**Лекция. Строение растительной клетки. Пластиды. Вакуоль.**

**План лекции.**

1. Пластиды. Типы пластид и их субмикроскопическая структура. Взаимопревращения пластид.
2. Клеточный сок и вакуоли.
3. **Пластиды. Типы пластид и их субмикроскопическая структура. Взаимопревращения пластид.**

**Пластиды** – это крупные двумембранные органоиды, характерные только для растительных клеток. Выделяют три типа пластид: хлоропласты, лейкопласты и хромопласты, которые отличаются друг от друга составом пигментов (цветом), строением и выполняемыми функциями.

***Хлоропласты*** – пластиды, содержащие хлорофилл и осуществляющие фотосинтез. Они имеют зеленый цвет и встречаются во всех зеленых органах растения (листьях, стеблях, незрелых плодах). Кроме хлорофилла в них содержатся пигменты, относящиеся к группе каротиноидов, в частности желтый (ксантофилл) и оранжевый (каротин), но обычно они маскируются хлорофиллом. Хлоропласты высших растений имеют форму выпуклой линзы, наиболее эффективно улавливающей свет. Их длина составляет 5-10-мкм, ширина 2-4 мкм. В клетке высших растений находится в среднем 10-50 хлоропластов.

Хлоропласты покрыты двумя мембранами: высокопроницаемой наружной мембраной и гораздо менее проницаемой внутренней мембраной, между которыми находится узкое межмембранное пространство. Внутренняя среда пластид называется стромой. В строме хлоропластов содержатся молекулы ДНК, мРНК, тРНК, рибосомы, разнообразные ферменты, необходимые для протекания темновых реакций фотосинтеза, пластоглобулы (включения жиров), а в некоторых случаях зерна первичного крахмала, белковые кристаллы. Молекулы хлорофилла, электротранспортная цепь и ферменты, синтезирующие АТФ, заключены в третью мембрану, образующую уплощенные *мешочки-тилакоиды*, которые местами уложены в стопки, называемые *гранами.* Внутренние полости тилакоидов сообщаются между собой, образуя *тилакоидное пространство*, которое отделяется от стромы тилакоидной мембраной. Основная функция хлоропластов – фотосинтез.

***Лейкопласты*** – бесцветные мелкие пластиды округлой формы, встречающиеся в запасающих органах растений (клубнях, корневищах, семенах и т. д.). Для лейкопластов характерно слабое развитие внутренней системы мембран, представленной одиночными тилакоидами, иногда трубочками и пузырьками.

Остальные компоненты лейкопластов (оболочка, строма, рибосомы, ДНК, пластоглобулы) сходны с описанными для хлоропластов. Основная функция лейкопластов – синтез и накопление запасных питательных веществ, в первую очередь крахмала, иногда белков. Лейкопласты, накапливающие крахмал, называют амилопластами, белок – протеинопластами, жирные масла – олеопластами.

***Хромопласты*** – пластиды, содержащие каротиноиды, придающие им красную, желтую и оранжевую окраску. Их можно встретить в лепестках (лютик, одуванчик, тюльпан), корнеплодах (морковь), зрелых плодах (томат, роза, рябина, хурма) и осенних листьях. Яркий цвет хромопластов обусловлен наличием каротиноидов, растворенных в пластоглобулах. Внутренняя система мембран в данном типе пластид, как правило, отсутствует. Хромопласты имеют косвенное биологическое значение: яркая окраска лепестков и плодов привлекает опылителей и распространителей плодов.

**Взаимопревращения пластид.** Как считается, в историческом развитии (филогенезе) исходным типом пластид были хлоропласты, из которых в связи с дифференциацией органов растений по функциям (их специализацией) произошли лейкопласты и хромопласты. В индивидуальном развитии пластид (онтогенезе) возможные взаимопревращения пластид выглядят иначе.

Обычно хлоропласты превращаются в хромопласты при созревании плодов и осеннем пожелтении листьев. Изменение окраски осенних листьев с зеленой на желтую или оранжево-красную объясняется разрушением в хлоропластах хлорофилла под действием короткого дня и низких температур, в результате чего он перестает маскировать каротиноиды. Лейкопласты могут превращаться в хлоропласты (позеленение на свету клубней картофеля) и в хромопласты. Хлоропласты могут трансформироваться в лейкопласты при помещении растений в темноту.

Трансформация пластид сопровождается изменениями их размеров и набора пигментов, перестройкой их внутренней структуры. Хромопласты — конечный этап развития пластид.

1. **Клеточный сок и вакуоли**

*Клеточный сок* — водный раствор различных веществ. В основном это продукты жизнедеятельности протопласта, появляющиеся и исчезающие на разных этапах жизни клетки. Химический состав и концентрация клеточного сока зависят от вида растения и типа ткани, к которой относится клетка. Обычно клеточный сок имеет кислую реакцию. В его состав входят водорастворимые органические и неорганические вещества. В клеточном соке широко представлены запасные питательные вещества: простые белки и водорастворимые углеводы; вещества, обеспечивающие защиту клетки и ее контакты с другими организмами: алкалоиды, гликозиды, пигменты; осмотически активные соединения: соли неорганических и органических кислот. Здесь же изолируются ненужные протопласту конечные продукты обмена веществ.

Среди веществ, входящих в состав клеточного сока, больше всего водорастворимых углеводов. Особое значение имеют сахара: глюкоза, фруктоза, сахароза. Они служат основными источниками энергии в клетке и представляют собой типичные запасные вещества. В вакуолях клеток запасающих тканей клубней топинамбура (подсолнечника клубненосного) накапливается много водорастворимого полисахарида инулина, что, значительно повышая концентрацию клеточного сока, предотвращает его замерзание в зимний период и позволяет клубням зимовать в почве.

Роль содержащихся в клеточном соке гликозидов (эфироподобных соединений моносахаридов со спиртами и другими веществами) не совсем ясна. Некоторые из них, безусловно, могут защищать растения от поедания животными своей токсичностью (амигдалин, дигиталин), горьким вкусом (синигрин) или неприятным резким запахом (кумарин). Относящиеся к гликозидам пигменты клеточного сока обеспечивают окраску цветков и плодов, способствуя соответственно их опылению и распространению. Наибольший интерес представляют пигменты антоцианы, способные изменять окраску в зависимости от реакции клеточного сока. В кислой среде она красная, в нейтральной — фиолетовая, в щелочной — синяя. Именно этими пигментами обычно обусловлена столь разнообразная окраска цветков (василек, герань, мак, пион, шиповник) и плодов (виноград, вишня, слива, смородина). Красно-фиолетовый пигмент бетаин окрашивает листья и корнеплоды столовой свеклы.

Накапливающиеся в клеточном соке дубильные вещества, обладая антисептическими свойствами, защищают растения от патогенных бактерий и грибов. Очень много дубильных веществ содержится в коре дуба и в листьях чая (до 20%). Благодаря противовоспалительному и вяжущему действию их применяют при лечении ожогов, кожных болезней, воспалительных процессов в ротовой полости, горле, пищеварительной системе. Издавна дубильные вещества используются для дубления кож.

Алкалоиды (органические основания, содержащие азот) находятся в клеточном соке в виде солей органических кислот. Сильно ядовитые и жгучие на вкус, они, очевидно, как и гликозиды, защищают растения от травоядных животных. Обладая высокой физиологической активностью, оказывают сильное воздействие на организм человека. Широко применяются в медицине как лекарства разного действия.

**Вакуоли** содержатся почти во всех растительных клетках. Они представляют собой полости, заполненные клеточным соком и ограниченные от цитоплазмы мембраной – *тонопластом*. Для большинства зрелых клеток растений характерна центральная вакуоль. Она, как правило, настолько крупна (70–90 % объема клетки), что протопласт со всеми органеллами располагается в такой клетке в виде очень тонкого постенного слоя. Клеточный сок, содержащийся в вакуоли, представляет собой водный раствор различных веществ, являющихся продуктами жизнедеятельности протопласта. В его состав могут входить углеводы (сахара и полисахариды), белки, органические кислоты и их соли, минеральные ионы, алкалоиды, гликозиды, танины и другие растворимые в воде соединения.

Вакуоли в растительных клетках выполняют следующие основные функции:

- накопление запасных веществ, отходов;

- поддержание клетки в состоянии тургора и регуляция водно-солевого обмена.

Концентрация ионов и сахаров в клеточном соке вакуоли, как правило, выше, чем в оболочке клетки. Поэтому при достаточном насыщении оболочки водой последняя будет поступать в вакуоль путем диффузии – движением молекул из области их высокой в область их низкой концентрации, т.е. по градиенту концентрации. Такой однонаправленный транспорт воды через полупроницаемую мембрану по градиенту концентрации носит название «осмос». В результате осмоса молекулы воды перемещаются из раствора с низкой концентрацией растворенных веществ (гипотонического) в раствор с более высокой их концентрацией (гипертонический) до тех пор, пока концентрации растворов не сравняются (они станут изотоническими).

Ведущую роль в осуществлении осмоса в растительной клетке играет вакуоль. Если концентрация клеточного сока выше, чем у гиалоплазмы, то вода из нее будет поступать в вакуоль. Увеличиваясь при этом в размерах, вакуоль начинает давить на протопласт, прижимая его к клеточной стенке и тем самым создавая так называемое *тургорное давление*. Достаточно упругая клеточная стенка оказывает в этом случае обратное давление на протопласт — тургорное натяжение. Оно увеличивается по мере поступления воды в клетку. Поступление воды в клетку лимитируется растяжимостью эластичной клеточной стенки — при достижении ее предела вода перестает поступать в клетку. Напряженное состояние клеточной стенки, создаваемое внутриклеточной жидкостью, называется *тургором.*

Клетка в состоянии тургора имеет наибольший объем, наименьшую концентрацию клеточного сока и максимальное тургорное натяжение. Состояние тургора — нормальное физиологическое состояние клетки. Оно играет огромную роль в жизни растения. Благодаря тургору органы растения поддерживают свою форму и сохраняют нужное положение в пространстве, противостоя различным механическим воздействиям.

Если клетку, находящуюся в состоянии тургора, поместить в гипертонический раствор осмотически активного вещества (NaCl, KNO3, сахарозы), т. е. в раствор с большей концентрацией, чем концентрация клеточного сока, то начнется осмотический выход воды из вакуоли. В результате этого объем вакуоли сократится. Уменьшение объема вакуоли приводит к понижению ее давления на протопласт, а последнего — на клеточную стенку. Сокращение поверхности клеточной стенки приводит к уменьшению размера клетки. Когда размер клетки достигает минимума, а уменьшение объема протопласта из-за потери воды продолжается, то, сжимаясь, он может сначала локально — местами, а потом и полностью отделиться от клеточной стенки. Такое противоположное тургору состояние клетки называют *плазмолизом*.

Если клетку в состоянии плазмолиза поместить в чистую воду, то она может вернуться в состояние тургора, т.е. произойдет *деплазмолиз*. В этом случае имеет место обратимый плазмолиз. Когда протопласт из-за потери воды полностью отделяется от клеточной стенки, клетку в состояние тургора вернуть уже невозможно — наступает необратимый плазмолиз, в результате которого протопласт погибает.

Последствия плазмолиза можно наблюдать при недостаточном поливе растений — листья их поникают и увядают. Об осмотических особенностях клеток следует помнить и при внесении удобрений. Высокая концентрация вносимых удобрений может так сильно повысить концентрацию почвенного раствора возле корневых волосков, что вода начнет покидать клетки корня, а не поступать в них.

***Контрольные вопросы и задания***

1. *Что такое пластиды? Какие типы пластид вам известны? 2. Дайте краткую характеристику хлоропластов, лейкопластов, хромопластов. 3. Какие функции в растительной клетке выполняют вакуоли? 4. Что такое тургор? 5. Опишите процессы плазмолиза и деплазмолиза клетки.*

***Литература***

1. *Билич Г.Л. Биология. Полный курс. В 3-х т. Том 2. Ботаника/Г.Л. Билич, В.А. Крыжановский.-М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004.-544 с.*
2. *Коровкин О.А. Ботаника - М.: КНОРУС, 2016.- 434 с.*