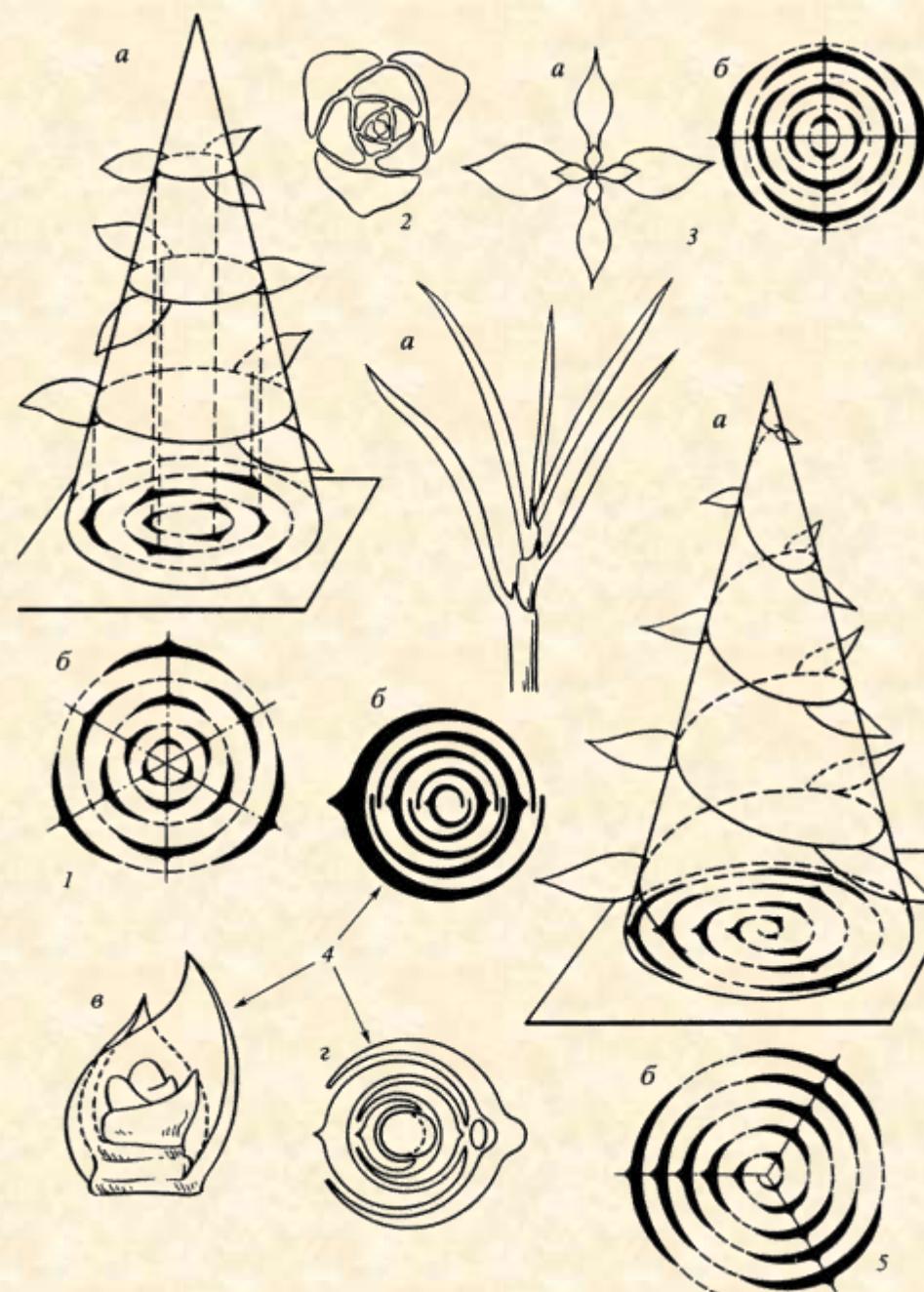


ЛИСТ

**Энационные листья
(микрофиллы)**

**Синтеломные листья
(макрофиллы)**

Листорасположение (филломаксис)



Диаграммы листорасположения

Мутовчатый
филлотаксис



Myriophyllum aquaticum

Супротивный филлотаксис



Perilla nankinensis

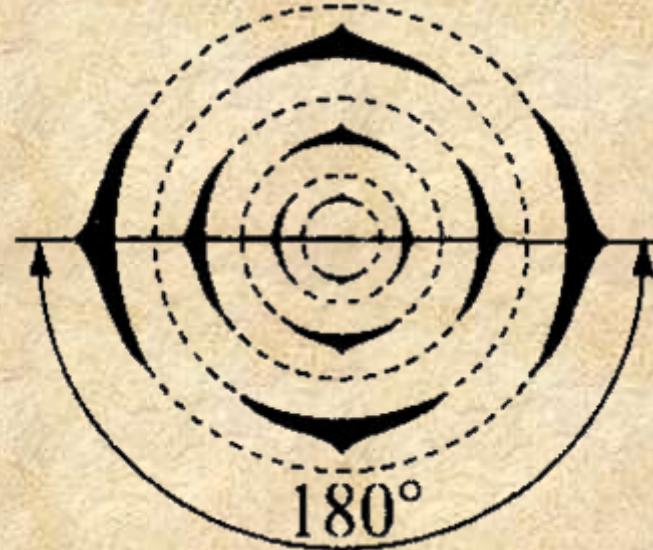
угол дивергенции (расхождения)

Правила:

1. эквидистанности
2. чередования кругов

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

Супротивный филлотаксис



Декуссатный (крестообразный)
Pilea cadieri



Биогатный (билиатеральный)
Pilea microphylla

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



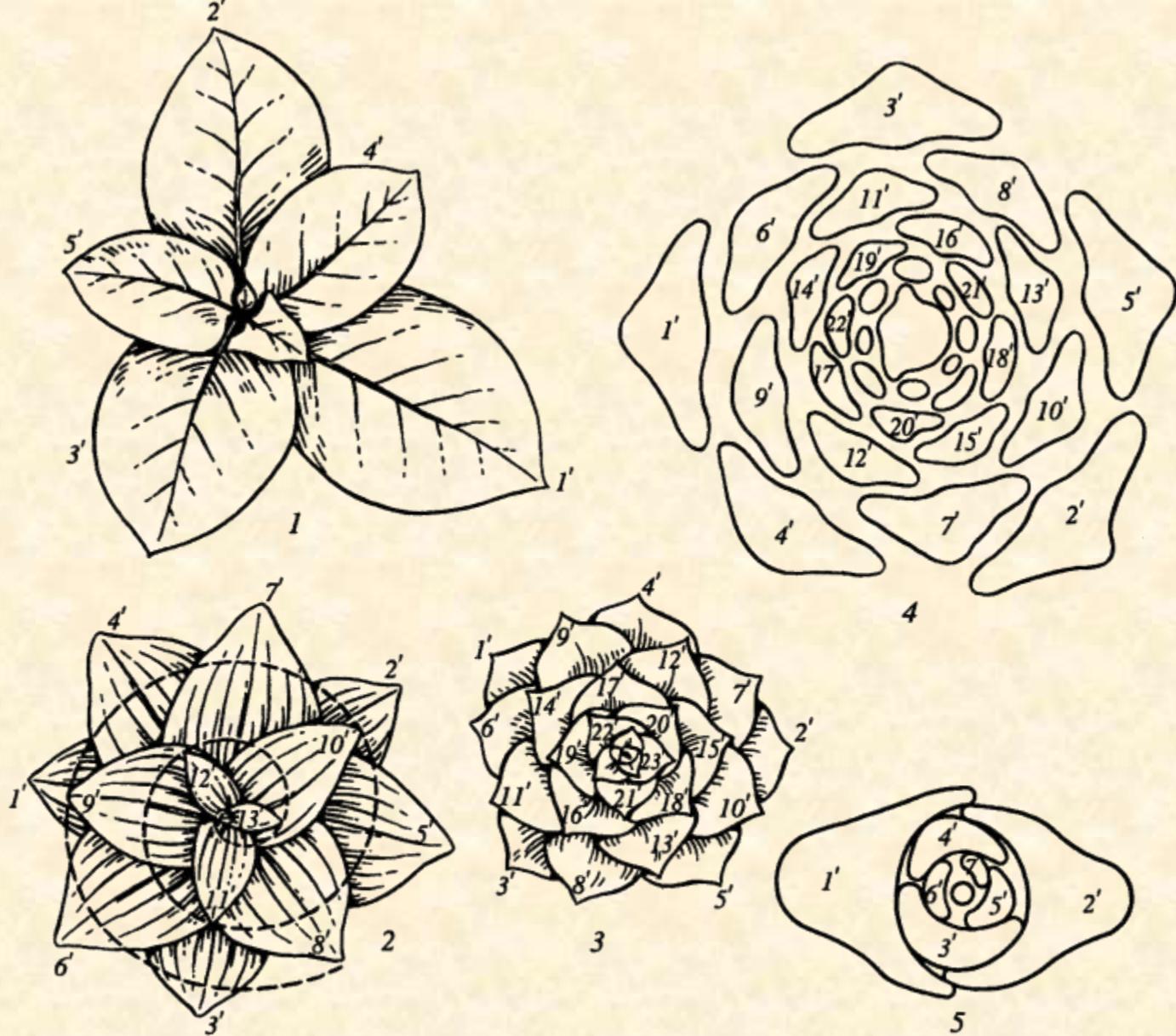
Правило эквидистантности



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

Формулы листорасположения:

$1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13, 8/21\dots$



Примеры спирального листорасположения с разными формулами:

1 – $\sqrt{5}/2$ у табака; 2 – $\sqrt{3}/2$ у подорожника; показана основная генетическая спираль; 3 – $\sqrt{5}/2$ у молодиля;
4 – $\sqrt{8}/2$ у льна; 5 – «идеальное рассеяние» у сложноцветного *Cnicus benedictus*. Нумерация листьев (1',
2', 3' и т.д.) – в порядке их появления



Ravenala madagascariensis

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

Идеальный угол
дивергенции $137^{\circ}30'28-29''$

К идеальному углу близка
формула 21/55

21/55



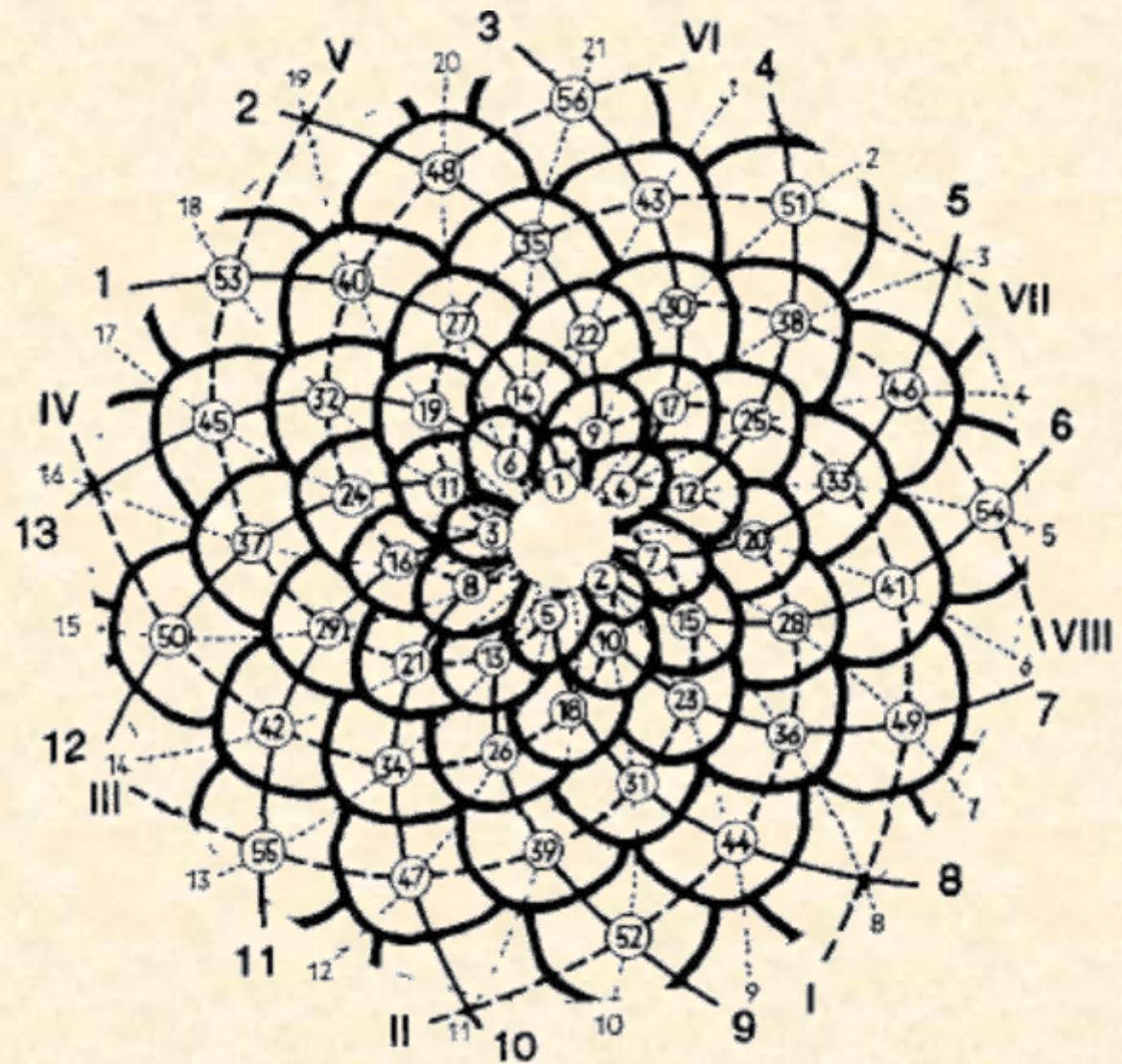
Cnicus benedictus



Парастихи корзинки
Helianthus annuus



Парастихи мегастробила
Cunninghamia lanceolata



Парастихи шишкі *Pinus pallasiana*

Pandanus tectorius





Формации листьев
Convallaria majalis

1. катофиллы
2. номофиллы
3. гипсофиллы

Катафиллы



Bambusa multiplex



Dendrocalamus giganteus



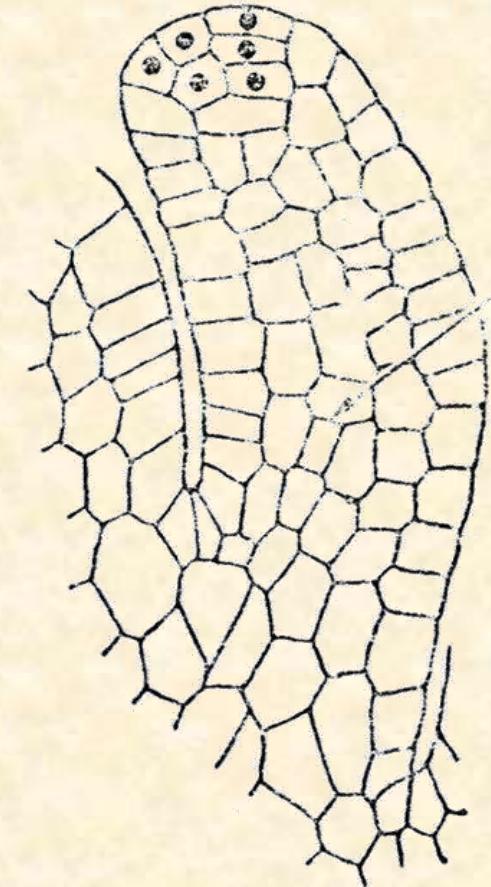
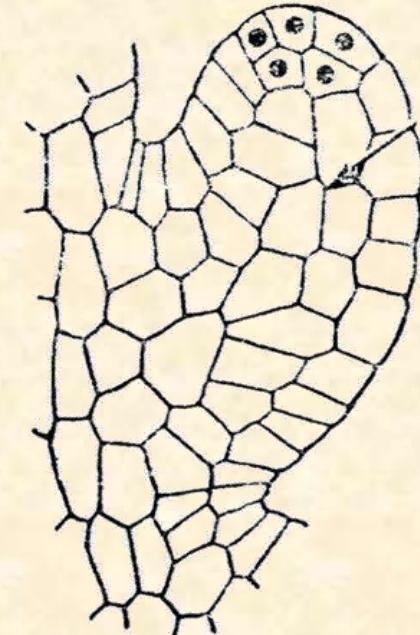
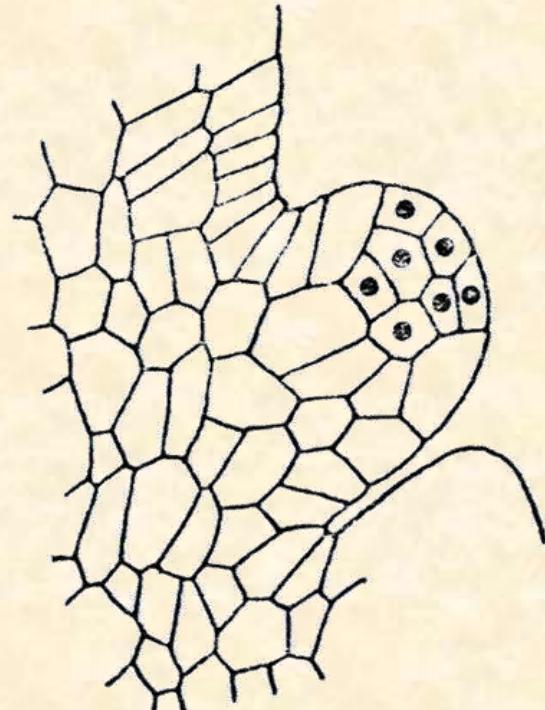
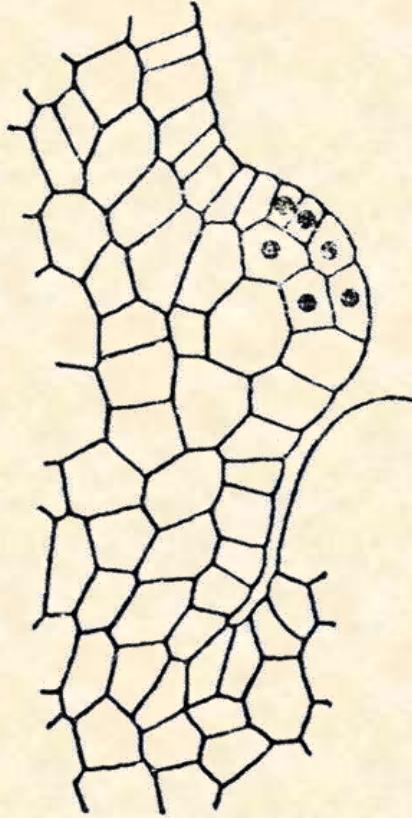
Гипсофиллы *Musa basjo*



Гипсофил и номофилл *Amorphophallus titanum*



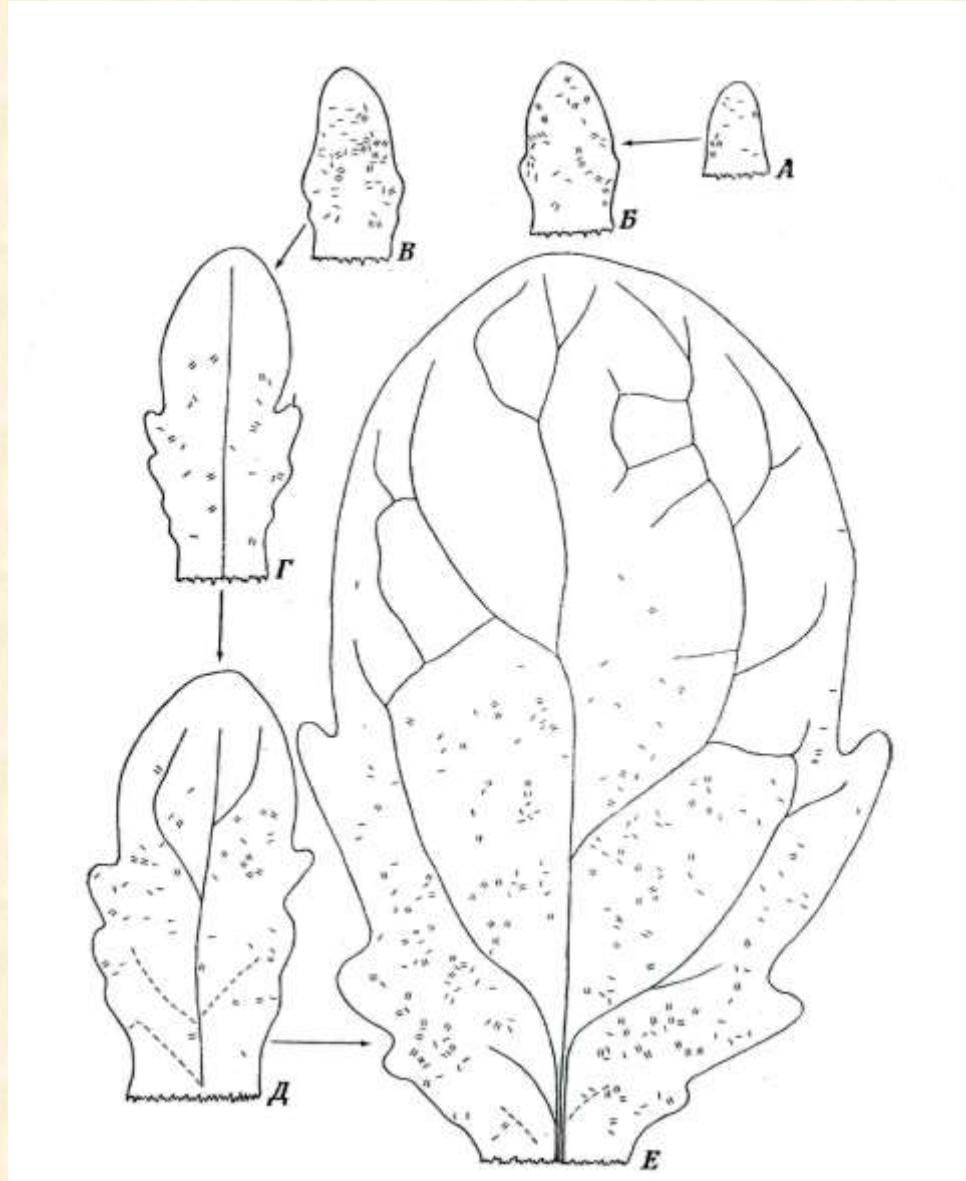
На ранних этапах онтогенеза лист растет апикально





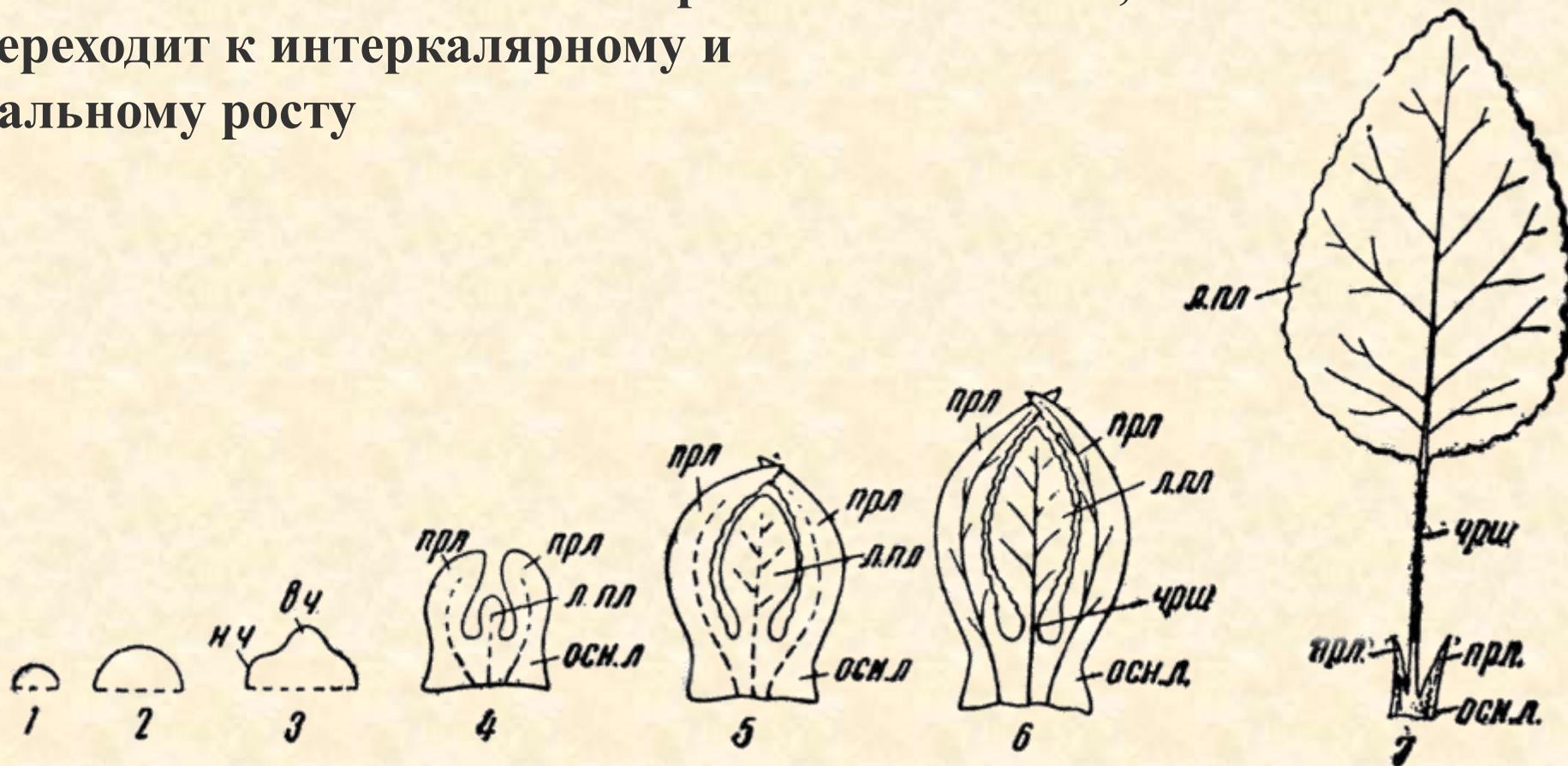
Вайя *Dicranopteris linearis*

**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



ушики 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





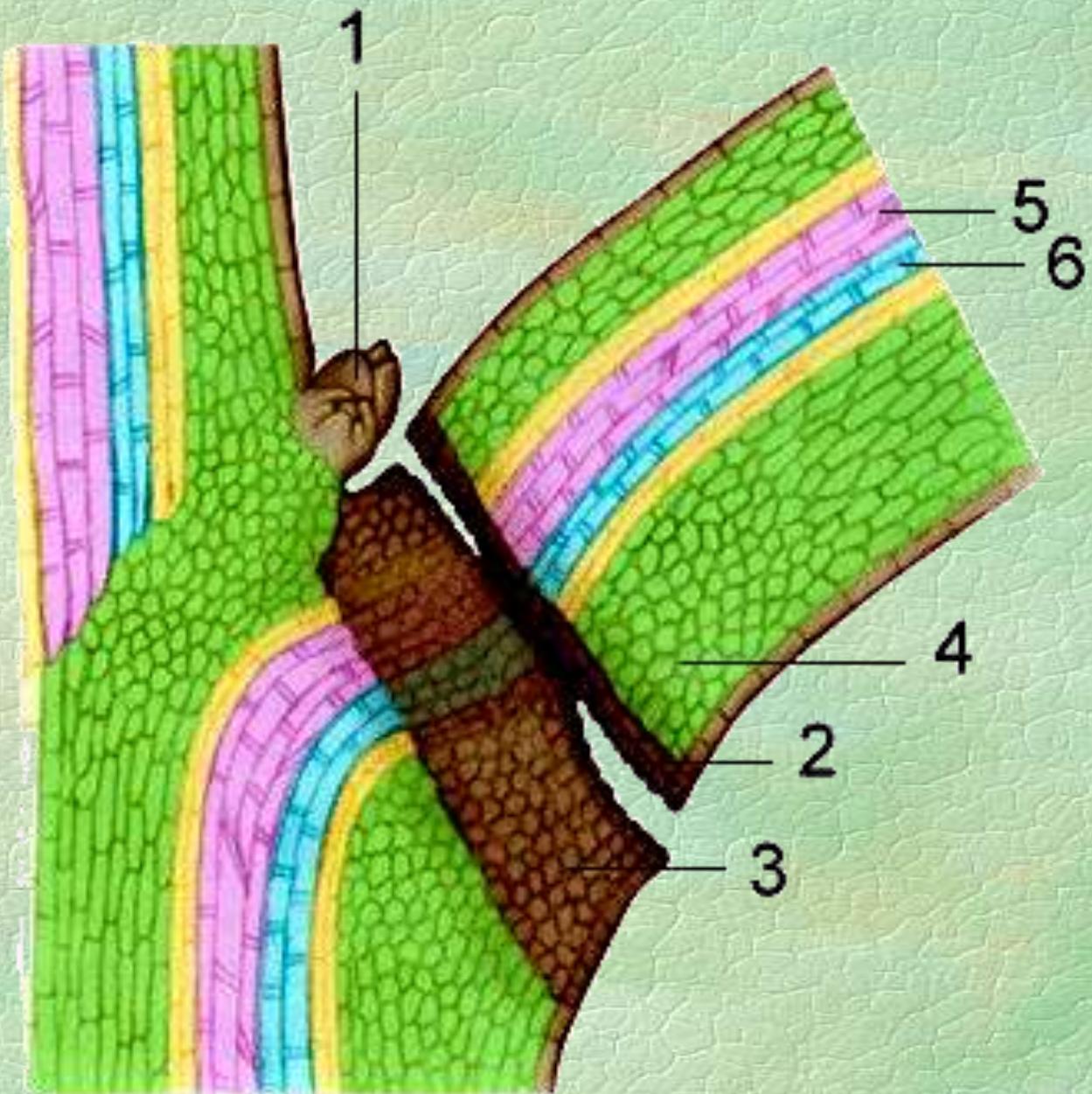
Пронзённый лист *Cerastium perfoliatum*



Пронзённый лист *Lonicera caprifolium*

Пластиинка листа

□простой лист



Образование отделительного 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*)

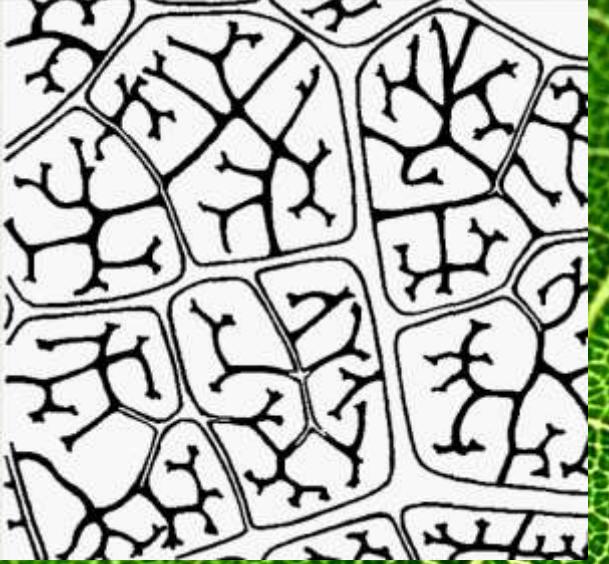
Жилкование листа



Дихотомическое жилкование листа *Ginkgo biloba*



Сетчатое жилкование *Macaranga* sp.



Tilia platyphyllos



Сетчатое пальчатое жилкование
Glechoma hederacea



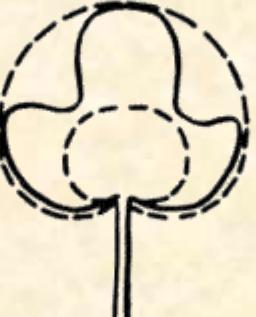
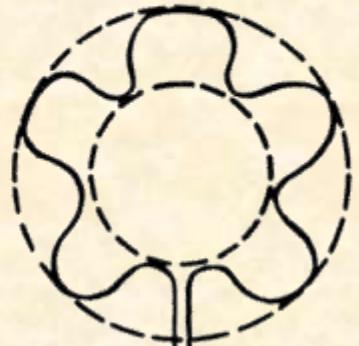
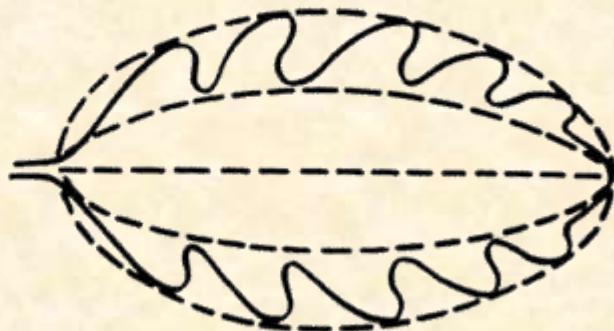
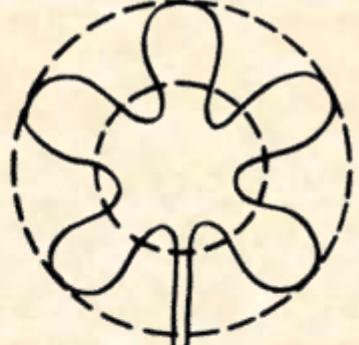
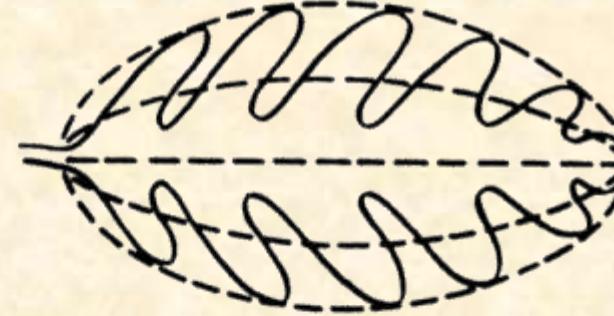
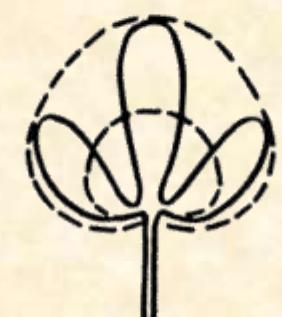
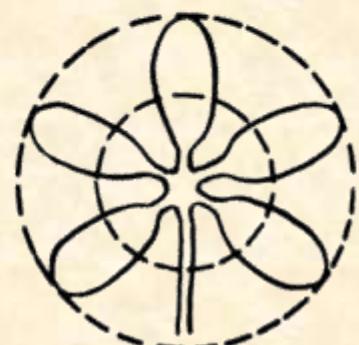
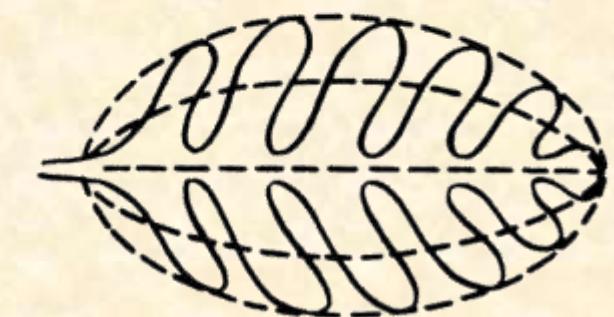
Сетчатое перистое жилкование *Syringa vulgaris*



Параллельное жилкование *Digraphis sp.*



Дуговое жилкование *Polygonatum odoratum*

| Типы листьев | Тройчато-(трех-) | Пальчато- | Перисто- |
|----------------|---|---|---|
| Простые листья | <p>Лопастный (менее чем до половины ширины полупластинки)</p>  |  |  |
| | <p>Раздельный (глубже половины ширины полупластинки)</p>  |  |  |
| | <p>Рассеченный (до основания)</p>  |  |  |



Цельный лист *Tilia cordata*



Перистолопастный лист *Quercus robur*



Пальчатораздельный лист *Acer platanoides*



Перисторассечённый лист *Bidens frondosa*



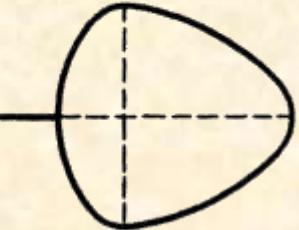
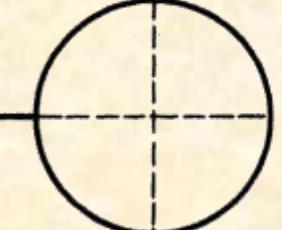
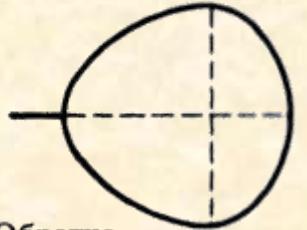
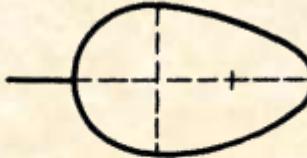
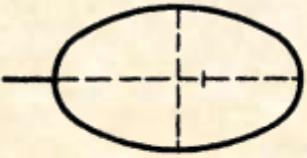
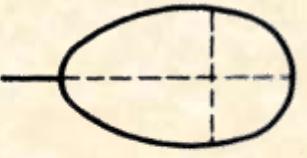
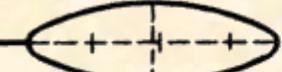
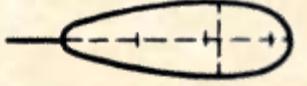
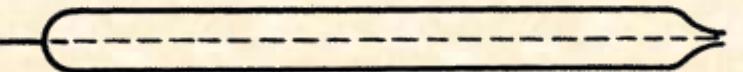
пальчаторассечённый,
с перисторасеченными
сегментами
(*Geranium robertianum*)



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 |  Обратнояйцевидный |
| Длина превышает ширину в 3–4 раза |  Узкояйцевидный |  Ланцетный  Продолговатый |  Обратно-узкояйцевидный |
| Длина превышает ширину более чем в 5 раз |  Линейный | | |





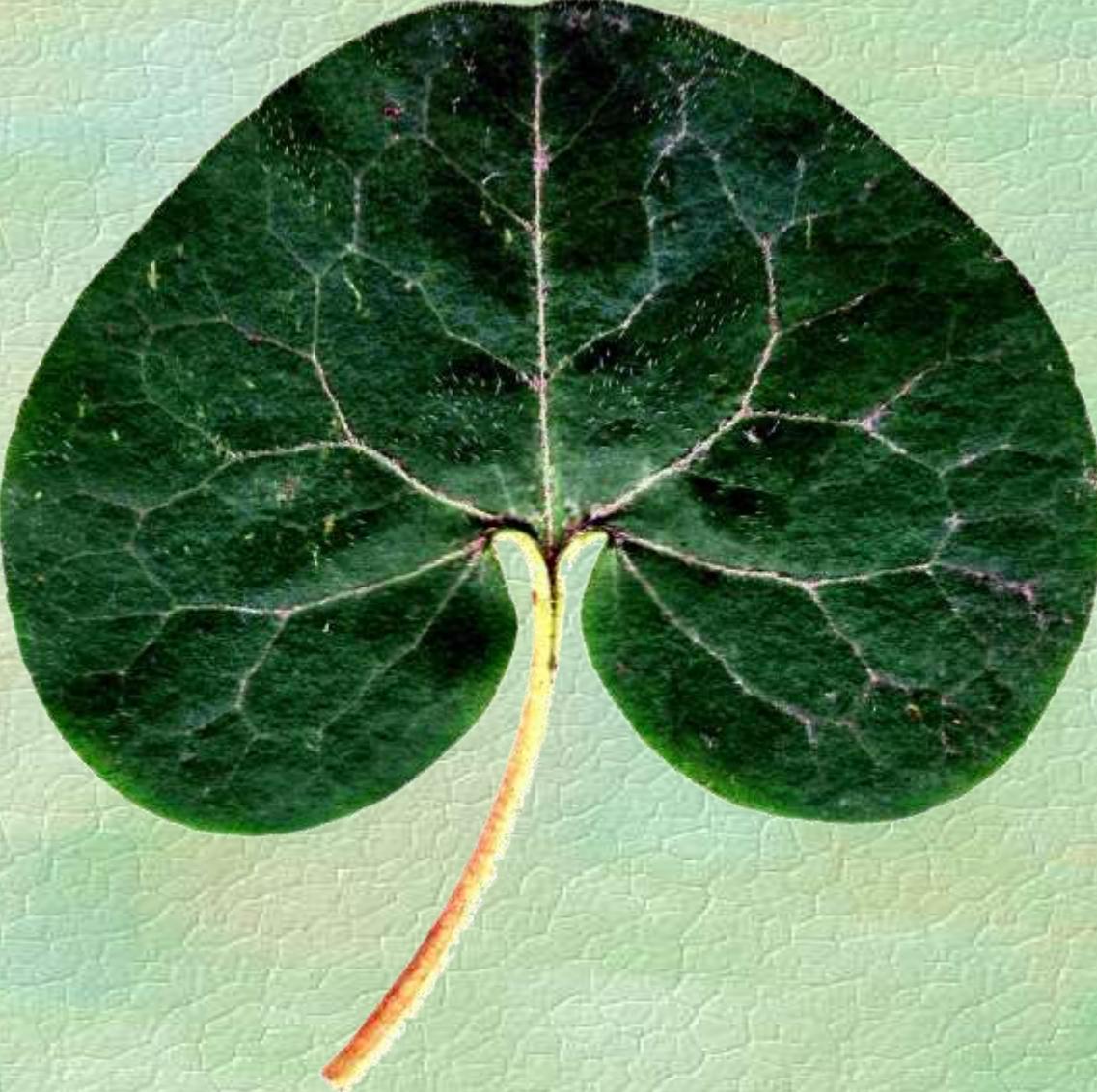
Salix fragilis



Ilex sp.



Urtica dioica



Asarum europaeum



Taraxacum officinale



Solanum nigrum



Дудчатый лист *Juncus* sp.

□ сложный лист



Однолисточковый лист *Citrus limon*



Тройчатосложный лист *Calopogonium mucunoides*



Ononis arvensis



Fragaria sp.

Тройчатосложные листья



Тройчатосложный лист *Oxalis acetosella*



Aesculus sp.

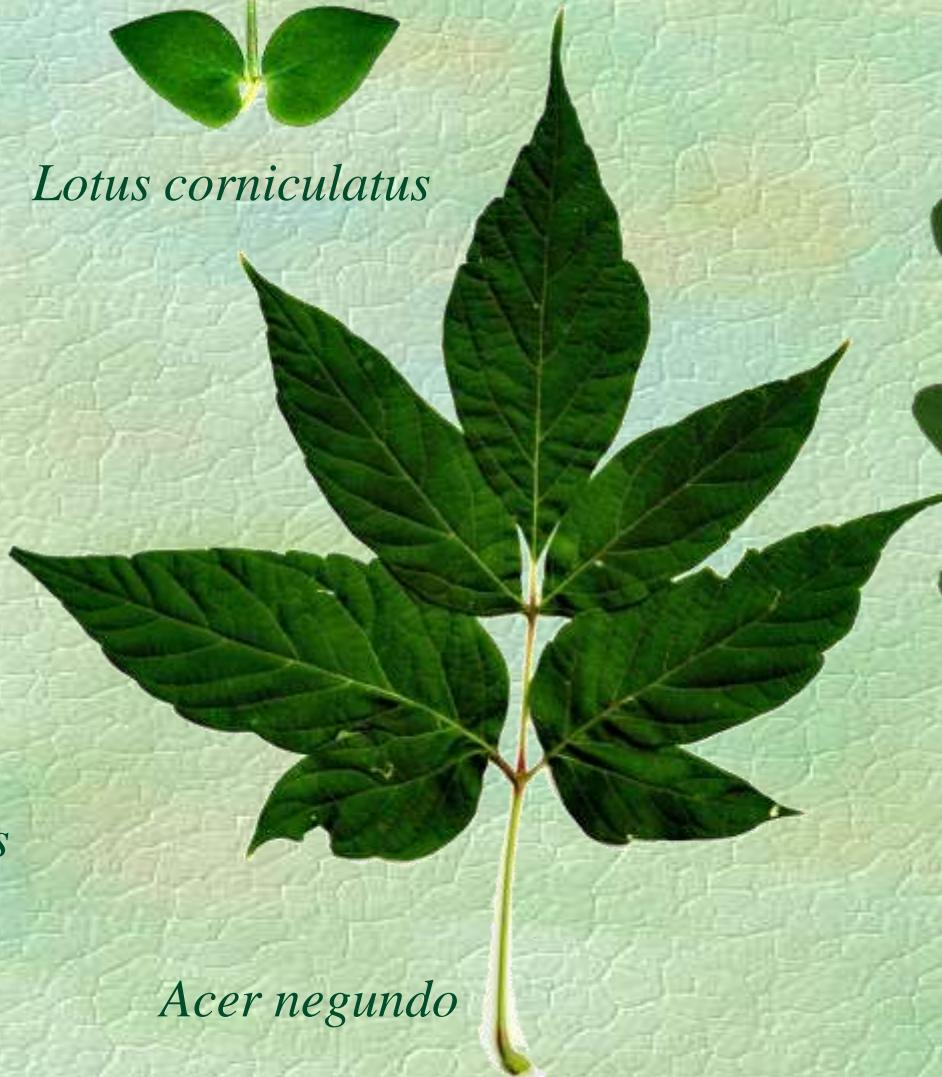
Пальчатосложный лист



Caragana arborescens



Lotus corniculatus



Acer negundo



Robinia sp.

Перистосложные листья



Дваджды-парнoperистый лист *Calliandra emarginata*



Дваджды-парнoperистый лист *Mimosa pudica*



Анизофиллия



Анизофиллия *Anisophylla disticha*

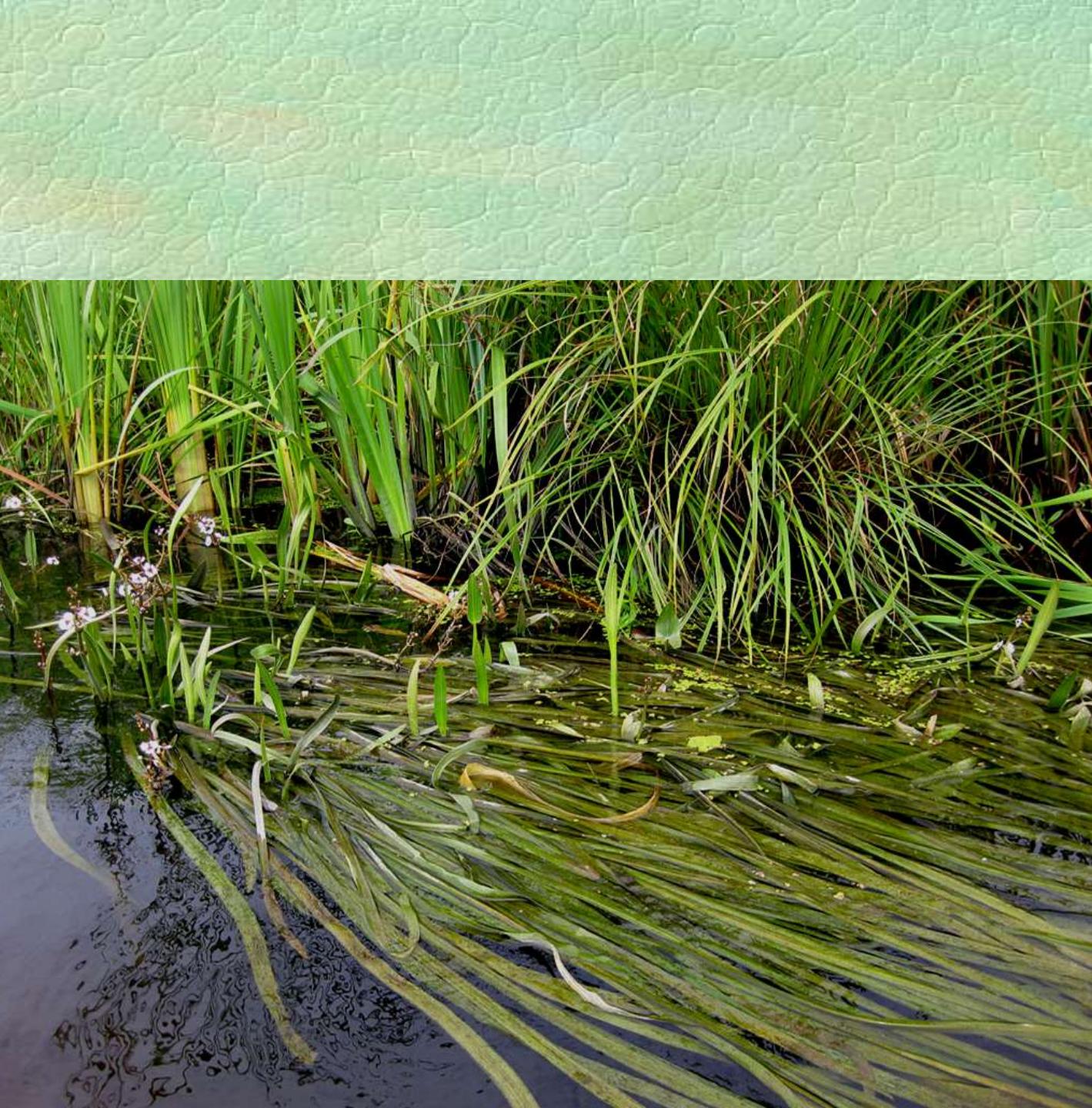


Анизофиллия *Selaginella* sp.



Листовая мозаика *Ulmus glabra*

Гетерофиллия



Sagittaria sagittifolia



Papaver lateritium

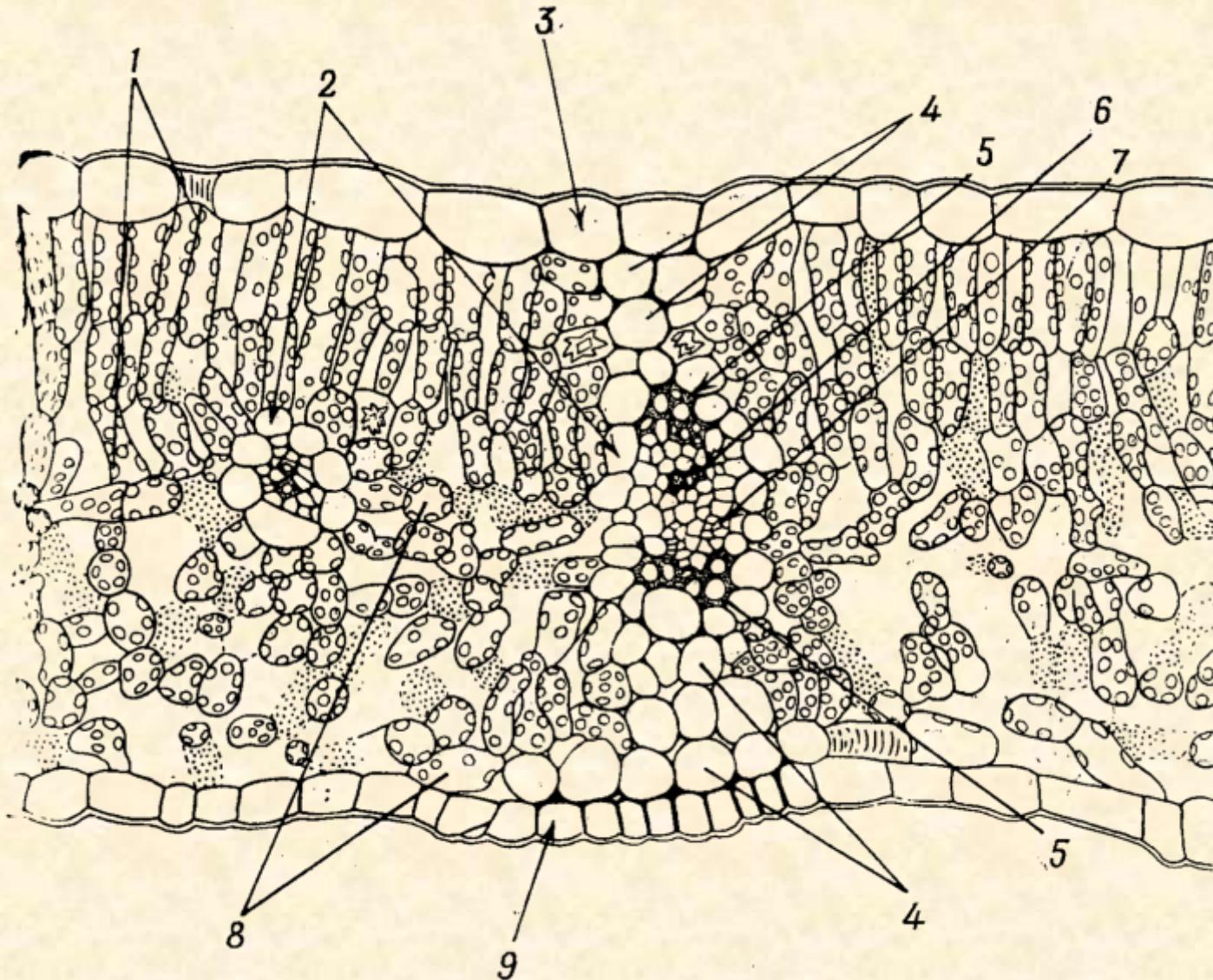


*Smyrnium
perfoliatum*





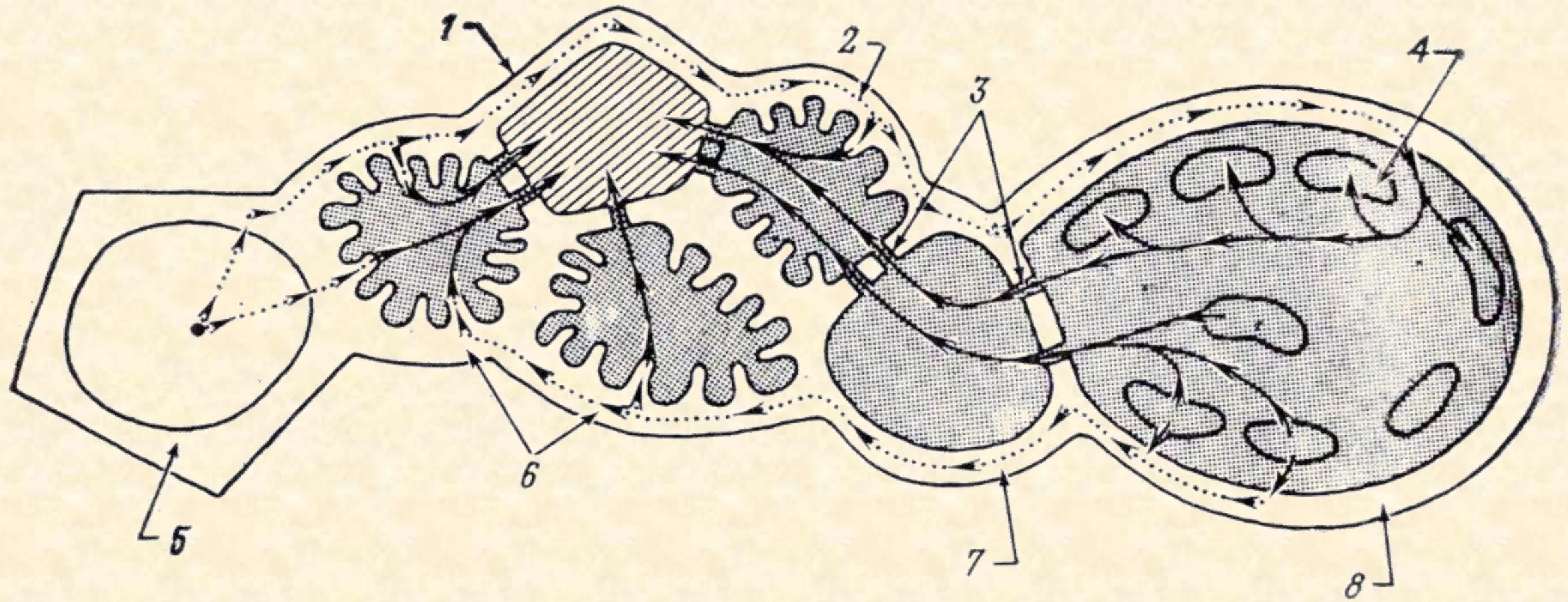
Drynaria quercifolia



Лист *Pyrus communis*

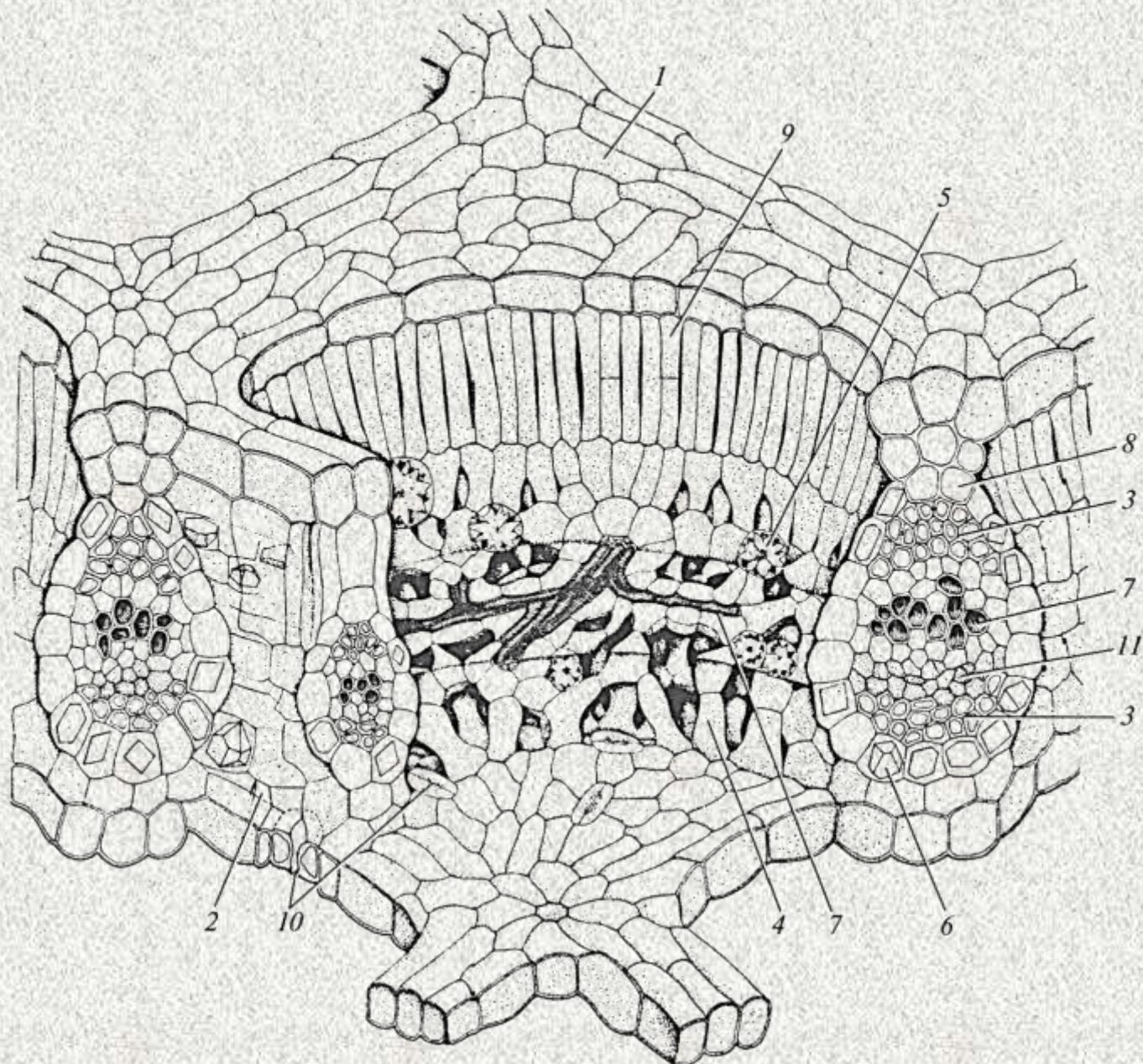
Различают два типа строения листа:

1. «Апопластный» – симпластические домены мезофилла и флоэмы разобщены. Транзит сахаров происходит через апопласт.
2. «Симпластный» – между мезофиллом и флоэмой нет мембранных барьеров. 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



Лист *Quercus pubescens*

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

Анастомозная сеть

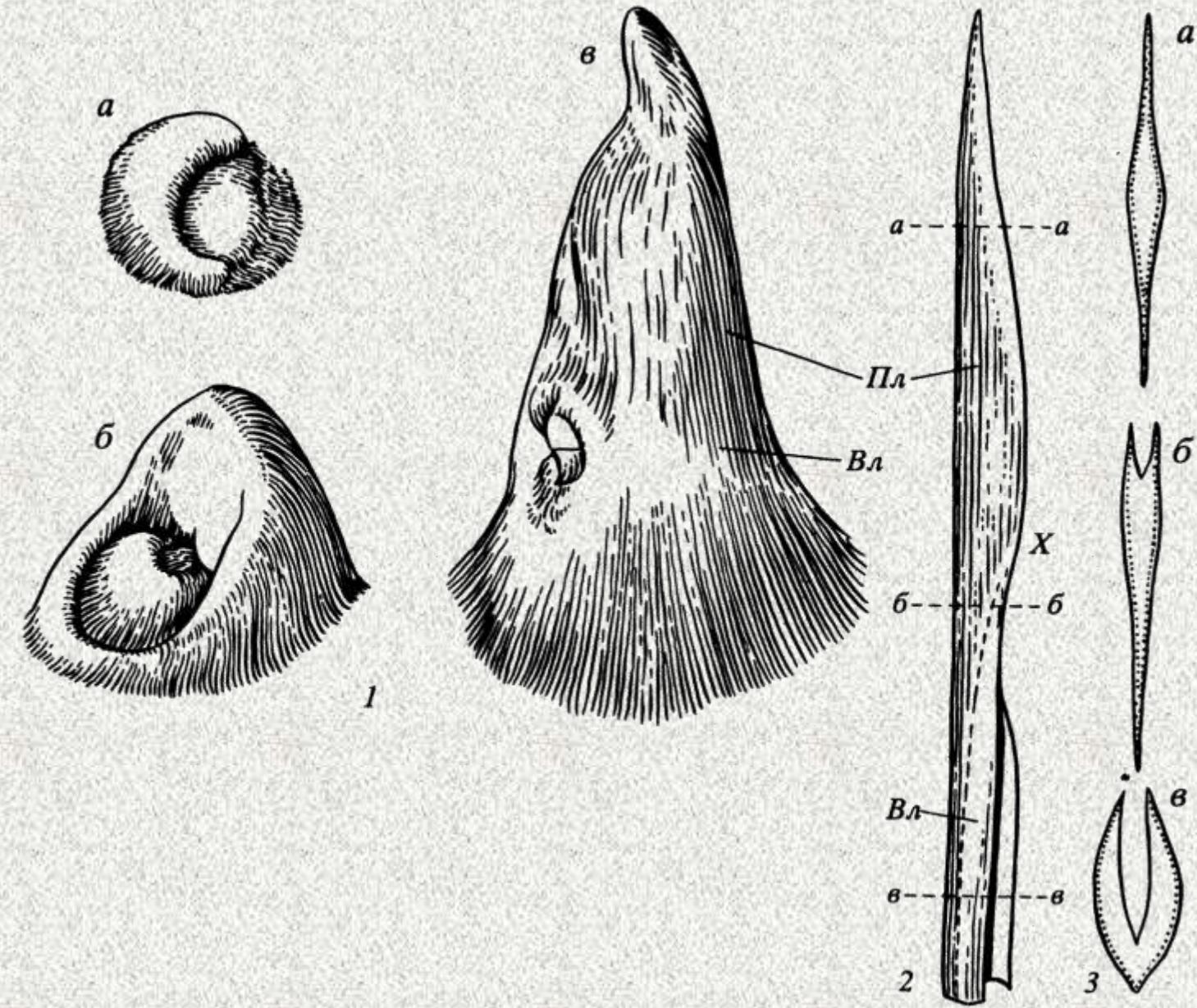
жилок листа

Victoria regia



Iris pumila

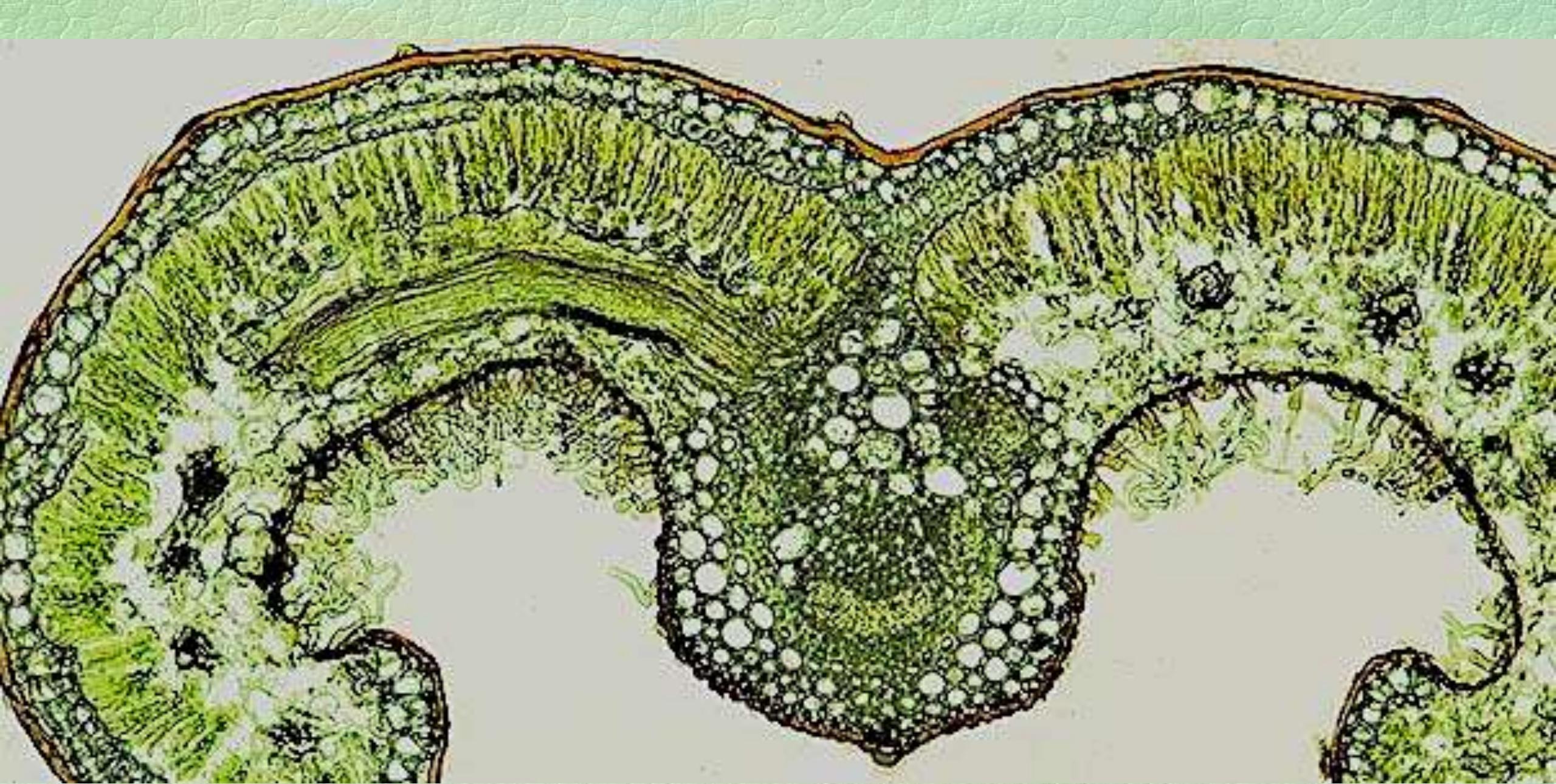




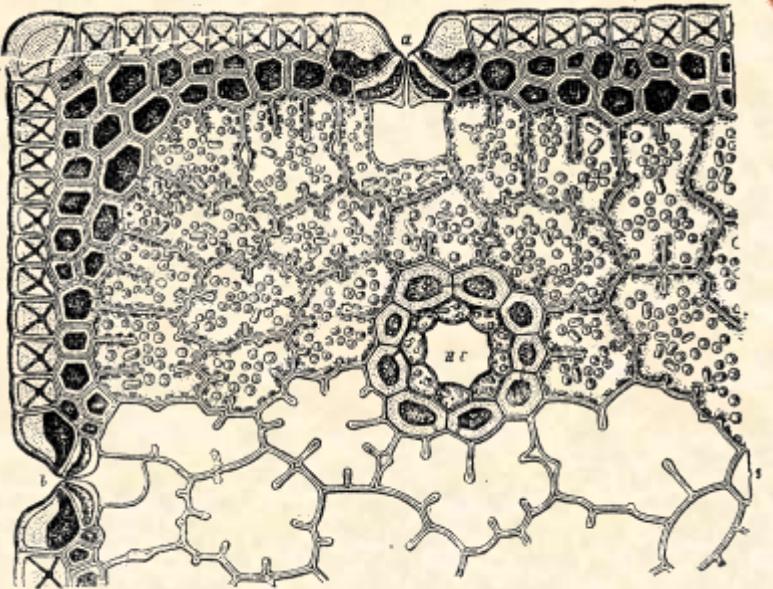
Унификационные листья *Allium* и *Iris*



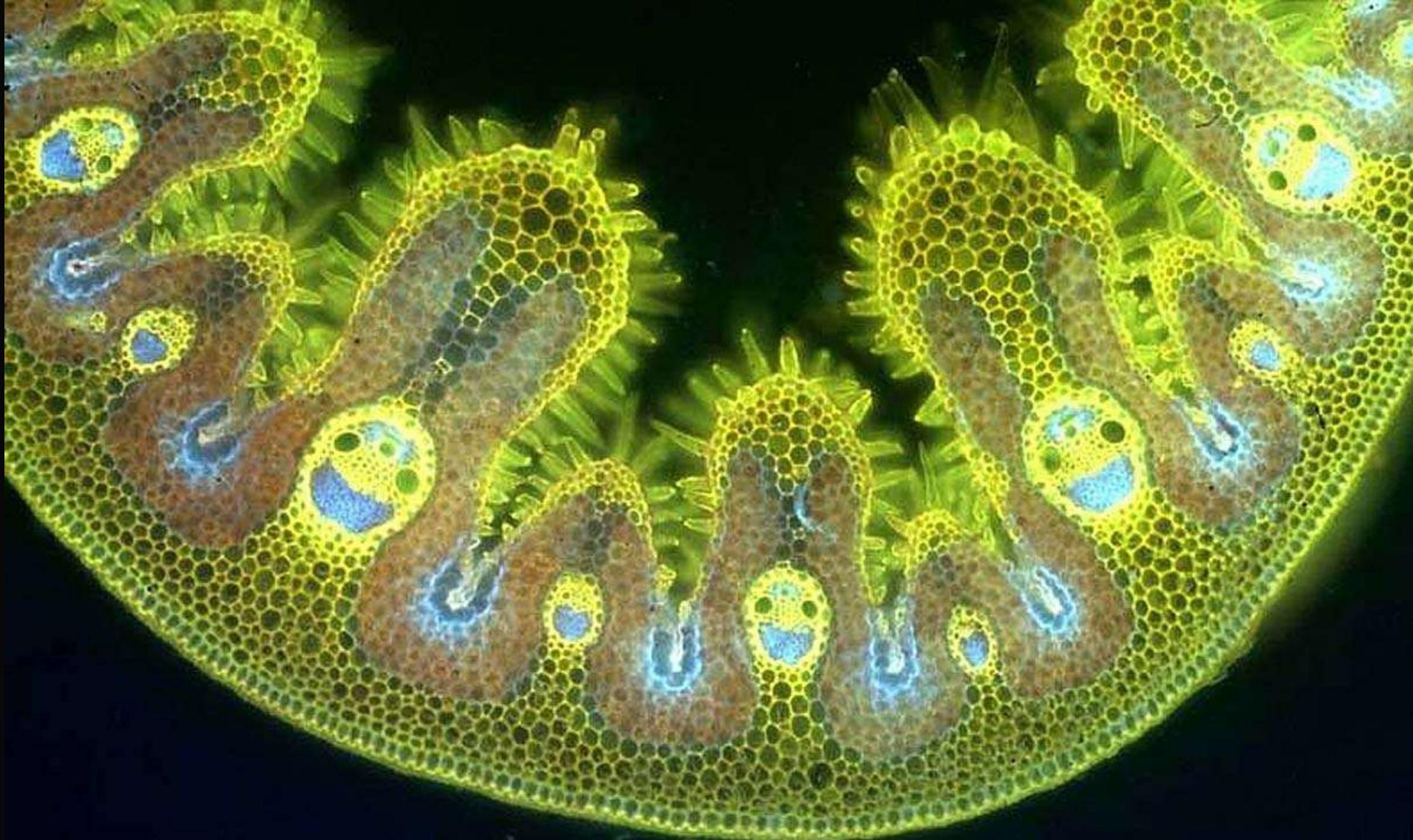
Унификальные листья *Senecio rowleyanus*



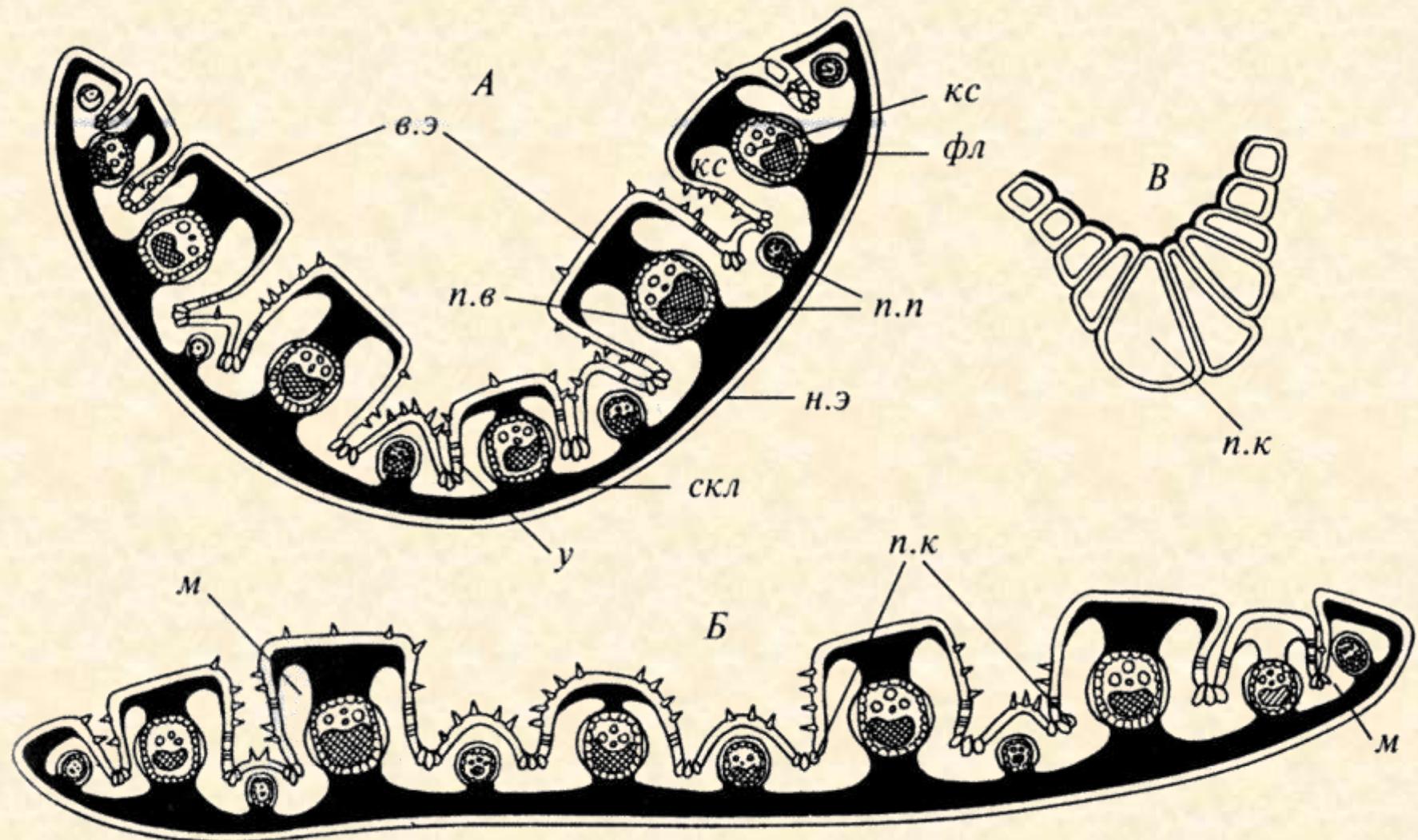
Эрикоидный лист *Banksia spinulosa*



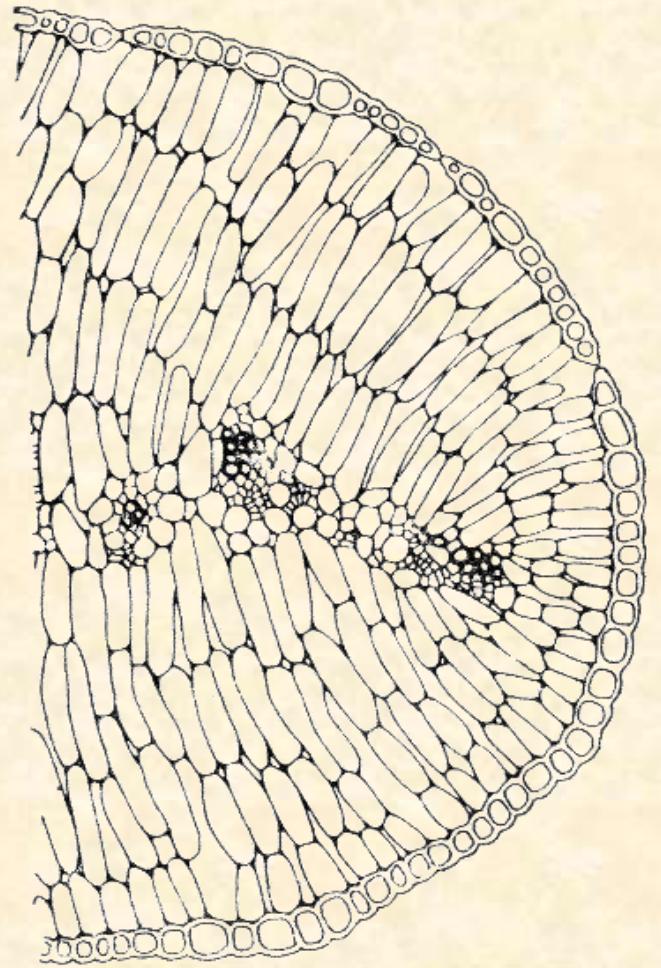
Строение листа (хвоинки) *Pinus sp.*



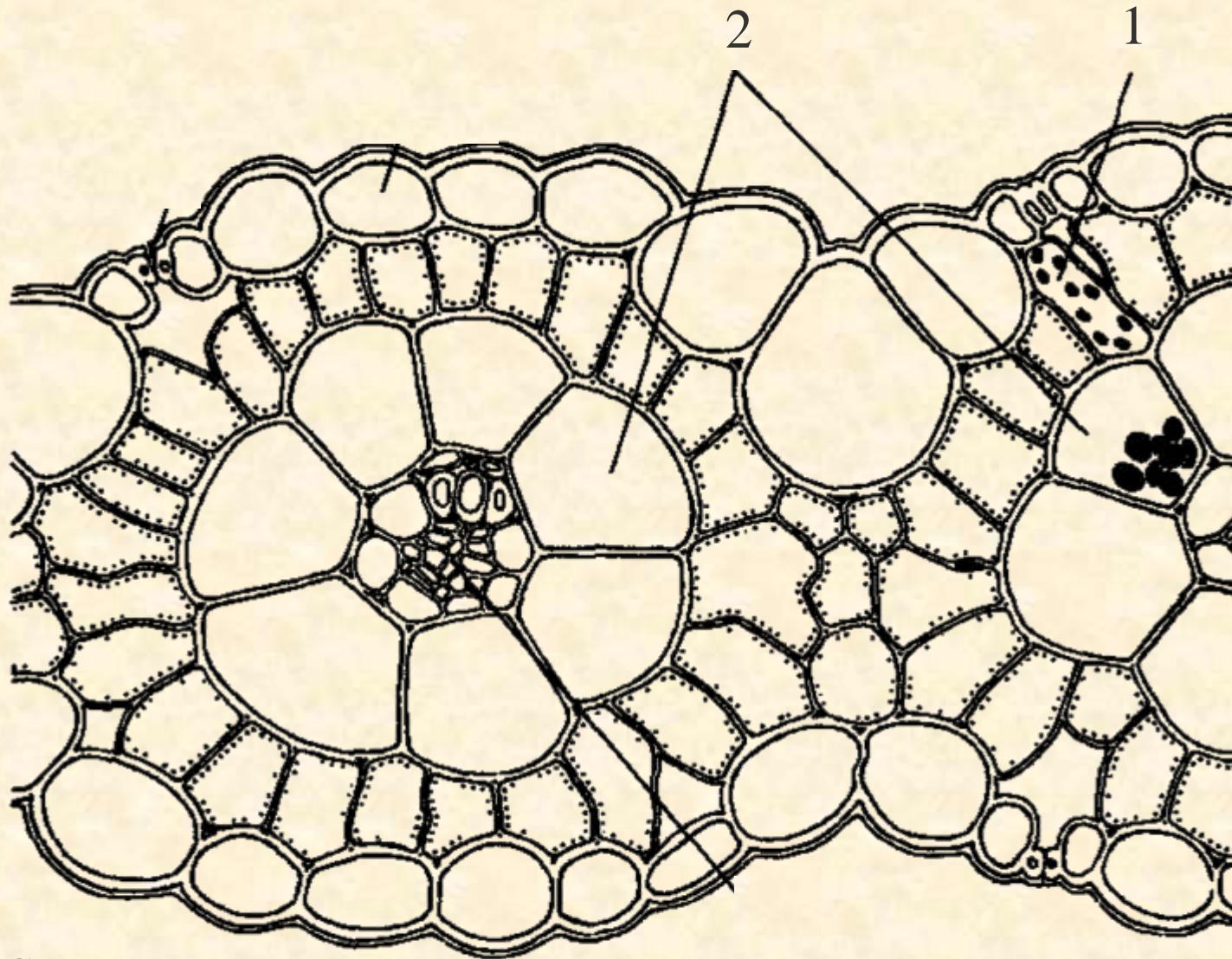
лист *Stipa* sp.



лист *Stipa sp.*



Анатомия листа *Nerisyrenia camporum*



1 – хлоренхима,

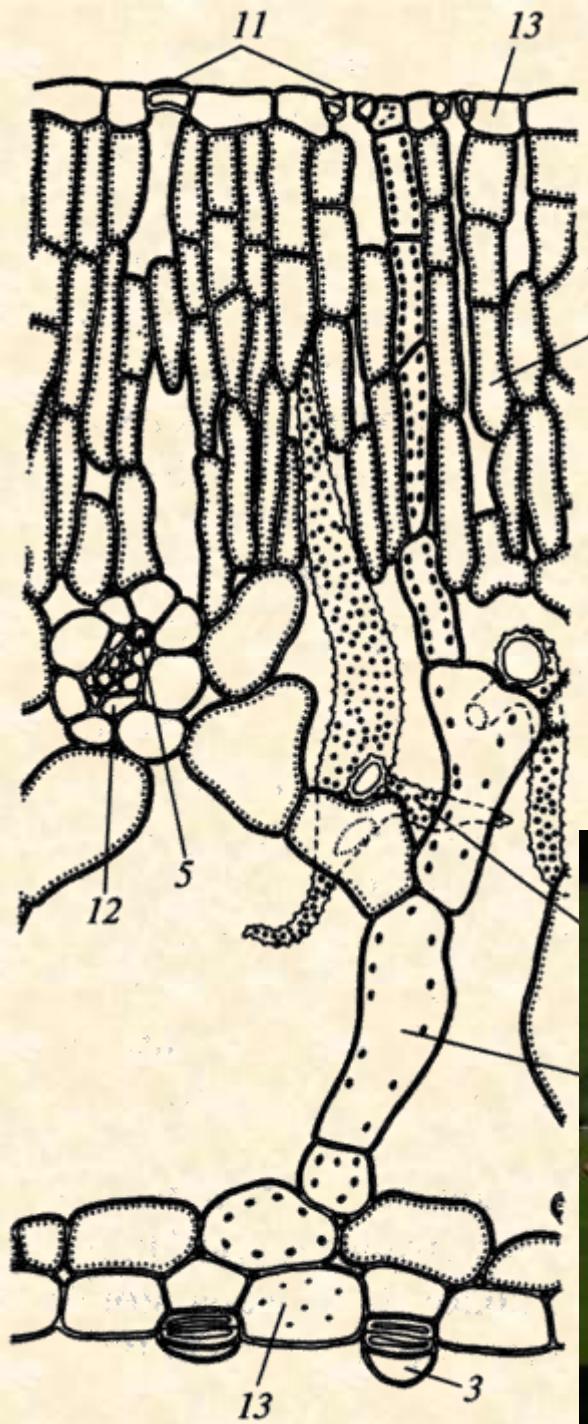
синтезирующая C_4 -кислоты

2 – кранцевая обкладка пучка,

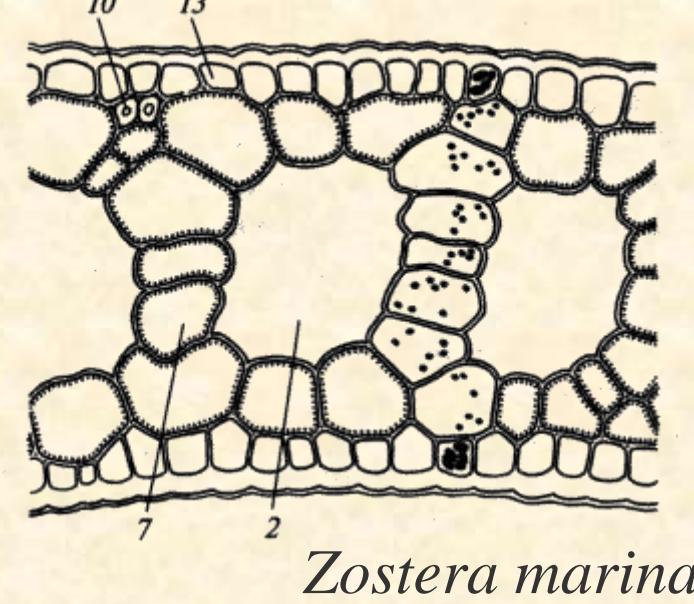
синтезирующая углеводы



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



Nymphaea alba



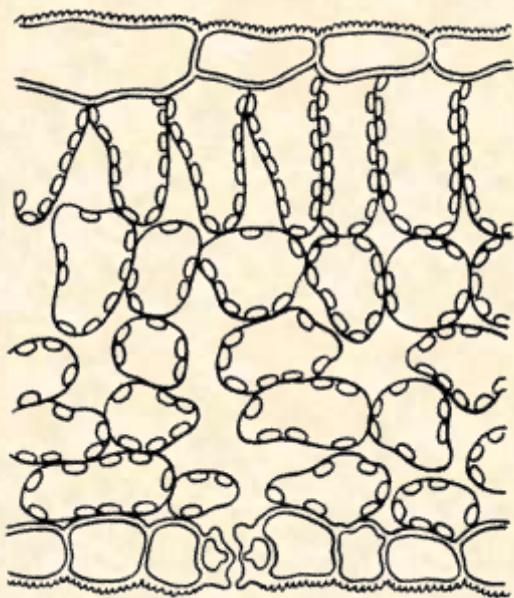
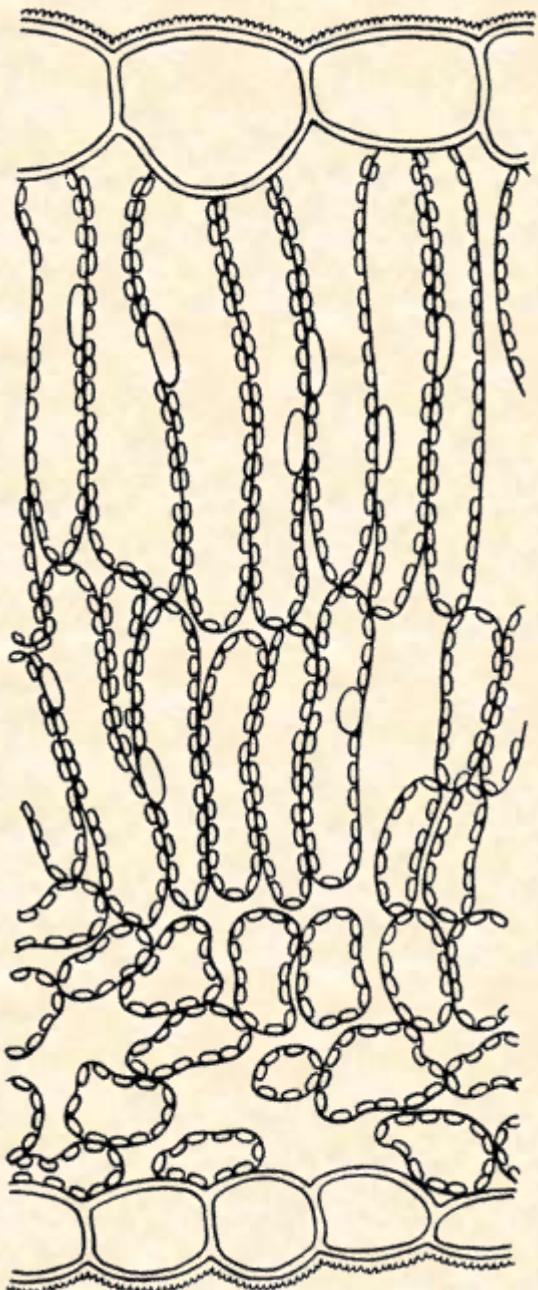
Zostera marina





Световой и теневой листья
Hedera helix





Световой и теневой листья *Syringa vulgaris*