

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Л. М. ДОРОХОВ

ВЛИЯНИЕ CO₂ НА ТРАНСПИРАЦИЮ И УСТЬИЧНЫЙ АППАРАТ РАСТЕНИЙ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 5 VIII 1938)

Влияние повышенного содержания CO₂ в воздухе на растения в последнее время все больше и больше начинает интересовать исследователей и практиков-овощеводов. Интерес последних к CO₂ вызван широким строительством теплиц и оранжерей с техническим обогревом, в которых ощущается недостаток в углекислом газе. В связи с этим выяснение физиологами природы воздействия CO₂ на растения приобретает большое практическое значение. В предыдущих наших работах сообщалось об изменениях под влиянием CO₂ у овощных растений урожая и фотосинтеза (1), дыхания (2) и динамики накопления углеводов (3). Данная работа посвящена вопросу влияния повышенного содержания CO₂ в воздухе на транспирацию и движение устьиц.

Транспирация исследовалась у огурцов и томатов. Растения выращивались в сосудах Вагнера в тепличных камерах объемом 18 м³ каждая. Две камеры (опытные) обогащались углекислым газом до среднего содержания его в воздухе 0.40% (томаты) и 0.76% (огурцы). Количество CO₂ в контрольных камерах не превышало 0.06%. Влажность и температура воздуха поддерживались одинаковыми. При разном углекислотном режиме растения выращивались в течение всего лета. Транспирация учитывалась периодически весовым методом. Из табл. 1 видно, что интенсивность транспирации у огурцов и томатов при повышенном содержании CO₂ в воздухе была ниже. Количество воды, израсходованной одним растением за сутки в камерах, обогащенных CO₂, было в среднем на 10.6—18.8% меньше; суточная транспирация 1 дц² листовой поверхности у опытных растений ниже, чем у контрольных, на 16.4% (огурцы) и 24.0% (томаты). Наши данные по овощным растениям вполне согласуются с ранее опубликованными наблюдениями по этому вопросу Н. Н. Киселева (4) над *Matthiola annua* и *Fuchsia hybrida*. Следовательно снижение транспирации под влиянием повышенных концентраций CO₂ в воздухе является общей реакцией для многих растений.

Диффузия водяных паров из межклетников наружу происходит через устьица, пронизывающие кутикулу листа, а поэтому, определяя величину транспирации, естественно было обратить внимание и на поведение устьиц при различном содержании CO₂ в воздухе. Исследование степени зияния устьиц нами проведено на томатах 2 VIII и 3 VIII методом фиксации устьиц по Ллойдю (5). Ширина щели измерялась под микроскопом при

Таблица 1

Суточная транспирация растений при различном содержании CO_2 в воздухе

Растение	Дата	Испарено г воды 1 растением за сутки		Транспирация на 1 дц ² листа в сутки (в г)	
		Контр.	CO_2	Контр.	CO_2
Огурцы	15 VII	286.0	322.0	15.1	13.2
»	16 VII	373.0	336.0	19.5	13.8
»	10 VIII	855.7	734.7	16.4	13.0
»	11 VIII	1 052.0	917.7	20.1	16.3
»	28 VIII	423.7	367.7	20.2	20.3
Среднее	—	598.8	535.6	18.3	15.3
В %	—	100	89.4	100	83.6
Томаты	16 VII	264.0	190.0	28.4	19.8
»	2 VIII	505.5	423.0	8.8	6.9
»	3 VIII	668.5	642.0	11.7	10.5
Среднее	—	479.3	418.3	16.3	12.4
В %	—	100	87.2	100	76.0

помощи окулярного микрометра. Средняя степень зияния щели в микронах для каждого срока наблюдений выведена из промеров 52 устьиц. За 2 дня на растениях контрольной и опытной камер просмотрено и измерено по 1 040 устьиц. Табл. 2 показывает, что степень зияния устьиц у томатов при повышенном содержании CO_2 в воздухе значительно ниже. Если среднюю дневную ширину щели устьиц у контрольных растений принять за 100, то у опытной она равнялась 2 VIII 40.5%, 3 VIII 36.8%, в среднем же за 2 дня 38.8%. Иначе говоря, у опытных растений устьица были открыты в 2.5 раза слабее, в некоторые же часы они призакрывались еще сильнее.

Разницы в длине устьиц промерами не обнаружено. В среднем она была равна при 0.06% CO_2 6.86 μ и при 0.40% CO_2 6.91 μ . Количество устьиц на 1 мм² верхней поверхности листа равнялось: у контрольных растений 93, у опытных 85.

Беря среднее количество устьиц, среднюю степень зияния (контроль 3.25 μ и опыт 1.26 μ) и их длину, была определена сумма открытых площадей устьиц на 1 дц² верхней листовой поверхности. Она оказалась равной при 0.06% CO_2 15.54 мм² и при 0.40% CO_2 5.99 мм². При вычислении площади открытых устьиц форма последних принята за эллипсисе.

Из приведенных данных видно, что сумма площадей открытых устьиц под влиянием CO_2 уменьшилась в 2.6 раза. Несмотря на то, что транспирация томатов при повышенном содержании CO_2 в среднем за 2 дня понизилась в 1.3 раза, интенсивность ее на 1 мм² открытой площади устьиц у опытных растений была в 2 раза выше. Последнее показывает, что диффузия водяных паров из межклетников во внешнюю среду у листьев с меньшим диаметром устьиц происходила интенсивнее. Строгой пропорциональности между степенью зияния устьиц и величиной транспирации не обна-

Таблица 2

Влияние CO₂ на степень зияния устьиц на верхней поверхности листа томатов

Дата	Время		Средняя ширина щели устьиц в μ		Состояние облачности	Дата	Время		Средняя ширина щели устьиц в μ		Состояние облачности
	час.	мин.	при 0.06% CO ₂	при 0.40% CO ₂			час.	мин.	при 0.06% CO ₂	при 0.40% CO ₂	
2 VIII	6	25	4.6	2.0	Туман	3 VIII	6	08	3.5	0.6	Туман
	6	51	2.2	1.5	»		6	19	2.7	0.4	»
	8	10	3.9	2.5	Солнечно		8	07	5.1	2.3	Солнечно
	10	07	5.3	2.1	»		8	22	4.0	1.6	»
	12	31	2.4	0.3	»		10	08	6.0	3.4	»
	14	13	3.0	0.7	Облачно		14	13	3.2	1.6	»
	16	12	4.0	2.0	»		16	06	1.0	0.4	»
	16	38	3.1	0.8	»		18	04	2.4	0.6	»
	18	09	2.3	0.8	»		18	19	1.9	0.5	Облачно
	20	09	1.8	0.5	»		20	09	2.6	0.5	»
Сумма			32.6	13.2	—	Сумма			32.4	11.9	—
Среднее			3.26	1.32	—	Среднее			3.24	1.19	—
В %			100	40.5	—	В %			100	36.8	—
Средняя ширина из наблюдений за два дня									3.25	1.26	—
В %									100	38.8	—

Таблица 3

Транспирация томатов на 1 мм² открытой площади устьиц

	Растения		Отношение	
	Контр.	Опыт	Контр. CO ₂	CO ₂ Контр.
Сумма площадей отверстий устьиц на 1 дц ² в мм ²	15.54	5.99	2.59	—
Средняя транспирация томатов 2 VIII и 3 VIII на 1 дц ² в час в мг	678.8	527.7	1.3	—
Транспирация на 1 мм ² открытой площади устьиц в мг	43.6	88.4	—	2.02

ружено, так как в наших опытах при уменьшении величины щели устьиц в среднем в 2.5 раза по сравнению с контрольными растениями транспирация снизилась всего лишь в 1.3 раза. Наши данные подтверждают выводы Штольфельта (6), который обнаружил, что наибольшая чувствительность фотосинтеза и транспирации к раскрытию устьичной щели наблюдается лишь в том случае, если первоначальная степень открытия их была незначительна.

Описанные опыты позволяют сделать следующие выводы: 1) повышенное содержание CO₂ в воздухе вызывает у растений сильное (до 60% по сравнению с контролем) прикрывание устьиц; 2) меньшая степень зияния устьиц в атмосфере, обогащенной CO₂, приводит к заметному (у томатов до 24%) снижению суточной транспирации с единицы листовой поверх-

ности и к понижению общего количества испаряемой растениями воды; 3) скорость диффузии водяных паров из межклетников листа наружу на единицу открытой поверхности устьиц под влиянием CO_2 сильно увеличивается.

Лаборатория физиологии растений.
Научно-исследовательский институт
овощного хозяйства.
Москва.

Поступило
3 VIII 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. М. Дорохов, Труды Лаборатории агрохимии и биохимии овощей ВАСХНИЛ (1936). ² Л. М. Дорохов, Доклады ВАСХНИЛ, № 3—4 (1938). ³ Л. М. Дорохов, Динамика накопления углеводов в листьях растений при различном содержании CO_2 в воздухе (рукопись). ⁴ N. Kisselew, Bot. Zbl., XXXII, Abt. I (1914). ⁵ О. А. Вальтер и Л. М. Пиневич, Практический курс физиологии растений (1931). ⁶ M. Stålfelt, Planta, 23, H. 5 (1935). ⁷ В. С. Ильин, Известия Рос. Акад. Наук (1913); Biochem. ZS., 132, 492 (1922). ⁸ Steinberger, Biol. Zbl., 42, 405 (1922). ⁹ Arends, Arch. f. wiss. Bot., 1, 84 (1925). ¹⁰ Kisselew, Beihefte f. Bot. Zbl., 41, 287 (1925).