

Одобрено въ Императорскомъ
Университетѣ 22. Авг. 1876.
и Француз. Спб.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКІЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ

надъ

ДЫХАНІЕМЪ

ЛИСТОНОСНЫХЪ РАСТЕНІЙ.

И. Вородина.

Разсужденіе на степень магистра ботаники.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія В. Демакова. Новый пер., д. № 7.

1876.



ФИЗИОЛОГИЧЕСКІЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ

надъ

ДЫХАНІЕМЪ

ЛИСТОНОСНЫХЪ ПОВѢГОВЪ.

И. Бородина.

РАЗСУЖДЕНІЕ НА СТЕПЕНЬ МАГИСТРА БОТАНИКИ.

43083



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія В. Демакова. Новый пер., д. № 7.
1876.



1973 г.

Печатано по распоряженію С.-Петербургскаго Общества
Естествоиспытателей.

6808K

БИБЛИОТЕКА
К-Ф. филиала
АН СССР

Языкъ не даромъ отождествляетъ дыханіе съ жизнью. Куда бы мы ни обратили свой взоръ, къ царству ли протистовъ, этихъ организмовъ, почти лишенныхъ организаціи, къ міру ли высшихъ растений или къ сложнѣйшимъ созданіямъ животнаго царства, всюду мы встрѣчаемся съ однимъ и тѣмъ же процессомъ дыханія, всюду дыханіе является неизмѣннымъ, роковымъ спутникомъ и вѣрнымъ признакомъ жизни. Нетолько въ животныхъ организмахъ, фізіологическая роль которыхъ заключается, можно сказать, въ своеобразномъ разрушеніи органическаго вещества, но и въ растеніяхъ, на долю которыхъ выпала трудная задача созиданія этого вещества, нѣкоторая часть выработаннаго ими матерьяла подвергается постоянному разрушенію; такая затрата дорогаго вещества является совершенно необходимою для развитія и поддержанія жизненныхъ отправленій организма. Понятно, какую огромную важность представляетъ для фізіолога, стремящагося проникнуть въ тайны жизненныхъ явленій, изученіе дыханія. А между тѣмъ, хотя самый процессъ поглощенія кислорода и выдѣленія углекислоты растеніями открытъ былъ почти сто лѣтъ тому назадъ, дыханіе и въ настоящее время несомнѣнно принадлежитъ къ числу наименѣе изученныхъ явленій растительной жизни. Долгое время вниманіе фізіологовъ, занимавшихся изслѣдованіемъ обмѣна газовъ, было почти всецѣло устремлено на прямо противоположный, образовательный процессъ, совершающійся подъ вліяніемъ свѣта въ зеленыхъ листьяхъ; его-то и считали преж-

де за типическое дыханіе растеній. Общепринятое современное возрѣніе, рассматривающее дыханіе растеній какъ процессъ, вполне аналогичный дыханію животныхъ, сложилось лишь въ пятидесятихъ годахъ нашего столѣтія, благодаря преимущественно Гарро, но еще много лѣтъ послѣ изслѣдованій этого ученаго неудачные термины «ночное» и «дневное» дыханіе смущали умы учащагося юношества. Только въ самое послѣднее время замѣчается въ занимающемъ насъ вопросѣ рѣшительный поворотъ къ лучшему: послѣдніе два, три года дали намъ цѣлый рядъ болѣе или менѣе важныхъ изслѣдованій, посвященныхъ дыханію растеній. Тѣмъ неменѣе и въ настоящее время остается еще масса неразрѣшенныхъ, относящихся сюда вопросовъ. До сихъ поръ мы не знаемъ, напр., какое органическое вещество подвергается окисленію въ растительномъ организмѣ и служитъ матерьяломъ для образованія углекислоты при дыханіи: бѣлковыя ли это вещества, какъ думаетъ Гарро, или углеводы и жиры, какъ принимаетъ большинство современныхъ физиологовъ.

Предполагаемое изслѣдованіе, посвященное дыханію листоносныхъ побѣговъ, имѣетъ цѣлью освѣтить нѣкоторыя темныя стороны этого важнаго процесса растительной жизни. Предупреждаю читателя, что онъ встрѣтитъ въ моей работѣ массу пробѣловъ, на которые я старался, по возможности, всюду указывать самъ. Болѣе чѣмъ кто-либо я сознаю неполноту моего труда, но таковъ уже несчастный или, вѣрнѣе, счастливый удѣлъ естествоиспытателя: чуть только удалось ему разъяснить одинъ извѣстный вопросъ, передъ нимъ встаетъ цѣлая вереница новыхъ, въ свою очередь настоятельно требующихъ разъясненія. Во всякомъ случаѣ, прошу читателя имѣть въ виду, что предлагаемый трудъ есть лишь начало обширнаго изслѣдованія, которому я надѣюсь посвятить еще нѣсколько лѣтъ. На этомъ основаніи я отлагаю до другаго раза подробный историческій очеркъ вопроса о дыханіи растеній.

Изслѣдованія мои надъ дыханіемъ листоносныхъ побѣговъ производились двумя существенно различными способами. При первомъ способѣ побѣгъ дышалъ въ атмосферѣ постоянно возобновлявшейся и опредѣлялась выдѣленная углекислота по вѣсу, при второмъ—дыханіе происходило въ спертomъ воздухѣ и опредѣлялась не углекислота, а поглощенный кислородъ, притомъ по объему.

Какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ, для опыта избирались только здоровыя вѣтви, снабженныя листьями совершенно неповрежденными. Вѣтви эти каждый разъ подвергались тщательному осмотру, причемъ удалялись травяныя вши и т. п. посторонніе предметы. Срѣзывались побѣги всегда подъ водою, во избѣжаніе ослабленія проводящей способности древесины ¹⁾. Первый способъ изслѣдованія, по которому произведено было большинство опытовъ и который, какъ я покажу далѣе, заслуживаетъ, положительно, предпочтенія передъ вторымъ, заключался въ слѣдующемъ.

Срѣзанный побѣгъ вставлялся нижнимъ концомъ въ маленькую баночку съ водою; объемъ послѣдней не превосходилъ 3—4 кубич. сантим. Затѣмъ вѣтвь вводилась въ широкую стеклянную трубку, заткнутую на обоихъ концахъ массивными каучуковыми пробками. Трубки имѣлись у меня двухъ различныхъ величинъ: однѣ болѣе узкія, но длинныя, другія—болѣе широкія, но и болѣе короткія. Первыя имѣли $4\frac{1}{2}$ сантим. ширины и 31 сантим. въ длину, вторыя— $5\frac{1}{2}$ сантим. ширины и 24 сантим. длины. Вместимость узкихъ трубокъ составляла около 400 куб. сантим., а вместимость широкихъ—около 450 куб. сантим. Этими размѣрами опредѣлялись и размѣры употреблявшихся для опытовъ вѣтвей, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ трубку вводилось одновременно нѣсколько однородныхъ вѣтвей, съ цѣлью увеличить, по возможности, опредѣляемые количества углекислоты и уменьшить чрезъ это неизбѣжную ошибку подобныхъ опредѣленій. Внутреннія части каучуковыхъ

¹⁾ H. de Vries. Ueber das Welken abgeschnittener Sprosse въ Arbeiten des Bot. Inst. in Würzburg, Heft III.

трубокъ окружались тонкимъ листомъ чистаго олова, для того чтобы заключенный внутри трубки воздухъ не имѣлъ запаха каучука. Впрочемъ, эта предосторожность оказывается почти излишнею; по крайней мѣрѣ при прежнихъ моихъ изслѣдованіяхъ я убѣдился въ томъ, что на растеньица, развивающіяся изъ сѣмянъ, такого рода нечистота воздуха не оказываетъ никакого вліянія: сѣмена кресса, окруженные нѣсколькими каучуковыми пробками, проросли подъ колпакомъ нисколько не позже и развивались совершенно столь же быстро, какъ въ чистомъ воздухѣ, несмотря на чрезвычайно рѣзкій запахъ каучука, обнаруживавшійся при снятіи колпака. Сквозь каждую изъ пробокъ пропущена была изогнутая подъ прямымъ угломъ стеклянная трубочка. Съ помощью аспиратора, воздухъ въ трубкѣ, заключавшей вѣтвь, непрерывно возобновлялся, причемъ свѣжій воздухъ притекалъ снизу (трубка, конечно, имѣла во время опыта вертикальное положеніе), а испорченный дыханіемъ воздухъ уносился чрезъ верхнюю трубочку. Внутренній конецъ нижней, приводящей воздухъ, трубочки нѣсколько выставлялся изъ пробки, на случай возможнаго (напр. при намѣренномъ сильномъ пониженіи температуры) сгущенія воды на днѣ прибора.

Внѣшній воздухъ, прежде чѣмъ вступить въ трубку съ вѣтвью, проходилъ чрезъ цилиндръ, наполненный кусками ѣдкаго кали, или чрезъ калиаппаратъ Гейслера съ растворомъ ѣдкаго кали, гдѣ онъ лишался углекислоты, а затѣмъ—чрезъ двѣ изогнутыя въ видѣ U трубочки, съ кусками пемзы, смоченными водою; здѣсь онъ насыщался водяными парами и вступалъ въ приборъ влажный. Благодаря этому обстоятельству, а въ особенности тому, что вѣтвь находилась во время опыта въ совершенной темнотѣ, испареніе воды листьями было настолько слабо, что даже при болѣе высокихъ температурахъ объемъ воды въ баночкѣ, въ которую вставлена была вѣтвь, оказывался по прошествіи 3 — 4 дней почти неизмѣненнымъ.

Воздухъ, выступавшій изъ трубки, обогащенный углекислотою, которая образовалась при дыханіи, прежде всего проходилъ чрезъ высушивающій приборъ. При прежнихъ моихъ

изслѣдованіяхъ надъ дыханіемъ проростающихъ сѣмянъ я долго колебался въ выборѣ вещества, предназначеннаго для поглощенія водяныхъ паровъ, переходилъ нѣсколько разъ отъ хлористаго кальція къ концентрированной сѣрной кислотѣ и наоборотъ, но наконецъ совершенно отказался отъ исключительнаго употребленія сѣрной кислоты. Правда, сѣрная кислота высушиваетъ воздухъ полнѣе и быстрѣе, нежели хлористый кальцій, такъ что съ этой точки зрѣнія, казалось, слѣдовало бы отдать предпочтеніе первому веществу. Но не трудно убѣдиться въ томъ, что это преимущество имѣетъ совершенно второстепенное значеніе, такъ какъ для точнаго количественнаго опредѣленія углекислоты по описываемому способу важно не то, чтобы воздухъ выходилъ изъ высушивающаго прибора абсолютно сухимъ, а только, чтобы степень высушиванія этого воздуха до вступленія въ калиаппаратъ и вслѣдъ затѣмъ во взвѣшиваемыхъ вмѣстѣ съ калиаппаратомъ трубкахъ была одинакова; другими словами, нужно, чтобы въ высушивающемъ приборѣ находилось тоже вещество, какъ и въ взвѣшиваемыхъ трубкахъ, которыя задерживаютъ воду, увлекаемую воздухомъ изъ калиаппарата. А вотъ тутъ-то употребленіе хлористаго кальція или сѣрной кислоты оказывается далеко не безразличнымъ, Впрочемъ, въ чисто практическомъ отношеніи ¹⁾. Обращаясь съ трубками, заключающими куски пемзы или стекла, смоченные крѣпкою сѣрною кислотой, весьма трудно уберечься отъ случайнаго поврежденія кислотой пробокъ, закупоривающихъ эти трубки, а послѣ этого опредѣленіе становится, конечно, негоднымъ. Вотъ главная причина, заставившая меня отказаться отъ употребленія сѣрной кислоты. Кромѣ того, трубки съ сѣрною кислотой во время взвѣшиванія быстрѣе измѣняются въ вѣсъ (взвѣшивать трубки приходится открытыми), чѣмъ трубки съ хлористымъ кальціемъ. Но съ другой стороны исключительное употребленіе хлористаго кальція въ высушивающемъ приборѣ представляетъ также весьма важное прак-

¹⁾ Точно также практически неудобно употребленіе фосфорнаго ангидрида, представляющаго самое совершенное изъ всѣхъ водоотнимающихъ веществъ.

тическое неудобство. Поглощая воду, хлористый кальций расплывается; если опыт продолжителен и, в особенности, если он ведется при возвышенной температурѣ, расплываніе кусков хлористаго кальция, приходящихъ въ непосредственное соприкосновеніе съ теплымъ, насыщеннымъ парами воды, воздухомъ, можетъ быть столь значительнымъ, что струя воздуха, проходящая чрезъ весь приборъ, совершенно прекращается или замедляется, а между тѣмъ постоянная скорость этой струи есть необходимое условіе для точнаго опредѣленія энергии дыханія; мѣнять же трубку въ теченіе сзмага опыта, разумѣется, крайне неудобно по той же причинѣ. Принимая въ соображеніе всѣ эти обстоятельства, я остановился окончательно на слѣдующей комбинаціи. Высушивающій приборъ состоялся изъ трехъ дугообразныхъ трубокъ; изъ нихъ первая заключала на днѣ очень небольшое количество (1—2 куб. с.) крѣпкой сѣрной кислоты, вторая же и третья были наполнены кусками хлористаго кальция. Главная масса воды сгущалась въ первой трубкѣ, при прохожденіи воздуха надъ сѣрною кислотою, такъ что только эту трубку и приходилось мѣнять время отъ времени, конечно, по окончаніи опыта. Самое худшее, что можетъ случиться при такой комбинаціи, заключается въ томъ, что къ концу опыта объемъ жидкости въ первой трубкѣ настолько увеличится, что воздуху придется проходить не надъ сѣрною кислотою, а сквозь нее. Сопротивленіе, которое должна преодолѣвать струя воздуха, конечно, отъ этого увеличивается, но, какъ оказывается на дѣлѣ, весьма незначительно, такъ что скорость струи почти не ослабѣваетъ. Притомъ же избѣжать такого чрезмѣрнаго накопленія жидкости очень легко: стоитъ только взять трубку не слишкомъ узкую и ограничить количество вводимой въ нее кислоты.

Пройдя чрезъ высушивающій приборъ, воздухъ вступалъ въ калиаппаратъ Гейссlera ¹⁾, гдѣ поглощалась выдѣленная

¹⁾ Калиаппаратъ Гейссlera несравненно удобнѣе Либиховскаго, такъ какъ изъ него никогда не перебрасывается жидкость и при взвѣшиваніи онъ помѣщается на чашкѣ вѣсовъ безъ всякихъ постороннихъ приспособленій.

при дыханіи углекислота; затѣмъ слѣдовали двѣ дугообразныя трубки съ хлористымъ кальціемъ, предназначавшіяся для задержанія паровъ воды, унесенныхъ сухимъ воздухомъ изъ калиаппарата. Я убѣдился въ томъ, что, при нѣкоторой продолжительности опыта, для этой цѣли рѣшительно недостаточно одной (5-дюймовой) трубки съ хлористымъ кальціемъ, какъ бы хорошо послѣдній ни былъ приготовленъ. Только въ самомъ началѣ опыта, если взять свѣжій, еще не употреблявшійся въ дѣло, хлористый кальцій, вторая трубка вовсе не увеличивается въ вѣсѣ; зато, если хлористый кальцій недостаточно пористъ, даже третья трубка обнаруживаетъ незначительную, но замѣтную прибавку въ вѣсѣ. Здѣсь я долженъ сдѣлать весьма важное практическое замѣчаніе. Соединяя вмѣстѣ нѣсколько трубокъ съ хлористымъ кальціемъ, для болѣе полного поглощенія воды, нужно быть очень осторожнымъ. Постоянно обращаясь съ такими трубками, я давно уже замѣтилъ, что при отдѣльномъ взвѣшиваніи каждой изъ трубокъ цѣпи, чрезъ которую пропускался воздухъ, встрѣчаются случаи довольно значительной потери въ вѣсѣ, что, съ перваго взгляда, кажется совершенно парадоксальнымъ. Оказывается, что это происходитъ, когда соединяются въ извѣстномъ порядкѣ трубки съ свѣжимъ хлористымъ кальціемъ и трубки, уже бывшія въ употребленіи. Сухой воздухъ, проходя чрезъ трубку, уже служившую для опыта (хотя бы глазъ не открывалъ въ ней никакихъ слѣдовъ начинающагося расплыванія) отнимаетъ у хлористаго кальция нѣкоторое количество поглощенной имъ воды. Стоитъ только перевернуть двѣ трубки, слѣдующія за калиаппаратомъ, такъ чтобы конецъ первой трубки, обращенный прежде къ калиаппарату, теперь приходился ближе къ аспиратору, и эта трубка, при пропусканіи воздуха, непременно потеряетъ въ вѣсѣ. Въ доказательство привожу лишь слѣдующій опытъ, произведенный въ то самое время, какъ я писалъ эти строки. Въ одномъ изъ (четырехъ) взвѣшиваемыхъ приборовъ, служившихъ мнѣ для опытовъ, были взвѣшены отдѣльно обѣ трубки съ хлористымъ кальціемъ, затѣмъ соединены съ калиаппаратомъ въ порядкѣ, обратномъ прежнему, и введены, какъ обыкновенно, въ цѣпь. Струя воздуха пропусклась (со

скоростью 560 куб. с. въ часъ) въ теченіе 10 часовъ, при температурѣ 14° Ц., послѣ чего трубки снова взвѣшены. Первая трубка, вмѣсто прежнихъ 54,0058 гр., дала 54,0620 гр., а вторая, вмѣсто 69,7210 гр., — 69,7120 гр. Слѣдов., первая (прежняя вторая) поглотила изъ калиаппарата 0,0562 гр. воды, а вторая (прежде первая) — потеряла 0,009 гр. Понятно, что когда обѣ трубки взвѣшиваются вмѣстѣ (что необходимо какъ для сокращенія времени, такъ и для уменьшенія ошибки, взвѣшивания) это обстоятельство можетъ быть причиною значительной ошибки въ опредѣленіи количества поглощенной углекислоты, и, что особенно важно, ошибка эта останется совершенно скрытою. Поэтому необходимо наблюдать, чтобы, по окончаніи взвѣшивания, при собираніи прибора отдѣльныя части его соединялись въ прежнемъ порядкѣ. Если время отъ времени замѣнять въ первой трубкѣ расплывающіеся куски хлористаго кальція свѣжими (во избѣжаніе замедленія или совершеннаго прекращенія струи), то вторую трубку можно не мѣнять вовсе, такъ какъ она поглощаетъ лишь очень незначительное количество воды. Для удобства, вся взвѣшиваемая часть прибора, т. е. калиаппаратъ и двѣ трубки съ хлористымъ кальціемъ, подвѣшивались на одномъ отдѣльномъ штативѣ.

Между аспираторомъ и взвѣшиваемыми трубками помѣщалась, какъ обыкновенно, такъ наз. предохранительная трубка, также наполненная хлористымъ кальціемъ. Эта часть прибора служила не только для защиты взвѣшиваемыхъ трубокъ отъ паровъ воды, которые могли бы попадать изъ аспиратора, но имѣла и другое назначеніе, которое выяснится далѣе.

Обращаюсь теперь къ описанію устройства аспиратора. Для предположенной мною цѣли, для измѣренія энергіи дыханія и тѣхъ измѣненій, которыя она претерпѣваетъ съ теченіемъ времени и съ измѣненіемъ внѣшнихъ условій, было существенно важно, чтобы воздухъ проходилъ чрезъ весь приборъ съ совершенно постоянною скоростью, такъ какъ только въ такомъ случаѣ получаемыя послѣдовательно числа могли быть сравниваемы другъ съ другомъ. Обыкновенный аспираторъ Ландольта, состоящій изъ двухъ сообщающихся между

собою бутылей и изображенный напр. у Сакса въ его *Experimental Physiologie* на стр. 271, совершенно не удовлетворяетъ такому требованію. Скорость истеченія опредѣляется здѣсь разностью уровней жидкости въ обѣихъ бутылкахъ, а эта разность постоянно уменьшается, по мѣрѣ того какъ вода перетекаетъ изъ верхняго сосуда въ нижній. Видоизмѣнивъ слегка этотъ приборъ, можно однако достигнуть желаемой цѣли. Мой аспираторъ также состоялъ изъ двухъ большихъ бутылей, вмѣстимостью около 20 литровъ каждая. Изъ нихъ одна, пустая и открытая, помѣщалась на полу, другая же, наполненная водою, — на высокомъ столѣ, вмѣстѣ съ прочими частями прибора. Сквозь каучуковую пробку, закупоривавшую полную бутылъ, пропущены были двѣ стеклянныя трубки, которыя доходили обѣ до дна сосуда. Одна изъ этихъ трубокъ соединялась съ предохранительною трубкою прибора, другая — съ длинною каучуковою трубкою, по которой должна была стекать вода. Конецъ этой каучуковой трубки лежалъ гораздо ниже дна верхняго сосуда и былъ опущенъ въ горло нижней пустой бутылки. Какъ скоро трубка, по которой притекаетъ воздухъ въ аспираторъ, доходитъ до дна сосуда, послѣдній превращается въ Мариотовъ сосудъ и измѣненіе въ немъ уровня воды не должно оказывать никакого вліянія на скорость истеченія; такъ какъ сверхъ того нижній сосудъ открытъ и не сообщается съ верхнимъ, то накопленіе въ немъ воды также не играетъ никакой роли. Дѣйствительно, собирая время отъ времени въ градуированный цилиндръ воду, вытекающую изъ описаннаго аспиратора въ извѣстный промежутокъ времени, легко убѣдиться въ томъ, что количество ея остается совершенно постояннымъ, какъ въ началѣ дѣйствія аспиратора, такъ и подъ конецъ его, когда верхняя бутылъ почти опорожнена. Какъ скоро это случилось, каучуковая пробка, вмѣстѣ съ трубками, вынимается изъ верхней пустой бутылки (предварительно, конечно, закрывается зажимъ между аспираторомъ и предохранительною трубкою) и вставляется въ нижнюю, теперь наполненную водою, а вслѣдъ затѣмъ нижняя бутылъ помѣщается на столъ, пустая же на полъ; вся эта операція требуетъ не болѣе одной минуты времени, послѣ

чего струя воздуха возобновляется съ прежнею скоростью. Абсолютная скорость струи играетъ лишь второстепенную роль. Слишкомъ большая скорость неудобна въ практическомъ отношеніи: приходится часто мѣнять аспираторъ, а, главное, нельзя быть увѣреннымъ въ томъ, что поглощеніе водяныхъ паровъ и углекислоты было полнымъ. Съ этой точки зрѣнія выгодно умѣрить количество вытекающей воды, что достигается весьма просто, вставляя въ нижній конецъ трубки истечения кусочекъ волосной стеклянной трубочки, ширина канала которой и опредѣляетъ скорость истечения. Вода въ аспираторѣ непременно должна быть совершенно чиста, такъ какъ въ противномъ случаѣ волосная трубочка легко можетъ засориться, отчего измѣнится скорость струи. При описанныхъ далѣе опытахъ изъ аспиратора вытекало въ часъ 720 куб. с., а въ послѣдствіи (когда цилиндръ съ кусками ѣдкаго кали, служившій для поглощенія углекислоты внѣшняго воздуха, былъ замѣненъ калиаппаратомъ, отчего возрасло давленіе, которое приходилось преодолевать вступающему въ приборъ воздуху)—560 куб. с. воды. Хотя я и не производилъ специальныхъ опытовъ въ этомъ направленіи, но простое разсужденіе показываетъ, что даже это крупное различіе въ количествѣ воздуха, доставляемаго дышащей вѣтви, не можетъ имѣть сколько нибудь замѣтнаго вліянія на количество отдѣляемой углекислоты, лишь бы та или другая изъ этихъ скоростей оставалась постоянною въ теченіе даннаго опыта. Въ самомъ дѣлѣ, возьмемъ самое неблагоприятное для растенія отношеніе; т. е. наименьшую скорость воздушнаго тока—560 куб. с. въ часъ—и наибольшее количество развиваемой въ часъ углекислоты; послѣднее въ одномъ изъ моихъ опытовъ достигало 0,0175 гр., хотя обыкновенно не превосходило 0,006 гр. Въ 560 куб. с. воздуха заключается около 110 куб. с. кислорода, а 0,0175 гр. углекислоты составятъ по объему около 9 куб. с. Такъ какъ при нормальномъ дыханіи объемъ поглощаемаго кислорода, вообще говоря, равенъ объему выдѣленной углекислоты, то даже при этомъ наименѣе благоприятномъ отношеніи вѣтвь пользуется лишь $\frac{1}{12}$ частью доставляемаго ей кислорода, большая часть котораго проносится безъ измѣне-

нія. Понятно, что дальнѣйшее увеличеніе количества этого кислорода должно оставаться совершенно безслѣднымъ. Известно изъ опытовъ Бѣма ¹⁾, какое вредное вліяніе на развитіе растенія оказываетъ присутствіе въ окружающемъ воздухѣ значительнаго количества углекислоты. Въмѣстѣ съ тѣмъ прежнія изслѣдованія показали мнѣ, что накопленіе углекислоты (при дыханіи въ замкнутомъ объемѣ невозобновляемаго воздуха) влечетъ за собою ослабленіе энергіи дыханія. И съ этой стороны можно быть совершенно спокойнымъ, производя опыты описываемымъ способомъ: даже при скорости въ 560 куб. с. содержаніе углекислоты въ воздухѣ, окружающемъ вѣтвь, въ огромномъ большинствѣ случаевъ не превосходитъ 0,6%.

Всѣ отдѣльныя части описываемаго прибора соединяются между собою съ помощью каучука и эти скрѣпленія перевязываются мокрыми ²⁾ шелковинками. Въ составъ прибора входятъ кромѣ того три зажима (Мора), не считая четвертаго, надѣваемаго на трубку истечения, когда приходится прекратить струю воды, напр. при перемѣнѣ аспиратора. Зажимы эти располагаются слѣдующимъ образомъ: 1) между трубкою, заключающею вѣтвь, и высушивающимъ приборомъ, 2) между послѣднимъ и калиаппаратомъ взвѣшиваемаго прибора, 3) между предохранительною трубкою и аспираторомъ. Когда нужно вывести изъ цѣпи взвѣшиваемый приборъ и замѣнить его новымъ, то предварительно закрываютъ зажимы 2) и 3), затѣмъ на одно мгновеніе разобщаютъ аспираторъ съ предохранительною трубкою, а потомъ уже, надѣвъ снова каучуковую трубку, замѣняютъ одинъ взвѣшиваемый приборъ другимъ. Такъ поступаютъ на основаніи слѣдующаго соображенія. Во время дѣйствія аспиратора воздухъ въ приборѣ нѣсколько разреженъ, а потому если прямо вывести изъ цѣпи взвѣшиваемый

¹⁾ J. Böhm. Ueber den Einfluss der Kohlensäure auf das Ergrünen u. Wachstum der Pflanzen. Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss. Bd 68. 1873.

²⁾ Сухой шелкъ легко ослабляется послѣ перетягиванія, поэтому гораздо лучше смачивать предварительно шелковинку, проведя ее между двумя мокрыми пальцами.

приборъ, внѣшній воздухъ устремится въ него и принесетъ съ собою нѣкоторое количество влаги, которая при взвѣшиваніи сочтется за углекислоту. Конечно, эта ошибка должна быть весьма незначительна и не можетъ оказать замѣтнаго вліянія на результатъ, но все же лучше избѣжать ея, тѣмъ болѣе, что это достигается чрезвычайно просто, если поступать какъ указано выше; внѣшній воздухъ въ такомъ случаѣ проходитъ сначала чрезъ предохранительную трубку, а потому вступаетъ во взвѣшиваемыя трубки уже сухимъ. Вся операція введенія новаго взвѣшеннаго прибора требуетъ не болѣе 1—2 минутъ времени, въ теченіе которыхъ можно не останавливать водяной струи, подъ условіемъ, впрочемъ, открывать затѣмъ зажимъ не сразу, а постепенно, чтобы не нарушать спокойнаго тока воздуха. Сдѣланное выше замѣчаніе относительно разрѣженія воздуха въ приборѣ можетъ породить нѣкоторое сомнѣніе въ нормальности условій, при которыхъ совершается дыханіе вѣтви. Простой опытъ показываетъ однако, что внутри трубки, заключающей вѣтвь, господствуетъ давленіе, весьма мало разнящееся отъ внѣшняго: пропуская съвозъ верхнюю каучукową пробку открытую манометрическую трубку, я убѣдился, что эта разность не превосходитъ 3 миллиметровъ.

Для точности опредѣленій, разумѣется, чрезвычайно важно, чтобы описанный приборъ хорошо держалъ, такъ какъ только при такомъ условіи постоянство въ количествѣ вытекающей воды позволяетъ заключить о постоянствѣ количества проходящаго чрезъ приборъ воздуха. Съ этой стороны особенную опасность представляетъ взвѣшиваемый приборъ, такъ какъ въ теченіе опыта приходится многократно разбирать и снова собирать его по частямъ; высушивающій приборъ и проч. не трудно собрать разъ на всегда какъ слѣдуетъ. Необходимо, слѣдовательно, время отъ времени убѣждаться въ томъ, что внѣшній воздухъ не имѣетъ другаго доступа внутрь прибора, кромѣ какъ чрезъ предназначенное для того отверстіе. Для испытанія высушивающаго прибора стоитъ только замкнуть зажимъ, отдѣляющій этотъ приборъ отъ трубки съ вѣтвью, оставивъ прочіе два открытыми; тогда, несмотря на продолжающееся истеченіе воды, прохожденіе пузырьковъ чрезъ (взвѣшиваемый)

калиаппаратъ должно почти тотчасъ прекратиться. Испытаніе замкнутости взвѣшиваемаго прибора производится запираніемъ послѣдняго зажима, отдѣляющаго предохранительную трубку отъ калиаппарата; если всѣ части соединены совершенно плотно, то уровень жидкости въ трубочкахъ, соединяющихъ три отдѣленія калиаппарата, сохраняетъ прежнее свое положеніе, въ противномъ же случаѣ онъ начинаетъ повышаться. Этотъ способъ представляетъ то неудобство, что испытаніе прибора нарушаетъ правильное движеніе воздуха. Къ счастью оказывается возможнымъ достигнуть той же цѣли, не останавливая струи, а только внимательно присматриваясь и прислушиваясь къ взвѣшенному калиаппарату. Дѣло въ томъ, что когда приборъ находится въ дѣйствиіи, онъ производитъ извѣстный шумъ, имѣющій своимъ источникомъ врываніе пузырьковъ воздуха въ воду аспиратора; если взвѣшиваемый приборъ держитъ хорошо, то соотвѣтственно каждому такому пузырьку появляется пузырекъ въ калиаппаратѣ, а потому, глядя на послѣдній, кажется, что шумъ производится здѣсь; какъ только гдѣ-нибудь между калиаппаратомъ и аспираторомъ открытъ доступъ внѣшнему воздуху, соотвѣтствіе нарушается и указанной гармоніи не существуетъ. Употребляя для перевязки мокрая шелковинки, не трудно достигнуть совершенно плотнаго соединенія частей; нужно только время отъ времени мѣнять каучукъ во взвѣшиваемомъ приборѣ, такъ какъ отъ частаго разбиранія и собиранія послѣдняго каучукъ мало по малу теряетъ свою упругость.

Для достиженія предположенной цѣли было существенно важно также, чтобы температура во время опыта оставалась по возможности постоянною. Съ этою цѣлью весь приборъ помѣщался въ темной комнатѣ, обращенной на сѣверъ, температура которой представляла сравнительно небольшія колебанія. Комната эта съ успѣхомъ служила мнѣ еще при прежнихъ моихъ изслѣдованіяхъ надъ дыханіемъ проростающихъ сѣмянъ. Кромѣ того, трубка, заключавшая вѣтвь, погружалась въ воду. Вода помѣщалась въ большихъ цинковыхъ сосудахъ съ двойными стѣнками, для чего въ одинъ сосудъ вставлялся другой нѣсколько меньшаго діаметра и меньшей высоты; какъ

промежутокъ между стѣнками, такъ и внутренній сосудъ наполнялись водою. Вслѣдствіе большой теплоемкости воды, ея температуру гораздо легче поддерживать постоянною, нежели температуру воздуха. Нѣкоторые опыты производились при комнатной температурѣ, другіе—при возвышенной. Въ послѣднемъ случаѣ сосудъ съ водою подогревался снизу спиртовой лампочкою (газа я не имѣлъ въ своемъ распоряженіи). Нагрѣваніе начиналось задолго (обыкновенно за сутки) до начала опыта, чтобы дать температурѣ воды окончательно установиться. Точно также, если имѣлось въ виду измѣнить въ теченіе опыта температуру, то, рядомъ съ первымъ, помѣщался другой двойной цинковый сосудъ, тоже нагрѣвавшійся заблаговременно, и въ данный моментъ трубка съ вѣтвью переносилась изъ одного сосуда въ другой. Въ водѣ плавалъ вставленный въ большую пробку чувствительный термометръ. При нѣкоторомъ вниманіи и извѣстномъ навыкѣ не трудно добиться значительнаго постоянства температуры воды. Всего труднѣе уничтожить вліяніе пониженія температуры комнаты, наступающаго при обыкновенныхъ условіяхъ ночью. Все искусство заключается именно въ томъ, чтобы въ надлежащей мѣрѣ противоѣдствовать этому пониженію, или приподнимая лампочку, или подливая въ нее спирту, или прикрывая сосудъ съ водою, чтобы ослабить испареніе, или, наконецъ, приотворяя на ночь дверь, ведущую изъ темной комнаты въ другую, болѣе теплую. Благодаря преимущественно навыку, приобрѣтенному мною въ этомъ отношеніи при прежнихъ изслѣдованіяхъ, мнѣ удавалось поддерживать температуру настолько постоянною, что колебанія ея въ теченіе опыта, продолжавшагося часто 3—4 дня, не превосходили обыкновенно $1/2^{\circ}$ Ц., даже въ томъ случаѣ, если опытъ велся при возвышенной температурѣ. Для того, чтобы по показаніямъ внѣшняго термометра можно было судить о температурѣ воздуха, заключеннаго въ трубкѣ, т. е. о температурѣ, при которой дѣйствительно совершалось дыханіе вѣтви, въ воду погружалась не только трубка съ вѣтвью, но и двѣ предшествовавшія ей дугообразныя трубки, служившія для насыщенія внѣшняго воздуха парами воды. Проходя по этимъ трубкамъ, воздухъ, вмѣ-

стѣ съ тѣмъ, нагрѣвался до температуры опыта. Съ тою же цѣлью, послѣдняя дугообразная трубка соединялась съ трубкою, заключавшею вѣтвь, посредствомъ длинной каучуковой трубки. Воздухъ притекалъ къ вѣтви снизу, а не сверху, также въ видахъ достиженія равномернаго нагрѣванія: верхняя каучуковая пробка нѣсколько выставлялась изъ воды, слѣдовательно, притекая сверху, воздухъ претерпѣвалъ бы охлажденіе передъ самымъ вступленіемъ въ трубку.

Такъ какъ параллельные опыты всегда особенно убѣдительны, то я устроилъ два описанныхъ выше прибора, позволявшихъ мнѣ работать одновременно надъ двумя вѣтвями. Оба прибора располагались на общемъ столѣ рядомъ, такъ что обѣ трубки съ вѣтвями могли быть погружены въ одинъ и тотъ же сосудъ съ водою и, слѣдовательно, подвергаться совершенно одинаковымъ колебаніямъ температуры. Волосныя трубочки, вставлявшіяся въ трубки истеченія аспираторовъ, были подобраны такъ, чтобы воздухъ проходилъ по обоимъ приборамъ съ одинаковою скоростью.

Самый опытъ велся слѣдующимъ образомъ. Первое время послѣ того, какъ приборъ былъ собранъ и пущенъ въ ходъ аспираторъ, выделяемая углекислота не собиралась, такъ какъ нужно было дать установиться въ приборѣ извѣстному равновѣсію, а вѣтви—принять температуру окружающей среды. Обыкновенно не прежде какъ черезъ два часа послѣ начала опыта вводился въ цѣпь взвѣшенный приборъ; затѣмъ, по прошествіи нѣсколькихъ часовъ (не менѣе трехъ б. ч.) этотъ приборъ замѣнялся, какъ описано выше, другимъ, также предварительно взвѣшеннымъ, и взвѣшивался снова; прибыль въ вѣсѣ представляла количество выдѣленной въ теченіе даннаго промежутка времени углекислоты; раздѣляя же это число на соотвѣтственное число часовъ, мы получаемъ число, выражающее энергію дыханія, т. е. среднее количество углекислоты, образовавшееся въ теченіе одного часа. Взвѣшенные части прибора снова собирались и въ данный моментъ замѣняли имъ прежній взвѣшиваемый приборъ и т. д. Такъ какъ обыкновенно велись заразъ два опыта, причемъ переѣмъ взвѣшиваемыхъ приборовъ производилась почти всегда одновре-

менно въ той и другой цѣпи, то всего такихъ приборовъ должно было быть четыре.

Въ заключеніе—нѣсколько замѣчаній о самомъ взвѣшиваніи и степени точности результатовъ. Извѣстно, что нельзя производить взвѣшиванія тотчасъ послѣ обтиранія, такъ какъ отъ этой операціи приборы временно теряютъ въ вѣсѣ (и не незначительно, калиаппаратъ напр. теряетъ до 2 миллиграммовъ); необходимо оставить ихъ нѣкоторое время въ ящикѣ вѣсовъ. Калиаппаратъ можно оставить открытымъ, не опасаясь замѣтнаго измѣненія въ вѣсѣ (собственно онъ очень медленно теряетъ воду, такъ какъ въ ящикѣ находится хлористый кальцій), но трубки съ хлористымъ кальціемъ, оставаясь открытыми, замѣтно прибываютъ въ вѣсѣ. Во избѣжаніе произтекающей отсюда ошибки, Мульдеръ ¹⁾ предлагаетъ взвѣшивать приборы закрытыми, надѣвая на отверстія трубочекъ маленькіе каучуковые колпачки. Въ данномъ случаѣ однако этотъ совѣтъ оказывается практически неудобнымъ, такъ какъ, работая одновременно съ четырьмя постоянно взвѣшиваемыми приборами, очень легко перемѣшать пробочки и, стараясь избѣжать незначительной ошибки, впасть въ грубую. Въ виду этого обстоятельства, я предпочелъ не устранять этой ошибки, а только опредѣлить приблизительно величину ея. Многочисленныя наблюденія показали, что двѣ трубки съ хлористымъ кальціемъ, оставаясь открытыми на чашкѣ вѣсовъ въ теченіе 15—20 минутъ (для уничтоженія послѣдствій вытиранія достаточно 10 минутъ), пріобрѣтаютъ около 0,0003 — 0,0004 гр. Эту величину я постоянно вычиталъ изъ общей прибыли въ вѣсѣ ²⁾.—При соблюденіи всѣхъ предосторожностей и принимая во вниманіе температуру и показанія барометра, общая ошибка взвѣшиванія не превосходитъ 0,0003 гр., а такъ какъ эта величина раскладывается по крайней

¹⁾ Zeitschr. f. analytische Chemie, 1, 2.

²⁾ Съ перваго взгляда эта предосторожность кажется совершенно излишнею, такъ какъ дѣло идетъ о постоянной величинѣ, но на самомъ дѣлѣ эта величина не оказывала бы никакого вліянія на результаты только въ томъ случаѣ, еслибы опредѣленія производились всегда чрезъ одинаковые промежутки времени, чего въ дѣйствительности не было.

мѣрѣ на 3 часа, то въ опредѣленіи часового количества выдѣленной углекислоты ошибка составляетъ не болѣе 0,0001 гр.—Мнѣ случалось многократно производить повѣрочные опыты надъ описаннымъ приборомъ, причемъ въ теченіе нѣсколькихъ часовъ пропускалась струя воздуха чрезъ трубку, не заключающую вѣтви. Иногда вѣсъ оказывался точка въ точку прежнимъ, но почти всегда получался маленькій избытокъ, достигавшій при 10-часовой продолжительности струи—0,0008 гр. Постоянное отклоненіе результатовъ въ одну и ту же сторону заставляетъ меня полагать, что въ приборѣ моемъ существовало какое-то условіе (каучукъ?), производившее незначительное отдѣленіе углекислоты, помимо введенной вѣтви; такъ какъ эта величина составляетъ менѣе 0,0001 гр. въ часъ и должна быть приблизительно постоянною, то она, конечно, не можетъ оказывать замѣтнаго вліянія на результаты опытовъ.—Если въ приведенныхъ ниже рядахъ чиселъ встрѣчаются тамъ и сямъ пробѣлы, послѣдніе означаютъ неудавшіяся по чему-либо опредѣленія: или приборъ плохо держалъ, или произошло замедленіе или прекращеніе струи, или же былъ разбитъ калиаппаратъ и т. п.

Перехожу теперь къ описанію другаго употребленнаго мною способа изслѣдованія, при которомъ опредѣлялся объемъ кислорода, поглощеннаго вѣтвью при дыханіи въ невозобновлявшемся воздухѣ. Для этой цѣли я воспользовался приборомъ Волкова и Майера, описаннымъ и изображеннымъ въ совместной работѣ ихъ надъ дыханіемъ ¹⁾. Приборъ этотъ имѣетъ видъ буквы *n* и представляетъ изогнутую двуколѣнчатую стеклянную трубку; одно колѣно широкое и служитъ вмѣстилищемъ растенія или части растенія, подвергаемой изслѣдованію, другое колѣно узкое, раздѣлено на миллиметры и предназначено для отчитыванія объема газа, замкнутого ртутью. Отверстіе широкаго колѣна закрывается плотно притертою стеклянною

¹⁾ A. Wolkoff u. A. Mayer. Beiträge zur Lehre über die Athmung der Pflanzen. Landw. Jahrb. von Nathusius u. Thiel. 1874. Bd. III. p. 489.

пробкою, которая приклеивается ко дну широкой, плоскодонной стеклянной чашки, служащей ртутною ванною. Прежде всего вводится въ трубку вѣтвь, погруженная основаніемъ въ маленькую, наполненную водою, пробирку, къ краямъ которой припаяны три платиновыя проволоки; весь этотъ приборчикъ пропихивается въ широкое колѣно трубки. Затѣмъ на пробку ставится небольшой цилиндрической стаканчикъ съ растворомъ ѣдкаго кали, послѣ чего трубка надѣвается на пробку; узкое колѣно трубки при-этомъ не достигаетъ дна чашки. Въ послѣднюю наливается ртуть, замыкающая воздухъ въ приборѣ¹⁾, и въ узкое колѣно впускается, съ помощью пипетки, нѣсколько капель ѣдкаго кали; послѣ чего весь приборъ, помещающійся на лакированномъ желѣзномъ штативѣ, погружается въ большой стеклянный сосудъ, наполненный водою. Понятно, что при такомъ устройствѣ прибора образуемая вѣтвью углекислота тотчасъ поглощается ѣдкимъ кали, отчего уровень ртути въ узкомъ колѣнѣ постепенно повышается; понятно также, что сокращеніе объема газа въ теченіе данного промежутка времени представляетъ объемъ поглощенного за это время для дыханія кислорода. Для опредѣленія же этого сокращенія объема приборъ долженъ быть калиброванъ, нужно знать внутренній объемъ его, объемъ введенныхъ въ него частей, какъ то: цилиндрика съ ѣдкимъ кали, пробирочки съ водою и вѣтвью, температуру газа и давленіе, подъ которымъ онъ находится. Последнее равно атмосферному давленію, плюс давленіе водянаго столба, лежащаго надъ внѣшнимъ уровнемъ ртути, минусъ давленіе ртутнаго столба, представляющаго разность уровней ртути внѣ и внутри узкаго колѣна прибора, минусъ давленіе столбика ѣдкаго кали въ этомъ колѣнѣ, минусъ, наконецъ, упругость водянаго пара, соотвѣтствующая температурѣ заключеннаго въ приборѣ газа.

Остановлюсь теперь на нѣкоторыхъ мелкихъ особенностяхъ

¹⁾ Поднятіе ртути въ узкомъ колѣнѣ надъ внѣшнимъ уровнемъ ртути, съ помощью всасыванія чрезъ вставленную предварительно каучуковую трубку, оказывается совершенно излишнимъ, такъ какъ при послѣдующемъ погруженіи въ воду тотъ же результатъ достигается самъ собою, вслѣдствіе возрастающаго внѣшняго давленія.

въ производствѣ моихъ опытовъ съ этимъ приборомъ сравнительно съ опытами Волкова и Майера. Всѣ эти особенности имѣли цѣлью увеличеніе точности:

1) Каучуковая пробка замѣнена была (по совѣту, впрочемъ, самихъ В. и М.) стеклянною, хорошо притертою пробкою. Этимъ устраняется непостоянство внутренняго объема прибора.

2) Калиброваніе производилось не водою, а ртутью. Наполнить весь приборъ ртутью почти невозможно, такъ какъ она не смачиваетъ стекла, вслѣдствіе чего подъ стеклянною пробкою всегда остается нѣкоторое количество воздуха. Расширяясь или сжимаясь при измѣненіи уровня ртути въ узкомъ колѣнѣ, воздухъ долженъ былъ въ свою очередь вліять на этотъ уровень. Поэтому я поступалъ слѣдующимъ образомъ. Въ перевернутый приборъ наливалось нѣкоторое количество ртути, широкое колѣно наполнялось водою и плотно закупоривалось, въ узкое колѣно наливалась до-верха ртуть и устранялись со стѣнокъ воздушные пузырьки; затѣмъ приборъ утверждался въ вертикальномъ положеніи и съ помощью стеклянной трубочки изъ узкаго колѣна выбиралось постепенно по 5 миллиметровъ ртути (уровень ея наблюдался, конечно, въ зрительную трубу), которая взвѣшивалась. Въ моихъ приборахъ 1 миллиметръ соотвѣтствовалъ объему въ 0,04 куб. с., слѣд. раздѣленное на миллиметры колѣно было значительно уже, чѣмъ въ приборахъ В. и М., гдѣ 1 мм. занималъ объемъ въ 0,06—0,08 к. с.

3) Внутренній объемъ моихъ приборовъ былъ значительнѣе и составлялъ около 100 куб. с., между тѣмъ какъ вмѣстимость приборовъ В. и М. не превосходила 60 к. с. Приводя эти числа, я имѣю въ виду не общую вмѣстимость, а нормальный объемъ газа, предоставленнаго при началѣ опыта введенному въ приборъ растенію. Увеличеніе этого объема важно въ томъ отношеніи, что позволяетъ вводить большую часть растенія, слѣд. увеличивать наблюдаемую энергію дыханія, не опасаясь слишкомъ быстраго истощенія находящагося въ приборѣ запаса кислорода. Такъ какъ вмѣстѣ съ тѣмъ узкое колѣно имѣло меньшую ширину, чѣмъ у В. и М., то, несмотря на болѣе

общій объемъ, можно было отчитывать меньшія доли этого объема.

4) Извѣстно, что присутствіе ѣдкаго кали измѣняетъ упругость водянаго пара. Это обстоятельство или вовсе упускалось изъ виду изслѣдователями, употреблявшими газометрическіе приемы съ физиологическою цѣлью (Пфефферъ ¹⁾, Годлевскій ²⁾), или же вводилась поправка на основаніи показаній Буссенго (Тимирязевъ ³⁾). Но показаніе Буссенго не отличается большою опредѣленностью: онъ говоритъ только ⁴⁾, что при температурахъ, при которыхъ производились опредѣленія, ѣдкое кали уменьшало упругость водянаго пара приблизительно на 2 мм. (ртути), и приводитъ примѣръ для 18,2°. Это показаніе прилагается, конечно, только къ той концентраціи, какая употреблялась Буссенго (0,15 гр. ѣдкаго кали на 1 куб. с. воды); вмѣстѣ съ тѣмъ у него нѣтъ данныхъ, по которымъ бы можно было судить объ измѣненіи этой величины съ измѣненіемъ температуры. Эта-то неопредѣленность, безъ сомнѣнія, и побудила Волкова и Майера употреблять для поглощенія углекислоты очень слабый растворъ ѣдкаго натра (концентрація котораго, по ихъ словамъ, немногимъ превосходила концентрацію такъ называемаго нормальнаго раствора) и затѣмъ игнорировать незначительное измѣненіе упругости водяныхъ паровъ ⁵⁾. Но при-этомъ естественно возникалъ вопросъ, достаточно ли быстро столь слабый щелочной растворъ поглощаетъ выделяемую растеніемъ углекислоту. Волковъ и Майеръ произвели спеціальныя опыты въ этомъ направленіи и пришли къ выводамъ не особенно утѣшительнымъ: оказалось, что для полного поглощенія введенной въ приборъ углекислоты требуется почти полчаса ⁶⁾. Хотя они и стараются затѣмъ осла-

¹⁾ *Pfeffer*. Die Wirkung farbigen Lichts etc. въ *Arbeiten des bot. Inst. in Würzburg*. Heft I.

²⁾ *Godlewski*. Abhängigkeit der Sauerstoffausscheidung etc. тамъ же. Heft III.

³⁾ *Тимирязевъ*. Приборъ для изслѣдованія воздушнаго питанія листьевъ. Въ *Трудахъ перваго съѣзда русскихъ естествоиспытателей*, стр. 78.

⁴⁾ *Boussingault*. *Agronomie, Chimie agricole et Physiologie*. T. III, p. 286.

⁵⁾ *l. c.*, p. 489.

⁶⁾ *l. c.*, p. 497.

бить невыгодное впечатлѣніе, производимое такимъ результатомъ, съ помощью различныхъ болѣе или менѣе вѣскихъ соображеній, тѣмъ не менѣе, медленность поглощенія образуемой углекислоты составляетъ, мнѣ кажется, одну изъ самыхъ слабыхъ сторонъ экспериментальной части ихъ работы. А между тѣмъ оказывается, что измѣненіе упругости водяныхъ паровъ подъ вліяніемъ раствора ѣдкаго кали (и ѣдкаго натра) опредѣлено для различныхъ температуръ и для пяти различныхъ концентрацій щелочнаго раствора (отъ 10% до 50%) еще въ 1860 году Вюльнеромъ ¹⁾ съ большою точностью ²⁾. Этою-то находкою я и воспользовался и употреблялъ при своихъ опытахъ 50% растворъ (очищеннаго въ спиртѣ) ѣдкаго кали, который долженъ былъ поглощать углекислоту, конечно, несравненно быстрѣе слабого раствора Волкова и Майера.

5) Весьма важно возможно точное измѣреніе высоты ртутнаго столба въ узкомъ колѣнѣ, такъ какъ отъ этого зависитъ точность въ опредѣленіи давленія, подъ которымъ находится газъ въ приборѣ. При 100 к. с. газа и при температурѣ 16° Ц. ошибка въ 1 мм. влечетъ за собою соотвѣтственную ошибку въ опредѣленіи нормальнаго объема газа, превосходящую 0,1 к. с. Дѣленія, нанесенныя на узкомъ колѣнѣ, могутъ служить для измѣренія высоты ртутнаго столба только подъ условіемъ совершенно вертикальнаго положенія этой части прибора, чего достигнуть довольно трудно. Къ счастью я располагалъ при своихъ опытахъ катетометромъ, который служилъ мнѣ для опредѣленія при началѣ опыта (когда приборъ погруженъ былъ въ воду) степени уклоненія узкаго колѣна отъ вертикали. Но главную услугу оказывалъ катетометръ при опредѣленіи положенія нижняго уровня ртути. Производимое простымъ глазомъ отчитываніе этого уровня крайне не точно,

¹⁾ *Wüllner*. Versuche über die Spannkraft des Wasserdampfes aus Lösungen wasserhaltiger Salze. *Poggendorff's Annalen*. Bd. CX, 1860, p. 564.

²⁾ Впрочемъ, въ интересахъ физиологовъ было бы весьма пріятно, если бы опыты Вюльнера были еще разъ повторены, такъ какъ между его числами встрѣчаются несомнѣнно ошибочныя. Кромѣ того, интересно было бы знать, насколько вліяетъ на эти числа постепенное поглощеніе щелочью углекислоты.

вслѣдствіе выпуклой формы ртутной поверхности; а обыкновенная зрительная труба не примѣнима здѣсь, такъ какъ въ той части трубки, которая занята ртутью, едва замѣтны дѣленія. Поэтому В. и М. нисколько не преувеличиваютъ возможную при этомъ опредѣленіи ошибку, принимая, что она достигаетъ 0,4 мм.¹⁾ Съ помощью катетометра внѣшній уровень ртути устанавливается легко съ большою точностью. Происходящее затѣмъ въ теченіе опыта пониженіе этого уровня, вслѣдствіе возвышенія ртути въ узкомъ колѣнѣ прибора, можно вовсе не принимать въ соображеніе, такъ какъ оно совершенно ничтожно: при существовавшемъ въ моихъ опытахъ отношеніи діаметровъ чашки и узкаго колѣна (80 мм. и 3,5 мм.) нужно бы было поднять въ послѣднемъ ртуть на 500 мм., чтобы вызвать пониженіе внѣшняго уровня въ 1 мм. Пользоваться катетометромъ для непосредственнаго измѣренія каждый разъ высоты ртутнаго столбика нельзя, вслѣдствіе выпуклой формы стекляннаго сосуда съ водою; поэтому катетометръ служилъ только для опредѣленія внѣшняго уровня ртути, степени вертикальности прибора и высоты водянаго столба, а затѣмъ въ теченіе опыта игралъ роль простой зрительной трубы. Остается прибавить, что приборъ располагался въ той же темной комнатѣ, гдѣ велись опыты по первому способу, причемъ на время отчитыванія ставился позади сосуда зажженный огарокъ, а во избежаніе хотя бы кратковременнаго освѣщенія заключенной въ приборѣ вѣтви, широкое колѣно обвертывалось нѣсколькими разъ листовымъ оловомъ.

При помощи всѣхъ этихъ мелкихъ видоизмѣненій мнѣ удалось значительно увеличить чувствительность прибора, вслѣдствіе чего я рѣшаюсь даже приводить третій десятичный знакъ, оговорившись, впрочемъ, что придаю ему нѣкоторое значеніе только тамъ, гдѣ онъ является въ числѣ, выражающемъ часовое количество выдѣленной углекислоты и выведенномъ какъ среднее изъ значительнаго промежутка времени. Такъ какъ 1 куб. с. углекислоты²⁾ вѣситъ около двухъ миллиграммовъ,

¹⁾ I. с., р. 493.

²⁾ Я предполагаю, что объемъ поглощеннаго кислорода выражаетъ въ тоже время и объемъ выдѣленной углекислоты, что, вообще говоря, вѣрно.

а слѣд. 0,01 куб. с. составляетъ по вѣсу всего 0,00002 гр., величину, не поддающуюся вѣсовому опредѣленію, то съ перваго взгляда можетъ показаться, что въ приборѣ Волкова и Майера углекислота опредѣляется съ большею точностью, нежели въ первомъ вѣсовомъ способѣ. Но это справедливо только по отношенію къ абсолютной точности. Нужно принять въ соображеніе, что общія наблюдаемые количества углекислоты въ первомъ способѣ несравненно значительнѣе, нежели во второмъ. Самое сильное выдѣленіе углекислоты, какое было наблюдаемо при моихъ опытахъ въ приборахъ В. и М., составляло 1,2 к. с. въ часъ (см. опытъ 22-й), т. е. приблизительно 0,0024 гр., тогда какъ въ опытахъ перваго ряда встрѣчается 0,0177 гр. въ часъ (см. опытъ 3-й). Вообще говоря, относительная точность въ опредѣленіи углекислоты одинакова въ обоихъ случаяхъ. Потому-то я не рѣшился во второмъ рядѣ опытовъ производить ежечасное отчитываніе объема (что вначалѣ имѣлось въ виду), а ограничивался измѣреніемъ послѣдняго въ промежутки нѣсколькихъ часовъ и затѣмъ, раздѣляя общее сокращеніе объема на соотвѣтственное число часовъ, получалъ среднее количество поглощеннаго въ часъ кислорода.

Но если со стороны точности опредѣленія второй способъ не хуже перваго, то съ другой стороны онъ имѣетъ чрезвычайно важный недостатокъ, и притомъ недостатокъ неустрашимый, такъ какъ онъ заключается въ самомъ существѣ метода: условія, при которыхъ совершается дыханіе заключенной въ приборѣ вѣтви, непрерывно измѣняются въ теченіе опыта, вслѣдствіе невозобновленія воздуха; частное давленіе кислорода постоянно ослабѣваетъ, какъ оттого, что уменьшается процентное содержаніе его въ газѣ, такъ и оттого, что уменьшается давленіе, подъ которымъ находится газъ, вслѣдствіе поднятія ртути въ узкомъ колѣнѣ. — Этотъ существенный недостатокъ прибора не могъ, конечно, ускользнуть отъ вниманія такихъ изслѣдователей какъ Волковъ и Майеръ и въ своей работѣ они разбираютъ его весьма обстоятельно. По ихъ мнѣнію¹⁾, растенія весьма мало чувствительны къ измѣне-

¹⁾ I. с., р. 486.

ніямъ абсолютнаго давленія и, вмѣстѣ съ тѣмъ, дыханіе оказывается въ весьма широкихъ предѣлахъ, почти не зависящимъ отъ частнаго давленія окружающаго кислорода. Ссылаться въ подкрѣпленіе этого положенія на результаты, добытые другими изслѣдователями, оказывалось невозможнымъ, въ виду того, что Бертъ и Бѣмъ, изучавшіе въ послѣднее время вліяніе давленія кислорода на развитіе растенія, пришли, что касается по крайней мѣрѣ дыханія, къ прямо противорѣчающимъ выводамъ ¹⁾. Нужно было произвести спеціальныя опыты въ этомъ направленіи. Такихъ опытовъ приводится пять ²⁾. Всѣ они при внимательномъ изученіи оказываются однако весьма мало убѣдительными и далеко не оправдываютъ дѣлаемаго изъ нихъ авторами вывода. Одинъ изъ этихъ опытовъ (четвертый), произведенный надъ отрѣзанными корнями *Vicia faba*, совершенно не идетъ къ дѣлу, такъ какъ часовое количество выдѣляемой углекислоты здѣсь постепенно понижается и при этомъ остается неизвѣстнымъ, не обусловлено ли это пониженіе хотя отчасти уменьшеніемъ количества кислорода въ приборѣ (въ теченіе опыта потреблено было болѣе половины кислорода). Пятый опытъ, долженствующій убѣдить читателя въ постоянствѣ силы дыханія, какъ она обнаруживается при употребленіи описываемаго метода, скорѣе убѣждаетъ его въ противномъ. Во избѣжаніе упрека въ голословности и для большей наглядности, привожу здѣсь результаты этого опыта, причемъ въ первой графѣ помѣщаю вычисленныя часовыя количества поглощеннаго кислорода, а во второй—среднюю температуру соотвѣтственнаго промежутка времени:

0,25 к. с.	15,3°
0,27 » »	15,6°
0,32 » »	15,5°
0,25 » »	15,6°
0,25 » »	13,7°

¹⁾ *P. Bert. Ueber den Einfluss des Luftdrucks auf den Keimungsprocess. Landw. Versuchsst. 1874. Bd. XVII, p. 128.*

J. Böhm. Ueber das Keimen von Samen in reinem Sauerstoffgase Sitzungsber. der. k. Akad. der Wiss. Bd. 68. 1873.

²⁾ 1. с., pp. 499—501.

Такія колебанія какъ 0,32 и 0,25 (совершенно не мотивируемыя колебаніемъ температуры) составляютъ слишкомъ 25% общей наблюдаемой величины. Съ другой стороны послѣднія два числа показываютъ, что приборъ не въ состояніи обнаружить вліяніе пониженія температуры на цѣлыхъ два градуса. Замѣтимъ еще, что числа первой графы выведены изъ значительныхъ промежутковъ времени (2, 3, 3, 4¹/₂, 11 часовъ), хотя въ послѣдующихъ опытахъ встрѣчаются данныя, вычисленныя изъ гораздо болѣе короткихъ промежутковъ, напр. въ 20 минутъ (опытъ на стр. 503). — Третій опытъ, приводимый Волковымъ и Майеромъ, также совершенно не доказателенъ, потому что количество поглощаемаго въ часъ кислорода здѣсь крайне незначительно (всего 0,09 к. с.). Сопоставляя эту ничтожную величину съ значительными колебаніями пятаго опыта, нельзя не сказать, что постоянство ея (и то неполное, такъ какъ первый промежутокъ далъ вмѣсто 0,09—0,11 к. с.) мало убѣдительно. — Такимъ образомъ остаются только первые два опыта, которые особенно важны, такъ какъ здѣсь по прошествіи нѣкотораго времени возобновлялся воздухъ въ приборѣ. Оба они грѣшатъ прежде всего тѣмъ, что наблюдаемыя величины очень незначительны (не болѣе 0,16 к. с., тогда какъ въ послѣдующихъ опытахъ мы находимъ числа, достигающія одного куб. с. въ часъ), а вслѣдствіе этого такія абсолютно ничтожныя колебанія какъ съ 0,10 на 0,16 становятся относительно громадными и, очевидно, должны совершенно скрадывать вліяніе возобновленія воздуха въ приборѣ, если это вліяніе существуетъ. Съ другой стороны и температура не отличается большимъ постоянствомъ; такъ во второмъ опытѣ, вслѣдъ за возобновленіемъ воздуха, температура понижается на цѣлый градусъ, а это пониженіе должно вліять въ смыслѣ противоположномъ предполагаемому вліянію возобновленія воздуха, слѣдовательно также скрадываетъ это вліяніе. — Вотъ и всѣ опыты, приводимые Волковымъ и Майеромъ въ подкрѣпленіе своего вывода. Они представляютъ только ¹⁾, что считаютъ бесполезнымъ приводить

¹⁾ 1. с., p. 501.

дальнѣйшіе изъ многочисленныхъ произведенныхъ ими въ этомъ направленіи опытовъ. Такъ какъ въ случаѣ, если приводятся только нѣкоторые изъ опытовъ, естественно, выбираются между ними наиболѣе доказательные, то эти дальнѣйшіе опыты должны быть, конечно, еще менѣе убѣдительны. Всякій безпристрастный читатель пойметъ теперь самъ, насколько Волковъ и Майеръ въ правѣ были сдѣлать слѣдующій выводъ: «абсолютное содержаніе кислорода оказываетъ лишь весьма второстепенное вліяніе на напряженность дыханія—конечно, въ извѣстныхъ предѣлахъ; ибо мы видимъ, что въ нашихъ опытахъ исчезаетъ 10 процентовъ общаго объема, т. е. около половины кислорода и болѣе, причемъ все еще не обнаруживается ясно замѣтнаго поврежденія». Однако они не довольствуются даже и этимъ и утверждаютъ вслѣдъ за тѣмъ, что большая часть проростающихъ растений можетъ поглощать изъ замкнутой атмосферы до 17 — 18 изъ 21 процента кислорода (по объему) безъ значительнаго ослабленія напряженности дыханія. Собственные мои опыты, которые будутъ изложены далѣе, приводятъ къ выводу, несравненно менѣе утѣшительному. Оказывается, что когда въ приборѣ остается еще болѣе четверти непоглощенного кислорода, дыханіе уже значительно ослабѣло и рѣзко усиливается при возобновленіи воздуха; можно смѣло сказать, что уже поглощеніе половины всего кислорода въ приборѣ В. и М. оказываетъ замѣтное вліяніе на энергію дыханія ¹⁾. Вотъ почему я сказалъ

¹⁾ Считаю необходимымъ сдѣлать здѣсь маленькую оговорку во избѣжаніе всякихъ недоразумѣній. Критикуя приведенные выше опыты В. и М. и дѣлаемый изъ нихъ выводъ, я отнюдь не имѣю въ виду подрывать довѣріе къ добытымъ ими вообще результатамъ. Въ большинствѣ ихъ опытовъ количество поглощенного кислорода не превосходило половины общаго запаса послѣдняго, кромѣ, впрочемъ, опытовъ приведенныхъ на стр. 509 (опытъ 7—), 518, 519 (опытъ 3—, въ которомъ поглощеніе простирается до $\frac{1}{5}$). Кромѣ того, относительно большія колебанія, на которыя было мною указано, все же незначительны по сравненію съ тѣми, на которыхъ опирается главный выводъ В. и М. (зависимость дыханія отъ температуры). Но съ другой стороны, пользуясь этимъ методомъ, отнюдь не слѣдуетъ преувеличивать его точность и упускать изъ виду указанный выше существенный недостатокъ его.—Не могу не сдѣлать здѣсь еще маленькаго замѣчанія. В. и М., мнѣ кажется, несправедливо придаютъ такое важное теорети-

въ самомъ началѣ, что первый способъ изслѣдованія заслуживаетъ положительно предпочтенія передъ вторымъ.

Теперь нѣсколько словъ о способѣ изложенія результатовъ. Для большей наглядности я прибѣгнулъ къ столь часто нынѣ употребляемому графическому способу изображенія. На оси абсциссъ я откладываю времена, причемъ каждый миллиметръ представляетъ часъ времени; полоса, ограниченная двумя послѣдовательными вертикальными линиями, лежащими на разстояніи 24 миллиметровъ другъ отъ друга, соответствуетъ, слѣдовательно, суткамъ. За ординаты я принимаю число, полученное чрезъ раздѣленіе общаго количества выдѣленной въ извѣстный промежутокъ времени углекислоты (или поглощенного кислорода), раздѣленное на число часовъ этого промежутка; полученное такимъ образомъ число представляетъ среднее часовое количество выдѣлявшейся въ этотъ промежутокъ углекислоты, т. е. то, что можно назвать энергіею дыханія. Соотвѣтствующая ордината возмѣщается изъ середины этого промежутка. Каждый вертикальный миллиметръ изображаетъ 0,0001 гр. углекислоты при первомъ способѣ изслѣдованія и 0,01 куб. с. кислорода при второмъ способѣ. Соединяя полученные такимъ образомъ послѣдовательно точки прямыми линиями, мы получаемъ наглядную картину тѣхъ измѣненій, которымъ подвергается въ теченіе опыта энергія дыханія. Разстояніе между двумя послѣдовательными точками кривой, считая по оси абсциссъ, есть, очевидно, полусумма двухъ соотвѣтствующихъ

численное значеніе добытому ими результату почти полной независимости дыханія отъ свѣта. Они исходятъ при этомъ изъ того положенія, будто свѣтъ дѣйствуетъ замедляющимъ образомъ на ростъ, что справедливо для стеблей, но почти совершенно не примѣняется къ корнямъ. Правда, Волковъ (Sachs, Lehrbuch der Bot., 4 Aufl., p. 807) утверждаетъ, будто освѣщеніе замедляетъ ростъ корней, но съ другой стороны, Фаминцынъ давно уже (Die Wirkung des Lichtes auf das Wachsen der keimenden Kresse въ Мѣм. de l'Acad. de St.-Petersb. T. VIII. 1865, а также его Beitrag zur Keimung der Kresse, Mélanges biolog. T. VIII 1873. p. 593) многочисленными измѣненіями показывалъ, что корни кресса въ темнотѣ укорачиваются, что я могу подтвердить вполне и для водной культуры. Къ точно такому же результату привели и новѣйшіе опыты, произведенные въ новороссійскомъ университетѣ. (Рѣчь Я. Вальца: О вліяніи свѣта на нѣкоторые процессы растительной жизни. Одесса. 1875, стр. 19—20.

последовательныхъ промежутковъ наблюденія. Понятно также, что тамъ, гдѣ кривая прерывается (обозначена отдѣльными точками), напр. вслѣдствіе того, что вѣтвь была выставлена на свѣтъ, длина перерыва вовсе не показываетъ числа часовъ, проведенныхъ вѣтвью на свѣтъ, а гораздо больше этого числа, такъ какъ послѣдняя (опредѣленная) точка лежитъ въ серединѣ послѣдняго, а первая точка новой вѣтви кривой — въ серединѣ перваго новаго промежутка наблюденія. Чтобы читатель могъ наглядно судить о степени постоянства температуры, колебанія послѣдней также изображены графически, причемъ вертикальный миллиметръ представляетъ $0,2^{\circ}$ Ц. Слѣдуетъ принять въ соображеніе, что при полученіи кривой температуръ (тонкая линія) наносились не среднія температуры даннаго промежутка наблюденія, а непосредственные результаты отчитыванія погруженнаго въ воду термометра, причемъ отчитываніе производилось иногда ежечасно. Поэтому кривая температуръ оказывается относительно кривой, выражающей дыханіе, нѣсколько сдвинутою вправо, т. е. вліяніе пониженія или повышенія температуры въ чертежѣ обнаруживается всегда немного раньше соотвѣтствующаго измѣненія температуры. Съ лѣвой стороны чертежа обозначены соотвѣтствующія ординатамъ температуры, а съ правой — соотвѣтствующія количества выдѣленной въ часъ углекислоты или поглощеннаго въ часъ кислорода.

Теперь я перехожу къ описанію самыхъ опытовъ и полученныхъ мною результатовъ, причемъ останавлиюсь сначала на опытахъ, произведенныхъ по первому способу, такъ какъ они представляютъ наибольшій интересъ. Растенія, подвергавшіяся изслѣдованію: *Crataegus monogyna*, *Populus laurifolia*, *Larix europaea*, *Pinus Strobus*, *Spiraea opulifolia*, *Acer platanoides* и *Quercus pedunculata*, но главная масса опытовъ произведена была надъ первыми двумя.

Заклучивъ отрѣзанную вѣтвь *Crataegus monogyna* или *Populus laurifolia* въ темноту и опредѣляя послѣдовательно часовыя количества выдѣленной углекислоты, мы тотчасъ за-

мѣтимъ, что эти количества, несмотря на постоянство температуры и прочихъ вѣншихъ условій, быстро уменьшаются: вѣтвь, выдѣлявшая въ началѣ опыта, положимъ, 0,006 гр. углекислоты въ часъ, по прошествіи какихъ-нибудь 12 часовъ даетъ не болѣе 0,003 гр., а къ концу первыхъ сутокъ — менѣе 0,002 гр. въ часъ. Первое, что приходитъ въ голову для объясненія такого ослабленія энергіи дыханія, это — приписать его общему ослабленію жизненной дѣятельности, которое должно естественно наступать въ вѣтви, отдѣленной отъ произведшаго ее растенія. Но достаточно бросить взглядъ на вѣтвь, уже служившую для опыта и имѣющую послѣ двух-трехдневнаго пребыванія въ темнотѣ совершенно нормальный, здоровый видъ, чтобы признать такое объясненіе крайне невѣроятнымъ. Противъ него говоритъ далѣе и то обстоятельство, что энергія дыханія слабѣетъ всего быстрѣе при началѣ опыта, въ первые же часы наблюденія, а затѣмъ уменьшается все медленнѣе и медленнѣе (о формѣ кривой, выражающей ходъ этого измѣненія, будетъ еще рѣчь впослѣдствіи); очевидно, что ослабленіе жизненной дѣятельности должно бы было представлять скорѣе обратный ходъ. Гораздо вѣроятнѣе другое объясненіе: энергія дыханія слабѣетъ, вслѣдствіе постепеннаго истощенія дыхательнаго матерьяла. Каковъ бы ни былъ этотъ матерьялъ, углеводы ли это, жиры или бѣлковыя вещества, или, можетъ быть, и тѣ и другія вмѣстѣ, во всякомъ случаѣ въ высшей степени вѣроятно, что энергія дыханія известной части растенія, при постоянствѣ прочихъ условій, находится въ известной зависимости отъ количества находящагося въ ней дыхательнаго матерьяла (можетъ быть, даже прямо пропорціональна ему); предполагая, что послѣдній почему-либо не возобновляется, постоянное сжиганіе его неминуемо повлечетъ за собою уменьшеніе количества выдѣляемой въ часъ углекислоты. Еслибы удалось показать, что при нѣкоторыхъ условіяхъ можно вызвать въ той же вѣтви и при той же температурѣ прежнюю энергію дыханія, справедливость втораго объясненія была бы доказана; вмѣстѣ съ тѣмъ, ближайшее изученіе тѣхъ условій, при которыхъ возобновляется истощенный запасъ дыхательнаго матерьяла, могло бы послужить къ

выясненію природы послѣдняго. Приведенные ниже опыты показываютъ, что возвысить ослабѣвшую энергію дыханія въ отрѣзанной вѣтви удастся весьма легко, если вѣтвь на нѣкоторое время выставить на свѣтъ. Но при этомъ нужно соблюдать извѣстную осторожность: вѣтвь, дышавшая въ темнотѣ, будучи вынута изъ трубки и выставлена открыто, почти всегда быстро вянетъ и погибаетъ; это зависитъ, конечно, оттого, что внезапная замѣна насыщеннаго парами воды воздуха сравнительно сухимъ, а въ особенности замѣна темноты свѣтомъ, рѣзко возвышаетъ количество воды, испаряемой вѣтвью, такъ что притокъ ея оказывается недостаточнымъ. Поэтому нужно выставить вѣтвь на свѣтъ, оставляя ее по прежнему въ стеклянной трубкѣ. Кромѣ того, во избѣжаніе чрезмѣрнаго нагрѣванія листьевъ прямыми солнечными лучами, нужно погрузить трубку въ большой стеклянный сосудъ съ водою и его уже выставить на солнце. Воду можно поддерживать при температурѣ, при которой вѣтвь дышала въ темнотѣ, хотя это совершенно не существенно, лишь бы не давать температурѣ возвышаться чрезмѣрно.

Прежде чѣмъ я изложу самые опыты, подтверждающіе высказанное выше заключеніе, я долженъ сдѣлать еще слѣдующее замѣчаніе. Самый фактъ ослабленія дыхательной энергіи въ отдѣленной отъ растенія части открытъ не мною: онъ былъ подмѣченъ еще Волковымъ и Майеромъ. По поводу упомянутого выше опыта ихъ ¹⁾ надъ отрѣзанными корнями *Vicia faba*, они замѣчаютъ, что непрерывное пониженіе напряженности дыханія представляется совершенно естественнымъ, когда дѣло идетъ о части растенія, столь существенно поврежденной отдѣленіемъ ея отъ источника, изъ котораго она почерпаетъ свои питательныя вещества ²⁾. Далѣе, въ особомъ приложеніи ³⁾, они указываютъ на то, что это ослабленіе дыханія

¹⁾ I. c., p. 501.

²⁾ Нѣсколько странно, что, несмотря на это указываемое ими же самими непостоянство дыханія отрѣзанныхъ корней, при дальнѣйшихъ опытахъ подъ вліяніемъ температуры употребляются, можно сказать предпочтительно, именно подобные отрѣзанные корни (напр. опыты 4-й до 8-го включительно на стр. 507—509 и далѣе 6-й и 7-й на стр. 515).

³⁾ I. c., p. 523.

нельзя приписывать самому поврежденію, такъ какъ удаленіе листочковъ и даже корней не оказываетъ ощутительнаго вліянія, между тѣмъ какъ послѣ отрѣзанія сѣмядолей или бѣлка наблюдается постепенное паденіе дыхательной энергіи. Перебирая однако одинъ за другимъ приводимые въ работѣ Волкова и Майера опыты, натыкаешься на такія странныя противорѣчія, въ виду которыхъ дѣлаемый ими выводъ, а слѣдовательно и объясненіе, даваемое ими самому факту, представляются нѣсколько преждевременными. Дѣйствительно, если въ опытѣ 4-мъ на стр. 501 (онъ же и опытъ 4-й на стр. 507), а также, хотя въ меньшей степени, въ опытѣ b на стр. 521, ясно обнаруживается упомянутое ослабленіе дыханія, то съ другой стороны мы встрѣчаемъ и такіе, въ которыхъ обнаруживается, напротивъ, замѣчательное постоянство дыханія. Такъ вслѣдъ за опытомъ 4-мъ, мы находимъ на той же 501 стр. опытъ 5-й (онъ же опытъ 5-й на стр. 520), результаты котораго приведены мною выше (стр. 24); хотя этотъ опытъ произведенъ надъ ростками *Tropaeolum Majus* съ отрѣзанными листочками и сѣмядолями, часовое количество поглощаемаго кислорода остается въ теченіе сутокъ (относительно) совершенно постояннымъ; можно даже сказать, что оно нѣсколько возрастаетъ къ концу опыта, такъ какъ при 13,7° получается въ концѣ то же число, которое замѣчено было въ началѣ при 15,3°. Еще большее постоянство обнаруживается въ другомъ подобномъ же опытѣ ¹⁾, гдѣ сверхъ сѣмядолей и листочковъ отрѣзаны были еще и корни. Всего любопытнѣе то, что именно эти два опыта, по сознанію самихъ авторовъ ²⁾, произведены были особенно тщательно. Притомъ и самое число опытовъ, въ которыхъ не обнаруживается сказаннаго вліянія удаленія запасныхъ веществъ, превосходитъ число тѣхъ, гдѣ дыханіе ясно ослабляется, такъ какъ всѣ опыты съ измѣнчивою температурою, конечно, не могутъ быть принимаемы въ соображеніе.

Затѣмъ перехожу къ собственнымъ опытамъ.

¹⁾ I. c., p. 521.

²⁾ I. c., p. 520.

Первый опыт ¹⁾ (черт. 1).

21-го июня въ 10¹/₂ ч. утра срѣзаны на солнцѣ подѣ водою верхушки двухъ здоровыхъ побѣговъ *Crataegus monogyna*, освобождены отъ немногихъ травяныхъ вшей и заключены, какъ описано, въ стеклянныя трубки. Послѣднія погружены въ сосудъ съ водою около 30° Ц. и въ 11 часовъ пущена струя (720 куб. с. въ часъ). Колебанія температуры въ теченіе опыта, совершавшіяся въ предѣлахъ съ небольшимъ одного градуса, можно видѣть на чертежѣ. Въ графѣ *a* обозначены общія количества выдѣленной въ соотвѣтственные промежутки времени углекислоты, а въ графѣ *b* — вычисленные отсюда часовыя количества углекислоты.

іюня	<i>a</i>		<i>b</i>	
	I.	II.	I.	II.
Съ 1 ч. 30' поп. до 7 ч. поп. 21	0,0196 гр.	0,0229 гр.	0,0035 ₅ гр.	0,0041 ₅ гр.
Съ 7 ч. » » 11 ч. 30' »	0,0113 »	0,0112 »	0,0025 »	0,0025 »
Съ 11 ч. 30' » » 10 ч. утра 22	0,0187 »	0,0189 »	0,0018 »	0,0018 »

Итакъ, если не принимать въ соображеніе перваго числа, которое всегда вообще заслуживаетъ наименьшаго довѣрія, энергія дыханія въ обѣихъ вѣтвяхъ оказалась, случайно конечно, совершенно одинаковою. Въ 10 ч. утра іюня 22 вѣтвь II оставлена по прежнему въ темнотѣ, а вѣтвь I выставлена на солнечный свѣтъ (день ясный, только отъ 12 до 1 ч. тучи), гдѣ оставалась до 6 ч. поп., причемъ четыре раза впускалось въ трубку по 30 куб. с. (приблизительно) углекислоты. Температура внѣшней воды не превышала 28° Ц. Такъ какъ опредѣленія углекислоты производились въ разные часы для обѣихъ вѣтвей, то удобнѣе изложить исторію дыханія каждой изъ нихъ отдѣльно. — Въ 6 ч. поп. трубка съ вѣтвью I перенесена въ темноту при прежней температурѣ, но собираніе углекислоты начато лишь въ 8 ч.

¹⁾ Я излагаю опыты, не придерживаясь хронологическаго порядка.

	I.	
	<i>a</i>	<i>b</i>
Съ 8 ч. поп. до 12 ч. н. 22 іюня. . . .	0,0122 гр.	0,0030 ₅ гр.
Съ 12 ч. н. до 9 ч. у. 23 »	0,0189 »	0,0021 »
Съ 9 ч. у. до 12 ч. н. »	0,0175 »	0,0011 ₇ »
Съ 12 ч. н. до 8 ч. у. 24 »	0,0074 »	0,0009 »

Итакъ, пребываніе на свѣтѣ подняло энергію дыханія съ 0,0018 гр. до 0,0030 гр. (собственно даже болѣе, такъ какъ энергію дыханія можно опредѣлить лишь продержавъ вѣтвь нѣкоторое время въ темнотѣ), послѣ чего въ темнотѣ начинается прежнее быстрое пониженіе ея, наглядно выступающее на чертежѣ. — По окончаніи опыта вѣтвь I имѣла совершенно нормальный видъ и оказалась значительно выросшею: послѣдовательныя междоузлія, имѣвшія при началѣ опыта, считая снизу, длину—33, 37, 29, 23, 15 мм. и т. д., теперь дали—33, 38, 31, 26, 23 мм. и т. д.

Обратимся къ вѣтви II, которую мы оставили въ темнотѣ на 0,0018 гр. углекислоты въ часъ.

	II.	
	<i>a</i>	<i>b</i>
Съ 10 ч. у. до 3 ч. поп. 22 іюня. . . .	0,0070 гр.	0,0014 гр.
Съ 3 ч. поп. до 11 ч. поп.	0,0097 »	0,0012 »
Съ 11 ч. поп. до 9 ч. у. 23	0,0096 »	0,0009 ₅ »

Въ 9 ч. у. 23 іюня вѣтвь имѣетъ вообще здоровый видъ, только у двухъ листьевъ почернѣли края прилистниковъ. Она выставлена на яркій солнечный свѣтъ, причемъ три раза доставлялось ей по 25 куб. с. (приблизительно) углекислоты. Въ 5 ч. пополудни снова перенесена въ темноту.

Съ 7 ч. поп. до 12 ч. н. 23 іюня. . . .	0,0114 гр.	0,0023 гр.
Съ 12 ч. н. до 8 ч. у. 24	0,0134 »	0,0017 »

Опытъ конченъ. Еще нѣсколько прилистниковъ почернѣло. Верхнія междоузлія обнаружили нѣкоторый приростъ.

Второй опыт (черт. 2).

19 сентябрю въ 9¹/₂ ч. утра введена въ трубку верхняя часть побѣга *Spiraea opulifolia*, покрытая 12 листьями и

только что срѣзанная. Температура воды около 24° Ц. и въ теченіе опыта отличалась большимъ постоянствомъ (колебанія всего на 0,4°). Струя воздуха пущена въ 10 ч. утра со скоростью 560 куб. с.

	<i>a</i>	<i>b</i>
Съ 12 ч. д. до 3 ч. поп. 19 сент.	0,0202 гр.	0,0067 гр.
Съ 3 ч. поп. до 6 ч. поп.	0,0199 »	0,0066 »
Съ 6 ч. поп. до 9 ч. поп.	0,0202 »	0,0067 »
Съ 9 ч. поп. до 12 ч. н.	0,0186 »	0,0062 »
Съ 12 ч. н. до 9 ч. у. 20 сент.	0,0480 »	0,0053 ₅ »
Съ 9 ч. у. до 11 ч. у.	0,0090 »	0,0045 »

Въ 11 ч. утра вѣтвь вынута изъ трубки и выставлена на свѣтъ подъ стекляннымъ колпакомъ на окнѣ (солнце почти все время за тучами). Подъ колпакъ время отъ времени вдвигался ртомъ чрезъ каучуковую трубку воздухъ, чтобы снабдить вѣтвь углекислотою. Въ 5 ч. поп. вѣтвь снова введена въ трубку и перенесена въ темноту.

Съ 7 ч. поп. до 11 ч. поп. 20 сент.	0,0228 гр.	0,0057 гр.
Съ 11 ч. поп. до 8 ч. у. 21 »	0,0460 »	0,0051 »
Съ 8 ч. у. до 10 ч. у. »	0,0090 »	0,0045 »

Въ 10 ч. у. 21 вѣтвь снова вынута изъ трубки и попрежнему выставлена подъ стекляннымъ колпакомъ на свѣтъ. День на этотъ разъ совершенно ясный. Въ 4 ч. 30' поп. вѣтвь перенесена опять въ темноту.

Съ 6 ч. поп. до 9 ч. поп. 21 сент.	0,0228 гр.	0,0076 гр.
Съ 9 ч. поп. до 12 ч. н. »	0,0226 »	0,0075 »

Опытъ конченъ. Вѣтвь имѣетъ совершенно нормальный видъ, но выросла ли она въ теченіе опыта, — нельзя сказать, такъ какъ она не была предварительно измѣрена.

И такъ, мы видимъ, что двукратнымъ выставленіемъ вѣтви на свѣтъ удалось въ этомъ случаѣ возвысить энергію дыханія до величины, значительно превосходящей даже первоначальную энергію. Вмѣстѣ съ тѣмъ здѣсь ясно выступаетъ вліяніе различной напряженности свѣта: яркое солнце, свѣтившее на второй день, вызвало гораздо большее приращеніе дыхательной энергіи, нежели разсѣянный свѣтъ первого дня,

хотя число часовъ, проведенныхъ вѣтвью на свѣтѣ, въ обоихъ случаяхъ почти одинаково.

Третій опытъ (черт. 3).

Одновременно съ вѣтвью, служившею для предыдущаго опыта, срѣзаны были верхушки съ двухъ побѣговъ *Spiraea opulifolia* и введены вмѣстѣ въ стеклянную трубку. Общее число листьевъ 16. Скорость струи = 560 куб. с. въ часъ. Температура воды (очень постоянная) — 38° Ц. На чертежѣ результаты опыта представлены въ масштабѣ, уменьшенномъ вдвое, т. е. перечислены, такъ сказать, на одну вѣтвь.

	<i>a</i>	<i>b</i>
Съ 12 ч. д. до 3 ч. поп. 19-го сент.	0,0530 гр.	0,0177 гр.
» 3 ч. поп. до 6 ч. поп.	0,0524 »	0,0175 »
» 6 ч. поп. до 9 ч. поп.	0,0465 »	0,0155 »
» 9 ч. поп. до 12 ч. н.	0,0456 »	0,0152 »
» 12 ч. н. до 9 ч. у. 20-го сент.	0,1160 »	0,0129 »
» 9 ч. у. до 11 ч. у.	?	?
» 11 ч. у. до 5 ч. поп.	0,0630 »	0,0105 »
» 5 ч. поп. до 11 ч. поп.	0,0546 »	0,0091 »
» 11 ч. поп. до 8 ч. у. 21-го сент.	0,0694 »	0,0077 »
» 9 ч. у. до 10 ч. у.	0,0134 »	0,0067 »

Въ 10 ч. утра 21-го сентября вѣтви вынуты изъ трубки, причемъ оказалось, что нижніе четыре листа начали портиться, но прочіе имѣютъ совершенно свѣжій видъ. Поэтому нижніе куски стебля съ болѣе старыми, попортившимися, листьями отрѣзаны подъ водою, а затѣмъ вѣтви выставлены подъ колпакомъ ¹⁾ на свѣтъ (день совершенно ясный); время отъ времени подъ колпакъ вдвигался ртомъ воздухъ, богатый угле-

¹⁾ Здѣсь, какъ и въ предыдущемъ опытѣ, вслѣдствіе поздняго времени ихъ производства, можно было при перенесеніи на свѣтъ, не опасаясь увяданія, вынуть вѣтви изъ трубокъ; это представляетъ ту выгоду, что листья въ такомъ случаѣ, не заслоня другъ друга, могутъ вполне проявлять свою способность къ ассимиляціи; вмѣстѣ съ тѣмъ, нечего опасаться чрезмернаго нагрѣванія вѣтвей лучами сентябрьскаго солнца.

кислотою. Въ 5 ч. поп. вѣтви заключены въ прежнюю трубку и перенесены въ темноту при прежней температурѣ 38°.

Съ 7 ч. поп. до 10 ч. поп. 21 сент. 0,0268 гр. 0,0089 гр.

Опытъ конченъ; вѣтвь совершенно свѣжа, но выросла ли — не извѣстно.

Итакъ, не смотря на отнятіе значительной части листьевъ, освѣщеніе и здѣсь рѣзко усилило энергію дыханія. Вмѣстѣ съ тѣмъ этотъ опытъ любопытенъ еще по отношенію къ той высокой температурѣ, при которой онъ велся: продолжительное дѣйствіе температуры въ 38° Ц., безъ сомнѣнія, крайне неблагоприятной для развитія растенія, очевидно, не уничтожаетъ способности листьевъ къ ассимиляціи. Намъ придется еще воспользоваться этимъ опытомъ впослѣдствіи для нѣкоторыхъ умозаключеній.

ЧЕТВЕРТЫЙ ОПЫТЪ.

Этотъ опытъ произведенъ былъ параллельно надъ двумя вѣтвями *Larix europaea*, изъ которыхъ одна оставалась все время въ темнотѣ, другая же выставилась періодически на свѣтъ. Вѣтви срѣзаны съ дерева въ 6 час. вечера 12 іюля и введены каждая въ отдѣльную трубку. Вѣтвь № I состояла изъ удлиненнаго годоваго побѣга и прошлогодней части, покрытой 9-ю пучками хвой, а вѣтвь № II — изъ болѣе значительнаго удлиненнаго побѣга и прошлогодняго куска, несущаго 6 пучковъ. Скорость струи, пущенной въ 6 ч. 15' поп., была 720 куб. с. Температура воды около 30° Ц., но колебанія температуры здѣсь сравнительно значительны (наименьшая — 29,5°, наивысшая — 31,2°). Исторію дыханія двухъ вѣтвей удобнѣе будетъ изложить отдѣльно.

I

	a	b
Съ 7 ч. поп. до 1 ч. у. 13-го іюля .	0,0096 гр.	0,0016 гр.
» 1 ч. у. до 10 ч. у.	0,0108 »	0,0012 »
» 10 ч. у. до 4 ч. поп.	0,0074 »	0,0012 »
» 4 ч. поп. до 2 ч. у. 14-го іюля .	0,0136 »	0,0013 »
» 2 ч. у. до 9 ч. у.	0,0078 »	0,0011 »

¹⁾ Температура понизилась на цѣлый градусъ.

Въ 9 ч. утра вода, въ которую вставлено было основаніе вѣтви, оказалась совершенно желтою (отъ смолы), поэтому вѣтвь вставлена въ свѣжую воду и снова пущена струя.

Съ 10 ¹ / ₂ ч. у. до 12 ¹ / ₂ ч. у. 15 іюля	0,0159 гр.	0,0011 ₅ гр.
» 12 ¹ / ₂ ч. у. до 11 ¹ / ₂ ч. у.	0,0116 »	0,0010 ₅ »
» 11 ¹ / ₂ ч. у. до 5 ¹ / ₂ ч. поп.	0,0068 »	0,0011 ₅ »
» 5 ¹ / ₂ ч. поп. до 11 ¹ / ₂ ч. поп.	0,0072 »	0,0012 »
» 11 ¹ / ₂ ч. поп. до 12 ч. н. 16 іюля .	0,0249 »	0,0010 »
» 12 ч. н. до 11 ¹ / ₂ ч. поп. 17 іюля .	0,0210 »	0,0009 »
» 11 ¹ / ₂ ч. поп. до 9 ¹ / ₂ ч. у. 18 іюля	0,0080 »	0,0008 »

Опытъ конченъ; вѣтвь совершенно свѣжа.

Мы видимъ слѣдов., что въ вѣтви лиственницы, остававшейся все время въ темнотѣ, энергія дыханія (вообще весьма слабая) представляла величину почти постоянную: кромѣ незначительнаго первоначальнаго пониженія, всѣ колебанія ея обусловливались, повидимому, соответственными колебаніями температуры ¹⁾. Обратимся теперь къ другой вѣтви, которая первое время дышала также въ темнотѣ при той же температурѣ 30° Ц.

II

	a	b
Съ 7 ч. поп. до 1 ч. у. 13 іюля .	0,0140 гр.	0,0023 гр.
» 1 ч. у. до 10 ч. у.	0,0170 »	0,0019 »
» 10 ч. у. до 4 ч. поп.	0,0100 »	0,0016 ₅ »
» 4 ч. поп. до 9 ч. у. 14 іюля .	0,0289 »	0,0017 »

Въ 9 ч. утра вѣтвь выставлена въ трубкѣ на яркій солнечный свѣтъ (день ясный), причемъ она время отъ времени снабжалась углекислотою, а въ 5 час. поп. снова перенесена въ темноту.

Съ 6 ч. поп. до 12 ч. н.	0,0248 гр.	0,0041 гр.
» 12 ч. н. до 10 ч. у. 15 іюля .	0,0303 »	0,0030 »

Въ 10 ч. 30' утра вѣтвь вторично выставлена на свѣтъ (солнце почти все время за тучами) до 6 ч. 30' поп., послѣ

¹⁾ Объ этомъ (кажущемся) исключеніи изъ общаго правила пониженія энергіи дыханія въ темнотѣ см. далѣе.

чего она вставлена въ свѣжую воду, подновленъ разрѣзъ, и затѣмъ трубка съ вѣтвью снова перенесена въ темноту.

Съ 7 $\frac{1}{2}$ ч. поп. до 11 $\frac{1}{2}$ ч. поп. 15 іюля 0,0140 гр. 0,0035 гр. Опытъ конченъ; вѣтвь совершенно свѣжа.

Здѣсь подъ вліяніемъ освѣщенія удалось, слѣдовательно, усилить почти вдвое энергію дыханія, сравнительно съ первоначальною ея величиною.

Уже эти опыты позволяютъ, такъ сказать, предугадывать, въ чемъ именно заключается въ данномъ случаѣ роль свѣта, почему временное освѣщеніе вѣтви влечетъ за собою усиленіе дыхательной энергіи. Но для того, чтобы придти въ этомъ отношеніи къ окончательному заключенію, необходимо принять въ соображеніе еще слѣдующіе опыты, которые должны выяснить, при какихъ именно условіяхъ свѣтъ производитъ упомянутое дѣйствіе. Въ предыдущихъ опытахъ, какъ уже сказано, во время пребыванія вѣтви на свѣтѣ ей доставлялась углекислота. Важное значеніе присутствія углекислоты обнаруживается до нѣкоторой степени уже изъ слѣдующаго опыта, который былъ произведенъ раньше предыдущихъ и представлялъ первую попытку возвысить энергію дыханія съ помощью временнаго освѣщенія вѣтви.

Пятый опытъ (черт. 8, I).

18-го іюня въ 9 час. утра введена въ трубку верхушка побѣга *Crataegus monogyna* съ 5-ю болѣе или менѣе развитыми листьями и перенесена въ темноту при температурѣ 28,8° Ц. Въ 9 $\frac{1}{2}$ час. утра пущена струя со скоростью въ 720 куб. с.

	a	b
Съ 11 ч. у. до 2 ч. поп. 18-го іюня . .	0,0124	0,0041 гр.

Продолженія этого опыта я не привожу, такъ какъ затѣмъ вѣтвь была подвергнута нагрѣванію (до 37°), продолжавшемуся до 11 ч. поп., послѣ чего восстановлена первоначальная температура (см. далѣе). Достаточно будетъ замѣтить, что на другой день при температурѣ 28,5°

съ 9 ч. у. до 12 ч. д.	0,0030 гр.	0,0010 гр.
--------------------------------	------------	------------

Въ полдень 19-го іюня трубка съ вѣтвью погружена въ стеклянный сосудъ съ водою и выставлена на солнце (день совершенно ясный), причемъ сквозь трубку пущена съ помощью аспиратора довольно быстрая струя обыкновеннаго, неочищеннаго отъ углекислоты, воздуха. Въ 5 ч. 30 мин. поп. вѣтвь снова перенесена въ темноту при температурѣ 28,4°.

Съ 7 час. поп. до 12 ч. ночи . . .	0,0060 гр.	0,0012 гр.
------------------------------------	------------	------------

Съ 12 ч. н. до 8 ч. у. 20-го іюня	0,0070	» 0,0009 »
-----------------------------------	--------	------------

Въ 8 ч. утра трубка тѣмъ же порядкомъ вторично вынесена на свѣтъ (до полудня солнце за тучами), а въ 5 ч. поп. перенесена обратно въ темноту. При температурѣ 29°.

Съ 7 ч. поп. до 12 ч. н. . . .	0,0075 гр.	0,0015°.
--------------------------------	------------	----------

Опытъ конченъ; вѣтвь вообще здорова, но верхній листикъ немного почернѣлъ.

Въ виду незначительнаго (однако несомнѣннаго) усиленія энергіи дыханія вслѣдъ за періодомъ освѣщенія, мнѣ тотчасъ же пришло въ голову, что эта незначительность происходитъ оттого, что обыкновенный воздухъ, доставлявшійся здѣсь вѣтви во время ея пребыванія на свѣтѣ, слишкомъ бѣденъ углекислотою. Поэтому вслѣдъ за этимъ опытомъ, для проверки такого заключенія, былъ произведенъ, также надъ *Crataegus*, опытъ, описанный уже выше въ видѣ перваго, причемъ въ трубку доставлялось время отъ времени значительное количество углекислоты; мы видѣли, какъ рѣзко усиливалось дыханіе послѣ освѣщенія при такихъ условіяхъ. Но особенно рельефно выступаетъ вліяніе углекислоты въ слѣдующихъ двухъ параллельныхъ опытахъ, произведенныхъ специально съ этою цѣлью.

Шестой опытъ (черт. 4).

1-го іюля въ 7 ч. поп. срѣзаны два одинаковыхъ верхушечныхъ побѣга *Crataegus monogyna* и введены каждый въ особую трубку. Обѣ трубки погружены въ общій сосудъ съ водою въ темнотѣ. Температура около 30° и весьма постоянна (см. чертежъ). Струя пущена въ 8 ч. поп. со скоростью 720 куб. с. въ часъ.

	a		b	
	I.	II.	I.	II.
Съ 12 ч. н. до 8 ч. у. 2 іюля	0,0341 гр.	0,0319 гр.	0,0042 ₅ гр.	0,0040 гр.
Съ 8 ч. у. до 11 ч. у.	0,0094 »	0,0088 »	0,0031 ₅ »	0,0029 ₅ »

Въ 11 час. утра обѣ вѣтви въ трубкахъ погружены въ стеклянный сосудъ съ водою и выставлены на свѣтъ. Чрезъ трубку № I пущена струя воздуха, лишеннаго углекислоты, въ трубку же № II введено (одинъ только разъ) около 30 куб. с. углекислоты. Температура воды поддерживается при 30°. День пасмурный и только въ 4 час. поп. небо прояснилось. Вѣтви оставались на свѣтѣ до 7 час. поп., послѣ чего поставлены въ прежнія условія.

	іюля.	грам.	грам.	грам.	грам.
Съ 8 ч. поп. до 11 ч. поп. 2-го	0,0060	0,0091	0,0020	0,0030	
Съ 11 ч. поп. до 10 ч. у. 3-го	0,0194	0,0267	0,0017 ₅	0,0024 ₅	
Съ 10 ч. у. до 5 ч. поп.	0,0116	0,0143	0,0016 ₅	0,0020 ₅	
Съ 5 ч. поп. до 11 ч. поп.	0,0093	0,0095	0,0015 ₅	0,0015 ₅	
Съ 11 ч. поп. до 9 ч. у. 4-го	0,0122	0,0128	0,0012	0,0013	
Съ 9 ч. у. до 12 ч. дня	0,0031	0,0030	0,0010	0,0010	

И такъ, между тѣмъ какъ въ вѣтви, подвергавшейся дѣйствию свѣта въ отсутствіи углекислоты, дыханіе ослабѣло, какъ будто бы вѣтвь провела это время въ темнотѣ, въ вѣтви, получившей нѣкоторое (небольшое) количество углекислоты, энергія дыханія, если и не возвысилась, то сохранила прежнюю свою величину. Дѣйствіе свѣта въ данномъ случаѣ оказалось достаточнымъ только для предотвращенія долженствовавшего наступить пониженія дыхательной энергіи; впрочемъ, принимая въ соображеніе дальнѣйшее ослабленіе послѣдней въ темнотѣ, нельзя сомнѣваться въ томъ, что въ самый моментъ возвращенія вѣтви II въ темноту она дышала значительно сильнѣе прежняго.

Въ полдень 4 іюля обѣ вѣтви оказались совершенно свѣжими. Изъ нихъ II пришлось бросить, вслѣдствіе случайнаго поврежденія, но I выставлена въ трубкѣ вторично на свѣтъ, на этотъ разъ уже съ углекислотою. День почти совершенно ясный. Температура воды колебалась между 25° и 33°. Въ 6 ч. поп. трубка съ вѣтвью перенесена въ темноту.

	1	
	a	b
Съ 7 ч. поп. до 10 ч. поп. 4 іюля	0,0090 гр.	0,0030 гр.
» 10 » » » 9 » у. 5 »	0,0233 »	0,0021 »

Въ 9 час. утра вѣтвь снова выставлена на солнце, но сначала подновленъ нижній разрѣзъ и долита въ баночку вода. Вѣтвь совершенно здорова и только у нижняго листа немного почернѣлъ одинъ изъ прилистниковъ. День совершенно ясный. Температура воды около 30° и лишь на короткое время поднималась до 32°. Въ трубку съ вѣтвью нѣсколько разъ вводилась углекислота. Въ 6 ч. поп. восстановлены прежнія условія.

Съ 7 ч. поп. до 10 ¹ / ₂ ч. поп. 5 іюля	0,0159 гр.	0,0045 ₅ гр.
» 10 ¹ / ₂ » » » 9 ¹ / ₂ » у. 6 »	0,0400 »	0,0036 ₅ »

Такимъ образомъ, благодаря двукратному освѣщенію вѣтви въ присутствіи углекислоты, по прошествіи четырехъ сутокъ энергія дыханія представляется болѣе значительною, чѣмъ при самомъ началѣ опыта.

Седьмой опытъ (черт. 5).

25 іюня въ 10 ч. 30 м. утра срѣзаны два верхушечныхъ побѣга *Crataegus monogyna* и введены порознь въ стеклянные трубки. Температура воды (очень постоянная) 30°. Скорость струи—720 куб. с.

	a		b	
	I	II	I	II
	г	р	а	м
Съ 12 ¹ / ₂ ч. поп. до 3 ¹ / ₂ ч. поп. 25 іюня	0,0173	0,0136	0,0058	0,0045 ₅
« 3 ¹ / ₂ « « « 8 ¹ / ₂ « « «	0,0200	0,0180	0,0040	0,0036
« 8 ¹ / ₂ « « « 12 ¹ / ₂ « утра 26 іюня	0,0123	0,0109	0,0031	0,0027
« 12 ¹ / ₂ « утра « 5 « « «	0,0112	0,0098	0,0025	0,0022
« 5 « « « 9 ¹ / ₂ « « «	0,0089	0,0080	0,0020	0,0017 ₅

Въ 9¹/₂ ч. утра обѣ трубки выставлены на солнце въ сосудѣ съ водою около 26°. Сквозь трубку I проходитъ нѣсколько замедленная струя воздуха, лишеннаго углекислоты, а вслѣдъ затѣмъ помѣщены какъ прежде въ темнотѣ, между трубкою и аспираторомъ, высушивающій и взвѣшенный при-

боры для опредѣленія дыханія вѣтви I во время освѣщенія. Струя пропусклась съ 10 ч. у. до 6 ч. поп., послѣ чего взвѣшенный приборъ обнаружилъ прибыль въ вѣсѣ всего 0,0003 гр., слѣдовательно, находясь на свѣтѣ, въ атмосферѣ, лишенной углекислоты, вѣтвь не выдѣляла послѣдней или, вѣрнѣе, разлагала углекислоту, образованную дыханіемъ. Тѣмъ временемъ вѣтвь II подвергалась дѣйствію солнечныхъ лучей въ атмосферѣ, богатой углекислотою. День ясный. Въ 6 ч. поп. обѣ вѣтви перенесены снова въ темноту.

	іюня	грам.	грам.	грам.	грам.
Съ 7 ¹ / ₂ ч. поп. до 11 ч. поп. 26-го	0,0078	0,0127	0,0022	0,0036 ₅	
Съ 11 ч. поп. до 9 ч. у. 27-го	0,0163	0,0275	0,0016	0,0027 ₅	

Опытъ конченъ; вѣтви совершенно свѣжи.

Представляется ли маленькое возвышеніе дыхательной энергіи въ вѣтви, не получившей углекислоты, дѣйствительнымъ или оно есть результатъ ошибки, рѣшать не берусь. Что здѣсь нѣтъ того пониженія, которое сказалось при подобныхъ обстоятельствахъ въ предыдущемъ опытѣ, неудивительно, такъ какъ тамъ вѣтви выставлены были на свѣтъ при началѣ опыта, когда энергія дыханія быстро падаетъ, тогда какъ здѣсь это произошло позже, когда пониженіе, какъ мы увидимъ еще далѣе, почти прекращается. Во всякомъ случаѣ вліяніе углекислоты обнаруживается и въ этомъ опытѣ чрезвычайно рѣзко.

Перехожу теперь къ двумъ опытамъ, которые предприняты были для рѣшенія вопроса, какіе именно лучи солнечнаго свѣта вызываютъ указанное усиленіе дыхательной энергіи.

Восьмой опытъ (черт. 6).

7 іюля въ 6 ч. поп. срѣзаны два побѣга *Crataegus monoduna*, верхушки ихъ обрѣзаны, разрѣзъ залѣпленъ воскомъ и затѣмъ вѣтви, несущія каждая три листа, заключены порознь въ трубки. Температура колеблется между 30° и 31°. Струя, скоростью въ 720 куб. сант., пущена въ 6 ч. 15 м. поп.

	а		b	
	I	II	I	II
іюля	г р а м м ы.			
Съ 7 ¹ / ₂ ч. поп. до 11 ¹ / ₂ ч. поп. 7-го	0,0106	0,0106	0,0026 ₅	0,0026 ₅
Съ 11 ¹ / ₂ ч. поп. до 8 ч. у. 8-го	0,0178	0,0175	0,0021	0,0021
Съ 8 ч. у. до 12 ч. д. «	0,0072	0,0068	0,0018	0,0017

Въ 12 ч. 30 м. дня обѣ трубки съ вѣтвями выставлены на солнце (день совершенно ясный), причемъ № I получаетъ синій, а № II желтый свѣтъ. Для этого трубки покрыты Беккерелевскими стеклянными колпаками съ двойными стѣнками ¹⁾; въ первый изъ нихъ налитъ растворъ амміачной окиси мѣди, во второй—растворъ двухромовокислаго кали. Но выставить эти колпаки прямо на яркій солнечный свѣтъ значитъ обречь заключенныя подъ ними вѣтви неминуемой гибели: вслѣдствіе выпуклой формы стѣнокъ колпака, воздухъ внутри его нагревается очень сильно ²⁾; поэтому колпаки съ вѣтвями вставлены были въ большіе стеклянные сосуды съ водою, которая время отъ времени возобновлялась, чтобы умягчить нагреваніе. Цвѣтные колпаки надѣвались на трубки съ вѣтвями и снимались съ нихъ въ темнотѣ, чтобы устранить хотя бы и кратковременный доступъ полного свѣта къ листьямъ. Въ обѣ трубки введено было приблизительно одинаковое количество углекислоты. Освѣщеніе прекращено въ 6 ч. поп. Вѣтви имѣютъ совершенно свѣжій видъ.

	іюля	грам.	грам.	грам.	грам.
Съ 6 ч. 40 м. п. до 1 ч. 10 м. у. 9-го	0,0090	0,0143	0,0014	0,0022	
Съ 2 ч. 15 м. у. ³⁾ до 11 ¹ / ₂ ч. 10 м. у. «	0,0090	0,0140	0,0010	0,0015 ₅	
Съ 1 ч. поп. до 11 ¹ / ₂ ч. п. «	0,0088	0,0140	0,0008	0,0013	
Съ 12 ¹ / ₂ ч. у. до 5 ¹ / ₂ ч. п. 10-го	0,0138	0,0160	0,0008	0,0009 ₅	
Съ 7 ч. поп. до 11 ч. п. «	0,0036	0,0036	0,0009	0,0009	
Съ 12 ч. н. до 9 ¹ / ₂ ч. у. 11-го	0,0086	0,0088	0,0009	0,0009	

¹⁾ Въ Германіи введеніе ихъ въ употребленіе неправильно приписывается Сакеу.

²⁾ Первый опытъ, произведенный такимъ образомъ, оказался неудачнымъ; листья совершенно побурѣли отъ жара.

³⁾ Въ этомъ опытѣ (почему—не помню) вмѣсто четырехъ взвѣшиваемыхъ приборовъ употреблялись всего два; на время взвѣшиванія они замѣнялись подобными же приборами, вѣсѣ которыхъ не былъ опредѣленъ.

Въ 9¹/₂ ч. утра трубки снова выставлены на свѣтъ (день совершенно ясный), но въ обратномъ противъ прежняго порядкѣ, т. е. № I находится теперь подъ желтымъ, а № II подъ синимъ колпакомъ, оба съ углекислотою. Несмотря на погруженіе (нижней части) колпаковъ въ воду, температура внутри ихъ достигала 40°, однако, вѣтви остались совершенно здоровыми. Въ 6 ч. 30 м. поп. перемѣнена въ баночкахъ вода, подновленъ въ обѣихъ вѣтвяхъ нижній разрѣзъ и затѣмъ онѣ снова перенесены въ темноту.

	гр.	гр.	гр.	гр.
Съ 7 ч. 50' поп. до 12 ч. 50' у. 12-го іюля.	0,0088	0,0060	0,0017	0,0012
Съ 2 ч. у. до 10 ч. у.	0,0102	0,0064	0,0013	0,0008

Опытъ конченъ; вѣтви совершенно свѣжи.

И такъ, между тѣмъ какъ въ синемъ свѣтѣ энергія дыханія продолжаетъ падать или увеличивается лишь незначительно, желтый свѣтъ рѣзко усиливаетъ ее.

Девятый опытъ (черт. 7).

22-го сентября въ 11 ч. утра подъ сильнымъ дождемъ срѣзаны верхушечные побѣги *Spiraea opulifolia* и оставлены сначала въ теплой комнатѣ на свѣтѣ, гдѣ листья обсохли; только въ 1 часъ поп. вѣтви вставлены въ трубки. Въ № I (узкой и длинной трубкѣ) находится одинъ длинный побѣгъ съ 13-ю болѣе или менѣе развитыми и двумя молоденькими листьями, а въ № II (широкой и короткой трубкѣ) — два болѣе короткихъ побѣга съ 21 листомъ, не считая самыхъ молодыхъ. Температура (весьма постоянная) — 23°. Скорость струи = 560 куб. с.

	a		b	
	I гр.	II гр.	I гр.	II гр.
Съ 3 ч. поп. до 7 час. поп. 22-го сент.	0,0262	0,0250	0,0065	0,0062
Съ 7 ч. поп. до 11 ч. поп.	0,0236	0,0230	0,0059	0,0057
Съ 11 ч. поп. до 8 ч. у. 23-го сент.	0,0502	0,0486	0,0056	0,0054
Съ 8 час. у. до 6 час. поп.	0,0486	0,0486	0,0048	0,0048
Съ 6 ч. поп. до 11 час. поп.	0,0224	0,0222	0,0045	0,0044
Съ 11 ч. поп. до 8 ч. у. 24-го сент.	0,0364	0,0356	0,0040	0,0039
Съ 8 ч. у. до 2 час. поп.	0,0221	0,0222	0,0037	0,0037
Съ 2 ч. поп. до 7 ч. поп.	0,0176	0,0172	0,0035	0,0034
Съ 7 ч. поп. до 11 ч. поп.	?	0,0127	?	0,0032
Съ 11 ч. поп. до 8 час. утра 25-го сент.	0,0290	0,0272	0,0032	0,0030

Въ 8 ч. утра обѣ трубки вынесены на свѣтъ: № I подъ колпакомъ съ синею, а № II — съ желтою жидкостями. День пасмурный и лишь изрѣдка выглядываетъ солнце. Въ 5 час. поп. снова перенесены въ темноту.

	гр.	гр.	гр.	гр.
Съ 6 ¹ / ₂ ч. поп. до 11 ¹ / ₂ ч. поп. 25-го сент.	0,0154	0,0164	0,0031	0,0033

Опытъ конченъ. Вѣтви имѣютъ совершенно свѣжій видъ, но у нижнихъ листьевъ кончикъ, средняя жилка и основаніе боковыхъ жилокъ пожелтели. Былъ ли приростъ — сказать не могу.

Хотя въ этомъ опытѣ, вслѣдствіе неблагоприятныхъ условій освѣщенія, вызванное послѣднимъ возвышеніе энергіи дыханія весьма незначительно, тѣмъ не менѣе и здѣсь ясно выступаетъ различное дѣйствіе сильнѣе и слабѣе преломляемыхъ лучей солнечнаго спектра, особенно благодаря тому, что, вслѣдъ за періодомъ освѣщенія, извращается господствовавшее прежде отношеніе между двумя вѣтвями: та, которая все время давала (немного) меньшее количество углекислоты, теперь даетъ большее и наоборотъ.

Общій результатъ изложенныхъ выше опытовъ можно формулировать слѣдующимъ образомъ: въ темнотѣ энергія дыханія постепенно ослабѣваетъ; временное освѣщеніе вѣтви снова усиливаетъ эту энергію; усиленіе это вызывается только слабѣе преломляющимися (красными и пр.) лучами солнечнаго свѣта и происходитъ только въ томъ случаѣ, если окружающій воздухъ въ состояніи снабдить растение достаточнымъ количествомъ углекислоты. Эти условія указываютъ съ чрезвычайною ясностью на то, чѣмъ именно опредѣляется большая или меньшая напряженность дыханія въ вѣтви. Изслѣдованія Сакса ¹⁾ показали, что крахмалъ, встрѣчающійся въ зернахъ хлорофилла большинства растений, исчезаетъ въ темнотѣ и снова появляется на свѣтѣ. Изъ работы

¹⁾ J. Sachs. Ueber den Einfluss des Lichts etc. Bot. Zeitg. 1862. № 44. и Ueber die Auflösung und Wiederbildung des Amylums etc. Bot. Zeitg. 1864, № 38.

Фаминцына ¹⁾ надъ Спиригиною извѣстно, что образованіе крахмала происходитъ только подъ вліяніемъ менѣе преломляемыхъ лучей свѣта. Наконецъ, опыты Годлевскаго ²⁾ привели къ тому заключенію, что крахмалъ не появляется даже на яркомъ свѣтѣ, если окружающая атмосфера не содержитъ углекислоты. Это совершенное тождество условій новообразованія крахмала (и глюкозы) ³⁾ съ условіями, при которыхъ усиливается дыханіе, позволяетъ, какъ мнѣ кажется, сдѣлать слѣдующее заключеніе: энергія дыханія слабѣетъ въ темнотѣ, вслѣдствіе уменьшенія количества крахмала, и возвышается на свѣтѣ, вслѣдствіе образованія новаго количества этого вещества, слѣдовательно, *при прочихъ равныхъ условіяхъ, энергія дыханія опредѣляется количествомъ углеводовъ, или, чтобы выразиться точнѣе, количествомъ заключеннаго въ вѣтви безазотистаго пластическаго матерьяла*; послѣднее выраженіе точнѣе въ томъ отношеніи, что количество целлюлозы, представляющей, такъ сказать, мертвый углеводъ, безъ сомнѣнія, не можетъ оказывать замѣтнаго вліянія на энергію дыханія, а кромѣ того у нѣкоторыхъ растений непосредственнымъ продуктомъ ассимиляціи является не углеводъ, а жиръ ⁴⁾. Я не

¹⁾ А. Фаминцынъ. Дѣйствіе свѣта на водоросли и т. д. Спб. 1866 и въ Pringsheim's Jahrb. Bd VI, p. 31.

²⁾ E. Godlewski. Abhängigkeit de Stärkebildung etc. въ Flora 1873, № 24.

³⁾ Судя по изслѣдованіямъ Мера (Bull. de la soc. bot. de France, T. XX, 1873, p. 164), глюкоза, какъ продуктъ ассимиляціи углерода, даже распространеннѣе крахмала.

⁴⁾ G. Briosi. Ueber normale Bildung von fettartiger Substanz im Chlorophyll. Bot. Zeitg. 1873. № 34 и 35. Особенно рѣзко выражено образованіе масла, какъ продукта ассимиляціи, у водоросли *Vaucheria sessilis*, надъ которою мнѣ случилось нѣсколько лѣтъ тому назадъ сдѣлать рядъ опытовъ, подобныхъ опытамъ Фаминцына надъ Спиригиною. При непрерывномъ освѣщеніи сильнымъ ламповымъ свѣтомъ, нить Вошеріи совершенно набивается маслянистыми каплями, исчезающими въ темнотѣ. Капли масла появляются, повидимому, первоначально внутри зеренъ хлорофилла, но очень скоро выскользаютъ изъ нихъ; въ точкѣ возростанія нити, гдѣ зерна лежатъ часто на значительномъ разстояніи другъ отъ друга, можно обыкновенно ясно замѣтить, что маленькія маслянистыя капли находятся въ связи съ хлорофильными зернами: на одномъ изъ концовъ веретенообразнаго зеленого зерна виситъ безцвѣтная капля. Масло Вошеріи, подобно крахмалу у дру-

думаю, чтобы нашелся читатель, который сталъ бы серьезно оспаривать сдѣланное выше заключеніе, представляющее простой, логическій выводъ изъ наблюденныхъ фактовъ. Приписывать усиленіе дыханія, вызываемое освѣщеніемъ вѣтви, новообразованію бѣлковыхъ веществъ нѣтъ никакой возможности ¹⁾. Хотя мы находимся почти въ полномъ невѣдѣніи касательно мѣста и условій образованія въ растеніи бѣлковыхъ веществъ, мы знаемъ по крайней мѣрѣ, что условія эти совершенно не совпадаютъ съ условіями образованія безазотистаго органическаго матерьяла. Сверхъ того, отрѣзанныя вѣтви находятся въ крайне невыгодныхъ условіяхъ относительно новообразованія бѣлковыхъ веществъ, такъ какъ азотъ доставляется растенію почти исключительно чрезъ посредство корней изъ почвы; говорю «почти» имѣя въ виду присущую, повидимому, всѣмъ растеніямъ ²⁾, въ большей или меньшей степени, способность ассимилировать небольшое количество амміачныхъ паровъ изъ атмосферы прямо воздушными частями. Но самое главное возраженіе заключается въ томъ, что въ изложенныхъ выше опытахъ вѣтви, находясь на свѣтѣ, не имѣли въ своемъ распоряженіи необходимаго для созиданія бѣлковыхъ веществъ матерьяла — амміачныхъ или азотнокислыхъ соединений.

Установленный такимъ образомъ фактъ усиленія дыханія съ образованіемъ, вслѣдствіе ассимиляціи, новаго количества углеводовъ (или жировъ) позволяетъ сдѣлать нѣкоторые дальнѣйшіе выводы, которые кажутся мнѣ весьма важными, такъ какъ они измѣняютъ господствующія нынѣ воззрѣнія на процессъ дыханія.

гихъ растеній, образуется только подъ вліяніемъ менѣе преломляемыхъ лучей свѣта: въ синемъ свѣтѣ амміачной окиси мѣди оно растворяется, какъ въ темнотѣ.

¹⁾ Я имѣю при этомъ въ виду настоящее новообразованіе бѣлковыхъ веществъ при помощи заимствованнаго извнѣ азотистаго неорганическаго матерьяла, а не простое возстановленіе, регенерацію бѣлковаго вещества, — различіе, которое выяснится при дальнѣйшемъ ходѣ изложенія.

²⁾ A. Mayer. Ueber die Aufnahme von Ammoniak etc. въ Landw. Versuchsst. Bd XVII, 1874, p. 329.

До сихъ поръ предполагалось, что двѣ одинаковыя части, напр., два листа одного и того же растенія, одинаковаго возраста и съ одинаковымъ вѣсомъ сухаго вещества, будучи поставлены въ одинаковыя внѣшнія условія, должны выдѣлять не премѣнно одинаковое количество углекислоты, а при различномъ вѣсѣ сухаго вещества количество образуемой углекислоты будетъ прямо пропорціонально этому вѣсу. Хотя подобное положеніе и не формулировано нигдѣ совершенно ясно, но оно всюду, такъ сказать, подразумевается, какъ нѣчто само собою понятное. Очевидно, что показаніе Соссюра ¹⁾, по которому количество потребляемаго при проростаніи кислорода пропорціонально не числу, а вѣсу сѣмянъ, — показаніе, какъ я убѣдился ²⁾, не вполне справедливое, — было затѣмъ втихомолку перенесено и на другія части растенія. Въ подтвержденіе я могу сослаться, напр., на работы Гарро ³⁾, гдѣ количества выдѣляемой углекислоты перечисляются на 100 гр. вещества, въ особенности же на работы Шютценбергера и Кинко ⁴⁾, а также Дегерэна и Моассана ⁵⁾, которые, можно сказать зиждутся на (подразумеваемомся) формулированномъ выше положеніи. Между тѣмъ, послѣ изложенныхъ опытовъ, это положеніе оказывается, очевидно, совершенно несостоятельнымъ. Энергія дыханія опредѣляется не общимъ вѣсомъ сухаго вещества, а вѣсомъ лишь извѣстной части этого вещества; поэтому незначительное (относительно) увеличеніе или уменьшеніе общаго вѣса можетъ повлечь за собою рѣзкое усиленіе или ослабленіе энергіи дыханія. Точно также количество углекислоты, выдѣляемой листомъ извѣстнаго возраста при данныхъ условіяхъ, не есть величина постоянная: она находится въ зависимости отъ количества содержа-

¹⁾ *Th. Saussure. Recherches chimiques sur la végétation. 1804, p. 13.*

²⁾ *J. Borodin. Sur la respiration des plantes pendant leur germination въ Actes du Congrès botanique international de Florence. 1875.*

³⁾ *Garreau. De la respiration des plantes. Ann. des sc. nat. 3-e Série. 1851. T. XV и XVI.*

⁴⁾ *Schützenberger et Quinquaud. Sur la respiration des végétaux aquatiques immergés. C. rendus. T. 77. 1873, p. 272.*

⁵⁾ *Déhérain et Moissan. Recherches sur l'absorption d'oxygène etc. Ann. des sc. nat. 5-e Série. T. XIX. 1874.*

щагося въ этомъ листѣ безазотистаго пластическаго матерьяла, слѣдовательно опредѣляется не только условіями, господствующими въ теченіе самаго опыта, но и условіями, предшествовавшими опыту. Такъ какъ освѣщеніе, а слѣдовательно и вызываемое имъ въ растеніи новообразование углеводовъ происходятъ въ природѣ періодически, то дыханіе должно при нормальныхъ условіяхъ также представлять болѣе или менѣе правильную періодичность, помимо той, которая вызывается суточными колебаніями температуры: вечеромъ, вслѣдъ за періодомъ освѣщенія, зеленые органы особенно богаты углеводами, а потому дыханіе въ это время должно совершаться съ наибольшею энергіею ¹⁾; вслѣдъ затѣмъ эта энергія должна постепенно падать и достигать своего минимума утромъ, передъ тѣмъ, какъ новое освѣщеніе опять вызываетъ производительную дѣятельность въ листьяхъ; въ общихъ чертахъ эта періодичность совпадаетъ съ суточною періодичностью температуры, такъ что должна еще усиливаться послѣднею. Такимъ образомъ существуетъ косвенная связь между дыханіемъ — процессомъ разрушенія органическаго вещества и новообразованиемъ этого вещества: большая или меньшая напряженность процесса ассимиляціи опредѣляетъ косвеннымъ образомъ большую или меньшую энергію дыханія.

Нечего удивляться тому, что проростающія въ темнотѣ сѣмена представляютъ совершенно своеобразную періодичность въ процессѣ дыханія. Извѣстно ²⁾, что количество выдѣляемой при этомъ въ часъ углекислоты въ первые дни постоянно возрастаетъ, достигаетъ максимума и затѣмъ уже медленно уменьшается. Эта своеобразная форма кривой, выражающей измѣненіе энергіи дыханія сѣмянъ, проростающихъ при постоянныхъ внѣшнихъ условіяхъ, представляетъ, безъ сомнѣ-

¹⁾ Можетъ быть, самое энергичное дыханіе происходитъ въ листьяхъ днемъ, во время процесса ассимиляціи, благодаря высокой температурѣ; нѣтъ никакого основанія считать дыханіе несомѣстнымъ съ процессомъ образованія органическаго вещества.

²⁾ См. *A. Mayer. Ueber den Verlauf der Athmung beim keimenden Weizen. Landw. Versuchsst. Bd. XVIII, 1875, p. 245.*

J. Borodin. Sur la respiration des plantes pendant leur germination. Въ Трудяхъ ботаническаго конгресса во Флоренціи 1874 г.

нія, результатъ совокупнаго дѣйствія двухъ различныхъ причинъ, вліяющихъ въ противоположномъ направленіи. Покоящееся сѣмя содержитъ большой запасъ безазотистаго пластического матерьяла; запасъ этотъ уменьшается съ перваго же дня проростанія, что, какъ мы видѣли, должно сопровождаться ослабленіемъ энергіи дыханія. Но съ другой стороны, вначалѣ весь этотъ запасъ представляетъ какъ бы мертвый капиталъ и только исподволь, по мѣрѣ дальнѣйшаго развитія ростка, онъ начинаетъ принимать дѣятельное участіе въ жизненныхъ процессахъ. Сначала, благодаря постоянно возрастающей энергіи роста и быстрому увеличенію поверхности ростка, а вмѣстѣ съ тѣмъ и сферы дѣйствія кислорода атмосферы, все большая и большая часть этого запаса вовлекается въ круговоротъ совершающихся при проростаніи измѣненій, а потому и количество выделяемой углекислоты, вмѣсто того чтобы уменьшаться, постоянно возрастаетъ въ теченіе первыхъ дней; впослѣдствіи же, когда ростъ слабѣетъ, вовлеченіе въ сферу дѣйствія новыхъ количествъ запаснаго капитала уже не настолько значительно, чтобы совершенно замаскировать вліяніе общей убыли вещества на энергію дыханія — послѣдняя начинаетъ падать. Такимъ образомъ восходящая вѣтвь кривой обусловлена преобладаніемъ одной причины — оживленіемъ, если можно такъ выразиться, постоянно возрастающаго количества запасныхъ веществъ, нисходящая же вѣтвь — преобладающимъ вліяніемъ общей убыли вещества ¹⁾.

Человѣческому уму несвойственно успокоиваться на однихъ фактическихъ результатахъ; онъ имѣетъ похвальную привычку идти глубже и стараться выяснитъ причину наблюденныхъ фактовъ. Въ данномъ случаѣ самъ собою напрашивается на рѣшеніе вопросъ: почему энергія дыханія находится въ такой тѣсной зависимости отъ большаго или меньшаго количества безазотистаго пластического матерьяла, заключеннаго въ дышащей части? Самый простой и естественный отвѣтъ на этотъ

¹⁾ Дыханіе распускающихся (въ темнотѣ) почекъ деревьевъ, вѣроятно, представитъ періодичность, сходную съ той, которая обнаружена для проростающихъ сѣмянъ.

вопросъ будетъ, безъ сомнѣнія, слѣдующій: потому что *безазотистый пластическій матерьялъ представляетъ въ то же время и дыхательный матерьялъ*, т. е. углекислота, выделяющаяся при дыханіи, есть продуктъ окисленія нѣкоторой части безазотистыхъ органическихъ веществъ; съ появленіемъ углевода въ зеленыхъ органахъ, какъ продукта ассимиляціи, не только получается новый матерьялъ для роста клѣточныхъ стѣнокъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ возобновляется и запасъ сожигаемого растеніемъ вещества. Возможно, конечно, и другое объясненіе того же факта, но оно несравненно сложнѣе и совершенно неправдоподобно. Нужно предположить, что дыханіе находится въ самой тѣсной зависимости отъ роста, такъ что прекращается съ прекращеніемъ роста и т. д. Напряженность роста, разумѣется, будетъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, опредѣляться количествомъ пластического матерьяла, находящагося въ распоряженіи растенія; истощеніе этого запаса будетъ косвенно отражаться и на энергіи дыханія, хотя бы углекислота обязана была своимъ происхожденіемъ совсѣмъ другому веществу; послѣдняго (дыхательнаго матерьяла) можетъ быть много, но дыханіе слабо, потому что, за недостаткомъ пластического вещества, ослабѣлъ ростъ. Эта гипотеза, представляющая нѣсколько видоизмѣненную теорію Траубе, положительно не выдерживаетъ критики; не говоря уже о нѣкоторой логической несообразности, она не вяжется съ извѣстными фактами. Существованіе тѣсной связи между дыханіемъ и ростомъ не подтверждается новѣйшими изслѣдованіями, что видно всего яснѣе изъ отношенія этихъ двухъ процессовъ къ температурѣ: оптимумъ дыханія, если только онъ вообще существуетъ, отнюдь не совпадаетъ съ оптимумомъ роста и кромѣ того, дыханіе, повидимому, совершенно не зависитъ отъ свѣта ¹⁾. Вмѣстѣ съ тѣмъ, приведенный выше

¹⁾ Между тѣмъ какъ въ растительномъ организмѣ дыханіе оказывается, судя по изслѣдованіямъ Волкова и Майера, почти совершенно независимымъ отъ свѣта, физиологія животныхъ давно уже пришла въ этомъ отношеніи къ совершенно иному результату. *Молешоттъ* еще въ 1855 году показалъ, что лягушки на свѣтѣ выделяютъ значительно больше углекислоты, нежели въ темнотѣ (*J. Moleschott. Ueber den Einfluss des Lichts auf die*

опытъ третій (стр. 35), ясно указываетъ, что освѣщеніе усиливаетъ энергію дыханія, независимо отъ того, происходитъ ли ростъ или нѣтъ: температура 38° Ц.; безъ сомнѣнія, крайне неблагоприятна росту, такъ какъ приближается къ верхнему предѣлу температуры, но не смотря на то и здѣсь дыханіе рѣзко усиливается, благодаря временному освѣщенію вѣтви.

И такъ не подлежитъ, мнѣ кажется, сомнѣнію, что источникомъ углекислоты, образующейся при дыханіи, служатъ безазотистыя органическія вещества—углеводы (и жиры), тѣ самыя вещества, которыя представляютъ вмѣстѣ съ тѣмъ пластическій матеріалъ для построения клѣточной стѣнки. Но теперь возникаетъ дальнѣйшій вопросъ: принимаютъ ли эти вещества прямое или только косвенное участіе въ процессѣ дыханія, устремляется ли кислородъ внѣшняго воздуха на самый углеводъ (или жиръ), который распадается подъ его вліяніемъ на углекислоту и воду, или же углеводъ долженъ сначала подвергнуться извѣстной переработкѣ, войти въ составъ другаго, болѣе сложнаго (бѣлковаго) вещества и уже послѣднее

Menge der vom Thierkörper ausgeschiedenen Kohlensäure въ Wiener Medic. Wochenschrift. 1855. p. 681) и это количество возрастаетъ по мѣрѣ увеличенія напряженности свѣта. Этотъ любопытный фактъ былъ подтвержденъ впоследствии и другими изслѣдователями (*Selmi* и *Piacentini* въ Jahresber. über die Fortschritte der Agriculturchemie. 1870—72. Bd III, p. 84.—*R. Pott*. Vergleichende Untersuchung über die Mengenverhältnisse der durch Respiration u. Perspiration ausgeschiedenen Kohlensäure etc. въ Landw. Versuchsst. 1875. Bd. XVIII, p. 81.—*O. v. Platen*. Ueber den Einfluss des Auges auf den thierischen Stoffwechsel въ Arch. für Physiologie. 1875. Bd. XI, p. 272). Испытано было даже дѣйствіе свѣта различной окраски, но полученные при этомъ результаты въ высшей степени противорѣчивы и отчасти совершенно непонятны, такъ какъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ подъ вліяніемъ окрашеннаго свѣта получалось больше углекислоты, чѣмъ въ полномъ дневномъ свѣтѣ. Впрочемъ, въ виду того, что все изслѣдователи (*Бешаръ*, *Зельми* и *Піачентини*, *Поттъ*) работали съ окрашенными стеклами, которыя даже не были испытаны спектроскопически, этимъ выводамъ нельзя придавать никакого серьезнаго значенія. Различное отношеніе свѣта къ тождественному въ сущности процессу дыханія растительныхъ и животныхъ организмовъ не должно удивлять насъ, такъ какъ вліяніе свѣта на дыханіе животныхъ, навѣрное, только косвенное: раздражая свѣтчатую оболочку глаза, свѣтъ дѣйствуетъ возбуждающимъ образомъ на нервную систему животнаго (*E. Pflüger*. Ueber den Einfluss des Auges auf den thierischen Stoffwechsel въ Archiv für Physiologie. 1875. Bd XI, p. 263).

подвергается дѣйствию кислорода, при чемъ окисляется, такъ сказать, углеводистая составная часть этого вещества. Я сознаю, что вступаю здѣсь на скользкій путь гипотезъ, сознаю что ни изложенные уже опыты, ни опыты, которые читатель встрѣтитъ далѣе, не даютъ прямого отвѣта на поставленный вопросъ ¹⁾, что они въ одинаковой мѣрѣ поддаются тому или другому толкованію, тѣмъ не менѣе самый вопросъ кажется мнѣ слишкомъ важнымъ, а гипотеза въ данномъ случаѣ—особенно плодотворною, такъ какъ она лучше вяжется съ многими общеизвѣстными фактами, нежели господствующія на этотъ счетъ въ настоящее время воззрѣнія.

Большинство физиологовъ, основываясь на данныхъ опыта относительно измѣненій ближайшихъ составныхъ частей сѣмянъ во время проростанія, придерживается того мнѣнія, что крахмалъ (или жиръ) съ одной стороны представляетъ пластическій матеріалъ, превращающійся окончательно въ целлюлозу, съ другой стороны является дыхательнымъ матеріаломъ, распадающимся, подъ вліяніемъ кислорода воздуха, на углекислоту и воду (прямо или съ образованіемъ промежуточныхъ соединений, это въ данномъ случаѣ совершенно безразлично); бѣлковыя вещества, находящіеся въ покоящемся сѣмени, служатъ матеріаломъ для образованія протоплазмы жизнедѣятельныхъ клѣтокъ, причемъ они претерпѣваютъ сравнительно неглубокое видоизмѣненіе: изъ нерастворимыхъ веществъ (группы казеина или клейковины) они превращаются въ растворимое (въ водѣ) вещество—альбуминъ. Такимъ образомъ функціи безазотистыхъ и азотистыхъ органическихъ веществъ растенія оказываются въ современной физиологіи строго разграниченными и только съ цѣлью объяснить накопленіе бѣлковыхъ веществъ въ растительномъ организмѣ, устанавливается извѣстнаго рода связь между ними и безазотистыми веществами, такъ какъ принимается, что углеводы, сочетаясь съ амміакомъ или азотною кислотою, даютъ бѣлковыя вещества. Повидимому, такой взглядъ прямо подтверждается срав-

¹⁾ Можетъ быть, этотъ вопросъ удастся рѣшить посредствомъ особыхъ опытовъ, которые я имѣю въ виду предпринять въ скоромъ времени.

нительными анализами ближайших составных частей покоящегося и проросшаго (въ темнотѣ) сѣмени: въ мучнистомъ сѣмени оказывается при-этомъ огромная убыль крахмала и нѣкоторая прибыль целлюлозы и глюкозы (а также неопредѣленныхъ веществъ), тогда какъ количество бѣлковыхъ (и минеральныхъ) веществъ остается неизмѣненнымъ ¹⁾; общая потеря въ вѣсѣ сухаго вещества (обусловленная дыханіемъ) падаетъ на крахмалъ, такъ какъ всѣ плюсы, вмѣстѣ взятые, не въ состояніи покрыть огромнаго минуса въ крахмалѣ. Строго говоря, однако, приведенное выше заключеніе вовсе не вытекаетъ изъ изложенныхъ фактовъ какъ единственно возможный логическій выводъ. Не слѣдуетъ упускать изъ виду, что мы не имѣемъ въ настоящее время средствъ для точнаго количественнаго опредѣленія бѣлковыхъ веществъ и что соотвѣтственная графа, помѣщаемая въ таблицахъ, выражаетъ не болѣе какъ количество азота, умноженное на 6,25 ²⁾; поэтому, если говорить, что количество бѣлковыхъ веществъ остается во время проростанія неизмѣненнымъ, то это вовсе не значитъ, чтобы бѣлковое вещество все время оставалось бѣлковымъ, а значитъ только, что общее количество азота въ сѣмени оказывается постояннымъ, что сѣмя не теряетъ своего азота. Между тѣмъ строгое разграниченіе функций безазотистыхъ и азотистыхъ органическихъ веществъ оказывается во многихъ отношеніяхъ крайне неудобнымъ. Если спросить любого фізіолога, какимъ веществомъ преимущественно обуславливается жизнь клѣтки, онъ, не задумавшись, отвѣтитъ: бѣлковымъ веществомъ ея протоплазмы, а между тѣмъ, когда дѣло идетъ о такихъ важныхъ отправленіяхъ, какъ образованіе или ростъ клѣточной стѣнки и дыханіе, это самое бѣлковое вещество, фізіологически совершенно игнорируется, остается въ сторонѣ: крахмалъ пере-

¹⁾ И то, повидимому, не всегда, напр., у бобовыхъ. См. напр. *Boussingault* въ *C. rendus*. 1864. Т. 58, р. 883, опытъ съ горохомъ, въ особенности же *Schröder*, *Untersuchung über die Vertheilung des Stickstoffs etc.* въ *Landw. Versuchsst.* Bd X. 1868, р. 503 и *Karsten*, *Die Einwirkung des Lichts auf das Wachsthum etc.* *Landw. Versuchsst.* Bd XIII, 1870, р. 189.

²⁾ По Ритгаузену (*Die Eiweisskörper etc.* 1872, р. 237) правильнѣе умножать не на 6,25, а просто на 6.

ходить въ целлюлозу, крахмалъ же окисляется въ углекислоту и воду, тогда какъ бѣлковое вещество является, такъ сказать, равнодушнымъ зрителемъ всѣхъ этихъ превращеній; протоплазма играетъ при этомъ только роль какого-то пассивнаго субстрата, въ которомъ распредѣленъ истинный пластическій и дыхательный матерьялъ — углеводъ или жиръ. Что я нисколько не преувеличиваю, что именно таково господствующее въ настоящее время представленіе, — это вытекаетъ уже изъ слѣдующаго обстоятельства. Саксъ, болѣе всѣхъ способствовавшій своими работами установленію правильнаго взгляда на значеніе углеводовъ и жировъ въ растительномъ организмѣ, видитъ себя положительно вынужденнымъ для объясненія выдѣленія целлюлёзной оболочки на поверхности голой протоплазматической массы прибѣгнуть къ предположенію, будто въ протоплазмѣ содержится невидимая глазу и недоступная никакому изслѣдованію подмѣсь углевода (и даже не глюкозы, а именно крахмала). Я прошу только внимательно перечитать тотъ отдѣлъ десятой главы его экспериментальной фізіологіи, гдѣ трактуется о протоплазмѣ и веществахъ служащихъ для построенія оболочки клѣтки. На стр. 355 онъ даже прямо заявляетъ, что считаетъ совершенно невѣроятнымъ какое бы то ни было глубокое измѣненіе крахмала, собирающагося превратиться въ целлюлозу, а представляетъ себѣ весь процессъ такимъ образомъ, что лежація въ клѣточномъ сокѣ крахмальные зерна какъ-бы разсыпаются въ маленькія частички, которыя пронизываютъ поперегъ слой протоплазмы и, очутившись на поверхности послѣдняго, снова соединяются въ целлюлезную пленку. Хотя на счетъ источника образованія углекислоты Саксъ нигдѣ не высказывается столь рѣшительно, но, судя по разсѣяннымъ тамъ и сямъ выраженіямъ ¹⁾, можно вывести заключеніе, что, по его мнѣнію, кислородъ устремляется именно на углеводы и жиры, причемъ только допускается возможность распадѣнія ихъ на углекислоту и воду съ образованіемъ какихъ либо промежуточныхъ соединеній. Наболѣе рѣзко формулированъ этотъ взглядъ Морицомъ Траубе въ весьма инте-

¹⁾ Особенно ясно въ *Experimental Physiologie*, р. 284.

ресной, но мало известной работѣ ¹⁾. Онъ смотритъ на целлюлезу какъ на важнѣйшій продуктъ окислительнаго процесса, совершающагося въ молодыхъ возрастающихъ частяхъ растенія, и приводитъ формулу, по которой виноградный сахаръ, подѣ влияніемъ кислорода воздуха, распадается въ растеніи на целлюлезу, углекислоту и воду. Между тѣмъ еще Гарро въ замѣчательной работѣ ²⁾, много способствовавшей правильному пониманію явленія дыханія, приводитъ весьма вѣскія соображенія въ пользу окисленія въ растеніи не углеводовъ, а бѣлковыхъ веществъ. Описавъ опытъ съ листовымъ побѣгомъ *Calendula officinalis*, который, послѣ разрушенія организаци (измельченія), выдѣлялъ при тѣхъ же условіяхъ въ пять разъ меньше углекислоты, чѣмъ при жизни, Гарро замѣчаетъ ³⁾: «Образованіе углекислоты возростающими растеніями есть слѣд. результатъ химико-жизненнаго процесса, такъ какъ растеніе неминуемо должно быть живымъ для того, чтобы явленіе обнаруживалось во всей полнотѣ. А между тѣмъ весьма вѣроятно, что целлюлеза, подобно крахмалу, какъ при жизни, такъ и послѣ смерти, остается все та же, ибо при переходѣ отъ одного изъ этихъ условій къ другому она не измѣняется. Вся перемѣна, наступающая въ растеніи со смертію, сводится къ окончательному прекращенію движенія жизненнаго сока. Поэтому именно въ этомъ веществѣ, ... наиболѣе совершенномъ изъ всѣхъ входящихъ въ составъ растеній, слѣдуетъ искать первоначальную причину дыханія». Далѣе разъясняется, что этотъ жизненный сокъ есть протоплазма, причемъ напирается на постоянное содержаніе въ ней бѣлковыхъ веществъ. Но важнѣйшее доказательство того, что въ процессѣ дыханія принимаетъ дѣятельное участіе именно азотистое вещество, Гарро видитъ въ замѣчательномъ соотвѣстствіи между энергіею дыханія и количествомъ азотистыхъ ве-

¹⁾ Traube. Ueber die Respiration der Pflanzen. Chem. Centralblatt. 1859. pp. 178—185, а также въ Monatsber. der Berl. Akad. 1859.

²⁾ Garreau. De la respiration des plantes. Ann. des sc. nat. 3 Série. T. XV, 1851.

³⁾ L. c., p. 24.

ществъ, заключенныхъ въ той или другой части растенія ¹⁾. Эти соображенія Гарро сохранили всю свою силу до настоящаго времени. Не странно ли въ самомъ дѣлѣ представлять себѣ, что вдыхаемый растеніемъ кислородъ устремляется на сравнительно столь прочныя соединенія, каковы углеводы и жиры, а не на бѣлковыя вещества протоплазмы, которыя, благодаря необыкновенной сложности состава и протекающей отсюда неустойчивости, представляютъ наиболѣе удобный матеріалъ для построенія организма, единственно возможный субстратъ для осуществленія тѣхъ непрерывныхъ измѣненій, совокупность которыхъ мы называемъ жизнью? Не странно ли, что наибольшее количество углекислоты выдѣляютъ отнюдь не тѣ части, въ которыхъ скоплено наибольшее количество крахмала или масла, веществъ, будто бы представляющихъ непосредственный дыхательный матеріалъ, а, напротивъ, самыя молодыя, возростающія части ²⁾, гдѣ въ клѣткахъ не оказывается ничего кромѣ протоплазмы, въ которой никакими способами не удастся открыть присутствія предполагаемаго дыхательнаго матеріала? Всѣ эти противорѣчія легко примиряются съ помощью новаго воззрѣнія, которое начинается въ самое послѣднее время мало по малу обрисовываться и въ растительной физиологіи, но выступаетъ на сцену съ особенною рельефностью въ физиологіи животныхъ. Воззрѣніе это заключается, такъ сказать, въ уничтоженіи прежняго дуализма: во всѣхъ жизненныхъ процессахъ бѣлковому веществу приписывается исключительно выдающаяся роль, безазотистыя же органическія вещества становятся лишь подспорьемъ, необходимымъ для возстановленія постоянно разрушающагося бѣлковаго вещества. Я имѣю при этомъ въ виду главнымъ образомъ появившуюся недавно, замѣчательную работу Пфлюгера ³⁾, замѣчательную не по какимъ-либо сообщаемымъ въ ней

¹⁾ L. c. и Ann. des sc. nat. 3 Série. T. XVI, 1851, p. 279.

²⁾ См. между прочимъ любопытные опыты Траубе въ указанной выше работѣ.

³⁾ Pflüger. Ueber die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen. См. его же Archiv für Physiologie. Bd X, 1875. См. также Клодъ-Бернаръ. Объ отношеніяхъ функциональныхъ и питательныхъ явле-

новымъ фактамъ (на ста слишкомъ страницахъ приводятся всего два новыхъ опыта), а по мысли, по остроумному и яркому освѣщенію давно накопившихся въ наукѣ фактовъ. Съ этой точки зрѣнія она представляется мнѣ одною изъ наиболѣе выдающихся работъ въ современной физиологіи. Такъ какъ выводы Пфлюгера почти всецѣло примѣняются и къ растительнымъ организмамъ, то я считаю полезнымъ изложить здѣсь въ общихъ чертахъ содержаніе его работы, тѣмъ болѣе, что она помѣщена въ журналѣ, специально посвященномъ физиологіи животныхъ, и легко можетъ ускользнуть отъ вниманія ботаниковъ.

Еще въ 1872 году Пфлюгеръ высказалъ ¹⁾ то мнѣніе, что энергія, съ которою потребляется въ животномъ организмѣ кислородъ, отнюдь не зависитъ отъ количества кислорода, находящагося въ крови, отъ скорости кровообращенія и тому подобныхъ моментовъ, какъ думаетъ Людвигъ и его школа, а опредѣляется исключительно потребностями живой клѣточки. Только такимъ образомъ объясняется замѣченная уже Реньо и Рейсетомъ независимость энергіи происходящаго при дыханіи животнаго обмѣна газовъ отъ частнаго давленія вдыхаемаго кислорода. Окислительные процессы совершаются не въ крови, а въ протоплазмѣ жизне-дѣятельныхъ клѣточекъ тканей. Для низшихъ организмовъ, состоящихъ изъ голой протоплазмы, это само собою разумѣется. Точно также при развитіи зародыша высшихъ животныхъ дыханіе происходитъ уже въ то время, когда еще нѣтъ крови; но особенно убѣдительно въ этомъ отношеніи классъ насекомыхъ, гдѣ кислородъ доставляется прямо къ клѣточкамъ, безъ всякаго посредства крови, такъ какъ послѣдняя не приходитъ здѣсь въ достаточно тѣсное соприкосновеніе съ внутренностью органовъ. Къ тому же заключенію приводитъ ближайшее изученіе явленій фосфоресценціи или свѣченія живыхъ организмовъ. Не подлежитъ сомнѣнію, что свѣченіе вызывается энергическимъ окисли-

ній. Пер. И. Тарханова. Спб. 1875. Клодъ-Бернаръ примкнулъ къ главнымъ положеніямъ Пфлюгера.

¹⁾ *E. Pflüger. Arch. f. Physiologie. Bd. VI, p. 43.*

тельнымъ процессомъ, такъ какъ оно тотчасъ прекращается въ средѣ, лишенной кислорода; свѣтящееся вещество можетъ быть только организованною матеріею ¹⁾ (протоплазмой), ибо ему присуще важнѣйшее изъ свойствъ живой матеріи—раздражительность; потому-то свѣченіе прекращается какъ при пониженіи температуры почти до нуля, такъ и при возвышеніи ея до 47—50° Ц.

Давно уже поражалъ физиологовъ тотъ фактъ, что большинство веществъ, входящихъ въ составъ пищи, а также веществъ, находящихся въ крови, относятся совершенно индифферентно къ обыкновенному кислороду, между тѣмъ какъ внутри живаго организма эти вещества такъ энергически окисляются при сравнительно низкой температурѣ ²⁾, обыкновенное куриное яйцо показываетъ, что бѣлковина, даже при доступѣ кислорода воздуха, если только устранено вліяніе ферментовъ, можетъ сохраняться безъ разложенія чуть ли не по цѣлымъ годамъ, тогда какъ бѣлковое вещество живой клѣточки всегда разлагается, какъ говорятъ, «само собою». Большинство ученыхъ для объясненія этого страннаго факта склонялось къ тому предположенію, что кислородъ въ живомъ организмѣ теряетъ присущій ему нейтральный характеръ и устремляется на бѣлковину, жиры и углеводы въ видѣ озона. Пфлюгеръ по-

¹⁾ Свѣченіе гниющихъ морскихъ рыбъ по позднѣйшимъ изслѣдованіямъ Пфлюгера (*Ueber die Phosphoreszenz verwesender Organismen* въ *Arch. f. Phys. Bd XI, 1875, p. 222*) также вызывается организмами изъ группы Шизомитетовъ, образующихъ ту слизь, которая покрываетъ свѣтящуюся поверхность и которая можетъ быть перенесена на другіе предметы. Свѣтятся самые организмы (зернышки), такъ какъ процѣживаніемъ чрезъ особую бумагу Пфлюгеру удавалось получать несвѣтившійся фильтратъ.

²⁾ Пфлюгеръ, впрочемъ, справедливо напоминаетъ (*Arch. f. Phys. Bd. X, p. 641*), что такъ наз. температура тѣла есть лишь средній арифметическій выводъ изъ безконечнаго числа чрезвычайно различныхъ температуръ, господствующихъ въ различныхъ точкахъ тѣла. Внезапное образованіе газообразной углекислоты изъ не газообразнаго живаго вещества, образованіе, которое можно уподобить маленькому взрыву (см. дальше), строго говоря, въ состояніи дать громадную температуру 10000°, но въ дѣйствительности живое вещество является въ видѣ сѣти изъ безконечно тонкихъ нитей, погруженныхъ въ относительно огромную массу воды, вслѣдствіе чего оно находится въ условіяхъ, въ высшей степени благоприятствующихъ охлажденію.

дробно разбираетъ всѣ доводы, приводимые въ доказательство дѣйствительнаго существованія озона въ животномъ организмѣ, и ясно обнаруживаетъ всю ихъ несостоятельность. Озонированіе кислорода въ крови онъ считаетъ кромѣ того совершенно невѣроятнымъ, такъ какъ оно только уничтожило бы удобоподвижность кислорода, затруднило его передачу отъ крови къ тканямъ. Не кислородъ, вступая въ организмъ, подвергается измѣненію, а измѣняется бѣлковина, превращаясь въ интегральную составную часть живой кѣлочки. Сообразно съ этимъ, Пфлюгеръ отличаетъ живую или органическую бѣлковину отъ питательной. Характернѣйшую особенность живой матеріи составляетъ необычайная легкость, съ какою она, такъ сказать, сама собою, разлагается, вслѣдствіе чего необходимо допустить, что въ организмѣ бѣлковое вещество протоплазмы живыхъ кѣлокъ находится въ постоянномъ разложеніи; раздражительность является прямымъ послѣдствіемъ этой разлагаемости, конечную же причину разлагаемости нужно, разумѣется, искать въ молекулярномъ строеніи живаго вещества. Съ точки зрѣнія механической теоріи теплоты отдѣльные атомы въ химической частицѣ находятся въ непрерывномъ движеніи, то сближаясь между собою, то удаляясь другъ отъ друга. При образованіи многихъ частицъ получаются системы, сами собою стремящіяся къ иной группировкѣ атомовъ, системы, не находящіяся въ динамическомъ равновѣсіи, причемъ нарушеніе равновѣсія можетъ вызываться даже просто одновременнымъ существованіемъ нѣсколькихъ однородныхъ частицъ. Для объясненія явленій саморазложенія нужно только предположить, что атомы обладаютъ движеніемъ достаточно сильнымъ для того, чтобы выводить ихъ болѣе или менѣе изъ сферы дѣйствія силъ, связывающихъ ихъ въ частицѣ. Въ видѣ примѣра, Пфлюгеръ указываетъ на извѣстное саморазложеніе синильной кислоты, которое можно объяснять себѣ слѣдующимъ образомъ. Благодаря сильному внутримолекулярному движенію атомовъ въ частицѣ CNH, атомъ азота можетъ очутиться въ сферѣ дѣйствія атома углерода, тогда какъ водородъ удаляется отъ группы CN; или же могутъ сближаться азотъ и водородъ, покидая сферу дѣйствія углерода. При непрерывныхъ колебаніяхъ

самыхъ частицъ синильной кислоты, можетъ, наконецъ, встрѣтиться такая группировка атомовъ въ трехъ смежныхъ частицахъ:

Частица 1 = CN . . . H.

Частица 2 = CN . . . H.

Частица 3 = C . . . NH.

Въ такомъ случаѣ правая группа дастъ амміакъ, а лѣвая группы образуютъ частицу ціана и свободный углеродъ.

Подобно тому, какъ синильная кислота разлагается чрезъ диссоціацію, вслѣдствіе присущаго азоту стремленія образовывать амміакъ, какъ только къ тому представляется случай, точно также и живая матерія разлагается, вслѣдствіе стремленія внутримолекулярнаго кислорода ея образовывать при первой возможности углекислоту и воду. Пфлюгеръ слѣд. представляетъ себѣ, что выдѣляемая при дыханіи углекислота образуется не чрезъ окисленіе, насчетъ кислорода внѣшняго воздуха, а чрезъ диссоціацію, ¹⁾ такъ что кислородъ углекислоты, подобно углероду ея, передъ самымъ моментомъ ея образованія, представлялъ составную часть живаго вещества. Въ доказательство онъ приводитъ весьма любопытные опыты надъ лягушками, произведенные съ цѣлью изучить вліяніе устраненія кислорода на жизненные отправления и на выдѣленіе углекислоты. Лягушки вводились въ атмосферу чистаго азота и сосудъ обкладывался льдомъ, чтобы пониженіемъ температуры по возможности задержать разложеніе. Въ теченіе многихъ часовъ, не смотря на полное отсутствіе кислорода, не только не

¹⁾ Слово «диссоціація», очевидно, употреблено Пфлюгеромъ въ томъ широкомъ значеніи, которое придаетъ ему Дондерсъ. (См. его статью: Der Chemismus der Athmung, ein Dissociationsprocess въ Pflüger's Archiv f. die ges. Phys. Bd V, p. 21). Согласно его взгляду, диссоціація есть всякое распаденіе частицъ какого либо тѣла на нѣсколько новыхъ частицъ менѣе сложнаго строенія, если это распаденіе совершается подъ вліяніемъ извѣстной температуры, безъ посредства всякаго другаго тѣла. Въ данномъ случаѣ продуктами диссоціаціи являются соединенія несравненно болѣе прочныя, нежели первоначальное, тогда какъ при явленіяхъ настоящей диссоціаціи (въ тѣсномъ смыслѣ) сравнительно прочное соединеніе распадается на менѣе прочныя, стремящіяся къ взаимному соединенію и обладающія болѣе большимъ запасомъ химическаго сродства, вслѣдствіе чего подобная диссоціація сопровождается поглощеніемъ внѣшней силы.

прекращались жизненные отправления организма, но даже выдѣлялось углекислоты не меньше, чѣмъ при нормальныхъ условіяхъ. Затѣмъ наступала мнимая смерть: животныя оставались вполне неподвижными и оказывались совершенно нечувствительными къ вѣшнему раздраженію; при этомъ почти прекращалось отдѣленіе углекислоты. Тѣмъ неменѣе Пфлюгеру удавалось снова воскрешать такихъ лягушекъ, по крайней мѣрѣ настолько, что онѣ реагировали подобно обезглавленнымъ животнымъ (головной мозгъ не оправлялся), но нужно было нѣсколько часовъ для того, чтобы, вдувая въ легкія кислородъ, возстановить раздражительность вещества. И такъ не подлежитъ сомнѣнію, что всѣ жизненные процессы могутъ долгое время совершаться почти съ прежнею силою, несмотря на полное отсутствіе кислорода. А если такъ, то, конечно, не въ кислородѣ слѣдуетъ искать жизненный стимулъ. Углекислота получается чрезъ диссоціацію, благодаря колебаніямъ атомовъ въ частицѣ живаго вещества, а эти колебанія суть ничто иное, какъ часть внутренней теплоты, поэтому можно сказать, что внутримолекулярная теплота клѣточки есть ея жизнь; теплота представляетъ причину, а не слѣдствіе жизни, какъ обыкновенно думаютъ. Съ этой точки зрѣнія совершенно понятно, что энергія дыханія возрастаетъ съ возвышеніемъ температуры.

Уже съ давнихъ поръ биологи инстинктивно склонялись къ предположенію, что жизненный процессъ обуславливается метаморфозомъ азотистаго вещества, а именно бѣлковины. Между тѣмъ продукты распада, получаемые при окисленіи бѣлковыхъ веществъ различными способами, ясно указываютъ на тѣсную связь этихъ веществъ съ углеводами ¹⁾ и жирами. Существованіе синтетическихъ процессовъ въ животномъ организмѣ не подлежитъ сомнѣнію, а потому въ высшей степени вѣроятно, что частица бѣлковины можетъ возстановляться насчетъ жировъ и углеводовъ; именно таково должно быть существенное значеніе этихъ постоянныхъ спутниковъ бѣлко-

¹⁾ См. въ особенности любопытную аналогію, которую проводятъ между углеводами и бѣлковыми веществами *Hlasiwetz* и *Habermann*. Ueber die Proteinstoffe. Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd 159, p. 306.

вины. «Этимъ объясняется также, почему всякая живая, особенно же растущая, протоплазма потребляетъ жиры. Такъ какъ процессы окисленія частицы живой бѣлковины совершаются преимущественно въ области углеводородистыхъ радикаловъ, то въ присутствіи жира и углеводовъ частица бѣлковины можетъ регенерироваться... Такимъ образомъ примиряются противоположныя воззрѣнія на источникъ мускульной силы» ¹⁾.

Безазотистые продукты, получаемые при искусственномъ окисленіи бѣлковыхъ веществъ, оказываются въ общихъ чертахъ совершенно сходными съ тѣми, которые происходятъ въ животномъ организмѣ въ силу жизненныхъ процессовъ. Отсюда мы въ правѣ заключить, что въ области углеводородистыхъ своихъ радикаловъ живая бѣлковина не представляетъ существеннаго отличія отъ питательной бѣлковины. Напротивъ большинство азотистыхъ продуктовъ искусственнаго разложенія бѣлковыхъ веществъ не имѣетъ никакого сходства съ тѣми, которые получаются въ организмѣ. Искусственное окисленіе даетъ рядъ аминовъ съ спиртовыми радикалами жирной группы, затѣмъ различныя аминокислоты, каковы: лейцинъ, гликоколь, глютаминовая и аспарагиновая кислоты и тирозинъ, но ни разу не удавалось получить при этомъ ни мочевины, ни мочевой кислоты. Между тѣмъ у птицъ и змѣй почти весь отработавшій азотъ удаляется изъ организма въ видѣ мочевой кислоты, мочева же кислота заключаетъ значительную часть азота въ видѣ ціана. Точно также цѣлый рядъ другихъ азотистыхъ продуктовъ регрессивнаго метаморфоза содержитъ радикалъ ціанъ. Ни одинъ изъ этихъ продуктовъ разложенія живой бѣлковины не могъ быть полученъ окисленіемъ мертвой бѣлковины, хотя нѣкоторыя изъ нихъ удалось получить искусственно изъ ціановыхъ соединений. Отсюда мы

¹⁾ Извѣстно, что въ этомъ отношеніи мнѣнія физиологовъ до настоящаго времени совершенно расходятся: одни принимаютъ, что при мышечной работѣ происходитъ только усиленное потребленіе безазотистыхъ веществъ (Фикъ и Вислиценусъ, Франкландъ, Смитъ, Плайферъ) другіе же (Петтенкоферъ и Войтъ, Парксъ, Германиъ, Либихъ) сильно оспариваютъ это мнѣніе.

въ правѣ заключить, что при образованіи кѣлочнаго вещества, т. е. живой бѣлковины изъ питательной, послѣдняя измѣняется, при чемъ атомы азота образуютъ съ атомами углерода группу ціана; напротивъ, при отмираніи атомы азота снова принимаютъ болѣе устойчивое состояніе амидовъ. У млекопитающихъ, правда, важнѣйшимъ азотистымъ продуктомъ расщепленія живой бѣлковины является мочеви́на, которая представляетъ амидное соединеніе. Однако и мочеви́на не встрѣчалась до сихъ поръ въ числѣ продуктовъ окисленія мертвой бѣлковины, но зато получена чрезъ расщепленіе настоящихъ ціановыхъ соединеній, каковы мочева́я кислота, креатинъ, креатининъ, ціановокислый аммоній. — «Ціановокислый аммоній представляетъ намъ кусочекъ жизненнаго процесса, послѣдній періодъ движенія заведенныхъ часовъ, ибо онъ самъ собою переходитъ въ болѣе устойчивое соединеніе—мочеви́ну». Вообще, имѣя въ виду азотистые продукты разложенія, можно сказать, что въ живомъ организмѣ продукты регрессивнаго метаморфоза стремятся перевести свой азотъ изъ синеродистаго въ амміачное состояніе.

Чрезъ введеніе ціана въ частицу бѣлковины получается радикалъ, снабженный большимъ запасомъ силы. Достаточно припомнить, что одинъ граммъ углерода въ ціанѣ развиваетъ на 43% болѣе теплоты при сжиганіи, нежели одинъ граммъ свободного углерода. Поэтому, не подлежитъ сомнѣнію, что при превращеніи питательной бѣлковины въ живую производится работа.

«Такъ какъ частица бѣлковины, даже принимая сѣру=1, заключаетъ много атомовъ азота, то оказывается, что значительность числа ціанистыхъ радикаловъ вводитъ въ живое вещество моментъ сильнаго внутренняго движенія. Когда, вслѣдствіе смерти, живыя частицы переходятъ въ болѣе устойчивое состояніе, т. е. когда наступаетъ образованіе амидовъ, внутримолекулярное движеніе должно уменьшиться. Этимъ объясняю я себѣ постоянно наступающее при окоченѣніи нагрѣваніе мускула, хотя мертвое тѣло не содержитъ, какъ извѣстно, никакого слѣда свободного кислорода. Можно сказать,

что послѣдній остатокъ жизни превращается при этомъ въ обыкновенную теплоту.

Касательно того, какъ слѣдуетъ себѣ представлять совершающееся въ бѣлковинѣ образованіе ціана при превращеніи ея изъ питательной въ органическую, Пфлюгеръ напоминаетъ, что при обмѣнѣ веществъ въ животномъ организмѣ нерѣдко измѣняется содержаніе воды въ частицахъ. Чрезъ отнятіе воды изъ амміачныхъ солей и амидовъ получаютъ нитрилы, а нитрилы представляютъ ціаниды спиртовыхъ радикаловъ. Это подтверждается и тѣмъ, что при окисленіи перекисью марганца и сѣрною кислотою бѣлковина дѣйствительно даетъ рядъ нитриловъ. Превращеніе живой бѣлковины въ обыкновенную должно, въ такомъ случаѣ, сопровождаться поглощеніемъ воды.

Причину образованія углекислоты слѣдуетъ искать прямо или косвенно въ ціанѣ, въ присущемъ послѣднему въ сильной степени внутримолекулярномъ движеніи ¹⁾. Этотъ процессъ выдѣленія углекислоты путемъ диссоціаціи слѣдуетъ представлять себѣ какъ непрерывную цѣпь маленькихъ взрывовъ, усиливающихъ внутримолекулярное движеніе въ частицѣ живой бѣлковины.

При образованіи углекислоты и воды въ живомъ веществѣ посредствомъ расщепленія должны естественно получаться свободныя сродства. Они-то, безъ сомнѣнія, расщепляютъ нейтральную частицу кислорода. Огромное значеніе кислорода въ жизни организма совершенно понятно, такъ какъ во всякомъ случаѣ кислородъ, если и не непосредственно, а косвенно, является необходимымъ матерьяломъ для непрерывнаго образованія углекислоты. Когда истощился весь запасъ внутримолекулярнаго кислорода, могущаго служить для образованія углекислоты, жизненный процессъ (навсегда?) останавливается ²⁾.

¹⁾ Впрочемъ, въ своемъ позднѣйшемъ дополненіи (Arch. f. Phys. Bd X, p. 641) Пфлюгеръ находитъ возможнымъ обойтись безъ этой гипотезы, ограничиваясь только несомнѣннымъ фактомъ легкой разлагаемости ціана.

²⁾ См. позднѣйшее дополненіе Пфлюгера въ Arch. f. Phys. Bd. X, p. 641.

Въ заключеніе Пфлюгеръ резюмируетъ сущность своей гипотезы въ слѣдующихъ словахъ: «процессъ жизни есть внутримолекулярная теплота частицъ бѣлковины, организованныхъ въ клѣточное вещество, представляющихъ чрезвычайную наклонность къ разложенію и постоянно разлагающихся чрезъ диссоціацію съ образованіемъ углекислоты, воды и амидообразныхъ тѣлъ; вмѣстѣ съ тѣмъ эти частицы бѣлковины непрерывно регенерируются и растутъ чрезъ полимеризацію ¹⁾».

Справедливость требуетъ замѣтить, что нѣкоторыя изъ основныхъ положеній Пфлюгера были высказываемы уже раньше, какъ напр. мнѣніе объ образованіи углекислоты чрезъ диссоціацію. Особенно много заимствовалъ Пфлюгеръ изъ послѣдней работы Либиха ²⁾.

Легко видѣть, что изложенныя выше воззрѣнія могутъ быть почти всецѣло примѣнены и къ растительному организму. Мы должны тогда принять, что бѣлковое вещество можетъ расщепляться на углеводы ³⁾ (напр. целлюлёзу) и азотистое

¹⁾ Насе (*O. Nasse. Untersuchungen über die ungeformten Fermente* въ *Arch. f. Phys.* Bd XI, 1875, p. 138) дѣлаетъ теорію Пфлюгера тотъ упрекъ, что она совершенно игнорируетъ дѣятельность ферментовъ, повсемѣстно распространенныхъ въ организмѣ. Этотъ упрекъ съ перваго взгляда кажется вполне основательнымъ, но только что появившіяся и еще неоконченныя любопытныя изслѣдованія Гоппе-Зейлера надъ сущностью процессовъ броженія (*F. Hoppe-Seyler. Ueber die Processe der Gährungen u. ihre Beziehung zum Leben* въ *Arch. f. Phys.* Bd XII, 1875, p. 1) могутъ совершенно успокоить читателя въ этомъ отношеніи. Хотя Гоппе-Зейлеръ придаетъ самое широкое значеніе дѣятельности ферментовъ въ организмѣ, такъ что даже считаетъ жизнь за процессъ, аналогичный т. наз. гніенію, тѣмъ неменѣе онъ рѣшительно примыкаетъ къ теоріи Пфлюгера. Сущность жизненнаго процесса, также какъ процессовъ броженія и гніенія, Гоппе-Зейлеръ находитъ въ совершающемся подъ вліяніемъ воды (и фермента) перемѣщеніи кислорода отъ атомовъ водорода къ атомамъ углерода, вслѣдствіе чего получается водородъ въ моментъ выдѣленія. При отсутствіи свободного кислорода въ окружающей средѣ, этотъ водородъ въ моментъ выдѣленія вызываетъ различные восстановительные процессы; напротивъ, въ присутствіи кислорода, онъ расщепляетъ частицу послѣдняго и, благодаря получающемуся так. обр. кислороду въ моментъ выдѣленія, влечетъ за собою рядъ энергическихъ окислительныхъ процессовъ.

²⁾ J. v. Liebig. *Ueber die Gährung u. über die Quelle der Muskelkraft.* *Ann. der Chem. u. Pharm.* Bd. 153. 1870.

³⁾ Здѣсь будетъ кстати напомнить, что въ животной физиологіи въ послѣд-

вещество, которое можетъ снова превратиться въ бѣлковое вещество при помощи жира или углевода (крахмала). Такимъ образомъ клѣточная оболочка являлась бы продуктомъ протоплазмы, но косвеннымъ матерьяломъ для ея образованія служилъ бы крахмалъ. Тогда становится понятнымъ появленіе целлюлёзной оболочки на поверхности голой протоплазматической массы, не заключающей въ себѣ углеводовъ, или внезапное образованіе массы клѣточныхъ оболочекъ внутри плазмодія Миксомицетовъ ¹⁾ при извѣстныхъ условіяхъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ чрезвычайно просто объясняется замѣчательная независимость между ассимиляціею азота и ассимиляціею углерода. Изъ опытовъ Буссенго ²⁾ извѣстно, что растеніе можетъ не только развиваться долгое время, не получая вовсе азота извнѣ, но можетъ при этомъ, кромѣ того, значительно увеличивать вѣсъ своего сухаго вещества ³⁾, благодаря продолжающемуся новообразованію углеводовъ. Ему удавалось получать даже растенія карлики, приносившія плоды и заключавшія

нее время все болѣе и болѣе укореняется воззрѣніе Войта, по которому жиръ животнаго организма получается не путемъ превращенія жира и углеводовъ пищи, а чрезъ расщепленіе бѣлковыхъ веществъ. Въ растительной физиологіи также начинаютъ раздаваться отдѣльные голоса, признающие возможность образованія углеводовъ и жировъ путемъ расщепленія бѣлковаго вещества. Подобное мнѣніе было напр. высказано (безъ достаточныхъ, впрочемъ, основаній) Карстеномъ (*Landw. Versuchsst.* Bd XIII. 1870, p. 193) и съ болѣшимъ правомъ—Детмеромъ (*W. Detmer. Physiolog. chem. Unters. über die Keimung ölhaltiger Samen etc.* Leipzig u. Cassel. 1875, p. 42), который показалъ, что сѣмена рапса и мака, проростая при низкой температурѣ, обогащаются масломъ, — фактъ, совершенно необъяснимый на основаніи господствующаго въ настоящее время дуалистическаго воззрѣнія.

¹⁾ Уже химикъ Байеръ (*Ad. Bayer. Ueber die Wasserentziehung u. ihre Bedeutung für das Pflanzenleben u. die Gährung.* *Ber. der deutsch. chem. Ges.* 1870, p. 68) указываетъ на громадный физиологическій интересъ, представляемый въ этомъ отношеніи Миксомицетами, и считаетъ возможнымъ образованіе углеводовъ путемъ расщепленія протоплазматическаго содержимаго.

²⁾ *Boussingault. Recherches sur la végétation. Agr., chimie agricole et Physiologie.* I. 1860.

³⁾ Во всѣхъ опытахъ Буссенго, производившихся на свѣтѣ въ замкнутомъ пространствѣ, вѣсъ сухаго вещества растеній по окончаніи опыта превосходилъ въ два, три, даже четыре раза вѣсъ сухаго вещества сѣмянъ.

только азотъ, находившійся въ сѣмени, изъ котораго развилось растеніе ¹⁾. Бѣлковыя вещества, очевидно, перекачиваются изъ старыхъ частей въ болѣе молодыя и могутъ строить все новыя и новыя клѣточки, если только подновляется запасъ безазотистыхъ веществъ, необходимыхъ для ихъ регенераціи. Что при этомъ получается растеніе миньютюрное, неудивительно, такъ какъ количество находящагося въ дѣйствиіи бѣлковаго вещества незначительно. Понятно, также, что этотъ процессъ роста насчетъ переносимыхъ съ одного мѣста на другое бѣлковыхъ веществъ не можетъ происходить неопредѣленно долгое время, такъ какъ, не смотря на постоянное возобновленіе бѣлковаго вещества съ помощью углеводовъ, количество вещества, находящагося въ дѣйствиіи, должно непрерывно уменьшаться: бѣлковое вещество никогда не перекачивается цѣликомъ, нѣкоторая часть его сохраняется и въ отработавшихъ, мертвыхъ клѣткахъ. Всякое другое объясненіе явленія, о которомъ идетъ рѣчь, было бы крайне невѣроятнымъ; возможно ли допустить серьезно, чтобы самое измѣнчивое изъ всѣхъ веществъ, входящихъ въ составъ живаго организма, вещество, которому единогласно приписывается важнѣйшее участіе въ жизненныхъ процессахъ, могло сохраняться безъ измѣненія въ теченіе всего цикла развитія растенія ²⁾, не получающаго азота извнѣ и лишеннаго слѣд. возможности покрывать этимъ путемъ расходъ азотистыхъ веществъ. Мнѣ могутъ возразить, что изложенное выше воззрѣніе предполагаетъ существованіе азотистаго продукта расщепленія бѣлковыхъ веществъ, способнаго снова дать бѣлковину при содѣйствіи углевода или жира, а между тѣмъ это такая же гипотеза, какъ и мнѣніе Сакса о существованіи въ протоплазмѣ невидимаго крахмала. Но это только такъ кажется. Несмотря на то, что азотистыя вещества, встрѣчающіяся въ растеніяхъ, изучены несравненно менѣе безазотистыхъ, гипотетическій азотистый продуктъ расщепленія бѣлковины, о которомъ идетъ рѣчь, въ нѣкоторыхъ случаяхъ несомнѣнно найденъ, хотя его, строго говоря, даже не искали.

¹⁾ I. c., p. 99.

²⁾ Именно такъ думаетъ, повидимому, Буссенго. I. c., p. 147.

Я имѣю при этомъ въ виду аспарагинъ, вещество, которое въ послѣднее время въ сильной степени останавливаетъ на себѣ вниманіе физиологовъ; появленіе его представляется довольно загадочнымъ ¹⁾, если придерживаться господствующаго дондѣ дуалистическаго воззрѣнія, но вполне гармонируетъ съ развитымъ выше взглядомъ. Что аспарагинъ образуется путемъ расщепленія изъ бѣлковыхъ веществъ, въ этомъ сомнѣваться, конечно, невозможно ²⁾, а что онъ можетъ снова дать бѣлковое вещество, это нельзя, правда, считать окончательно доказаннымъ, такъ какъ у бобовыхъ, гдѣ аспарагинъ появляется въ особенно значительномъ количествѣ, происходитъ, повидимому, нѣкоторая потеря въ азотѣ при проростаніи ³⁾, но во всякомъ случаѣ такая регенерація становится чрезвычайно вѣроятною послѣ новыхъ опытовъ Пфеффера ⁴⁾. Стоитъ также обратить вниманіе на приводимую Геннебергомъ ⁵⁾ формулу, которая показываетъ по крайней мѣрѣ теоретическую возможность расщепленія бѣлковаго вещества на глюкозу (слѣд. углеводъ) и аспарагинъ съ образованіемъ при этомъ углекислоты и воды. Скажутъ, что аспарагинъ—вещество исключительное, встрѣчающееся у весьма немногихъ растений, а потому ему нельзя придавать столь общее физиологическое значеніе, но вѣдь до послѣдняго времени его особенно и не искали, а между тѣмъ значительное уже и теперь число, и въ особенности разнообразіе, растеній, у которыхъ замѣчено существованіе аспарагина ⁶⁾, невольно наводитъ на мысль, что вещество это можетъ быть гораздо распространеннѣе въ растительномъ царствѣ, нежели обыкновенно полагаютъ. Вспомнимъ,

¹⁾ Нельзя, впрочемъ, не замѣтить, что временное превращеніе бѣлковаго вещества въ аспарагинъ можетъ имѣть для растенія уже ту выгоду въ физиологическомъ отношеніи, что аспарагинъ, какъ кристаллоидъ, представляетъ несравненно болѣе удобную форму для перенесенія азота съ мѣста на мѣсто, нежели коллоидальное бѣлковое вещество.

²⁾ См. W. Pfeffer. Untersuchungen über die Proteinkörper etc. в. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd VIII. 1872.

³⁾ См. выноски на стр. 54.

⁴⁾ W. Pfeffer. Ueber die Beziehung des Lichts zur Regeneration von Eiweissstoffen etc. Monatsber. der Berl. Akad. 1873. p. 780.

⁵⁾ W. Henneberg в. Landw. Versuchsst. Bd. XVI. 1873. p. 184.

⁶⁾ A. u. Th. Husemann. Die Pflanzenstoffe. 1871, p. 871.

что еще недавно Лясковскій ¹⁾ нашел его въ проростающихъ сѣменахъ тыквы, т. е. у растенія, которое уже много разъ подвергалось физиологическому изслѣдованію. Наконецъ, нельзя не принять въ соображеніе, что мы не имѣемъ хорошаго способа для открытія незначительныхъ количествъ аспарагина; весьма возможно, что это вещество распространено повсемѣстно, но именно въ ничтожномъ количествѣ, такъ какъ при нормальныхъ условіяхъ, рука объ руку съ его образованіемъ, идетъ и обратное превращеніе его въ бѣлковое вещество, и только въ тѣхъ случаяхъ, когда, вслѣдствіе какихъ либо обстоятельствъ, образованіе его беретъ перевѣсъ надъ восстановленіемъ, какъ напр. при проростаніи многихъ сѣмянъ въ темнотѣ, онъ накапливается въ такомъ количествѣ, что становится доступнымъ для микро- и даже макрoхимического изслѣдованія. Конечно это все не болѣе какъ предположеніе.

Что касается другаго основнаго положенія Пфлюгера — происхожденія углекислоты чрезъ диссоціацію, то оно несомнѣнно должно быть распространено и на растительный организмъ. Если считать, какъ это обыкновенно дѣлается, что углекислота, выдѣляющаяся при процессѣ дыханія, образуется на счетъ кислорода вѣшняго воздуха, то становится совершенно непонятнымъ, почему, очутившись въ средѣ лишенной кислорода, растеніе продолжаетъ долгое время выдѣлять углекислоту, сохраняя при этомъ свою жизненность, совершенно на подобіе лягушекъ въ упомянутыхъ выше опытахъ Пфлюгера. Явленіе это, извѣстное, строго говоря, уже очень давно, обратило на себя вниманіе физиологовъ лишь въ послѣднее время, благодаря Бѣму, который изслѣдовалъ его нѣсколько подробнѣе ²⁾ и назвалъ «внутреннимъ горѣніемъ»; съ тѣхъ поръ самый фактъ констатировался неоднократно ³⁾.

¹⁾ Н. Лясковскій. Проростаніе тыквенныхъ сѣмянъ въ химическомъ отношеніи. Москва. 1874. Также въ Landw. Versuchsst. Bd XVII, p. 242.

²⁾ J. Böhm. Ueber die Respiration von Landpflanzen. Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. LXVII, 1873.

³⁾ См. J. Borodin. Sur la respiration des plantes etc. въ Актахъ ботанич. конгр. во Флоренціи и P. Déhérain et H. Moissan. Recherches sur l'absorption de l'oxygène etc. Ann. des sc. nat. 5-e Série. T. XIX. 1874.

То обстоятельство, что количество образующейся при этихъ условіяхъ углекислоты, по крайней мѣрѣ въ первое время, приблизительно равно тому, какое получается въ присутствіи кислорода ¹⁾, невольно наводитъ на мысль, что самый способъ образованія углекислоты въ обоихъ случаяхъ тождественъ, т. е. что поглощеніе кислорода и выдѣленіе углекислоты представляютъ два процесса въ значительной мѣрѣ другъ отъ друга независимыхъ. Весьма любопытно было бы рѣшить точными опытами, дѣйствительно ли устраненіе кислорода тотчасъ же останавливаетъ ростъ клѣточекъ и не можетъ ли совершаться ростъ, благодаря внутреннему горѣнію. Какъ извѣстно, положеніе Брефельда, будто даже дрожжевыя клѣтки растутъ и размножаются не иначе, какъ въ присутствіи свободнаго кислорода, значительно поколеблено новыми опытами Пастёра и Траубе.

Принявъ во вниманіе все сказанное, безпристрастный читатель согласится, я думаю, съ тѣмъ, что развитое выше унитарное, если можно такъ выразиться, воззрѣніе, по которому углеводы являются лишь косвеннымъ матерьяломъ для образованія углекислоты (а также клѣточной стѣнки), проще прежняго, дуалистическаго, объясняетъ многіе факты и примиряетъ нѣкоторыя вопіющія противорѣчія.

Пора однако оставить гипотезы и вернуться на болѣе твердую почву фактовъ.

Прежде всего я остановлюсь нѣсколько на формѣ кривой, выражающей графически законъ, по которому ослабляется энергія дыханія въ вѣтви, остающейся въ темнотѣ при постоянной температурѣ. При этомъ я сначала буду имѣть въ виду только *Crataegus monogyna* и *Populus laurifolia*, такъ какъ большинство опытовъ произведено было именно надъ

¹⁾ Изслѣдуя дыханіе проростающихъ сѣмянъ (фасоли), я замѣтилъ, что въ атмосферѣ водорода выдѣляется, по крайней мѣрѣ первое время, почти столько же углекислоты, какъ и при нормальныхъ условіяхъ: собственно немного меньше, но это, вѣроятно, зависитъ отъ того, что накапливающаяся углекислота ослабляетъ диффузію углекислоты изъ тканей растенія.

этими растеніями. Выше уже было замѣчено, что въ самомъ началѣ опыта количество выделяемой въ часть углекислоты быстро понижается, затѣмъ, хотя пониженіе продолжается, но становится все менѣе и менѣе ощутительнымъ, и наконецъ энергія дыханія, весьма незначительная, сравнительно съ первоначальной, начинаетъ оставаться почти постоянной. При графическомъ изображеніи получается, вслѣдствіе этого, весьма правильно закругленная кривая, обращенная выпуклостью къ координатнымъ осямъ: вначалѣ кривая спускается весьма круто, въ концѣ же тянется почти параллельно оси абсциссъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда кривая представляетъ особенную правильность, она имѣетъ большое сходство съ параболою (см. напр. черт. 9, II). Чтобы убѣдиться въ справедливости сказаннаго, достаточно взглянуть на кривыя, относящіяся къ уже приведеннымъ выше опытамъ надъ *Crataegus*. Очень ясно закругленіе кривой въ черт. 1; въ опытѣ 7 (черт. 5) обнаруживается только быстро опускающееся начало кривой, а въ 8 опытѣ (черт. 6), напротивъ, только послѣдняя, отлогая часть кривой, такъ какъ начальная энергія дыханія здѣсь весьма незначительна. Но еще лучше выступаетъ характерная форма кривой въ слѣдующемъ опытѣ, произведенномъ одновременно съ пятымъ.

Десятый опытъ (черт. 8, II).

18-го іюня въ 9 ч. утра срѣзана верхушка здороваго побѣга *Crataegus* съ 4 вполне развитыми листьями и введена въ трубку при температурѣ воды 28° — 29° . Въ $9\frac{1}{2}$ ч. утра пущена струя со скоростью 720 куб. с. въ часъ.

	a.	b.
Съ 11 ч. у. до 2 ч. попол. 18 іюня	0,0114 гр.	0,0038 гр.
» 2 ч. поп. до 4 ч. поп.	0,0062 »	0,0031 »
» 4 ч. поп. до 7 ч. поп.	?	?
» 7 ч. поп. до 11 ч. поп.	0,0080 »	0,0020 »
» 11 ч. поп. до 9 ч. у. 19 іюня	0,0146 »	0,0014 »
» 9 ч. у. до 5 ч. поп.	0,0088 »	0,0011 »
» 5 ч. поп. 19 до 12 ч. дня 20 іюня струя не пропускалась;		
» 3 ч. поп. до $7\frac{1}{2}$ ч. поп. 20 іюня	0,0040 гр.	0,0009 гр.

По окончаніи опыта самый кончикъ вѣтви оказался почернѣвшимъ.

Дальнѣйшіе опыты представляютъ намъ еще болѣе богатый матеріалъ, утверждающій насъ въ справедливости этого положенія, для чего достаточно бросить бѣглый взглядъ на приложенные въ концѣ чертежи.

Спрашивается, отчего можетъ происходить такая форма кривой, почему энергія дыханія, падающая вначалѣ столь быстро, ослабѣваетъ постепенно все медленнѣе и медленнѣе, становясь наконецъ почти постоянной?

Приведенные выше опыты показали намъ, что энергія дыханія есть вообще функція количества имѣющагося на лицо дыхательнаго матерьяла; нужно опредѣлить видъ этой функціи. Простѣйшая зависимость, какую можно предположить между этими величинами, это ихъ прямая пропорціональность. Дѣйствительно, если принять, что дыханіе при постоянныхъ внѣшнихъ условіяхъ слабѣетъ только оттого, что все болѣе и болѣе истощается запасъ дыхательнаго матерьяла и что въ растеніи постоянно сжигается одинаковое процентное количество этого запаса, то при графическомъ изображеніи, какъ легко видѣть, должна получиться кривая, обращенная выпуклостью къ координатнымъ осямъ. Для провѣрки справедливости такого предположенія на основаніи данныхъ опыта, можно воспользоваться слѣдующею формулою ¹⁾. Обозначимъ чрезъ y количество углерода, выделяющагося въ единицу времени (напр. въ часъ) въ видѣ углекислоты; y , слѣдовательно, есть энергія дыханія въ данный моментъ времени. Пусть будетъ далѣе A тотъ коэффициентъ, на который нужно умножить выделяющійся въ часъ углеродъ y , чтобъ получить общее количество углерода, находящагося въ данный моментъ въ растеніи въ формѣ дыхательнаго матерьяла; A есть слѣд. величина, обратная проценту: $A=20$ напр. значить, что сжигается въ часъ $\frac{1}{20}$ часть, т. е. 5% всего запаса. И такъ общее количество дыхательнаго матерьяла или, вѣрнѣе, дыхательнаго углерода, если можно такъ выразиться, находяща-

¹⁾ Выводомъ этимъ я обязанъ другу моему С. Н. Степанову.

гося въ моментъ t въ растеніи, будетъ Ay . Въ слѣдующій затѣмъ безконечно малый промежутокъ времени dt выдѣлится ydt углерода, слѣдовательно, къ концу этого промежутка запасъ углерода выразится чрезъ $Ay - ydt$. Съ другой стороны въ моментъ $t + dt$ энергія дыханія будетъ уже не y , а $y + dy$. Такъ какъ мы предполагаемъ, что энергія дыханія прямо пропорціональна количеству дыхательнаго матерьяла, то другое выраженіе для количества дыхательнаго углерода, находящагося въ растеніи въ моментъ $t + dt$, будетъ $A(y + dy)$. Итакъ $Ay - ydt = A(y + dy)$.

Отсюда, путемъ интегрированія, получается слѣдующій окончательный выводъ:

$$y = Be^{-\frac{t}{A}} \text{ или } A = -\frac{t}{\lg \frac{y}{B}}$$

гдѣ t есть число часовъ, отдѣляющихъ другъ отъ друга двѣ послѣдовательныя ординаты, B —начальная ордината, т. е. энергія дыханія въ началѣ промежутка t , а y —въ концѣ его. Этою-то формулою мы и можемъ воспользоваться, чтобы видѣть, дѣйствительно ли величина A остается втеченіе опыта постоянною, какъ это должно быть, предполагая существованіе вышеуказанной прямой пропорціональности. Въ десятомъ опытѣ напр. (черт. 5) мы получаемъ для опредѣленія A послѣдовательно такіа выраженія:

$$A = -\frac{2\frac{1}{2}}{\lg \frac{31}{38}}; A = -\frac{6}{\lg \frac{20}{31}}; A = -\frac{7}{\lg \frac{14,5}{20}}; \text{ и т. д.}$$

При вычисленіяхъ нужно помнить, что логариѣмъ здѣсь натуральный, поэтому, вычтя обыкновенный логариѣмъ B изъ обыкновеннаго же логариѣма y и вычтя полученную разность изъ единицы, нужно затѣмъ умножить на модуль 2,30258 и тогда уже дѣлится числителя на полученное число.

Произведя эти операціи, мы получаемъ напр. въ 10 опытѣ (черт. 8) послѣдовательно такіа величины для коэффиціента A :

12,2 13,7 21,7 32,5 142,5

Точно также въ первомъ опытѣ (черт. 1) для кривой I получаемъ сначала $A=14,2$, потомъ $A=22,8$, а послѣ временнаго освѣщенія: 17,4 20,5 43,8

Для кривой II вычисленіе даетъ:

9,8 22,8 30,8 42,2 39,0 и послѣ временнаго освѣщенія: $A=21,5$.

Только въ 7 опытѣ (черт. 5) предѣлы, между которыми колеблется величина A , незначительны и могли бы быть приписаны нѣкоторой неточности наблюденія. Здѣсь получается

для I: 10,7 17,6 19,7 20,2 21,2

для II: 17,1 15,9 20,7 20,0 23,8

Вообще же говоря, нельзя не замѣтить, что величина A , вмѣсто того, чтобы оставаться постоянною, все возрастаетъ, сначала медленно, потомъ очень быстро. И такъ зависимость между энергіею дыханія и количествомъ дыхательнаго матерьяла должна быть болѣе сложная.

Такая же выпуклая кривая съ постоянно возрастающею величиною A получается, кромѣ *Crataegus*, и для нѣкоторыхъ другихъ растеній, какъ показываетъ слѣдующій

Одиннадцатый опытъ (черт. 9¹).

25-го іюля въ 4 ч. поп. въ длинную и болѣе узкую трубку I введено три верхушечныхъ побѣга *Quercus pedunculata*, только что срѣзанныхъ съ молодыхъ дубковъ, а въ широкую и болѣе короткую II—четыре побѣга корневой поросли *Populus laurifolia*. Струя, скоростью въ 560 к. с., пущена тотчасъ же, но собираніе углекислоты начато лишь въ 6¹/₂ ч. поп. Температура воды 30° и, какъ видно на чертежѣ, отличалась необыкновеннымъ постоянствомъ.

	a		b	
	I	II	I	II
25-го іюля.				
Съ 6 ¹ / ₂ ч. поп. до 9 ¹ / ₂ ч. поп.	0,0492 гр.	0,0386 гр.	0,0164 гр.	0,0129 гр.
• 9 ¹ / ₂ ч. поп. до 12 ¹ / ₂ ч. ночи.	0,0390	0,0304	0,0130	0,0101
26-го іюля.				
• 12 ¹ / ₂ ч. н. до 9 ¹ / ₂ ч. у.	0,0906	0,0687	0,0100 ₇	0,0076 ₃
• 9 ¹ / ₂ ч. у. до 12 ¹ / ₂ ч. дня	0,0218	0,0185	0,0073	0,0062

¹) Ради сокращенія мѣста, въ этомъ чертежѣ масштабъ ординатъ принятъ вдвое меньшій, такъ что каждый вертикальный миллиметръ изображаетъ 0,0002 гр. углекислоты.

Съ 12 ¹ / ₂ ч. д. до 5 ч. поп.	0,0284	0,0239	0,0063	0,0053
» 5 ч. поп. до 12 ¹ / ₂ ч. н.	0,0388	0,0348	0,0051 ₆	0,0046 ₂
27-го іюля.				
Съ 12 ¹ / ₂ ч. н. до 10 ч. утра	0,0410	0,0397	0,0043	0,0041 ₈
» 10 ч. у. до 5 ч. поп.	0,0246	0,0266	0,0039	0,0038
28-го іюля.				
Съ 5 ч. поп. до 1 ч. утра	0,0286	0,0283	0,0035 ₈	0,0035 ₂
» 1 ч. у. до 10 ч. у.	0,0290	0,0290	0,0032 ₂	0,0032 ₂

Въ 10 ч. утра 28-го іюля опытъ конченъ. Побѣги дуба, которые были значительно стѣснены въ трубкѣ, оказались, несмотря на то, совершенно здоровыми и только на одномъ изъ нихъ листья кое-гдѣ съ незначительными бурыми пятнами. Въ побѣгахъ же *Populus* самые молодые, еще свернутые листики оказались почернѣвшими, словно обугленными (наканунѣ утромъ этого не было замѣтно), тогда какъ болѣе развитые совершенно свѣжи; поэтому конецъ кривой, по крайней мѣрѣ для *Populus*, вѣроятно, не заслуживаетъ довѣрія. Для *A* получаются въ этомъ опытѣ слѣдующія величины:

I : 13,0 23,5 18,7 25,4 30,0 46,6 85,0

II : 12,2 21,4 28,8 24,0 45,1 81,5 87,0

Но если верхушечные побѣги совершенно разнородныхъ растений даютъ, какъ видно изъ предыдущаго, чрезвычайно сходныя кривыя, то съ другой стороны для различныхъ частей одного и того же побѣга форма кривой можетъ быть весьма различна. Если верхушечный побѣгъ одного изъ названныхъ выше растений разрѣзать на два куска и опредѣлять отдѣльно углекислоту, выдѣляемую каждымъ изъ кусковъ, то окажется, что, хотя въ обоихъ энергія дыханія постоянно слабѣетъ, но законъ пониженія, а слѣдовательно и форма полученной кривой совершенно различны, смотря по тому, есть ли на побѣгѣ молодые, возрастающіе листья и междоузлія, или же онъ покрытъ листьями вполне или почти вполне развитыми. Привожу прежде всего опытъ, который заставилъ меня обратить вниманіе на это любопытное явленіе.

Двѣнадцатый опытъ (черт. 10).

6-го іюля въ 11¹/₂ ч. у. срѣзаны два верхушечныхъ побѣга *Crataegus monogyna*, верхнія части ихъ съ молодыми листьями отрѣзаны, а оставлено на каждомъ лишь по четыре

почти вполне развитыхъ листа, верхній разрѣзъ залѣпленъ воскомъ, послѣ чего побѣги заключены каждый въ отдѣльную трубку и пущена струя со скоростью 720 куб. с. Температура воды около 30°.

	a		b	
	I	II	I	II
Съ 1 ч. поп. до 4 ч. поп. 6 іюля	0,0126 гр.	0,0090 гр.	0,0042 гр.	0,0030 гр.
» 4 ч. поп. до 7 ч. поп.	0,0113	?	0,0037 ₅	?
» 7 ч. поп. до 11 ¹ / ₂ ч. поп.	0,0151	0,0094	0,0033 ₅	0,0021
» 11 ¹ / ₂ ч. поп. до 8 ¹ / ₂ ч. у. 7-го	0,0218	0,0144	0,0024	0,0016
» 8 ¹ / ₂ ч. у. до 11 ¹ / ₂ ч. у.	0,0041	0,0030	0,0014	0,0010

Меня удивила сравнительно отлогая форма кривой и въ особенности почти полное отсутствіе какой бы то ни было выпуклости: получились почти прямыя линіи.

Поэтому произведены были слѣдующіе параллельные опыты.

Тринадцатый опытъ (черт. 11).

15-го іюля въ 5¹/₂ ч. попол. въ болѣе узкую и длинную трубку (№ I) введены два верхушечныхъ побѣга *Crataegus monogyna* съ совершенно молодыми листьями на концѣ; въ трубку № II, болѣе широкую и короткую введено два побѣга того же растенія съ 4-мя вполне развитыми листьями каждый, верхушки же ихъ срѣзаны и разрѣзъ залѣпленъ воскомъ. Температура 30° и во все время опыта чрезвычайно постоянна; скорость струи 560 к. с.

	a		b	
	I	II	I	II
Съ 8 ч. поп. до 1 ч. у. 19 іюля	0,0417 гр.	0,0302 гр.	0,0083 ₅ гр.	0,0060 ₅ гр.
« 1 ч. у. до 9 ч. у.	0,0481	0,0435	0,0060	0,0054 ₅
« 9 ч. у. до 2 ч. поп.	0,0198	0,0233	0,0039 ₅	0,0046 ₅
« 2 ч. поп. до 7 ч. поп.	0,0160	0,0194	0,0032	0,0039
« 7 ч. поп. до 12 ч. н.	—	0,0176	—	0,0035
« 8 ч. ¹⁾ поп. до 12 ч. н.	0,0110	—	0,0027 ₅	—
« 12 ч. н. до 9 ч. у. 20 іюля .	0,0207	0,0288	0,0023	0,0032
« 9 ч. у. до 9 ч. поп.	0,0223	0,0337	0,0018 ₅	0,0028
« 9 ч. поп. до 4 ч. поп. 21 . .	0,0290	0,0442	0,0015 ₃	0,0023 ₃
« 4 ч. поп. до 11 ч. поп.	0,0094	0,0148	0,0013 ₂	0,0021
« 11 ч. поп. до 3 ч. поп. 22 .	0,0195	0,0295	0,0012 ₂	0,0018 ₂

¹⁾ Расплывшійся хлористый кальцій во взвѣшенномъ приборѣ I остановилъ струю, такъ что пришлось начать опредѣленіе вмѣсто 7 ч. въ 8 ч.

Съ 3 ч. поп. до 11 ч. у. 23 . .	0,0232	0,0339	0,0011 ₆	0,0017
« 11 ч. у. до 5 ¹ / ₂ ч. поп. 24 .	0,0274	0,0455	0,0009	0,0014 ₉
« 5 ¹ / ₂ ч. поп. до 11 ¹ / ₂ ч. у. 25 .	0,0159	0,0238	0,0008 ₈	0,0013 ₂

Опытъ конченъ. Въ трубкѣ № I одинъ изъ побѣговъ совершенно свѣжъ и, повидимому, продолжаетъ возрастать на концѣ, въ другомъ же одинъ листъ и 6 прилистниковъ имѣютъ бурья пятна. Листья № II представляютъ вполне нормальный видъ.

Четырнадцатый опытъ (черт. 12).

31-го іюля въ 9¹/₂ ч. утра срѣзанъ съ дерева побѣгъ *Ropulus laurifolia* и затѣмъ разрѣзанъ (подъ водою) на два куска. Верхушка побѣга съ 4-мя развернутыми и двумя еще свернутыми въ трубочку листьями, введена въ одну трубку № I, а ниже лежащая часть, снабженная двумя большими листьями, въ другую трубку № II, причемъ верхній разрѣзъ не залѣпился воскомъ. Струя въ 560 куб. с. пущена въ 10 ч. утра. Температура 30°.

	a		b	
	I	II	I	II
Съ 12 ч. д. до 4 ч. поп. 31 іюля	0,0390 гр.	0,0306 гр.	0,0097 ₅ гр.	0,0076 ₅ гр.
« 4 ч. поп. до 8 ч. поп.	0,0284	0,0258	0,0071	0,0064 ₅
« 8 ч. поп. до 12 ч. н.	0,0233	0,0240	0,0058	0,0060
« 12 ч. н. до 9 ч. у. 1 авг.	0,0414	0,0476	0,0046	0,0053
« 9 ч. у. до 2 ч. поп.	0,0195	0,0231	0,0039	0,0046
« 2 ч. поп. до 7 ч. поп.	0,0172	—	0,0034 ₄	—
« 2 ч. поп. до 12 ч. н.	—	0,0374	—	0,0037 ₂
« 7 ч. поп. до 9 ч. у. 2 авг.	0,0435	—	0,0031	—
« 12 ч. н. до 9 ч. у.	—	0,0284	—	0,0031 ₅
« 9 ч. у. до 3 ч. поп.	0,0180	0,0172	0,0030	0,0028 ₇
« 3 ч. поп. до 11 ч. поп.	0,0240	0,0214	0,0030	0,0026 ₇

По прекращеніи опыта листья № II оказались совершенно свѣжими, въ № I же края всѣхъ листьевъ, кроѣ нижняго, самага крупнаго, и двухъ самыхъ молодыхъ, свернутыхъ въ трубку, почернѣли. Наканунѣ вечеромъ всѣ листья № I имѣли еще совершенно нормальный видъ.

Различіе въ формѣ кривой, изображающей дыханіе возрастающихъ и вполне развитыхъ частей одного и того же побѣга, различіе, на которомъ я останавлиюсь сейчасъ подробнѣе, можно бы было приписать тому, что въ одномъ случаѣ мы

имѣемъ дѣло съ неповрежденнымъ, а въ другомъ—съ поврежденнымъ на вершинѣ (вслѣдствіе разрѣза) побѣгомъ. Хотя такое толкованіе само по себѣ представлялось очень мало вѣроятнымъ, но, чтобы устранить всякое сомнѣніе на этотъ счетъ, я произвелъ еще слѣдующій опытъ, воспользовавшись тѣмъ, что побѣги клена (какъ и нѣкоторыхъ другихъ деревьевъ) весьма часто сами собою замираютъ на верхушкѣ, такъ что заканчиваются парюю вполне или почти вполне развитыхъ листьевъ.

Пятнадцатый опытъ (черт. 13).

3-го августа, въ 12 ч. дня, въ дождливую погоду срѣзаны побѣги *Acer platanoides*. Въ болѣе широкую трубку № I введены два побѣга, не имѣющіе молодыхъ листьевъ на концѣ; на одномъ побѣгѣ двѣ, на другомъ—одна пара темнозеленыхъ, совершенно расправленныхъ листьевъ. Въ болѣе узкую трубку № II введенъ одинъ возрастающій на концѣ побѣгъ съ четырьмя парами желтоватыхъ листьевъ, изъ которыхъ верхніе еще сложены. Струя въ 560 куб. с. пущена въ 12¹/₂ ч. дня. Температура воды 29,8°.

	a		b	
	I	II	I	II
Съ 2 ¹ / ₂ ч. поп. до 5 ¹ / ₂ ч. поп.	0,0194 гр.	0,0256 гр.	0,0065 гр.	0,0085 гр.
« 5 ¹ / ₂ ч. поп. до 8 ¹ / ₂ ч. поп.	0,0165	0,0195	0,0055	0,0065
« 8 ¹ / ₂ ч. поп. до 12 ¹ / ₂ ч. н.	0,0214	0,0194	0,0053 ₅	0,0048 ₅
« 12 ¹ / ₂ ч. н. до 8 ¹ / ₂ ч. у.	0,0404	0,0352	0,0050 ₅	0,0044
« 8 ¹ / ₂ ч. у. до 6 ¹ / ₂ ч. поп.	0,0435	?	0,0043 ₅	?

По прекращеніи опыта, всѣ побѣги оказались совершенно свѣжими.

Бросивъ взглядъ на чертежи 11, 12 и 13, мы замѣчаемъ во-первыхъ, что во всѣхъ трехъ только что описанныхъ опытахъ, произведенныхъ надъ тремя совершенно различными растеніями, въ началѣ опыта возрастающій побѣгъ выделяетъ гораздо больше углекислоты, нежели побѣгъ, несущій исключительно уже развитые листья; этимъ еще разъ подтверждается справедливость показанія Гарро, что молодые, возрастающіе органы, богатые бѣлковыми веществами, дышатъ энергичнѣе органовъ вполне сформированныхъ. Далѣе мы видимъ, что въ возрастающемъ побѣгѣ энергія дыханія въ самомъ началѣ

быстро понижается, какъ это оказывалось и въ другихъ, раньше приведенныхъ опытахъ, тогда какъ въ побѣгѣ развитомъ дыханіе ослабѣваетъ несравненно медленнѣе. Вслѣдствіе этого весьма скоро обѣ кривыя перекрещиваются, такъ что по прошествіи немногихъ часовъ большее часовое количество углекислоты даетъ побѣгъ, лишенный молодыхъ листьевъ. Для *Populus laurifolia* (черт. 12) такое перекрещиваніе повторяется въ теченіи опыта еще разъ, вслѣдствіе того, что кривая вполнѣ развитаго побѣга II продолжаетъ опускаться почти съ прежнею скоростью въ то время, когда въ возрастающемъ побѣгѣ I сильно ослабѣвшая энергія дыханія остается уже почти постоянною; такимъ образомъ, къ концу опыта снова устанавливается первоначальное отношеніе между дыханіемъ двухъ побѣговъ. Для *Crataegus* такого вторичнаго скрещиванія не замѣчается и обѣ кривыя тянутся почти параллельно другъ другу, весьма медленно сближаясь. Опытъ съ кленомъ, по кратковременности своей, не даетъ матерьяла для рѣшенія этого вопроса, но первое скрещиваніе кривыхъ обнаруживается и здѣсь съ небольшою рѣзкостью. Впрочемъ, въ виду того, что надъ каждымъ растеніемъ произведено было въ указанномъ направленіи всего по одному опыту, я оставляю пока вопросъ о вторичномъ скрещиваніи кривыхъ открытымъ; что же касается перваго скрещиванія, то оно, повторяясь у всѣхъ трехъ растеній, конечно, не можетъ быть приписано простой случайности. Какъ у *Crataegus*, такъ и у *Populus* тотчасъ бросается въ глаза, что кривая II, изображающая дыханіе листьевъ вполнѣ развитыхъ, имѣетъ несравненно болѣе отлогую форму, нежели соотвѣтственная кривая I листьевъ, продолжающихъ возрастать; кривая II есть, такъ сказать, кривая I, вытянутая почти въ прямую линію, что особенно ясно выступаетъ на черт. 12, гдѣ пять точекъ образуютъ почти математическую прямую линію. Весьма возможно, что легкая выпуклость кривой II зависитъ только оттого, что листья соотвѣтствующихъ побѣговъ продолжали еще обнаруживать нѣкоторый незначительный ростъ, обстоятельство, которое я буду имѣть въ виду при дальнѣйшихъ моихъ изслѣдованіяхъ. Указанное различіе въ формѣ кривыхъ обнаруживается весьма рѣзко и при вы-

численіи послѣдовательныхъ величинъ коэффициента A для побѣга съ растущими и побѣга съ развитыми листьями, какъ видно изъ слѣдующей таблицы.

13 опытъ.		14 опытъ.	
<i>Crataegus</i> :		<i>Populus</i> :	
I.	II.	I.	II.
19,7	62,2	12,6	23,4
15,5	40,9	19,7	55,3
23,7	28,0	28,0	52,4
36,3	46,2	42,4	49,4
36,8	78,1	40,0 (?)	40,0
48,2	78,6	91,3	47,0
81,5	84,3		
98,0	161,6 (?)		
122,5	73,8		

Между тѣмъ какъ для вѣтви, снабженной молодыми листьями, коэффициентъ A , незначительный въ началѣ опыта, вообще говоря, постепенно возрастаетъ, также какъ мы это видѣли въ предыдущихъ случаяхъ, для вѣтви, снабженной листьями вполнѣ развитыми, онъ съ самаго же начала гораздо больше, измѣняется менѣе правильно въ теченіи опыта и колеблется въ болѣе тѣсныхъ предѣлахъ. У *Populus* A остается почти постояннымъ, если не принимать въ соображеніе перваго числа (23,4), которому я вообще не вполнѣ довѣряю. Если бы это большее постоянство коэффициента A для вѣтви, не обнаруживающей роста, подтвердилось и дальнѣйшими опытами, то можно бы было сказать, что доставляемая подобною вѣтвью данная гораздо болѣе согласуются съ тѣмъ предположеніемъ, для провѣрки котораго вычислялся коэффициентъ A и которое совершенно не подтвердилось на вѣтвяхъ, возрастающихъ на вершинѣ. Чтобы формулировать свою мысль яснѣе, я признаю возможнымъ и даже вѣроятнымъ, что обнаружившееся выше постоянное нарастаніе коэффициента A есть слѣдствіе усложненія, вызваннаго тѣмъ обстоятельствомъ, что кромѣ окислительныхъ процессовъ въ изслѣдуемой вѣтви совершались и явленія роста; при дыханіи же органовъ, достигшихъ полнаго развитія, энергія дыханія дѣйствительно прямо про-

порціональна количеству наличнаго дыхательнаго матерьяла. Въ такомъ случаѣ, на основаніи результатовъ 14 опыта, пришлось бы сказать, что у *Populus* въ листьяхъ вполне развитыхъ окисляется въ часъ около 2—3 процентовъ этого матерьяла (при температурѣ 30°). Какъ бы то ни было, въ настоящее время я считаю прочно установленнымъ, какъ мнѣ кажется, весьма важный фактъ: при прочихъ равныхъ условіяхъ, молодые, возростающіе органы выделяютъ болѣе углекислоты, нежели органы, достигшіе окончательнаго развитія, но въ первыхъ энергія дыханія слабнѣетъ гораздо быстрее, чѣмъ во вторыхъ (предполагая, что запасъ дыхательнаго матерьяла не возобновляется). Это явленіе можно себѣ легко объяснить, если принять въ соображеніе то обстоятельство, что (косвеннымъ) матерьяломъ для дыханія служитъ то же самое вещество, которое является и пластическимъ матерьяломъ для построения клеточной оболочки; въ частяхъ растущихъ наличный запасъ вещества истощается въ двоякомъ направленіи, какъ для дыханія, такъ и для роста, а потому, когда выделился изъ растенія 1 гр. напр. углерода въ видѣ углекислоты, общій запасъ углерода, которымъ растеніе можетъ располагать для дыханія, уменьшается не на 1 гр., а на болѣшую величину; напротивъ, въ органахъ вполне развитыхъ тотъ же матерьялъ (углеводы) служитъ исключительно для поддержки окислительныхъ процессовъ. Хотя такое объясненіе нельзя не признать чрезвычайно естественнымъ, хотя оно напрашивается, такъ сказать, само собою, тѣмъ не менѣе я не рѣшаюсь еще примкнуть къ нему окончательно, такъ какъ при дальнѣйшемъ изложеніи намъ встрѣтятся факты, которые трудно согласуются съ подобнымъ воззрѣніемъ.

Теперь я останавлиюсь на тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ форма кривой, выражающей измѣненіе энергіи дыханія въ темнотѣ, уклоняется отъ параболической, свойственной возростающимъ побѣгамъ *Crataegus*, *Populus*, *Quercus* и *Acer* (?). Одинъ подобный характерный случай представляютъ намъ верхушечные побѣги *Spiraea opulifolia*, надъ которыми произведены были 2, 3 и 9 опыты (черт. 2, 3 и 7). Во всѣхъ трехъ опытахъ, вмѣсто параболической кривой, получаютъ

почти прямая линія, хотя взяты были побѣги, снабженные молодыми листьями на концѣ. Коэффициентъ *A* колеблется въ сравнительно незначительныхъ предѣлахъ; такъ напр. для 2 опыта получаютъ (считая отъ четвертой точки), слѣдующія величины:

36,6 46,1 42,0 42,5 39,6

Вообще можно сказать, что возростающіе побѣги *Spiraea opulifolia* даютъ кривую, чрезвычайно сходную съ тою, какая получается для неростущихъ побѣговъ *Populus* и т. п. Въ объясненіе этого страннаго явленія я имѣю сказать слѣдующее. Всѣ три опыта надъ *Spiraea* произведены были въ послѣднихъ числахъ сентября послѣ неоднократныхъ ночныхъ морозовъ. Это растеніе было выбрано вслѣдствіе того, что оно оказалось особенно нечувствительнымъ къ низкой температурѣ: между тѣмъ какъ листья *Crataegus*, *Populus* и т. п. уже желтѣли, кусты *Spiraea opulifolia* имѣли вполне лѣтній видъ; утромъ, правда, листья казались окончательно умерщвленными ночнымъ морозомъ, но мало по малу оправлялись совершенно. Тѣмъ не менѣе возможно, что побѣги только съ виду были нормальны, въ дѣйствительности же утратили способность расти, чѣмъ и объяснилась бы странная форма кривой. Слѣдуетъ имѣть при-этомъ въ виду, что, по оплошности, не было произведено даже грубаго измѣренія длины побѣга до и послѣ опыта, вслѣдствіе чего и становится возможнымъ вышеупомянутое предположеніе. Я не премину, конечно, проверить его, подвергнувъ побѣги *Spiraea opulifolia* изслѣдованію въ болѣе благопріятное время года. Въ опытахъ 2-мъ и 3-мъ замѣчается въ энергіи дыханія наклонность, если можно такъ выразиться, оставаться въ началѣ опыта почти постоянною. Случайность ли это, или выраженіе дѣйствительнаго факта, я, по недостатку данныхъ, въ настоящее время рѣшать не берусь.

Другое уклоненіе обнаруживается у листовенницы. Здѣсь (см. опытъ 4-й) только въ самомъ началѣ опыта энергія дыханія слегка понижается, оставаясь затѣмъ почти совершенно постоянною въ теченіе многихъ дней. Это уклоненіе представляется мнѣ болѣе кажущимся, чѣмъ дѣйствительнымъ; я думаю, что почти прямая, горизонтальная линія листовенницы

вполнѣ соотвѣтствуетъ отлогой конечной части параболической кривой *Crataegus* и *Populus*; здѣсь не достаесть, такъ сказать, первой, крутой половины типической кривой и не достаесть, вѣроятно, потому, что вѣтви листовницы при началѣ опыта заключали очень мало дыхательнаго матерьяла. Это подтверждается тѣмъ, что когда одна изъ такихъ вѣтвей была выставлена по прошествіи сутокъ на свѣтъ, энергія дыханія ея чрезвычайно усилилась и возросла сразу до 0,0041 гр., между тѣмъ какъ при началѣ опыта она составляла всего 0,0023 гр. Всего же любопытнѣе то, что, вслѣдъ за накопленіемъ на свѣтѣ дыхательнаго матерьяла и возвышеніемъ энергіи дыханія, послѣдняя стала падать въ темнотѣ гораздо круче прежняго, такъ какъ спустя восемь часовъ составляла уже всего 0,0030 гр. Коэффициентъ *A*, равнявшійся въ началѣ 39, теперь уменьшился до 27.

Въ заключеніе вопроса о формѣ кривой приведу еще слѣдующій

Шестнадцатый опытъ.

28-го іюля въ 11 ч. утра въ трубку № I введены два побѣга *Pinus Strobus*, составленные изъ одно- и двулѣтнихъ частей, одинъ изъ побѣговъ съ боковою вѣтвью; на однолѣтнихъ частяхъ хвои еще сложены. Въ трубку № II введенъ одинъ верхушечный побѣгъ *Acer platanoides* съ тремя парами листьевъ, послѣдняя пара мала, но уже расправлена и вершина побѣга далѣе не развивается. Скорость струи = 560 куб. с. Температура колебалась только въ предѣлахъ 29,8°—30,1°.

	a		b	
	I	II	I	II
Съ 2 ч. попол. до 11 ч. попол.				
28-го іюля.	0,0770 гр.	0,0352 гр.	0,0085 ₅ гр.	0,0039 гр.
Съ 11 ч. попол. до 8 ч. утра				
29-го іюля.	0,0680 »	0,0248 »	0,0075 ₅ »	0,0027 ₅ »
Съ 8 ч. утра до 2 ч. пополудни.	0,0376 »	0,0123 »	0,0062 ₇ »	0,0020 ₅ »
Съ 2 ч. попол. до 7 ч. пополудни.	0,0296 »	0,0108 »	0,0059 »	0,0021 ₅ »
Съ 7 ч. попол. до 12 ч. ночи .	0,0261 »	0,0109 »	0,0052 »	0,0021 ₅ »
Съ 12 ч. ночи до 7 ч. утра 30 іюля.	0,0317 »	0,0140 »	0,0049 ₅ »	0,0020 »

По окончаніи опыта ни кленъ, ни сосна не представляли ни малѣйшихъ поврежденій. *Pinus Strobus* даетъ въ этомъ опытѣ почти прямую, слегка зигзагообразную линію, т. е. отно-

сится подобно *Spiraea opulifolia*. Это зависитъ, можетъ быть, оттого, что вліяніе роста скрадывается присутствіемъ большаго количества вполнѣ развитыхъ прошлогоднихъ хвой. У *Acer platanoides* энергія дыханія сначала быстро падаетъ, потомъ остается постоянною, такъ что получается кривая въ родѣ той, какую представляютъ *Crataegus*, *Populus* и т. п., но безъ закругленія. Впрочемъ, опытамъ, произведеннымъ надъ кленомъ, я не могу придавать большаго значенія, такъ какъ, вслѣдствіе широкой формы своихъ листьевъ, побѣги клена, заключенные въ трубки, находятся въ совершенно неестественномъ положеніи.

Изъ всего вышесказаннаго видно, что я считаю параболическую кривую *Populus*, *Crataegus* и проч. за типическую, свойственную если не всѣмъ, то большинству растений, прочія же считаю отклоненіями отъ общей нормы, вызванными различными обстоятельствами. Насколько такое воззрѣніе справедливо, покажутъ дальнѣйшія изслѣдованія.

Обращаюсь къ опытамъ, произведеннымъ по другому способу, въ приборахъ Волкова и Майера, причемъ остановлюсь сначала на тѣхъ, которые вполнѣ подтверждаютъ предыдущія заключенія.

Семнадцатый опытъ (черт. 14).

19-го іюля въ 12 ч. дня введена въ приборъ верхушка только что срѣзаннаго побѣга *Crataegus monogyna* съ четырьмя довольно развитыми листьями. Температура колебалась въ предѣлахъ 19,8°—20,0°.

	Время.	Темпер.	Норм. об. газа.	Объемъ поглощеннаго кислорода.	
				Абсолютно.	Въ часѣ.
19-го іюля	1 ч. поп.	20,0°	96,859 к. с.	}	1,160 к. с. 0,580 к. с.
	3 ч. поп.	19,85°	95,966 »		
	7 ч. поп.	19,8°	93,878 »		
20-го	1 ч. утра	19,8°	91,816 »	}	2,062 » 0,344 »
	9 ч. утра	20,0°	89,756 »		

Изъ 19-ти (примѣрно) куб. с. кислорода, находившихся въ приборѣ, поглощены здѣсь въ теченіе опыта не болѣе 8, послѣ чего вѣтвь оказалась совершенно свѣжею, а общая длина ея увеличилась на 6 мм. Начало параболической кривой, свойственной, какъ мы видѣли, *Crataegus*, обнаруживается и при этомъ новомъ способѣ опредѣленія совершенно ясно. Для коэффиціента *A* вычисленіе даетъ величины правильно возрастающія, а именно: 10,2 16,4 27,0.

Восемнадцатый опытъ (черт. 15).

1-го августа въ 1½ ч. попол. введена въ приборъ только что срубанная съ дерева подъ сильнымъ дождемъ вѣтвь *Populus laurifolia* съ тремя молодыми листьями, изъ которыхъ верхній еще свернуть въ трубку. Предварительно вѣтвь оставлена на нѣкоторое время открыто въ теплой комнатѣ, чтобы дать листьямъ обсохнуть съ поверхности.

Время.	Темпер.	Норм. об. газа.	Объемъ поглощенного кислорода. Абсолютно. Въ часть.
1-го авг. 3½ ч. поп.	20,8°	100,058 к. с.	} 1,200 к. с. 0,600 к. с.
» 5½ ч. поп.	20,9°	98,858 »	
» 9½ ч. поп.	20,9°	97,239 »	
2-го авг. 1½ ч. утра	20,9°	95,918 »	} 1,321 » 0,330 »
» 8½ ч. утра	20,75°	94,087 »	
» 6½ ч. поп.	20,75°	92,060 »	
» 11½ ч. поп.	20,6°	91,271 »	

Здѣсь поглощено въ теченіе опыта немного менѣе половины всего наличнаго кислорода, послѣ чего вѣтвь оказалась совершенно свѣжею. Закругленіе параболической кривой проявляется весьма рельефно и коэффиціентъ *A* также постепенно увеличивается, такъ какъ равняется послѣдовательно:

7,6 19,5 23,5 33,8.

Девятнадцатый опытъ (черт. 16).

26-го августа въ 6 ч. попол. въ приборъ введенъ конецъ вѣтви *Populus laurifolia* съ двумя расправленными и однимъ еще скрученнымъ листиками.

Время.	Темпер.	Норм. об. газа.	Объемъ поглощенного кислорода. Абсолютно. Въ часть.
26-го авг. 7 ч. поп.	15,6°	100,884 к. с.	} 2,472 к. с. 0,618 к. с.
» 11 ч. поп.	15,8°	98,412 »	
27-го авг. 8 ч. утра	15,5°	95,169 »	} 3,243 » 0,360 »
» 2 ч. поп.	15,4°	93,628 »	
» 8 ч. поп.	15,6°	92,330 »	
» 12 ч. ночи	15,6°	91,589 »	
28-го авг. 10 ч. утра	15,6°	89,826 »	
» 10 ч. поп.	15,6°	88,247 »	} 1,579 » 0,130 »
29-го авг. 8 ч. утра	15,4°	87,061 »	

Къ концу опыта въ приборѣ оставалось не болѣе четверти первоначальнаго количества кислорода и давленіе, подъ которымъ находился газъ, составлявшее въ началѣ 753 мм., уменьшилось до 672 мм. Вѣтвь оказалась совершенно свѣжею. Параболическая форма кривой выражена очень ясно и величина коэффиціента *A* возрастаетъ довольно правильно: 9,2 22,2 30,4 32,2 51,1.

Двадцатый опытъ (черт. 17).

23-го іюля въ 6 ч. попол. введена въ приборъ вершина только что срубаннаго побѣга корневой поросли *Populus laurifolia*.

Время.	Темпер.	Норм. об. газа.	Объемъ поглощеннаго кислорода.	
			Абсолютно.	Въ часть
23-го іюля 7 ч. поп.	19,1°	99,817 к. с.	0,555 к. с.	0,555 к. с.
» 8 ч. поп.	19,2°	99,262 »	0,612 »	0,612 »
» 9 ч. поп.	19,3°	98,650 »	1,173 »	0,586 »
» 11 ч. поп.	19,4°	97,477 »	0,528 »	0,528 »
» 12 ч. н.	19,4°	96,949 »	2,678 »	0,383 »
24 » 7 ч. у.	19,2°	94,271 »	1,870 »	0,267 »
» 2 ч. поп.	19,0°	92,401 »	0,681 »	0,227 »
» 5 ч. поп.	19,0°	91,720 »	1,376 »	0,197 »
» 12 ч. н.	19,0°	90,344 »	1,309 »	0,164 »
25 » 8 ч. у.	18,85°	89,035 »	0,585 »	0,146 »
» 12 ч. д.	18,8°	88,450 »	1,165 »	0,130 »
» 9 ч. поп.	18,9°	87,285 »	1,394 »	0,116 »
26 » 9 ч. у.	18,9°	85,891 »	0,620 »	0,103 »
» 3 ч. поп.	19,0°	85,271 »	2,016 »	0,096 »
27 » 12 ч. д.	19,4°	83,255 »		

Къ концу опыта въ приборѣ оставалось не болѣе 3 куб. с. кислорода; вѣтвь имѣла вообще свѣжій видъ и только на самомъ кончикѣ ея кое-гдѣ почернѣли края реберъ стебля и кончики прилистниковъ. Свойственная возрастающимъ побѣгамъ *Populus laurifolia* параболическая форма кривой проявляется здѣсь чрезвычайно рельефно, но въ самомъ началѣ опыта замѣчается странное уклоненіе: вмѣсто того, чтобы быстро понижаться, энергія дыханія даже возрастаетъ и только съ третьей точки кривая получаетъ типическую свою форму и коэффициентъ *A* начинаетъ правильно возрастать: 14,4 12,4 19,4 30,8 35,5 41,0 51,7 56,0. Начальное уклоненіе объясняется, можетъ быть, тѣмъ, что въ данномъ случаѣ опредѣленіе объема вѣтви погруженіемъ въ воду произведено было до начала опыта, тогда какъ въ предыдущихъ случаяхъ объемъ опредѣлялся лишь по окончаніи

опыта ¹⁾: въ то время какъ первый разъ отчитанъ былъ объемъ газа, листья, вѣроятно, были еще влажны съ поверхности, а это обстоятельство, естественно, должно дѣйствовать на энергію дыханія ослабляющимъ образомъ, такъ какъ смачиваніе должно замедлять диффузію газовъ.

ДВАДЦАТЬ ПЕРВЫЙ ОПЫТЪ.

30-го іюля въ 3¹/₂ ч. поп. введенъ въ приборъ только что срубанный съ дерева однолѣтній удлиненный побѣгъ *Larix europaea* безъ предварительнаго измѣренія объема.

Время.	Темпер.	Норм. об. газа.	Объемъ поглощеннаго кислорода.	
			Абсолютно.	Въ часть.
30 іюля 3 ч. 45 м. поп.	20,7°	99,056 к. с.	1,302 к. с.	0,235 к. с.
» 10 ч. 20 м. поп.	20,8°	97,754 »	1,718 »	0,143 »
31 » 10 ч. 20 м. у.	20,5°	96,036 »	0,701 »	0,140 »
» 3 ч. 20 м. поп.	20,6°	95,335 »	0,642 »	0,160 »
» 7 ч. 20 м. поп.	20,8°	94,693 »	0,653 »	0,163 »
» 11 ч. 20 м. поп.	20,85°	94,040 »	1,637 »	0,164 »
1 авг. 9 ч. 20 м. у.	20,9°	92,403 »	0,658 »	0,164 »
» 1 ч. 20 м. поп.	20,8°	91,745 »	0,979 »	0,163 »
» 7 ч. 20 м. поп.	20,9°	90,766 »	0,756 »	0,189 » (2)
» 11 ч. 20 м. поп.	20,9°	90,010 »	1,475 »	0,164 »
2 » 8 ч. 20 м. у.	20,8°	88,535 »	2,472 »	0,165 »
» 11 ч. 20 м. поп.	20,7°	86,063 »		

По окончаніи опыта вѣтвь имѣетъ совершенно свѣжій видъ. Лиственница и при этомъ способѣ изслѣдованія даетъ тотъ же результатъ, съ которымъ мы встрѣтились въ четвертомъ опытѣ: во все время энергія дыханія остается поч-

¹⁾ Я убѣдился прямыми опытами въ томъ, что опредѣленіе объема вѣтви, будетъ ли оно произведено до начала опыта или по окончаніи его, даетъ одинъ и тотъ же результатъ, хотя бы вѣтвь обнаруживала въ теченіе опыта энергическій ростъ: послѣдній совершается, очевидно, почти исключительно на счетъ поглощаемой вѣтвью воды.

ти постоянною, такъ что вмѣсто параболической кривой получается горизонтальная почти прямая линія.

Теперь я приведу два опыта, имѣющихъ особенно важное значеніе въ томъ отношеніи, что они позволяютъ судить о степени вліянія, которое оказываетъ на энергію дыханія постоянное уменьшеніе количества кислорода, составляющее, какъ было замѣчено раньше, важнѣйшій недостатокъ способа изслѣдованія, предложеннаго Волковымъ и Майеромъ. Въ этихъ двухъ опытахъ, спустя нѣкоторое время, возобновленъ былъ воздухъ въ приборѣ.

Двадцать второй опытъ (черт. 18).

27-го іюля въ пятомъ часу вечера введенъ въ приборъ ко-нецъ только что срѣзаннаго побѣга корневой поросли *Rorulus laurifolia* съ тремя довольно большими, уже расправленными и двумя болѣе молодыми, еще свернутыми листьями. Объемъ вѣтви измѣренъ до опыта, но она введена въ приборъ лишь послѣ предварительнаго обсуханія на воздухѣ.

Время.	Темпер.	Норм. об. газа.	Объемъ поглощеннаго кислорода. Абсолютно. Въ часъ.
27 іюля 5 ¹ / ₂ ч. поп.	20,0°	100,393 к. с.	
» 6 ¹ / ₂ ч. поп.	20,15°	99,186 »	1,207 к. с. 1,207 к. с.
» 7 ¹ / ₂ ч. поп.	20,2°	97,971 »	1,215 » 1,215 »
» 9 ¹ / ₂ ч. поп.	20,4°	95,815 »	2,156 » 1,078 »
» 12 ¹ / ₂ ч. н.	20,4°	93,423 »	2,392 » 0,797 »
28 » 2 ¹ / ₂ ч. у.	20,5°	92,085 »	1,338 » 0,669 »
» 10 ¹ / ₂ ч. у.	20,4°	88,203 »	3,882 » 0,485 »
» 2 ¹ / ₂ ч. поп.	20,5°	86,710 »	1,493 » 0,373 »

Въ приборѣ остается около 5 куб. с., т. е. около четверти первоначальнаго количества кислорода. Давленіе, подъ которымъ находится газъ въ приборѣ, съ 747 мм. понижилось до 657 мм. Вѣтвь совершенно свѣжа. Теперь впущенъ свѣжій воздухъ и въ 3 часа поп. приборъ снова погруженъ въ воду. Давленіе составляетъ 750 мм.

28 іюля 4 ¹ / ₂ ч. поп.	20,55°	100,874 к. с.	
» 10 ¹ / ₂ ч. поп.	20,4°	98,324 »	2,550 к. с. 0,425 к. с.
29 » 8 ¹ / ₂ ч. у.	20,2°	94,752 »	3,572 » 0,357 »
» 1 ¹ / ₂ ч. поп.	20,2°	93,203 »	1,549 » 0,310 »
» 7 ¹ / ₂ ч. поп.	20,3°	91,549 »	1,654 » 0,276 »
» 11 ¹ / ₂ ч. поп.	20,35°	90,505 »	1,044 » 0,261 »

По окончаніи опыта вѣтвь оказалась вполне свѣжею и только прилистники чуть чуть почернѣли.

Двадцать третій опытъ (черт. 19).

22-го іюля въ 9¹/₂ ч. утра въ приборъ введена верхушка свѣжей вѣтви *Crataegus monogyna* безъ предварительнаго измѣренія объема. Приборъ сначала погруженъ былъ въ холодную воду, температура которой поддерживалась на 11°—12° съ помощью льда.

Время.	Темпер.	Норм. об. газа.	Объемъ поглощеннаго кислорода. Абсолютно. Въ часъ.
22 іюля 10 ¹ / ₂ ч. у.	12,0°	100,217 к. с.	
» 12 ¹ / ₂ ч. д.	12,4°	99,310 »	0,907 к. с. 0,453 к. с.
» 2 ¹ / ₂ ч. поп.	11,85	98,128 »	1,182 » 0,591 »
Теперь приборъ перенесенъ въ воду 19°.			
22 іюля 3 ч. поп.	19,1°	97,913 к. с.	
» 3 ¹ / ₂ ч. поп.	19,15°	97,548 »	0,365 к. с. 0,730 к. с.
» 4 ч. поп.	19,15°	97,086 »	0,462 » 0,924 »
» 5 ч. поп.	19,15°	96,222 »	0,864 » 0,864 »
» 6 ч. поп.	19,1°	95,423 »	0,799 » 0,799 »
» 10 ч. поп.	19,2°	92,623 »	2,800 » 0,700 »
23 » 1 ч. у.	19,15°	90,839 »	1,784 » 0,595 »
» 9 ч. у.	18,85°	87,184 »	3,655 » 0,457 »
» 2 ч. поп.	18,95°	85,438 »	1,746 » 0,349 »
» 7 ч. поп.	19,35°	84,134 »	1,304 » 0,261 »

Въ приборѣ остается еще около 5 куб. с. кислорода;

вѣтвь совершенно свѣжа. Въ 7 $\frac{1}{2}$ ч. поп. въ приборъ впу-
щенъ свѣжій воздухъ, послѣ чего онъ снова поставленъ въ
прежня условия.

23	юля	9 ч. поп.	19,15°	101,760	к. с.	}	0,992	к. с.	0,331	к. с.
»	12 ч. н.	19,3°	100,768	»	»		2,067	»	0,295	»
24	»	7 ч. у.	19,2°	98,701	»	}	1,935	»	0,276	»
»	2 ч. поп.	19,0°	96,766	»	»		2,529	»	0,253	»
»	12 ч. н.	19,0°	94,237	»	»	}	1,758	»	0,220	»
25	»	8 ч. у.	18,8°	92,479	»		0,776	»	0,194	»
»	12 ч. д.	18,8°	91,703	»	»	}	0,954	»	0,191	»
»	5 ч. поп.	18,8°	90,749	»	»		0,749	»	0,187	»
»	9 ч. поп.	18,9°	90,000	»	»	}	0,732	»	0,183	»
26	»	1 ч. у.	18,95°	89,268	»		1,409	»	0,176	»
»	9 ч. у.	18,9°	87,859	»	»	}	4,498	»	0,166	»
27	»	12 ч. д.	19,4°	83,361	»					

По окончаніи опыта вѣтвь оказалась совершенно свѣжею.

Въ обоихъ случаяхъ мы видимъ, что замѣна воздуха свѣ-
жимъ въ теченіе опыта влечетъ за собою весьма замѣтное
приращеніе въ энергіи дыханія: кривая оказывается въ соот-
вѣтствующемъ мѣстѣ разорванною на двѣ отдѣльныя вѣтви,
изъ которыхъ послѣдняя не представляетъ непосредственнаго
продолженія первой, а значительно приподнята относительно
ея. Очевидно, что, когда въ приборѣ остается еще около чет-
верти непопотребленнаго кислорода, вліяніе постоянного умень-
шенія послѣдняго сказывается уже весьма рѣзко: кривая по-
нижается круче нежели бы слѣдовало. Конечно, это относит-
ся только къ количеству поглощаемаго кислорода, а не къ
количеству выдѣляемой углекислоты; послѣднее, вѣроятно, при-
этомъ не измѣняется, такъ какъ мы знаемъ, что углекислота
выдѣляется въ прежнемъ количествѣ даже въ средѣ, совер-
шенно лишенной кислорода ¹⁾. Судя по направленіямъ двухъ

¹⁾ Майеръ (Landw. Versuchsst. Bd. XVIII. 1875. p. 245) отдаетъ
измѣренію поглощеннаго кислорода предпочтеніе передъ опредѣленіемъ

вѣтвей разорванной кривой, видно, что вліяніе уменьшающа-
гося количества кислорода въ приборѣ должно обнаруживаться
даже тогда, когда потреблена всего половина кислорода, слѣдо-
вательно представленіе Волкова и Майера касательно незави-
симости энергіи дыханія отъ частнаго давленія кислорода окру-
жающей среды оказывается, по крайней мѣрѣ для листонос-
ныхъ побѣговъ, сильно преувеличеннымъ. Очевидно, что это
обстоятельство должно было оказывать извѣстнаго рода влія-
ніе и въ предшествовавшихъ опытахъ съ приборами Волкова
и Майера, въ которыхъ воздухъ не возобновлялся: въ концѣ
опыта опредѣляемая энергія дыханія должна была быть нѣ-
сколько ниже дѣйствительной. И въ самомъ дѣлѣ, присматри-
ваясь къ кривымъ на черт. 15, 16 и 17, мы видимъ, что по-
слѣдняя часть кривой менѣе отлога, чѣмъ въ соотвѣтствующи-
хъ кривыхъ, полученныхъ по первому способу, какъ это
явствуетъ изъ измѣненія коэффициента A ; послѣдній въ опы-
тахъ перваго ряда подъ конецъ возрасталъ чрезвычайно быстро,
такъ что скоро переходилъ за сто (кривая становилась
почти горизонтальною), чего здѣсь не замѣчается. Очевидно,
что первый способъ изслѣдованія заслуживаетъ предпочтенія
передъ вторымъ.

Всѣ до сихъ поръ приведенные опыты, за исключеніемъ
послѣдняго, произведены были при постоянной температурѣ.
Теперь мнѣ остается изложить тѣ изъ нихъ, гдѣ въ теченіи
опыта преднамѣренно измѣнялась температура, съ цѣлью вы-
яснить вліяніе послѣдней на энергію дыханія. Вопросъ этотъ
не новъ. Кромѣ общихъ, мало опредѣленныхъ указаній на то,
что дыханіе усиливается съ повышеніемъ и ослабляется съ
пониженіемъ температуры, указаній, встрѣчающихся уже въ

выдѣленной углекислоты, когда дѣло идетъ объ энергіи дыханія; теоре-
тически это, можетъ быть, и справедливо (и то лишь отчасти), въ прак-
тическомъ же отношеніи, на основаніи сказаннаго въ текстѣ, опредѣле-
ніе углекислоты рѣшительно предпочтительнѣе.

литературѣ первой половины нашего столѣтія, (Соссюръ, Коренвиндеръ, Гарро), мы имѣемъ нѣсколько работъ, появившихся въ послѣднее время и спеціальнѣ затрогивающихъ этотъ предметъ. Важнѣйшій изъ добытыхъ въ этомъ отношеніи результатовъ, представляющій большой теоретическій интересъ, заключается въ томъ, что зависимость дыханія отъ температуры совершенно не совпадаетъ съ тою, которая давно уже обнаружена для роста. Извѣстно, что скорость роста возрастаетъ съ повышеніемъ температуры лишь до извѣстнаго предѣла (т. наз. оптимума), который вообще лежитъ ниже 30° Ц., и что при дальнѣйшемъ возвышеніи температуры ростъ начинаетъ быстро замедляться, пока не остановится совершенно, когда температура достигнетъ верхняго предѣла. Напротивъ, энергія дыханія продолжаетъ возрастать вмѣстѣ съ температурою и далѣе 30° и, если вообще существуетъ оптимумъ для дыханія, что еще окончательно не выяснилось, онъ долженъ лежать очень высоко, долженъ быть придвинутъ весьма близко къ верхней предѣльной температурѣ растительной жизни. Въ самомъ дѣлѣ Шютценбергеръ и Кинко ¹⁾ показали, что вѣтви *Elodea canadensis* даютъ при 40° Ц. почти втрое болѣе углекислоты нежели при 24°. Лясковскій ²⁾ нашелъ, что при проростаніи тыквы количество вѣдѣяемой углекислоты возрастаетъ съ возвышеніемъ температуры, но, къ сожалѣнію, онъ остановился въ своемъ изслѣдованіи на самой интересной точкѣ, на температурѣ 30°—32° Ц., которая должна лежать возлѣ самаго оптимума. Высказанное выше положеніе впервые было формулировано совершенно опредѣленно Волковымъ и Майеромъ ³⁾, которые вмѣстѣ съ тѣмъ сразу же оцѣнили важное значеніе констатированнаго ими факта дальнѣйшаго возрастанія дыхательной энергіи при возвышеніи температуры за оптимумъ. Совершенно къ тому же результату пришли Дегеранъ

¹⁾ Schuetzenberger et Quinquaud. Sur la respiration des végétaux aquatiques. C. rendus. T. 77. 1873. p. 372.

²⁾ Лясковскій. Проростаніе тыквенныхъ сѣмянъ. Москва, 1874.

³⁾ A. Wolkoff u. A. Mayer. Beiträge zur Lehre über die Athmung der Pflanzen. Landw. Jahrb. von Nathusius. Bd III. 1874. См. также J. Borodin. Sur la respiration des plantes etc.

и Моассанъ ⁴⁾, изслѣдовавшіе дыханіе листьевъ, а не проростающихъ сѣмянъ: для зеленыхъ листьевъ табака напр. они получали при 40° вдвое больше углекислоты, нежели при 32°, и при 42° больше, чѣмъ при 40° ⁵⁾. Въ высшей степени странно, что это обстоятельство ни мало не поразило упомянутыхъ ученыхъ: напротивъ, они считаютъ это явленіе за нѣчто, само собою разумѣющееся и рѣшаются даже высказать предположеніе, будто теплота потому ускоряетъ ростъ растенія, что усиливаетъ окислительные процессы, необходимые для образованія пластическаго матерьяла ⁶⁾, совершенно упуская при этомъ изъ виду, что за извѣстнымъ предѣломъ возвышеніе температуры не усиливаетъ, а замедляетъ явленія роста. Майеръ, напротивъ, пользуясь тѣми же фактами, съ несравненно большимъ правомъ ставить вопросъ, не находится ли замедленіе роста при высокихъ температурахъ въ прямой связи съ быстрымъ ускореніемъ дыханія при тѣхъ же условіяхъ, такъ какъ усиленное сжиганіе уничтожаетъ, можетъ быть, потребныя для роста вещества ⁷⁾. Правда въ заключеніе своей работы онъ приходитъ къ тому выводу ⁸⁾, что ростъ совер-

⁴⁾ P. Déhérain et H. Moissan. Recherches sur l'absorption de l'oxygène etc. Ann. de sc. natur. 5-e Série. T. XIX. 1874. p. 321.

⁵⁾ I. c., p. 327.

⁶⁾ I. c., p. 331.

⁷⁾ A. Mayer. Ueber den Verlauf der Athmung beim keimenden Weizen. Landw. Versuchsst. Bd. XVIII. 1875. p. 245. Не могу не замѣтить, что эта работа, прекрасная по мысли, въ методологическомъ отношеніи оставляетъ желать многого и положительно уступаетъ первой, многократно упомянутой работѣ, произведенной совместно съ Волковымъ. Между тѣмъ какъ тамъ устроена была даже особая механическая мѣшалка, служившая для выравниванія температуры разныхъ слоевъ воды, въ которую погруженъ былъ приборъ, здѣсь, для наблюденія дыханія при возвышенныхъ температурахъ, употребляли термостатъ въ видѣ подогреваемаго снизу желѣзнаго ящика, и каждый разъ, когда нужно было произвести опредѣленіе объема газа, приборъ на нѣсколько минутъ вынимался изъ этого ящика (p. 260), приемъ, который трудно было ожидать отъ такого опытнаго экспериментатора, какъ А. Майеръ: можно ли сказать, хотя приблизительно, какова была въ моментъ опредѣленія объема температура газа въ приборѣ, который только что передъ тѣмъ былъ нагрѣтъ до 24° или 32°, а теперь стоялъ, мокрый, въ средѣ, имѣвшей температуру 4°.

⁸⁾ I. c., p. 276.

шается не насчетъ тѣхъ органическихъ образовательныхъ веществъ, которыя столь усиленно сожигаются при возвышенныхъ температурахъ, но этотъ выводъ представляется еще сомнительнымъ.

Послѣ того, какъ выяснилось, что энергія дыханія непрерывно возрастаетъ по мѣрѣ возвышенія температуры далеко за такъ наз. оптимумъ ея, является новый вопросъ о законѣ этого возрастанія: происходитъ ли послѣднее равномерно, т. е. составляетъ ли приращеніе дыхательной энергіи при повышеніи температуры на одинъ градусъ величину постоянную, или же между этими двумя величинами существуетъ болѣе сложная зависимость. Этотъ важный вопросъ поставленъ былъ уже болѣе десяти лѣтъ тому назадъ Фоконпрэ. Весьма замѣчательная работа этого ученаго, представляющая, по его словамъ, результатъ десятилѣтнихъ изслѣдованій и заключающая болѣе 300 анализовъ, къ сожалѣнію, появилась, насколько мнѣ извѣстно, лишь въ краткомъ извлеченіи ¹⁾. Фоконпрэ пришелъ къ тому заключенію, что зависимость между энергіею дыханія, какъ ночнаго, такъ и дневнаго, и температурою можетъ быть выражена параболическою формулою $Q = A + Ct^2$, гдѣ Q есть количество выдѣляемой (или поглощаемой на свѣтѣ) углекислоты, t — температура, A — нѣкоторый коэффициентъ, независимый отъ температуры, но измѣняющійся сообразно съ природою растенія и съ условіями освѣщенія, а C — другой коэффициентъ, постоянный для всѣхъ растеній и зависящій только отъ условій освѣщенія (въ темнотѣ $C = 0,0003$). Не имѣя подъ руками числовыхъ данныхъ, полученныхъ путемъ опыта, трудно сказать, насколько выводъ Фоконпрэ согласуется съ фактами. Всего любопытнѣе было бы знать, каковы были высшія изъ температуръ, при которыхъ экспериментировалъ Фоконпрэ: единственная приводимая имъ въ упомянутомъ извлеченіи табличка останавливается на 21° , а, судя по тому, что онъ, по собственному замѣчанію, не прибѣгалъ къ искусственному нагреванію прибора и ограничивался опредѣлені-

¹⁾ *F. de Fauconpret. Recherches sur la respiration des végétaux. C. rendus. T. 58. 1864. p. 334.*

емъ выдѣляемой чрезъ дыханіе углекислоты въ различные времена года, можно полагать, что его температуры не достигали или, по крайней мѣрѣ, не превышали такъ наз. оптимума. Между тѣмъ, если на пути отъ 0° до верхняго жизненнаго предѣла законъ, по которому усиливается энергія дыханія съ возвышеніемъ температуры, подвергается какому либо измѣненію, если кривая, выражающая графически эту связь, представляетъ гдѣ либо извѣстный переломъ, то это измѣненіе, этотъ переломъ всего естественнѣе ожидать при температурѣ оптимума, тамъ, гдѣ возвышеніе температуры, вмѣсто того, чтобы по прежнему ускорять, начинаетъ замедлять ростъ. Весьма возможно, что, по достиженіи оптимума, ходъ кривой измѣняется и энергія дыханія начинаетъ возрастать быстрѣе или, напротивъ, медленнѣе прежняго. — Волковъ и Майеръ также касаются разбираемаго вопроса и приходятъ къ тому заключенію, что до 35° Ц. энергія дыханія возрастаетъ пропорціонально температурѣ, такъ что при дѣленіи количества поглощеннаго въ часъ кислорода на соотвѣтственную температуру, получается нѣкоторое постоянное число, выше же 35° наблюдается замѣтное пониженіе. Но фактическія данныя, на основаніи которыхъ сдѣланъ этотъ выводъ, слишкомъ скудны, чтобы послѣднему можно было придавать особенное значеніе; кромѣ того, табличка, на которую ссылаются упомянутые изслѣдователи ¹⁾ въ подтвержденіе своего вывода, рѣшительно не оправдываетъ дѣлаемаго ими заключенія о существованіи замѣтнаго перелома при 35° . — Если изобразить графически результаты, полученные Дегерэномъ и Моассаномъ для зеленыхъ листьевъ табака ²⁾, то оказывается, что выше 30° количество выдѣляемой углекислоты возрастаетъ съ возвышеніемъ температуры гораздо быстрѣе прежняго. Но числовыя данныя этихъ ученыхъ слишкомъ неточны, чтобы ими можно было пользоваться для подобнаго рода выводовъ. Это ясно обнаруживается изъ 3-й таблички ихъ ³⁾, гдѣ собраны результаты опытовъ надъ ды-

¹⁾ *l. c., p. 506.*

²⁾ *l. c., p. 327.*

³⁾ *l. c., p. 328.*

ханиемъ листьевъ табака въ кислородѣ: оказывается, что въ одномъ опытѣ при 40° получено было 0,854 гр. углекислоты, а въ другомъ—при той же температурѣ такое же количество листьевъ выдѣлило 1,317 гр., т. е. чуть не вдвое болѣе. Безъ сомнѣнія, это произошло отъ того, что первые листья заключали, случайно, гораздо меньшее количество дыхательнаго матерьяла, чѣмъ вторые; такимъ же образомъ, вѣроятно, объясняется и то обстоятельство, что листья *Sinapis alba* при 40° выдѣлили меньше углекислоты чѣмъ при 31° ¹⁾.

Принимая въ соображеніе все вышеизложенное, нельзя не придти къ тому заключенію, что вопросъ о связи между энергіею дыханія и температурою долженъ въ настоящее время считаться открытымъ. Приступая къ моимъ изслѣдованіямъ надъ дыханіемъ, я имѣлъ главнымъ образомъ въ виду разработку именно этого вопроса: мнѣ казалось весьма важнымъ обнаружить, не существуетъ ли извѣстной связи между явлениями роста и дыханія, несмотря на совершенно различную зависимость ихъ отъ температуры; не замѣчается ли при температурѣ оптимума извѣстнаго перелома, указывающаго на подобную связь. Далѣе меня интересовало изслѣдовать, насколько форма кривой, выражающей графически связь между энергіею дыханія и температурою, постоянна для различныхъ растений: постоянство этой формы указывало бы ясно на то, что матерьялъ, служащій источникомъ для образованія углекислоты при дыханіи, всюду одинъ и тотъ же. Особенно интересно было сравнить въ этомъ отношеніи дыханіе такихъ растений или частей растений, которыя заключаютъ масло, съ дыханіемъ растений или ихъ частей, заключающихъ крахмалъ. Замѣчательное непостоянство энергіи дыханія, которое обнаружилось при первыхъ же опытахъ, естественно отвлекло мое вниманіе въ другую сторону и вмѣстѣ съ тѣмъ показало мнѣ, что разрѣшеніе поставленныхъ мною вопросовъ сопряжено съ гораздо большими затрудненіями, нежели это можно было предполагать вначалѣ. Поэтому я долженъ предупредить читателя, что онъ, безъ сомнѣнія, останется совершенно неудовле-

¹⁾ I. с. p. 329.

твореннымъ тѣми опытами, которые будутъ изложены ниже: они не только не рѣшаютъ ни одного изъ упомянутыхъ вопросовъ, но даже почти не представляютъ годнаго матерьяла для этой цѣли. Если я тѣмъ не менѣе рѣшаюсь привести здѣсь эти опыты въ видѣ дополненія къ предыдущему, то только потому, что они способны, мнѣ кажется, поселить нѣкоторую надежду на возможность разработки вопроса о ближайшей связи между температурою и дыханіемъ, несмотря на обнаруженное выше и до сихъ поръ совершенно упускавшееся изъ виду при подобныхъ изслѣдованіяхъ непостоянство дыхательной энергіи при постоянныхъ вѣшнихъ условіяхъ. Не трудно понять, какое огромное усложненіе вводится этимъ обстоятельствомъ. Если мы заключимъ свѣжій побѣгъ въ темноту и опредѣлимъ количество углекислоты, выдѣляемой имъ въ часъ при извѣстной температурѣ, вслѣдъ затѣмъ повысимъ, положимъ, температуру и снова опредѣлимъ энергію дыханія, то весьма легко можетъ случиться, что послѣдняя окажется даже слабѣе прежней, несмотря на то, что съ повышеніемъ температуры дыханіе вообще усиливается: вліяніе нагрѣванія въ такомъ случаѣ выразится лишь въ томъ, что кривая дыханія опустится менѣе круто, нежели это случилось бы при постоянной температурѣ. Такимъ образомъ, чтобы сдѣлать вѣрное заключеніе о вліяніи наступившаго въ теченіе опыта измѣненія температуры, совершенно недостаточно знать, какова была энергія дыханія при прежней температурѣ въ предшествующій моментъ: необходимо знать, какова была бы она въ данный моментъ, еслибы температура осталась постоянною.

Перехожу къ самымъ опытамъ.

Двадцать четвертый опытъ (черт. 20).

20-го іюля въ 1 ч. попол. (день очень пасмурный) срѣзана свѣжая вѣтвь *Crataegus monogyna* и верхушка ея введена въ одинъ изъ приборовъ Волкова и Майера. Температура воды 20°.

Время.	Темпер.	Норм. об. газа.	Объемъ поглощеннаго кислорода. Абсолютно. Въ часъ.
20-го іюля 4 ч. поп.	20,0°	95,597 к. с.	} 0,846 к. с. 0,846 к. с. 1,459 » 0,730 » 2,495 » 0,624 » 4,230 « 0,470 »
» 5 ч. поп.	20,0°	94,751 »	
» 7 ч. поп.	20,0°	93,292 »	
» 11 ч. поп.	20,0°	90,797 »	
21 » 8 ч. у.	19,5°	86,567 »	

Въ 10 ч. утра впущенъ свѣжій воздухъ въ приборъ и затѣмъ послѣдній перенесенъ въ болѣе холодную воду.

21 іюля 11 ч. 35 м. у.	14,8°	99,083 к. с.	} 0,703 к. с. 0,234 к. с. 0,217 » 0,217 » 1,113 » 0,222 »
» 2 ч. 35 м. поп.	14,95°	98,380 »	
» 3 ч. 35 м. поп.	14,95°	98,163 »	
» 8 ч. 35 м. поп.	16,4°	97,050 »	

Теперь приборъ снова перенесенъ въ воду 20°.

» 9 ч. 35 м. поп.	20,0°	96,780 »	} 0,940 к. с. 0,313 к. с. 1,900 » 0,271 »
» 12 ч. 35 м. ноч.	19,95°	95,840 »	
22 » 7 ч. 35 м. у.	19,5°	93,940 »	

Вѣтвь совершенно свѣжа и общая длина ея увеличилась въ теченіе опыта на 5 мм.

Вліяніе временнаго пониженія температуры сказывается здѣсь весьма рѣзко, особенно при графическомъ способѣ изображенія результатовъ: соответственно впадинѣ кривой температуръ замѣчается впадина и въ кривой дыханія. Третій кусокъ послѣдней, получившійся вслѣдъ за восстановленіемъ первоначальной температуры, представляетъ приблизительно продолженіе перваго куска кривой, правильный ходъ которой былъ прерванъ внезапнымъ пониженіемъ температуры. Я сказалъ приблизительно: въ самомъ дѣлѣ, присматриваясь ближе, нельзя не замѣтить, что послѣдній кусокъ слишкомъ сдвинутъ вправо; для того, чтобы онъ представлялъ дѣйствительное продолженіе прерванной кривой, его слѣдовало бы передвинуть влѣво по горизонтальному направленію миллиметровъ (часовъ) на пять. Чтобы въ этомъ убѣдиться, стоитъ только соединить мысленно послѣднюю точку перваго куска съ первою точкою

послѣдняго посредствомъ хотя бы прямой линіи; послѣдній кусокъ составитъ непосредственное продолженіе этой прямой, вмѣсто того, чтобы быть приподнятымъ кверху, какъ бы слѣдовало на основаніи постепеннаго закругленія кривой. Еще лучше обнаруживается эта неправильность при вычисленіи коэффиціента A . До внезапнаго пониженія температуры A , какъ обыкновенно, мало по малу увеличивается:

10,2 19,1 23,3.

Для перерыва, предполагая здѣсь прямую линію, получаемъ $A=48,0$, слѣдовательно замѣчается очень быстрое нарастаніе; зато послѣдній кусокъ кривой даетъ $A=34,7$, слѣдовательно, вмѣсто дальнѣйшаго возростанія, наблюдается совершенно ненормальное пониженіе. Это явленіе совершенно понятно. Такъ какъ во время перерыва господствовала болѣе низкая температура, то при этомъ сожигалось меньшее количество дыхательнаго матерьяла; поэтому, когда снова водворилась прежняя температура, въ растеніи оказался нѣкоторый (относительный) избытокъ углеводовъ и энергія дыханія представила величину болѣшую противъ той, которая получилась бы въ тотъ же моментъ, не будь предшествующаго пониженія температуры. Последнее, такъ сказать, съэкономило растенію нѣкоторое количество дыхательнаго матерьяла, вслѣдствіе чего продолженіе кривой оказывается какъ бы запоздавшимъ на нѣсколько часовъ.

Если сказанное выше справедливо, то временное возвышеніе температуры должно привести къ противоположному результату. Это вполне подтверждается, для *Crataegus* по крайней мѣрѣ, слѣдующими двумя опытами. Одинъ изъ нихъ, веденный параллельно съ двумя верхушечными побѣгами *Crataegus monogyna*, собственно говоря, былъ уже изложенъ выше, но, для удобства, разбить на два (см. 5 и 10 опыты, черт. 8) Въ началѣ обѣ вѣтви въ стеклянныхъ трубкахъ погружены были въ одинъ и тотъ же сосудъ съ водою, имѣвшею температуру около 29°. Одна изъ вѣтвей (I) дала 0,0041 гр., а другая (II) 0,0038 гр. углекислоты въ часъ. Последняя вѣтвь оставлена въ томъ же сосудѣ; исторія ея дыханія изложена въ 10 опытѣ и изображена графически на черт. 8. Первая же

вѣтвь перенесена была въ воду, нагрѣтую до $35,8^{\circ}$, причемъ получено было въ два часа 0,0080 гр., слѣдовательно 0,0040 гр. углекислоты въ часъ. Такимъ образомъ возвышеніе температуры съ 29° до 36° не повлекло за собою абсолютнаго усиленія дыхательной энергіи, а только задержало быстрое паденіе послѣдней, такъ какъ въ вѣтви, оставленной при 29° , энергія дыханія тѣмъ временемъ съ 0,0038 гр. спустилась на 0,0031 гр. Оставаясь затѣмъ нѣкоторое время при средней температурѣ 35° (на этотъ разъ температура не отличалась постоянствомъ и колебалась въ предѣлахъ 34° — 37°), первая вѣтвь дала послѣдовательно 0,0033 гр. и 0,0025 гр. Когда же въ 11 ч. вечера восстановлена была первоначальная температура 29° , то получено:

	a	b
Съ 12 ч. ночи до 9 ч. у.	0,0034 гр.	0,0015 гр.
Съ 9 ч. у. до 12 ч. дня	0,0030 »	0,0010 »

Какъ видно изъ чертежа, кривая I, все время лежавшая выше кривой II, теперь очутилась подъ ней. Очевидно, что въ вѣтви I, въ началѣ заключавшей больше дыхательнаго матерьяла, чѣмъ вѣтвь II, вслѣдствіе господствовавшей нѣкоторое время возвышенной температуры, произошло усиленное сжиганіе этого матерьяла, такъ что, когда обѣ вѣтви очутились снова въ одинаковыхъ внѣшнихъ условіяхъ, отношеніе между вѣтвями оказалось уже обратнымъ.

Совершенно къ тому же заключенію приводитъ и слѣдующій

Двадцать пятый опытъ (черт. 21).

15 іюня въ $11\frac{1}{2}$ ч. утра срѣзаны на солнцѣ два здоровыхъ верхушечныхъ побѣга *Crataegus monogyna* и введены порознь въ стеклянныя трубки, которыя погружены сначала обѣ въ воду, поддерживаемую при температурѣ около 20° . Въ 12 ч. дня пущена струя со скоростью 720 куб. с.

	a		b	
	I	II	I	II
Съ 3 ч. поп. до 6 ч. поп. 15 іюня	0,0102 гр.	0,0105 гр.	0,0034 гр.	0,0035 гр.
Съ 6 ч. поп. до 9 ч. поп.	0,0096	0,0100	0,0032	0,0033
» 9 ч. поп. до 12 ч. н.	0,0090	0,0088	0,0030	0,0029

Въ 12 ч. ночи трубка съ вѣтвью I перенесена въ другой сосудъ съ водою, нагрѣтою до $30,8^{\circ}$, а вѣтвь II оставлена при прежней температурѣ.

	II	
	a	b
Съ 12 ч. н. до 9 ч. у. 16 іюня . . .	0,0188 гр.	0,0021 гр.
» 9 ч. у. до 6 ч. поп.	0,0140 »	0,0015 »
» 6 ч. поп. до $11\frac{1}{2}$ ч. поп. . . .	0,0077 »	0,0014 »
» $11\frac{1}{2}$ ч. поп. до 8 ч. у. 17 іюня.	0,0106 »	0,0012 »

Между тѣмъ вѣтвь I при температурѣ $30,8^{\circ}$ до $30,0^{\circ}$ дышала слѣдующимъ образомъ:

	I	
	a	b
Съ 12 ч. н. до 2 ч. у. 16-го іюня . .	0,0086 гр.	0,0043 гр.
» 2 ч. у. до 9 ч. у.	0,0230 »	0,0033 »
» 9 ч. у. до 12 ч. дня.	0,0083 »	0,0028 »

Въ 12 ч. дня 16 іюня трубка съ вѣтвью II снова перенесена въ воду около 20° .

Съ 12 ч. дня до 6 ч. поп.	0,0076 »	0,0012 »
» 6 ч. поп. до $11\frac{1}{2}$ ч. поп. . . .	0,0062 »	0,0011 »

По окончаніи опыта вѣтви оказались совершенно здоровыми.

Въ началѣ обѣ вѣтви представляли одинаковую энергію дыханія, такъ какъ разности въ 0,0001 гр. слишкомъ ничтожны, чтобъ ихъ нельзя было приписать неточности опредѣленія; въ концѣ же опыта мы видимъ, что вѣтвь I, подвергавшаяся временному возвышенію температуры, дышетъ замѣтно слабѣе вѣтви II, слѣд. бѣднѣе ея дыхательнымъ матерьяломъ.

Двадцать шестой опытъ (черт. 22).

9 іюня въ $9\frac{1}{2}$ ч. утра срѣзаны съ дерева двѣ вѣтви *Larix europaea* и введены порознь въ трубки. Каждая вѣтвь

состоитъ изъ удлиненнаго верхушечнаго побѣга нынѣшняго года и 2—3 лѣтней части, покрытой приблизительно 25 пучками хвой. Обѣ трубки погружены сначала въ сосудъ съ водою, температура которой поддерживается постоянною при 20°. Струя пущена въ 10 ч. утра со скоростью 720 куб. с.

	a		b	
	I	II	I	II
Съ 12 ¹ / ₂ ч. дня до 9 ч. поп. 9 июня	0,0175 гр.	0,0206 гр.	0,0020 ₅ гр.	0,0023 ₅ гр.
» 9 ч. поп. до 8 ч. у. 10 июня	0,0204	0,0240	0,0018 ₅	0,0022

Въ 8 ч. утра трубка № II перенесена въ воду, нагрѣтую до 30,5°, а № I оставленъ въ прежнихъ условіяхъ.

	I	
	a	b
Съ 8 ч. у. до 6 ч. поп.	0,0174 гр.	0,0017 ₅ гр.
» 6 ч. поп. до 10 ч. у. 11 июня .	0,0267 »	0,0016 ₅ »
» 10 ч. у. до 9 ч. поп.	0,0162 »	0,0015 »
» 9 ч. поп. до 9 ч. у. 12 июня .	0,0152 »	0,0013 »

Вѣтвь II, подвергнутая температурѣ 30,5°—31,0°, дала слѣдующій результатъ:

	II.	
	a	b
Съ 8 ч. у. до 12 ч. дня.	?	?
» 12 ч. дня до 6 ч. поп.	0,0304 гр.	0,0051 гр.

Въ 6 ч. поп. температура внезапно возвышена до 34,6°, а затѣмъ до 35,6°.

Съ 6 ч. поп. до 11 ч. поп.	0,0295 гр.	0,0059 гр.
Съ 11 ч. поп. до 10 ч. у. 11 июня .	0,0610 »	0,0055 ₅ »
Съ 10 ч. у. до 3 ¹ / ₄ ч. поп.	0,0250 »	0,0047 ₅ »

Въ 3¹/₄ ч. поп. трубка № II снова перенесена въ воду около 20°.

Съ 3 ¹ / ₄ ч. поп. до 5 ч. поп.	0,0053 гр.	0,0031 гр.
» 5 ч. поп. до 10 ч. поп.	0,0095 »	0,0019 »
» 10 ч. поп. до 9 ч. у. 12 июня .	0,0190 »	0,0017 »

Утромъ 12 июня вѣтвь № I имѣетъ совершенно здоровый, нормальный видъ, въ вѣтви же II верхнія хвой верхушечнаго побѣга оказались слегка поблекшими.

Подобно тому какъ и въ другихъ опытахъ съ лиственни-

цею, вѣтвь I, все время дышавшая при постоянной температурѣ, даетъ почти прямую и притомъ почти горизонтальную линію. Кривая II, изображающая дыханіе другой вѣтви, сначала тянется совершенно параллельно первой, но потомъ, вслѣдствіе сильнаго возвышенія температуры, образуетъ огромный горбъ, а въ концѣ опыта, послѣ возстановленія первоначальныхъ условій, снова тянется параллельно первой кривой. На основаніи того, что было сказано выше, слѣдовало ожидать, что кривая II, послѣ охлажденія вѣтви до температуры другой вѣтви, спустится ниже кривой I; въ данномъ случаѣ однако этого не замѣчается, почему—сказать не умѣю. Дыханіе лиственницы вообще настолько своеобразно, что требуетъ еще дальнѣйшихъ изслѣдованій. Описанный опытъ показываетъ ясно, что при 31° еще не достигнутъ оптимумъ дыханія лиственницы: возвышеніе температуры съ 31° до 36° повлекло за собою явственное дальнѣйшее усиленіе дыхательной энергіи. Сверхъ того стоитъ замѣтить, что при возвышенной постоянной температурѣ (35,6°) энергія дыханія, вмѣсто того чтобы оставаться почти постоянною какъ при 20°, падала весьма быстро и въ теченіе семи часовъ съ 0,0055 гр. спустилась на 0,0047 гр. Такимъ образомъ можно сказать, что возвышеніе температуры приводитъ къ такому же результату, какъ образованіе новаго количества дыхательнаго матеріала на свѣтѣ (ср. опытъ 4). Съ тѣмъ же явленіемъ мы встрѣтимся далѣе у *Populus laurifolia*.

Двадцать седьмой опытъ (черт. 23).

12 іюня въ 1 ч. поп. срѣзана съ дерева вѣтвь *Larix europaea*; верхушка ея отрѣзана и оставлена только дву-и трехлѣтняя часть съ 29 пучками здоровыхъ хвой, которая заключена въ трубку и опущена въ воду 20°. Струя пущена въ 1¹/₂ ч. поп. со скоростью 720 куб. с.

	a	b
Съ 3 ч. поп. до 9 ч. поп. 12 іюня	0,0223 гр.	0,0037 гр.

Въ 9 ч. вечера трубка перенесена въ воду, нагрѣтую до 30°.

Съ 9 ч. поп. до 1 ч. у. 13 июня . . 0,0292 гр. 0,0073 гр.
 » 1 ч. у. до 8 ч. у. 0,0546 » 0,0078 »
 Къ 9 ч. утра температура вѣшной воды доведена до 38,5°.
 Съ 8 ч. у. до 12 ч. дня 0,0412 гр. 0,0103 гр.
 » 12 ч. дня до 6 ч. поп. 0,0592 » 0,0099 »
 Теперь температура понижена до 30°—33°.
 Съ 6 ч. поп. до 11½ ч. поп. . . . 0,0342 гр. 0,0062 гр.
 » 11½ ч. поп. до 8½ ч. у. 14 июня 0,0492 » 0,0055 »
 Трубка перенесена въ воду около 19,5°.
 Съ 8½ ч. у. до 11 ч. у. 0,0068 гр. 0,0027 гр.
 » 11 ч. у. до 2 ч. поп. 0,0064 » 0,0021 »
 » 2 ч. поп. до 7½ ч. поп. 0,0116 » 0,0021 »
 Въ 9 ч. вечера труба снова перенесена въ воду около 30°.
 Съ 12 ч. н. до 10 ч. у. 15 июня . . 0,0380 гр. 0,0038 гр.

Бросивъ взглядъ на черт. 23, мы тотчасъ замѣчаемъ, что вплоть до 38,5° возвышеніе температуры сопровождается усиленіемъ энергіи дыханія: кривая дыханія представляетъ выступы и впадины, соотвѣтствующія такимъ же неровностямъ кривой температуръ. Кажущееся усиленіе дыханія въ то время, какъ температура остается приблизительно постоянною (2 и 3 точки кривой) совершенно понятно, такъ какъ опредѣленіе выделяемой углекислоты начиналось здѣсь прежде, нежели вѣтвь успѣвала принять новую температуру: вторая точка кривой, очевидно, соотвѣтствуетъ не 30°, а неизвѣстной температурѣ, заключенной въ промежуткѣ 20° и 30°. Тѣмъ же обстоятельствомъ, конечно, объясняется и сравнительно слабое пониженіе кривой между 4 и 5 точками, несмотря на (повидимому) постоянную высокую температуру. Напротивъ, между 6 и 7 точками наклонность къ быстрому паденію при высокихъ температурахъ, обнаружившаяся въ предыдущемъ опытѣ, проявляется весьма рѣзко: несмотря на замѣтное возвышеніе температуры, наблюдается значительное пониженіе. Какъ только водворилась постоянная и невысокая температура (20°), наступило характерное для лиственницы постоянство дыхательной энергіи (двѣ предпоследнія точки кривой).

Двадцать восьмой опытъ (черт. 24).

11 сентября въ 11 ч. утра срѣзаны свѣжія вѣтви *Populus laurifolia* съ молодыми еще листьями на вершинѣ. Въ болѣе широкую трубку № I введенъ одинъ толстостебельный побѣгъ съ 4 листьями, а въ болѣе узкую трубку № II два тонкостебельныхъ побѣга съ 11 листьями. Трубка № I погружена въ теплую воду около 31° (температура, впрочемъ, довольно непостоянна), трубка № II введена въ воду 12°—13°. Струя пущена въ 12 ч. дня со скоростью 560 куб. с.

	a		b	
	I	II	I	II
Съ 2 ч. поп. до 7 ч. поп. 11 сент.	0,0356 гр.	0,0182 гр.	0,0071 гр.	0,0036 гр.
« 7 ч. поп. до 12 ч. н.	0,0280	0,0160	0,0056	0,0032
« 12 ч. н. до 9 ч. у. 12 сент.	0,0380	0,0252	0,0042	0,0028
« 9 ч. у. до 2 ч. поп.	0,0179	0,0120	0,0036	0,0024

Такъ какъ въ вѣтви I листья оказались вдоль жилокъ побѣлѣвшими, то она брошена и опытъ продолжался только съ вѣтвями II.

	a	b
Съ 2 ч. поп. до 12 ч. дня 13 сент.	0,0434 гр.	0,0019 гр.
» 12 ч. дня до 5 ч. поп.	0,0101 »	0,0020 »
Листья совершенно свѣжи. Въ 5 ч. поп. трубка перенесена въ воду, нагрѣтую до 30°. До 7 ч. поп. углекислота не собиралась.		
Съ 7 ч. поп. до 11 ч. поп.	0,0326 гр.	0,0081 гр.
» 11 ч. поп. до 8 ч. у. 14 сент. . .	0,0612 »	0,0068 »
» 8 ч. у. до 12 ч. дня.	0,0232 »	0,0058 »
» 12 ч. дня до 4 ч. поп.	?	?
» 4 ч. поп. до 8 ч. поп.	0,0214 »	0,0053 »
» 8 ч. поп. до 12 ч. н.	0,0208 »	0,0052 »
» 12 ч. н. до 9 ч. у. 15 сентября	0,0472 »	0,0052 »

Въ 9 ч. утра всѣ листья совершенно свѣжи. Трубка перенесена въ воду 11,6°.

Съ 11 ч. у. до 6 ч. поп.	0,0084 гр.	0,0012 гр.
» 6 ч. поп. до 9 ч. поп.	0,0394 »	0,0014 »

Оба побѣга имѣютъ совершенно нормальный видъ. —Этотъ опытъ любопытенъ во многихъ отношеніяхъ. Во-первыхъ, онъ

указываетъ на существованіе постоянного отношенія между энергіями дыханія при двухъ различныхъ температурахъ. При повышеніи температуры съ 12° до 30° энергія дыханія возвысилась съ 0,0020 гр. до 0,0081₅ гр., слѣдовательно увеличилась почти въ 4,1 раза; при наступившемъ въ послѣдствіи пониженіи температуры съ $30,4^{\circ}$ до $11,6^{\circ}$ энергія дыханія упала съ 0,0052 на 0,0012, т. е. уменьшилась почти въ 4,4 раза. Если принять въ соображеніе, что, судя по быстрому первоначальному паденію кривой при 30° , соответствующая 0,0020 гр. точка должна лежать нѣсколько выше 0,0081 — при 0,0088 или 0,0090, а также, что при охлажденіи крайнія температуры отстояли другъ отъ друга почти на цѣлый градусъ далѣе нежели при нагреваніи, то нѣсколько бѣльшая величина втораго отношенія—4,4—становится совершенно естественною. Во-вторыхъ, мы встрѣчаемся здѣсь съ явленіемъ замѣченнымъ уже выше у лиственницы; возвышеніе температуры дѣйствуетъ на подобіе временнаго освѣщенія; кривая, сдѣлавшаяся совершенно отлогою, поднявшись высоко, вслѣдствіе нагреванія вѣтви, начинаетъ круто опускаться, что выступаетъ особенно рѣзко при вычисленіи коэффиціента A . Пока господствуетъ температура около 12° , A представляетъ послѣдовательно возрастающія величины: 38,0 48,7 68,5, тотчасъ же вслѣдъ за нагреваніемъ, A понижается до 36,0, совершенно на подобіе того, какъ это происходитъ послѣ новообразованія дыхательнаго матерьяла, благодаря временному освѣщенію (см. напр. вычисленіе A для кривой II перваго опыта, стр. 75).

Двадцать девятый опытъ (черт. 25).

17 сентября въ $9\frac{1}{2}$ ч. утра срѣзаны съ дерева двѣ свѣжія вѣтви *Populus laurifolia* и концы ихъ введены порознь въ трубки. Вѣтвь № I, заключенная въ болѣе широкую трубку, имѣетъ четыре, а вѣтвь № II, введенная въ болѣе узкую трубку—шесть листьевъ; верхній листъ каждой вѣтви только что развернулся. Трубка № I опущена въ теплую воду, под-

держиваемую около 37° , трубка № II—въ воду, имѣющую температуру 23° — 24° . Струя пущена въ 10 ч. утра, со скоростью 560 куб. с.

	a		b	
	I гр.	II гр.	I гр.	II гр.
Съ 12 ч. дня до 3 час. поп. 17-го сент. . .	0,0207	0,0162	0,0069	0,0054
Съ 3 ч. поп. до 6 ч. поп.	0,0184	0,0139	0,0061	0,0046 ₅
Съ 6 ч. поп. до 9 ч. поп.	0,0155	0,0118	0,0052	0,0039 ₅
Съ 9 час. поп. до 12 час. н.	0,0141	0,0109	0,0047	0,0036 ₅
Съ 12 ч. н. до 8 час. утра 18-го сент. . .	0,0328	0,0264	0,0041	0,0033
Съ 8 ч. у. до 11 час. у.	0,0118	0,0092	0,0039	0,0031

Въ 11 ч. утра 18 сентября трубка № I перенесена въ воду 24° , а трубка № II—въ воду $37,5^{\circ}$. Отъ 11 ч. у. до 1 ч. поп. углекислота не собиралась.

Съ 1 ч. поп. до 5 ч. поп.	0,0065	0,0294	0,0016	0,0073 ₅
Съ 5 ч. поп. до 11 час. поп.	0,0110	0,0356	0,0018	0,0059 ₅
Съ 11 ч. поп. до 9 ч. у. 19-го сент. . . .	0,0216	0,0500	0,0021 ₅	0,0050

Утромъ 19 сентября, по окончаніи опыта, оба побѣга имѣютъ совершенно здоровый видъ. Постоянное отношеніе между энергіями дыханія при двухъ различныхъ температурахъ обнаруживается здѣсь еще рѣзче, чѣмъ въ предыдущемъ опытѣ. При возвышеніи температуры съ 24° до $37,4^{\circ}$ энергія дыханія возросла съ 0,0031 до 0,0073₅, т. е. увеличилась въ 2,37 раза; при пониженіи же температуры съ $37,6^{\circ}$ до 24° отношеніе $\frac{39}{16} = 2,43$. Коэффиціентъ A измѣняется совершенно въ томъ же смыслѣ, какъ и въ предыдущемъ случаѣ. Для кривой II напр., пока вѣтвь находится при температурѣ 23° — 24° , A представляетъ слѣдующія величины 20,0 18,4 38,0 54,8 87,8, а вслѣдъ за возвышеніемъ температуры до $37,5^{\circ}$, A быстро понижается: 23,7 46,0. Весьма любопытно, что послѣ внезапнаго пониженія температуры (кривая I) энергія дыханія остывшей вѣтви начинаетъ понемногу возрастать. Это явленіе обнаружилось и въ предшествующемъ опытѣ, но тамъ увеличеніе было настолько незначительно, что его можно было приписать ошибкѣ въ опредѣленіи, тогда какъ здѣсь мы получаемъ цѣлыхъ три точки, лежащихъ каждая значительно выше предыдущей. Очевидно, мы имѣемъ здѣсь дѣло съ тѣмъ же самымъ явленіемъ, которое было замѣчено Волковымъ и

Майеромъ. Изслѣдуя вліяніе колебаній температуры на дыханіе, они пришли къ тому заключенію, что внезапность возвышенія температуры не оказываетъ замѣтнаго вліянія, тогда какъ быстрое охлажденіе явственнымъ образомъ ослабляетъ энергію дыханія ¹⁾.

Въ заключеніе я желалъ бы обратить вниманіе еще на одно любопытное обстоятельство. Температура, при которой ведется опытъ, повидимому, не оказываетъ сколько нибудь замѣтнаго вліянія на форму кривой, изображающей измѣненіе энергіи дыханія въ темнотѣ. Сравнивая напр. различныя кривыя для возростающихъ на концѣ вѣтвей *Populus laurifolia* (черт. 9, II; черт. 12, I; черт. 15—17), нельзя не сказать, что онѣ совершенно сходны между собою, представляются одинаково выпуклыми ²⁾, хотя получены при различныхъ температурахъ (15,5°, 19°, 21° и 30°). Такимъ образомъ, имѣя предъ собою кривую, рѣшительно нельзя сказать, какой температурѣ она соотвѣтствуетъ (предполагая, конечно, что величина вѣтви и количество заключеннаго въ ней дыхательнаго матерьяла неизвѣстны). Разумѣется, я имѣю здѣсь въ виду только законъ пониженія энергіи дыханія, а не абсолютную величину послѣдней, которая, какъ мы видѣли, находится въ строгой зависимости отъ температуры. Всего рельефнѣе обнаруживается явленіе, о которомъ идетъ рѣчь, въ послѣднемъ, 29 опытѣ. Кривыя I и II на черт. 25 тянутся почти параллельно другъ другу, слегка сближаясь между собою, а между тѣмъ кривая II соотвѣтствуетъ температурѣ 23,5°, лежащей возлѣ оптимума роста, тогда какъ кривая I получена при температурѣ 37°, близкой къ верхнему предѣлу. Величины коэффициента *A* чрезвычайно близки для обѣихъ кривыхъ:

I:	24,4	20,0	29,7	40,4	87,3
II:	20,0	18,4	38,0	54,8	87,8

Но не только кривыя разныхъ вѣтвей, дышащихъ при совер-

¹⁾ I. c. p. 513.

²⁾ Особенно, если принять въ соображеніе, что въ черт. 15—17, изображающихъ опыты, произведенные въ приборахъ Волкова и Майера, закругленіе кривой нѣсколько слабѣе дѣйствительнаго, вслѣдствіе значительнаго уменьшенія количества кислорода въ приборѣ къ концу опыта.

шенно различныхъ постоянныхъ температурахъ, представляютъ одинаковую форму; тоже самое распространяется и на различныя части кривой одной и той же вѣтви, подвергавшейся послѣдовательно различнымъ температурамъ, что ясно видно какъ въ 28, такъ и въ 29 опытахъ: усилившись вслѣдствіе внезапнаго возвышенія температуры, энергія дыханія описываетъ затѣмъ на большей высотѣ новый кусокъ кривой, который представляетъ точное повтореніе съ самаго начала перваго куска. При взглядѣ на черт. 24, второй кусокъ кривой II, соотвѣтствующій 30°, кажется несравненно выпуклѣе перваго, полученнаго при 12°, но это зависитъ только оттого, что второй кусокъ приподнятъ на значительную высоту: относительное паденіе тоже самое, какъ видно изъ измѣненій *A*. Въ самомъ дѣлѣ *A*, возвышавшееся съ 38,0 на 48,7 68,5 и т. д., теперь возвращается къ первоначальной величинѣ—36,0. Совершенно тоже повторяется и на черт. 25 для кривой II: повышеніе температуры возвращаетъ *A* его первоначальную величину.

Указанная независимость формы кривой отъ температуры опыта представляется мнѣ весьма странною и, какъ мнѣ кажется, противорѣчитъ тому, что было говорено выше о вліяніи роста на законъ пониженія энергіи дыханія. Если значительная выпуклость кривой, изображающей дыханіе растущаго на концѣ побѣга, есть результатъ усложненія, вызваннаго тѣмъ, что пластическій матерьялъ истощается въ двоякомъ направленіи, то совершенно непонятно, какимъ образомъ измѣненія температуры, столь сильно и своеобразно вліяющія на ростъ, останутся безъ вліянія на форму кривой дыханія. Можно было, напротивъ, ожидать, что по мѣрѣ возвышенія температуры за оптимумъ (роста) выпуклость кривой дыханія будетъ все болѣе и болѣе сглаживаться и кривая постепенно приблизится къ почти прямой линіи, которую даютъ, какъ мы видѣли, неростущіе органы. Во всякомъ случаѣ этотъ вопросъ нуждается еще въ дальнѣйшей разработкѣ, тѣмъ болѣе, что самые рѣшительные опыты (28 и 29) произведены были въ неблагоприятное время года.

Объясненіе чертежей.

(см. стр. 27).

Черт. 1. Дыханіе двухъ растущихъ на концѣ побѣговъ *Crataegus*, подвергавшихся въ теченіе опыта временному освѣщенію.

Черт. 2. Дыханіе побѣга *Spiraea opulifolia*, дважды выставлявшагося на свѣтъ.

Черт. 3. Дыханіе побѣга *Spiraea opulifolia* при очень высокой температурѣ (38°); въ концѣ опыта выставленъ былъ на свѣтъ.

Черт. 4. Дыханіе двухъ побѣговъ *Crataegus*. Вліяніе углекислоты: I выставялся на свѣтъ безъ—, II—съ углекислотою.

Черт. 5. Вліяніе углекислоты. Два побѣга *Crataegus*: I выставялся на свѣтъ безъ—, II—съ углекислотою.

Черт. 6. Вліяніе различно окрашенныхъ лучей свѣта. Два побѣга *Crataegus*. Въ началѣ опыта I получалъ синій—, II—желтый свѣтъ, а въ концѣ опыта—наоборотъ.

Черт. 7. Тоже. Два побѣга *Spiraea opulifolia*: I находился подъ синимъ—, II—подъ желтымъ свѣтомъ.

Черт. 8. Дыханіе двухъ побѣговъ *Crataegus*: II находился все время въ темнотѣ при постоянной температурѣ, I—временно нагрѣвался, а впослѣдствіи дважды выставялся на свѣтъ въ воздухѣ, бѣдномъ углекислотою.

Черт. 9. Дыханіе побѣговъ *Quercus pedunculata* (I) и

Populus laurifolia (II) въ темнотѣ при постоянной температурѣ.

Черт. 10. Дыханіе двухъ побѣговъ *Crataegus* съ обрѣзанными верхушками.

Черт. 11. Дыханіе двухъ побѣговъ *Crataegus*, въ темнотѣ при одинаковой постоянной температурѣ: I—побѣгъ, растущій на концѣ, II—побѣгъ съ обрѣзанною верхушкою.

Черт. 12. Тоже для *Populus laurifolia*.

Черт. 13. Тоже для *Acer platanoides*. I—ограниченный побѣгъ безъ молодыхъ листьевъ на концѣ, II—возрастающій при вершинѣ побѣгъ.

Черт. 14. Дыханіе побѣга *Crataegus* въ приборѣ Волкова и Майера.

Черт. 15—17. Дыханіе побѣговъ *Populus laurifolia* въ приборѣ В. и М.

Черт. 18. Тоже. Вліяніе перемѣны воздуха въ приборѣ.

Черт. 19. Дыханіе побѣга *Crataegus* въ приборѣ В. и М. Вліяніе возвышенія температуры и перемѣны воздуха въ приборѣ.

Черт. 20. Дыханіе побѣга *Crataegus* въ приборѣ В. и М. Вліяніе временнаго пониженія температуры.

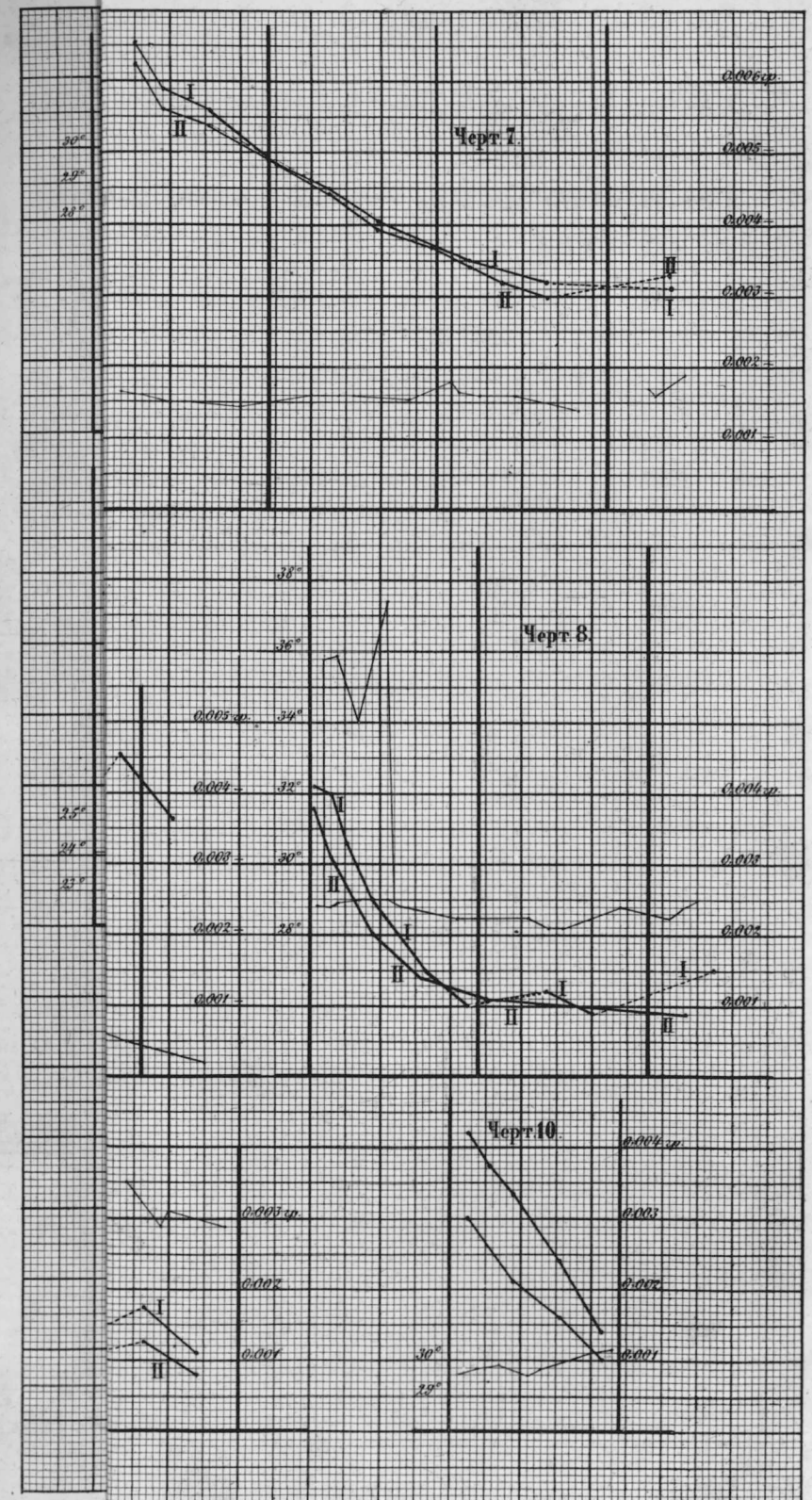
Черт. 21. Дыханіе двухъ побѣговъ *Crataegus*: II остается все время при постоянной температурѣ, I—временно нагрѣвается.

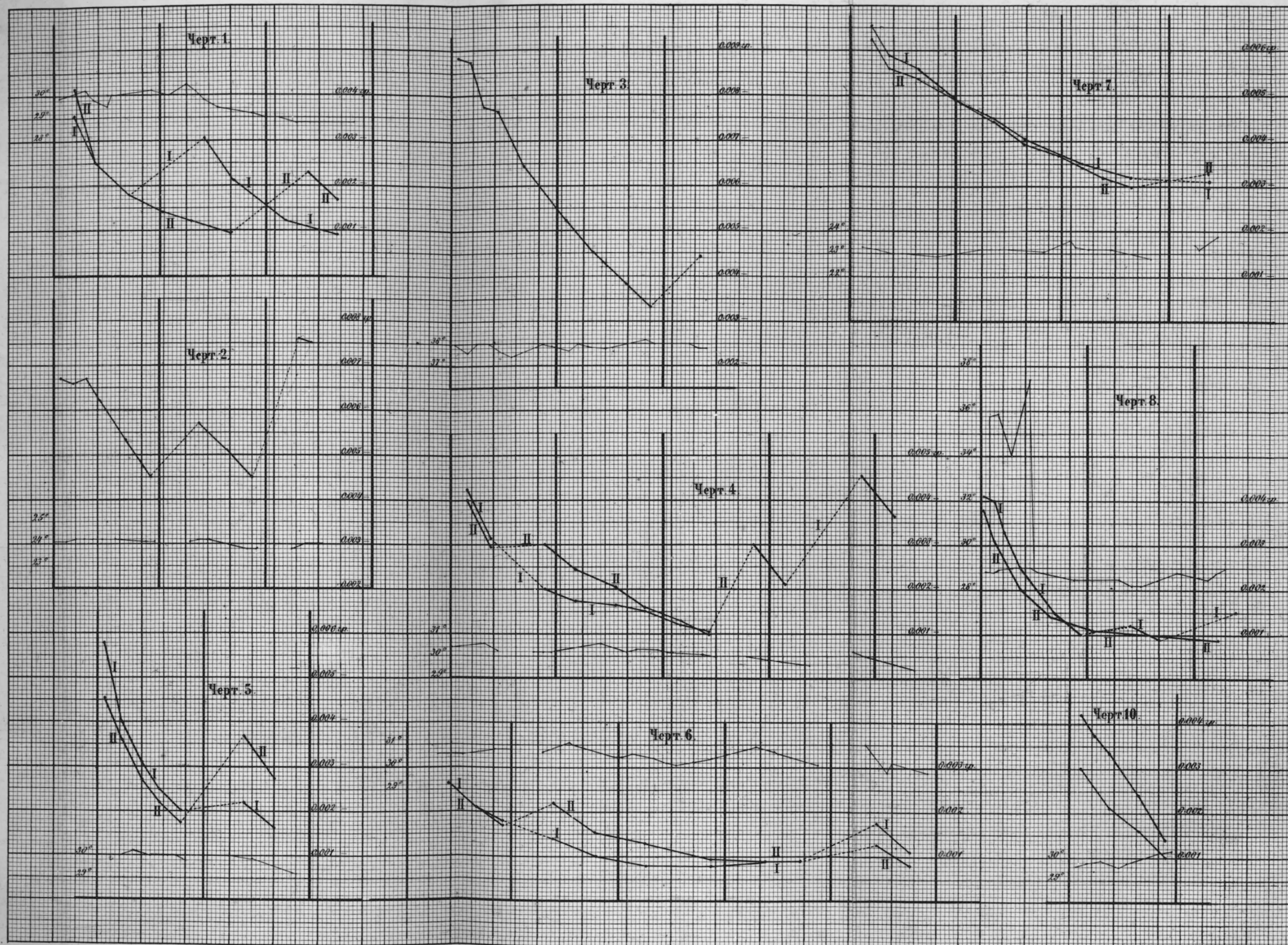
Черт. 22. Двѣ вѣтви *Larix europaea*: I дышетъ все время при постоянной температурѣ, II—временно нагрѣвается.

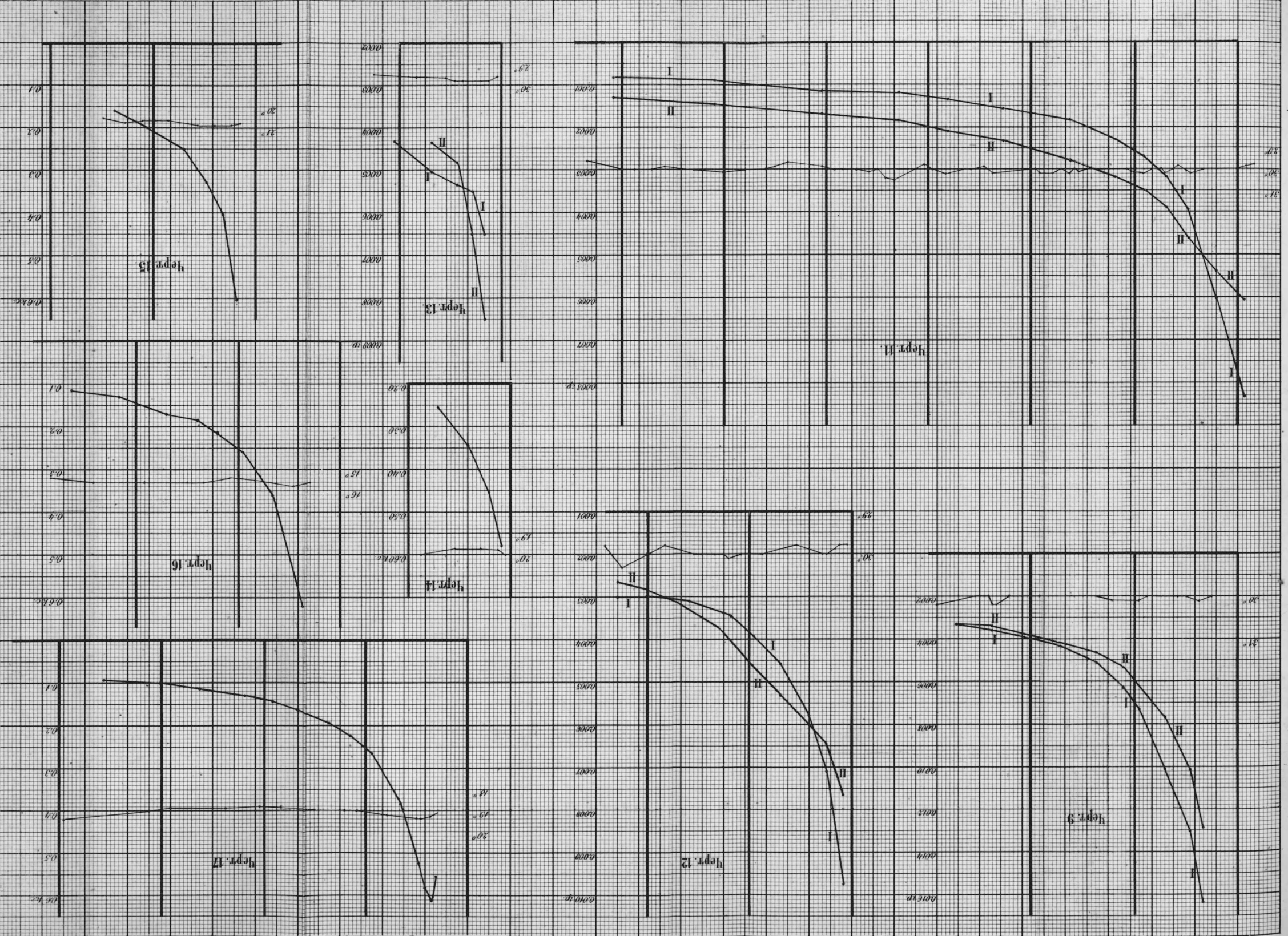
Черт. 23. Дыханіе вѣтви *Larix europaea* при измѣнчивой температурѣ.

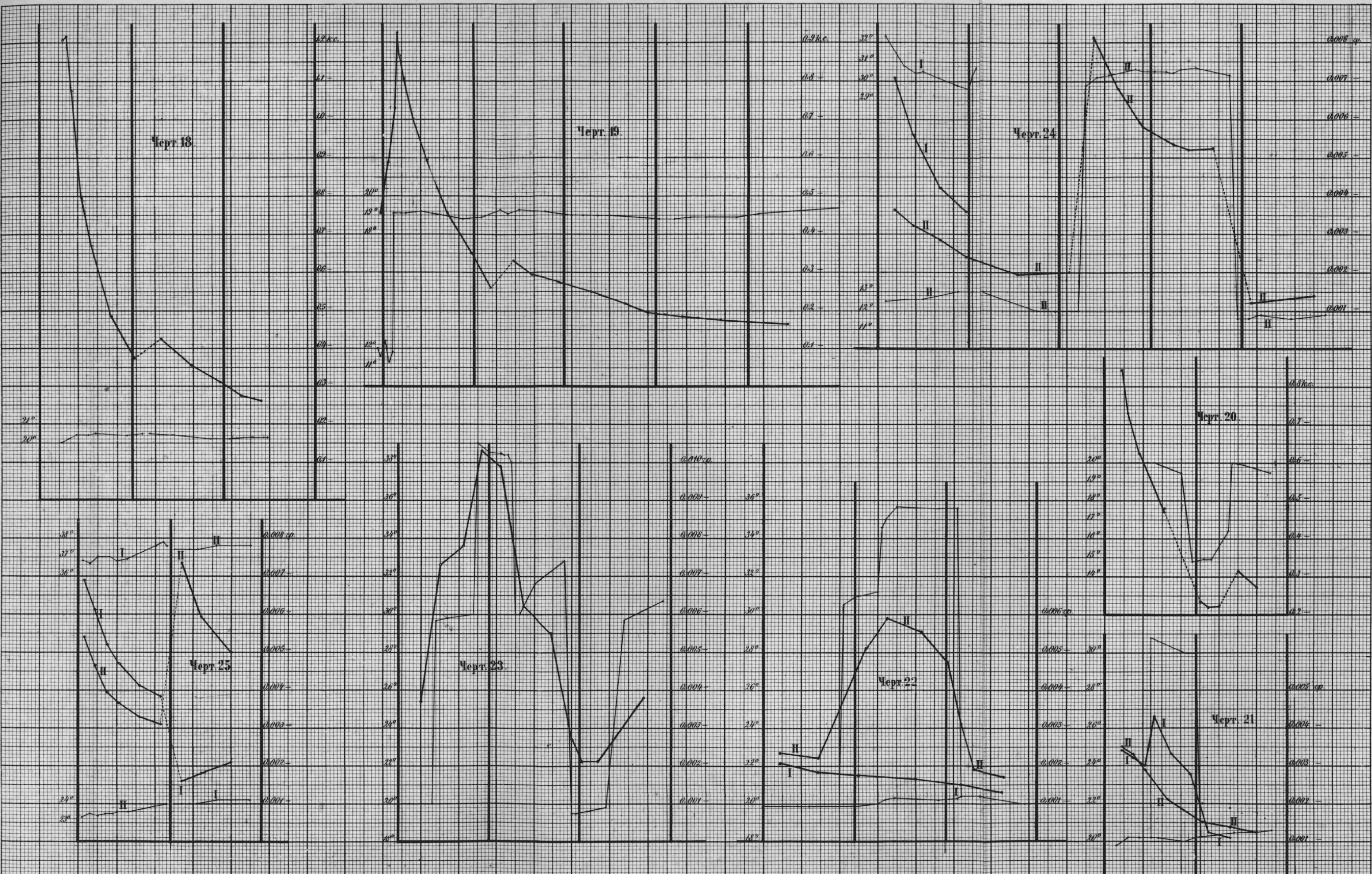
Черт. 24. Вліяніе временнаго возвышенія температуры на
дыханіе. Побѣги *Populus laurifolia*.

Черт. 25. Дыханіе двухъ побѣговъ *Populus laurifolia*.
Вліяніе нагрѣванія и охлажденія.









ПОЛОЖЕНІЯ.

1) Энергія дыханія какой либо части растенія опредѣляется не только условіями, господствующими въ данный моментъ, но и условіями, которымъ подвергалось растеніе до начала опыта.

2) Временное освѣщеніе усиливаетъ дыханіе, потому что вызываетъ новообразованіе углеводовъ.

3) Углеводы (и жиры) служатъ дыхательнымъ матерьяломъ, вѣроятно, только косвенно.

4) Углекислота, развивающаяся при нормальномъ дыханіи, и углекислота, выдѣляемая въ атмосферѣ, лишенной кислорода, должны имѣть одинаковый источникъ.

5) Обратное превращеніе аспарагина въ бѣлковое вещество не можетъ еще считаться строго доказаннымъ.

По опредѣленію фанко-математическаго факультета С.-Петербургскаго Университета печатать позволено, 14 мая 1876 года.

Деканъ А. Бекетовъ.

Слб Типографія В. Демакова, Новый пер. д. № 7.