

## ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ. ЗНАЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ. ЦИТОЛОГИЯ

Ботаника – это наука о растениях, которая занимается изучением их строения, жизненных функций, распространения, происхождения и эволюции.

Ботаника изучает:

- закономерности возникновения, формирования, строения, роста и развития растений;
- взаимоотношения растений между собой и окружающей средой;
- рост, развитие растений в онтогенезе и филогенезе;
- закономерности и причины расселения растений.

Задачами ботаники являются:

1. изучение видового многообразия растений с целью его рационального использования в практике сельскохозяйственного производства;
2. отыскание свойств, качеств, веществ, которые могут быть использованы человеком;
3. изучение растительных сообществ и экологических систем с целью их рационального использования и охраны;
4. изучение причин многообразия видового состава растений и эволюции растительного мира.

Разделы ботаники:

- цитология (клетка);
- гистология (ткани);
- органогRAFия (органы растений);
- систематика (объединение в таксономические единицы);
- фитоценология (растительное сообщество);
- география растений (распространение растений);
- экология растений (взаимоотношения с факторами окружающей среды);
- палеоботаника (ископаемые остатки – прежний облик растений).

***Значение растений*** в природе и жизни человека.

1. Растения – автотрофные организмы (продуценты органических веществ в экосистеме);
2. Фотосинтез – O<sub>2</sub>;
3. Пищевое значение (хлебные, крупяные, овощные, фруктовые, пряно-ароматические, масличные и другие культуры);
4. Кормовое значение (растительные корма для животных);
5. Техническое значение (растения как источник сырья для промышленности);
6. Для лечебных целей (лекарственные растения, сырье для получения медицинских препаратов);
7. Декоративное значение (озеленение городских территорий, внутри помещений);
8. Охрана и улучшение окружающей среды (нормальное функционирование экологических систем биосферы).

***Краткая история изучения клеточного строения растений.***

1590 г. – создание микроскопа (голландские мастера Янсен).

1665 г. – открытие клетки (английский ученый Р. Гук) клеточное строение (пробка)

1671 и 1682 гг. – клеточное строение растений (М. Мальпиги и Н. Грю)

В работах Р. Гука, М. Мальпиги, Н. Грю и на протяжении последующих 150 лет – клеточная оболочка самая существенная часть в строении клетки.

1676 – открытие хроматофоров (А. Левенгук «зеленые ленты» спирогиры); хлоропластов – «зеленые шарики»

1791 г. – переоткрытие хлоропластов (Компаратти)

1831 г. – открытие ядра (Р. Броун)

1838 и 1839 гг. клеточная теория строения организмов (М. Шлейден, Т. Шван)

### Основные положения клеточной теории:

- клетка – основная единица строения и развития всех живых организмов.
- клетки всех одно- и многоклеточных организмов сходны по своему строению, химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности и обмену веществ.
- размножаются клетки путём деления.
- в многоклеточных организмах клетки специализированы по выполняемым функциям и образуют ткани.
- из тканей состоят органы.

### Цитология – раздел ботаники о клетке.

Клетка – это наименьшая биологическая и структурная единица живого организма. Для нее характерны все жизненно важные свойства – питание, дыхание, рост, раздражимость, размножение и др. В многоклеточном организме растения клетки, как правило, специализируются на выполнении какой-нибудь одной функции, приобретая характерные особенности строения (рис. 1).

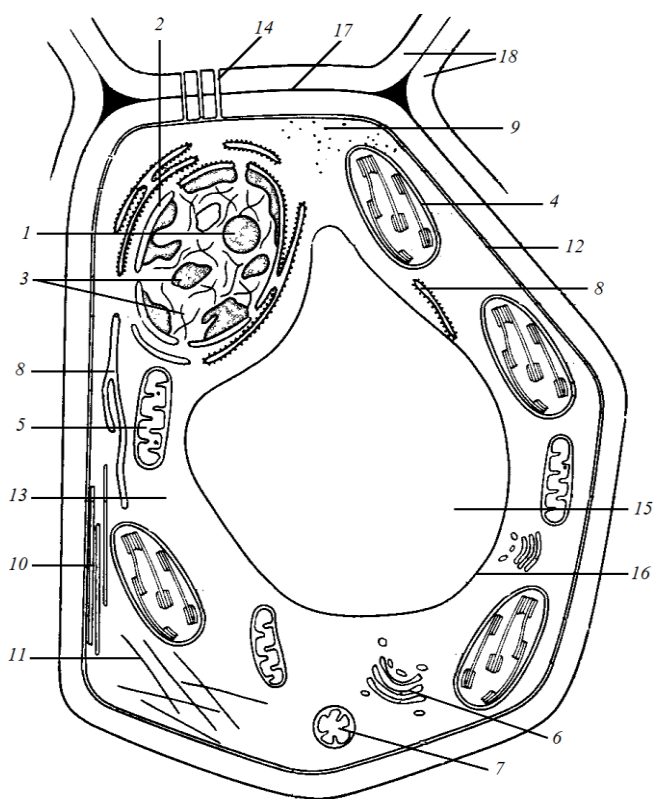


Рис. 1. Строение растительной клетки:

1 – ядрышко; 2 – ядерная оболочка; 3 – хроматин (1–3 – ядро); 4 – хлоропласты; 5 – митохондрии; 6 – Аппарат Гольджи; 7 – лизосомы; 8 – эндоплазматический ретикулум (ЭР); 9 – рибосомы; 10 – микротрубочки; 11 – микрофиламенты (11–12 цитоскелет); 12 – плазмалемма; 13 – мезоплазма; 14 – плазмодесмы (1–14 – протопласт); 15 – клеточный сок; 16 – тонопласт (15–16 – вакуоль); 17 – срединная пластинка; 18 – клеточные стенки (15–18 – производные протопласта)

Форма растительных клеток очень разнообразна (цилиндрическая, шаровидная, кубическая, звездчатая и др.) и тесно связана с выполняемой ими физиологической функцией. Все многообразие форм сводят к двум основным типам клеток: паренхимным и прозенхимным.

*Паренхимные клетки* – это изодиаметрические клетки, у которых длина, ширина и высота почти одинаковы, или слегка вытянутые клетки – длина превышает ширину не более чем в 2–3 раза. Такие клетки образуются в результате более и менее равномерного роста во всех направлениях. Клетки растений имеют микроскопические размеры (обычно 10–100 мкм). Особенно крупными являются паренхимные клетки, специализированные на накоплении за-

пасных питательных веществ и воды. Клетки мякоти арбуза, лимона, томата достигают в размере нескольких миллиметров и видны невооруженным глазом.

*Прозенхимные клетки* имеют сильно вытянутую форму, когда их длина превышает ширину и толщину в 5, 10 раз и более. Такие клетки формируются в том случае, если их рост происходит преимущественно в одном направлении. Прозенхимные клетки значительно крупнее клеток паренхимной формы и характерны для клеток лубяных и древесинных волокон. Так, длина лубяных волокон льна достигает 20–40 мм, хлопчатника – 10–60 мм, крапивы – до 80 мм, а поперечник этих клеток обычно не превышает 50–100 мкм.

Несмотря на огромное разнообразие, клетки растений характеризуются общностью строения:

- имеют оформленное ядро (растения являются эукариотами);
- в клетках растений есть пластиды (хлоропласты, лейкопласты, хромопласты) (см. рис. 3);
- имеется жесткая клеточная оболочка, в состав которой входят целлюлоза, гемицеллюлоза и пектин;
- в клетках хорошо развита система вакуолей;
- при делении клеток отсутствует формирование центриолей;
- цитоплазма и ядро составляют ее живое содержимое – *протопласт*; в протопласте осуществляются все основные процессы обмена веществ;
- клеточная стенка и клеточный сок являются *производными протопласта*, продуктами его жизнедеятельности;
- имеют мембранное строение (плазмалемма, тонопласт, мембраны органоидов цитоплазмы).

### Структурная организация растительной клетки.



В молодых, вновь образовавшихся, клетках в центре располагается ядро. Многочисленные мелкие вакуоли слабо заметны, клеточная оболочка тонкая. В полностью сформированных клетках ядро располагается в постенном слое цитоплазмы, почти вся полость клетки занята крупной вакуолью. Площадь клеточной стенки и ее толщина увеличены. Рост клеток и изменения в них свидетельствуют о том, что цитоплазма и ядро составляют ее живое содержимое (*протопласт*), а клеточная стенка и клеточный сок являются *производными протопласта*. От клеточного сока протопласт отделен мембраной, которая называется *тонопластом*, а от клеточной стенки – *плазмалеммой*. В протопласте осуществляются все основные процессы обмена веществ.



## ТЕМА 2. ПРОТОПЛАСТ. ЦИТОПЛАЗМА. ОРГАНОИДЫ ЦИТОПЛАЗМЫ

**Цитоплазма: ее физическое состояние, структура, химический состав.**

Цитоплазма является обязательной частью живой клетки, где происходят все процессы клеточного обмена, кроме синтеза нуклеиновых кислот (это происходит в ядре).

По физическому состоянию цитоплазма – это коллоидная белково-липоидная система.

По характеристике коллоидных систем относится к гидрозолям и состоит из двух компонентов:

1. Дисперсная среда (вода);
2. Дисперсионная фаза (мелкие коллоидные частицы, которые несут одноименный заряд «+» или «-»).

Физические состояния цитоплазмы: состояние золя; состояние геля

Химический состав цитоплазмы:

|                        |                                  |
|------------------------|----------------------------------|
| Вода - 80 %            |                                  |
| Сухое вещество – 20 %: | 1) белки 10-12 %                 |
|                        | 2) липиды 5 %                    |
|                        | 3) углеводы 2 %                  |
|                        | 4) нуклеиновые кислоты (РНК) 1 % |
|                        | 5) неорганические вещества 1 %   |

Структура цитоплазмы:

1. Плазмалемма – поверхностная мембрана, которая граничит с клеточной оболочкой. Плазмалемма управляет проницаемостью клетки (поглощением и выделением веществ), участвует в защитной функции. На ней есть различные ферменты, расщепляющие различные вещества (рис. 2).

2. Тонoplast – поверхностная мембрана, которая окружает вакуоль. Тонoplastу присущ избирательная проницаемость и способность к активному проведению различных веществ.

3. Мезоплазма – средняя часть цитоплазмы, расположенная между плазмалеммой и тонoplastом. В мезоплазме выделяют:

- матрикс (гиалоплазма);
- органоиды.

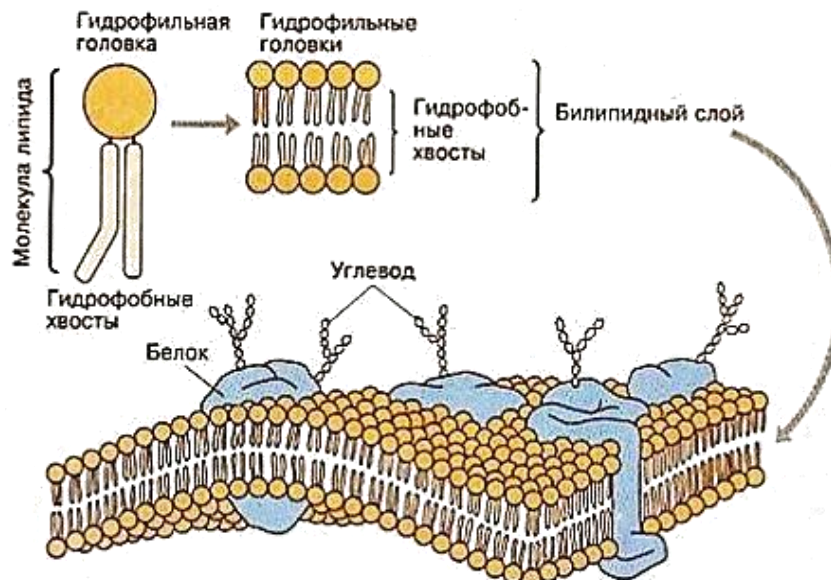


Рис. 2. Строение цитоплазматической мембраны

Гиалоплазма – бесцветная коллоидная система, обладающая ферментативной активностью. Гиалоплазма пронизана микротрубочками и микрофиламентами.

Цитоскелет – это совокупность микротрубочек и микрофиламентов (рис. 3).

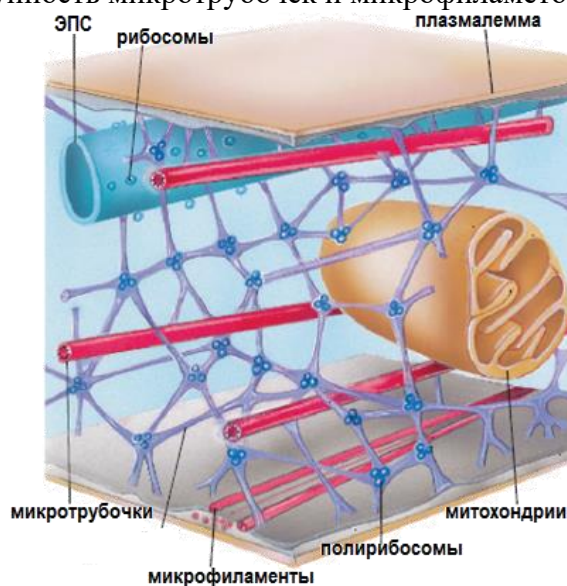


Рис. 3. Гиалоплазма – цитоскелет

Свойства и функции цитоплазма.

1. обмен веществ (метаболизм) – биохимические процессы, протекающие в клетке;
2. раздражимость – способность реагировать на воздействие внешнего фактора;
3. рост и развитие;
4. размножение;
5. вязкость и упругость;
- движение: вращательное (круговое); струйчатое;
7. полупроницаемость.

Функции цитоплазмы:

1. является средой, в которой расположены все органоиды клетки;
2. обеспечивает связь между органоидами и согласованное их функционирование;
3. обеспечивает связь клеток, как единая система.

### ТЕМА 3. ЯДРО. СПОСОБЫ ДЕЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

*Ядро, его строение и функции (рис.4).*

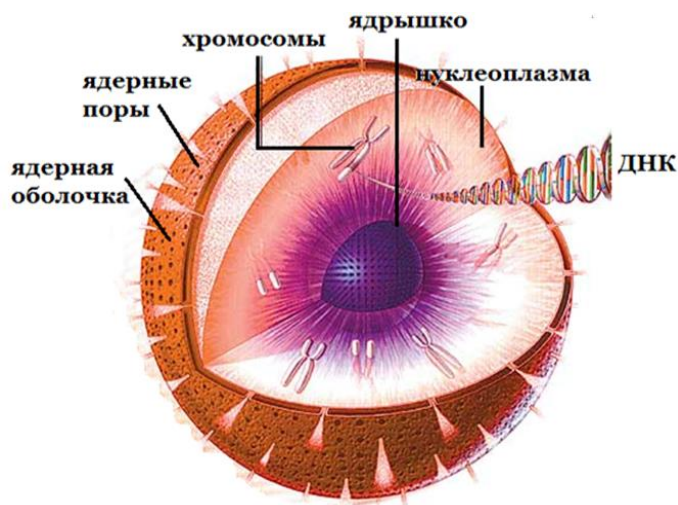


Рис. 4. Ядро

Строение: ядерная оболочка; нуклеоплазма; хромосомы (рис. 5); ядрышки

ФУНКЦИИ:

1. Хранение и передача наследственной информации;
2. Управление жизнедеятельностью клетки.

*Хромосомно-ядрышковый комплекс. Понятие о кариотипе. Полиплоидия.*

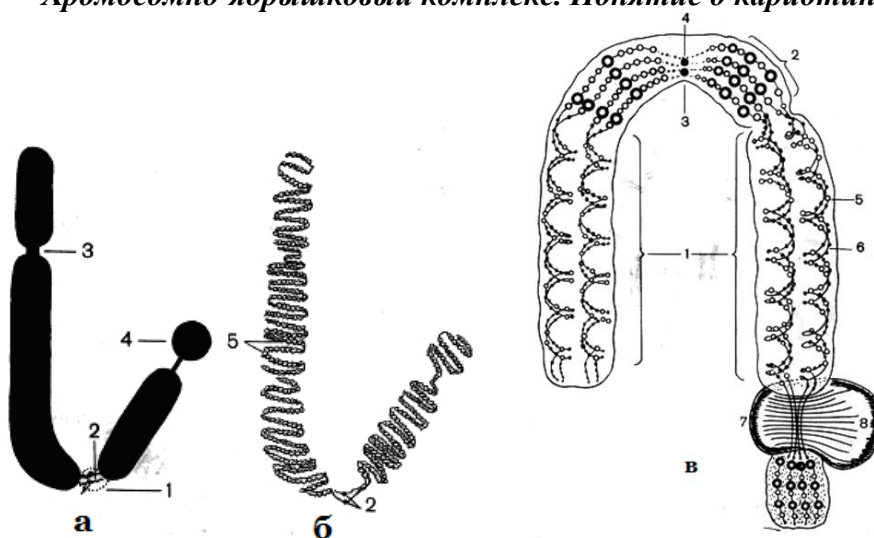


Рис. 5. Строение хромосом: а-внешний вид: 1-первичная перетяжка; 2-центромера; 3-вторичная перетяжка; 4-спутник; б-внутреннее строение: 5-хромонемы; в-тонкое строение хромонем: 1-эухроматин; 2-гетерохроматин; 3-первичная перетяжка; 4-центромера; 5-хроматида; 6-хромонема; 7-вторичная перетяжка; 8-ядрышко;

Хромосомный набор – это число хромосом в ядре, их размер, форма.

Диплоидный набор – это пары гомологичных хромосом ( $2n$ ): ячмень  $2n=14$ ; овес  $2n=42$ ; томат  $2n=24$ ; человек  $2n=46$

Гаплоидный набор – одинарный набор хромосом ( $n$ ): ячмень  $n=7$ ; овес  $n=21$ ; томат  $n=12$ ; человек  $n=23$

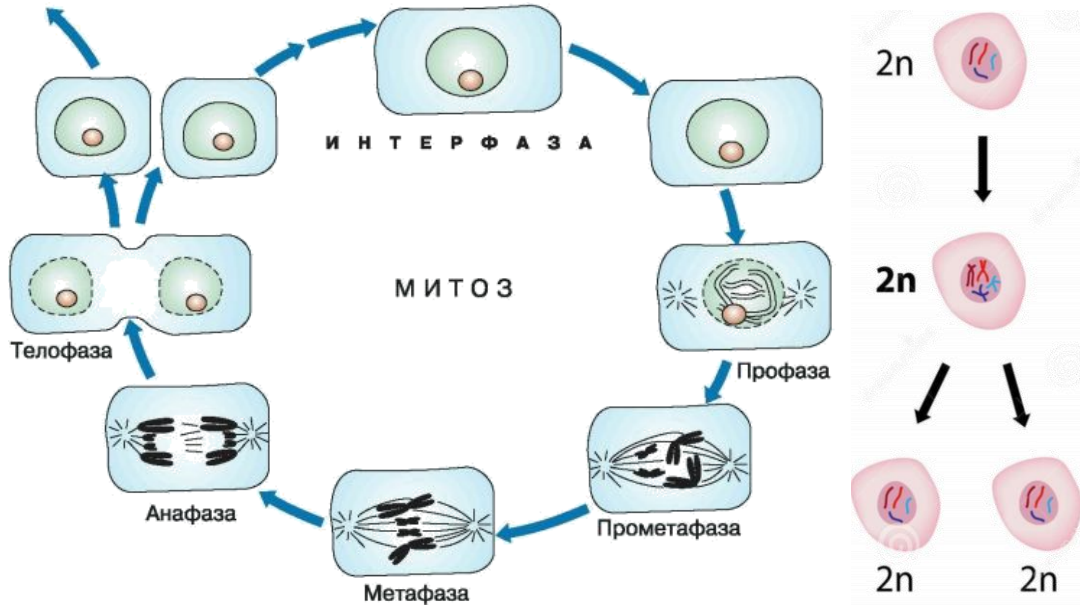
Кариотип – это совокупность признаков хромосомного набора

Полиплоидия – это увеличение набора хромосом, кратное гаплоидному набору; 3n, 4n, 5n, 6n и т.д. Пшеница твердая (n=7) 4n= 28; пшеница мягкая (n=7) 6n=42

**Способы деления клетки.**

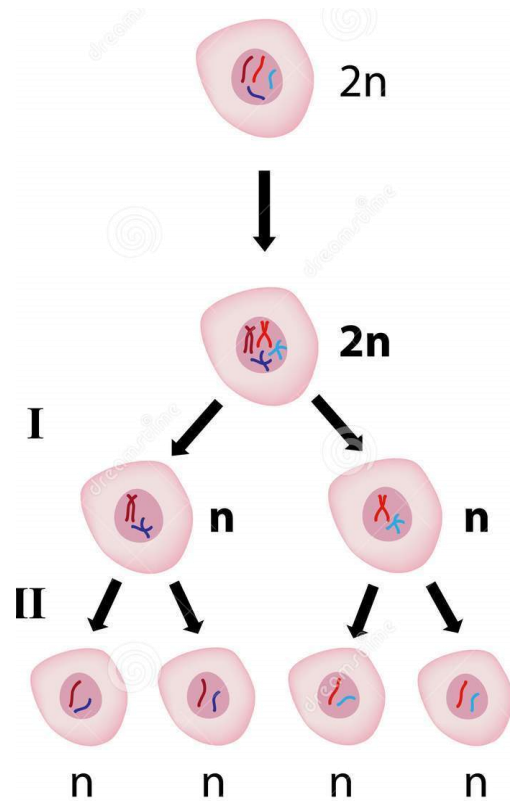
*Амитоз* – прямое деление интерфазного ядра путем перетяжки без образования хромосом. Амитоз проходит вне митотического цикла

*Митоз:*



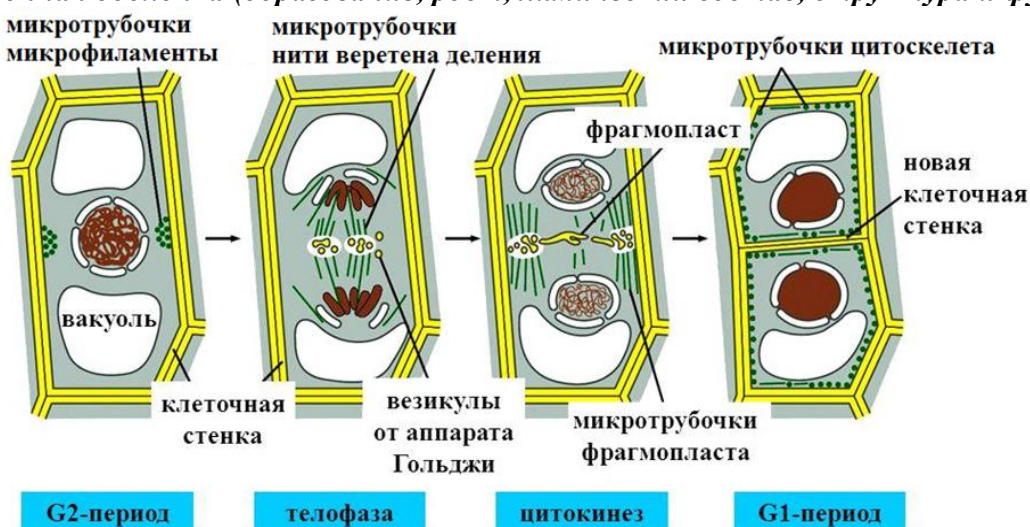
*Мейоз:*

| <b>Мейоз</b>               |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| <b>Первое деление</b>      | <b>Второе деление</b>        |
| <b>Профаза I</b> 2n4c<br>  | <b>Профаза II</b> , 1n2c<br> |
| <b>Метафаза I</b> 2n4c<br> | <b>Метафаза II</b> 1n2c<br>  |
| <b>Анафаза I</b> 2n4c<br>  | <b>Анафаза II</b> 2n2c<br>   |
| <b>Телофаза I</b> 1n2c<br> | <b>Телофаза II</b> 1n1c<br>  |



## ТЕМА 4. ПРОИЗВОДНЫЕ ПРОТОПЛАСТА. КЛЕТОЧНАЯ СТЕНКА

*Клеточная оболочка (образование, рост, химический состав, структура и функции).*



Рост клеточной оболочки происходит двумя путями:

1. *интусусцепция (рост внедрением)* – частицы целлюлозы внедряются между уже имеющимися частицами (рост первичной клеточной стенки);
2. *аппозиция (рост наложением)* – новые частицы целлюлозы накладываются на старые, происходит утолщение оболочки (рост вторичной клеточной стенки).

Строение и структура клеточной оболочки представлены на рисунке 6, 7.

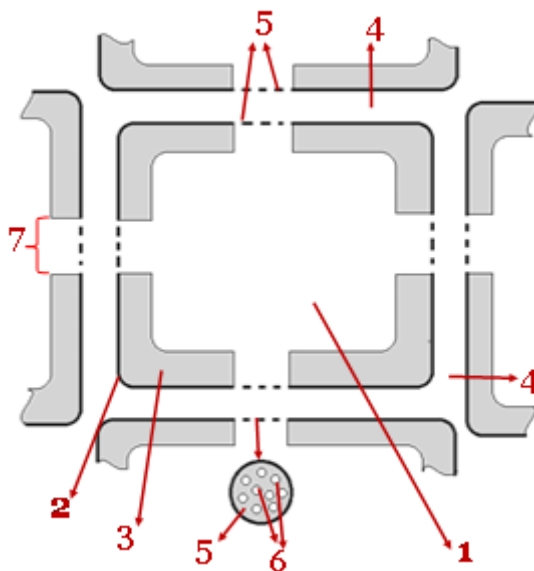


Рис. 6. Строение клеточной оболочки:

- 1 – полость клетки; 2 – первичная клеточная стенка; 3 – вторичная клеточная стенка; 4 – срединная пластинка;  
5 – первичное поровое поле (ППП); 6 – плазмодесменные каналца; 7 – пора.

**КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА: функции**

1. клеточная оболочка определяет форму клетки и выполняет защитную функцию;
2. буферная функция – в ней накапливается до 30 % воды всей клетки;
3. транспортная – поры клеточной оболочки являются руслом транспортной системы клетки.

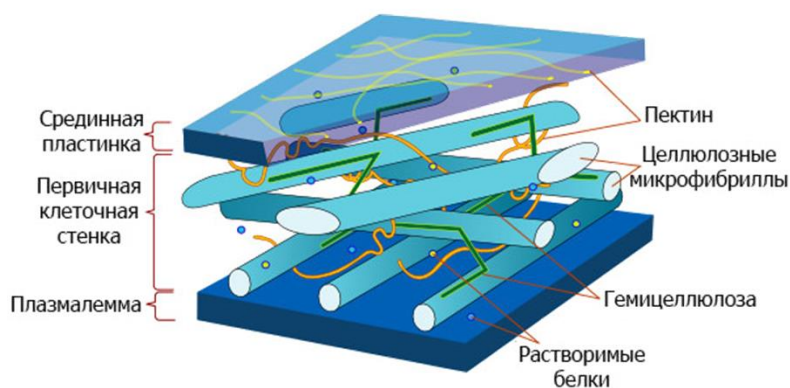


Рис. 7. Структура клеточной стенки

Клеточная оболочка: химический состав

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1. Вода – до 30 %               |  |
| 2. Высокомолекулярные углеводы: | 1) <b>Целлюлоза (клетчатка)</b> – полимер, мономером которой является глюкоза. Целлюлоза нерастворима в воде, спиртах и щелочах. |
|                                 | 2) <b>Гемицеллюлоза (полуклетчатка)</b> – полимер, более растворима, чем целлюлоза, легче растворяется и разрушается ферментами. |
|                                 | 3) <b>Пектин</b> – аморфное вещество, гидрофильно, набухает в воде, легко разрушается.   |

**Межклеточные связи (поры, плазмодесмы). Мацерация.**

**Пора** – неутолщенное место вторичной клеточной оболочки. Поровый канал разделен замыкающей пленкой (рис.8).

Различают два типа пор:

1. *простые поры* – цилиндрическая форма порового канала;
2. *окаймленные поры* – поровый канал в виде воронки.



Рис. 8. Строение простой поры

### ***Видоизменения клеточной оболочки.***

1. Одревеснение происходит в результате накопления в клеточной оболочке лигнина, который откладывается в промежутках между микрофибриллами целлюлозы. Одревеснение предохраняет клетки растений от разрушительного действия бактерий и грибов.

2. Опробковение происходит в результате пропитывания клеточной оболочки суберином, который делает клеточную оболочку непроницаемой для воды и газов. Опробковение предохраняет клетки от испарения, низких температур, механических повреждений.

3. Кутинизация происходит в результате пропитывания клеточной оболочки кутином. Пропитывается та часть клеточной оболочки, которая граничит с атмосферой. Кутинизация является защитным приспособлением от излишнего испарения и перегревания.

4. Ослизнение происходит в результате превращения целлюлозы в камеди и слизи. Ослизнение ускоряет прорастание семян.

5. Минерализация происходит в результате отложения минеральных солей в клеточной оболочке. Минерализация придает прочность, защищает растения от поедания животными.

## **ТЕМА 5. ПРОИЗВОДНЫЕ ПРОТОПЛАСТА. ВАКУОЛЬ. ЗАПАСНЫЕ ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА**

### ***Вакуоль, образование и значение. Химический состав и значение клеточного сока.***

ВАКУОЛЬ – это полость, заполненная клеточным соком и ограниченная тонопластом.

#### **ФУНКЦИИ ВАКУОЛЕЙ:**

1. Накопление запасных питательных веществ.
2. Изоляция конечных продуктов обмена.
3. Поддержания тургорного состояния растительной клетки.
4. Регуляция водно-солевого обмена.

Клеточный сок – это слабоконцентрированный водный раствор минеральных и органических соединений, образующих истинные и коллоидные растворы.

Химический состав клеточного сока:

- I. Неорганические вещества.
- II. Органические вещества:
  - а) безазотистые соединения
  - б) азот содержащие соединения.

#### ***Физиологически активные вещества растительной клетки***

1. Ферменты – это сложные вещества белковой природы (биологические катализаторы)

Свойства: высокая специфичность (реакция-фермент); способность сохранять активность вне живой клетки.

2. Витамины – это органические вещества различной химической природы

Свойство: Специфичность действия

Витамины: растворимые в жирах (A,D,E) ; растворимые в воде (B, C, PP и др)

Фитогормоны – это гормоны растений, регулирующие физиологические процессы (рост, развитие, деление клетки)

Свойство: биологически активны в очень малых дозах

3. Фитогормоны делят на:

- ауксины – цветение, рост стеблей, листьев, корней (стимуляция корнеобразования)
- цитокинины – активизация деления клеток (улучшение прорастания семян, в культуре in-vitro)
- гиббереллины – стимулируют увеличение размеров клеток и их дифференциация (снижают покой семян, клубней, луковиц, стимулируют цветение)
- абсцизовая кислота – сохранение стадии покоя боковых почек (задерживает опадение частей раст.)

– этилен – ингибитор, ускоряет созревание плодов, старение листьев, опадение частей растения.

4. Фитонциды – это особые вещества, которые вырабатываются в клетках растений и защищают ее от поражения болезнетворными микроорганизмами: хвойные растения (сосна, пихта, ель)

***Продукты вторичного обмена растительной клетки.***