

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. Г. КАРМАНОВ

О ТЕПЛОВОЙ ИНЕРЦИОННОСТИ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 23 I 1952)

Тепловая инерционность листа растения выражает одно из физических свойств его, а именно, скорость теплообмена со средой. С этой точки зрения измерение тепловой инерционности листа представляет интерес как дополнительное средство изучения процессов жизнедеятельности растения.

Скорость теплообмена листа растения определяется в основном двумя признаками — отношением веса листа к поверхности и теплоемкостью его. Значение отношения веса листа к его поверхности характеризует морфологические, конструктивные особенности листа. Теплоемкость листа выражает собой внутреннее состояние листа.

На величину тепловой инерционности оказывают влияние, кроме того, и другие признаки, характеризующие его физиологическое состояние, поскольку на скорость теплообмена листа со средой влияет транспирация, радиационные свойства его поверхности, дыхание и т. п.

Настоящее сообщение имеет своим основным назначением изложение методических вопросов, связанных с определением величины тепловой инерционности листьев растений, с тем, чтобы в самом общем виде показать влияние отношения веса к поверхности листа и его теплоемкости на тепловую инерционность.

Определение значения тепловой инерционности листьев растений или же численное выражение скорости теплообмена листьев в сравнимых условиях предполагает наличие возможности динамической характеристики температурного режима листа в процессе теплообмена. Отсюда следует, что тепловая инерционность приемника и инерционность регистрирующей системы должны быть во много раз меньше значения тепловой инерционности самого тонкого листа.

В качестве регистрирующего прибора мы пользовались зеркальным гальванометром с собственным периодом колебаний 0,01 сек., с последующей оптической записью на фотобумагу.

Термометрическим приемником был полупроводниковый микротермометр сопротивления нашей конструкции. Тепловая инерционность такого микротермометра сопротивления — порядка 0,3 ÷ 0,4 сек., что от 30 до 300 раз меньше значения тепловой инерционности большинства листьев растений в одинаковых условиях теплообмена.

Тепловую инерционность листа мы выражаем как время, которое необходимо для остывания в спокойном воздухе на 10°, когда исходный перепад температур между листом и воздухом равен 20°. Конкретные значения температур при измерении были: воздуха 20°, наивысшая температура листа несколько больше 40° и остывание листа до 30°. Выбор такого температурного интервала измерения определяется, с одной сто-

роны, удобством определения (при комнатной температуре) и, с другой, необходимостью считаться с возможностью повреждения живого листа растения при опытах с более высокой температурой.

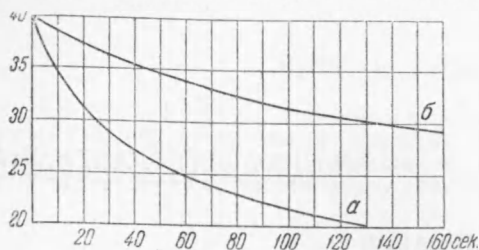


Рис. 1. Значение тепловой инерционности в секундах: *a* — листа лимона, *б* — листа бриофиллума

одновременно регистрировалась и скорость разворачивания процесса оптической отметкой определенных промежутков времени.

На рис. 1 и 2 приведены кривые, характеризующие значение тепловых инерционностей полупроводникового микротермометра сопротивления и листьев лимона и бриофиллума. (Обращаем внимание, что время, отложенное по абсциссе, для микротермометра сопротивления в 100 раз большем масштабе, чем для листьев при равенстве температурных масштабов.)

Данные о влиянии отношения веса листа к его поверхности на величину тепловой инерционности приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что отношение веса листа к его поверхности (α) может изменяться в больших пределах, достигая тем больших значений, чем толще лист. За увеличением этого значения следует и значение тепловой инерционности (I).

Цифры последних колонок табл. 1 показывают хорошее совпадение отношений $I/I_{\text{том}}$ и $\alpha/\alpha_{\text{том}}$, что указывает на определяющее влияние величины α на величину тепловой инерционности листа.

Цифры, приведенные в табл. 1, получены на листьях растений, выращенных полностью в условиях искусственного освещения. Понятно, что значение тепловой инерционности относится к одной точке на листе, так как полупроводниковый микротермометр сопротивления является точечным температурным приемником, а теплопроводность листа очень невелика. Наши измерения значения тепловой инерционности в различных участках поверхности листа показывают, что она возрастает к центральной жилке листа и к базальной части и уменьшается к краям и вершине, причем это изменение для листа лимона достигает примерно $\pm 10\%$ от среднего значения.

Поэтому сравнительные измерения значения тепловой инерционности листьев мы производили примерно на половине длины листа и на расстоянии от 10 до 15 мм от центральной жилки.

На рис. 3 даны кривые, которые показывают влияние содержания

Процесс измерения заключался в следующем: лист, сорванный или не сорванный с растения, приводился в соприкосновение с приемной частью микротермометра сопротивления, затем лист нагревался лучистым потоком 500-ваттной лампы накаливания до температуры немного выше 40° , после чего лампа убиралась и лист остывал в спокойном воздухе. Температурные изменения в листе регистрировались оптическим способом на фотобумагу, где

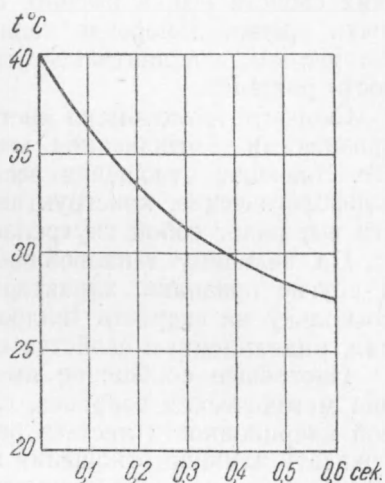


Рис. 2. Значение тепловой инерционности в секундах полупроводникового микротермометра сопротивления

Таблица 1

Лист растения	Вес в мг m	Поверхность листа в $\text{см}^2 S$	Отношение веса к по- верхности $\alpha = m/S$	Тепловая инерцион- ность в сек. I	Отношение I к I томата	Отношение α к α томата
Томата	79	10,0	7,9	15,8	1,0	1,0
Земляники	185	21,2	8,7	17,2	1,09	1,1
Лимона	252	22,4	11,2	24,7	1,50	1,42
Бриофиллума	675	12,0	56,0	134,0	8,4	7,1

воды в листе на его тепловую инерционность в результате изменения веса и теплоемкости листа при той же поверхности. Измерение проведено на одном и том же листе лимона сразу после того, как он был сорван (кривая *а*), и после того, как он уменьшил свой вес на 30% от исходного за счет испарения (кривая *б*). Измерение сделано в одной и той же точке листа. Как видим, уменьшение содержания воды в листе привело к изменению значения тепловой инерционности его от 22 до 14 сек.

Из всего изложенного можно сделать следующие заключения.

1) Измерение тепловой инерционности представляет новый физический метод исследования физиологического состояния листа.

2) Определение значений тепловой инерционности позволяет судить об относительных изменениях содержания воды в листе.

3) Метод может оказаться полезным для изучения радиационных свойств поверхности листа и интенсивности испарения.

4) Наличие пропорциональности между значением тепловой инерционности и отношением веса листа к его поверхности позволяет получить приблизительный вес листа прямо на растении, не отрывая его.

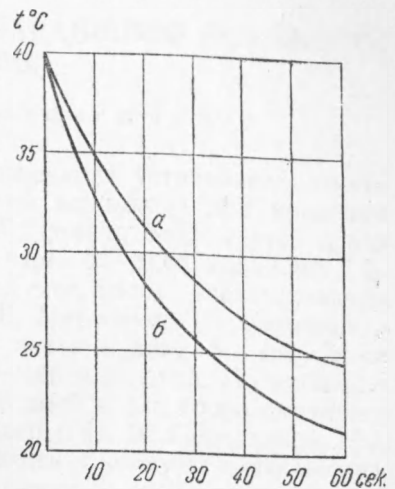


Рис. 3. Изменение значения тепловой инерционности одного и того же листа лимона в зависимости от содержания воды: *а* — свежий лист, *б* — подсушенный лист

Агро-физический институт
Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук
им. В. И. Ленина

Поступило
26 I 1952