

В. И. Палладин

**Дыхание растений как сумма
ферментативных процессов**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 57
ББК 28
В11

В11 **В. И. Палладин**
Дыхание растений как сумма ферментативных процессов / В. И. Палладин – М.: Книга по Требованию, 2014. – 66 с.
ISBN 978-5-458-59254-3

ISBN 978-5-458-59254-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2014
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2014

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

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

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

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

Для замораживанія растенія помѣщаются въ большія пробирки, емкостью въ 100 к. ст., плотно закрывающіяся каучуковыми пробками. Затѣмъ пробки сверху замазываются вазелиномъ, чтобы внутри не могъ попасть растворъ солей. Пробирки помѣщаются въ смѣсь изъ снѣга, или льда, хлористаго натра и азотнокислаго амміака ¹⁾. Черезъ часъ температура опускается ниже -20° . Растенія оставались въ смѣси до слѣдующаго дня (около 20 часовъ), когда температура смѣси поднималась до -10° или до -3° . Замороженные растенія помѣщались въ V-образную трубку, въ задній конецъ которой сверху помѣщалась пробка изъ ваты, смачивавшаяся затѣмъ 4 к. см. толуола. Поэтому входившій въ приборъ газъ (воздухъ или водородъ) насыщался парами толуола, недопуская развитія въ приборѣ бактерій. Пары толуола не оказывали никакого вліянія на титръ баритовой воды, служившей для поглощенія углекислоты. Особенность моего метода состоитъ въ томъ, что замороженные растенія помѣщаются въ приборъ въ цѣломъ, неизмѣненномъ видѣ. Мои опыты показали, что только въ такомъ случаѣ онѣ даютъ большія количества углекислоты. *Посмертное нарушеніе анатомическаго и клеточнаго строенія вредно отражается на работѣ энзимъ.* Растенія оставались въ V-образной трубкѣ до полного прекращенія выдѣленія углекислоты. Въ однихъ опытахъ черезъ трубку пропускался только воздухъ. Въ другихъ же опытахъ сначала пропускался токъ водорода т. е. опредѣлялась сначала углекислота анаэробнаго дыханія. Когда выдѣленіе такой углекислоты прекращалось, пускался токъ воздуха и тогда обыкновенно (не всегда) снова начиналось сильное выдѣленіе углекислоты отъ окислительныхъ процессовъ. Это выдѣленіе углекислоты также постепенно сводилось къ нулю. Энзиму анаэробнаго дыханія высшихъ растеній, не сопровождающагося образованіемъ спирта, я называлъ въ предыдущей работѣ *карбоназой*. Энзиму наступающаго послѣ введенія кислорода окислительнаго процесса я пока въ настоящей работѣ называю *оксидазой*, считая ее согласно Шода и Баху состоящей изъ *пероксидазы* и *оксигеназы*.

Такъ какъ окислительные процессы могутъ идти только при наличности пероксидазы, оксигеназы, а также окисляемаго вещества, то наступающее на воздухѣ прекращеніе выдѣленія углекислоты заставляетъ предполагать полное расходованіе одного изъ трехъ названныхъ веществъ. Опыты показали, что расходуется обыкновенно ранѣе окисляемое вещество. Поэтому количество углекислоты, выдѣляемое послѣ введенія въ приборъ воздуха, показываетъ обыкновенно количество окисляемаго вещества.

Послѣ полного прекращенія выдѣленія углекислоты на воздухѣ, въ части опытовъ растенія вынимались изъ V-образной трубки, растирались въ ступкѣ, разбавлялись дистиллированной водой и полученная масса помѣщалась въ эрленмейеровскую колбу, емкостью въ 300 к. см. Затѣмъ колбу послѣ прибавленія 20° раствора пирогалловой кислоты (окисляемаго вещества), затыкалась каучуковой пробкой съ двумя изогнутыми стеклянными трубками и перевертывалась (рис. 1-й). Черезъ одну трубку входилъ воздухъ и выгонялъ образующуюся въ жидкости углекислоту. Другая трубка служила для выхода газовъ.

1) Welter. Tiefe Temperaturen. 1895.

Послѣ прибавленія пирогалловой кислоты въ большинствѣ случаевъ снова начиналось очень сильное выдѣленіе углекислоты. Пирогалловую кислоту для обнаруживанія и сравнительнаго количественнаго опредѣленія окислительныхъ энзимъ примѣняли Бертранъ и затѣмъ Шода и Бахъ. Присоединяясь къ теоріи Шода и Баха, я считаю, что углекислота выдѣляемая послѣ прибавленія пирогалловой кислоты, есть результатъ совмѣстной работы оксигеназы (сложной перекиси) и пероксидазы. Поэтому на основаніи количества выдѣленной при этихъ условіяхъ углекислоты заключаю о количествѣ оставшейся въ растеніяхъ

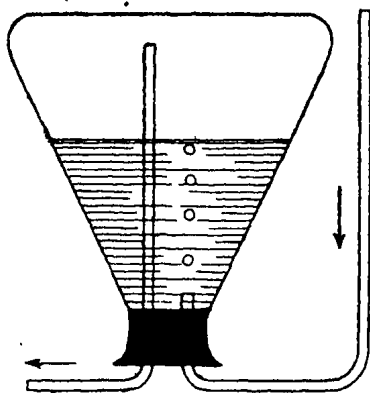


Рис. 1-й.

оксигеназы. Сумма изъ углекислоты, выдѣленной послѣ введенія кислорода, и углекислоты, выдѣленной послѣ прибавленія пирогалловой кислоты, даетъ понятіе о количествѣ бывшей въ растеніяхъ оксигеназы. Наступающее черезъ нѣкоторое время прекращеніе выдѣленія углекислоты указываетъ на изчезновеніе оксигеназы. Тогда въ колбу приливался 3% растворъ перекиси водорода и снова начиналось сильное выдѣленіе углекислоты. Такъ какъ часть пероксидазы, согласно теоріи Шода и Баха, была уже израсходована на совмѣстную работу съ оксигеназой, то количество выдѣленной послѣ прибавленія H_2O_2 , углекислоты показываетъ только оставшееся неизрасходованнымъ количество пероксидазы. Сумма же углекислоты, выдѣлен-

ной какъ послѣ введенія кислорода, такъ и послѣ прибавленія пирогалловой кислоты, а также послѣ прибавленія H_2O_2 , даетъ понятіе о количествѣ бывшей въ изслѣдованномъ растеніи пероксидазы.

Если же устранить теоретическія соображенія, то углекислота окислительныхъ процессовъ будетъ троякаго происхожденія:

- 1) послѣ введенія кислорода,
- 2) послѣ прибавленія пирогалловой кислоты, и
- 3) послѣ прибавленія перекиси водорода.

Опредѣленіе выдѣлившейся во всѣхъ четырехъ случаяхъ углекислоты производилось при помощи Петтенкоферовскихъ трубокъ.

Объектами изслѣдованія были этиолированные листья *Vicia Faba*, верхушки этиолированныхъ стеблей *Vicia Faba*, зародыши пшеницы и старые листья *Ficus elastica*, *Plectogune japonica* и *Piperomia magnifera*, а также различные сѣмена.

Этиолированные листья въ однихъ опытахъ замораживались какъ только были сняты, въ другихъ опытахъ они предварительно культивировались въ теченіе нѣсколькихъ дней на 10% растворѣ сахарозы въ темнотѣ или на разсѣянномъ свѣтѣ и только тогда уже замораживались. Листья культивировавшіеся на свѣтѣ дѣлались ярко зелеными.

Зародыши пшеницы получались изъ Цюриха (городская мельница). Она предварительно отсѣивалась отъ постороннихъ веществъ, промывалась въ водѣ, затѣмъ намачива-

лась отъ 1—2 часовъ подъ тонкимъ слоемъ воды и наконецъ лежали тонкимъ слоемъ на пропускной бумагѣ еще около часа. Только тогда они помѣщались въ приборъ для дыханія, или замораживались.

І. ВЛІЯНІЕ ПИТАНІЯ И СТАДІИ РАЗВИТІЯ.

Опытъ 1-й.

Этіолированные листья (менѣе средней величины) *Vicia Faba* раздѣлены на четыре порціи. Двѣ порціи были непосредственно помѣщены въ приборъ для дыханія, остальные же двѣ порціи культивировались предварительно въ плоскихъ чашкахъ на 10% растворѣ сахарозы въ темнотѣ въ теченіе двухъ сутокъ и только затѣмъ были помѣщены въ приборъ для дыханія.

А. Безъ кормленія сахарозой. (Живые листья).

Температура во время опыта 19° Ц.

Продолжительность опыта.	1-я порція (3,8 гр.). Т о к ъ в о з д у х а.			2-я порція (4,2 гр.). Т о к ъ в о д о р о д а.		
	Количество CO_2 въ миллигр.	Количество CO_2 на 100 гр. листьевъ.	CO_2 на 100 гр. въ 1 часъ.	Количество CO_2 въ миллигр.	Количество CO_2 на 100 гр. листьевъ.	CO_2 на 100 гр. въ 1 часъ.
3 часа	7,6	200	66,6	3,6	86	28,7
3 часа	4,8	126	42,0	2,0	48	16,0
15 $\frac{1}{2}$ часовъ	18,0	474	30,6	6,4	152	9,8
				Т о к ъ в о з д у х а.		
2 часа	—	—	—	4,4	105	52,5
21 $\frac{1}{2}$ часъ	—	—	—	22,0	520	24,2

По окончаніи опыта листья первой порціи были измельчены съ 50 к. ст. дистиллированной воды и помѣщены въ перевернутую Эрленмейеровскую колбу, въ которую время отъ времени приливалась перекись водорода.

Количество прибавлен- ной H_2O_2 .	Продолжительность опыта.	Количество CO_2 въ миллигр.	CO_2 на 100 гр. листьевъ.
10 к. ст.	23 часа	31,6	831
10 к. ст.	48 часовъ	32,8	868
			1694

В. *Послѣ кормленія сахаромъ. (Живые листья).*

Температура во время опыта 18° Ц.

Продолжительность опыта.	3-я порція (3,6 гр.). Т о к ъ в о з д у х а.			4-я порція (3,7 гр.). Т о к ъ в о д о р о д а.		
	Количество CO_2 въ миллигр.	Количество CO_2 на 100 гр. листьевъ.	CO_2 на 100 гр. въ 1 часъ.	Количество CO_2 въ миллигр.	Количество CO_2 на 100 гр. листьевъ.	CO_2 на 100 гр. въ 1 часъ.
3 часа	14,8	411	137,0	5,2	140	46,6
3 часа	14,8	411	137,0	4,4	119	39,7
17 часовъ	50,0	1388	81,6	20,0	540	31,8
7 1/2 часовъ	22,8	633	84,4	—	—	—
4 1/2 часа	—	—	—	6,4	173	38,4
Т о к ъ в о з д у х а.						
3 1/2 часа	—	—	—	20,0	540	154,3

По окончаніи опыта листья 3-ей порціи были измельчены съ 50 к. ст. дистиллированной воды и помѣщены въ перевернутую Эрленмейеровскую колбу, куда прибавлялась перекись водорода. Они выдѣлили слѣдующія количества углекислоты:

Количество прибавлен- ной H_2O_2 .	Продолжительность опыта.	Количество CO_2 въ миллигр.	CO_2 на 100 гр. листьевъ.
10 к. ст.	21 часъ	59,6	1655
10 к. ст.	19 часовъ	54,4	1511
10 к. ст.	24 часа	63,6	1766
			4932

Отношеніе количествъ углекислоты, выдѣленной живыми листьями 3-ей и 1-ой порціи въ послѣдніе часы передъ измельченіемъ ихъ равняется:

$$\frac{84,4}{30,6} = 2,7.$$

Отношеніе количествъ углекислоты выдѣленной измельченными листьями послѣ прибавленія перекиси водорода равняется

$$\frac{4932}{1694} = 2,9.$$

Слѣдовательно, во сколько разъ кормленныя сахаромъ живыя листья выдѣлили болѣе углекислоты, чѣмъ листья не получившія сахара во столько же разъ и убитыя листья, кормленныя сахаромъ, съ перекисью водорода выдѣлили болѣе углекислоты, чѣмъ убитыя листья, не получившіе сахара.

Результаты этого опыта изображены на рисункѣ 2-мъ.

Мы видимъ, что согласно съ моими прежними изслѣдованіями¹⁾, подтвержденными Годлевскимъ²⁾, введеніе сахара сильно повышаетъ энергію дыханія какъ нормальнаго, такъ и анаэробнаго. Кромѣ того оказывается, что послѣ продолжительнаго пребыванія въ атмосферѣ водорода переходъ къ кислородному дыханію, въ листьяхъ обоего рода, сопровождается временной сильной вспышкой дыханія. Подобное же временное усиленіе дыханія, превышающее въ нѣсколько разъ нормальное дыханіе, я наблюдалъ уже у водоросли *Chlorothecium saccharophilum*³⁾.

ОПЫТЪ 2-й.

Крупныя этиолированныя листья *Vicia Faba* раздѣлены на четыре порціи. Двѣ порціи культивировались на 10% сахарозѣ въ темнотѣ въ теченіе 3-хъ сутокъ и затѣмъ заморожены. Двѣ остальные порціи заморожены непосредственно.

А. Безъ кормленія сахаромъ. (Замороженные листья).

Температура во время опыта 19° Ц.

Продолжительность опыта.	1-я порція (8,2 гр.). Токъ воздуха.			2-я порція (8,8 гр.). Токъ водорода.		
	Количество CO ₂ въ миллигр.	Количество CO ₂ на 100 гр. листьевъ.	CO ₂ на 100 гр. въ 1 часъ.	Количество CO ₂ въ миллигр.	Количество CO ₂ на 100 гр. листьевъ.	CO ₂ на 100 гр. въ 1 часъ.
4 часа	10,4	126	31,5	9,8	111	27,7
4 часа	6,8	82	20,5	3,2	36	9,0
15 часовъ	6,4	78	5,2	3,2	36	2,4
Токъ воздуха.						
25 часовъ	слѣды	—	—	14,8	168	6,7
15 часовъ	—	—	—	6,8	77	5,1
63 часа	23,6	286	—	37,8	428	—

1) Палладинъ. *Revue générale de botanique*. 1893, pag. 449. 1894, pag. 201.

2) Godlewski. *Anzeiger der Akad. d. Wiss. Krakau*. 1904.

3) Палладинъ. *Centralblatt. für Bacteriologie I Abt* 1903, pag. 146.

Болѣе углекислоты не выдѣлялось.

Если мы вычтемъ изъ количества углекислоты, выдѣлявшейся на воздухѣ, количество углекислоты, выдѣлявшейся въ атмосферѣ водорода, то получимъ слѣдующія количества углекислоты окислительныхъ процессовъ:

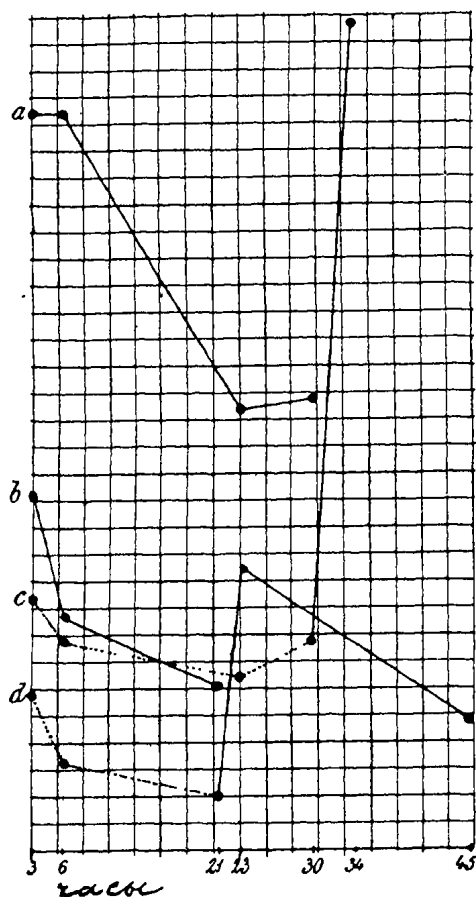


Рис. 2-й. Кривая нормального и анаэробного дыхания живыхъ этилированныхъ листьевъ *Vicia faba*. *b* — кривая нормального дыхания неокормленныхъ листьевъ; *a* — нормальное дыхание листьевъ, кормленныхъ сахаромъ; *d* — анаэробное дыхание листьевъ, неокормленныхъ; *c* — анаэробное дыхание листьевъ, кормленныхъ сахаромъ. Сплошной чертой обозначено нормальное, пунктиромъ — анаэробное дыхание.

Количество
углекислоты
окислитель-
ныхъ про-
цессовъ въ
1 часъ.

4 часа	126—111 = 15 ...	3,7
4 часа	82— 36 = 46 ...	11,5
15 часовъ	78— 36 = 42 ...	2,8

На основаніи этихъ данныхъ можно вывести слѣдующія заключенія:

1) Сравнивая количества углекислоты, выдѣляемой замороженными листьями на воздухѣ и въ водородѣ, видимъ, что въ первое время и на воздухѣ преобладаетъ анаэробный процессъ выдѣленія углекислоты. Слѣдовательно, въ первые два часа идутъ только анаэробные процессы.

2) Замороженные листья на воздухѣ быстро чернѣли. Въ водородѣ за все время опыта, листья оставались ярко-желтыми и только послѣ введенія воздуха начинали быстро чернѣть.

3) Если послѣ прекращенія выдѣленія углекислоты въ водородѣ пустить воздухъ, то снова начинается сильное выдѣленіе углекислоты. Сумма углекислоты, выдѣленной въ водородѣ и затѣмъ на воздухѣ, значительно превышаетъ количество угле-

кислоты, выдѣленной въ параллельномъ опытѣ на воздухѣ. Отношеніе $\frac{428}{286}$. Слѣдовательно анаэробное дыханіе prepares горючій матеріалъ для наступающихъ затѣмъ окислительныхъ процессовъ. При недостаткѣ горючаго матеріала окислительная энзима по видимому дѣйствуетъ разрушительно на анаэробную энзиму, чѣмъ и объясняется тотъ фактъ, что при совмѣстной ихъ работѣ въ убитыхъ листьяхъ онѣ приготавливаютъ менѣе углекислоты, чѣмъ при послѣдовательной работѣ сначала анаэробной энзимы и затѣмъ окислительной энзимы.

В. Послѣ кормленія сахаромъ (Замороженные листья).

Температура во время опыта 19° Ц.

Продолжительность опыта.	3-я порція (8,2 гр.). Токъ воздуха.			4-я порція (8,3 гр.). Токъ водорода.		
	Количество CO ₂ въ миллигр.	Количество CO ₂ на 100 гр. листьевъ.	CO ₂ на 100 гр. въ 1 часъ.	Количество CO ₂ въ миллигр.	Количество CO ₂ на 100 гр. листьевъ.	CO ₂ на 100 гр. въ 1 часъ.
4 часа	12,6	153	38,2	7,6	92	23,0
4 часа	8,4	102	25,5	2,2	26	6,5
15 часовъ	7,2	88	5,9	4,0	48	3,2
Токъ воздуха.						
3 часа	с л ѣ д ы	—	—	13,6	163	54,3
6 часовъ	—	—	—	7,6	92	15,3
15 часовъ	—	—	—	4,4	53	3,5
47 часовъ	28,2	343	—	39,4	474	—

На основаніи этихъ данныхъ, вычисляются слѣдующія количества углекислоты окислительныхъ процессовъ.

	Количество углекислоты окислительныхъ процес- совъ въ 1 часъ.
4 часа 153 — 92 = 61	15,2
4 часа 102 — 26 = 76	19,0
15 часовъ 88 — 48 = 40	2,7

Результаты этой второй части опыта изображены на рис. 3-мъ.

На основаніи изложеннаго опыта можно вывести слѣдующія заключенія:

1) Сверхъ ожиданія этиолированные листья, убитые низкой температурой послѣ кормленія сахаромъ, въ атмосферѣ водорода выделяютъ менѣе углекислоты, чѣмъ листья, неокормленные сахаромъ.

Такъ какъ этиолированные листья бобовъ почти лишены углеводовъ ¹⁾, то можно было ожидать, что листья, кормленные сахаромъ, и въ убитомъ состояніи будутъ

1) Палладий. *Revue générale de botanique*. 1893, pag. 449. 1894, pag. 201.
Зам. Физ.-Мат. Отд.

болѣе выдѣлять углекислоты въ атмосферѣ водорода, чѣмъ листья некормленные сахаромъ. Отсюда слѣдуетъ, что совершающійся въ замороженныхъ листьяхъ анаэробный процессъ выдѣленія углекислоты, ничего общаго съ спиртовымъ броженіемъ не имѣетъ, такъ какъ идетъ болѣе сильно въ листьяхъ, не содержащихъ углеводовъ, и слабѣетъ послѣ введе-

нія сахарозы. Этотъ фактъ является новымъ основаніемъ для выдѣленія энзимы этого процесса подъ особымъ именемъ *карбоназы*. Всѣмъ сказаннымъ я нисколько не отрицаю существованія спиртового броженія въ высшихъ растеніяхъ, но только считаю его не единственнымъ анаэробнымъ процессомъ, сопровождающимся выдѣленіемъ углекислоты.

2) Введеніе сахара напротивъ настолько усиливаетъ въ замороженныхъ листьяхъ окислительные процессы, что не смотря на болѣе слабое выдѣленіе углекислоты въ атмосферѣ водорода, общее количество углекислоты анаэробнаго и аэробнаго процессовъ въ сахарныхъ листьяхъ значительно болѣе количества углекислоты въ листьяхъ, лишенныхъ сахара. Это отношеніе

$$\frac{474}{423} = 1,1.$$

Рис. 3-й. Дыханіе замороженныхъ, послѣ кормленія сахаромъ, этиолованныхъ листьевъ *Vicia Faba*. *ef*—кривая нормальнаго дыханія. *abcd*—кривая въ первой части (*ab*) анаэробнаго и во второй (*bcd*) части нормальнаго дыханія. *ox*—вычисленная кривая углекислоты окислительныхъ процессовъ.

Но это отношеніе вдвое менѣе такого же отношенія у живыхъ листьевъ, которое въ первомъ опытѣ равняется

$$\frac{411}{200} = 2,0.$$

Слѣдовательно введеніе сахара, такъ сильно повыщающее энергію дыханія живыхъ этиолованныхъ листьевъ, послѣ убиванія ихъ низкой температурой обнаруживается въ значительно меньшей степени. Несомнѣнно сахаромъ въ живыхъ листьяхъ вызывается процессъ, прекращающійся въ листьяхъ, убитыхъ низкой температурой. Изъ дальнѣйшихъ изслѣдованій выяснилось, что этотъ процессъ — спиртовое броженіе.

3) Природа окислительной энзимы и ея отношеніе къ оксигеназѣ и пероксидазѣ остаются пока невыясненными. Я для краткости временно называю ее оксидазой, имѣя нѣкоторое основаніе считать ее отличной отъ двухъ вышеупомянутыхъ энзимъ. (Срв. стр. 3).

ОПЫТЪ 3-Й.

Этіолірованныя листья *Vicia Faba* (выросшіе въ оранжереѣ) раздѣлены на четыре порціи. Двѣ порціи культивировались на 10% сахарозѣ въ темнотѣ въ теченіе 4-хъ сутокъ и затѣмъ заморожены. Двѣ остальные порціи заморожены непосредственно.

Въ данномъ случаѣ кормленіе сахаромъ не вызвало увеличенія энергіи дыханія живыхъ листьевъ. Они выдѣлили за два часа слѣдующія количества углекислоты при температурѣ 19°.

Безъ сахара.	1-я порція 20,0 mgr. CO_2
	2-я порція 18,8 mgr. CO_2
На сахарѣ.	3-я порція 20,4 mgr. CO_2
	4-я порція 21,6 mgr. CO_2

А. Безъ кормленія сахаромъ. (Замороженные).

Температура во время опыта 18—21° Ц.

Продолжительность опыта.	1-я порція (8,2 гр.). Токъ воздуха.			2-я порція (8,2 гр.). Токъ водорода.		
	Количество CO_2 въ миллигр.	Количество CO_2 на 100 гр. листьевъ.	CO_2 на 100 гр. въ 1 часъ.	Количество CO_2 въ миллигр.	Количество CO_2 на 100 гр. листьевъ.	Количество 100 гр. въ 1 часъ.
8 часовъ.	11,6	141	17,1	11,6	141	17,1
19 часовъ.	11,2	136	7,2	3,6	44	2,3
23 часа.	Токъ воздуха.					
	5,6	68	3,0	17,0	207	9,0
	28,4	345	—	32,2	392	—
5 часовъ.	Обѣ порціи измельчены и прибавлено по 20 к. см. H_2O_2 3%.					
	10,4	127	25,4	11,0	134	26,8
	4,4	53	2,8	4,8	59	3,1
18½ часовъ.	14,8	180	—	15,8	193	—

В. После кормления сахаромъ. (Замороженные).

Температура во время опыта $18\frac{1}{2}$ — 21° Ц.

Продолжительность опыта.	3-я порція (8,2 гр.). Токъ воздуха.			4-я порція (8,2 гр.). Токъ водорода.		
	Количество CO_2 въ миллигр.	Количество CO_2 на 100 гр. листьевъ.	CO_2 на 100 гр. въ 1 часъ.	Количество CO_2 въ миллигр.	Количество CO_2 на 100 гр. листьевъ.	CO_2 на 100 гр. въ 1 часъ.
6 часовъ	12,8	156	26,0	8,0	98	16,3
$18\frac{1}{2}$ часовъ	15,6	190	10,3	4,4	54	2,9
Токъ воздуха.						
22 часа	4,8	59	2,6	25,6	312	14,2
	33,2	405	—	38,0	464	—
Объ порціи измельчены и прибавлено по 20 к. см. H_2O_2 3%.						
6 часовъ	9,2	112	18,6	9,8	120	20,0
23 часа	6,4	78	3,4	6,4	78	3,4
	15,6	190	—	16,2	198	—

Результаты получились тѣ же, что и въ предыдущемъ опытѣ.

Опытъ 4-й.

Этіолированные листья *Vicia Faba* были заморожены и затѣмъ были помѣщены въ колбу, замкнутую ртутью. Время отъ времени воздухъ изъ колбы извлекался и анализировался въ приборѣ Половцова-Рихтера.

$$1). \text{ Черезъ 1 часъ: } \begin{cases} CO_2 = 0,98\% \\ O_2 = 20,20\% \\ N_2 = 78,82\% \\ \frac{CO_2}{O_2} = 2,00 \end{cases}$$