

6 *Многоуважаемый*
Князь Кимбаровъ
ОБЪ *и др.*

УСВОЕНІИ СВѢТА

РАСТЕНІЕМЪ.

I.

КРИТИКА и МЕТОДЪ.

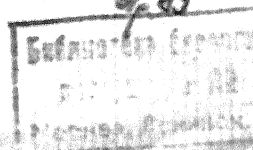


Ю. Тимирязева.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Тип. В. Демакова. Новый пер., д. № 7.

1875.



Дозволено цензурою. С.-Петербургъ. 14 Мая 1875 г

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	страни.
I. Историческій очеркъ	5—13
II. Критика предшествовавшихъ изслѣдованій	14—78
Воззрѣнія Сенебье, Майера и др. Изслѣдованія Дренера, Каль-	
те и др.	14
Первая работа автора.	24
Отвѣтъ на критику Пеекетера	30
Разборъ работы Пеекетера	38
Теорія Прильб и сужденіе о ней Сакса. Воззрѣніе Сакса.	49
Статьи Ломмеля и работа Мюллера.	55
Вторая работа Пеекетера и мнѣніе о ней Сакса.	65
Заключеніе.	76
III. Собственныя изслѣдованія	79—120
Описаніе опытовъ	79
Теоретическіе выводы.	102

«J'aime voir les corpuscules de la lumière, se combiner dans les corps, & j'aime à croire qu'ils frapperont de nouveau nos yeux dans la flamme des matières combustibles; il me semble lui voir former les résines avec lesquelles elle a tant d'affinité, les matières huileuses pleines de sa chaleur & de sa clarté, la partie spiritueuse des graines & des fruits, saturée de ses feux Enfin le phlogistique, que la lumière formeroit dans les végétaux, ne serait il pas la source de celui qui circuleroit dans les autres règnes?»

Senèbier. Memoires physicochymiques, III.1783.

«Die Natur hat sich die Aufgabe gestellt, das der Erde zuströmende Licht im Fluge zu haschen und die beweglichste aller Kräfte, in starre Form umgewandelt, aufzuspeichern. Zur Erreichung dieses Zweckes hat sie die Erdkruste mit Organismen überzogen, welche lebend das Sonnenlicht in sich aufnehmen und unter Verwendung dieser Kraft eine fortlaufende Summe Chemischer Differenz erzeugen.

«Diese Organismen sind die *Pflanzen*. Die Pflanzenwelt bildet ein Reservoir, in welchem die flüchtigen Sonnenstrahlen fixirt und zur Nutzniessung geschickt niedergelegt werden».

J. R. Mayer. Die Mechanik der Wärme, S. 53.

«Es verschwindet also wirkungsfähige Kraft des Sonnenlichtes, während verbrennliche Stoffe in den Pflanzen erzeugt und aufgehäuft werden, und wir können als sehr wahrscheinlich vermuthen dass das erstere der Grund des zweiten ist. Allerdings, muss ich bemerken, besitzen wir noch keine Versuche, aus denen sich bestimmen liesse, ob die lebendige Kraft der verschwundenen Sonnenstrahlen auch dem während derselben Zeit angehäuften Chemischen Kraftvorrathe entspricht, und so lange diese fehlen, können wir die angegebene Beziehung noch nicht als Gewissheit betrachten. Wenn sich diese Ansicht bestätigt, so ergiebt sich daraus für uns das schmeichelhafte Resultat, dass alle Kraft vermöge deren unser Körper lebt und sich bewegt, ihren Ursprung direct aus dem reinsten Sonnenlichte herzieht.....

*H. Helmholtz. Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte,
S. 127. 1854.*

I.

Историческій очеркъ.

Настоящее изслѣдованіе представляетъ часть обширнаго труда, задуманнаго и начатаго мною восемь лѣтъ тому назадъ, постоянно, съ тѣхъ поръ, меня занимавшаго и, по всей вѣроятности, требующаго еще многіе годы для приведенія его къ удовлетворительному окончанію. Оно касается вопроса, получившаго въ послѣдніе годы значительное развитіе и, въ то же время, одного изъ наиболѣе спорныхъ въ современной фізіологіи. На этомъ основаніи, я считаю полезнымъ предпослать критической части моего труда краткій очеркъ историческаго хода дѣла за послѣдніе годы. Я считаю это даже необходимымъ, для себя лично, для того, чтобы на первыхъ же порахъ выяснить мое положеніе относительно другихъ изслѣдователей ¹⁾.

Я разумѣю подъ *усвоеніемъ свѣта* то превращеніе лучистой энергіи солнца въ энергію потенціальную, въ запасъ работы, которое совершается въ растеніи, когда въ немъ происходитъ усвоеніе углерода (и водорода), т. е. разложеніе угле-

¹⁾ Считаю это необходимымъ съ точки зрѣнія самозащиты. Читателямъ, знакомымъ съ нѣмецкой литературой предмета, конечно извѣстно, что благодаря неразборчивости въ средствахъ, къ которымъ прибѣгли мои противники, благодаря отсутствію разумной критики и поклоненію сомнительнымъ авторитетамъ, мое имя играло въ этомъ вопросѣ незавидную роль,—на сколько справедливо, предоставляю судить читателю, по прочтеніи этого труда.

кислоты (и воды) и послѣдующій синтезъ органическаго вещества. Только ту долю всей, получаемой растеніемъ, лучистой энергіи, которая затрачивается на этотъ процессъ и такимъ образомъ слагается, накапливается въ формѣ химическаго напряженія, я называю усвоенною. Такимъ образомъ, изъ этого понятія исключается та доля получаемой энергіи, которая не задерживается растеніемъ, но или проходитъ, не поглощаясь, или отражается, какъ отъ поверхностей такъ и въ явленіяхъ флуоресценціи, или же, наконецъ, хотя и поглощается растеніемъ, но истрачивается на повышение его температуры, на испареніе воды и т. п.

На изученіе этого отношенія растенія къ солнечному свѣту, на изученіе ближайшихъ условій этого явленія, въ послѣднее время, какъ уже сказано, обращено большое вниманіе. Не таково было положеніе дѣла въ 1868 году, когда я приступилъ къ изученію этого вопроса. Въ то время, никакого вопроса, можно сказать, и не существовало; въ наукѣ безраздѣльно господствовало убѣжденіе, основанное на опытахъ Дрепера — именно, что дѣйствіе свѣта въ этомъ процессѣ пропорціонально его дѣйствию на глазъ, т. е. его свѣтовому напряженію. Это странное совпаденіе, которое Дреперъ пытался объяснить при помощи связующей гипотезы, физиологи, и во главѣ ихъ Саксъ, принимали голословно, какъ догматъ. Въ теченіи почти четверти столѣтія, послѣ опытовъ Дрепера, не было сдѣлано ни одного шага къ разъясненію этого любопытнаго явленія, такъ какъ вся дѣятельность Сакса, которому обыкновенно приписывается выдающаяся роль въ исторіи этого вопроса, ограничилась ненужнымъ повтореніемъ опытовъ Добени и Дрепера, въ менѣе точной формѣ. Съ точки зрѣнія употребленнаго метода, эта работа была положительнымъ шагомъ назадъ. Противъ этого обратнаго хода науки я и возсталъ, указывая на тѣ новыя экспериментальныя средства, которыя наука приобрѣла въ новомъ методѣ изслѣдованія, который Буссенго предложилъ незадолго предъ тѣмъ. Предлагая въ 1868 году простой и удобный приѣмъ изслѣдованія этого явленія, я въ то же время указалъ на тотъ высокій интересъ, который приобрѣтаетъ изученіе процесса усвоенія угле-

рода при разсматриваніи его съ физической точки зрѣнія, съ точки зрѣнія закона сохраненія энергіи, и въ слѣдующихъ выраженіяхъ намѣтилъ будущій путь изслѣдованія:

«Согласно съ расширеніемъ воззрѣній, господствующихъ въ наукѣ, измѣняется и задача изслѣдователя. На основаніи всего сказаннаго, наука, при изслѣдованіи занимающаго насъ явленія, не можетъ въ настоящее время довольствоваться однимъ количественнымъ опредѣленіемъ превращающихся при этомъ процессѣ веществъ,—она должна стремиться къ столь же строгому учету тѣхъ силъ, которыя участвуютъ въ этомъ явленіи.

«Изучить химическія и физическія условія этого явленія, опредѣлить составныя части солнечнаго луча, участвующія посредственно или непосредственно въ этомъ процессѣ, *прослѣдить ихъ участъ въ растеніи до ихъ уничтоженія, т. е. до ихъ превращенія во внутреннюю работу, опредѣлить соотношеніе между дѣйствующей силой и произведенной работой*—вотъ та свѣтлая, хотя можетъ быть отдаленная задача, къ достиженію которой должны быть дружно направлены всѣ силы физиологовъ.»

Лѣтомъ того же 1868 года я сдѣлалъ попытку примѣненія предложенныхъ мною приемовъ къ разсматриваемому вопросу, т. е. къ опредѣленію относительнаго значенія различныхъ лучей спектра въ этомъ процессѣ. Результатомъ этого изслѣдованія было краткое предварительное сообщеніе, помѣщенное въ *Botanische Zeitung* въ январѣ 1869 года ¹⁾. Печатаемая это краткое изслѣдованіе, я имѣлъ въ виду троякую цѣль: 1) показать, что убѣжденіе въ одинаковомъ дѣйствіи свѣта на глазъ и на растеніе, нелогичное само въ себѣ, опирается только на отсутствіе критической оцѣнки методовъ, употребленныхъ Дреперомъ, и потому, въ сущности, лишено основанія; 2) предложить, въ замѣнъ начинавшаго распространяться,

¹⁾ Такъ какъ оно никогда не было мною напечатано на русскомъ языкѣ, то я счелъ полезнымъ привести его ниже сполна, для того чтобы устранить невѣрныя о немъ сужденія и навязываемыя мнѣ мѣтнія, а также и въ доказательство того, что вопреки моимъ критикамъ я не имѣю основанія отказать хотя бы отъ одного слова.

такъ называемаго, метода Сакса, другой. точный и, въ то же время, простой и удобный; 3) показать, что полученные мною результаты не согласны съ результатами Дрепера и что потому вопросъ можно считать открытымъ. Кривая, которою я выразилъ результаты своего опыта, не представляла тахітими'а въ желтой части, а постепенно повышалась въ красной части и, слѣдовательно, въ предѣлахъ видимаго спектра, въ предѣлахъ опыта, представляла совпаденіе съ тепловой кривой. Въ этой работѣ я остановился на приѣмѣ уединенія отдѣльныхъ частей спектра, посредствомъ пропусканія свѣта чрезъ цвѣтныя жидкости, предварительно тщательно изслѣдованныя спектроскопомъ. Этотъ, сравнительно легкій, приѣмъ былъ достаточно точенъ для провѣрки результатовъ Дрепера, но я тамъ же выразилъ убѣжденіе, что точныхъ результатовъ можно ожидать только отъ опытовъ, произведенныхъ непосредственно въ спектрѣ, и высказалъ надежду, что мнѣ удастся осуществить этотъ опытъ, избѣжавъ, въ то же время, ошибокъ Дрепера.

Эта предварительная работа, убѣдивъ меня въ несостоятельности господствующаго мнѣнія, между прочимъ привела меня къ заключенію о необходимости ближайшаго изученія хлорофилла, этого вещества, играющаго несомнѣнную роль въ процессѣ усвоенія углерода. Результатомъ этого было довольно обширное и поглотившее не мало времени спектральное изслѣдованіе хлорофилла ¹⁾).

Полученныя мною графическія изображенія закона поглощенія свѣта хлорофилломъ ясно обнаружили сходство между кривой поглощенія свѣта и кривой, выражающей разложеніе

¹⁾ Спектральный анализъ хлорофилла, Спб. 1871. Это изслѣдованіе было мною предпринято въ 1869 году, послѣ того какъ Микели въ своемъ изслѣдованіи, сдѣланномъ подъ руководствомъ Сакса, объявилъ, что спектроскопъ не можетъ принести въ этомъ дѣлѣ услуги. Послѣдствія не оправдали этого предсказанія. Уже послѣ выхода моей работы спектральное изслѣдованіе хлорофилла сдѣлалось модной темой; возникла цѣлая литература по этому предмету, но пока еще всѣ эти изслѣдованія не только не измѣнили, но и существенно не пополнили моихъ результатовъ относительно состава этого вещества.

углекислоты ¹⁾. Провѣрить это соотношеніе уже нельзя было при помощи цвѣтныхъ жидкостей, и потому я, въ бытность свою въ Парижѣ, лѣтомъ 1870 года, принялся пріискивать способъ экспериментированія непосредственно въ спектрѣ. Благодаря крайней любезности профессоровъ Десена и Бергло, въ августѣ 1870 года, я былъ поставленъ въ возможность осуществить свои опыты, хотя съ относительною степенью удобства, такъ какъ физическая часть изслѣдованія должна была производиться въ Сорбоннѣ, а анализъ газовъ—въ Collége de France. Но событія 1870 года разрушили всѣ мои ожиданія; когда все было готово и можно было приступить къ опытамъ, я долженъ былъ покинуть Парижъ.

Между тѣмъ моя нѣмецкая статья не осталась безъ послѣдствій. Хотя нѣмецкая критика прошла ее молчаніемъ ²⁾, но тѣмъ не менѣе она пробудила дѣятельность нѣмецкихъ физиологовъ. Въ 1871 году, въ первой статьѣ перваго выпуска трудовъ ботаническаго института профессора Сакса, ученикъ его, Пфефферъ обрушился на меня критикой, занимающей почти столько же мѣста, какъ и вся моя статья, и наполненной обвиненіями не только въ невѣрности результатовъ, но въ грубомъ невѣжествѣ и даже въ научной недобросовѣстности — въ поддѣлкѣ цифръ. Тонъ этихъ нападокъ былъ таковъ, что на нихъ могъ быть только одинъ отвѣтъ—презрительное молчаніе. Къ тому-же и причина этого озлобленія была слишкомъ понятна: докторъ Пфефферъ сполна воспользовался моими приемами изслѣдованія и для того старался выставить меня такимъ невѣждой, у котораго онъ, очевидно, ничего не могъ заимствовать. Такимъ образомъ, одна изъ предположенныхъ мною цѣлей была вполне достигнута; мои приемы изслѣдованія были приняты тамъ, гдѣ этого можно было всего менѣе ожидать, въ лабораторіи Сакса ³⁾, но,

¹⁾ Бергло, которому я показывалъ свои результаты въ 1869 году, тотчасъ высказалъ эту мысль.

²⁾ Только Адольфъ Майеръ принялъ мои выводы и помѣстилъ мою таблицу въ своемъ курсѣ агрономической химіи.

³⁾ Правда, докторъ Пфефферъ приписываетъ эти приемы то себѣ, то Буссенго. Но Буссенго своихъ приемовъ нигдѣ не описалъ, и, посѣщая его лекціи, я впоследствии убѣдился, что они отличны отъ моихъ. Слѣдова-

къ сожалѣнію, какъ увидимъ, не надолго. Зато другія двѣ цѣли не были вовсе достигнуты. По краткости моей статьи, я не могъ распространиться въ ней о неточностяхъ изслѣдованій Дрепера и ограничился ссылкой на источники, изъ сличенія которыхъ ошибка его становилась понятной; но этотъ намекъ пропалъ даромъ для доктора Пфеффера, и мы увидимъ, что въ своей слѣдующей работѣ онъ впалъ именно въ ту ошибку, отъ которой я предостерегалъ. Результаты мои также возбудили ни на чемъ неоснованное сомнѣніе, а самъ докторъ Пфефферъ пришелъ къ совершенно противоположному заключенію, т. е. къ подтвержденію мнѣнія Дрепера. Чѣмъ объясняется это разногласіе въ результатахъ его и моей работы, трудно рѣшить; одно только несомнѣнно, что въ его работѣ не было недостатка въ ошибкахъ.

Такимъ образомъ, ученіе Дрепера вновь восторжествовало. Нѣмецкая критика не замедлила провозгласить работу Пфеффера образцомъ точности, не замѣчая, или не желая замѣтить, что точное въ ней было чужое, а свое было неточно. Изъ русскихъ ботаниковъ, Бородинъ (по поводу перевода книги Майера) поспѣшилъ объявить себя въ пользу Пфеффера и противъ меня, съ довольно странной впрочемъ оговоркой — что считаетъ мои приемы изслѣдованія болѣе точными.

Въ началѣ того же 1871 года появилась статейка Ломмеля, въ которой онъ высказывалъ мысль, что разложеніе углекислоты должно зависѣть отъ поглощенія свѣта хлорофилломъ (мысль уже прежде высказанную Жаменомъ), но что изъ тѣхъ лучей, которые поглощаются хлорофилломъ, наиболѣе дѣятельны должны быть тѣ, которые обладаютъ наибольшей энергіей, измѣряемой ихъ тепловымъ эффектомъ. На основаніи этихъ соображеній, онъ, сомнѣваясь въ точности результатовъ Пфеффера, пришелъ къ заключенію, что максимумъ разложенія долженъ лежать въ красной части спектра, т. е.

тельно, д-ру Пфефферу приемы Буссенго неизвѣстны, а доказательствомъ тому, что онъ руководствовался моей работой, служитъ тотъ фактъ, что во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ мое описаніе не было достаточно подробно, онъ дѣлалъ комическіе промахи. Такимъ образомъ ему, по праву, принадлежатъ только его ошибки.

именно тамъ, гдѣ я его нашелъ (моя работа была ему тогда неизвѣстна). Вслѣдъ за первой, появилась вторая статья, въ которой онъ ссылается на мои результаты, какъ на подтвержденіе его теоріи, но приписываетъ мнѣ воззрѣніе, котораго я не высказывалъ, и окончательно формулируетъ свое мнѣніе такъ: «Тимиразевъ высказалъ половину истины».

Между тѣмъ, нѣкоторые послѣдователи воззрѣній Сакса и Пфеффера — Прильё и Баранецкій — сдѣлали попытку развить ее до ея крайнихъ логическихъ выводовъ и тѣмъ еще болѣе обнаружили ея несостоятельность. Противъ этого крайняго, но послѣдовательнаго развитія ихъ теоріи, Пфефферъ и Саксъ почли долгомъ протестовать. Саксъ очень пространно объяснилъ своимъ читателямъ давно извѣстную истину, что свѣтъ есть понятіе субъективное и что потому нѣтъ основанія предполагать, чтобы найденная связь между вліяніемъ свѣта на глазъ и на разложеніе была дѣйствительная, причинная; это по его мнѣнію просто — *случайность*.

На этой теоріи *случайности* и успокоились. Но вскорѣ за статьей Ломмеля появилась работа Мюллера, вполне подтверждавшая его взгляды, а слѣдовательно и мои результаты. Мюллеръ, экспериментировавшій въ спектрѣ, получилъ тахітм разложенія именно въ тѣхъ красныхъ лучахъ, которые соотвѣтствуютъ абсорбціонной полосѣ хлорофилла. Къ сожалѣнію, изложеніе его отличается неясностью и сбивчивостью, а о методѣ изслѣдованія ничего не говорится, такъ что читатель лишенъ необходимыхъ данныхъ для надлежащей оцѣнки убѣдительности его результатовъ.

На этотъ разъ возраженіе пришло не со стороны теоріи, а со стороны опыта. Весною слѣдующаго года, Пфефферъ вновь принялся за работу и уже не при помощи цвѣтныхъ жидкостей, а, какъ Мюллеръ, въ спектрѣ. Но вмѣсто анализа газовъ онъ вернулся въ завѣтному способу счета пузырьковъ. Такимъ образомъ это изслѣдованіе представляетъ рѣдкій, по всей вѣроятности, въ исторіи наукъ примѣръ ученаго, провѣряющаго результаты, полученные точнымъ методомъ, посредствомъ метода менѣе точнаго, апелирующаго отъ высшей инстанціи въ низшей. Результатомъ работы было блистательное под-

твержденіе прежней работы автора, а слѣдовательно и теоріи Дрепера; но при чтеніи этой работы не знаешь, чему удивляться, непонятливости ли ея автора, если онъ самъ себѣ вѣрить, или презрительному мнѣнію о читающей публикѣ, если онъ думаетъ обмануть ее своими софизмами. Пфефферъ сдѣлалъ въ этой работѣ ту самую ошибку, на которую я указывалъ въ работѣ Дрепера, отъ которой за три года предъ тѣмъ предостерегалъ; не удивительно, что и результаты у него получились тѣ же, что у Дрепера. Въ критической части предлагаемаго изслѣдованія читатель найдетъ подробное разъясненіе этой ошибки.

Такимъ образомъ, теорія *случайности*, провозглашенная профессоромъ Саксомъ, вновь восторжествовала; въ третьемъ и четвертомъ изданіяхъ своего руководства онъ высказалъ полное одобреніе Пфефферу, призналъ его результаты безусловно вѣрными, а о работѣ Мюллера отзывается съ презрительною самоувѣренностью: «Мюллеръ, правда, обставилъ это заключеніе (теорію Ломмеля) цифрами, но *тотъ, кто знаетъ, какъ производятся подобныя изслѣдованія, знаетъ также, какое значеніе можно придавать цифрамъ Мюллера*». На это можно возразить, что профессоръ Саксъ напрасно считаетъ задачу Мюллера такою безнадежною—предлагаемое изслѣдованіе служить тому опроверженіемъ —и вообще напрасно считаетъ себя знатокомъ и судьей въ подобныхъ вопросахъ; никому не извѣстно ни одной *точной* его работы въ этомъ направленіи, а если онъ этимъ намекаетъ на свое участіе въ работѣ Пфеффера, то читатель увидитъ ниже, что это участіе приводитъ къ обратному заключенію,—именно, что ему неизвѣстно, какъ *должны производиться* подобныя изслѣдованія. За Саксомъ послѣдовали и другіе критики. Работа Пфеффера перепечатана въ четырехъ журналахъ и признана образцомъ точности и остроумія. Доказательствомъ того, до какого полного отсутствія критики, до какого преклоненія передъ сомнительными авторитетами, или же до какого возмутительнаго духа партіи дошла въ этомъ вопросѣ ¹⁾ нѣмецкая ботаническая литература, можетъ

¹⁾ И не въ немъ одномъ, а во многомъ, что касается Сакса и его школы.

служить слѣдующій примѣръ. Въ недавно вышедшемъ, первомъ ботаническомъ ежегодникѣ, нѣкто Де Фризе, ученикъ Сакса, специальный референтъ по физической физиологіи (слѣдовательно, заявляющій себя специалистомъ физикомъ, и значить признаваемый въ этомъ качествѣ и другими), отказывается реферировать о работахъ Мюллера, на томъ основаніи, что Пфефферъ *окончательно доказалъ* (hat definitiv bewiesen) противное.

Эту то *окончательно доказанную* теорію имѣется въ виду опровергнуть въ настоящемъ изслѣдованіи.

Какъ въ первой работѣ, такъ и въ настоящей, я имѣю тройкую цѣль:

- 1) Доказать ошибочность работъ Дрепера и Пфеффера.
- 2) Доказать, вопреки только- что приведенному мнѣнію Сакса, возможность *точного* изслѣдованія явленія непосредственно въ спектрѣ, и для этого предложить новые, болѣе чувствительные приемы анализа газовъ.

3) Доказать, посредствомъ полученныхъ результатовъ, согласныхъ съ моими прежними и, результатами Мюллера, несостоятельность теоріи *случайности*, провозглашенной профессоромъ Саксомъ.

Такимъ образомъ эта работа, какъ можно надѣяться, вновь вернетъ изслѣдованіе на точный путь, съ котораго оно вторично совращено Саксомъ и *его школой*. Наконецъ въ заключительной главѣ разобраны критически, возможные въ настоящее время, теоретическія объясненія этого явленія и тѣмъ указанъ путь дальнѣйшаго изслѣдованія ¹⁾.

¹⁾ Можетъ показаться страннымъ, что я съ 1870 года до сихъ поръ не возобновилъ этихъ изслѣдованій. На это я могу представить слѣдующія объясненія. Во-первыхъ я постоянно усовершенствовалъ приемы изслѣдованія и теперь мною употребляемые значительно отличаются отъ тѣхъ, которые я предполагалъ употребить въ Парижѣ, въ 1870 году. Сверхъ того подобныя опыты требуютъ значительной матеріальной обстановки, устройства особаго помѣщенія и приобрѣтенія цѣнныхъ приборовъ (Гелиостата, газоваго прибора Дойера и пр.), которые пришлось сверхъ того заказывать и ждать годами. Первые результаты получены мною лѣтомъ 1873 и сообщены осенью того же года въ Русскомъ химическомъ обществѣ и весной 1874 на съѣздѣ ботаниковъ, во Флоренціи.

II.

Критика предшествовавшихъ изслѣдованій ¹⁾.

Jene Strahlen sind es zufällig auch, welche auf unsere Retina den lebhaftesten Lichteindruck hervorbringen; ich sage zufällig, denn es läst sich kein causaler Zusammenhang dafür denken, dass die leuchtenden Strahlen in dem Masse, wie sie uns den Eindruck der grösseren oder geringeren Helligkeit machen, auch mehr oder weniger auf die Sauerstoffausscheidung der Pflanze einwirken.

Sachs., Arbeiten, II h., p. 284.

Wäre es nun möglich so hätte man wirklich ein Art Naturgesetz, dem freilich jede causale Beziehung fehlt, welches daher wie ein unerklärtes Wunder dastehen würde. So schlimm ist es jedoch nicht.

Sachs. Lehrbuch, p. 205.

Усвоеніе углерода (и водорода) растеніемъ существенно отличается отъ усвоенія другихъ веществъ тѣмъ, что оно мо-

¹⁾ Саксъ, а за нимъ и Пфефферъ, въ нѣкоторыхъ своихъ работахъ, пытались ввести новый приемъ—излагать литературу послѣ собственныхъ изслѣдованій. Этотъ приемъ, невольно, оставляетъ въ читателѣ болѣе выгодное впечатлѣніе объ авторѣ, въ ущербъ его предшественникамъ. Но мнѣ кажется, что въ области мысли должно дѣлать такое же строгое различіе между моимъ и твоимъ, какъ и въ другихъ областяхъ, и потому я не слѣдую этому примѣру.

Считаю также нужнымъ замѣтить, что здѣсь имѣется въ виду только критическая оцѣнка позднѣйшихъ работъ, имѣвшихъ вліяніе на развитіе вопроса, а не полный перечень всего, что было сдѣлано по этому предмету,—подобные перечни читатель можетъ найти въ статьяхъ Сакса и Пфеффера.

жетъ быть рассматриваемо съ двухъ точекъ зрѣнія: статико-химической, какъ процессъ превращенія вещества, и съ физической или динамической, какъ процессъ превращенія лучистой энергіи солнца въ запасъ работы — въ химическое напряжение. Усвоеніе углерода (и водорода) сопровождается въ то же время усвоеніемъ свѣта.

Эти два воззрѣнія возникли, или вѣрнѣе выработались, въ наукѣ не одновременно, а на разстояніи почти столѣтія.

Первое изъ нихъ, т. е. вопросъ о происхожденіи углерода или органическаго вещества растенія, понятно, могъ быть вѣрно поставленъ только тогда, когда былъ экспериментально доказанъ законъ вѣчности вещества, прежде сознаваемый какъ метафизическая истина, и когда были открыты химическіе элементы. Онъ былъ выясненъ въ общихъ чертахъ въ послѣднія десятилѣтія прошлаго столѣтія; ближайшее же разъясненіе его т. е. разъясненіе самого процесса, синтеза органическаго вещества принадлежитъ будущему ¹⁾.

Второй вопросъ, касающійся динамической стороны явленія, т. е. происходящаго при-этомъ превращенія энергіи, очевидно могъ возникнуть только тогда, когда возникло ученіе о сохраненіи энергіи, и въ настоящее время находится въ періодѣ экспериментальной обработки. Но справедливость требуетъ сказать, что основная мысль этого ученія, по крайней мѣрѣ по отношенію къ занимающему насъ вопросу, была предугадана съ замѣчательной проницательностью послѣдователями ученія, перешедшаго въ исторію съ далеко не лестной славой ²⁾,—ученія, котораго слабость можно сказать заключалась въ его силѣ, которое оказалось несостоятельнымъ только потому, что пыталось охватить въ одномъ взглядѣ слишкомъ обширную область явленій. Я разумѣю ученіе о флогистонѣ; его неудача зависѣла главнымъ образомъ оттого, что оно не дѣлало, укоренившася впоследствии, различія между химическими и физическими явленіями, благодаря которому хи-

¹⁾ Можно надѣяться, что новѣйшія работы А. и П. Тенаровъ прольютъ новый свѣтъ на эту сторону явленія.

²⁾ Впрочемъ, въ послѣднее время, кажется обнаруживается стремленіе отдать должную справедливость этому ученію.