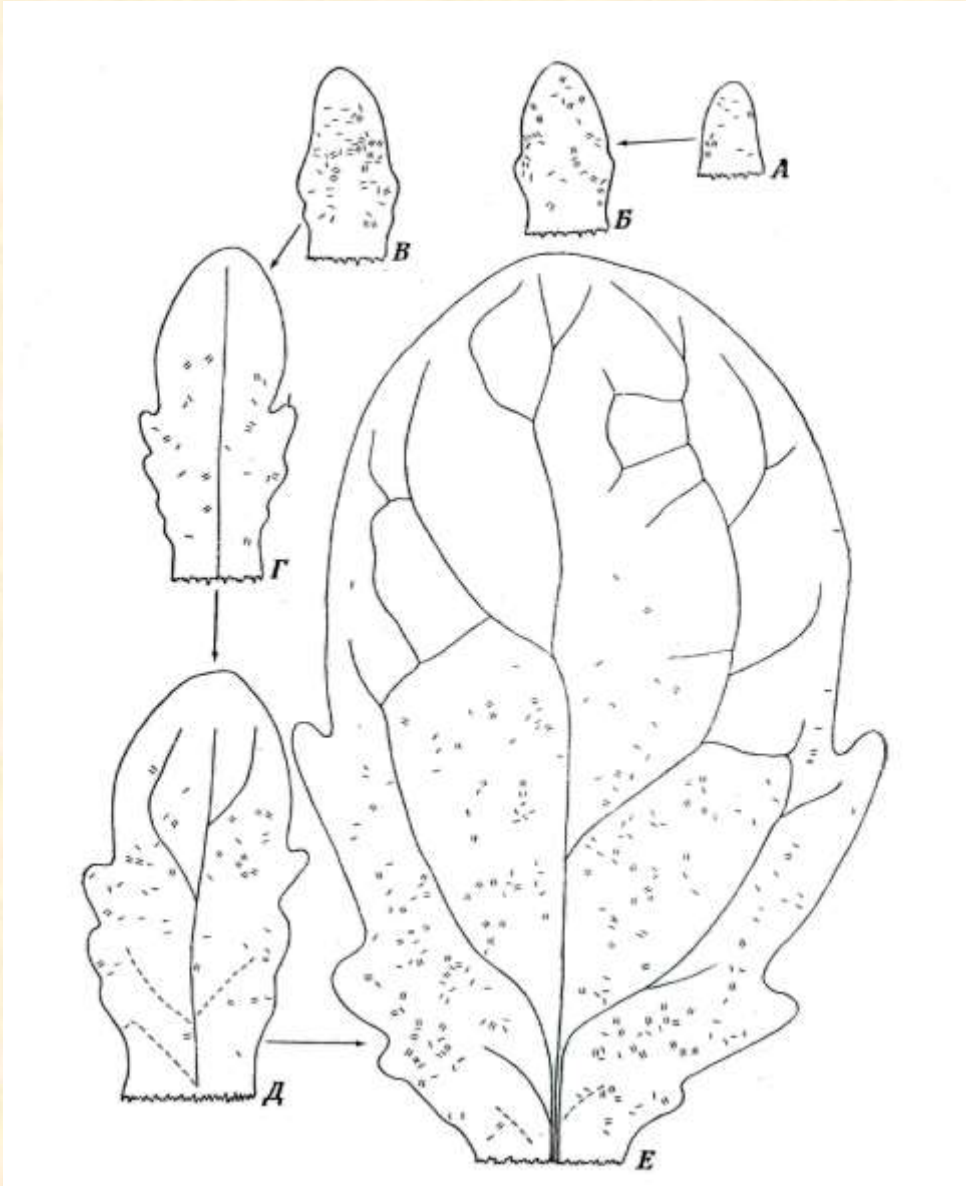




Вайя *Dicranopteris linearis*



**На ранних этапах онтогенеза лист растет апикально,  
затем переходит к маргинальному и интеркалярному росту**



Интеркалярный рост листа обусловлен деятельностью пластинчатой меристемы, клетки которой делятся антиклинально. Её активность может приводить к стократному увеличению площади листа. Митотическая активность начинает ослабевать с апикальной области.



На ранних этапах онтогенеза лист растет апикально, затем переходит к интеркалярному и маргинальному росту



Морфогенез листа



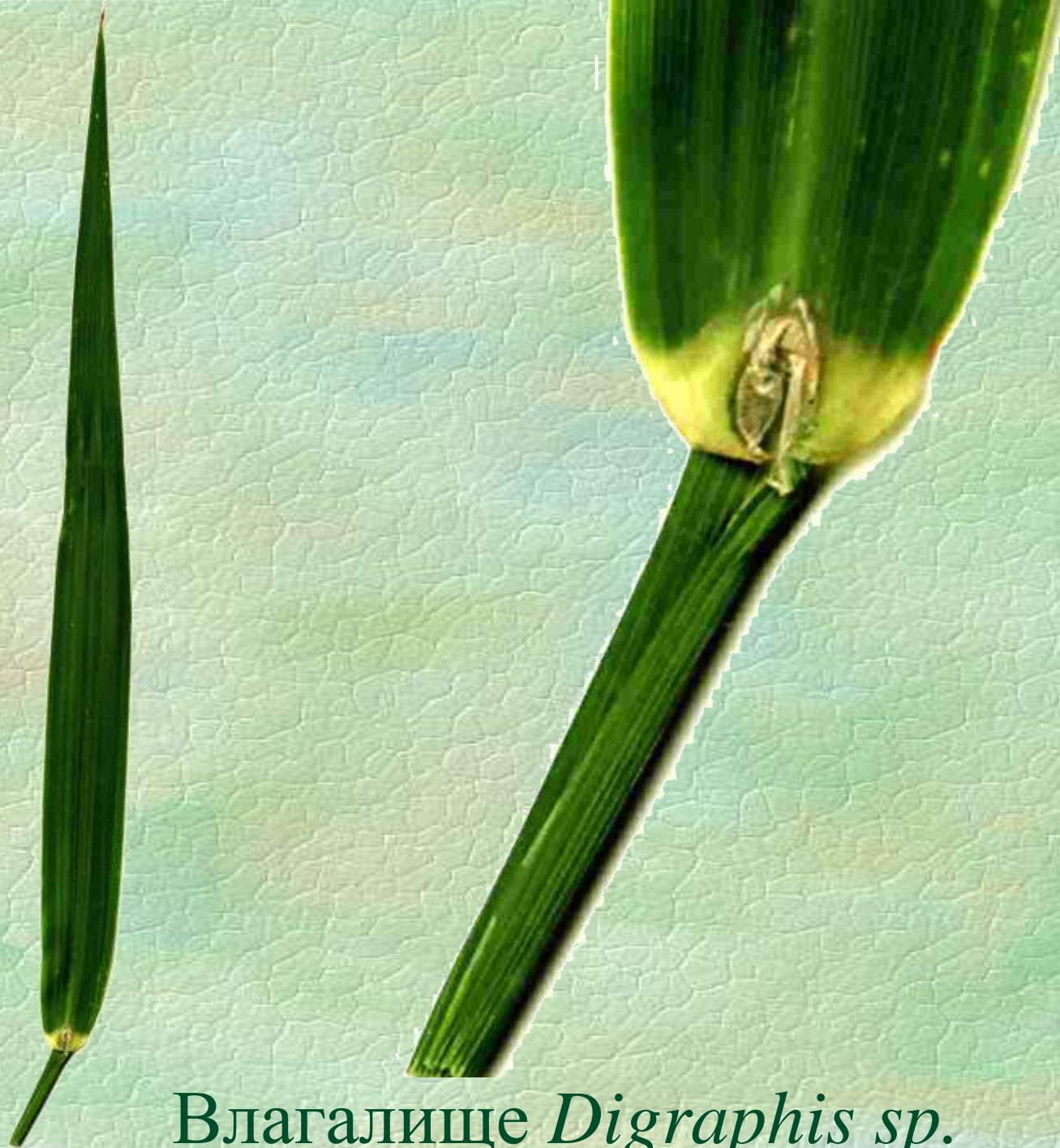


Интеркалярный рост  
листа *Welwitschia mirabilis*



# Основание листа





Влагалище *Digraphis* sp.





Влагалище *Heracleum sphondylium*





Влагалище листа  
*Musa paradisiaca*





*Hygroryza aristata*





*ушки листа Festuca gigantea*



*язычок листа Milium effusum*





Прилистники *Parkia* sp.





Прилистники *Rosa canina*





Прилистники *Rhizophora apiculata*





Сросшиеся прилистники *Polygonum perfoliatum*





Влагалище и раструб *Polygonum viviparum*



# Черешок листа





Длинночерешковый  
(*Acer platanoides*)



Короткочерешковый  
(*Ulmus scabra*)



Сидячий  
(*Achillea millefolium*)





*Eichhornia crassipes*





Низбегающий лист (*Carduus adpressus*)



Стеблеобъемлющий лист  
*Turritis glabra*







Пронзённый лист *Cerastium perfoliatum*





Пронзённый лист *Lonicera caprifolium*

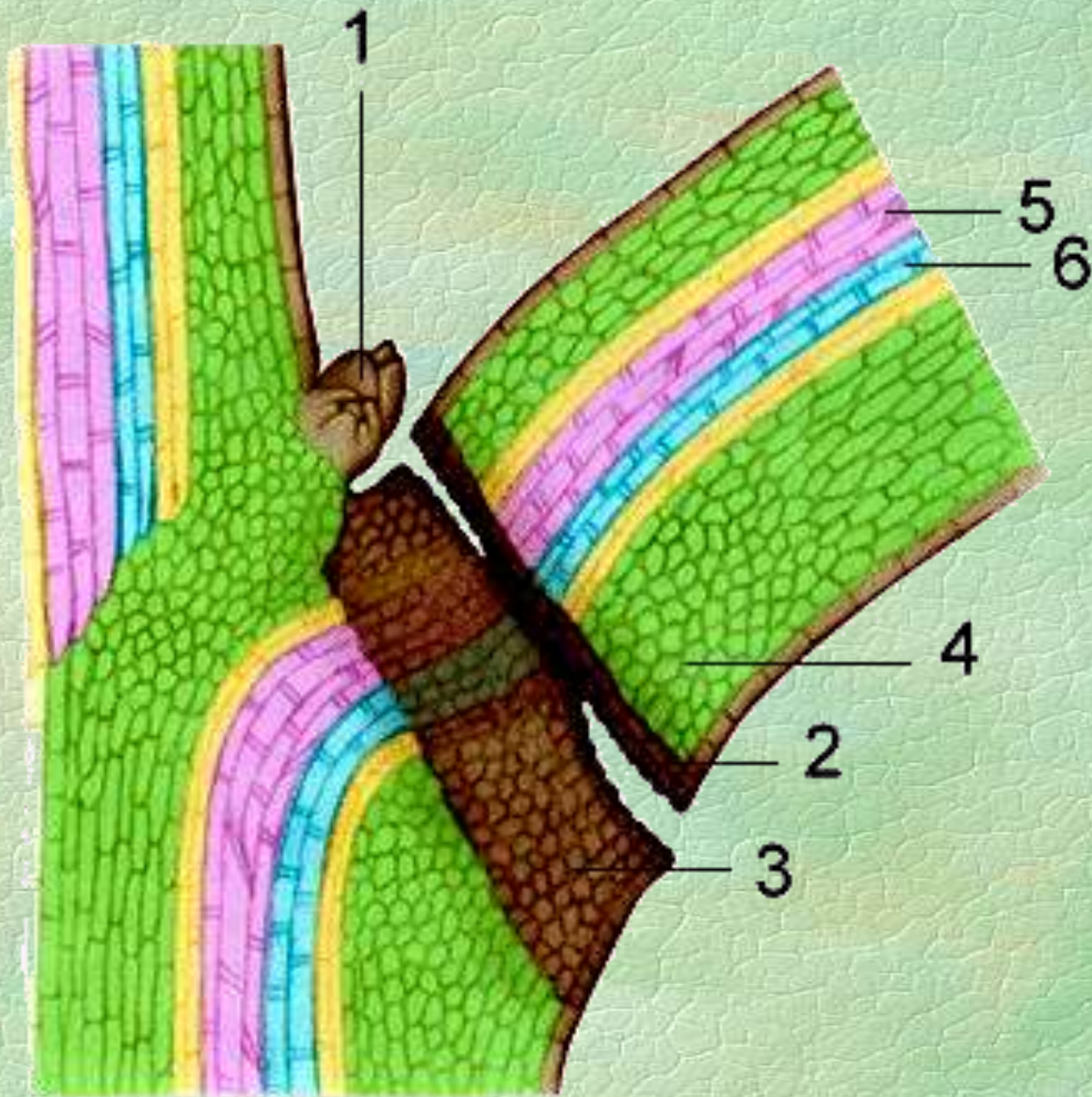


# Пластинка листа



□ **простой лист**





Образование отдельительного слоя





*Lindera angustifolia*





острая



заострённая



оттянутая



округленная



тупая

Форма верхушки листовой пластинки



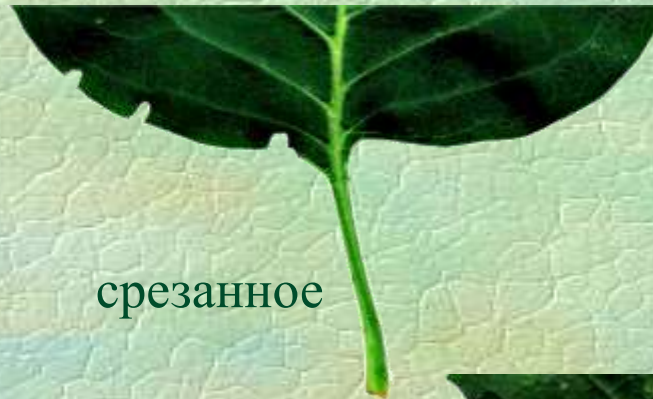


*Dioscorea sp.*





ширококлиновидное



срезанное



округлое



неравнобокое



сердцевидное



вырезанное

## Форма основания листовой пластинки





**Щитовидное основание  
листовой пластинки**





двойкопильчатый



пильчатый



городчатый



цельный

## Форма края листовой пластинки





Реснитчатый край (*Euthemis leucocarpa*)



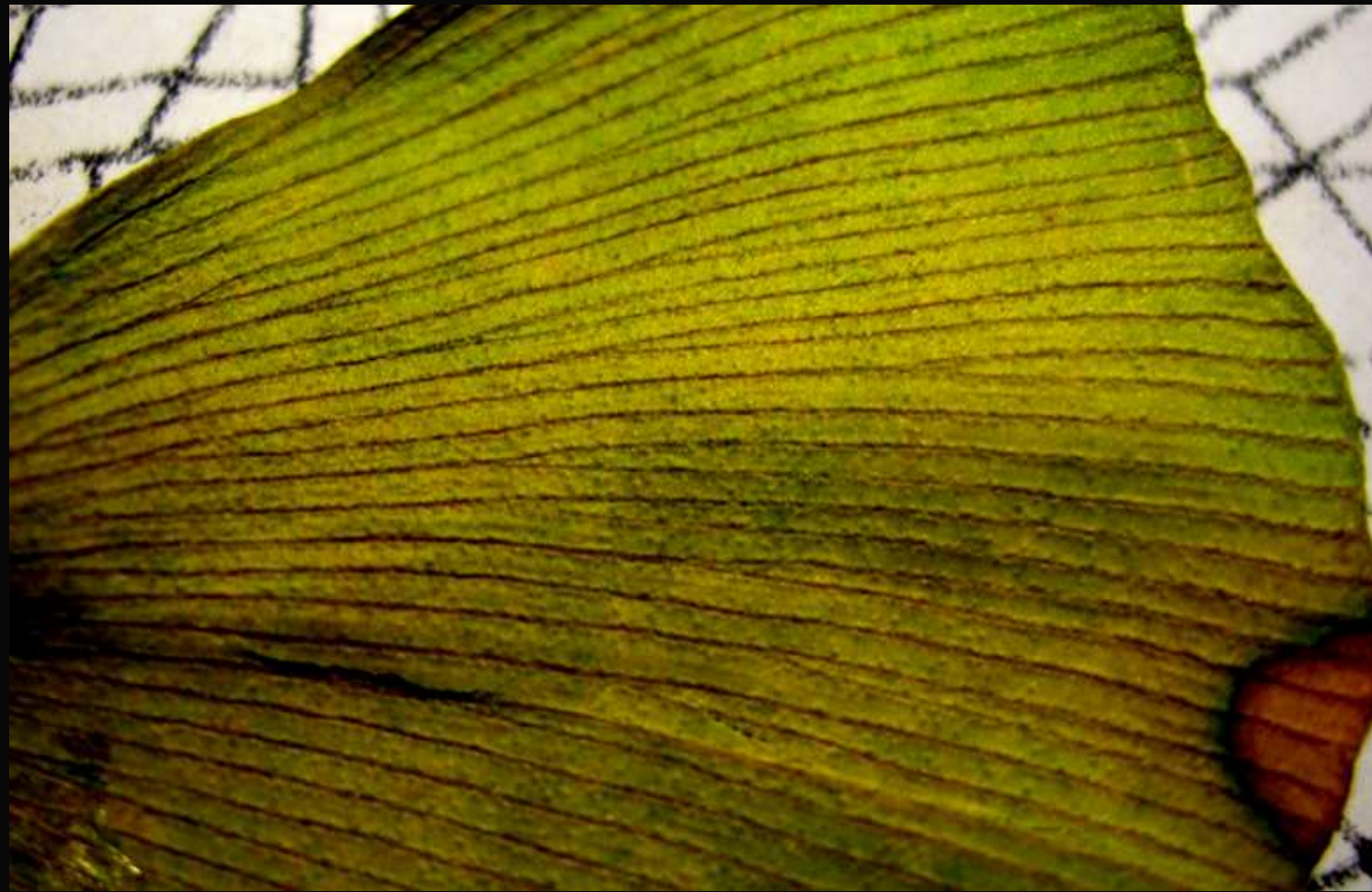


Колючезубчатый край (*Strebulus ilicifolia*)



# **Жилкование листа**





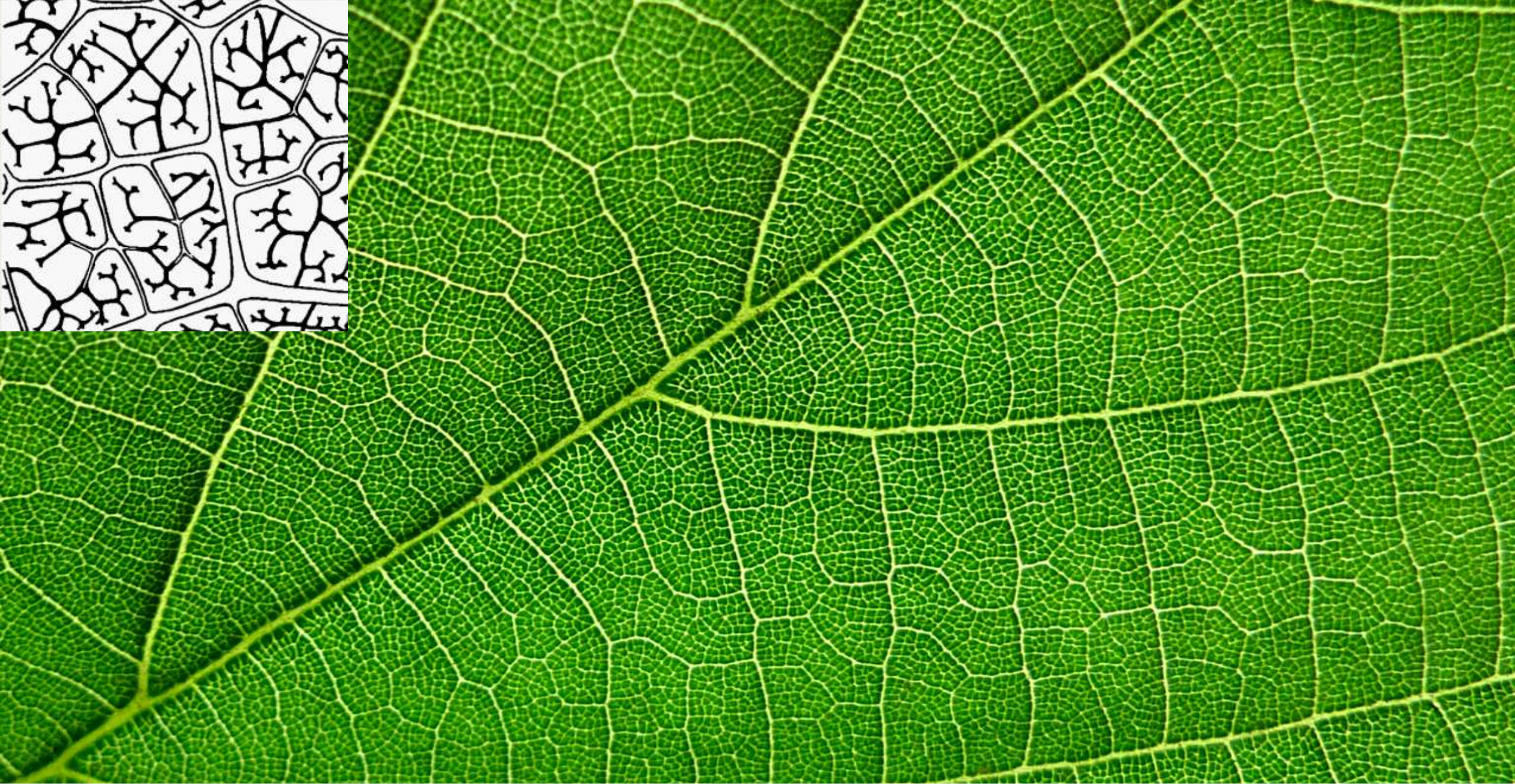
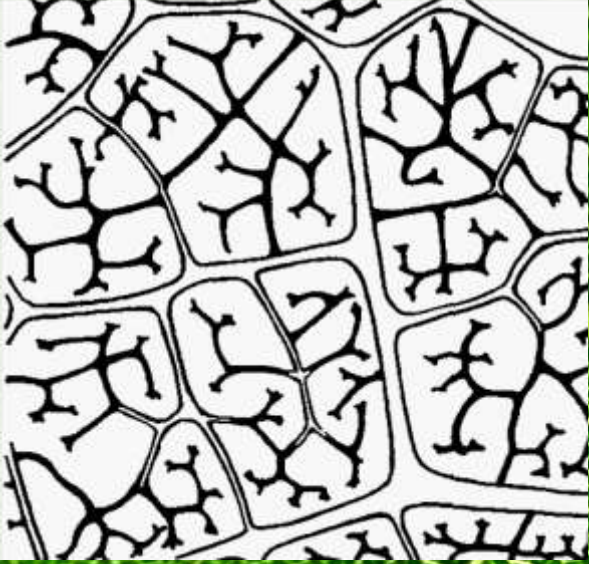
Дихотомическое жилкование листа *Ginkgo biloba*





Сетчатое жилкование *Mascaranga* sp.





*Tilia platyphyllos*





Сетчатое пальчатое жилкование  
*Glechoma hederacea*





Сетчатое перистое жилкование *Syringa vulgaris*







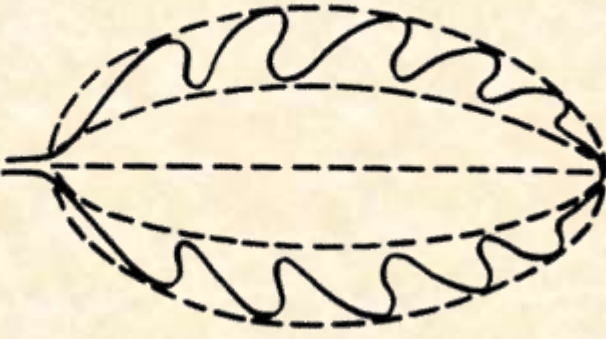


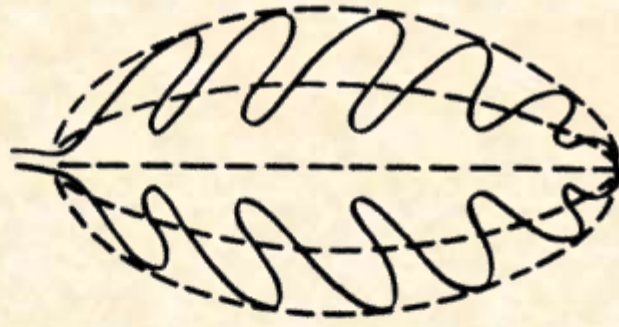


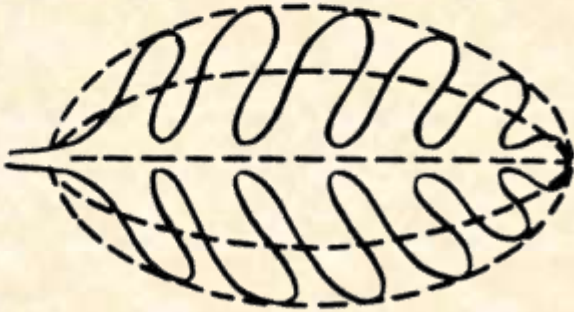
Параллельное жилкование *Digraphis* sp.





Дуговое жилкование *Polygonatum odoratum*



Простые листья		Типы листьев	Тройчато- (трех-)	Пальчато-	Перисто-
	Лопастный ( менее чем до половины ширины полуластинки)				
	Раздельный ( глубже половины ширины полуластинки)				
	Рассеченный (до основания)				





Цельный лист *Tilia cordata*





Перистолопастный лист *Quercus robur*





Пальчатораздельный лист *Acer platanoides*





Перисторассечённый лист *Bidens frondosa*





пальчаторассечённый,  
с перисторассечёнными  
сегментами  
(*Geranium robertianum*)



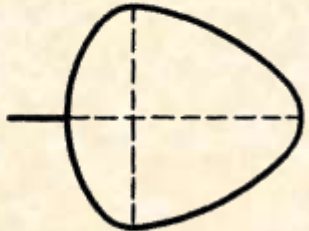

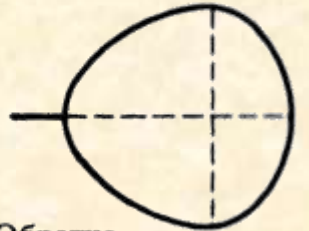

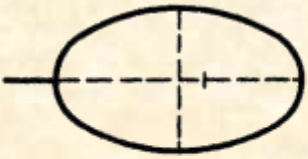
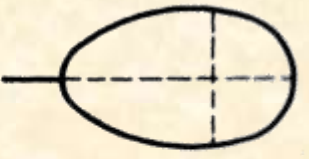

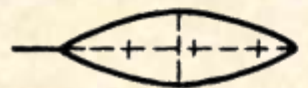
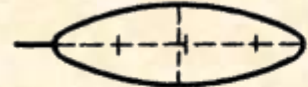
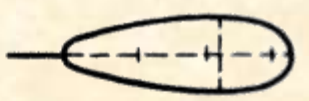
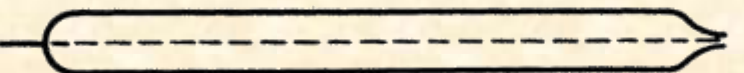
трижды-  
перисторассечённый  
(*Achillea millefolium*)





шестикратно  
перисторассечённый лист  
*Bilacunaria microcarpa*



Определяющие признаки	Наибольшая ширина находится ближе к основанию листа	Наибольшая ширина находится посередине листа	Наибольшая ширина находится ближе к верхушке листа
Длина равна ширине или превышает ее очень мало	 Широкояйцевидный	 Округлый	 Обратно-широкояйцевидный
Длина превышает ширину в 1,5-2 раза	 Яйцевидный	 Эллиптический	 Обратнойяйцевидный
Длина превышает ширину в 3-4 раза	 Узкояйцевидный	 Ланцетный  Продолговатый	 Обратно-узкояйцевидный
Длина превышает ширину более чем в 5 раз	 Линейный		









*Salix fragilis*





*Ilex sp.*





*Urtica dioica*





*Asarum europaeum*





*Taraxacum officinale*





*Solanum nigrum*





Дудчатый лист *Juncus* sp.



□ **сложный лист**





Однолисточковый лист *Citrus limon*





Тройчатосложный лист *Calorogonium muscunoides*





*Ononis arvensis*



*Fragaria sp.*

Тройчатосложные листья





Тройчатосложный лист *Oxalis acetosella*





*Aesculus sp.*

Пальчатосложный лист





*Caragana arborescens*



*Lotus corniculatus*



*Acer negundo*



*Robinia sp.*

*Перистосложные листья*





Дважды-парноперистый лист *Calliandra emarginata*





Дважды-парноперистый лист *Mimosa pudica*







# Анизофиллия





Анизофиллия *Anisophylla disticha*





Анизофиллия *Selaginella* sp.





Листовая мозаика *Ulmus glabra*



# Гетерофиллия





*Sagittaria sagittifolia*



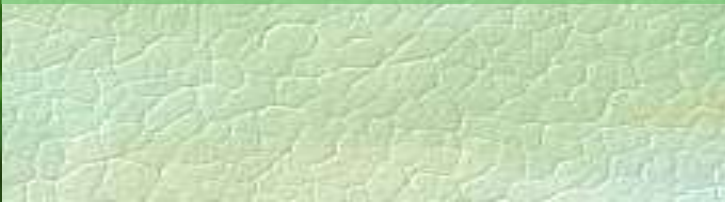


*Papaver lateritium*





*Smyrniium  
perfoliatum*

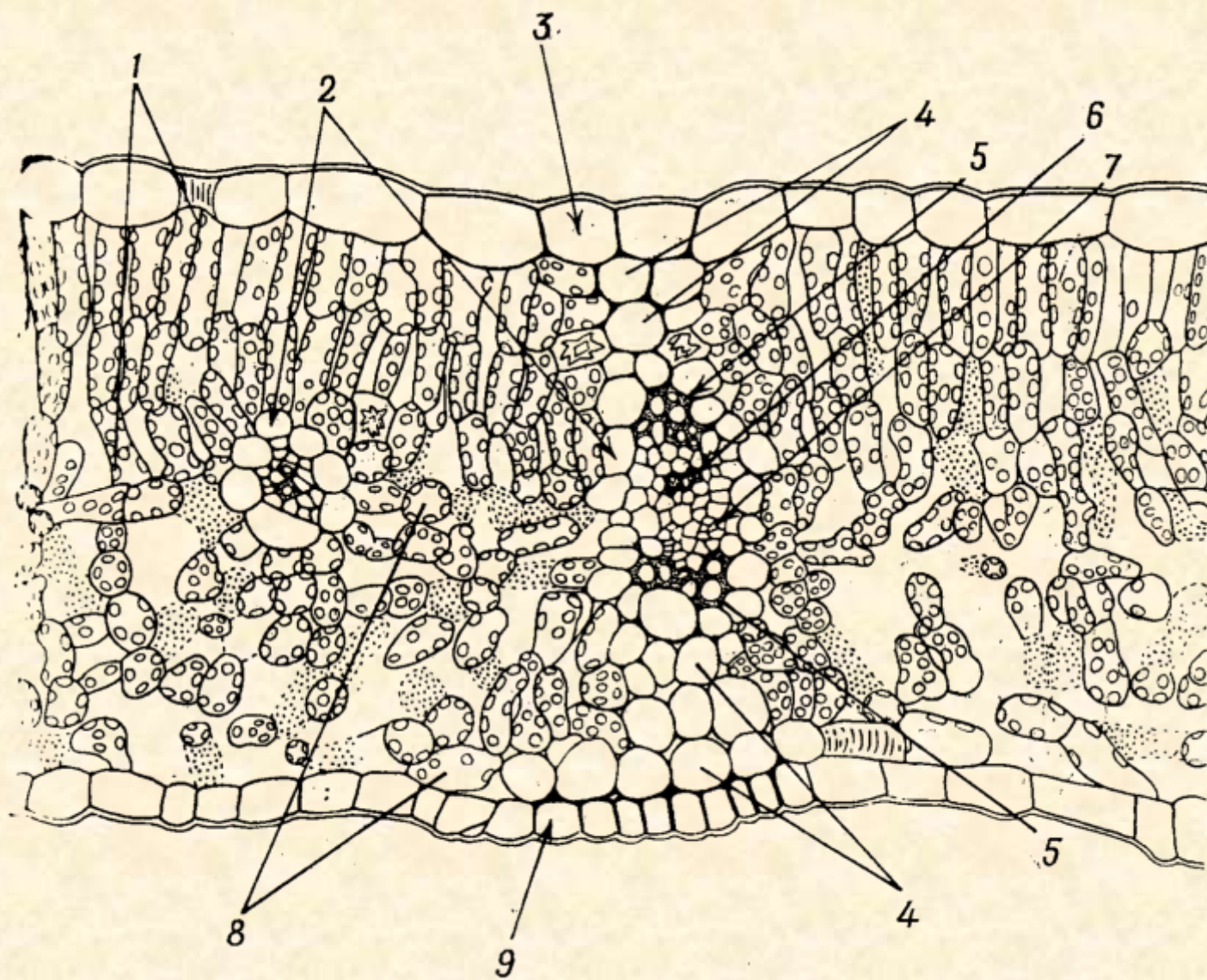






*Drynaria quercifolia*





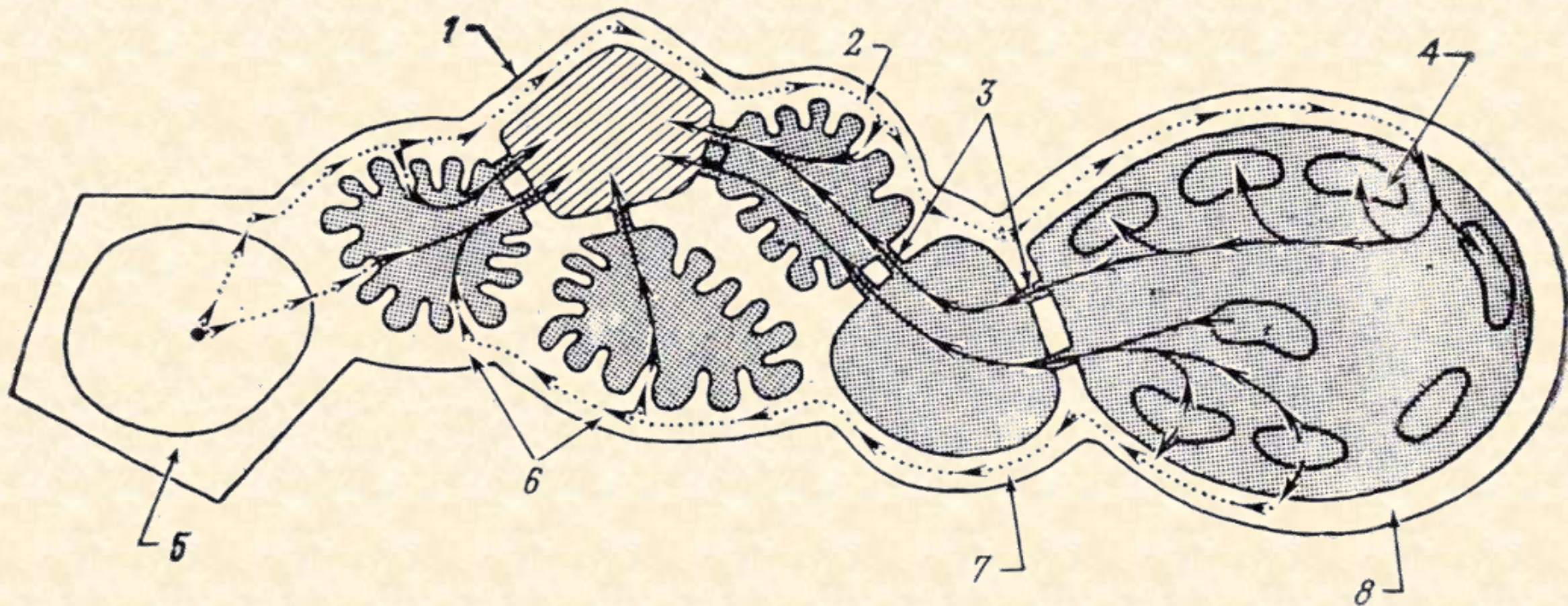
Лист *Pyrus communis*



## **Различают два типа строения листа:**

1. «Апопластный» – симпластические домены мезофилла и флоэмы разобщены. Транзит сахаров происходит через апопласт.
2. «Симпластный» – между мезофиллом и флоэмой нет мембранного барьера. Транзит сахаров происходит через плазмодесмы (эндопластически).

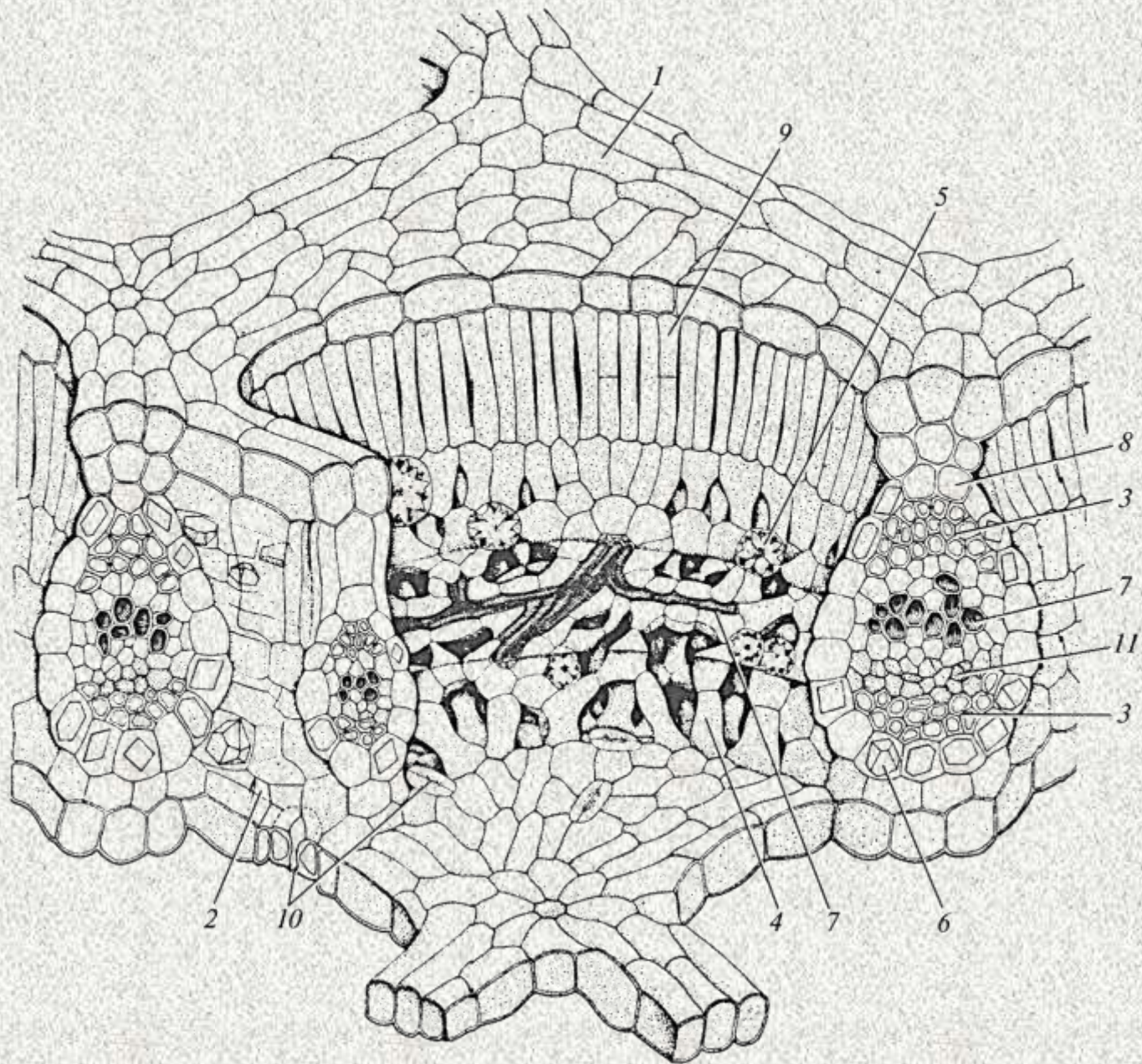




## Эндопластная загрузка флоэмы в листе

1 – ситовидный элемент, 2 – передаточная клетка, 3 – плазмодесмы, 4 – хлоропласт, 5 – сосуд, 6 – передаточные клетки, 7 – клетка обкладки пучка, 8 – клетка мезофилла





Анастомозная сеть  
мелких жилок делит  
лист на множество  
более или менее  
автономных *ареолей* —  
элементарных  
функциональных  
единиц мезофилла

Лист *Quercus pubescens*



Анастомозная сеть  
жилок листа  
*Victoria regia*

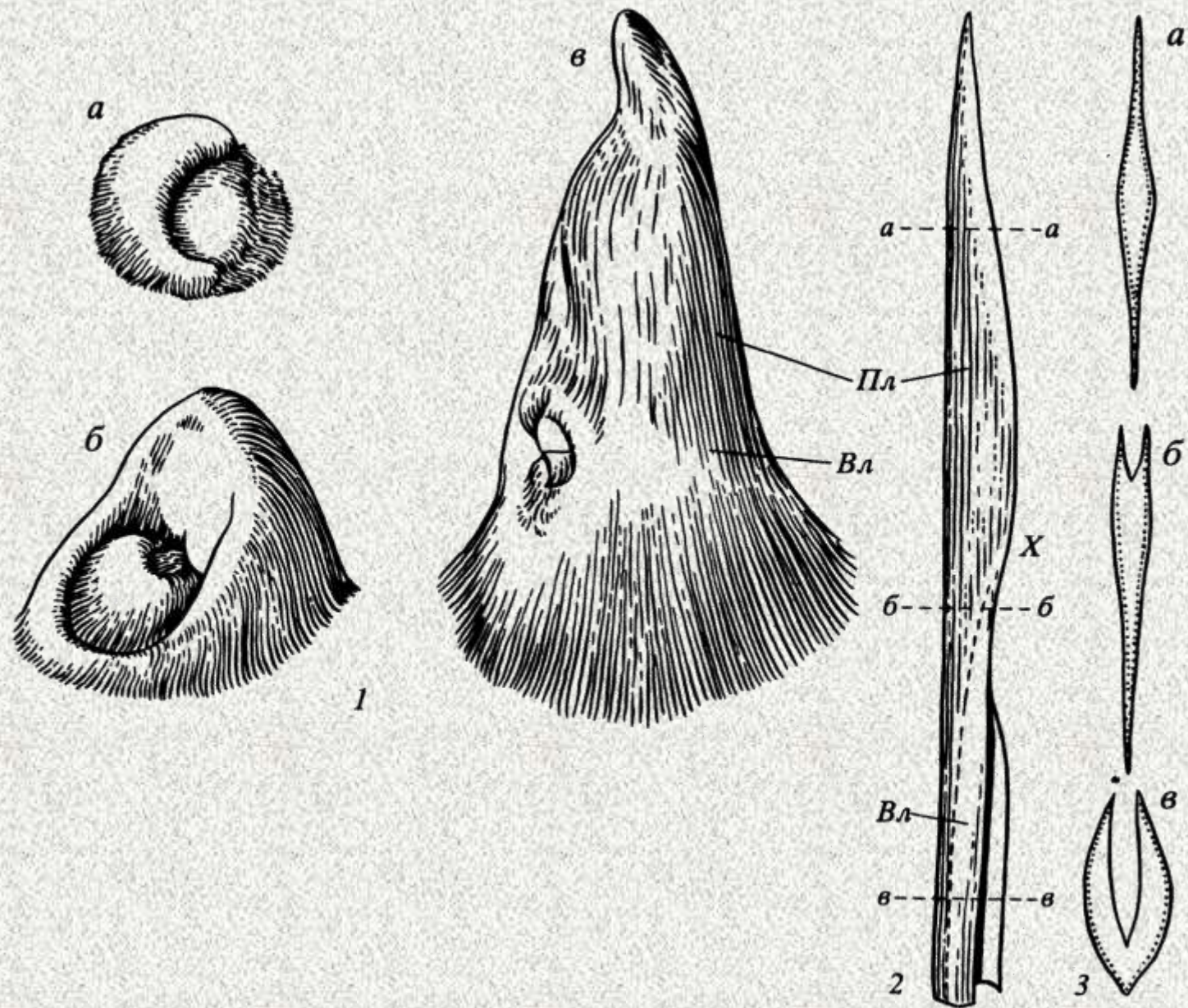






*Iris pumila*





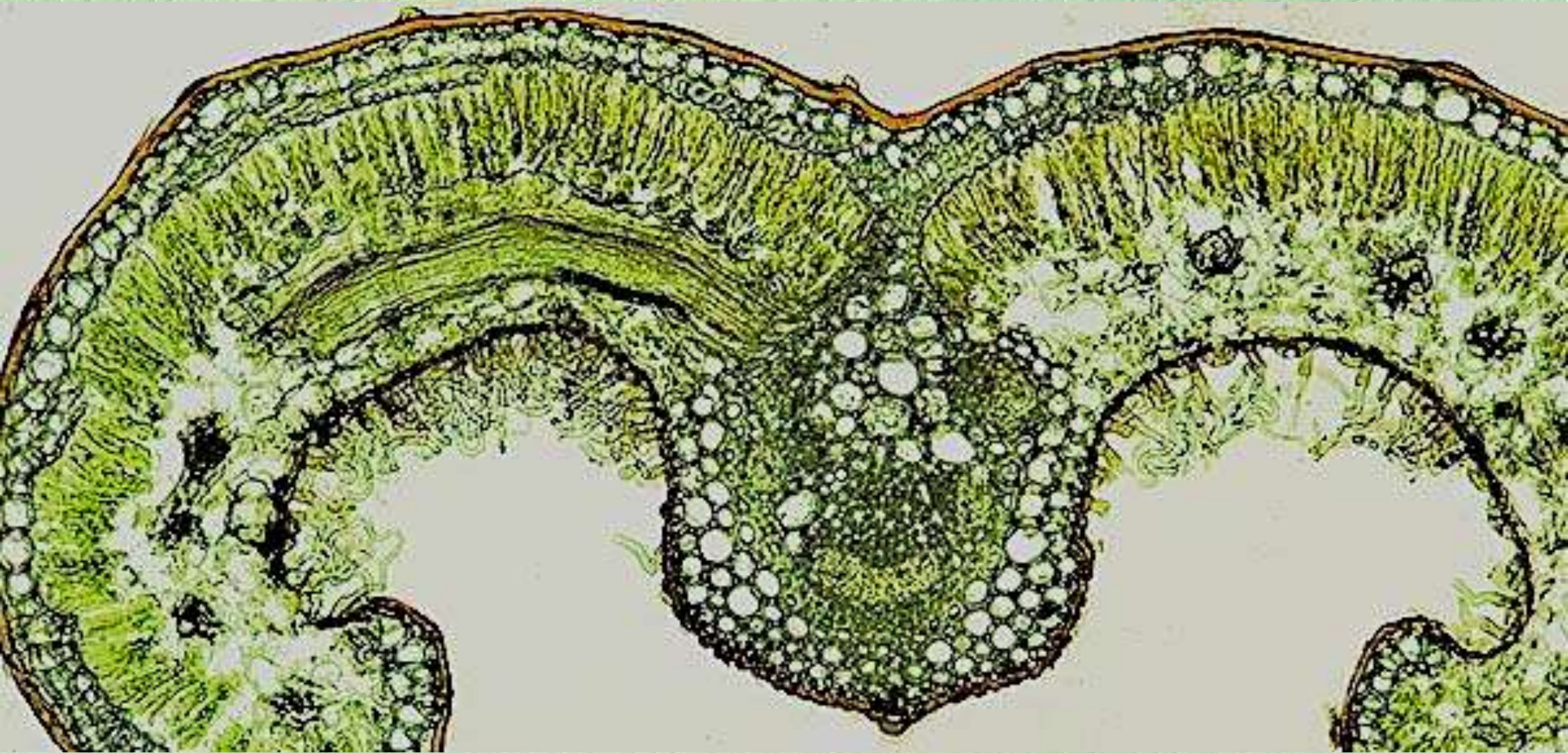
Унифациальные листья *Allium* и *Iris*





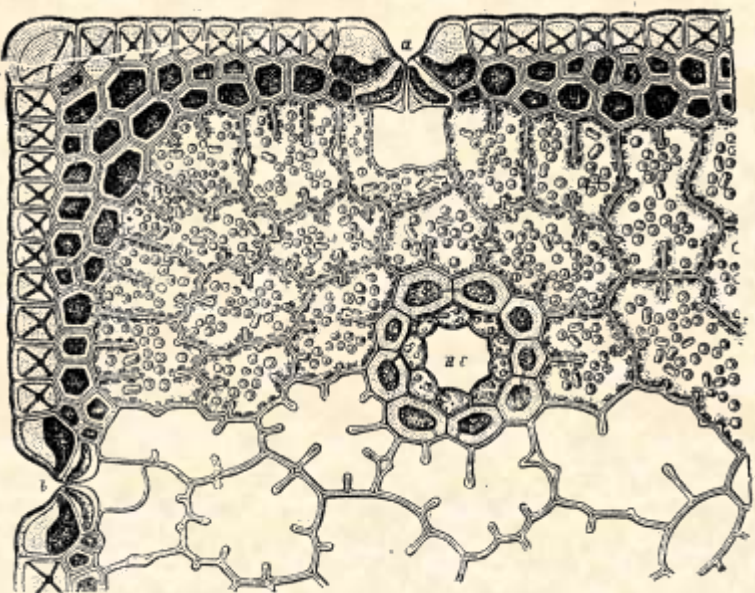
Унифациальные листья *Senecio rowleyanus*





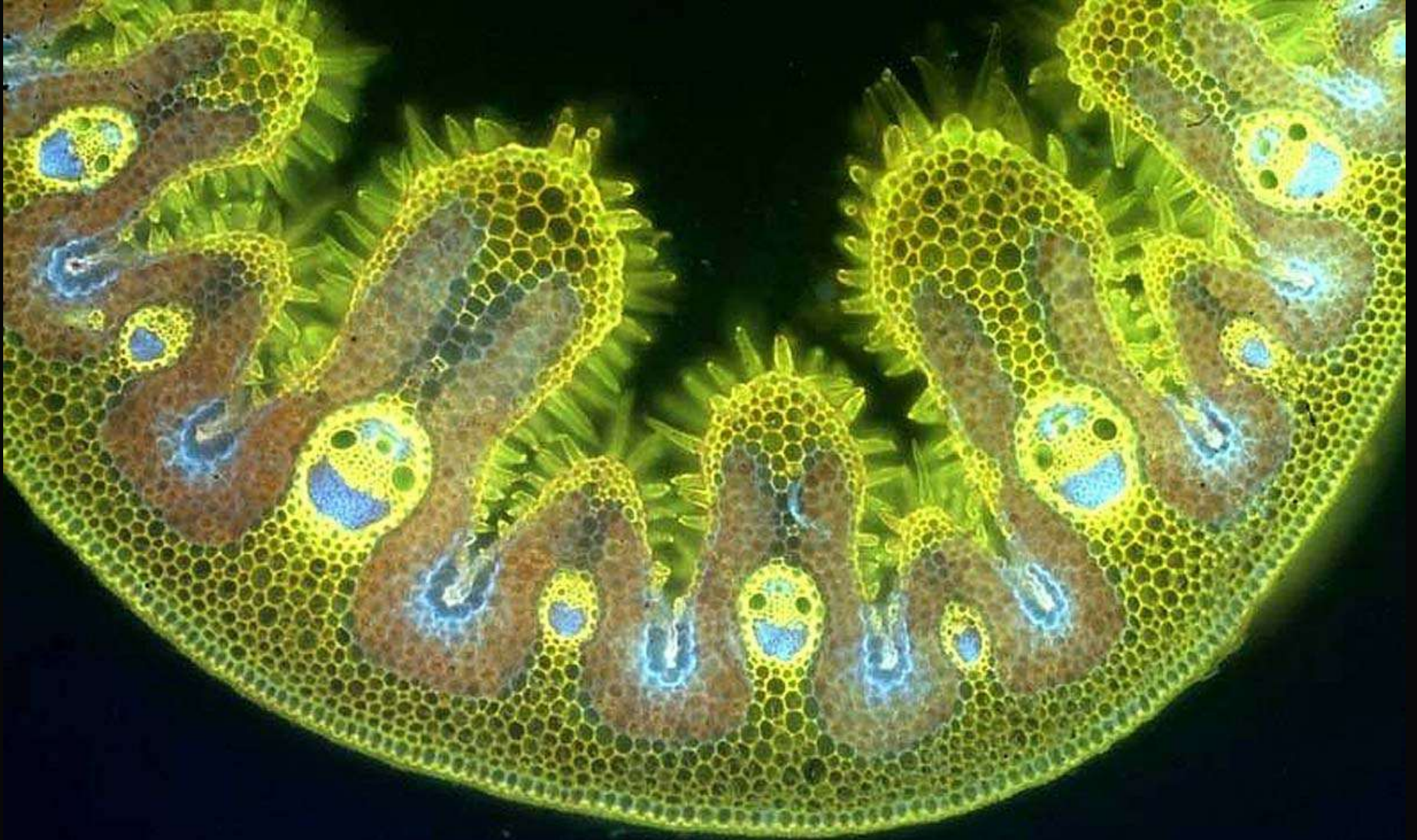
Эрикоидный лист *Banksia spinulosa*





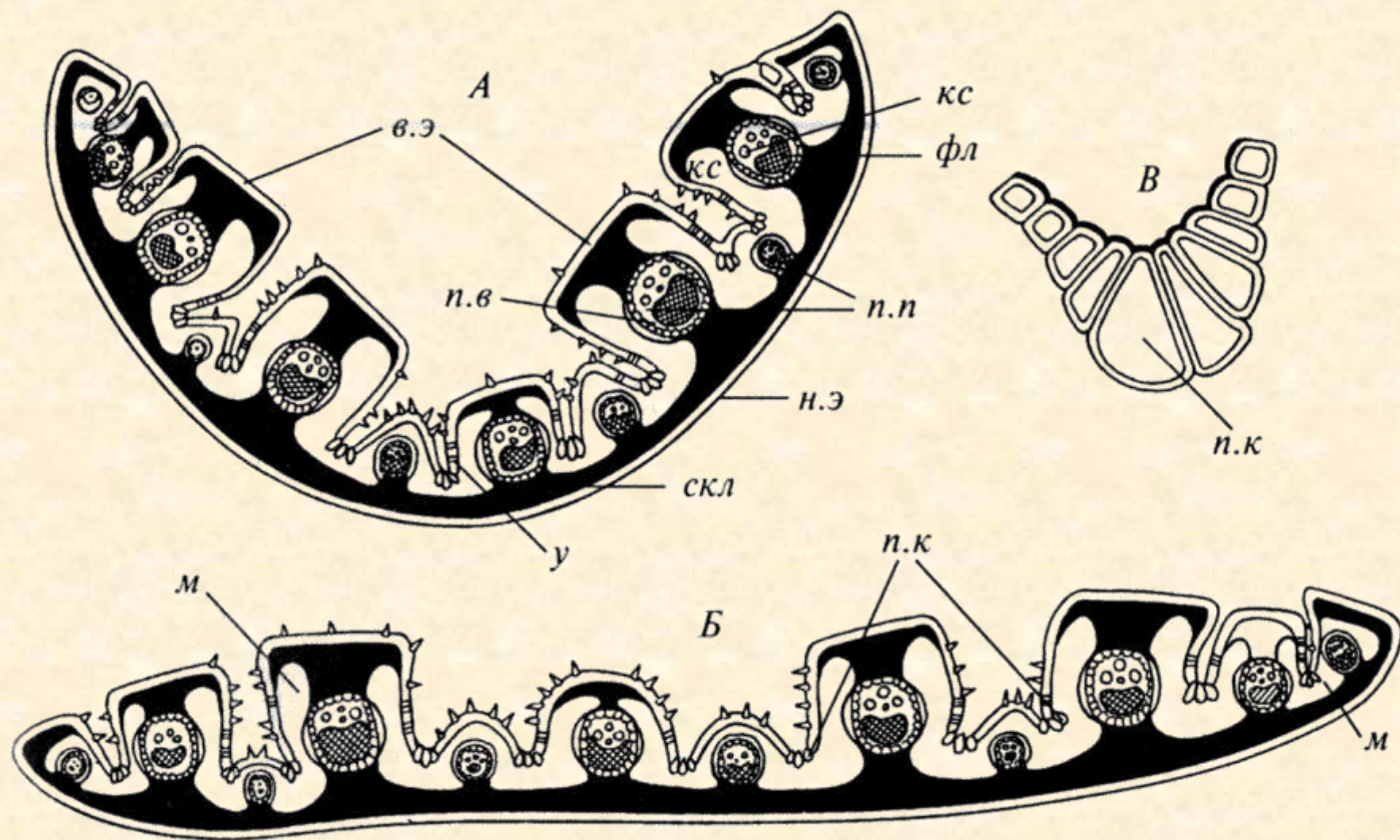
Строение листа (хвоинки) *Pinus* sp.





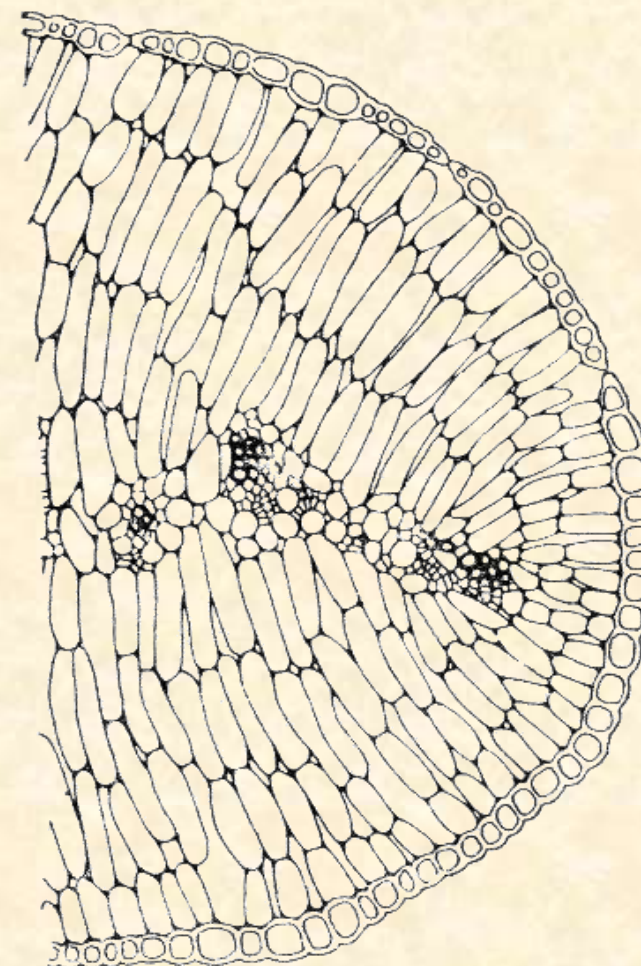
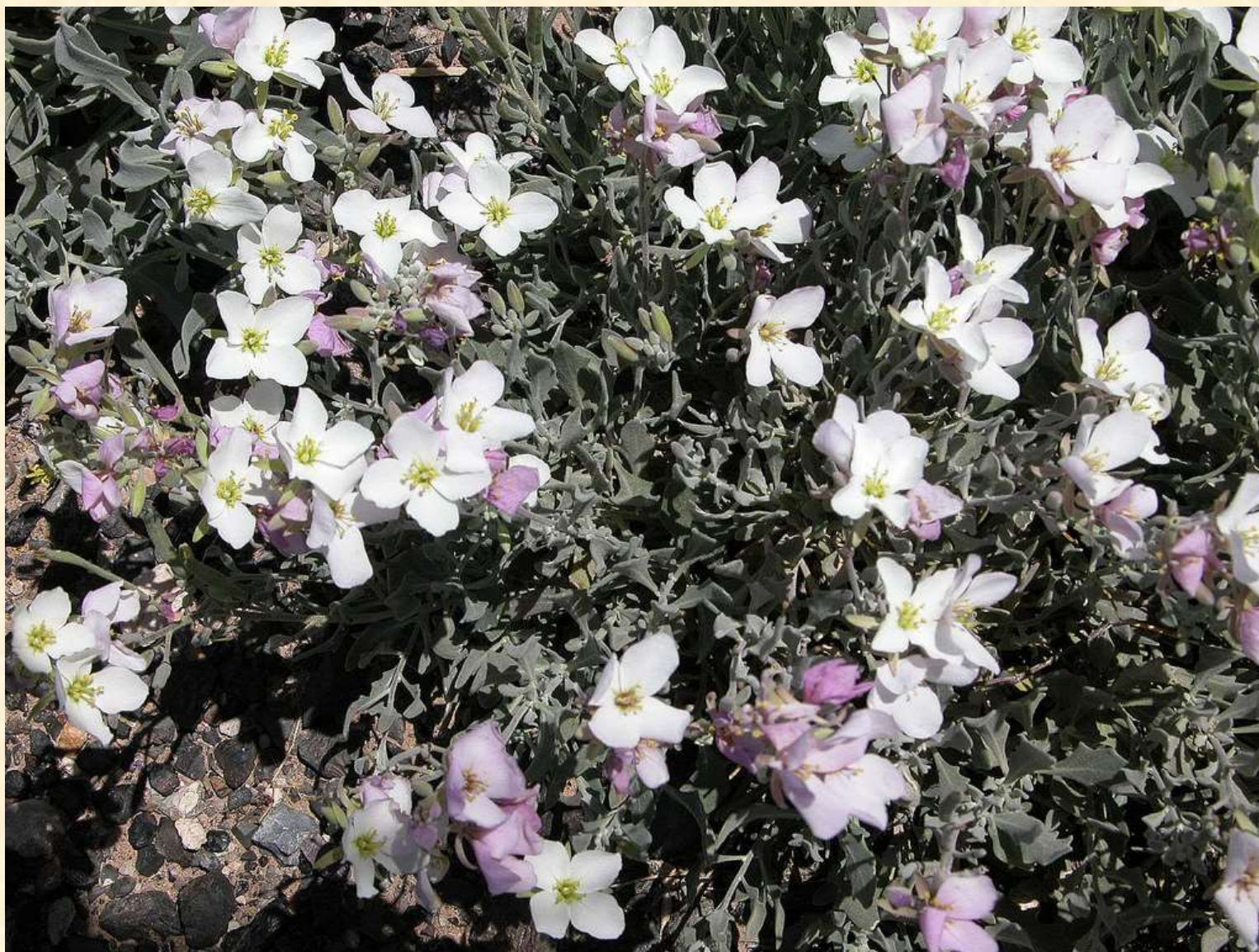
лист *Stipa* sp.





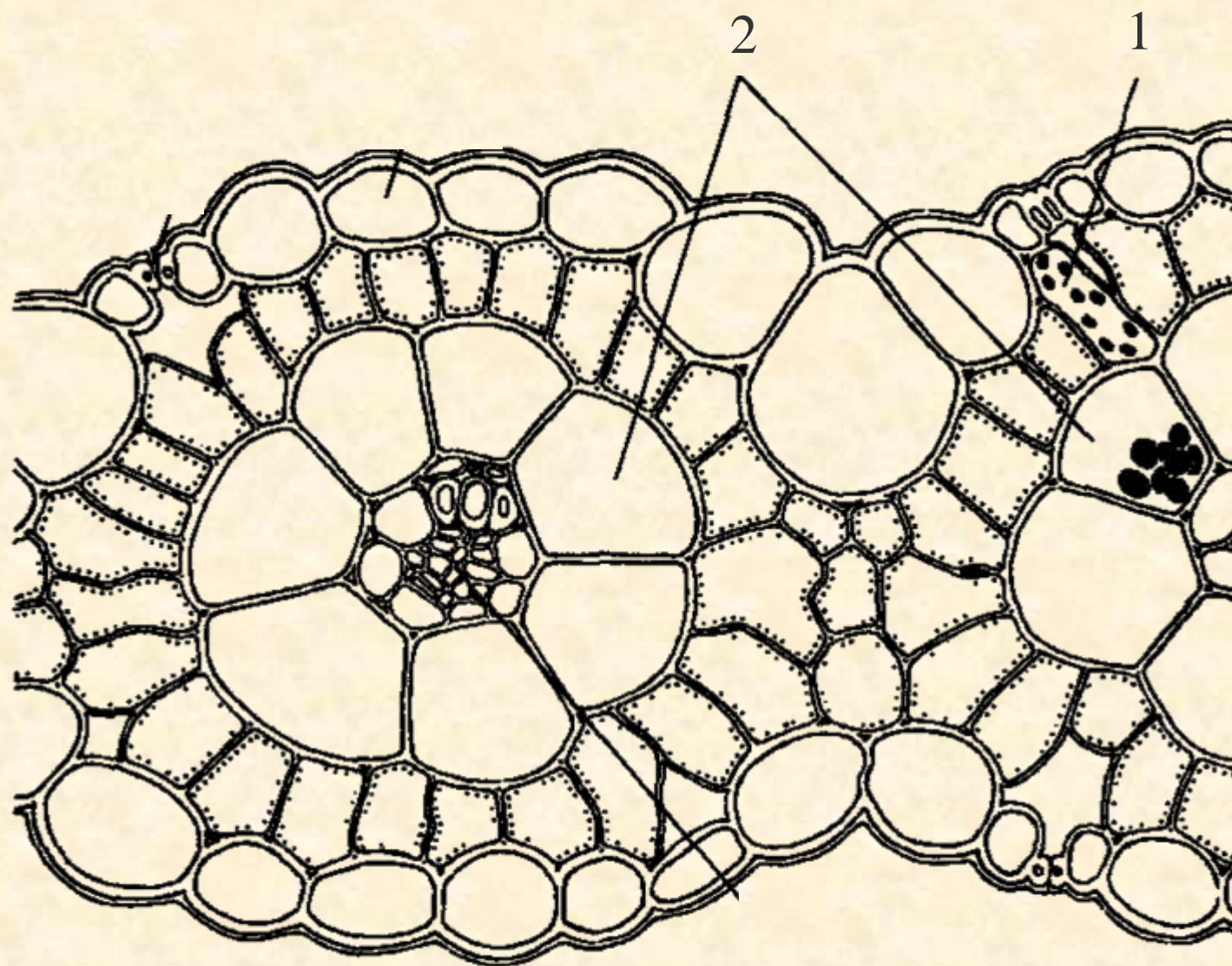
лист *Stipa sp.*





Анатомия листа *Nerisyrenia camporum*





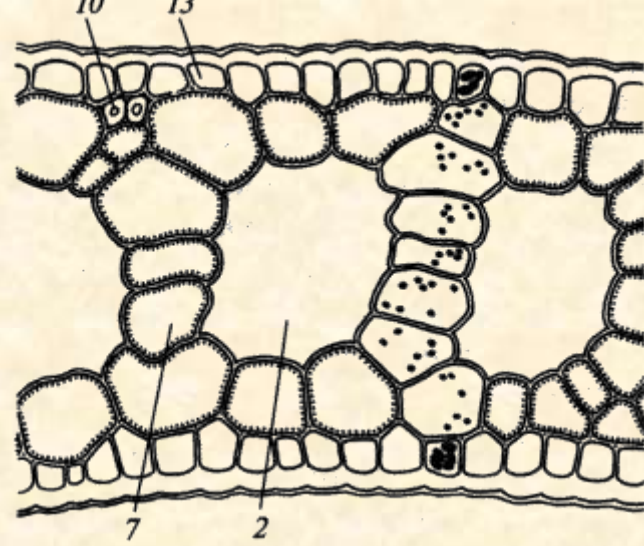
- 1 – хлоренхима,  
синтезирующая  $C_4$ -кислоты
- 2 – кранцевая обкладка пучка,  
синтезирующая углеводы

Анатомия листа *Panicum miliaceum* ( $C_4$ -тип фотосинтеза).





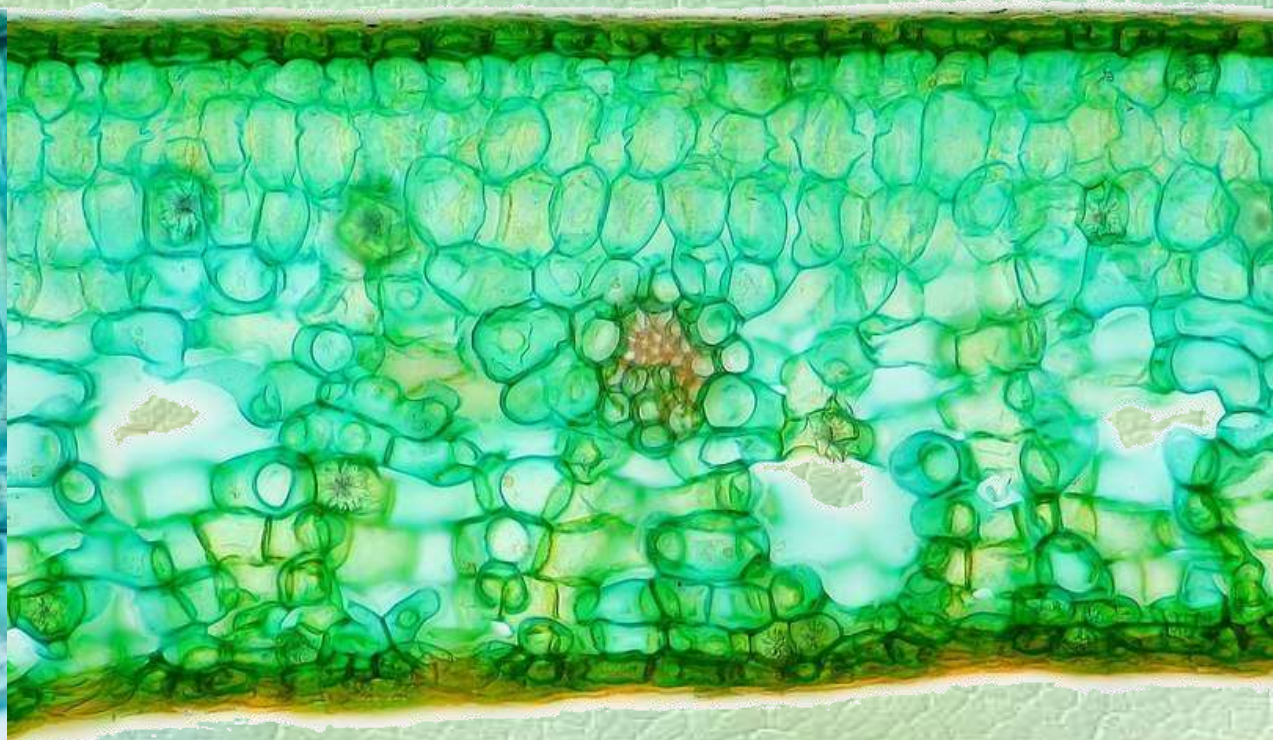
*Nymphaea alba*



*Zostera marina*



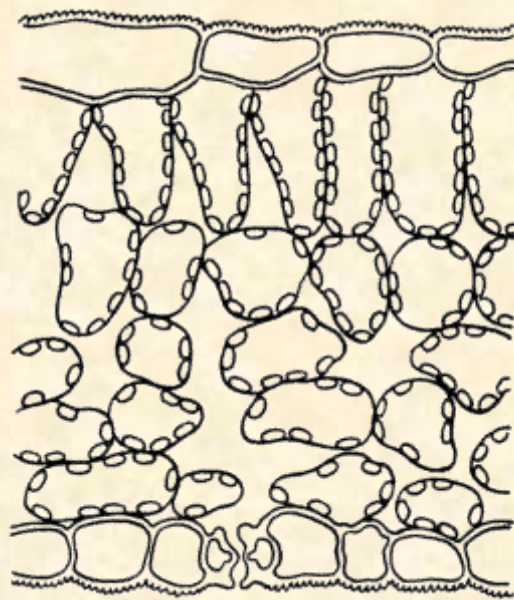
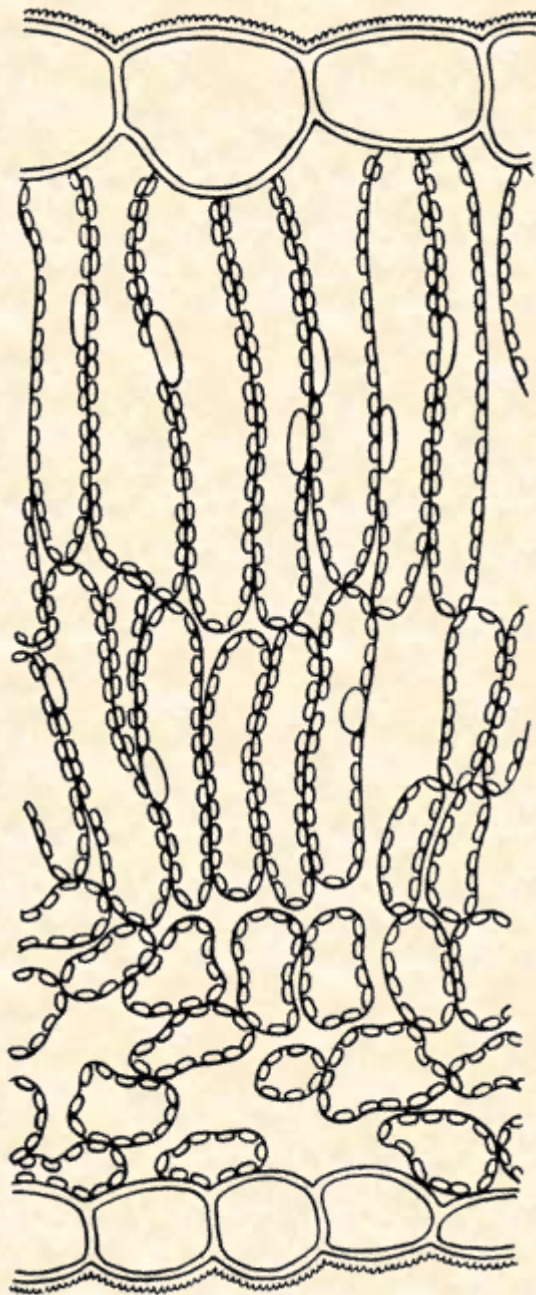




Световой и теневой листья  
*Hedera helix*







Световой и теневой листья *Syringa vulgaris*