**Обзор литературы**

Хлорофилл относится к классу белков. Хлорофилл представляет собой «одно из интереснейших веществ на земной поверхности» (Ч. Дарвин), так как благодаря ему возможен синтез органических веществ из неорганических C и .

Важнейшую роль в процессе фотосинтеза играет зелёный пигмент – хлорофилл. Французские учёные Пелетье и Кавенту (1818) выделили из листьев зелёное вещество и назвали его хлорофиллом (от греч. «хлорос» – зелёный и «филлон» – лист). В настоящее время известно около 10 хлорофиллов. Они отличаются по химическому строению, окраске, распространению среди живых организмов. У всех высших растений содержатся хлорофиллы *а* и *b*. Хлорофилл *с* содержится в диатомовых водорослях, хлорофилл *d* – в красных водорослях. Кроме того, известны четыре бактериохлорофилла, содержащиеся в клетках фотосинтезирующих бактерий. В клетках зелёных бактерий содержатся бактериохлорофиллы *с* и *d*. В клетках пурпурных бактерий – бактериохлорофиилы *а* и *b.* Основными пигментами, без которых фотосинтез не идёт, являются хлорофилл *а* для зелёных растений и бактериохлорофилл для бактерий.

В первые точное представление и пигментах зелёного листа было получено благодаря работам крупнейшего русского ботаника М. С. Цвета. Он выделил пигменты листа в чистом виде и разработал новый хроматографический метод разделения веществ. Метод этот в дальнейшем получил широкое применение, как в биохимии, так и в чисто химических исследованиях.

Хлорофиллы *а* и *b* различаются по цвету. Хлорофилл *а* имеет сине-зелённый оттенок, а хлорофилл *b –* жёлто-зелёный. Содержание хлорофилла *а* в листе примерно в три раза больше по сравнению с хлорофиллом *b*.

Образование хлорофилла осуществляется в 2 фазы: первая фаза – темновая, во время которой образуется предшественник хлорофилла – протохлорофилл, а вторая – световая, при которой из протохлорофилла на свету образуется хлорофилл. Для образования хлорофилла необходимо наличие железа. При недостатке железа получаются растения, характеризующиеся бледными полосами и слабой зелёной окраской листьев. Образование хлорофилла зависит от температуры. Оптимальная температура для накопления хлорофилла 26-30 С. Как и следовало ожидать, от температуры зависит лишь образование протохлорофилла (темновая фаза). При наличии уже образовавшихся протохлорофиллов процесс зеленения (световая фаза) идёт с одинаковой скоростью независимо от температуры. На скорость образования хлорофилла оказывает влияние содержания воды. Сильное обезвоживание проростков приводит к полному прекращению образования хлорофилла. Особенно чувствительно к обезвоживанию образование протохлорофилла.

Ещё В. И. Палладин обратил внимание на необходимость углеводов для протекания процесса зеленения. Именно с этим связано то, что зеленение проростков на свету зависит от их возраста. После 7-9-дневного возраста способность к образованию хлорофилла у таких проростков резко падает. При опрыскивании сахарозой проростки снова начинают интенсивно зеленеть.

Важнейшее значение для образования хлорофилла имеют условия минерального питания. Прежде всего, необходимо достаточное количества железа. При недостатке железа даже листья взрослых растений теряют окраску. Это явление названо хлорозом. Железо – необходимый катализатор образования хлорофилла. Оно необходимо на этапе синтеза δ-аминолевулиновой кислоты из глицерина и сукцинил-КоА, а также синтеза протопорфирина. Большое значение для обеспечения синтеза хлорофилла имеет нормальное снабжение растений азотом и магнием, так как оба эти элемента входят в состав хлорофилла. При недостатке меди хлорофилл легко разрушается. Это, по-видимому, связано с тем, что медь способствует образованию устойчивых комплексов между хлорофиллом и соответствующими белками.



Исследования процесса накопления хлорофилла у растений в течение вегетационного периода показало, что максимальное содержание хлорофилла приурочено к началу цветения. Есть даже мнение, что повышение образования хлорофилла может быть использовано как индикатор, указывающий на готовность растений к цветению. Синтез хлорофилла зависит от деятельности корневой системы. Так, при прививках содержание хлорофилла в листьях привоя зависит от свойств корневой системы подвоя. Возможно, что влияние корневой системы связано с тем, что там образуются гормоны (цитокинины). У двудомных растений большим содержанием хлорофилла характеризуются листья женских особей.

По химическому составу хлорофилл представляет сложный эфир дикарбоновой кислоты хлорофинилла. Хлорофинилл представляет собой азотосодержащее металлоорганическое соединение, относящееся к магний-порфиринам. В центре молекуле хлорофилла расположен атом магния, который соединён с четырьмя азотами пиррольных группировок. В пиррольных группировках хлорофилла имеется система чередующихся двойных и простых связей. Это и есть хромофорная группа хлорофилла, обуславливающая его окраску.

Наличие магния обнаруживается легко. Стоит только подействовать на спиртовую вытяжку хлорофилла слабым раствором соляной или какой-нибудь другой кислоты, чтобы определить магний. При этом произойдёт изменение окраски – вытяжка приобретает жёлто-бурый оттенок. Хлорофилл без магния получил название феофитина:



В молекуле феофитина сравнительно легко ввести обратно какой-нибудь металл и восстановить металлоорганическую связь. Для этого к раствору феофитина прибавляют уксуснокислую медь или уксуснокислый цинк и нагревают. Цинк или медь входят в молекулу хлорофилла, и вытяжка становится опять зелёного цвета.

Химическая формула была установлена в 1913 году немецкими биохимиками Р. Вильштеттером и А. Штоллем. Им удалось её установить, последовательно отщепляя от молекулы хлорофилла отдельные её части действием кислот и щелочей, а в дальнейшем и нагреванием под давлением. До этих работ в физиологии растений считалось, что хлорофилл содержит железо, а не магний. Они же окончательно доказали и наличие двух хлорофиллов – *а* и *b*.

Эти же работы сделали образование кристаллического хлорофилла. Вильштеттер и Штолль показали, что имеющийся в зелёных листьях фермент хлорофиллаза отщепляет спирт фитол и на его место становится остаток этилового или метилового спирта. Такие соединения получили название хлорофиллидов. Если фитол замещается остатком этилового спирта, то полученное соединение называется этилхлорофиллидом.

Хлорофилл поглощает солнечную энергию и направляет её на химические реакции, которые не могут протекать без энергии, получаемой извне. Раствор хлорофилла в проходящем свете имеет зелёный цвет, но при увеличении толщины слоя или концентрации хлорофилла он приобретает красный цвет.

Хлорофилл поглощает свет не сплошь, а избирательно. При пропускании из семи видимых цветов, которые постепенно переходят друг в друга. При пропускании белого света через призму и раствор хлорофилла на полученном спектре наиболее интенсивное поглощение будет в красных и сине-фиолетовых лучах. Зелёные лучи поглощаются мало, поэтому в тонком слое хлорофилл имеет в проходящем свете зелёный цвет. Однако с увеличением концентрации хлорофилла полосы поглощения расширяются (значительная часть зелёных лучей также поглощается) и без поглощения проходит только часть крайних красных. Спектры поглощения хлорофилла *а* и *b* очень близки.

В отражённом свете хлорофилл, кажется вишнёво-красным, так как он излучает поглощённый свет с изменением длины его волны. Это свойство хлорофилла называется флюоресценцией.

**Список используемой литературы**

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%BB%D0%BB>
2. <http://fizrast.ru/fotosintez/pigmenty/hlorofilly.html>
3. <http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article1955>
4. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B7>
5. <http://fizrast.ru/fotosintez/etapy/fotofizika.html>