

МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

1. Типы механических тканей

2. Колленхима

3. Склеренхима

4. Распределение механических тканей в теле растения

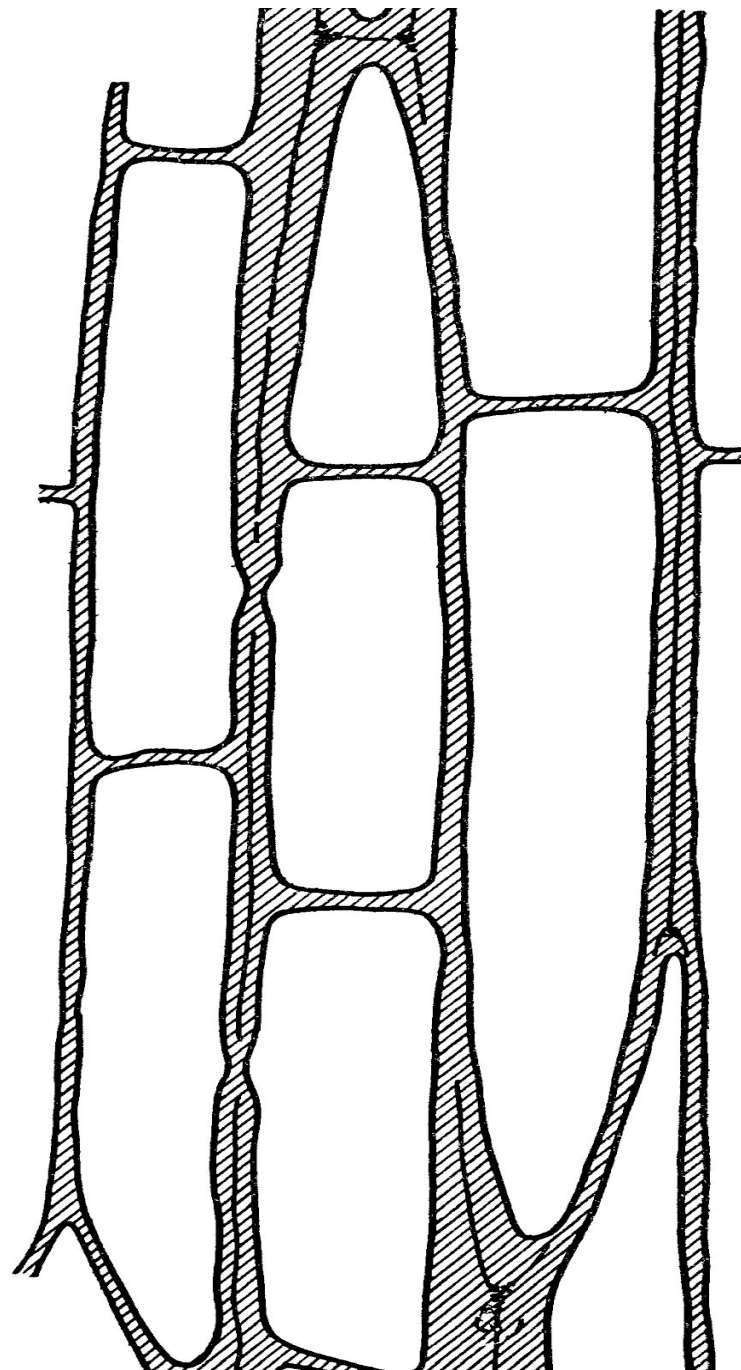
Механические ткани *усиливают* *противодействие* всего растения и его органов *излому* или *разрыву*. Они имеются во всех органах каждого наземного растения. Причем механические ткани обычно выполняют свою функцию только в сочетании с др. тканями организма. Они образуют как бы арматуру среди прочих тканей. Поэтому механические ткани называют также *арматурными*.

Колленхима - механическая ткань первичного происхождения. Образуется из наружных слоев апикальной меристемы, сразу под эпидермисом.

Колленхима состоит из живых клеток с утолщенными неодревесневшими первичными оболочками. Оболочки утолщены неравномерно: одни участки остаются тонкими, а другие – значительно утолщены. В оболочках наряду с клетчаткой много гемицеллюлозы. В цитоплазме имеются хлоропласты.

На продольном срезе клетки колленхимы б. м. вытянуты. Длина их достигает 1-2 мм. Концы клеток несколько скошенные или тупые.

Клетки колленхимы на продольном срезе



Благодаря живому содержимому и наличию хлоропластов в колленхимных клетках активно протекают реакции обмена.

Морфологически колленхима является *простой тканью*, т.к. состоит из одного типа клеток. Основная её функция – опорная.

Колленхима встречается в неодревесневших стеблях, в черешках листьев (иногда вокруг средних жилок листьев). Реже колленхима имеется в цветоножках и плодоножках. Она находится обычно в тех частях органов, где расположены сочные ткани из живых клеток.

Колленхима служит для укрепления молодых, растущих органов. Если бы в это время возникли жесткие ткани, неспособные к растяжению, то рост органов был бы невозможным. Обеспечивая прочность молодых органов, колленхима способна сама растягиваться по мере их роста. Пластичной растяжимостью могут обладать оболочки только живых клеток. Пластичность оболочек клеток колленхимы сохраняется ещё и потому, что в них не происходит одревеснения.

Колленхима может выполнять опорную роль только *в состоянии тургора*. Если листья и стебли теряют воду, то тонкие участки оболочек теряют упругость и складываются «гармошкой». В результате эти органы обвисают.

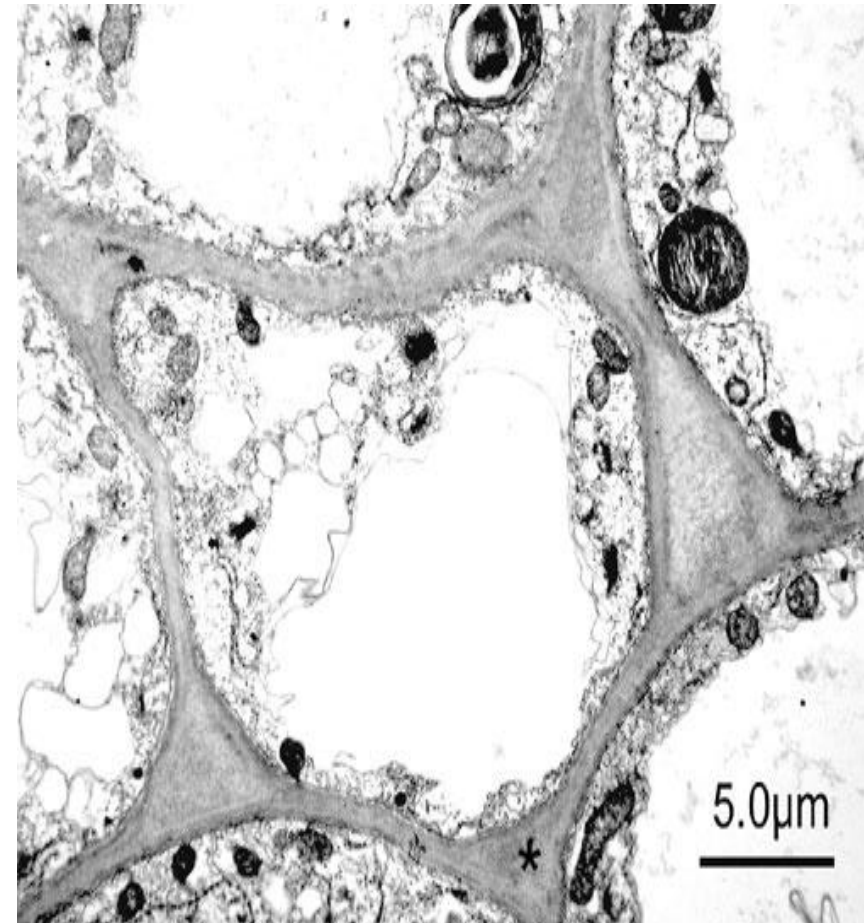
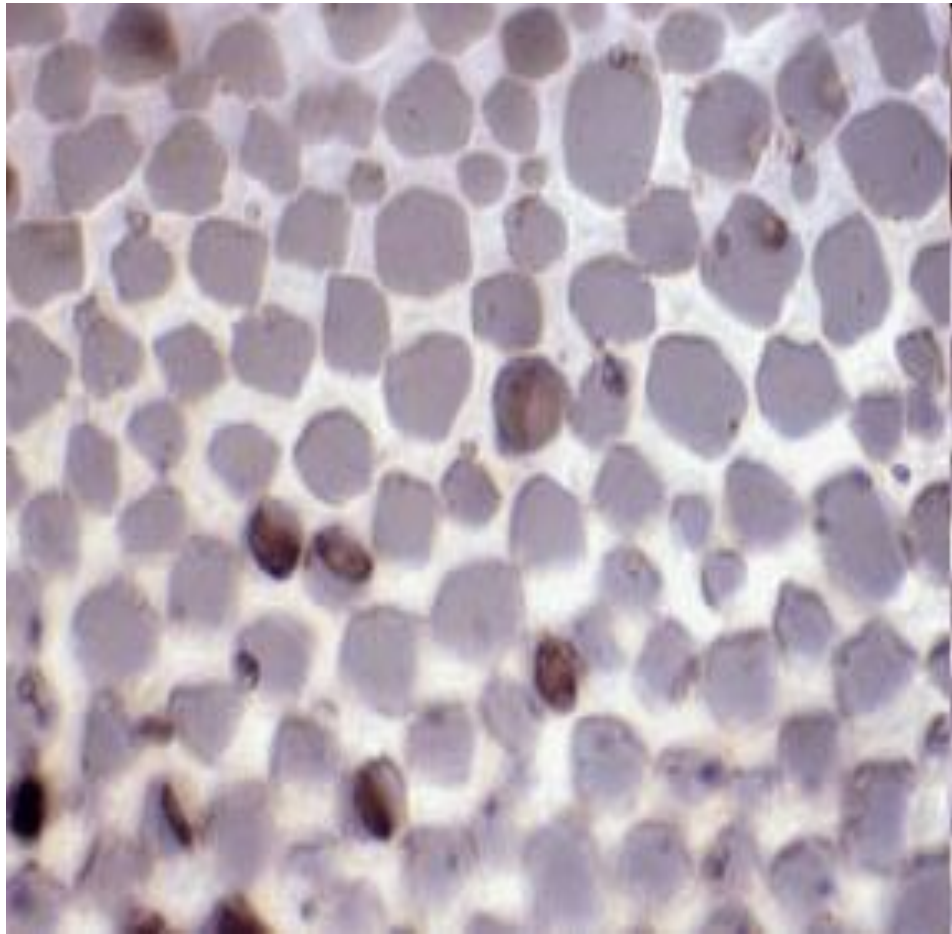
Колленхима почти всегда располагается по периферии органа. Она *появляется раньше других механических тканей*. Располагается колленхима либо сплошным слоем в несколько рядов клеток, либо собрана в пучки. Её пучки обычно связаны с проводящими тканями.

Если на стебле есть ребра, то колленхима тянется по ребрам вдоль стебля в виде компактных пучков. Такие ребра на стебле, заполненные колленхимой, встречаются у растений семейств зонтичных (*Ariaceae*), тыквенных (*Cucurbitaceae*), губоцветных – (*Lamiaceae*).

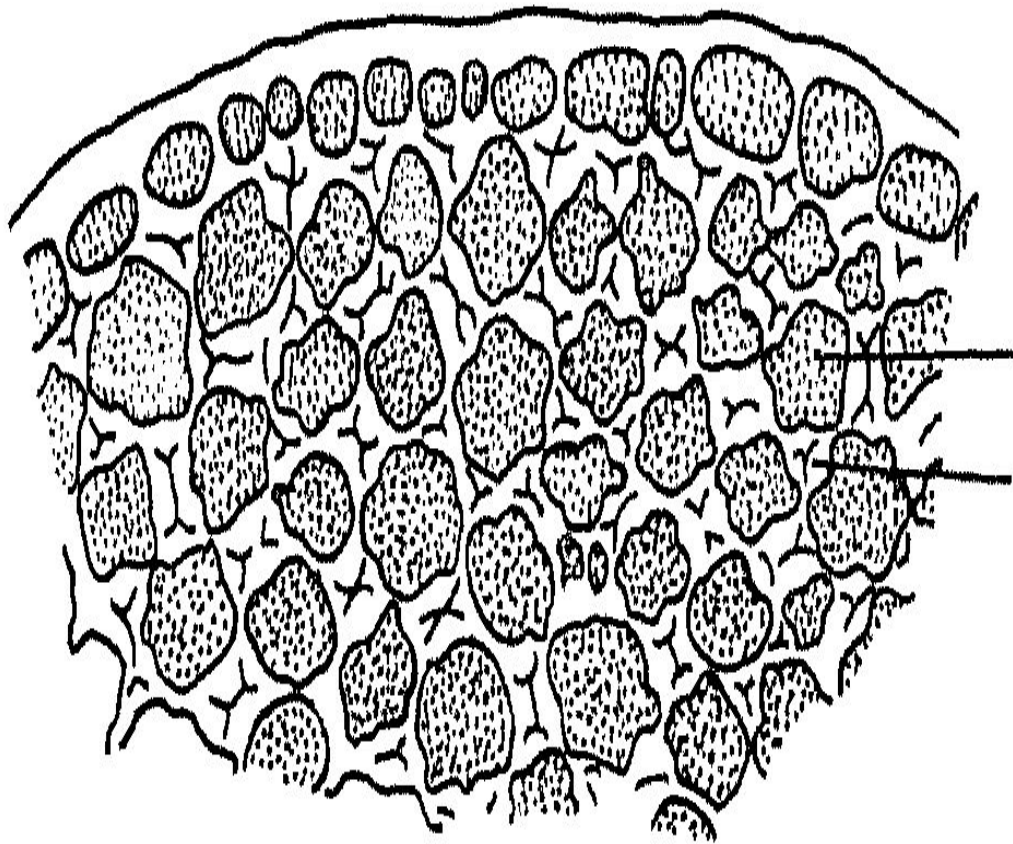
Колленхима свойственна главным образом *двудольным* растениям. Среди однодольных колленхима иногда встречается у злаков. Она располагается у них в узлах соломины.

В зависимости от характера утолщения стенок и соединения клеток между собой различают *уголковую, пластинчатую* и *рыхлую* колленхиму.

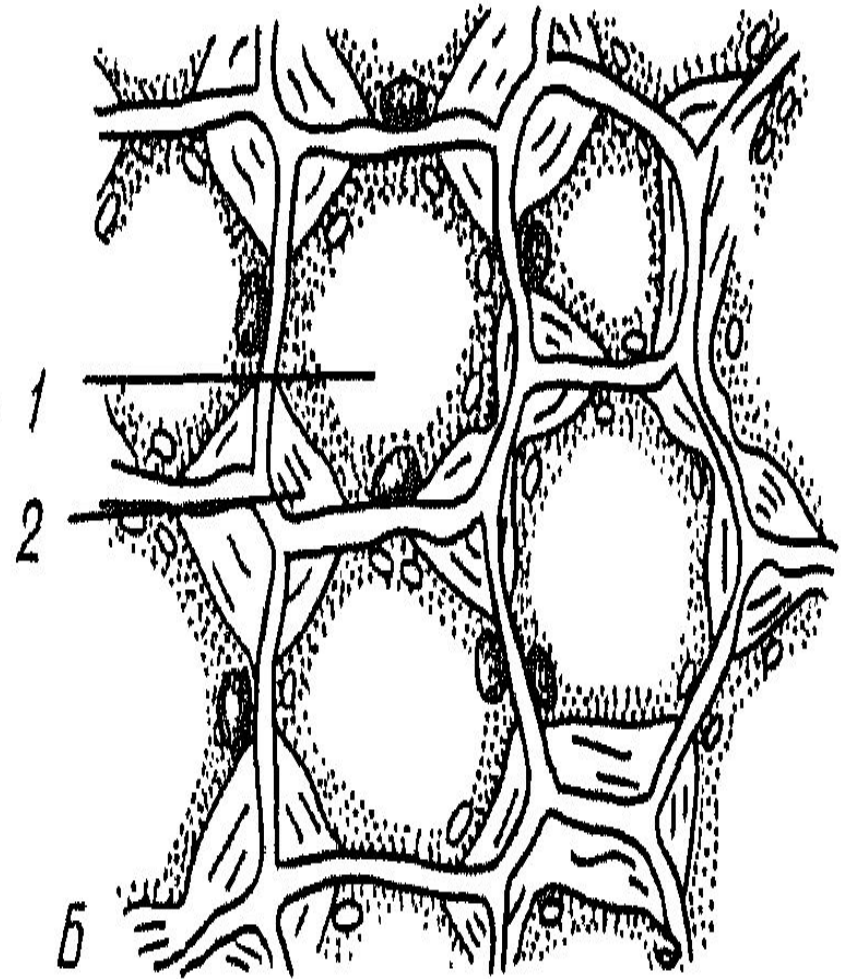
Уголковая колленхима: участок ткани (слева) и отдельная клетка (справа).



Уголковая паренхима черешка листа свеклы (*Beta vulgaris*): А – при малом увеличении, Б – при большом увеличении; 1 – полость клетки, 2 – утолщенная оболочка

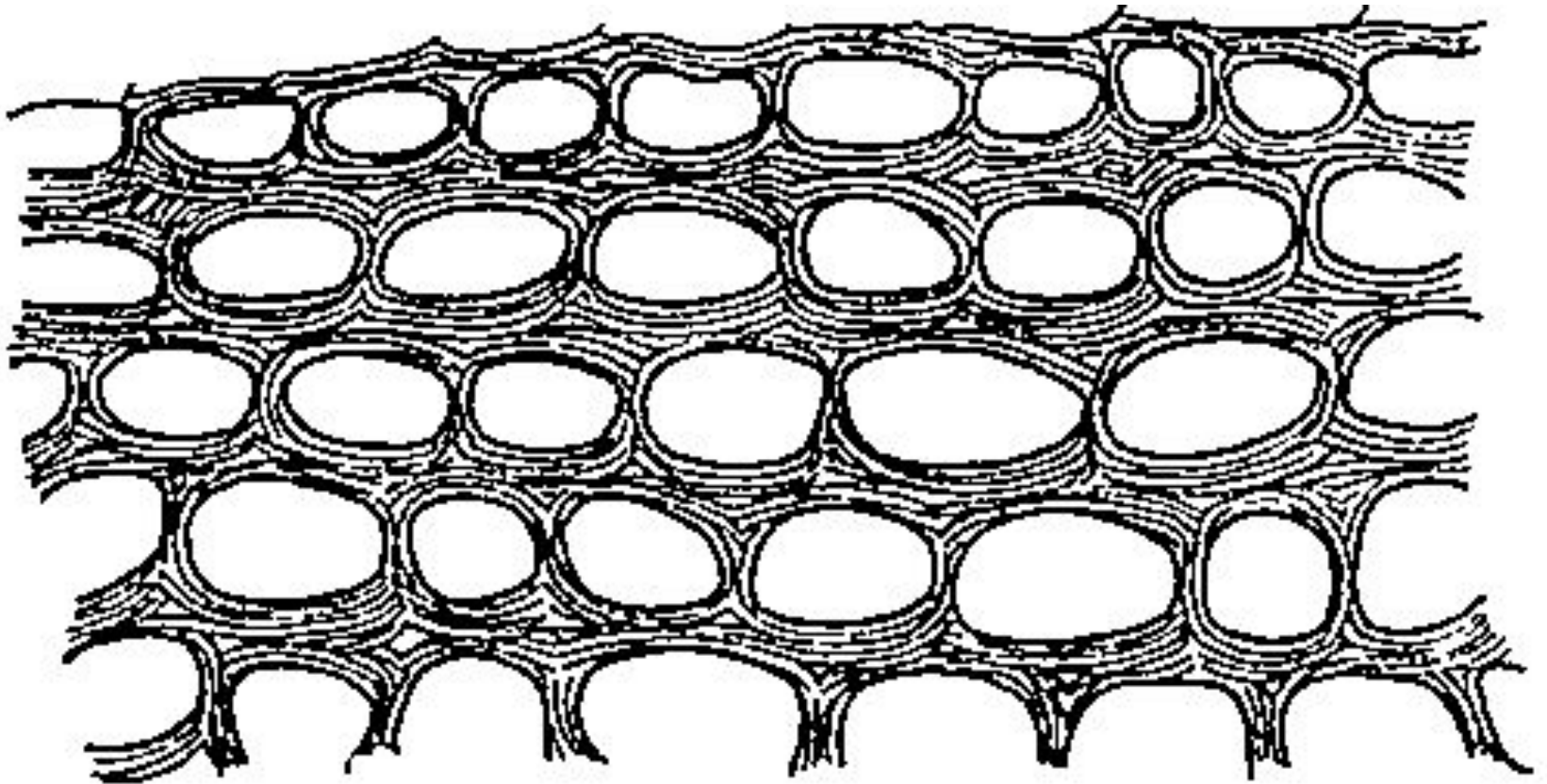


А

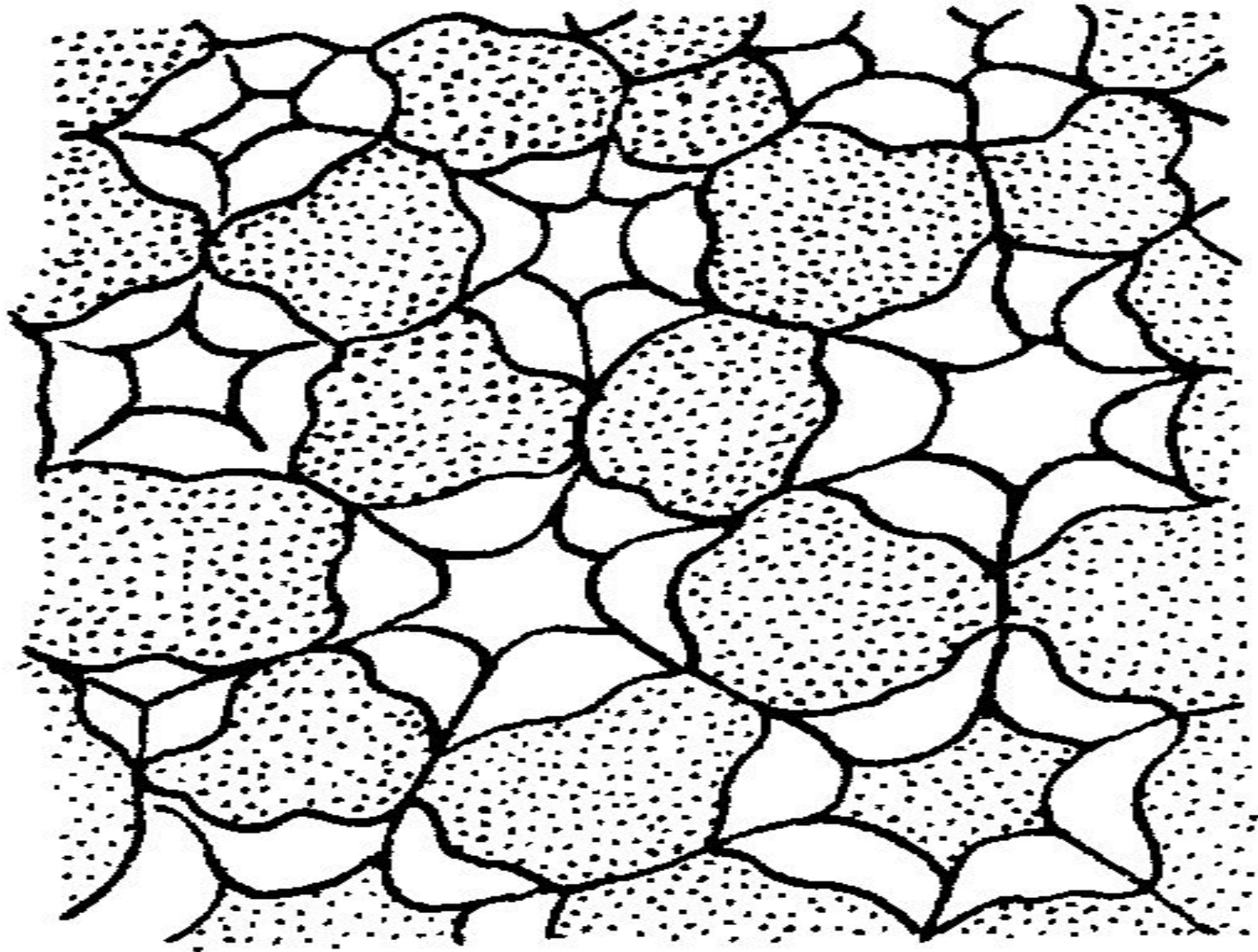


Б

**Пластинчатая колленхима побега дуба
черешчатого (*Quercus robur*)**



Рыхлая колленхима



Склеренхима состоит из клеток с равномерно утолщенными, обычно одревесневшими оболочками. Иногда оболочки остаются неодревесневшими (например, лен – *Linum usitatissimum*).

Оболочки склеренхимных клеток обладают высокой прочностью. В этом отношении они почти не уступают стали. По способности противостоять динамическим нагрузкам, не испытывая остаточной деформации, они превосходят сталь. Отложение лигнина повышает прочность оболочек, их способность противостоять раздавливанию.

Различают 2 основных типа склеренхимы: *волокна* и *склереиды*.

Волокна - прозенхимные клетки, сильно вытянутые в длину и заостренные на концах. Они имеют толстые стенки и узкую полость. Прочность стенок повышается ещё и оттого, что фибриллы целлюлозы проходят в них винтообразно. Причем направление витков во внешних и внутренних слоях чередуется.

Поры в таких оболочках *щелевидные*, немногочисленные. Ориентированы поры соответственно направлению фибрилл. Волокна, входящие в состав древесины, называют *древесинными* или *волоконнами либриформа*. Входящие в состав луба волокна – *лубяными волокнами*. Кроме того, волокна могут входить в состав других тканей, располагаться поодиночке или группами.

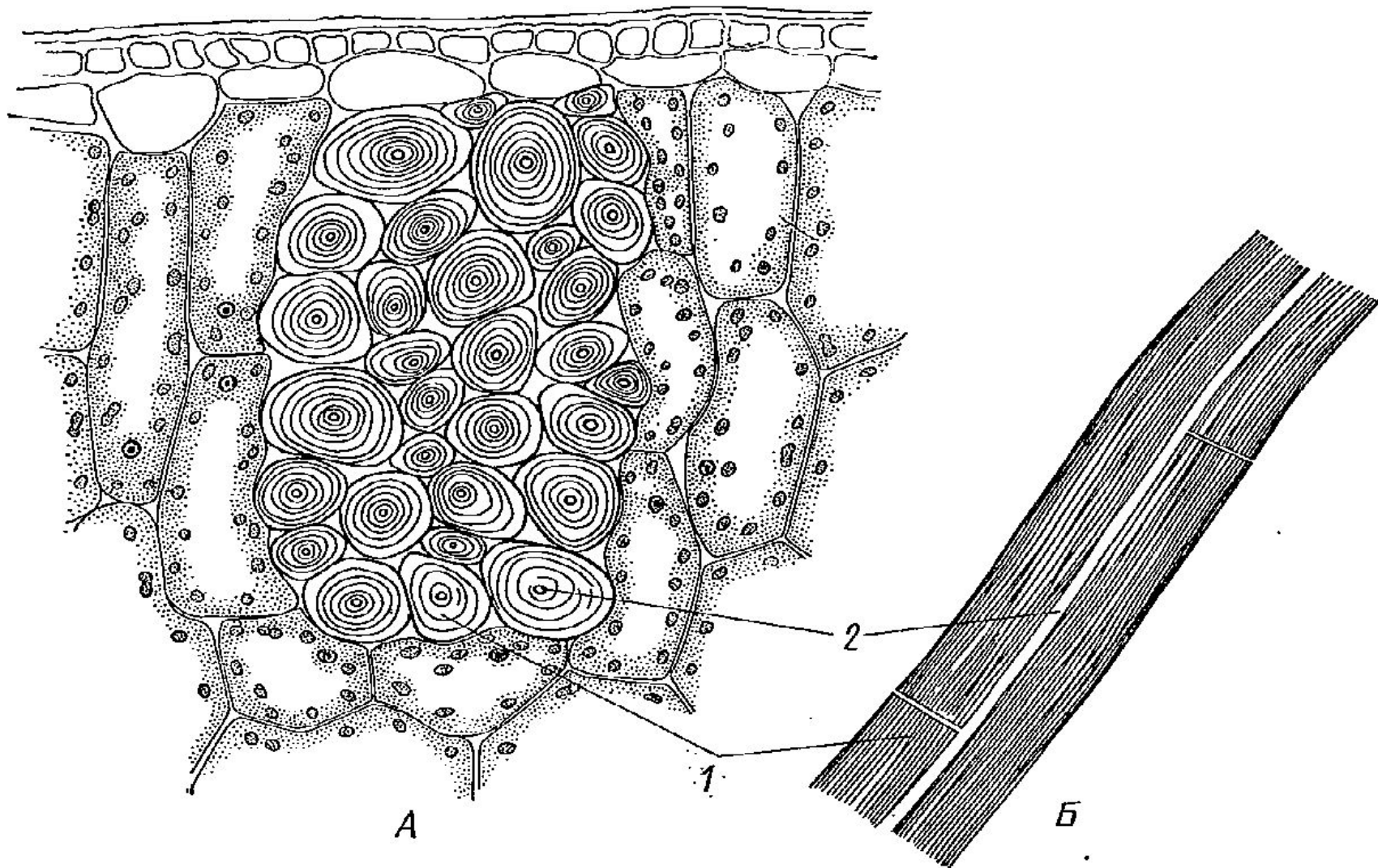
Лубяные волокна обычно составляют простую ткань. Они располагаются либо широким поясом (например, рами – *Boerhaavia nivea* – полукустарник семейства крапивных) или собраны группами. В последнем случае волокна вместе с проводящими тканями образуют сосудисто-волокнистые пучки (например, подсолнечник – *Helianthus annuus*).

Лубяные волокна сильно варьируют по своей организации даже у одного и того же растения. Так, их длина в различных участках стебля одного и того же растения неодинакова. Обычно в нижней части стебля располагаются более короткие волокна, чем в средней и верхней частях.

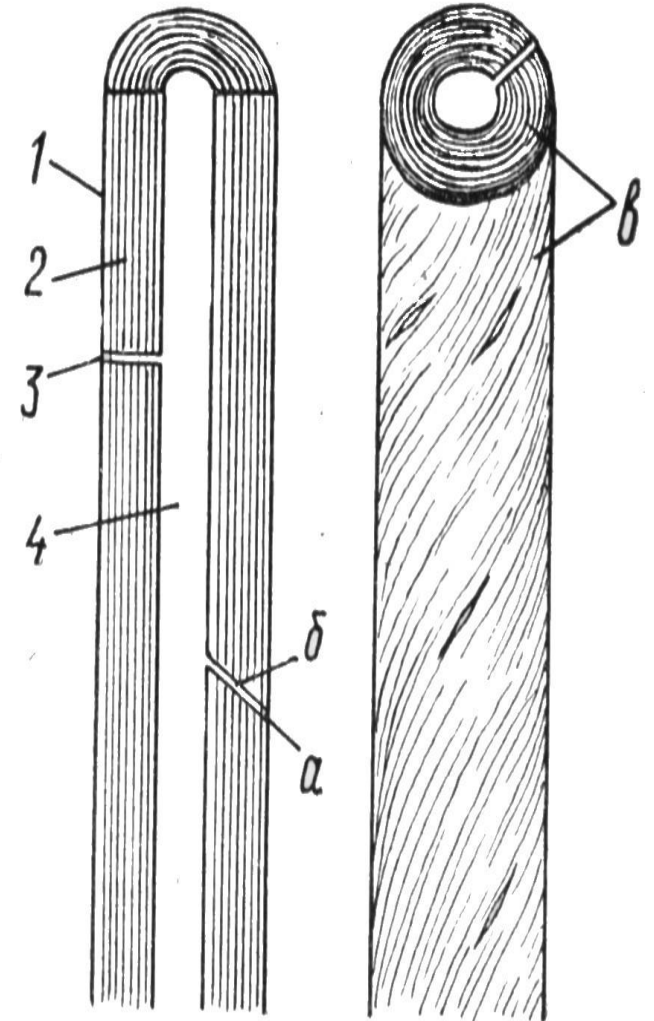
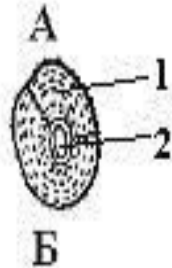
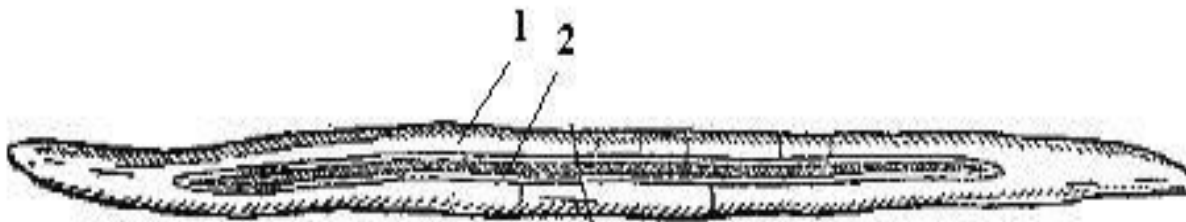
По происхождению различают **первичные** и **вторичные** волокна. **Первичные лубяные волокна** возникают в первичной латеральной меристеме – **перицикле**. **Вторичные лубяные волокна** образуются в результате деятельности вторичной боковой меристемы – **камбия**.

Вторичные лубяные волокна травянистых растений обычно развиты значительно слабее первичных. В текстильной промышленности используются только первичные лубяные волокна растений (льна, конопли – *Cannabis sativa* и др.). Это связано с тем, что вторичные лубяные волокна, по сравнению с первичными, имеют более толстые и одревесневшие стенки. У волокнистых растений (льна, конопли) вторичные лубяные волокна образуются только в нижней части стебля. Чем выше по стеблю, тем их меньше. Примерно на половине длины стебля они уже не образуются.

Лубяные волокна в листьях пальмы *Trachicarpus excelsa*



Лубяные волокна льна (*Linum usitatissimum*)

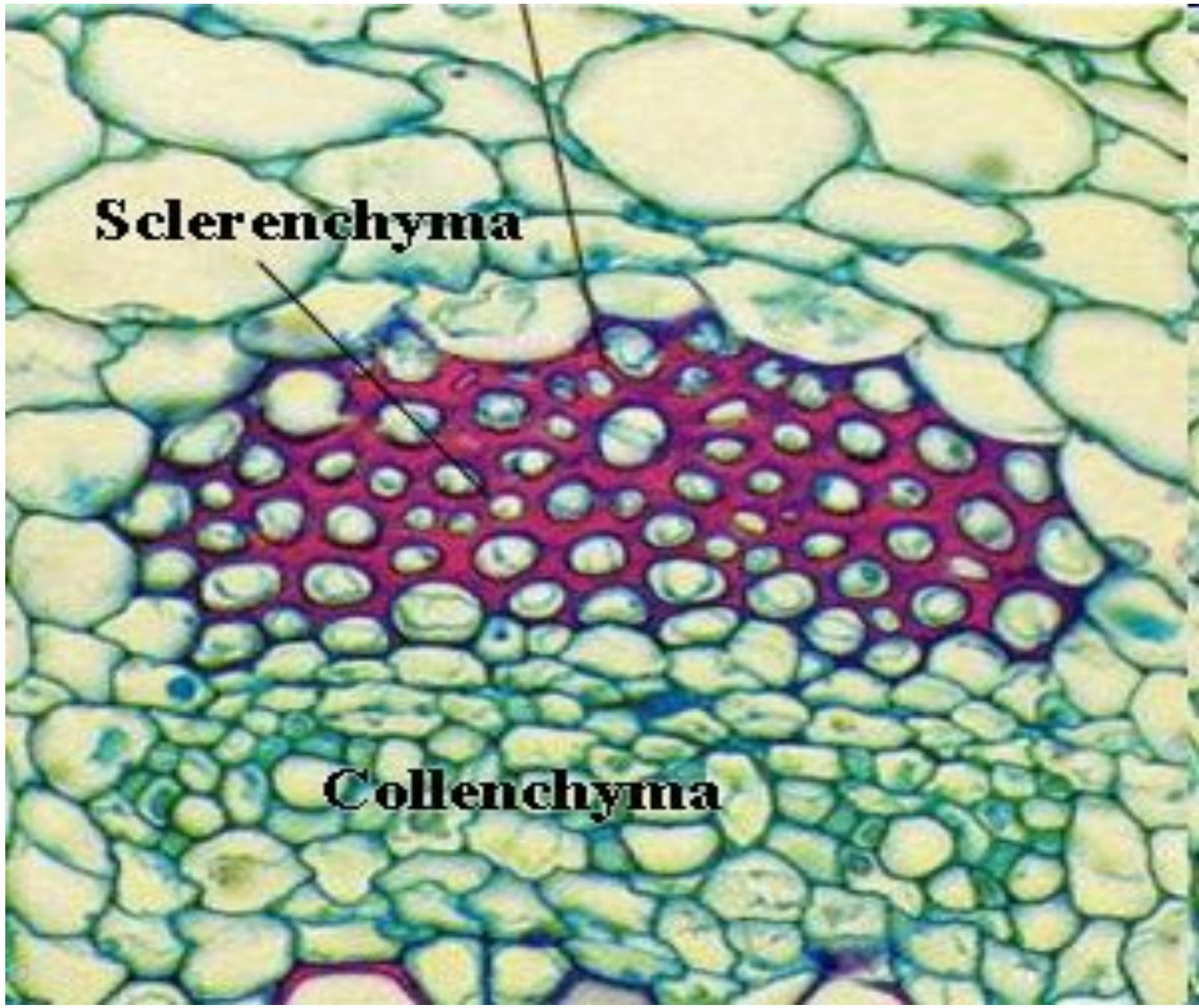


У древесных растений напротив, наиболее обильно развиты вторичные лубяные волокна: например, волокна липы (*Tilia cordata*), из которых состоит лыко.

Вторичные лубяные волокна всегда намного короче первичных.

Больше всего лубяных волокон развивается в стеблях. В корнях их значительно меньше или нет совсем. У некоторых однодольных растений (пальмы, драцены, юкка) лубяные волокна имеются в листьях. Иногда такие волокна есть в плодах некоторых растений (бобах, коробочках и др.).

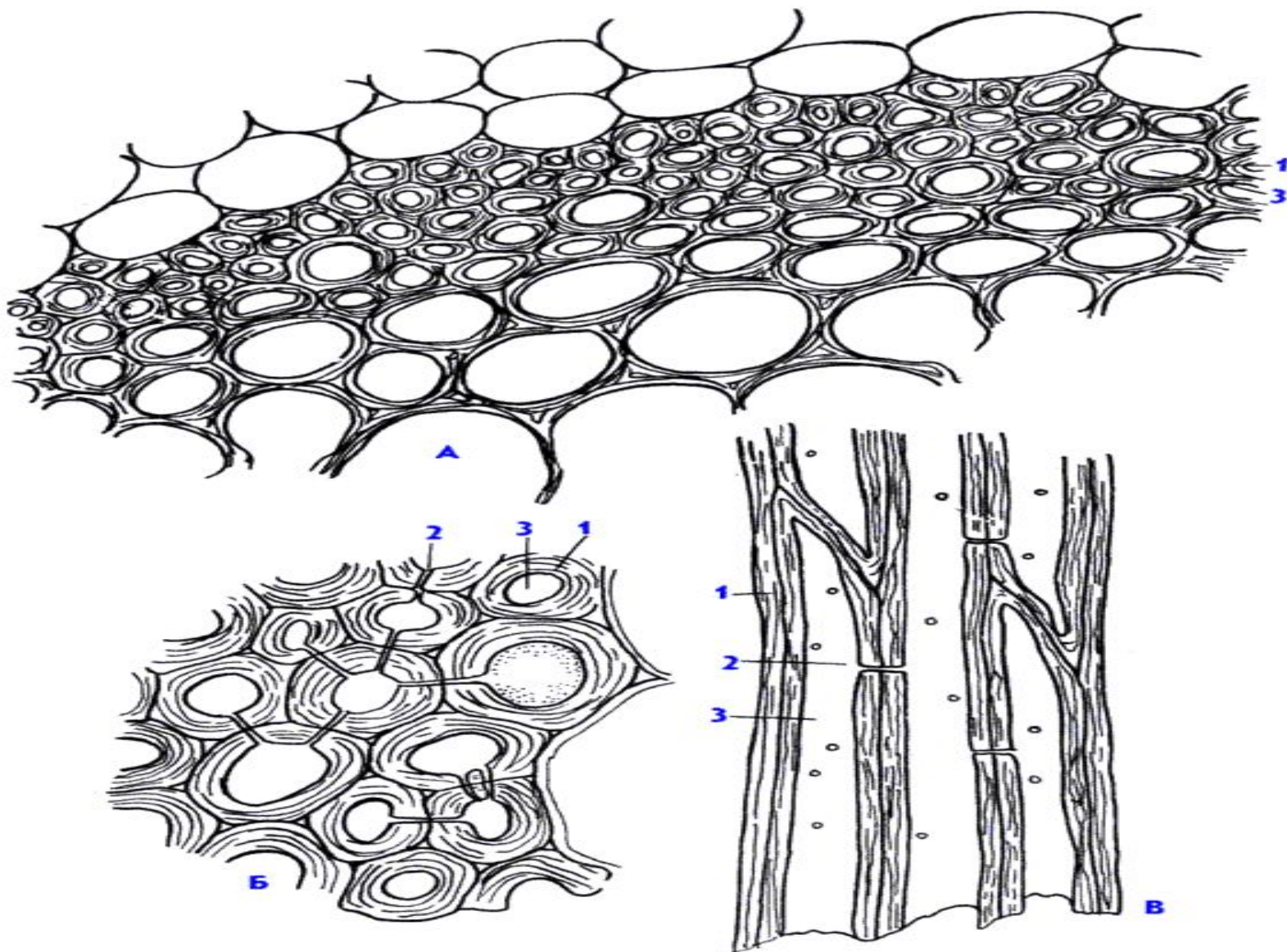
Древесинные волокна (волокна либриформа) по строению сходны с лубяными. Обычно они гораздо короче лубяных. Их длина не превышает 2 мм. Оболочки клеток либриформа **всегда одревесневшие**. По структуре и внешнему виду волокна либриформа иногда представляют переход к другим типам тканей. Иногда они могут быть очень короткими, приближаясь по форме к паренхиме. Протопласт таких клеток долго остается живым. Но бывают клетки либриформа, приближающиеся к водопроводящим элементам. У них оболочки имеют окаймленные поры, протопласт в них быстро разрушается.



Sclerenchyma

Collenchyma

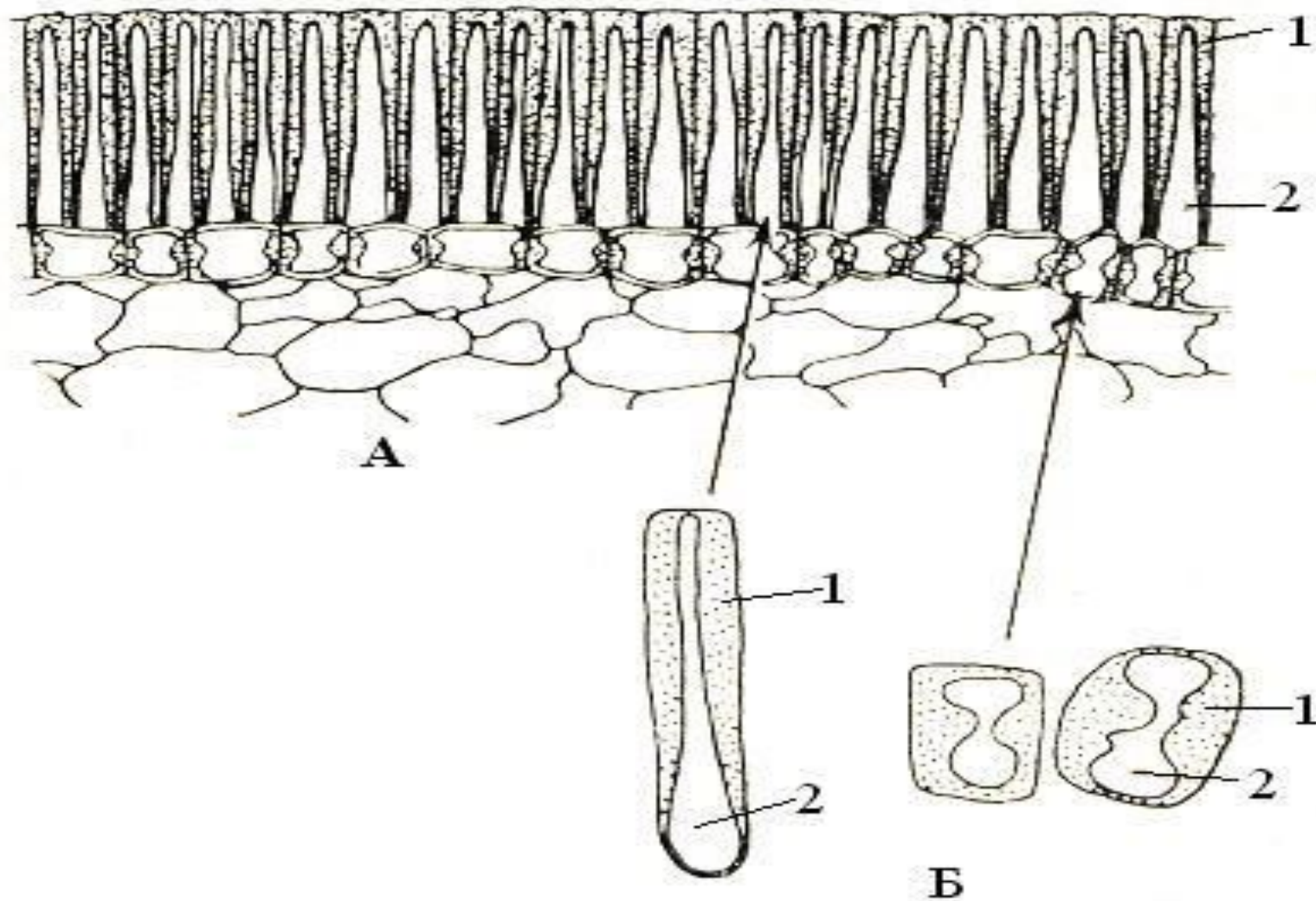
Древесинные волокна листа герани луговой – *Geranium pratense* (поперечный - А, Б и продольный - В разрез группы волокон).



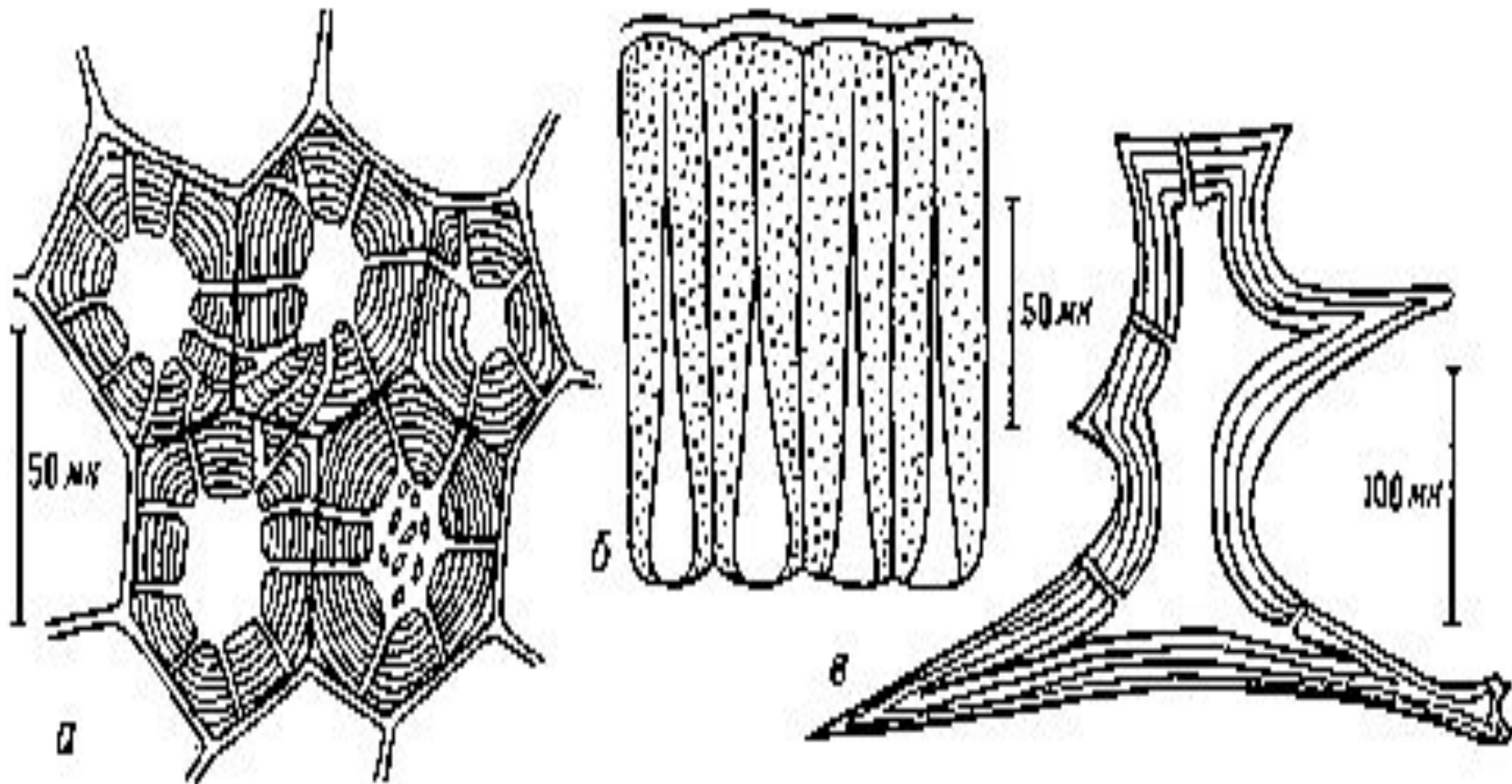
Склереидами называют склеренхимные клетки, не обладающие формой волокна. Они могут быть округлыми – *брахисклереиды* (=каменистые клетки). Вытянутые, ветвистые склереиды называют *астросклереидами*.

Склереиды встречаются в различных органах: плодах, листьях, стеблях.

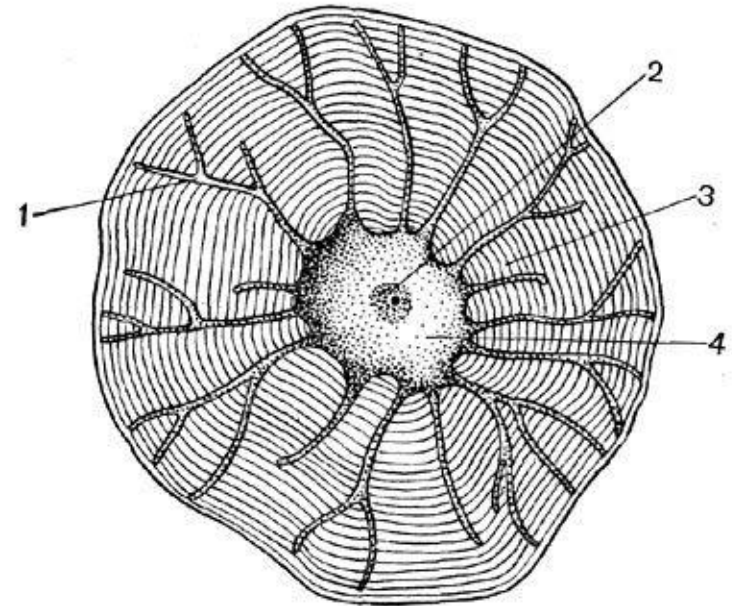
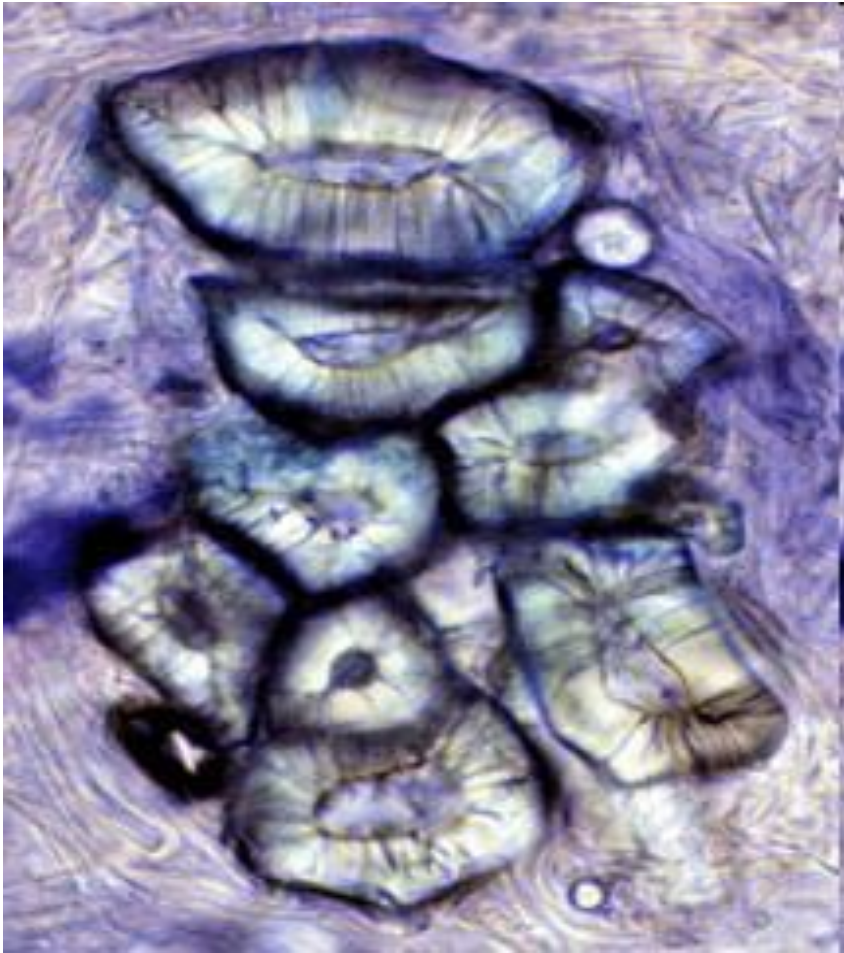
Склерейды в семенной кожуре фасоли (*Phaseolus*):
А - наружная часть семенной кожуры на поперечном срезе; Б - отдельные склерейды. 1 - оболочка, 2 - полость.



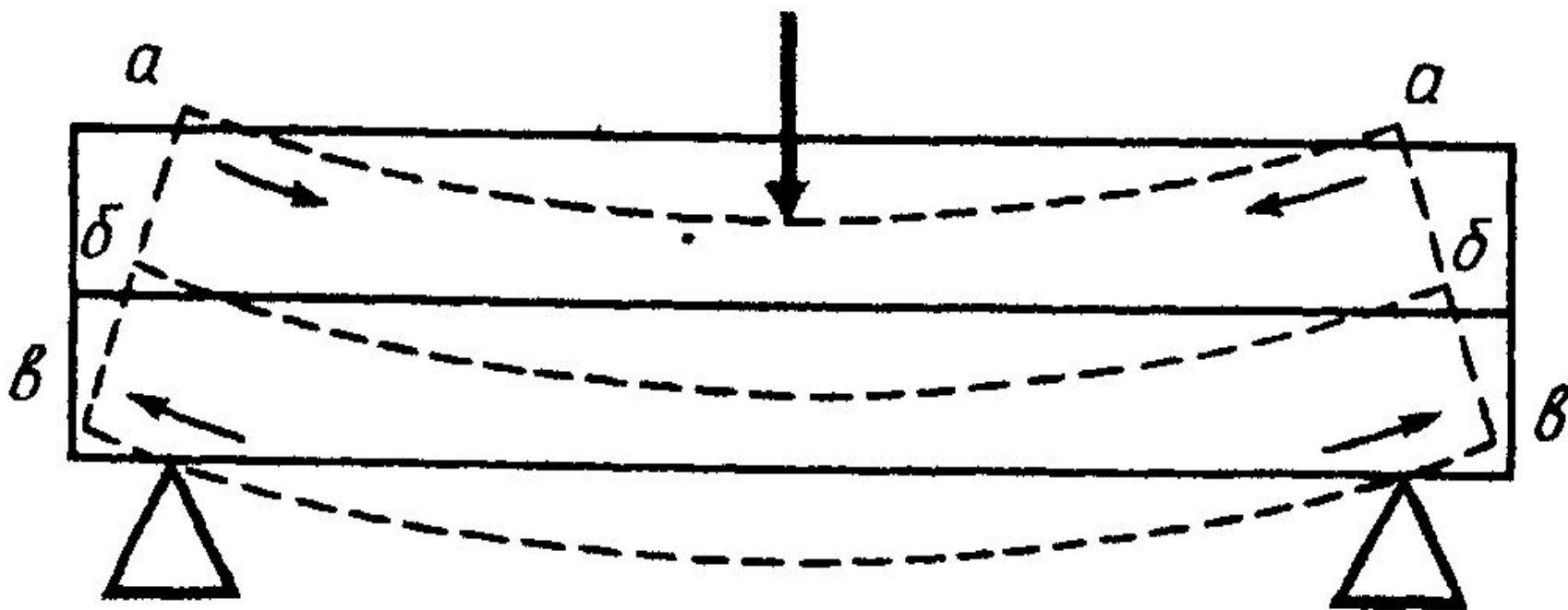
**Каменистые клетки: а — в околоплоднике
груши (брахисклереиды); б — в семенной
оболочке фасоли (макросклереиды); в — в
листе чая.**



Каменистые клетки плода груши (*Pyrus communis*)



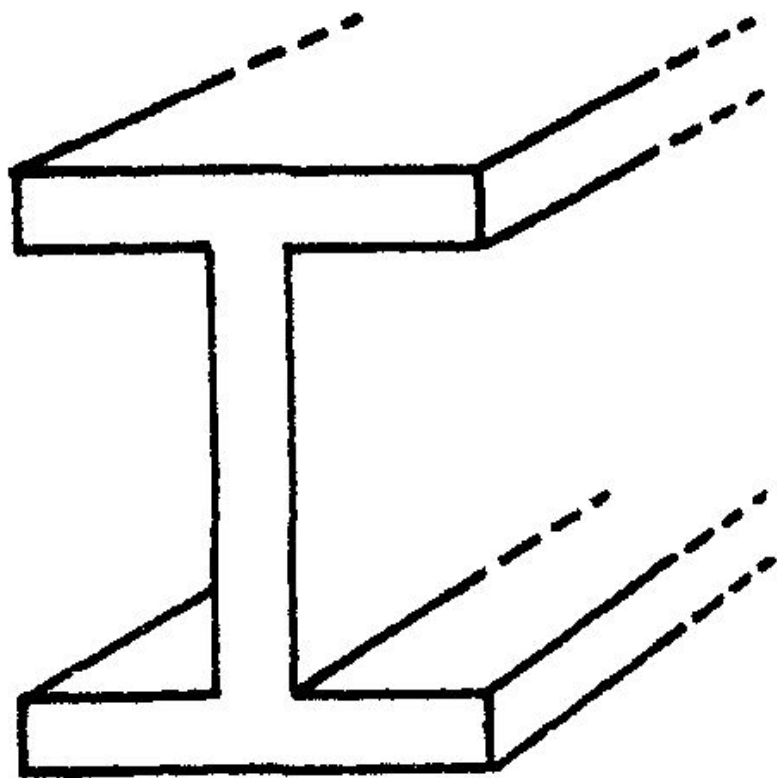
Если стержень, испытываемый на прочность, положить на 2 опоры и нагрузить, то он прогнется. При этом нижняя сторона стержня будет растягиваться. Т.е. она будет работать на разрыв. Верхняя сторона будет сжиматься, т.е. противостоять раздавливанию. При этом материал в центре стержня останется б.м. нейтральным – на него действуют минимальные нагрузки.



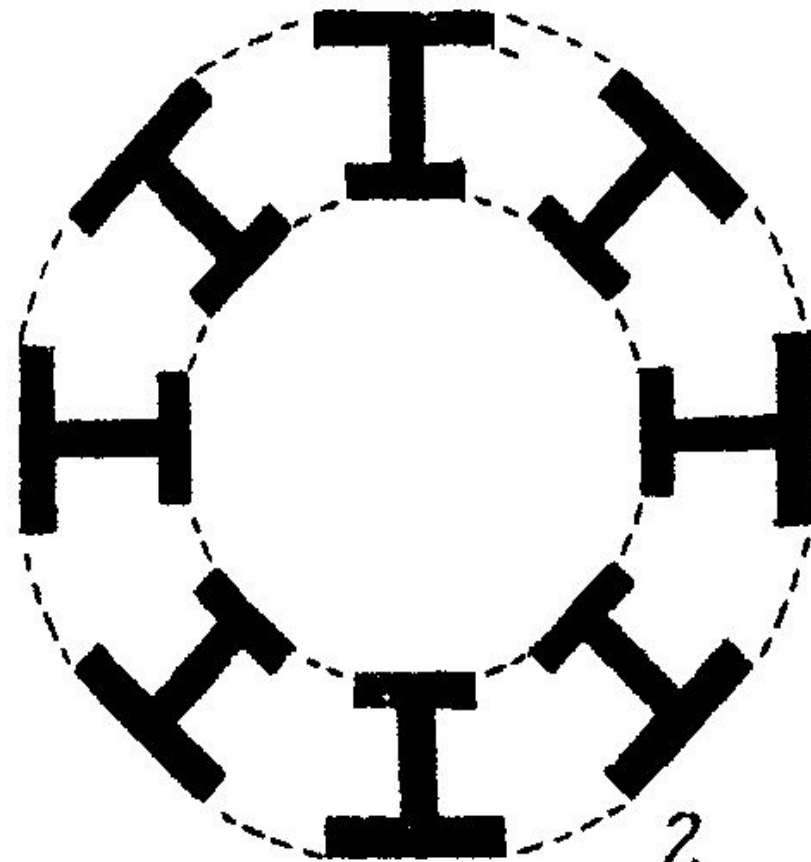
С точки зрения механики, целесообразно материал сосредоточить вверху и внизу стержня. Здесь он будет использоваться наиболее эффективно. В центре стержня, в целях экономии, материала можно употребить гораздо меньше. Поэтому инженеры считают наиболее целесообразной конструкцией для перекрытий *двутавровую балку*. В ней вертикальная полоса, связывающая воедино верхнюю и нижнюю стороны, не позволяет им изгибаться порознь.

Швенденер впервые показал, что в листьях растений механические ткани по расположению часто напоминают двутавровые балки. Вертикально стоящий стебель подвергается изгибам в разных направлениях. Поэтому Швенденер сравнивает его с такой конструкцией, как вертикальная труба. В этой конструкции наиболее экономно и прочно будет распределение механических элементов в виде комплекса двутавровых балок. Т.е. механически работающие элементы должны располагаться с периферии конструкции.

1- двутавровая балка; 2 – полый цилиндр как совокупность двутавровых балок

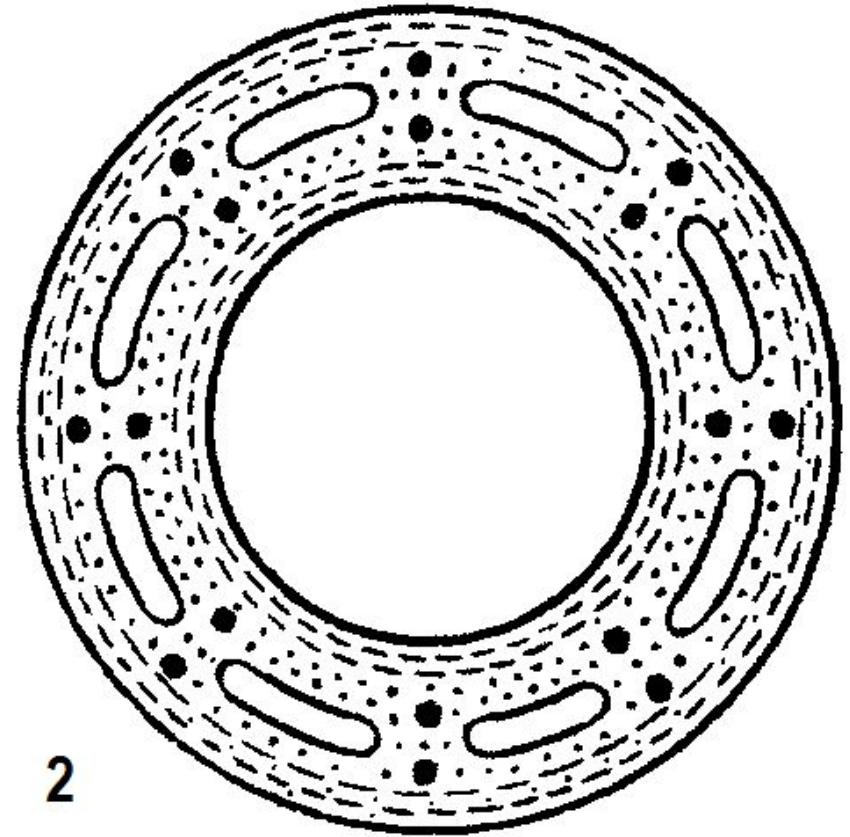
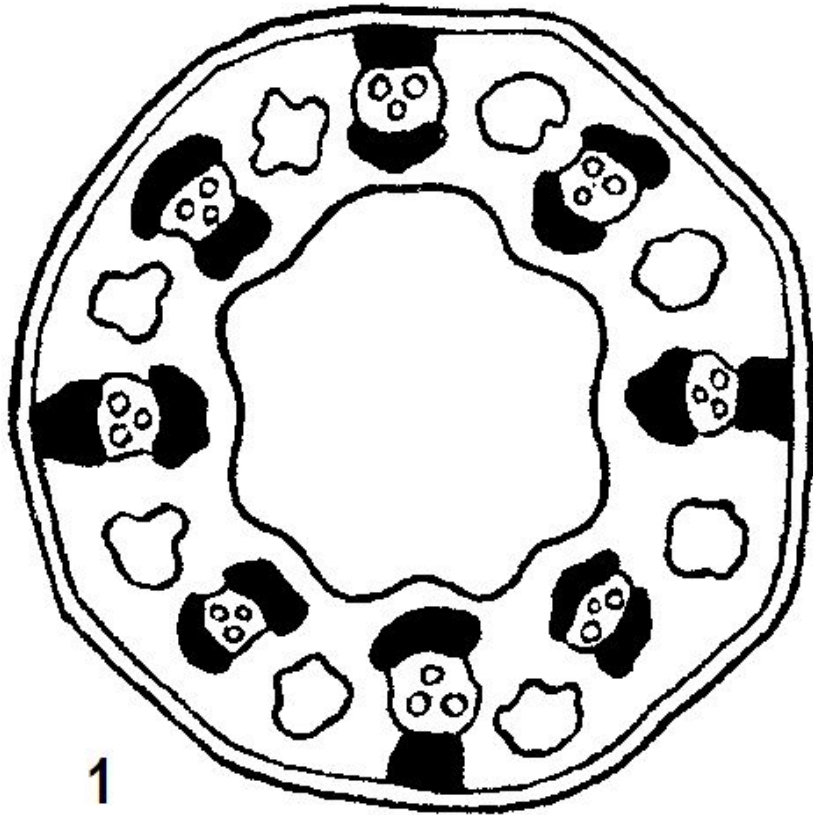


1



2

1 – поперечный разрез стебля пухноса (*Trichoforum*), 2 – поперечное сечение фабричной трубы



В стеблях механические ткани располагаются *близко к поверхности*: под эпидермой или несколько глубже. Центр стебля обычно занят тонкостенной паренхимой или даже имеет полость. В корнях механические элементы располагаются иначе: они сосредоточены в центре органа. Это связано с тем, что корню в почве не грозит опасность изгиба или излома. Он заякоривает растение в почве. Поэтому корень противостоит напряжениям, стремящимся выдернуть его из почвы. Т. е. он противодействует разрыву. В соответствии с этим целесообразно расположение механических элементов *в центре корня*.

Существенный вклад в эту проблему внес также советский ботаник В.Ф.Раздорский (1883-1955). Он указал, что механические ткани нельзя рассматривать изолированно от других тканей растения.

В.Ф.Раздорский разработал теорию строительно-механических принципов строения растений. Согласно этой теории, тело растения можно сравнить с комплексным сооружением из железобетона. В нем оба материала (железо и бетон) дополняют друг друга. Железная арматура препятствует разрыву, а бетон противостоит сдавливанию и не допускает смятия арматуры. Поэтому вся конструкция более прочна, чем бетон или железо в отдельности.

В теле растения тяжи механических тканей играют роль арматуры. Они погружены в упругую массу живых клеток. Это и обеспечивает огромную прочность растительных органов.

Растение непрерывно подвергается различным быстро меняющимся нагрузкам. Это порывы ветра, удары дождевых капель, вытаптывание животными и др. Следовательно, органы растений должны действовать наподобие пружин. Т.е. они должны возвращаться в исходное состояние после снятия нагрузки. Поэтому ствол дерева, раскачивающийся под тяжестью кроны, имеет конструкцию сплошной упругой пружины.

Распределение внутренних напряжений в древесине ствола, ветвей и корней дерева

