

**К.А. Тимирязев**

**Избранные работы по  
хлорофиллу и усвоению света  
растением**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 57  
ББК 28  
К11

**К.А. Тимирязев**  
К11 Избранные работы по хлорофиллу и усвоению света растением / К.А. Тимирязев – М.: Книга по Требованию, 2015. – 364 с.

**ISBN 978-5-458-32341-3**

Редкие люди сочетают в себе столь разнообразные и блестящие качества, какими обладал К. А. Тимирязев. Блестящий экспериментатор и лектор, непревзойденный популяризатор научных знаний, страстный борец за демократию, за прогресс в общественной жизни и науке, он обладал вместе с тем громадной эрудицией в самых разнообразных областях биологии. Работы К. А. Тимирязева не потеряли своего громадного значения и в настоящее время. Значение их для нашего времени заключается, прежде всего, в том, что они создали в свое время коренной переворот в развитии знаний по фотосинтезу. Они послужили истинно-научной основой развития тех направлений в этой области, которые являются важнейшими и в современных исследованиях. Мы имеем в виду вопросы механизма, энергетики фотосинтеза, вопросы о природе и механизме участия в процессе зеленого пигмента хлорофилла. Многое из того, что сделал К. А. Тимирязев в этой области, служит краеугольным камнем современных представлений. Со многими положениями, которые К. А. Тимирязев с такой убедительностью обосновывал экспериментально, с таким жаром и талантом защищал в печатных трудах, в лекциях и публичных выступлениях, мы свыклись в такой мере, что они кажутся нам само собой разумеющимися и мы нередко не представляем себе достаточно отчетливо того, что в свое время нужны были громадные усилия, настойчивость и талант, чтобы доказать их закономерность, чтобы добиться их признания.

**ISBN 978-5-458-32341-3**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2015

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2015

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)









---

**П Р И Б О Р**  
**ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**ВОЗДУШНОГО ПИТАНИЯ ЛИСТЬЕВ**  
**И ПРИМЕНЕНИЕ**  
**ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ**  
**К ИССЛЕДОВАНИЯМ ПОДОБНОГО РОДА**

*Труды 1-го съезда  
русск. естествоисп. и врачей,  
отдел. ботан. СПб. 1867*

Усвоение углерода зелеными частями растений под влиянием солнечных лучей, без сомнения, самое важное, самое, если можно так выразиться, типическое отправление растительного организма. Процесс этот одним из первых сделался предметом опытных исследований. Понятно, что мысль о происхождении углерода растений из воздуха, мысль о воздушном питании листьев, могла возникнуть только тогда, когда, вследствие великих открытий Л а в у а з ь е, был создан закон неистощаемости вещества. К этому времени, т. е. к концу истекшего и к первым годам настоящего столетия, и относятся важнейшие, классические работы по этому вопросу; с тех пор наука ничего или почти ничего не приобрела в этом направлении.

Но между тем в параллель с величайшим научным обобщением восемнадцатого столетия — законом неистощаемости вещества — девятнадцатый век провозгласил другой закон, не менее общий, не менее богатый последствиями, — закон неистощаемости или сохранения силы. Этот закон, столь плодотворный, проливший столько света в других областях знания, в физике, в химии, в физиологии животных, не мог остаться без влияния на физиологию растений.

В процессе усвоения углерода следует различать собственно два процесса: восстановление, или вернее диссоциацию углекислоты и, по всей вероятности, воды, и образование из продуктов разложения органического вещества. Тот и другой процесс сопровождаются поглощением живой силы, как это, очевидно, вытекает из исследований С. Клер-Девилья<sup>1</sup> и Бертелло.<sup>2</sup> Первый показал, что диссоциация углекислоты может быть произведена при высокой температуре, а второй, — что синтез органического вещества сопровождается значительным поглощением теплоты. Источник этих сил, необходимых для образования органического вещества в растении — солнце.

Согласно с расширением воззрений, господствующих в науке, изменяется и задача исследователя. На основании всего сказанного, наука, при исследовании занимающего нас явления, не может в настоящее время довольствоваться одним количественным определением превращающихся при этом процессе веществ, она должна стремиться к столь же строгому учету тех сил, которые участвуют в этом явлении.

*Изучить химические и физические условия этого явления, определить составные части солнечного луча, участвующие посредственно или непосредственно в этом процессе, проследить их участь в растении до их уничтожения, т. е. до их превращения во внутреннюю работу, определить соотношение между действующей силой и произведенной работой, — вот та светлая, хотя, может быть, отдаленная задача, к достижению которой должны быть дружно направлены все силы физиологов.*

А между тем, если обратиться к истории этого вопроса, убеждаешься, как бедна изысканиями подобного рода ботаническая литература. Можно сказать, что со времени Соссюра наука несколько не подвинулась в понимании этого явления.

<sup>1</sup> Leçons sur la dissociation.

<sup>2</sup> Méthodes générales de Synthèse organique и Thermochimie в An. de Ch. 97, 1865.

Одна из главнейших причин этого застоя заключалась в отсутствии простого, легкого, но в то же время точного способа исследования этого явления. Существовали превосходные точные способы, но они были применимы лишь для простого количественного определения углекислоты и выделяющегося кислорода. Голое констатирование этого факта разложения углекислоты представлялось уже сложным, затруднительным опытом, каково, например, классическое исследование Буссенго над лозой. Производить же эти опыты при измененных химических и физических условиях было решительно невозможно. С другой стороны, всякий раз, когда желали делать подобные исследования, приходилось удовлетворяться менее точными методами, дававшими сомнительные результаты. Следующий пример лучше всего объяснит высканную мысль. Разложение углекислоты в различных частях солнечного спектра составляло предмет исследований целого ряда ученых: Добени, Дрепер, Гарднер, Гунт, Гладстон, Клоз, Сакс, Волков — один за другим занимались этим вопросом. Повидимому, предмет этот имеет обширную литературу, и однако, если тщательно анализировать эти работы, окажется, что ни одна из них не выдерживает строгой критики с точки зрения методов, употребленных их авторами. Достаточно, например, указать на громадный процент азота, полученный всеми без исключения исследователями. Притом замечательно, что позднейшие работы уступают во всех отношениях более старым; так Сакс и Волков уже отступились от строго количественного, химического пути, и как бы обошли вопрос, ограничиваясь счетом пузырьков газа непостоянного состава.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> В настоящее время этот недостаток исследования о влиянии различных частей солнечного спектра на разложение углекислоты отчасти пополнен работой Кальте (Comptes Rendus, 1867, LXV, 8), произведенной, повидимому, по способу Буссенго.

Приведенный пример доказывает, что в науке ощущался недостаток в простом, но точном способе исследования этого явления. Этот недостаток пополнен, этот способ дал в последнее время Б у с с е н г о. В ряде мемуаров «*Sur la fonction des feuilles*»<sup>1</sup> этот ученый в первый раз употребил метод, позволяющий изучить это явление в его простейшей форме, т. е. над одним листом, и притом со всей требуемой точностью и при всевозможных искусственных условиях. Но, к сожалению, в этих мемуарах<sup>2</sup> мы не находим никаких указаний ни на устройство прибора, ни на приемы исследования, словом, ничего, относящегося до экспериментальной стороны вопроса. В них даже встречаются некоторые противоречия, приводящие сначала в сомнение: так, например, Б у с с е н г о говорит, что сосуд, в котором помещались листья, замыкался ртутью, и, вслед за тем, приводит целый ряд наблюдений над вредным влиянием ртутных испарений.

Занимаясь летом прошлого, 1867, года исследованиями над воздушным питанием листьев, я старался устроить прибор по возможности простой и удобный и после нескольких попыток остановился на следующем, к описанию которого и перехожу.

Состоит он из обыкновенной, так называемой абсорбционной, трубки с кубическим делением на  $\frac{1}{2}$  и  $\frac{1}{5}$  доли кубического сантиметра. Понятно, что точность результатов при той и другой трубке одинакова, если для исследования берется лист с произвольною поверхностью, но при данном листе с небольшой поверхностью следует оказывать предпочтение второй, как более чувствительной. Трубка погружается в небольшую ртутную ванну.<sup>3</sup> Лист вводится в трубку посредством весьма простого

<sup>1</sup> Comptes Rendus 1866—66.

<sup>2</sup> Они составляют часть подготавливаемого автором большого сочинения.

<sup>3</sup> Благодаря этому приспособлению можно обходиться незначительным количеством ртути, что во многих отношениях удобно, и притом лист не приходит в прикосновение со ртутью, что было бы неизбежно при обыкновенном наполнении трубки ртутью.

приспособления: в небольшую перекладину из пробки величиною в диаметр трубки вставляется запаянный снизу кончик стеклянной трубки; трубочка эта наполняется водою и в нее погружается черешком или влагалищем (у злаков) испытываемый лист.

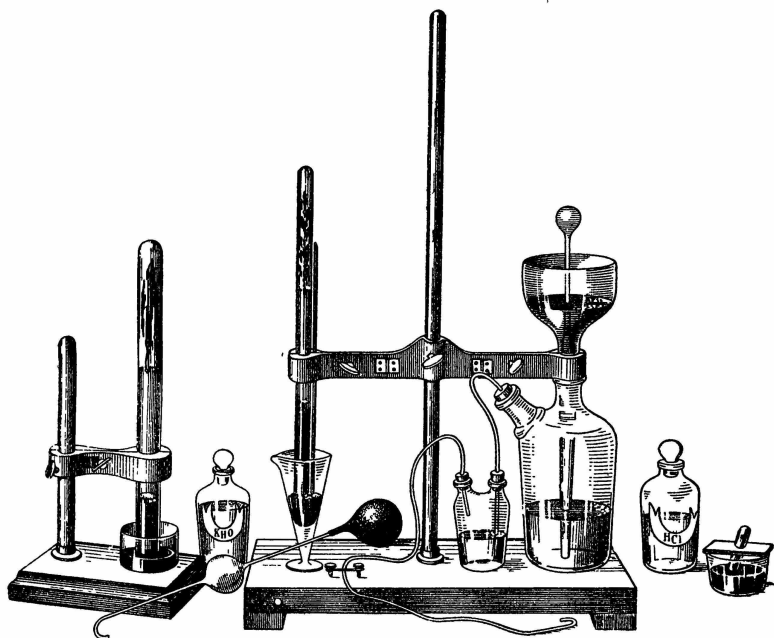


Рис. 1.

Таким образом лист осторожно вдвигается в верхнюю часть трубки. Для получения определенного объема воздуха ртуть всасывается в трубку до желаемой высоты посредством введения в нее каучуковой трубочки, которая затем вытягивается; для устранения вредного влияния ртутных испарений и для поддержания атмосферы влажною поверхность ртути покрывается тонким слоем воды, которую вводят туда посредством обыкновенной пипеты с каучуковым шаром.

Производят отсчитывание, наблюдая температуру и высоту барометра. Из прибора, служащего газометром,<sup>1</sup> пропускают желаемый объем углекислоты,<sup>2</sup> что достигается со всею желаемой точностью посредством так называемого Доэровского зажима. Снова производят отсчитывание и выставляют прибор на свет. По окончании опыта отсчитывают остаток углекислоты, поглощая едким кали, вводимым посредством пипеты, и снова отсчитывают. Из разности углекислоты до и после опыта заключают о количестве ее исчезнувшем, т. е. разложенным ли-  
стом.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Обыкновенного так называемого Либихова прибора для сернистого водорода.

<sup>2</sup> Испытывают предварительно ее чистоту, пропуская несколько пузырьков ее в едкое кали.

<sup>3</sup> Привожу в виде примера весь ход опыта: четыре столбца соответствуют четырем отсчитываниям;  $v$  — объем газа,  $b$  — высота барометра,  $b'$  — высота ртути в трубке,  $b''$  — высота столба воды (в последнем случае раствора едкого кали) над ртутью,  $t$  — температура термометра прибора,  $t'$  — температура термометра при барометре.

	A.	B.	C.	D.
$v$	22,6	31,6	32,2	27,8
$b$	750,1	750,1	747,8	747,4
$b'$	200	96	89	104
$b''$	19	19	19	46
$t$	16°,6 R	16°,9 R	17°,4	17°,4
$t'$	23°,2	24°	24°	23°

На основании этих данных и принимая во внимание упругость водяного пара при данной температуре (в последнем случае уменьшенную на известную величину вследствие присутствия едкого кали — величина



Удобства этого способа исследования заключаются в следующем: 1) исследование производится над отдельным листом, а не над целым растением (следовательно, не происходит одно-временного выделения углекислоты не зелеными частями растения), и притом в его естественной среде; 2) определяется абсолютное количество углекислоты, а не процентный состав пробы газа, и не определяется ничего лишнего, как, например, кислорода; 3) при исследовании не требуется никаких лабораторных пособий: ни весов, ни аспираторов, ни больших количеств ртути и пр.; 4) наконец, прибор этот вполне переносный; мне случалось производить наблюдения в поле, срывая лист и помещая его тут же рядом в приборе. Таким образом можно изучать это отправление растения при его естественной обстановке: живущего в лесу — в тени, живущего в степи — под палящими лучами солнца. Подобные многочисленные наблюдения помогут, быть может, разъяснить некоторые вопросы географии растений, например, спорный вопрос — могут ли обыкновенные метеорологические данные служить мерилom климатических условий, в которых живет растение.

---

Второе, после точного метода, важнейшее условие, о котором должен заботиться исследователь, — это возможность поставить свои наблюдения вне зависимости от случайностей, по возможности иметь их в своей власти. Исследования над усвоением углерода растениями требуют света, а солнечным светом у нас на севере можно пользоваться очень непродолжительное время. По В е с е л о в с к о м у, в Петербурге в среднем выводе бывает не более 150 солнечных дней. Ввиду этого неблагоприят-

определена Б у с с е н г о) и некоторые другие поправки, получаем объем газа при 0° и нормальной высоте барометра.

Тогда  $B - A =$  количеству взятой углекислоты,  $C - D =$  количеству оставшейся,  $(B - A) - (C - D) =$  количеству углекислоты, разложенной во время опыта.

ного обстоятельства, а также ввиду превосходных результатов, полученных А. С. Фаминым относительно воспитания водорослей при искусственном свете, любопытно было предпринять ряд исследований для прямого разрешения вопроса: разлагают ли растения углекислоту при искусственном освещении. Относительно этого вопроса уже существовали указания в литературе. Так Декандоль и Био наблюдали, происходит ли при искусственном свете выделение газа на поверхности зеленых частей растений, погруженных в воду, и оба пришли к отрицательным результатам.

Декандоль<sup>1</sup> производил свои опыты в погребе, освещенном 6 аргановыми лампами, свет коих по его мнению равнялся  $\frac{5}{6}$  солнечного.<sup>2</sup> Листья *Eucomis punctata*, *Lycium barbarum*, *Phillyrea media*, *Sempervivum arboreum*, *Aristolochia Siphon*, освещенные в продолжении 8 часов, не выделяли газа, а газ, собранный по прошествии 24 часов и подвергнутый анализу Вокленом, содержал всего 2% кислорода.

Био подвергал листья *Agave americana* свету своего геодезического сигнального аппарата и не замечал выделения газа, между тем как он начинал выделяться немедленно, как только выставляли лист на солнце. Таким образом оба исследователя пришли к заключению, что при искусственном свете выделения кислорода не происходит, хотя должно заметить, что при употребленном ими способе исследования небольшие количества кислорода могли ускользнуть от наблюдения. Между тем А. С. Фамин получал при ламповом свете вполне нормальное развитие водорослей, образование крахмала и, что всего важнее, выделение на поверхности совершенно здо-

<sup>1</sup> Мém. pres. à l'Acad. des Sc. par divers Savants T. I. Expériences relatives à l'influence de la lumière sur les végétaux. Lu le 26 thermidor an 8 § 4.

<sup>2</sup> Это, очевидно, ошибка или опечатка, так как из приводимых им цифр (заимствованных у Румфорда и Бугера) можно заключить, что оно равнялось  $\frac{1}{296}$  солнечного.