

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. Е. ВОТЧАЛ

**КАМЕРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГАЗООБМЕНА У РАСТЕНИЙ  
В УСЛОВИЯХ, ПРИБЛИЖАЮЩИХСЯ К ПРИРОДНЫМ**

(Представлено академиком А. А. Рихтером 22 VII 1940)

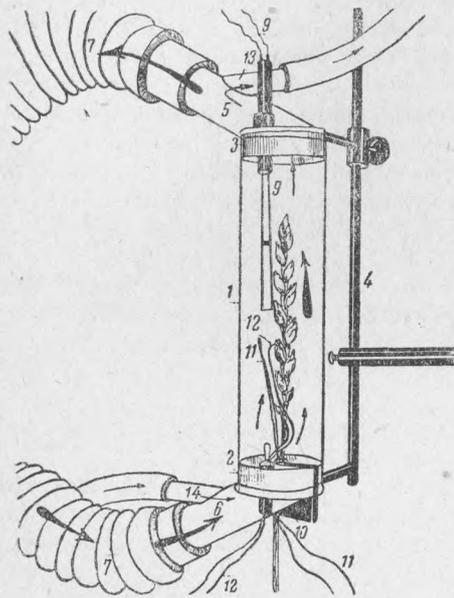
При исследовании газообмена у растений последние обычно помещаются в камеру, через которую протягивается ток воздуха с последующим его анализом. Каждый исследователь стремится поместить опытные растения в условия, наиболее приближающиеся к естественным, так как по данным своего эксперимента он должен судить о ходе исследуемого процесса у растений, находящихся под открытым небом. Но обычно в камерах с растениями наблюдается сильное увеличение влажности воздуха, повышение его температуры и температуры растения, на что указывает ряд авторов (1, 2, 3, 4). Создание более естественных условий в камере требует значительно больших скоростей протягиваемого воздуха. Но этот путь лимитируется соответственно возрастающей трудностью его последующего анализа. Принятые в практике исследования количества просасываемого через камеру воздуха могут создавать в ней лишь ничтожные скорости воздушного потока, порядка нескольких см в секунду, которые в естественных условиях почти не встречаются. Даже в камере, описанной в работе Mitchell'я (6), при включении в систему добавочного циркуляционного насоса скорость воздушного потока в камере была немногим выше. Таким образом в камере создаются условия «влажных субтропиков» при полном штиле\*. Резко отличается от всех других камера Denecke (5), построенная автором для изучения влияния ветра различной скорости на процесс ассимиляции  $\text{CO}_2$ . Принцип строго замкнутого потока, без его обновления, примененный автором ее, и некоторые особенности конструкции камеры очень ограничивают ее применение даже при изучении вопросов ассимиляции, совершенно исключая возможность исследования, с ее помощью, транспирации растений.

Для избежания столь нежелательных в камере условий опыта мы избрали другой путь. В камере нами был создан независимый замкнутый воздушный поток любой варьируемой скорости (количество воздуха, проходящего через камеру в этом замкнутом потоке, зависит от требуемой скорости «ветра», достигая при 3 м/сек  $10 \text{ м}^3/\text{час}$ ), а ток воздуха для учета водяных паров и углекислоты пропускаться через камеру с обычной или несколько повышенной для этих исследований скоростью. Объем протягиваемого через систему воздуха в наших опытах равнялся 180—200 и бо-

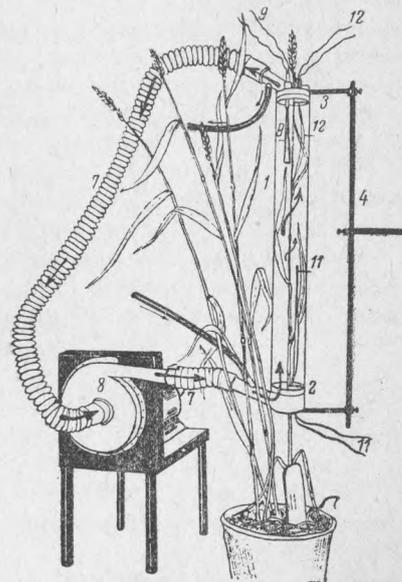
\* Согласно шкале для силы ветра по Бофурту.

лее л/час и определялся условиями опыта и величиной объекта. Этот путь позволил нам получить в камере любую скорость воздушного потока «ветра» (до 3 м/сек и выше), при неизменной скорости анализируемого воздуха, проходившего через камеру. Воздушный поток в замкнутой системе охлаждался в гофрированных трубах 7 и кожухе вентилятора 8 и тем самым снижал излишний, столь обычный при прямой инсоляции, нагрев камеры и растения. При диффузном свете температура в камере поддерживалась нагревательным элементом, помещенным в трубе 5, и термостатом (на рисунке не указан).

**Конструкция камеры.** Цилиндр, склеенный из ацетиленцеллюлозной пленки 1, закрывался сверху и снизу двумя подвижными



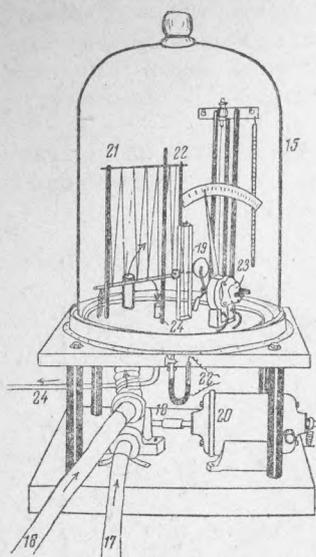
Фиг. 1.



Фиг. 2.

металлическими крышками 2 и 3 разного диаметра в зависимости от требуемой величины камеры. Высота камеры регулировалась положением верхней крышки 3 на штативе 4 и величиной цилиндра из пленки 1. Растение или часть его вводилась через прорез в дне 2 камеры, который герметически закрывался посредством резиновой прокладки 10 с последующей замазкой желатиной или техническим вазелином. Если опыт проводился с одним только облиственным стеблем, при исключении колоса, последний выводился из камеры через прорез в крышке ее, который герметически закрывался аналогичным способом. Камера соединялась двумя широкими трубками 5 и 6 и гофрированными резиновыми шлангами 7 со специальным центробежным вентилятором 8. Перед опытом проверялась герметичность всей системы. Регулируя скорость мотора вентилятора, мы получали в камере воздушный поток требуемой скорости. Благодаря ограниченному внутреннему размеру камеры определение скорости воздушного потока, проходящего через нее, не могло быть измерено анемометром. Мы остановились на методе, применяемом в аэродинамике для изучения пульсирующих потоков, а именно—методе термоанемометрии (7), определяя скорость воздушного потока в камере с помощью построенного нами термоанемометра, предварительно обычным способом тарированного. Температура воздуха в камере и температура растения измерялись термопа-

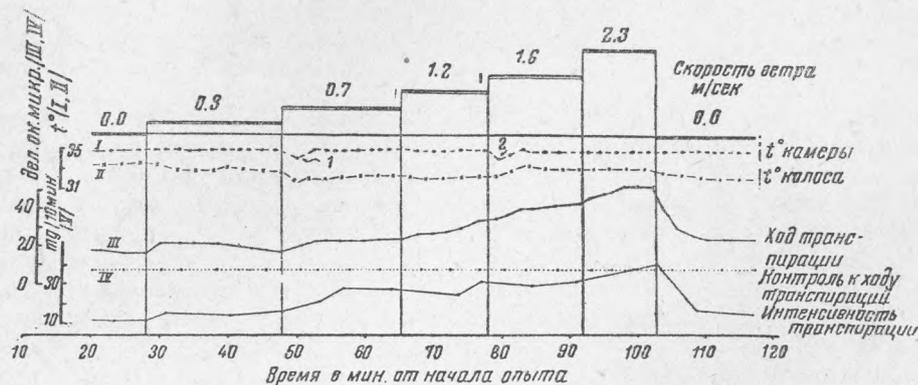
рами 11, 12: Через камеру посредством аспиратора (насоса) просасывалась струя воздуха с постоянной скоростью. Этот воздух входил в камеру снизу через патрубок 14 и выходил из верхней части камеры через патрубок 13, поступая в приборы для его непрерывного анализа. Для кондиционирования вводимого в камеру воздуха служил особый смеситель (фиг. 3). Требуемая схемой опыта относительная влажность воздуха под колоколом 15 смесителя поддерживалась переменной подачей в него сухого или влажного воздуха по трубам 16 и 17, через клапан 18, управляемый гигрорегулятором 19 посредством мотора 20. Температура воздуха в смесителе поддерживалась нагревательным элементом 21 и терморегулятором 22. Маленький бесколлекторный мотор 23—вентилятор служил для перемешивания воздуха под колоколом. Температура и влажность воздуха в смесителе контролировались гигрометром и термометром. Воздух из смесителя по трубке 24 поступал в камеру через патрубок 14 (фиг. 1 и 2). Сконструированная нами камера дала нам возможность провести целый ряд опытов по изучению влияния ряда факторов, характеризующих суховеи (влажность и температура воздуха, ветер, свет), на яровую пшеницу.



Фиг. 3.

Для иллюстрации работы с камерой и тех возможностей, которые она предоставляет, приведу график одного из опытов 1939 г.

В камеру был введен колос *Triticum vulg. v. lutescens* 062 Саратовской ст. 11365 в фазе цветения. Цель опыта—изучение влияния различной скорости ветра на транспирацию и температуру колоса. Скорость ветра



Фиг. 4.

определялась термоанемометром. Транспирация колоса изучалась методом непрерывного учета. Регистрировался опыт на ленте кимографа. Камера освещалась рефлектором с электролампами (50 W). Суммарная радиация, определяемая пиранометром Янишевского, равнялась 0,817 кал/см<sup>2</sup> мин. На графике (фиг. 4) представлены следующие кривые: 1) кривая хода температуры воздуха в камере; 2) кривая хода температуры колоса (определяемая термопарой); 3) кривая хода транспирации, определяемая нашим волосным анализатором (8); 4) кривая влажности воздуха, посту-

пающего из смесителя в камеру, построенная по данным аналогичного прибора; 5) кривая интенсивности транспираций колоса, полученная путем графической обработки данных поглотителя  $\text{CaCl}_2$  (непрерывный учет) <sup>(8)</sup>.

По абсциссе отложено время в минутах, прошедшее с начала опыта. В верхней части графика показаны время действия ветра и его скорость. Скорость, равная 0,0 м/сек, обозначает в этом опыте то, когда центробежный вентилятор не действовал и воздух через камеру протягивался только аспиратором—насосом. Скорость воздуха при этом не превышала нескольких см/сек. Температура воздуха в камере поддерживалась на уровне 35°. При полном свете и отсутствии ветра  $t^\circ$  воздуха в камере резко повышалась. Для ликвидации этого на поверхность камеры направлялась сильная струя холодного воздуха. Через 28 мин. был включен мотор центробежного вентилятора (фиг. 1—3). Скорость воздуха в камере была доведена до 0,3 м/сек, после чего сразу же выключено охлаждение камеры и включен нагревательный элемент. Таким путем, регулируя  $t^\circ$  подводимого в камеру воздуха, нам удавалось, как видно из кривой 1, поддерживать  $t^\circ$  воздуха в камере на определенной высоте. В двух моментах, помеченных стрелками и цифрами 1 и 2, не удалось поддержать  $t^\circ$  воздуха в камере и она резко начала падать, что сразу же было ликвидировано. Это мгновение снижения  $t^\circ$  воздуха в камере при повышении скорости воздушного потока, проходящего через нее, указывает на сильное охлаждение воздуха в системе гофрированных труб и кожухе вентилятора, которое позволяет нам избегать перегрев растения в камере (см. кривую 2).

Лаборатория физиологии растений  
Всесоюзного института растениеводства  
г. Пушкин

Поступило  
25 VII 1940

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Е. А. Жемчужников и Ф. Д. Сказкин, Изв. Донск. ин-та с. х. и мелиорации, VI, 106 (1925). <sup>2</sup> Л. М. Дорохов, ДАН, III, 273 (1935). <sup>3</sup> N. Holdheine, W. Huber, O. Stocker, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. LIV, 168 (1936). <sup>4</sup> A. J. Heinicke u. M. B. Hoffmann, Cornell Univers. Agricult. Exper. Station, Bull. 577 (1933). <sup>5</sup> H. Denescke, Jahrb. f. wissensch. Bot., 74, 1 (1931). <sup>6</sup> J. W. Mitchell, Botanic. Gazette, 97, 376 (1935). <sup>7</sup> Ю. Г. Захаров и Е. М. Минский, Техн. заметки ЦАГИ им. Н. Е. Жуковского, № 172 (1938). <sup>8</sup> А. Е. Вотчал, ДАН, XXIX, № 5 (1940).