

Эргастические вещества  
растительной клетки

**Клеточный сок**

## **Эргастические вещества** – продукты жизнедеятельности протопласта:

- **Локализация:** клеточная стенка, вакуоль, цитоплазма
- **Продукты первичного метаболизма (синтезируются в ходе фотосинтеза):** простые белки, глюкоза, сахароза, крахмал, инулин, целлюлоза, запасные жиры и жироподобные вещества
- **Продукты вторичного метаболизма (образуются из веществ первичного метаболизма в ходе обмена веществ):** танниды, полифенольные соединения, алкалоиды, изопренпроизводные, гликозиды и др.
- **Классификация:**
  - ✓ Запасные (включения)
  - ✓ Структурные компоненты клеточной стенки
  - ✓ Защитные
  - ✓ Конечные продукты метаболизма

# КЛЕТОЧНЫЙ СОК

- **ЖИДКОСТЬ, НАХОДЯЩАЯСЯ В ВАКУОЛЯХ ЖИВЫХ КЛЕТОК**
- Обычно имеет кислую реакцию, редко нейтральную, еще реже щелочную (сем. Тыквенные: огурец, тыква, дыня).

# Химический состав клеточного сока

- Вода 70-95%
- Минеральные соли:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{Br}^-$  и т.д.
- Органические вещества: Органические кислоты, углеводы, гликозиды, танниды, пигменты, алкалоиды, белки, ферменты, витамины и др.

# Органические кислоты

- находятся в свободном виде и в виде кислых солей. Именно они придают клеточному соку кислую реакцию. Наиболее распространенными в клеточном соке являются ***щавелевая, яблочная, винная и лимонная.***

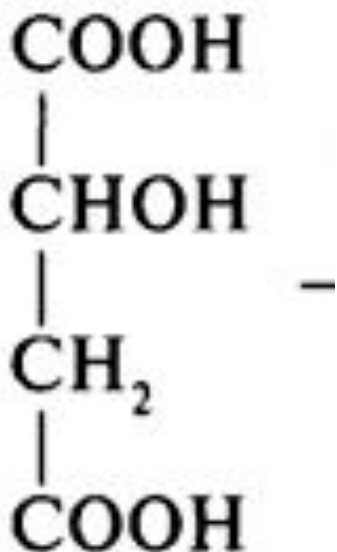
# Щавелевая кислота

HOOC – COOH



- получила свое название от щавеля, в листьях которого она находится в большом количестве. Встречается также у солянок, ревеня, кислицы. В клетках растений часто откладываются кальциевые соли щавелевой кислоты – оксалаты

# Яблочная кислота



Яблочная  
кислота

- находится в яблоках (антоновка), плодах рябины, малины, вишни, брусники, клюквы, томата, листьях ревеня



# Винная кислота

- $\text{COOH} - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$
- преобладает в плодах винограда и малины, есть в плодах томата, ананаса и др. растений.

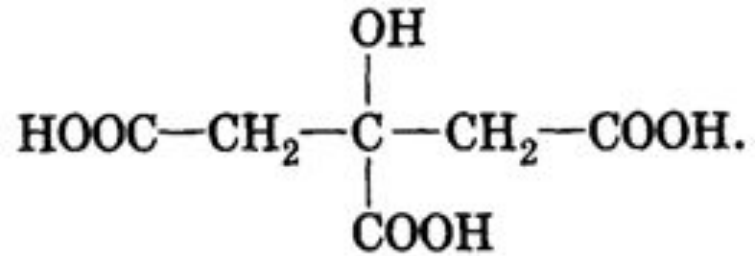




# Лимонная кислота



 ДиетаКлуб

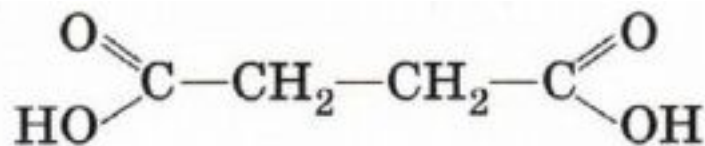


- Лимона (до 9%) и др. citrusовых, в плодах лимонника, смородины, крыжовника, земляники, персика, клюквы. Добывается из листьев табака (8-14%). Соли лимонной кислоты называются **цитраты**. Цитрат натрия используется для консервирования крови.

# Янтарная кислота

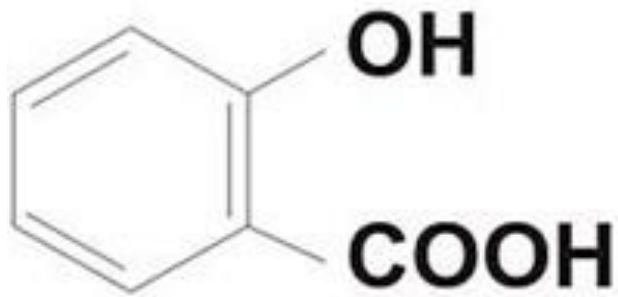


- в плодах смородины и земляники



янтарная кислота

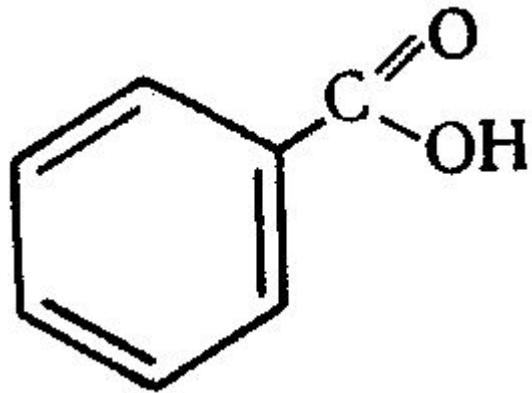
# Салициловая кислота



- в плодах малины
- Обладает жаропонижающим действием



# Бензойная кислота



- в плодах брусники и клюквы
- Бензойную кислоту и её соли используют при консервировании пищевых продуктов ([пищевые добавки](#) Бензойную кислоту и её соли используют при консервировании пищевых продуктов (пищевые добавки [E210](#) Бензойную кислоту и её соли используют при консервировании пищевых продуктов (пищевые добавки E210, [E211](#) Бензойную кислоту и её соли используют при консервировании пищевых продуктов (пищевые добавки E210, E211, [E212](#) Бензойну

# Функции органических кислот

- Фитонциды – защищают растения от поражения грибными, вирусными и бактериальными заболеваниями.
- участвуют в цикле Кребса

# Углеводы

- Моносахариды (глюкоза, фруктоза)
- Дисахариды (сахароза)
- Полисахариды (инулин)

# Глюкоза

- $C_6H_{12}O_6$  – встречается чаще всего в плодах растений, входит в состав меда. Больше всего ее содержится в плодах винограда, поэтому ее еще называют виноградный сахар.
- образуется в процессе фотосинтеза. Затем она превращается в **первичный крахмал**. Ночью первичный крахмал гидролизуется до глюкозы и транспортируется в другие органы, где образуется **вторичный крахмал**.
- Глюкоза – это основной субстрат, используемый для дыхания клетки. Глюкоза входит в состав других веществ клеточного сока: гликозидов, таннидов и др.

# Качественная реакция на глюкозу



- выявление глюкозы является **фелингова жидкость** (щелочной раствор окиси меди), который при соединении с глюкозой дает красный осадок закиси меди.

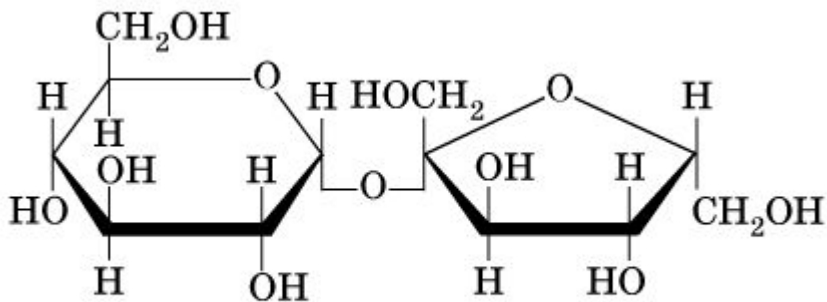


# Фруктоза (плодовый сахар)



- является изомером глюкозы
- отличается более сладким вкусом
- Преобладает в зрелых плодах, содержится в меде.
- По мере созревания плодов глюкоза переходит во фруктозу и плоды становятся слаще.

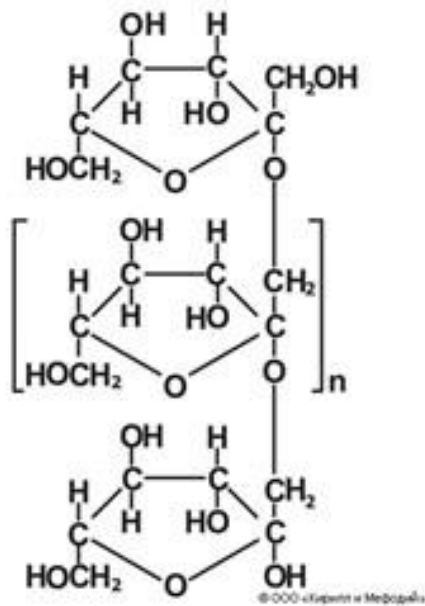
# Сахароза



сахароза

дисахарид –  $C_{12}H_{22}O_{11}$  – состоит из 1 молекулы глюкозы и 1 молекулы фруктозы.

- Встречается во многих растениях, но особенно много ее в корнеплодах сахарной свеклы (до 26%), стеблях сахарного тростника (до 20%), в плодах дыни и арбуза.
- является запасным питательным веществом, а для человека – одним из важных продуктов питания.



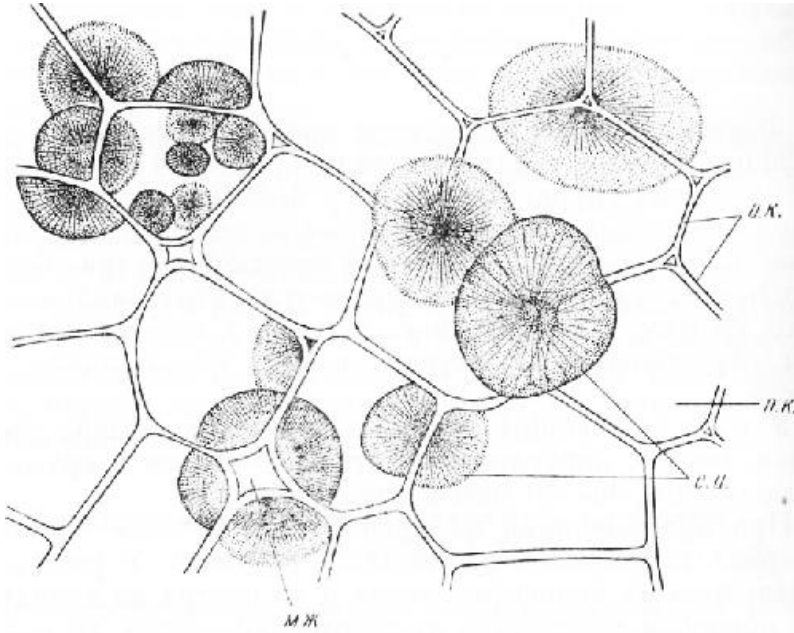
# Инулин

- $(C_6H_{10}O_5)_n$  – изомер крахмала, растворимый в воде, но не растворимый в спирте
- Не окрашивается йодом, не образует клейстер.
- характерен для растений сем. Сложноцветных. Больше всего его в подземных частях растения: корнях, корневищах, клубнях (георгин, земляная груша, цикорий, одуванчик).
- Впервые инулин был обнаружен в корневище девясила (*Inula helenium*)
- При гидролизе инулин превращается во фруктозу.
- Полезен при сахарном диабете



*Inula helenium*

# Качественная реакция на инулин



Инулин в клетках клубня  
топинамбура

- В спирте инулин образует сферические кристаллы с радиально расположенными игольчатыми кристалликами.

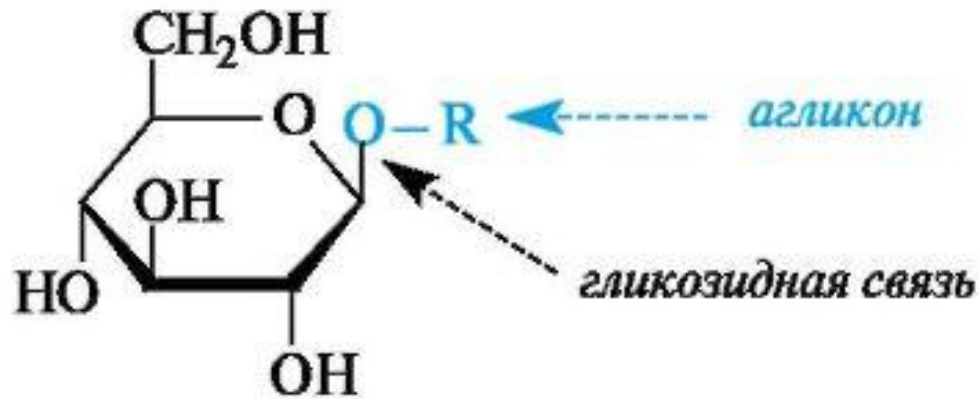
# Пектины

- полисахариды, мономером которых являются уроновые кислоты (от греч. *«пектис»* – студень). Образуют гелеобразные растворы. Сравнительно много пектиновых веществ в плодах цитрусовых, айвы, яблони, сливы, корнеплодах редиса, свеклы, моркови.
- Пектиновые вещества используются в кондитерской промышленности для приготовления мармелада, желе, пастилы



# Гликозиды

- производные углеводов, являются соединениями сахаров со спиртами, альдегидами, фенолами и другими безазотистыми органическими веществами.

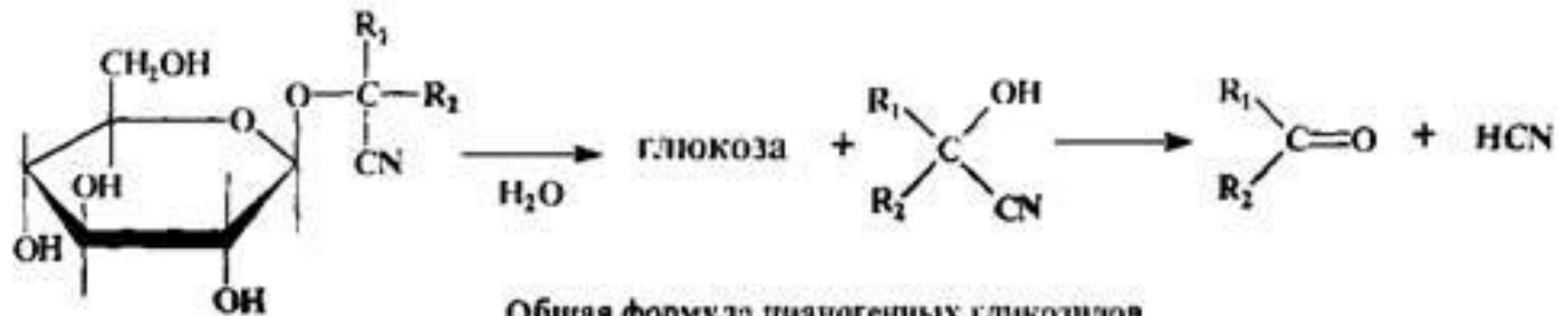


# Функции:

- запасные вещества
- ядовитые вещества
- участвуют в окислительных процессах клетки и образовании дубильных веществ.

# Гликозиды

- Под действием ферментов и при соприкосновении с воздухом гликозиды легко распадаются на составляющие вещества, при этом выделяется приятный аромат, например при заварке чая, кофе, какао. Аромат сена, горчицы, ванили также обусловлен распадом гликозидов

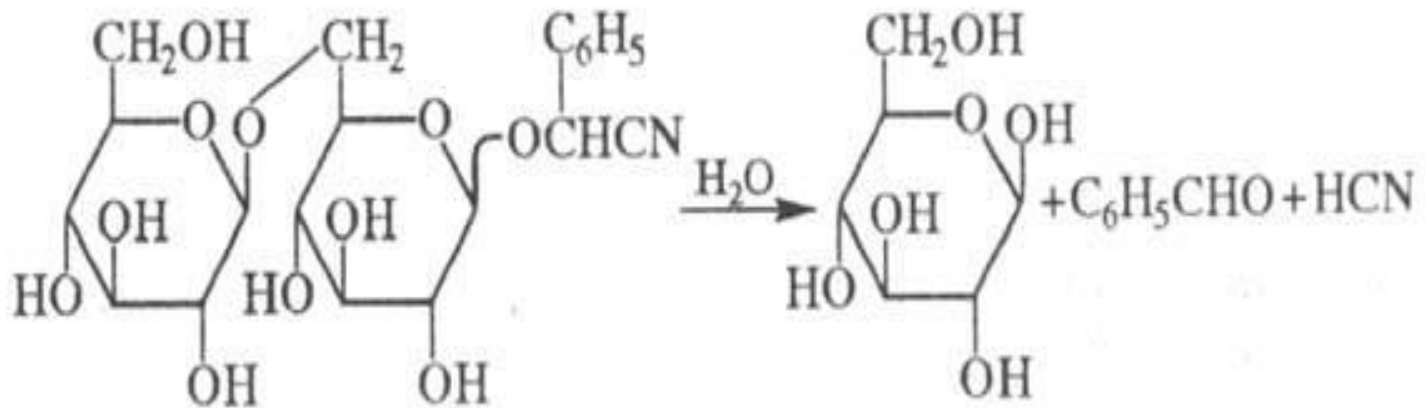


Общая формула цианогенных гликозидов  
и схема их гидролиза



# Амигдалин

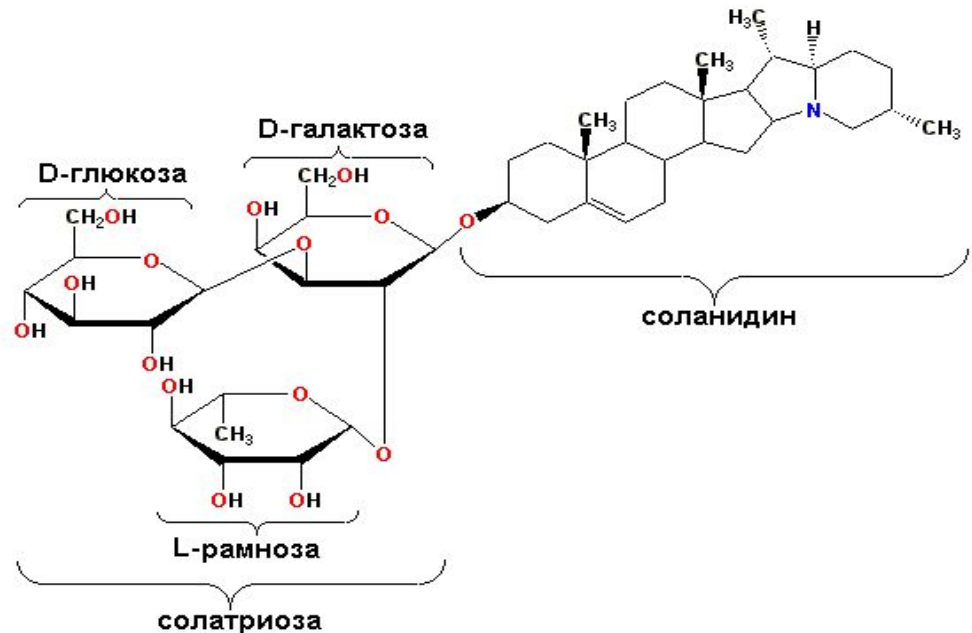
- содержится в семенах косточковых (миндаль, персики, абрикос, вишня, слива, груша, яблоня). Амигдалин под действием специального фермента эмульсина разлагается на глюкозу, бензойный альдегид (пахнущий миндалем) и синильную кислоту, являющуюся сильнейшим ядом.



IX

# Соланин

- Содержится у растений сем. Пасленовых (картофель, томат и др.)
- Разрушается при варке



# Сердечные гликозиды



**конваллотоксин**  
(цветки ландыша)



**Дигитоксин**  
(листья  
перстянки)



**адонидин**  
(трава  
адониса)



**строфантин**  
(семена  
строфанта).

•

# ***Сапонины***

- группа гликозидов, растворы которых обладают способностью пениться при взбалтывании. Сапонины содержатся у ***солодки, мыльнянки, истода (корни)***. Эти растения используются в медицине в качестве отхаркивающих средств.



***Солодка голая***



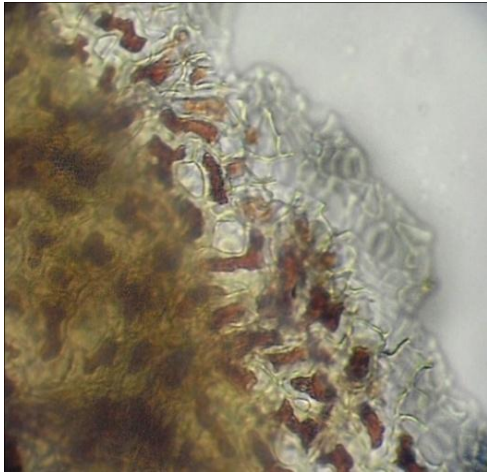
***Мыльнянка  
лекарственная***



***Истод сибирский***

# Танниды

## (дубильные вещества)



**Флобафены в  
клетках листа  
ивы**

- Фенольные производные гликозидов

### **Свойства:**

- имеют кислую реакцию
- вяжущий вкус
- обладают антисептическими свойствами.
- Танниды являются обычными компонентами клеточного сока, накапливаются во всех клетках, могут пропитывать клеточные стенки или находиться в специальныхместилищах. Безводные производные таннидов – **флобафены** – представляют собой аморфные вещества желтого, красного или коричневого цвета. Они хорошо заметны на срезах под микроскопом в виде зернистых скоплений или телец различных размеров.

# Функции танинов

- запасные вещества
- участвуют в метаболизме углеводов
- образуют коллоидные растворы, поддерживающие гомогенность цитоплазмы и защищающие ее от обезвоживания.

# Танниды

- Много дубильных веществ содержится: в коре и почках **дуба** и **каштана** (10-20%), **эвкалипта** (до 50%), **ивы** (9-13%), листьях **чая** (15-20%), листьях и корневищах **бадана** (20%), почках **тополя**, плодах **хурмы**, **айвы**, **мушмулы**, **кизила**, околоплоднике **граната**.
- Дубильные вещества используются в медицине как вяжущее средство при воспалении слизистых оболочек, в текстильном производстве – для окраски тканей в темно-коричневый цвет, в кожевенном производстве – для дубления кожи.



# Качественная реакция на танниды



- Реактивом на танниды являются соли железа ( $\text{FeCl}_3$ ), которые окрашивают их в темно-фиолетовый или темно-зеленый цвет.



# Алкалоиды

**- азотсодержащие сложные органические вещества.**

**Свойства:**

- **бесцветные,**
- **горькие на вкус,**
- **большинство растворимо в воде,**
- **все растворимы в спирте, эфире, хлороформе,**
- **являются слабыми щелочами, с кислотами образуют соли.**

В растительной клетке образуются в качестве конечных продуктов белкового обмена веществ.

- **оказывают очень сильное физиологическое действие на организм человека, животных и бактерий, особенно на нервную систему (**морфин, кокаин, кофеин, никотин**).**
- **Многие алкалоиды являются сильнейшими ядами. Например, **мушкарин** и **аманитотоксин**, которые содержатся в грибе мухоморе.**

# Качественная реакция на алкалоиды

- **Реактивом для обнаружения алкалоидов является раствор иодида или нитрата висмута в растворе KI. Этот реактив осаждает алкалоиды в водном растворе (коричнево-красная окраска)**

# Распространение алкалоидов



- Особенно богаты алкалоидами представители семейств:  
**ЛЮТИКОВЫХ,**  
**МАКОВЫХ,**  
**ПАСЛЕНОВЫХ,**  
**БОБОВЫХ,**  
**МАРЕНОВЫХ,**  
**ЛИЛЕЙНЫХ,**  
**НЕКОТОРЫЕ**

# Алкалоиды



Хинное дерево

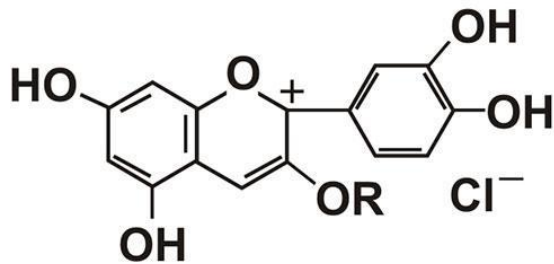
- Алкалоиды встречаются во всех частях растений: корнях, стеблях, листьях, цветках, плодах, семенах. Чаще клеточный сок содержит несколько алкалоидов (в коре хинного дерева около 30, в млечном соке мака – 20, грибе спорынье – 12). Количество и состав алкалоидов зависят от условий произрастания растения и периода онтогенеза.

# Применение.

- Листья чая, семена кофейного дерева и африканского растения колы, содержащие алкалоид **кофеин**, используются для приготовления тонизирующих напитков.
- Листья табака, содержащие алкалоид **никотин**, для курения.
- Алкалоид **хинин** ( кора хинного дерев) используется для лечения малярии.
- Млечный сок мака, называемый опиум, содержит алкалоиды **морфин, папаверин, кодеин**. **Морфин** используется как болеутоляющее и снотворное, **папаверин** как болеутоляющее (спазмолитик), **кодеин** – противокашлевое.
- **Кокаин** (южноамериканский кустарник кока) используется для местной анестезии.
- **Атропин** (листья и семена **белладонны, дурмана и белены**, используется в глазной практике как средство, расширяющее зрачок. Алкалоид **пилокарпин** (род *Pilocarpus*) суживает зрачок.
- Алкалоид **стрихнин** (семена **чилибухи**), используется как средство, возбуждающее нервную систему. Аналогичное применение имеет **кофеин**.

# Пигменты клеточного сока

## *антоцианы*



© ООО "Кирилл и Мефодий"



- **антоцианы** («антос» – цветок, «циан» – синий).
- Относятся к группе гликозидов. В основе лежит оксibenзойная кислота, производные которой – **флавоны** – в присутствии кислорода и сахаров дают **антоцианы**
- способны менять свою окраску в зависимости от pH клеточного сока. В кислой среде ( $\text{pH} \leq 3$ ) антоциан имеет **красную** окраску, в нейтральной ( $\text{pH} = 7-8,5$ ) – **фиолетовую**, в щелочной ( $\text{pH} = 11$ ) – **синюю**.
- Антоцианы содержатся во всех частях растений. Все оттенки от розового до черно-фиолетового обусловлены



# Антоцианы



Медуница



Незабудка

- Если pH клеточного сока изменяется в процессе онтогенеза, то изменяется и окраска цветков, плодов, листьев. Например, у медуницы цветки вначале розовые, затем фиолетовые, позднее синие. Также у незабудки и других представителей семейства **бурачниковых**.

# Антоцианы

- У некоторых растений антоциан окрашивает в различные цвета эпидермальные клетки листьев (краснокочанная капуста, различные бегонии, традесканция, краснолистный клен). Антоцианом окрашены и паренхимные клетки корнеплодов свеклы, плоды малины, земляники, яблони.
- Образование антоцианов стимулируется действием света при пониженных температурах.





# Антохлоры

Желтые пигменты клеточного сока

Относятся к флавонам



# *антофеин*



Конские бобы

- темно-бурого цвета. Он обуславливает темно-бурые пятна на лепестках **конских бобов, шпорника, живокости** и др.

# Биологическое значение

## пигментов

- яркая окраска цветков привлекает насекомых и способствует лучшему опылению
- окраска плодов привлекает птиц
- антоциан улавливает солнечные лучи, повышается температура растения в ранневесеннее и осеннее время.
- антоцианы являются активаторами ферментов - **оксидоредуктаз** и принимают участие в процессах биологического окисления.
- некоторые флавоноиды обладают биологической активностью. Катехины повышают прочность кровеносных сосудов, снижают содержание холестерина, улучшают усвоение аскорбиновой кислоты.

# ВКЛЮЧЕНИЯ

- *Непостоянные компоненты цитоплазмы, представляющие собой отложения веществ, временно выведенных из обмена, или конечные продукты обмена веществ.*
- Включения могут откладываться как в гиалоплазме, так и в органоидах, а также в вакуоли.

# Виды включений

- трофические (запасные вещества)
- экскреторные (конечные продукты обмена, шлаки)
- секреторные (секреторные вакуоли и гранулы в железах)
- пигментные

# *Трофические включения*

## *Крахмал*

### *Первичный*

- образуется в хлоропластах при фотосинтезе
- Ночью гидролизуется до сахаров и транспортируется в другие части растения (клубни, корни, луковицы, корневища), где откладывается в запас в виде зерен вторичного крахмала

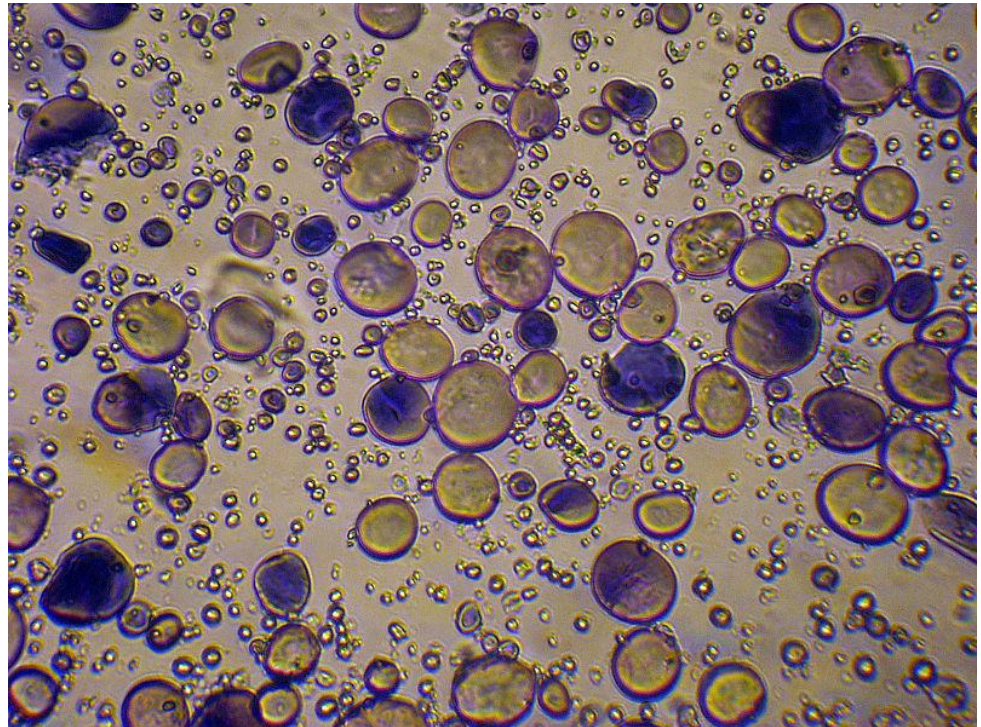
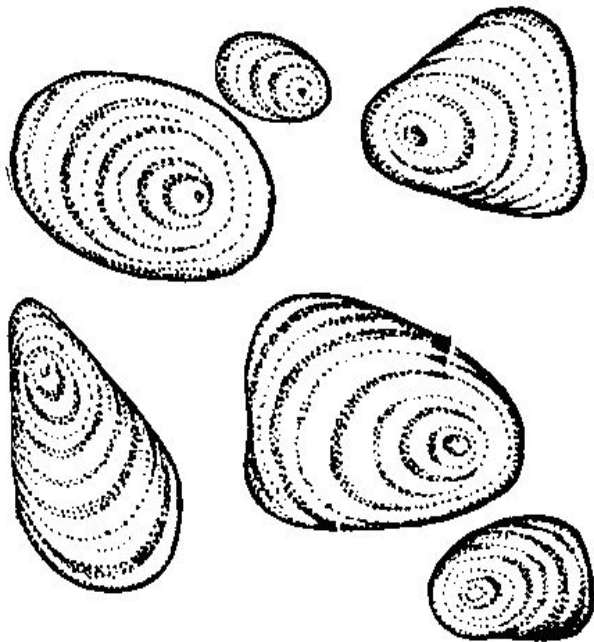
### *Вторичный*

- Образуется в особом типе лейкопластов – ***амилопластах***.
- Рост крахмальных зерен происходит путем наслаения новых слоев крахмала на старые, поэтому они имеют сложную структуру.



# Виды крахмальных зерен

***Простое зерно*** - слои крахмала откладываются вокруг одного центра (кукуруза, фасоль, пшеница).



# Сложные крахмальные зерна

- Если центров образования крахмала несколько



*овес*



*картофель*



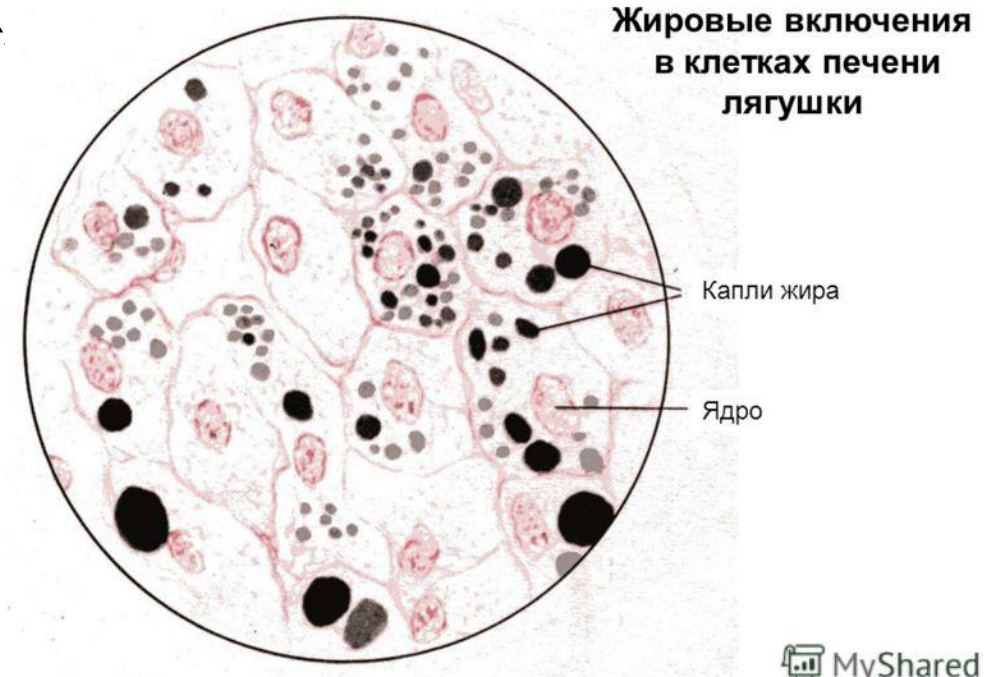
# Полусложные зерна

- Если крахмал откладывается сначала вокруг нескольких точек, а затем вокруг них образуются общие слои, то зерно называется **полусложным** (картофель)



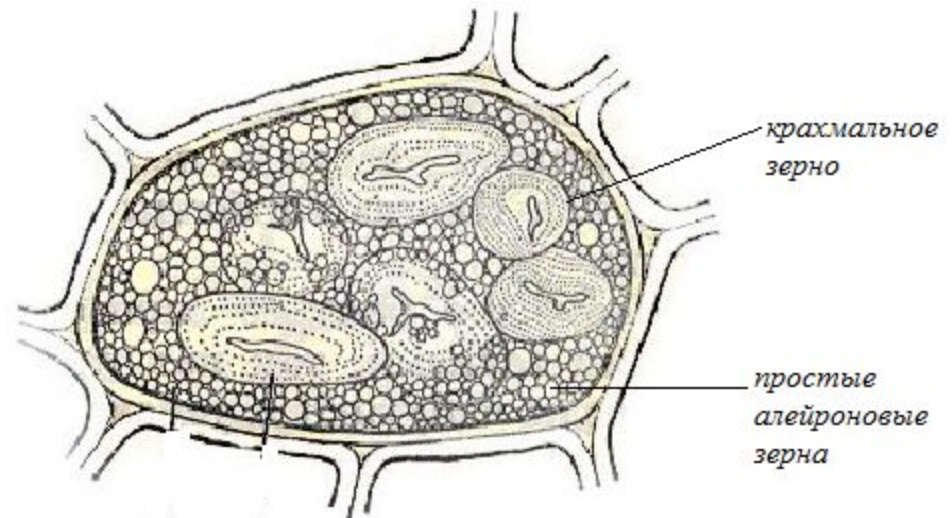
# Жировые капли

- встречаются во всех растительных клетках, находятся в цитоплазме. Особенно богаты ими семена, где масло может оставлять до 40% сухой массы (подсолнечник)



# Белки.

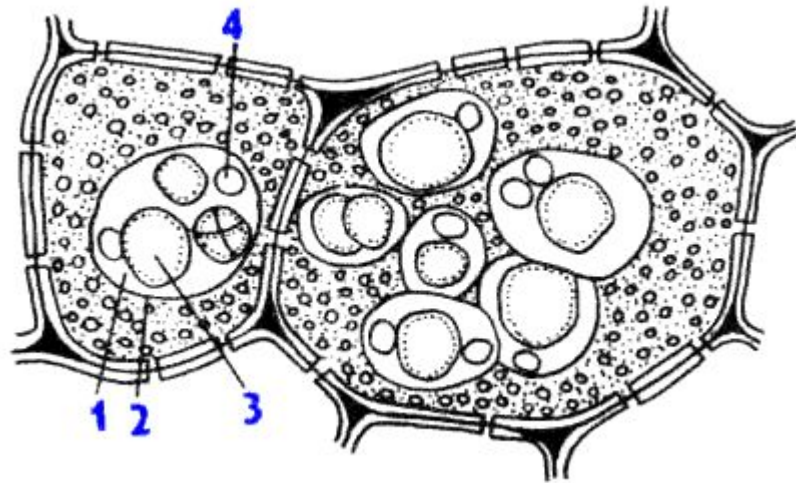
- Чаще всего запасные белки откладываются в вакуолях и выпадают в осадок при обезвоживании, происходящем в процессе созревания семян. При этом образуются зерна округлой или эллиптической формы, которые называются алейроновыми. Если они не имеют внутренней структуры, то их называют **простыми**.



фасоль

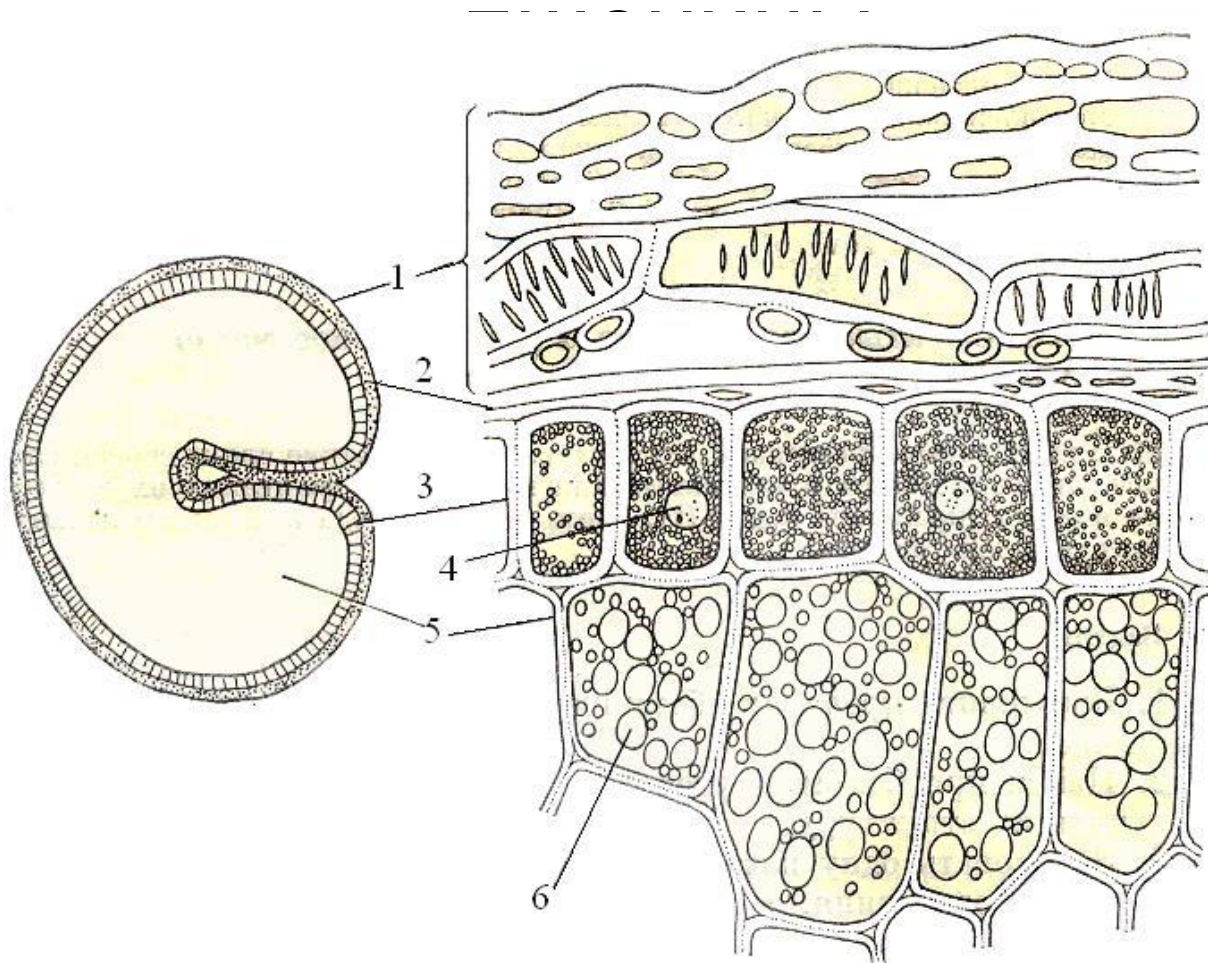
# Сложные алейроновые зерна

- Если внутри обнаруживаются различные образования в виде кристаллов (кристаллоиды) и шариков (глобиды)



Сложные алейроновые зерна в семенах клещевины.  
1 - зерно, 2 - оболочка, 3 - кристаллоид, 4 - глобид.

# Алейроновые зерна зерновки

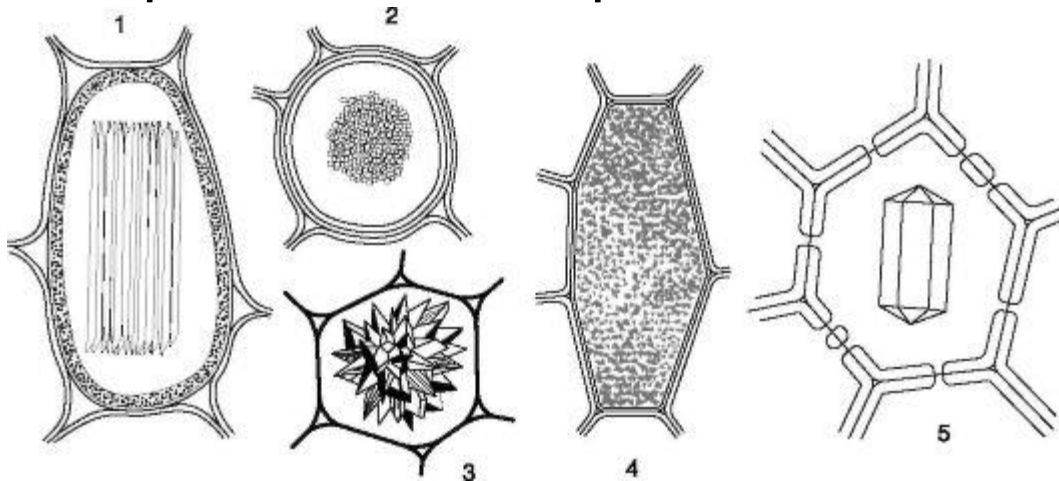


1 - околоплодник, 2 - кожура семени, 3 - алейроновый слой, 4 - ядро, 5 - клетки эндосперма с крахмальными зёрнами, 6 - крахмальные зёрна.



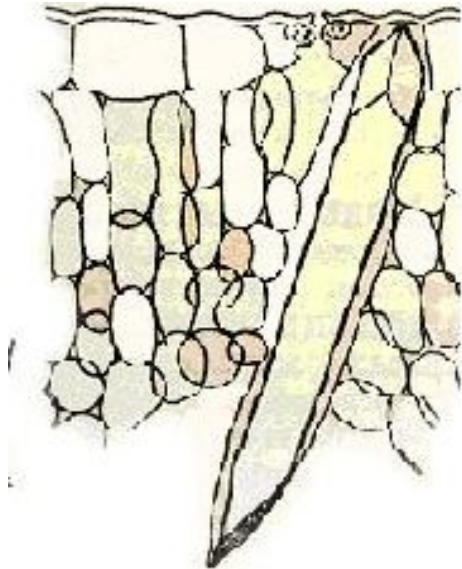
# Экскреторные включения

- Конечные продукты обмена веществ.
- Особенно много их в органах и тканях, которые периодически сбрасываются (листья, кора).
- Относятся кристаллы **оксалата и карбоната кальция**. Они откладываются исключительно в вакуолях. Форма кристаллов также является таксономическим признаком и используется для микродиагностики растительного сырья.

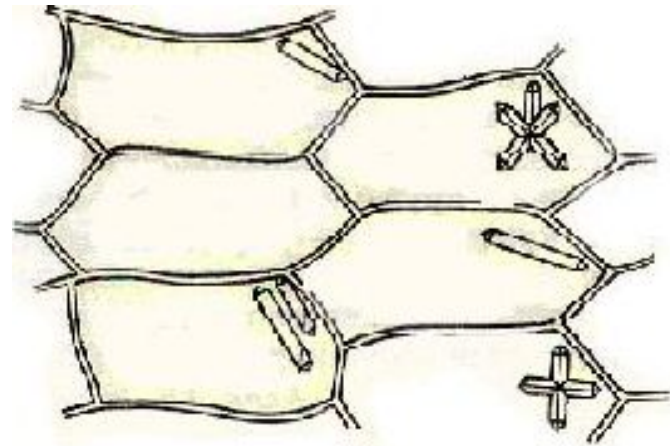


# Стилоиды

- палочковидные одиночные кристаллы называются **стилоиды** (эпидерма чешуи лука)



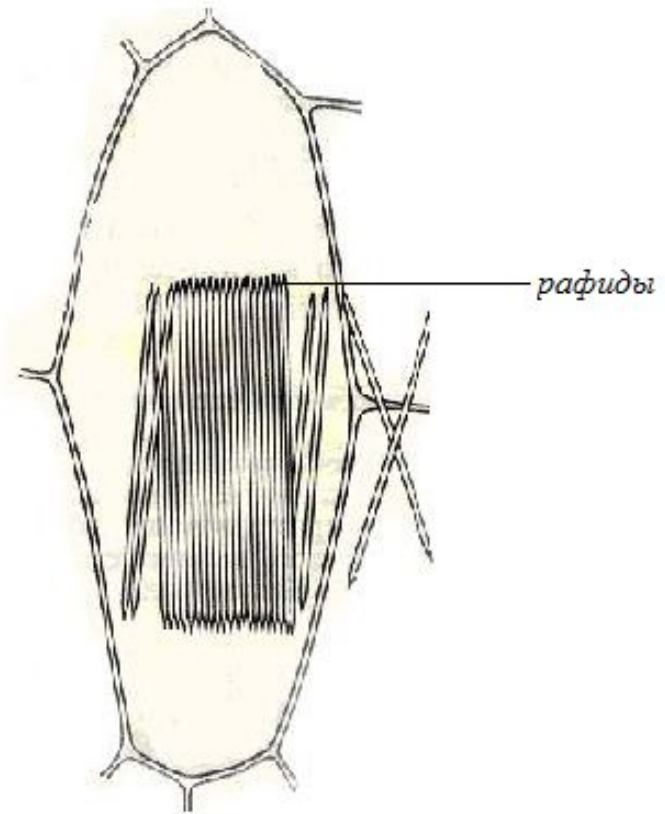
лист эйхгорнии  
- *Eichhornia crassipes*)



Клетки чешуи лука

# Рафиды

- пучки игольчатых кристаллов (традесканция)

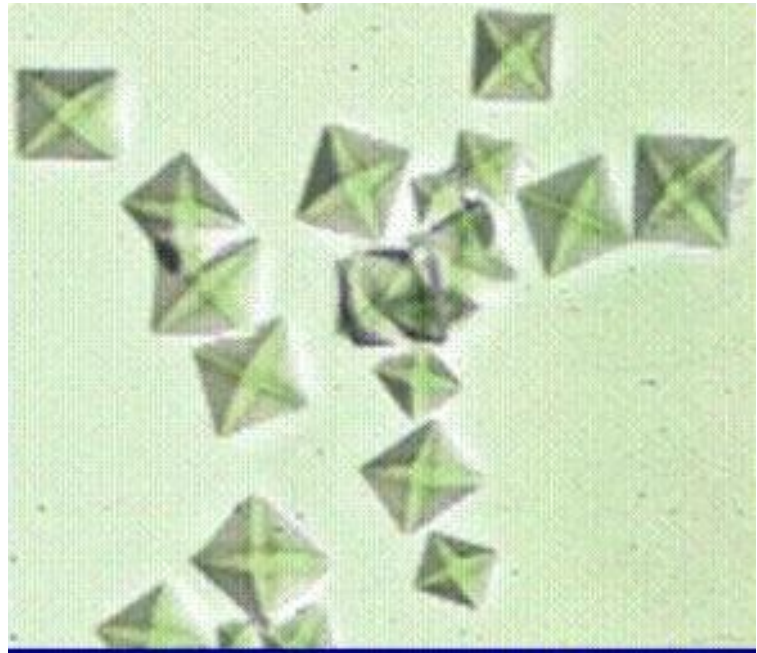
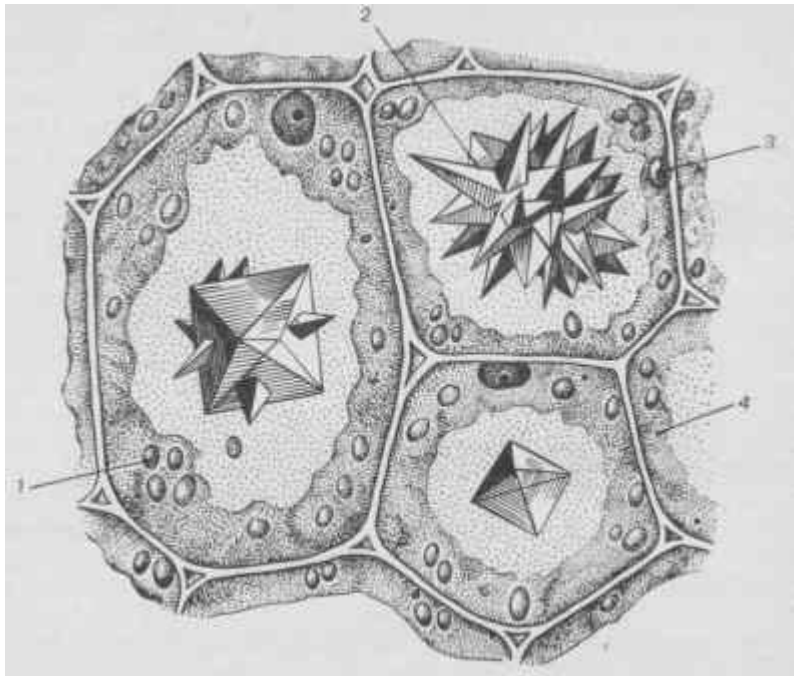


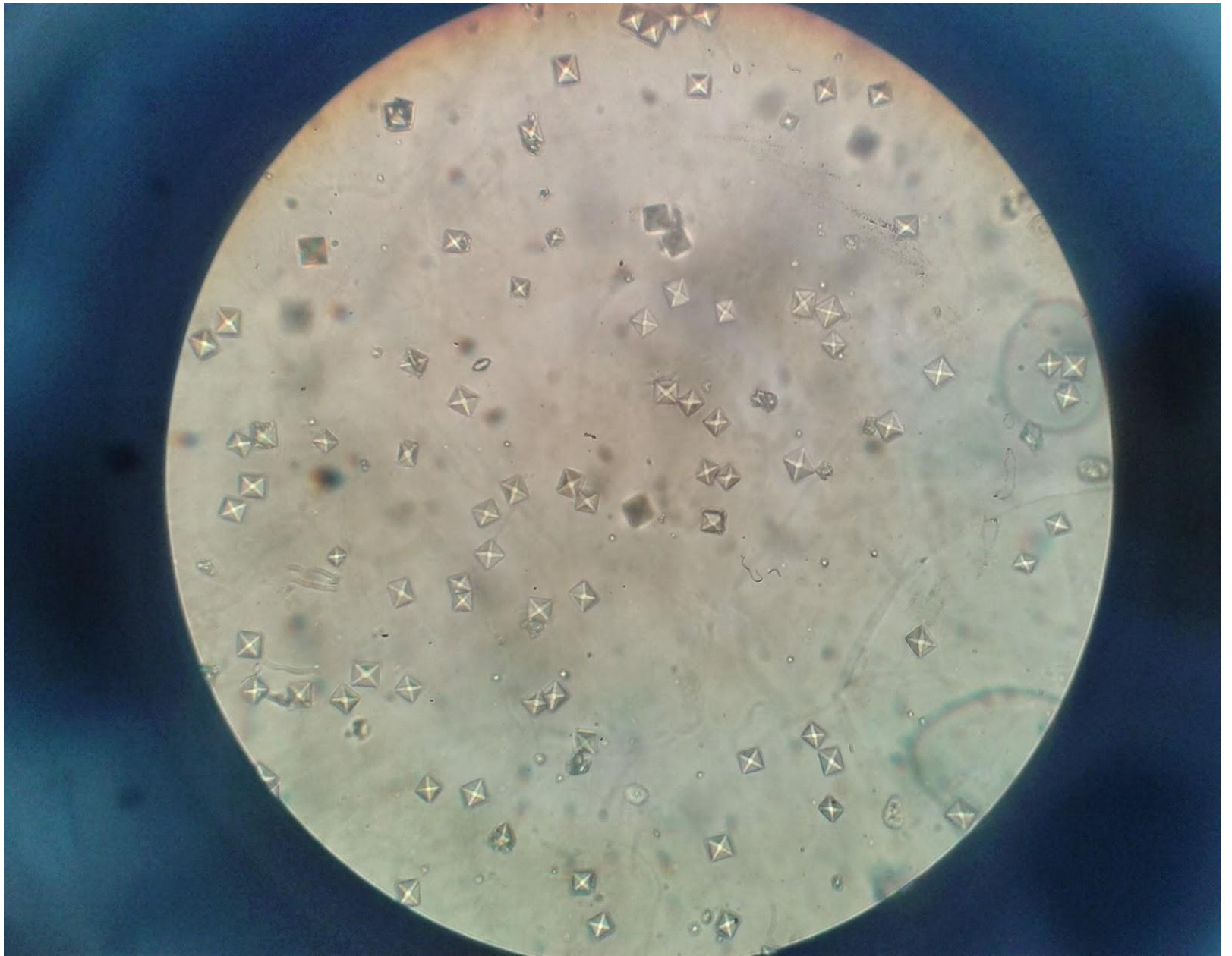
клетки корневища купены



# Друзы

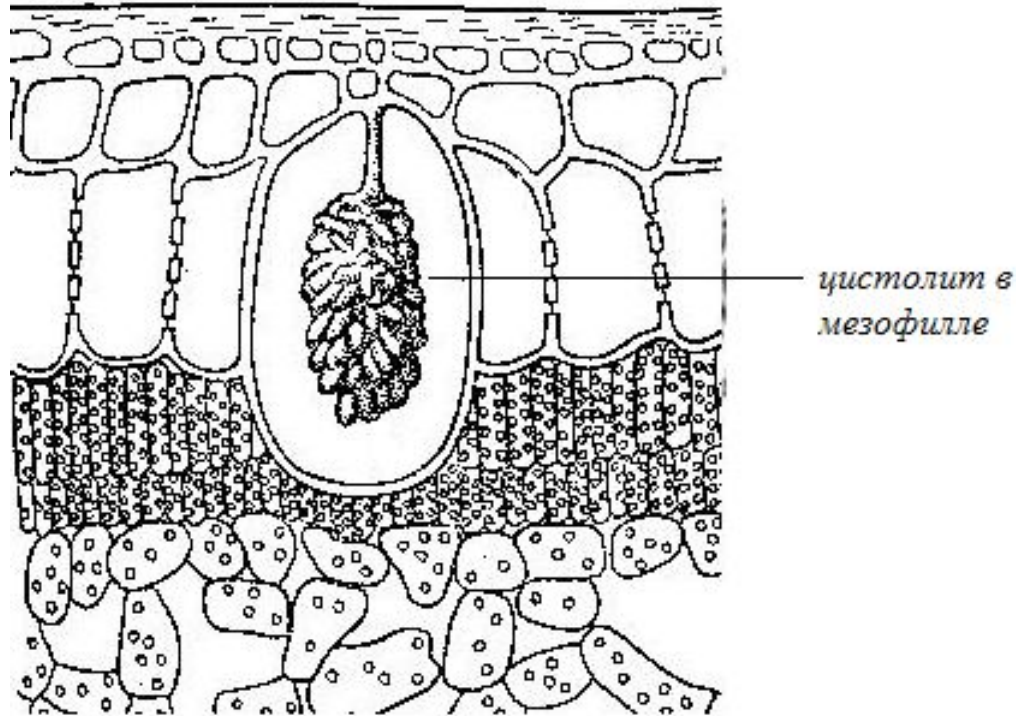
- сrostки кристаллов(бегония)





# Цистолиты

- состоят из  $\text{CaCO}_3$  или кремнезема и возникают на выступах клеточной стенки в виде гроздевидных образований, вдающихся внутрь клетки. **Цистолиты** характерны для растений семейств *крапивных, тутовых*.



цистолит в  
мезофилле

лист фикуса



# ЭФИРНЫЕ МАСЛА



- СБОРНАЯ ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (терпены, спирты, кетоны, углеводороды, органические кислоты и др.)
- Обладают ярко выраженным запахом. Запахи растений обусловлены эфирными маслами.
- Не растворяются в воде, растворяются в спирте, эфире, бензине.
- Летучи.
- Окрашиваются как и жирные масла осмиевой кислотой.
- находятся в цитоплазме (в виде капель), в межклетниках, смоляных и эфиромасляных ходах, вместилищах. Могут накапливаться в различных органах растений.
- Обладают антисептическими, противовоспалительными, обезболивающими свойствами. Используются в медицине (ароматерапия).

