ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
PROCEEDINGS OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE ARMENIAN SSR
IV 1946 2

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян

Прибор для измерения интенсивности газообмена растений

(Представлено В. О. Гулканяном 25 III 1946)

Известно, что хлорофилл в разной степени поглощает свет разного качества, вследствие чего изменяется интенсивность фотосинтеза и темп репродуктивного развития растений. При уравнивании интенсивности лучей разной длины волны, опять-таки не уравнивается их фотосинтетическая активность.

До сих пор фотопериодическая или же фотосинтетическая активность лучей разной длины волны изучалась путем исследования процессов фотосинтеза и фотопериодизма при свете соответствующего качества. Такие работы сравнительно точно выявили фотосинтетическую активность света разного качества ([4,7]), а при изучении фотопериодизма растений возникали разногласия среди исследователей ([1,5,6,8]), большей частью относительно фотопериодической активности коротковолновой части видимого спектра.

О фотопериодической активности лучей разного качества наиболее точные данные можно получить тогда, когда в определенные промежутки времени в исследуемых растениях происходит фотосинтез одинаковой интенсивности. Этим, с одной стороны, выявлялась бы связь между фотосинтезом и фотопериодизмом и, с другой стороны,—разница между интенсивностями фотосинтетического света, и в других случаях—между интенсивностями фотопериодического света разного качества.*

С этой целью в 1943 г. нами был сконструирован прибор для измерения интенсивности газообмена растений, при помощи которого можно не только изучать интенсивность поглощения углекислого газа и кислорода зеленым листом растения, но и найти ту интенсивность света разного качества, при которой на единице поверхности зеленого листа растения, за определенный промежуток времени происходит фотосинтез одинаковой интенсивности.

---

* Понятие о фотосинтетическом и фотопериодическом свете впервые выдвинуто нами ([2]); мы имели цель различать фотосинтетический свет (интенсивность которого выше компенсационного пункта данного вида растения), от фотопериодического света (интенсивность которого гораздо ниже компенсационного пункта).

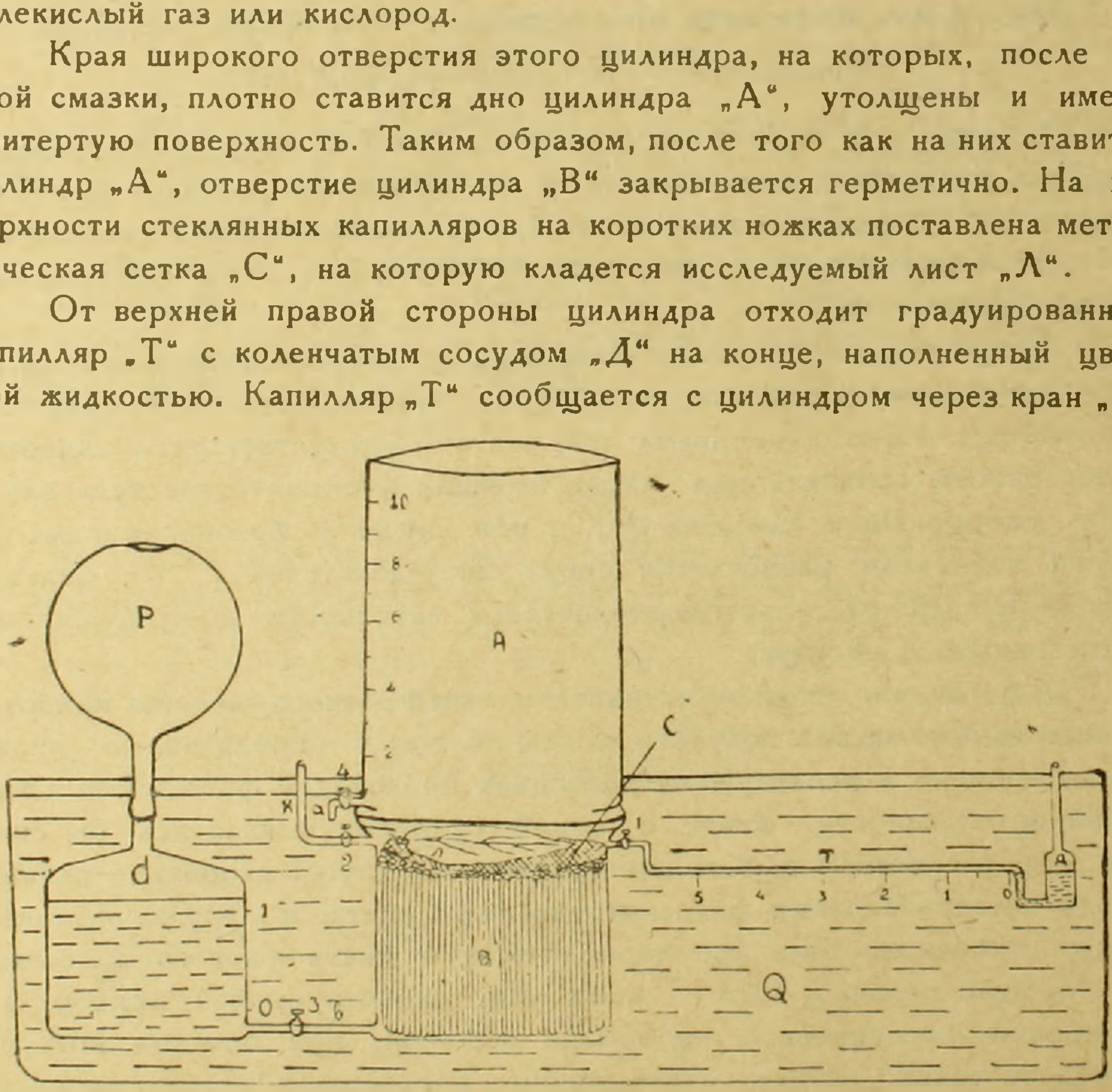
Как видно из приведенной нами схемы, аппарат состоит из следующих частей:

1. Цилиндр „А", который наполняется жидким светофильтром, с целью получения монохроматических лучей, при которых мы должны определять интенсивность газообмена в листе. Стенки цилиндра не прозрачные (покрыты черным непрозрачным лаком, кроме узкой продольной полосы для наблюдения за уровнями жидкостей). Дно цилиндра плоское и прозрачное. Цилиндр градуирован для измерения уровней жидких светофильтров. От нижней стороны цилиндра отходит труба „а" с краном „4" для вливания светофильтра.

2. Цилиндр „В". Он наполнен стеклянными капиллярами одинаковой высоты для увеличения поверхности жидкости, поглощающей углекислый газ или кислород.

Края широкого отверстия этого цилиндра, на которых, после густой смазки, плотно ставится дно цилиндра „А", утолщены и имеют притертую поверхность. Таким образом, после того как на них ставится цилиндр „А", отверстие цилиндра „В" закрывается герметично. На поверхности стеклянных капилляров на коротких ножках поставлена металлическая сетка „С", на которую кладется исследуемый лист „Л".

От верхней правой стороны цилиндра отходит градуированный капилляр „Т" с коленчатым сосудом „Д" на конце, наполненный цветной жидкостью. Капилляр „Т" сообщается с цилиндром через кран „1".



С верхней левой стороны цилиндра так же отходит трубка „К" с краном „2", при помощи которой цилиндр сообщается с внешним воздухом. Наконец, с нижней левой стороны цилиндра отходит трубка „в" с краном „3", через которую цилиндр сообщается с сосудом „d". Таким образом, сосуды „Д" и „d" и цилиндр „В" образуют систему сообщающихся сосудов.

3. Сосуд „d", который является резервуаром для поглощающего раствора, в верхней части герметически соединен с резиновой грушей „Р", которая служит для перемещения поглощающего раствора из сосуда „d" в цилиндр „В" и обратно.

При работе с помощью резиновой груши перемещаем поглощающий раствор из сосуда „d" в цилиндр „В" и, закрывая кран „3", оставляем раствор в изолированном от наружного воздуха состоянии, чтобы он быстро не испортился. На стенке сосуда „d" имеются цифры „0" и „1". Когда мы перемещаем раствор в цилиндр „В", то, открывая кран „3", нажимаем резиновую грушу до тех пор, пока уровень раствора в сосуде дойдет до отметки „0". В этом положении раствор в цилиндре „В" находится на 0,5 *см* ниже уровня верхних концов стеклянных капилляров.

Поглощающие растворы для поглощения углекислого газа и кислорода, приготовляются также, как это было указано в нашей другой работе ([3]).

4. Стеклянная ванна, наполненная холодной водой, в которую погружается сосуд „d", цилиндр „В" и градуированный капилляр „Т" с сосудом „Д". При таких условиях создается постоянная температура в цилиндре „В" и объем воздуха, окружающего лист, остается неизменным при работе.

Для определения интенсивности фотосинтеза в зеленом листе при свете любой интенсивности и любого качества, цилиндр „А" наполняем данным жидким светофильтром и закрываем его крышкой (последняя тоже покрыта черным лаком). Определяем затем поверхность исследуемого листа при помощи миллиметровой бумаги, кладем его на металлическую сетку „С", смазываем густой смазкой притертую поверхность верхних краев отверстия цилиндра „В" и плотно ставим на этот цилиндр дно цилиндра „А" так, чтобы оно герметически закрывало широкое отверстие цилиндра „В." После этого открываем краны „2", „3" и, нажимая резиновую грушу, вытесняем поглощающий раствор из сосуда „d" в цилиндр „В", пока уровень поглощающей жидкости не станет на отметку „0" в сосуде „d". В это время закрываем краны „2", „3" и оставляем аппарат в таком состоянии 1—2 мин., пока кислород из окружающего лист воздуха поглотится раствором. В цилиндре „В" образуется вакуум вследствие поглощения кислорода раствором. После этого открываем кран „1". Под давлением атмосферного воздуха, окрашенная жидкость из сосуда „Д" продвигается по капиллару „Т" до определенной отметки. Затем опять закрываем кран „1" и, держа резиновую грушу в сжатом виде, открываем кран „3", потом, осторожно открывая кран „1" и снова нажимая резиновую грушу, вытесняем окрашенную жидкость из капиллярной трубки „Т" до отметки „0" и закрываем кран „3".

После этого открываем крышку цилиндра „А" на определенное время и вновь закрываем. За этот промежуток времени лучи солнца или электрической лампочки проходят через жидкий светофильтр и па-

дают на лист, который начинает ассимиллировать. При этом лист поглощает углекислый газ из окружающего воздуха и выделяет кислород, который быстро поглощается раствором, и в цилиндре „В" образуется вакуум. Под давлением атмосферного воздуха окрашенная жидкость постепенно продвигается по капилляру „Т". Продвижение этой жидкости прекращается, как только весь кислород, выделяемый листом, поглощается раствором. Передвижение окрашенной жидкости в капилляре „Т" показывает количество поглощенного листом углекислого газа, т. е. интенсивность фотосинтеза в течение того промежутка времени, когда лист находился на свету. Для определения интенсивности фотосинтеза в единице поверхности зеленого листа делим объем поглощенного листом углекислого газа по передвижению окрашенной жидкости в капилляре „Т" на площадь поверхности листа и получаем интенсивность фотосинтеза в течение единицы времени.

Опыты показывают, что интенсивность фотосинтеза в единице поверхности листа у разных растений различна.

Окончив определение интенсивности фотосинтеза, вытесняем поглощающий раствор обратно в сосуд „d", для чего закрываем кран „1" и открываем краны „2", „3". Благодаря упругости резиновой груши, которая до этого момента находилась в сжатом состоянии, поглощающий раствор из цилиндра „В" переходит в сосуд „d", после чего закрываем кран „3".

Определение интенсивности дыхания производится тем же способом, но только с применением раствора едкого калия. При этом в окружающем лист воздухе остается кислород, который в процесса дыхания поглощается листом, взамен чего лист выделяет углекислый газ, и последний поглощается раствором. Таким образом, снова создается разница между давлением наружного воздуха и воздуха, окружающего лист, вследствие чего окрашенная жидкость из сосуда „Д" продвигается по капилляру „Т" и показывает объем кислорода, поглощенного листом, т. е. интенсивность дыхания.

При изучении интенсивности дыхания нужно иметь в виду, что лист все время дышет, так что учет объема поглощенного листом кислорода необходимо начинать с того момента, когда при помощи резиновой груши вытесняем окрашенную жидкость из капилляра „Т" до отметки „0", и после этого она начинает продвигаться по капилляру.

После многочисленных определений поглощающий раствор ослабляется. Опыты показывают, что после 10—15 определений скорость поглощения углекислого газа и кислорода соответствующими растворами постепенно падает. Это обстоятельство не приводит к неправильным данным при изучении фотосинтеза, но при исследовании интенсивности дыхания, следует после каждых 10—15 определений заменять поглощающий раствор свежим.

С помощью этого аппарата не трудно найти для исследуемых растений такие условия, чтобы при любом монохроматическом свете в зеленых листьях (одинаковой площади) происходил фотосинтез оди-

наковой интенсивности, и при этих световых условиях изучать фотопериодическую реакцию и тем самым выяснить фотопериодическую активность лучей разного качества. Для этого нужно только измерить интенсивность и длину волны монохроматических лучей, при которых фотосинтез протекает с одинаковой интенсивностью, и такие же световые условия создать для исследований фотопериодической реакции.

Ботанический Институт
Академии Наук Арм. ССР
Ереван, 1946, февраль.

Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

Ռնւյսեերի գազափոխանակության ինտենսիվության չափման ապարատ

Հեղինակն առաջադրում է մի նոր ապարատ, որը հնարավորություն է տալիս չափելու բույսերի կանաչ տերևների միավոր մակերեսներում տեղի ունեցող ֆոտոսինթետիկ և շնչառական պրոցեսների ինտենսիվությունը՝ լույսի ճառագայթների ցանկացած որակի և ինտենսիվության պայմաններում, միաժամանակ այդ ապարատի միջոցով հնարավոր է գտնել լույսի տարբեր որակի ճառագայթների այն սահմանային ինտենսիվությունները, որոնց պայմաններում տվյալ ճառագայթների ֆոտոսինթետիկ ակտիվությունները հավասարվում են։ Ստեղծելով լույսի տարբեր որակի ճառագայթների այսպիսի սահմանային ինտենսիվություններ, հնարավոր է բույսերի ֆոտոպերիոդիկ ռեակցիաում ճշտորեն հանդես բերել լույսի այդ ճառագայթների ֆոտոպերիոդիկ ակտիվությունները։

Լույսի ցանկացած որակի և ինտենսիվության պայմաններում տերևի ֆոտոսինթետիկ ինտենսիվությունը չափելու համար „A“ գլանի մեջ լցնում ենք հեղուկ լուսաֆիլտր և փակում ենք լույսի համար անթափանցիկ կափարիչով։ Փորձարկվող տերևը տեղավորում ենք „B“ գլանի մեջ, մետաղական „C“ ցանցի վրա, ձյութելով „B“ գլանի բերանի հղկած եզրերը, նրա վրա ամուր հագում ենք „A“ գլանի հատակն այնպես, որ, գլանի լայն բերանը փակվի հերմետիկ կերպով։ Այնուհետև բացում ենք «2» և «3» ծորանները և „P“ ռետինե տանձը սեղմելով՝ „d“ անոթից քթվածնի կլանիչ լուծույթը (պիրոգալոլլայի քթվի և կծու կալիումի խառնուրդը) աստիճանաբար մղում ենք „B“ գլանի մեջ մինչև լուծույթի մակերեսը հավասարվի «0» քվանշանին։ Փակելով «2», «3» ծորանները և ապարատը 1—2 րոպե թողնելով այդ դրությամբ, կլանիչ լուծույթը տերևի շրջապատից կլանում է քթվածինը, և գլանում ստեղծվում է բացասական ճնշում։ Այնուհետև բացելով «1» ծորանը, „D“ անոթում եղած գունավոր լուծույթը մթնոլորտի ճնշման հետևանքով „T“ մազանոթով սկսում է շարժվել դեպի „B“ գլանը, մինչև վերջինիս մեջ օդի ճնշումը հավասարվում է մթնոլորտի ճնշմանը։ Ապա ռետինե տանձը պահելով սեղմված վիճակում, բացում ենք «3» ծորանը և „T“ մազանոթից գունավոր հեղուկը դուրս ենք մղում մինչև «0» քվանշանը և անմիջապես փակում ենք «3» ծորանը։

Որոշ ժամանակ (3 կամ 5 րոպե) բացում ենք „A“ գլանի կափարիչը և նորից փակում։ Այդ ժամանակամիջոցում „A“ գլանի վերևում գտնվող լույսի աղբյուրից ճառագայթներն անցնելով հեղուկ լուսաֆիլտրի միջով, ընկնում են տերևի վրա. տերեն անմիջապես սկսում է ասսիմիլյացիա կատարել, որի ժամանակ արտադրված քթվածինն արագությամբ կլանվում է հեղուկ կլանիչի կողմից, և „B“ անոթում ստեղծվում է բացասական ճնշում։ Գունավոր լուծույթը մթնոլորտի ճնշման հետևանքով „D“ անոթից սկսում է շարժվել „T“ մազանոթով. լույսի ազդման ժամանակամիջոցում հեղուկի անցած տարածությունը ցույց է տալիս կլանված ածխաթթու գազի, այսինքն ֆոտոսինթեզի ինտենսիվությունը։

Շնչառության ինտենսիվությունը չափվում է նույն եղանակով, միայն որպես կլանիչ լուծույթ պետք է վերցնել կծու կալիումի լուծույթ, որը կլանում է տերևի արտադրած ածխաթթու գազը։

Շնչառության ինտենսիվության ուսումնասիրության ժամանակ անհրաժեշտ է նկատի ունենալ, որ տերևն անընդհատ շնչում է, հետևաբար տերևի կլանած թթվածնի հաշվառումը պետք է սկսել այն մոմենտից, երբ ռետինե տանձի օգնությամբ գունավոր հեղուկը դուրս ենք մղում „T" մազանոթից մինչև «0» թվանշանը։

V. O. Kazarian

The Apparatus for the Measuring of the Intensity of Gas Exchange of Plants

A new apparatus (see the figure in the Russian text) constructed by the author, allows the rapid measuring of the intensity of gas exchange of plants, under the rays of different quality and intensity.

ЛИТЕРАТУРА

1. *В. М. Катунский.* ДАН СССР, **15, №** 8, 1937. 2. *В. О. Казарян.* ДАН Арм. ССР, **4, №** 1, 1946. 3. *В. О. Казарян.* Изв. АН Арм. ССР, № 4, 1946. 4. *В. Н. Любименко.* Фотосинтез и хемосинтез в раст. мире, 1935. 5. *В. П. Мальчевский.* Тр. Лабор. светофизиологии, в. 1, 1938. 6. *В. И. Разумов.* Тр. по прикладн. Бот., ген. и селекц. Сер. III, № 3, 1933. 7. *К. А. Тимирязев.* Солнце, жизнь и хлорофилл, 1923. 8. *R. B. Withrow* and *H. M. Benedict.* Plant Phys. **4**, II, 1936.