

к 10
187195

Ф. Н. КРАШЕНИННИКОВ

СОЛНЦЕ

ИСТОЧНИК
ЖИЗНИ



СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК
ВОЛОГДА 1926

Акц. О-во „СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

г. Вологда, ул. Урицкого, 2.

Для телеграмм: „СЕВЕРОПЕЧАТНИК“

Акц. О-во „Северный Печатник“ имеет **монопольное** право на печатание Трудов Государственного Тимирязевского Научно-Исследовательского Института и отдельных научных и научно-популярных книг сотрудников этого Института.

ВЫШЛО ИЗ ПЕЧАТИ:

Проф. Г. Боссов. Задачи Госуд. Тимирязевского Научно-Исследоват. Института, его организация и работа. Ц. 30 к.

Первое Совецание по Краеведению Отделения изучения природы СССР Госуд. Тимирязевского Научно-Исследоват. Института. Ц. 25 к.

Второе Совецание по Краеведению и т. д. Ц. 15 к.

П. Гуров. Психология и библиотечная работа. Ц. 12 к.

Механистическое естествознание и диалектический материализм. Дискуссионный сборник № 1. Ц. 80 к.

Проф. А. Р. Кизель. Живое вещество. Ц. 25 к.

Проф. Г. Г. Боссов. От неживого к живому. 2-е изд. Ц. 30 к

Проф. Б. М. Завадовский. О брожении. Ц. 40 к.

Академик С. Г. Навагин. Единицы жизни. Ц. 20 к.

В. В. Левченко и М. И. Сидорин. Листопад и осенняя окраска листьев. Ц. 65 к.

Б. Г. Андреев и И. Е. Орлов. Обзор научно-популярной литературы по неживой природе. Ц. 1 р.

Н. Н. Плавильщиков. Зубочистка крокодила (Из сказок природы). Ц. 70 к.

Его же. Смерть и бессмертие. Ц. 35 к.

М. С. Навагин. Повторение себя в потомстве. Ц. 35 к.

Планк. От относительного к абсолютному. Ц. 25 к.

В. И. Прилуцкая. Строение и жизнь тела человека. План лабораторных занятий в Совпартшколе. Ц. 40 к.

Продолжение на 3 стр. обложки.



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТИМИРЯЗЕВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВА-
ТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ**

изучения и пропаганды естественно-научных основ диалектического материализма

СЕРИЯ IX

„НА ПУТИ К МАТЕРИАЛИЗМУ“

ВЫПУСК № 12

Ф. Н. КРАШЕНИННИКОВ

Солнце — источник жизни

„СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

Вологда, 1926

Ф. Н. КРАШЕНИННИКОВ

СОЛНЦЕ—ИСТОЧНИК ЖИЗНИ



„СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

ВОЛОГДА

1926

Типо-литография Акц. О-ва „Северный Печатник“.

Гублит № 67 (Вологда)

Тираж 4000 экз.

Блестящий шар, кумир
Природы юной и могучей расы
Людей первичных...
Тебе все поклонялись,
Не зная твоего происхожденья.
Лучами радости светил ты на вершинах
И грел сердца халдейских пастухов.
Светило первое и центр других светил,
Ты нашу землю сделал выносимой,
И только ты всему даешь окраску,
Всему, что ходит при твоих лучах.

Байрон.

Солнце—источник жизни.

Наверное, у каждого возникал вопрос: что такое жизнь? Откуда она? Чем поддерживается? На все эти вопросы нельзя дать определенного, бесспорного ответа. Мы не можем ответить на вопрос, что такое жизнь. Граница между живым и мертвым неуловима, как и все границы, если только они не проведены искусственно. Конечно, в громадном большинстве случаев ни у кого не явится сомнения, что счастье за живое, что за мертвое. Но возьмем долго лежащие семена: что они—живы или мертвы? Наружных различий мы не замечаем; только одни прорастают, а другие—нет. Но и живые семена не прорастут, если нет подходящих условий, а начавшие прорасти отомрут, если мы устраним хотя бы одно какое-нибудь необходимое, простое, несложное условие: устраним, например, воздух или тепло (заморозим),— и проростки погибнут. Отсюда мы заключаем, что в мертвых семенах, в отличие от живых, чего-то не хватает (какое-то условие устранено), но чего именно не хватает,—этого мы не знаем.

Иногда говорят, что мы этого никогда и не узнаем, что именно в этом и заключается вечная тайна жизни. Но такого утверждения нельзя ни доказать, ни опровергнуть. Вопрос, узнаем ли мы это когда-нибудь или нет,—вопрос праздный. О том свидетельствует все историческое развитие наших знаний. Жи-

вой мир стоит перед человеком, человек должен его изучать; а кто положит предел человеческому знанию?—говорил еще Г а л и л е й. Отступим на 1000 лет назад: целый ряд вопросов тогда и не возникал. Всего 100 лет тому назад многие вопросы казались недоступными и по существу неразрешимыми: хотя бы вопрос о том, как возникают вещества, из которых построено тело всех живых существ — организмов. Эти вещества, как полагали, могут образовываться только в организмах, их и называли поэтому органическими, в противоположность веществам неорганическим или неживой природы. Не прошло и ста лет, как успехи органической химии позволяют нам утверждать, что получение какого угодно вещества органического (образующегося в живых существах) если и представляет трудности, то лишь технические.

Вопрос о происхождении жизни такого определенного решения еще не получил.

Можно сказать, что жизнь не вечна: мы присутствуем при ее кончине у отдельных особей, можно проследить кончину целых определенных групп — видов и еще более обширных групп. Отсюда заключаем, что то, что кончается, должно как-нибудь и начинаться. Можно проследить способ происхождения отдельных особей, можно объяснить происхождение отдельных групп, но указать, как возникает жизнь вообще, нельзя просто по той причине, что мы еще не в силах определить самого понятия — жизнь, не можем точно установить тех признаков, которыми живое отличается от мертвого.

Самый вопрос—что считать за особь, за отдельный организм, решается легко для высших представителей животного мира, но он оказывается очень

неопределенным по отношению к растениям, даже высшим, цветковым растениям. Возьмем вербу, ветлу. Могу я сразу создать новый организм—новое живое существо? Если мы отрежем веточку (садовник скажет: возьмем черенок) и посадим ее, воткнем в землю и накроем банкой, чтобы она не сохла, черенок укоренится и разовьется в новое растение при подходящих условиях. Простым отрезыванием мы создали новый организм.

Но с вербой надо ждать, пока разовьются корни. Еще проще водяное растение „водяная чума“, элодея. Оно растет без корней. Если мы разорвем веточку этого растения, станет две веточки, два растения. Что-то уж очень просто мы создаем новые организмы... Вопрос о том, что считать за особь,—вопрос сложный. Все ли дерево целиком, или каждая веточка есть отдельный организм? Мы вправе считать каждую клетку, пузырек, из которых образованы все живые существа, за отдельные особи.

Решение вопроса о жизни вообще сводится к разъяснению отдельных условий жизни.

Внешние условия жизни—вода, тепло, кислород воздуха и свет. Если не хватает тепла, всякая жизнь останавливается: тому пример—полярная область с ее вечными снегами. У нас зимний покой прерывает надолго жизнь растительного мира: таков тяжелый удел всех северных стран, где жизнь растения замирает надолго, больше чем на полгода, где не только нельзя надеяться снять двух урожаев с одного и того же поля, но и один урожай едва поспекает созреть.

Прямой или косвенный источник внешних условий—солнце. Источник света на земле дает и нагре-

вание, прямо повышая температуру. Повышение температуры усиливает испарение воды, что может повлечь за собою полное прекращение жизни, за недостатком воды, пример — безводная область пустыни. Но не от того, что солнце чрезмерно палит, все выгорает; стоит пробиться ключу, и жизнь пышно распускается.

К внешним условиям жизни должно прибавить еще внутренние условия: наличие определенных веществ в организме. Образование и даже действие этих веществ стоит в прямой зависимости от света, т.-е. солнца. Мы легко представляем себе, что от взаимодействия веществ происходит развитие организма: если сравнить растение, выросшее на свету и в темноте, различие в развитии от устранения света окажется чрезвычайно большим. Свет влияет на форму.

К условиям жизни мы должны прибавить еще одно: питательные вещества. Пища дает материал для растущих органов, пища дает и силу для работы во время роста и для всех превращений в организме. Пищу животные получают от растений, как травоядные, так и плотоядные. Борьба за пищу — один из самых мощных факторов, определяющих развитие животного мира. Но откуда растения берут питательные вещества?

Все живое растет и питается. Рост — наиболее характерный отличительный признак организмов. Но рост и питание неразрывно связаны друг с другом. Чем же организм питается? Тем, из чего состоит: так учили в древности. Отчасти это учение верно, отчасти — нет. Неверно потому, что, развивая его дальше, Аристотель говорил: вещества в готовой форме поступают из почвы в растение; сколько вку-

сов в плодах, столько же их и в земле, которою питается растение. На самом же деле в растении, как и в животном, происходит превращение веществ в иные соединения, чем те, которые поступают в организм в виде пищи. Верно в этом учении то, что превращения эти не безграничны. В приведенном учении как бы предугадывался закон сохранения вещества.

Превращение веществ в организме ограничено, как и в химии, элементами, теми простейшими телами, на которые химии удастся разложить всевозможные вещества. Эти простейшие тела, элементы, уже не поддаются дальнейшему искусственному разложению, приемами химического анализа. Элементы не создаются и в организмах. Превращения питательных веществ в растении более разнообразны, чем у животных, пища же их более однообразна. На одной и той же земле развиваются и высшие растения — деревья, и простейшие растения — мхи. Условия питания животных более ограничены. С одной стороны — дождевые черви, питающиеся разлагающимися остатками в земле, с другой — высшие животные. В пище животных необходимо наличие уже готовых органических соединений, среди которых первое место занимают три главные группы питательных веществ: белки, углеводы, жиры, помимо других соединений. Другое дело — зеленые растения.

Из числа всех известных элементов (около 100) для развития растения необходимо всего на всего 11. Отчасти анализ растения нам укажет, что это за элементы. Для анализа растения высушим его: содержание воды у разных растений в разных частях очень колеблется: от 5 до 95⁰/₀. Но состав сухого веще-

ства более постоянен. По образному выражению Кнопа, если собрать все растения, высушить их и взять среднюю пробу для анализа, то состав будет приблизительно такой: 5% золы и 95% органического горючего вещества. Это органическое вещество, главным образом, состоит из четырех элементов, которые иногда называют органогенами, так как из них построены все части — органы живых существ: углерод—45%, кислород—42%, водород—6,5% и азот—1,5%. Главное количество, почти половина всего сухого веса растения, приходится на долю углерода. Это нам объясняет процесс обугливания—легкое получение угля из растения.

Выращивание растений в искусственных культурах обнаруживает происхождение всех одиннадцати элементов, необходимых для растения. Если мы прибавим в полуведерную банку с водой 12 граммов солей, укрепим в пробку проросшее семя так, чтобы в раствор были погружены только корни растения; если затем, при некоторых технических предосторожностях, мы оставим сосуд на воле, под открытым небом, мы получим полное развитие растения — овса, гречихи, маиса — даже лучше, чем на самой плодородной почве. Мы предоставили растению только минеральные вещества, определенные соли, не содержащие соединений углерода. Следовательно, весь углерод растение получило само, исключительно из углекислоты воздуха: иного источника для него не было. Остальные элементы в форме солей поступают в растение с водою из почвы. Золы, зольных элементов хотя немного, но они безусловно необходимы для развития растения.

Образование органического, углеродистого вещества в растении зависит от солнечного света; горючее вещество растения образуется на счет солнечной энергии. На разъяснении этого процесса мы остановимся подробнее. Процесс этот—самый существенный в жизни органического мира. Без пищи не проживешь, а откуда пища? От растения. А в растении как? Растение само вырабатывает свое органическое вещество, из которого оно построено, а не получает его готовым извне, как животное. Для питания растения достаточно только минеральных веществ. Органическое вещество растений образуется в процессе усвоения углерода из углекислоты воздуха. Процесс этот происходит не во всяком растении и не во всякой части растения, а только в зеленом растении, в его зеленых органах, в зеленых листьях. Есть растения, как-будто лишенные зеленого цвета, пестролистные бегонии, садовые колеусы, бурые и багряные водоросли и другие, которые способны к самостоятельному питанию и вырабатывают свое органическое вещество из углекислоты воздуха. Но их зеленый пигмент, хлорофилл, замаскирован в клетках другими пигментами, растворимыми в соку.

Этот процесс питания растений — усвоение углерода из углекислоты воздуха зеленым растением на счет энергии солнечного света — часто обозначают одним словом „ассимиляция“ (усвоение).

Припомним некоторые свойства углекислоты. Углекислота — бесцветный газ, тяжелее воздуха. Она получается, если к мрамору или мелу прибавить соляной или уксусной кислоты. Мел при этом шипит от выделяющихся пузырьков газа. Если мы напустим этого газа в стакан, он, будучи тяжелее воздуха, остается

некоторое время даже в открытом стакане. Горения он не поддерживает: зажженная свеча при опускании в углекислый газ гаснет. Его можно перелить в другой стакан с воздухом и погасить горящую там свечку. Углекислота легко растворяется в воде, пример—зельтерская вода, квас. Даже слабые щелочи нацело поглощают углекислоту. Если набрать углекислоты в трубку, прибавить слабой щелочи, закупорить и взболтать, то при откупоривании трубки под водой увидим, как вся трубка заполнится водою. При пропускании углекислоты в известковую воду получается соединение извести и углекислоты, появляется обильный белый осадок—мел (осажденный), из которого можно получить углекислоту обратно.

Присутствие углекислоты в воздухе можно обнаружить, продувая воздух через известковую воду. Получается лишь легкая муть, так как углекислоты в воздухе немного: 0,03%. Можно определить количество углекислоты воздуха, если учесть, сколько воздуха мы пропустили через известковую воду, и определить, сколько углекислоты поглотила известковая вода. Образование углекислоты при дыхании обнаружится, если мы будем дышать через трубку в известковую воду: получается обильная муть от углекислой извести.

То, что в состав углекислоты входит углерод, можно показать, если в сосуд с углекислотой опустить зажженный магний. Магний горит и в углекислоте, отнимая кислород от углекислоты. Освобождающийся из углекислоты углерод дает черную копоть угля.

Посмотрим, как совершается ассимиляция, усвоение углекислоты. Бесцветную углекислоту нельзя видеть в воздухе. Зеленое растение развивается не

только на суше, но и в воде. Возьмем веточку водяной чумы (элодеи), поместим в ванночку с плоскими параллельными стенками, в простую водопроводную воду, в которой всегда растворено несколько углекислоты. Осветим сильным источником света. Из веточки идет ток пузырьков газа. Углекислота, растворенная в воде, проникает в листья веточки. Под влиянием света она разлагается. Образующийся кислород скапливается в воздушных полостях веточки. Растворимость кислорода гораздо меньше, чем у углекислоты; он не успевает растворяться по мере образования, а накапливается в газообразной свободной форме. Через случайные отверстия в воздушных полостях, через разрез веточки пу-

зырьки кислорода выделяются наружу, и мы видим их выделение (рис. 1)¹⁾. Что это кислород, можно было бы доказать таким приемом: собрав достаточное количество этого газа, мы нашли бы, что тлеющая лучинка в нем вспыхивает. Зависимость ассимиляции от света мы докажем тем, что заградим доступ света к веточке, для чего вдвигаем между ванночкой и источником света непрозрачную бумагу, и тогда выделение пузырьков сразу прекращается. Если осветить ванночку вновь, пузырьки начнут вновь выделяться. У нас перед глазами одна

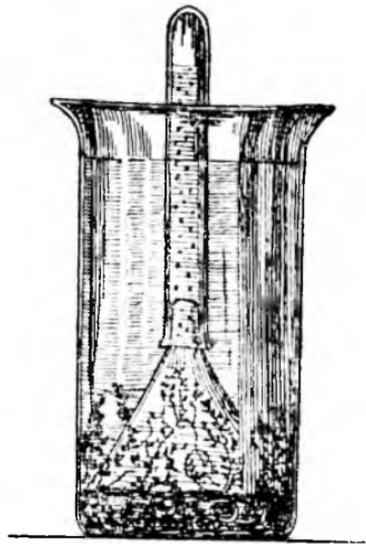


Рис. 1.

¹⁾ Подробное объяснение этого и последующих рисунков см. после текста.

из тайн жизни—процесс ассимиляции, которая поддерживает жизнь всего органического мира. Поглощение углекислоты можно обнаружить тем, что, заменив воду с углекислотой прокипяченной водою, из которой удалена углекислота, или связывая растворенную углекислоту прибавлением извести, мы увидим, как выделение пузырьков останавливается. Растворенная углекислота, давая мел, заметный в виде облаков, уже не поступает больше в растение.

Обнаружить ассимиляцию, усвоение углекислоты на свету зелеными наземными растениями гораздо хлопотливее. Для этого необходимо определять количество углекислоты в воздухе. Протягивая воздух через стеклянный баллон с растением, Буссенго впервые мог показать, что, несмотря на ничтожное содержание углекислоты в воздухе ($0,03\%$), воздух, прошедший на свету мимо зеленого растения, содержит углекислоты меньше. Летом поглощение углекислоты из воздуха можно показать таким приемом. В длинную стеклянную трубку, диаметром сантиметра в 2, длиной в 1 метр, положим какие-нибудь листья, например, крапивы, в один слой, чтобы лист не лежал на листе. Тогда, при медленном просасывании воздуха через такую трубку на свету, воздух, выходящий из трубки, уже не будет давать мути в известковой воде. Вся углекислота из воздуха будет усвоена листьями.

Углекислоты в воздухе всего $0,03\%$, то-есть немного; но если мы примем в учет всю массу воздуха в земной атмосфере, то расчеты дадут нам 2100 миллиардов килограммов углекислоты. Сопоставим с этой цифрой то количество углекислоты, которое все зеленые растения на всем земном шаре ассимилируют

в один год. Это внушительная цифра: по последним расчетам Шредера, она составляет 58,9 миллиардов килограммов. Итак, вся растительность в год поглощает $1/35$ всего запаса углекислоты. Через 35 лет весь запас углекислоты был бы исчерпан.

Гораздо раньше, чем был разъяснен процесс ассимиляции, обращали на себя внимание явления, обратные ассимиляции. При горении, при дыхании мы наблюдаем поглощение кислорода и выделение углекислоты. Давно уже задавались вопросом: почему при порче воздуха, — как тогда называли процесс поглощения кислорода и выделения углекислоты, — воздух портится из года в год, а окончательно не испортится? В 1772 году Пристлей обнаружил процесс исправления воздуха зеленым растением. Если поместить под колпак в замкнутое пространство над водой горящую свечу, клетку с птичкой, мышью, — свечка скоро погаснет, а животные начнут задыхаться. Воздух испортился. Введем в испорченный воздух веточку мяты. Тогда, но только на свету, — как добавил в 1779 году Ингенхуз, — испорченный воздух исправится: в этом исправленном воздухе животные будут дышать и свеча гореть.

Следовательно, на земной поверхности все время идут два противоположных процесса: порча воздуха от горения, от дыхания, когда сгорают, потребляются накопленные органические вещества (при чем освобождается тепло), и процесс исправления воздуха во время ассимиляции насчет солнечной энергии, когда одновременно с исправлением воздуха накапливаются необходимые для поддержания жизни питательные вещества. Эти два противоположные процесса уравни-

вешивают друг друга. По этой причине состав атмосферы не изменяется уже в течение многих веков.

Но за многие миллионы лет жизни на земле не происходило ли колебаний в составе воздуха? Мы имеем громадные залежи каменного угля, который образовался от медленного обугливания больших скоплений растительных масс, развивавшихся в древние геологические периоды. Возьмем расчеты, которые приводит крупный шведский ботаник Лундегорт в своей новой книге: „Круговорот углекислоты в природе“, 1924 г. Запасы каменного угля на земле определяют до 3.000 биллионов килограммов, что соответствует 8.000 биллионов килограммов углекислоты. Это вчетверо больше, чем теперешнее содержание углекислоты в воздухе. Конечно, эти расчеты приблизительны, но они показывают, что в прежние геологические времена в составе воздуха могла быть лишняя углекислота, углерод которой отложен в форме каменного угля. В те времена в воздухе могло быть не 0,03% углекислоты, как теперь, а втрое—вчетверо больше, то-есть 0,09—0,10%.

Если определить, как изменяется ассимиляция при увеличении количества углекислоты в атмосферном воздухе, то найдем, что ассимиляция усиливается почти пропорционально с увеличением содержания углекислоты в воздухе, до некоторого предела. Отсюда невольно делали вывод, что при большом содержании углекислоты в воздухе в каменноугольную эпоху ассимиляция могла быть более интенсивной. Это и объяснило бы более могучее развитие каменноугольной растительности, что вело к большим скоплениям растительных масс; они-то и подвергались процессу обугливания и окаменения.

Нельзя ли и теперь как-нибудь искусственно увеличить содержание углекислоты вокруг развивающейся растительности и тем, усилив ассимиляцию, повысить образование растительной массы, то-есть—повысить урожай? Нельзя ли удобрить воздух углекислотой, подобно удобрению земли навозом, минеральными веществами? Вопрос этот, давно привлекавший к себе внимание, особенно подробно обсуждается последние годы. Но, к сожалению, дать на него категорический ответ трудно.

Теоретически вопрос решен просто и определенно: с повышением содержания углекислоты в атмосферном воздухе ассимиляция усиливается. Но можно ли на практике получать больший урожай при удобрении углекислотой? Насколько это может быть выгодным? Этот вопрос решают пока по-разному и неопределенно. Есть указания, что повышенное содержание углекислоты усиливает лишь один процесс в растении—ассимиляцию, но задерживает нормальное развитие всего растения и тем приносит в общем итоге вред. Особенно вредное влияние углекислоты сказывается, если прибавлять большие количества ее.

Что же происходит в результате ассимиляции в растении? Как и какие вещества образуются? Уголь углекислоты не отлагается, как таковой. Надо посмотреть, что находится внутри листа, главного и специального органа ассимиляции. На разрезе листа мы увидим, что весь он, как и все части растения, составлен из отдельных клеток. Каждая клеточка есть пузырек с твердой оболочкой и содержимым. Внутри зернистого содержимого, называемого протоплазмой, видны зеленые зернышки. Это—хлорофилловые зерна, в которых хлорофилл (листовая зелень), зеленая краска,

пигмент тесно соединен с белковой, бесцветной основой зернышек.

Мы уже говорили, что способность растения к ассимиляции, к самостоятельному образованию органического вещества, зависит от наличия зеленого пигмента—хлорофилла. А так как хлорофилл распределен в листе в форме зернышек, то эти хлорофилловые зернышки и есть те очаги, в которых разыгрывается таинственный процесс претворения энергии солнечных лучей в химическую энергию образующегося из углекислоты органического вещества. Это можно доказать еще следующим образом.

Очень удачно, что вещество, которое образуется в конце усвоения углекислоты, можно легко обнаружить и отождествить—установить его природу. Это крахмал, который получают из картофеля, из семян. Крахмал набухает в горячей воде, образуя клейстер. С иодом крахмал дает синее окрашивание, при большом количестве—черное. Эта реакция очень чувствительна и характерна: достаточно ничтожных количеств крахмала и иода, чтобы явно заметить окраску, и только с крахмалом иод дает посинение.

С помощью этой реакции мы легко обнаруживаем первый видимый продукт ассимиляции—крахмал. Возьмем днем лист любого растения, и мы увидим, рассматривая его в микроскоп, внутри хлорофилловых зернышек бесцветные крупинки. Чтобы убедиться, что эти крупинки—крахмал, мы лучше не прямо прибавим иода, а сначала обесцветим лист. Для этого положим лист в кипяток. Крахмальные крупинки, превращаясь в клейстер, набухнут, станут крупнее. Потом перенесем лист в спирт. Для ускорения процесса нагреем. Спирт станет зеленеть, а

лист—обесцвечиваться от растворения хлорофилла в спирту. Наконец, он совсем обесцветится, станет белым, особенно, если мы сменим спирт. Хлорофилловые зерна в листьях, прямо положенных в спирт, спустя некоторое время обесцвечиваются, нисколько не изменяя ни своей формы, ни размеров; основа их, следовательно, бесцветна. Она состоит из веществ, близких к той зернистой массе—протоплазме, в которой они лежат. Зеленый пигмент—хлорофилл—лишь присоединен к этой бесцветной основе. Окрашивая эти обесцвеченные хлорофилльные зерна иодом, мы легко увидим, как набухшие крахмальные крупинки примут синий (черный) цвет, а бесцветная основа, подобно всем белковым веществам, из которых она состоит, окрасится в желто-бурый цвет.

Крахмал в хлорофилловых зернах образуется только как продукт ассимиляции; на свету, на воздухе без углекислоты он не появляется.

Крахмал, образовавшийся в хлорофилловых зернах, не остается без изменений. Он идет, как питательное вещество, на развитие всего растения. По мере образования он растворяется и оттекает в осевые органы растения: в стебель, корень, к семенам, где и отлагается в других клетках, как запасное питательное вещество. Этими запасами человек пользуется для своего питания. Если лист долго остается в темноте, например, за теплую летнюю ночь, то крахмал из листа нацело оттекает в осевые органы; лист, как говорят, обескрахмаливается.

Можно попробовать сделать этот опыт и зимой. Возьмем комнатное растение, или из оранжереи, быстро растущее. Комнатные пальмы для этого непригодны: у них все процессы совершаются замед-

ленным темпом. Можно взять хотя бы комнатную герань (пеларгонию зональную) или примулу. Закроем у нее лист темной, непрозрачной, перегнутой пополам бумажкой, от покрывки с тетради. На этой перегнутой бумажке вырежем насквозь, через обе половинки, какие-нибудь буквы, например, слово „свет“. Зажмем лист, не срезая его с растения, в эту согнутую бумажку так, чтобы верхние и нижние прорезанные



Р и с. 2.

буквы приходились одни под другими. Осторожно, но плотно прижмем обе поверхности бумажки к листу, так, чтобы только через прорезанные отверстия свет попадал на листовую пластинку; большая часть листо-

вой пластинки будет закрыта с обеих сторон бумагой. Оставим наше растение в теплой, светлой комнате; повернем его так, чтобы лист с бумажкой приходился к окну и получал побольше света. На другой день сделаем пробу на крахмал.

Срежем этот лист, который в большей части был затемнен, а местами получал свет. Положим в кипящую воду, обесцветим спиртом и перенесем в чашечку с слабым раствором иода; иод обыкновенно берет растворенным в водном растворе иодистого калия. Мы увидим, что те места листовой пластинки, которые были на свету, содержат крахмал, а другие места лишены крахмала. Мы получим отпечаток слова „свет“ на местах, где шла ассимиляция (рис. 2).

Трудно допустить, вследствие сложности строения крахмала, чтобы он был действительно первым непосредственным продуктом, который получается из углекислоты воздуха. Вероятнее, что это будет тело более простого состава. Одновременно с углекислотой происходит усвоение и элементов воды. Так как от частиц углекислоты отщепляется при ассимиляции весь кислород, то, вероятнее всего, углерод остается связанным с частицею воды, образуя тело



называемое муравьиным альдегидом. Муравьиный альдегид по мере образования сейчас же уплотняется в более сложное тело, например, $6 \text{CH}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ — сахар, глюкозу, из которой уже дальше образуется крахмал.

Крахмал, возникая в листе в результате ассимиляции, увеличивает вес листа. Это увеличение веса

легче показать на растениях с крупными листьями: подсолнечника, тыквы. Отрежем от таких листьев, рано утром в хороший летний день, половинки, определим их площадь, высушим и взвесим. Оставшиеся половинки листьев срежем к заходу солнца. Тоже определим поверхность, высушим и взвесим. Поверхности, срезанные вечером, будут весить больше. В среднем на один квадратный метр листовой поверхности в час привес сухого вещества составит от 1 до 2-х граммов. Эта прибыль веса и есть результат ассимиляции.

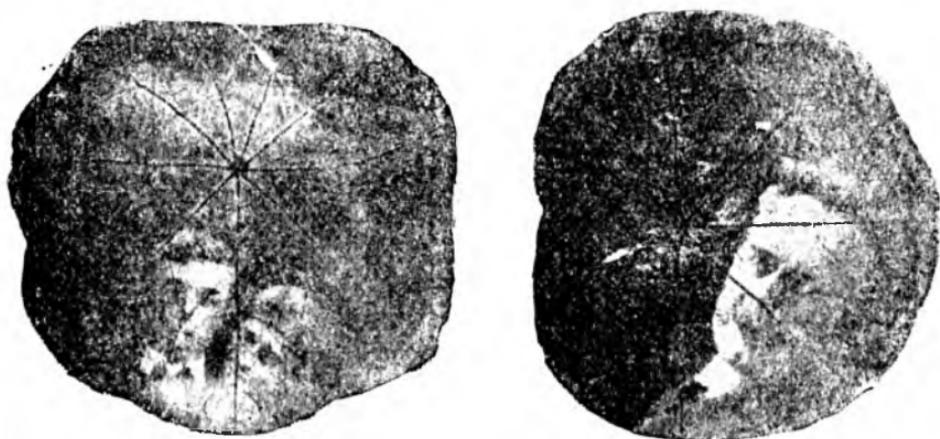


Рис. 3.

Ассимиляция происходит в хлорофилловых зернах. Только лучи, поглощаемые хлорофилловыми зернами, или, правильнее, зеленым пигментом—хлорофиллом, могут доставлять ту большую энергию, которая необходимо должна быть затрачена на перевод углекислоты и воды в органическое вещество. Мы можем посмотреть, какие лучи поглощает хлорофилл. Белый свет не однороден: в этом мы убеждаемся, пропуская пучок лучей через призму. Разлагая белый

свет, мы получим спектр, с его цветами радуги, от красного до фиолетового. На пути лучей, дающих сплошной спектр, поставим ванночку с плоскими параллельными стенками, где налит спиртовой раствор хлорофилла, который мы получили при обесцвечивании листа. Мы увидим поглощение части красных лучей, оранжевых и синих. Особенно сильно поглощаются хлорофиллом красные лучи; они оказываются и наиболее деятельными в процессе ассимиляции. Сейчас нам представляется почти очевидным само собою, что только лучи, поглощаемые хлорофиллом, могут оказывать действие при ассимиляции. Но в свое время для доказательства этого утверждения понадобились тончайшие по технике и не превзойденные по совершенству опыты нашего выдающегося ученого К. А. Тимирязева. Он определял интенсивность ассимиляции в разных участках спектра. Для этого он помещал трубки с одинаковыми отрезками листа в разные участки спектра и доказал, что лучи, сильнее поглощаемые, вызывают наибольшую ассимиляцию. Он показал также, что в лучах, наиболее поглощаемых хлорофиллом, образуется крахмал в листе больше всего.

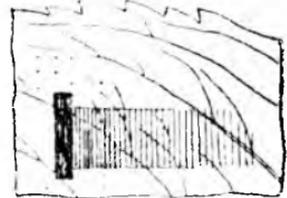
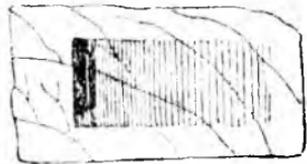


Рис. 4.

Нам надо объяснить еще один вопрос. Углекислота бесцветна, то-есть не поглощает видимых лучей. Как же она разлагается от света, на счет какой силы?

В спектре, который мы получили на экране, можно обнаружить, кроме видимых лучей, еще лучи

невидимые. За крайним красным концом это будут инфракрасные лучи: они нагревают термометр. Инфракрасные лучи не поглощаются хлорофиллом и не участвуют в разложении углекислоты.

За фиолетовым концом невидимые лучи—ультрафиолетовые; их можно обнаружить по их действию на фотографическую пластинку. На значительном расстоянии от фиолетового конца видимого спектра будут такие невидимые лучи, которые поглощаются углекислотою. Таких лучей от солнца до земли доходит мало, так как их поглощает земная атмосфера. Но таких ультрафиолетовых лучей много от ртутной лампы.

Углекислота—бесцветный газ; она не поглощает видимого света, поэтому она не может разлагаться на видимом свету; нет источника силы, которая вызвала бы ее разложение. Чтобы разложить углекислоту, надо приложить много силы, энергии. Эта энергия освобождается при горении угля; что ее освобождается много, мы узнаем по тому количеству тепла, которое развивается при горении. Под действием же крайних ультрафиолетовых лучей от ртутной лампы углекислота, растворенная в воде, разлагается; кислород O_2 освобождается, а углерод C , в соединении с водой, дает химическое соединение, называемое муравьиным альдегидом CH_2O , который дальше уже легко превращается в вещества, близкие к крахмалу.

Эти опыты по разложению углекислоты надо производить в кварцевой посуде, которая не задерживает ультрафиолетовых лучей, как стекло.

Некоторое количество ультрафиолетовых лучей от солнца достигает земной поверхности, поэтому не

исключена возможность образования из углекислоты и воды на земле муравьиного альдегида, который, уплотняясь, и даст некоторое количество органических соединений; эти вещества могли послужить пер-



К. А. Тимирязев.

воисточником для возникновения организмов. Но теперь все органическое вещество на земле растительного происхождения.

Такое разложение углекислоты в лаборатории, без содействия зеленого растения, можно получить и на видимом свете, который не поглощается углекислотой. Для этого следует прибавить к водному раствору углекислоты краски, которая поглощает лучи

видимого света. Тогда сила световых лучей, энергия, поглощаемая краской, будет передаваться на углекислоту, которая теперь на счет энергии световых лучей и будет разлагаться.

Такие краски, передатчики световой энергии, называют сенсibilизаторами. Их применяют в фотографии, чтобы фотографическая пластинка воспринимала не только синие и ультрафиолетовые лучи, поглощаемые солями серебра, но и другие лучи—зеленые, желтые, красные, для чего и прибавляют к светочувствительной эмульсии соответствующих красок.

Сенсibilизатором в растении, передающим световую энергию солнца на углекислоту, от чего она разлагается, является хлорофилл. Хлорофилл влияет на разложение углекислоты не просто своим присутствием. Хлорофилл соединяется с углекислотою, полученное цветное соединение поглощает световые лучи; на счет энергии этих лучей оно изменяется, а в результате этих превращений в конце-концов образуется муравьиный альдегид, легко переходящий в крахмал, и кислород, выделяющийся из листа. Хлорофилл же, освободившийся от видоизмененных присоединений, вновь восстанавливается в хлорофилловых зернах, и к нему могут вновь присоединяться новые количества углекислоты.

Источником же силы для этих превращений служат световые лучи. Уголь, горящий в топке, дает тепло—силу (энергию) для работы машины. Световые лучи и есть та энергия, которая претворяется, накапливается в образующемся горючем веществе растений. Эта энергия, накапливающаяся в растительное вещество, опять освобождается при горении растений.

При накоплении растительных остатков, когда образуется торф, когда залагались пласты каменного угля, в них как бы складывалась в запас энергия солнечных лучей, освещавших и нагревавших землю миллионы лет назад.

Источник и пищи, и всякой механической работы, без которой мы не мыслим нашей жизни, есть солнечные лучи. Использование этих лучей совершается через посредство зеленого растения, или, точнее, хлорофилловых зерен: они являются посредниками между солнцем и жизнью на земле. Отсюда понятна мировая роль растения.

Мы видим, что в изучении одного из самых главных условий жизни получены значительные разъяснения.

В поле, в лесу при виде зеленого листа мы теперь знаем, что у нас перед глазами бесчисленное множество мелких фабрик, заводов, вырабатывающих для нас питательные вещества и образующих запасы топлива. Становится понятным строение листовой пластинки: большая поверхность для большего поглощения углекислоты и уловления большего количества света. Вся эта невидимая работа, обеспечивающая жизнь на земле, и самих растений, и нас с вами, совешается насчет световой энергии, притекающей к нам безвозмездно от солнца, неисчерпаемо на многие века. И именно зеленый лист есть то звено, которое связывает существование всего органического мира с солнцем. Поэтому мы вправе сказать: солнце—источник жизни.

Объяснение рисунков.

- Рис. 1. Выделение кислорода водяными растениями на солнечном свете. В стеклянной банке погружены в простую воду листья какого-нибудь водяного растения, например, побеги элодеи — „водяной чумы“. Над растениями в воде стеклянная воронка. Если выставить сосуд на солнце, то из веточек начинают выделяться пузырьки газа; воронка будет их собирать и отводить через верхнюю укороченную трубку в надвинутую на нее пробирку (запаянную с одного конца трубку), заполненную водой.
- Рис. 2. Лист комнатной герани был зажат с помощью булавок между согнутой пополам полоской непрозрачной бумаги (обложка от тетрадки). На согнутой полоске были вырезаны насквозь через обе половинки буквы. Предварительно на отрезанном маленьком кусочке листа можно было убедиться, что он не содержит крахмала (см. текст). Все растение было освещено электрической лампой в 50 свечей. Расстояние от лампы до листа было около 20 сантиметров; освещение продолжалось около 2 часов. Опыт был произведен поздно вечером в половине января. Правый нижний угол листа, не закрытый бумагой, был затенен соседним листом, и потому в нем не образовалось крахмала. (Можно освещать лист сильной керосиновой лампой „Молния“, но в этом случае надо избегать черезчур сильного нагревания; между керосиновой лампой и листом вставить стеклянную пластинку).
- Рис. 3. Фотографический отпечаток на зеленом листе растения. К листу, не содержащему крахмала (см. текст), с верхней стороны был плотно прижат контрастный негатив так, чтобы свет попадал на лист только через негатив. Проба на крахмал произведена после нескольких часов освещения прямым солнечным светом; опыт произведен летом.

Рис. 4. Спектр хлорофилла, получаемый на самом зеленом листе. Лист гортензии, обескрахмаленный от пребывания некоторое время всего растения в темноте, был освещен спектром. После освещения спектром в течение нескольких часов, лист был срезан, обесцвечен спиртом и окрашен иодом. В тех местах листа, которые были освещены красными лучами спектра, поглощаемыми хлорофиллом, между буквами В и С, крахмал образовался сильнее всего.



Проф. Б. М. Козо-Полянский. Дарвинизм или теория естественного отбора (Схема). Ц. 75 к.

Краеведение и школа. Дискуссионный сборник № 2. Ц. 70 к.

Проф. В. М. Флоринский. Усовершенствование и вырождение человеческого рода. Ц. 1 р. 75 к.

Ф. Н. Крашенинников. Солнце—источник жизни. Ц. 35 к.

И. П. Чукичев. От молитвы к науке. Ц. 75 к.

ВЫХОДИТ ИЗ ПЕЧАТИ:

Академик С. Г. Навагин. Неоменделизм.

Его же. Пол—фактор органической эволюции.

Проф. Н. А. Иванцов. Дарвинизм и менделизм.

Диалектика в природе. Сборник по марксистской методологии естествознания.

Перри. Вращающийся волчок.

Проф. В. И. Лебедев. Оптика и стекло. (Опыт истории).

ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ:

Дискуссионные сборники:

Преформизм или эпигенезис?

Рефлексология или психология?

В. В. Первозванский. Микробы в технике и хозяйстве.

Проф. Б. Ш. Завадовский. О роли внутренней секреции в душевной деятельности.

В. Р. Захаров. О физиологических основах физкультуры.

М. В. Волоцкой. Достоевские (соц. характер. очерк).

И. И. Ежиков. Эмбриология и эволюция.

Проф. С. С. Перов. Поповщина в науке.

В. П. Лебедев. Сборник исторических опытов по физике.

КУПЛЕНЫ

16

1901

СКЛАДЫ ИЗДАНИЙ:

ВОЛОГДА: Книжный магазин Акц. О-ва „СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“

МОСКВА: Книжный магазин „МАЯК“ (Петровка, 7).
Госуд. Тимирязевский Институт (Пятницкая, 48).

Цена 35 коп.