

ИНТЕНСИВНОСТЬ И ЧИСТАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ  
ФОТОСИНТЕЗА РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ  
ОТКРЫТОЙ ГИДРОПОНИКИ

Г. С. ДАВТЯН, Б. Х. МЕЖУНЦ

Изученные физиологические процессы растений (фотосинтез, дыхание, чистая продуктивность фотосинтеза) более активно протекают в условиях открытой гидропонии, чем при обычном выращивании. В силу этого заметно увеличивается (около 3 раз) выход сухой биомассы.

В течение последних двух десятилетий в Институте агрохимических проблем и гидропонии АН АрмССР выполнен большой объем работ, доказывающих бесспорное преимущество гидропонического производства ряда технических, лекарственных, овощных и других культур по сравнению с обычным возделыванием на почве [1—3].

В настоящее время метод беспочвенного выращивания растений все шире применяется в производстве. Это увеличивает значимость научных исследований, необходимых для разработки теоретических основ развивающейся промышленной гидропонии. Важное значение приобретает изучение процессов, определяющих интенсивность формирования урожая, а именно минеральное, водное и воздушное питание растений.

Вопрос о воздушном питании (фотосинтез, дыхание) является одним из наиболее важных. Накопленный на ряде растений (табак, розовая герань, перец и др.) экспериментальный материал дает представление о характере этого важного физиологического процесса в специфических условиях открытой гидропонии.

*Материал и методика.* Исследования проводили на Экспериментальной гидропонической станции института. Саженьцы розовой герани, рассаду табака и перца выращивали в теплице—гидропоническим способом. Опыты как в условиях открытой гидропонии, так и в обычных условиях были заложены в один срок. Интенсивность фотосинтеза и дыхания определяли колориметрическим методом Чатского и Славика [4]. При определении интенсивности дыхания камеру-прищепку закрывали светонепроницаемой бумагой, а при жаркой погоде также белой материей. Чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывали по известной формуле Кядда, Веста и Бриггса, описанной в книге Ничипоровича с соавт. [5]. Регистрировали также общую освещенность (люксметром Ю-16), температуру листа (ТЭМП—60) и воздуха.

*Результаты и обсуждение.* Как показали наблюдения Костычева и Вотчала [6, 7], а также последующие исследования многочисленных

советских и зарубежных ученых [8—13], интенсивность фотосинтеза и дыхания под воздействием внешних факторов (корневое питание, метеорологические условия и т. д.) в течение дня и вегетации растений подвергается резким изменениям.

Наши многократные измерения показали почти сходную дневную динамику этих физиологических процессов у растений, выращенных в условиях открытой гидропоники и на почве (рис. 1). И в том и другом случае высокая активность фотосинтеза обычно наблюдается с 8 до 11 и с 16 до 18 час., а в полдень, как правило, происходит угнетение его. Интенсивность дыхания, наоборот, высокая в 13—14 час. Разница между сравниваемыми способами выращивания в основном в уровне интенсивности этого процесса.

На рис. 1 представлены кривые, иллюстрирующие средние величины освещения и температуры воздуха утром, в полдень и после полудня. Из приведенных данных видно, что в течение дня интенсивность

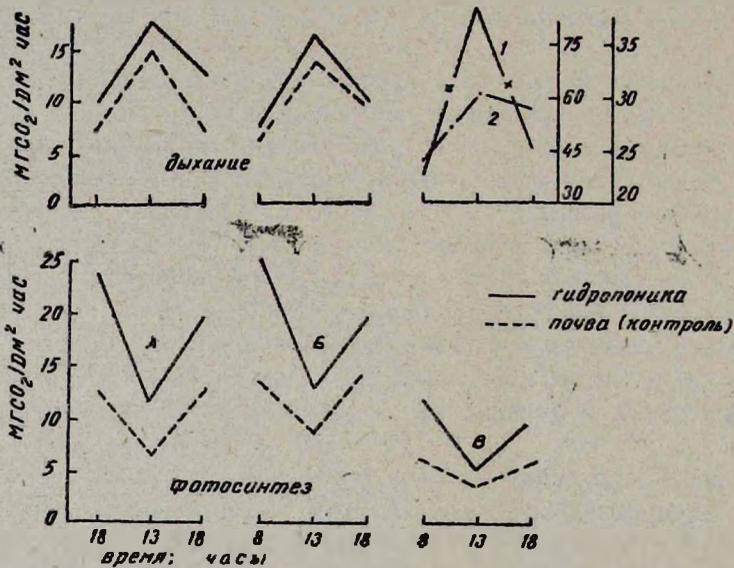


Рис. 1. Дневная динамика интенсивности фотосинтеза и дыхания растений, выращенных в условиях открытой гидропоники и почвы. А—табак, Б—розовая герань, В—перец. 1—освещение, 2—температура воздуха.

дыхания более тесно коррелирует с изменением освещенности и температуры, чем интенсивность фотосинтеза. Наши наблюдения показали, что повышение интенсивности фотосинтеза обычно наблюдается при освещении около 50—60 тыс. лк и температуре 25—30°, выше этих уровней указанный показатель обычно падает.

В условиях открытой гидропоники, как и на почве, мы, как правило, наблюдали глубокую «полуденную депрессию фотосинтеза», в силу чего очень часто интенсивность фотосинтеза снижалась на 50%, и это падение длилось обычно около 3-х часов. Это давно известное явление обычно наблюдается при перегреве и светонасыщении листьев. В

условиях пригорода Еревана интенсивность освещения в отдельные летние дни достигала 80—90 тыс. лк, а температура воздуха в тени превышала 35°; это может быть причиной снижения фотосинтетической функции листа в полуденное время.

Уровень полуденной депрессии фотосинтеза сравнительно выше у растений, выращенных на открытой гидропонике (рис. 1), т. е. активность фотосинтеза у гидропонических растений в это время суток выше, чем в контроле. Однако сопоставление максимальной (в 10 час.) и минимальной (в 13 час.) точек интенсивности фотосинтеза в течение дня показывает (табл. 1), что абсолютная величина депрессии несколь-

Таблица 1  
Величина полуденной депрессии фотосинтеза растений в различных условиях выращивания, мгСО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup> час. (среднее из 10—24-х измерений)

Исследуемые растения	Варианты опыта	Время определения		Падение интенсивности фотосинтеза, %
		10 час.	13 час.	
Розовая герань	почва	13,0	6,7	49
	гидропоника	23,5	11,0	53
Табак (Самсун-935)	почва	13,0	7,0	46
	гидропоника	21,0	9,0	57
Перед (Данубский крупный)	почва	7,2	5,3	26
	гидропоника	10,3	5,2	50

ко больше у гидропонических растений. Этому, вероятно, способствовала также сравнительно высокая температура в прикорневом слое гидропонических растений.

С целью сравнения показателей фотосинтеза и дыхания растений мы вывели среднесуточные данные определенного периода роста растений. В зависимости от вида растений в отдельные фазы их роста интенсивность фотосинтеза листьев гидропонических растений превышает почвенный контроль в 1,2—2,0 раза, а дыхание—1,1—1,4 раза (табл. 2). Только у розовой герани в сентябре этот показатель несколько уступает контрольному. Это связано с быстрым ростом и старением листьев нижних ярусов герани в условиях открытой гидропоники в конце августа, с затруднением доступа солнечного света к листьям среднего и нижнего ярусов и подавлением вентиляции в этой зоне [14].

Наши исследования показали (рис. 2), что интенсивность фотосинтеза растений, выращенных как в условиях открытой гидропоники, так и на почве, в течение вегетации постепенно уменьшается. Интенсивность дыхания, наоборот, с возрастом растений увеличивается.

*Чистая продуктивность фотосинтеза*, являясь результатом фотосинтетической деятельности растений, показывает ежесуточный прирост сухой биомассы и выражается в граммах в расчете на один кв. м листовой поверхности.

Влияние условий выращивания растений на интенсивность фотосинтеза и дыхания листьев,  $\text{мгСО}_2/\text{дм}^2\text{час}$ . (среднее 10—24-х измерений)

Растения	Время определения (1972—1977 гг.)	Физиологические показатели	Почва (контроль)	Открытая гидропоника	Прибавка, %
Розовая герань	июль	фотосинтез	10,0	19,8	98
		дыхание	8,7	12,6	45
	август	фотосинтез	10,3	14,9	45
		дыхание	11,9	13,3	11
	сентябрь	фотосинтез	8,7	5,7	34
		дыхание	13,6	16,9	24
Табак (Самсун-935)	июнь (активный рост)	фотосинтез	12,2	17,1	40
		дыхание	10,3	11,4	10
	июль (бутонизация)	фотосинтез	12,3	16,5	34
		дыхание	10,2	12,1	19
	июль (цветение)	фотосинтез	13,1	20,9	60
		дыхание	10,7	13,4	25
август (плодообразование)	фотосинтез	6,5	10,5	62	
	дыхание	13,0	17,0	31	
Перец (Данубский крупный)	июнь	фотосинтез	5,8	9,0	55
	июль	фотосинтез	6,0	7,1	18
	август	фотосинтез	4,8	7,4	54

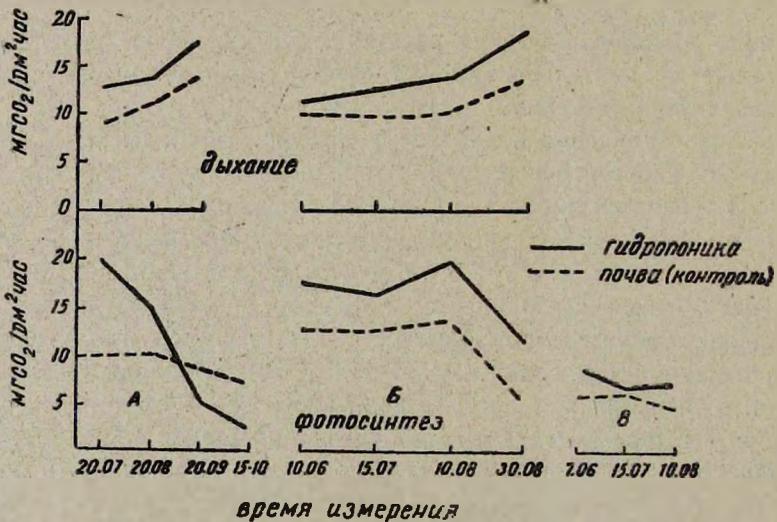


Рис. 2. Изменение интенсивности фотосинтеза и дыхания в течение вегетации. А—табак, Б—розовая герань, В—перец.

Нами было показано [15], что чистая продуктивность фотосинтеза гидропонических растений розовой герани в период бурного роста (до конца августа) значительно превышает почвенный контроль. В даль-

нейшем (сентябрь и октябрь), когда в условиях открытой гидропоники рост растений замедляется, она снижается. Аналогичное явление наблюдается и в опытах с растениями перца (рис. 3). В условиях открытой гидропоники высокий уровень чистой продуктивности фотосинтеза отмечается в более ранний срок вегетации, чем на почвенном контрольном участке.

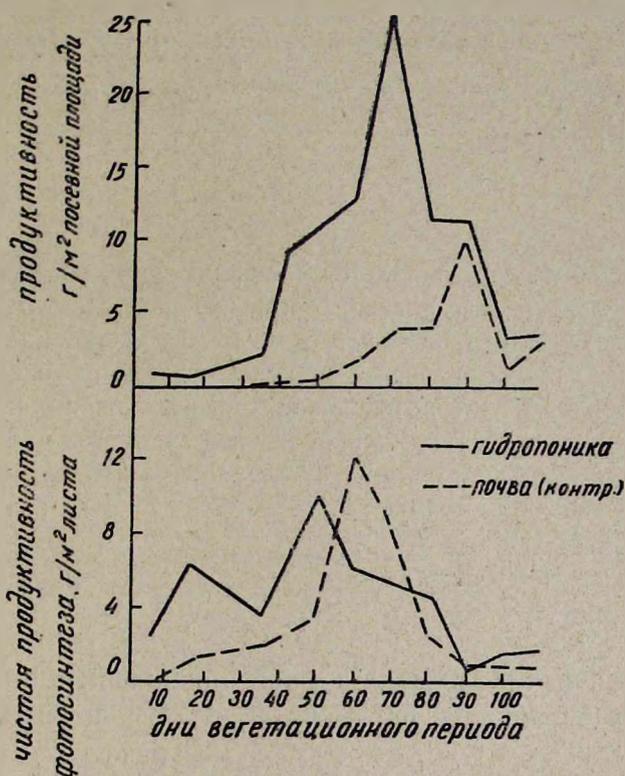


Рис. 3. Некоторые показатели продуктивности перца, выращенного в условиях открытой гидропоники и на почве.

Благодаря высокой фотосинтетической активности листьев в первые месяцы вегетационного периода гидропонические растения сравнительно быстрее образуют мощную ассимиляционную поверхность, что гарантирует получение большого количества биомассы, даже при дальнейшем снижении обоих показателей.

В конечном итоге важно не накопление сухого вещества в каждый данный момент (т. е. чистая продуктивность фотосинтеза), а выход общей биомассы и товарной продукции с единицы площади посевов или плантаций. Учитывая это, мы сопоставили средние величины чистой продуктивности фотосинтеза и выхода сухой биомассы розовой герани и перца. Из приведенных в табл. 3 данных видно, что чистая продуктивность фотосинтеза листьев гидропонических растений превышает почвенный контроль в среднем на 13—26%, тогда как выход общей

биомассы (выраженной в г на один кв. м посевной площади) — на 270—300%, или примерно в 3 раза.

Таблица 3

Чистая продуктивность фотосинтеза и выход сухой биомассы растений, выращенных в условиях открытой гидропонии и почвы (средние данные за вегетационный период)

Объекты исследования	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/кв. м листа за сутки			Выход сухой биомассы, г/кв. м плантации за сутки		
	почва (контроль)	открытая гидропоника	прибавка, %	контроль	гидропоника	прибавка, %
Розовая герань	3,8	4,3	13	3,8	14,2	274
Перец	3,4	4,3	26	2,5	10,1	304

Полученные нами данные подтверждают выводы многочисленных советских и зарубежных ученых о том, что не всегда наблюдается прямая (простая) пропорциональная связь между урожаем, с одной стороны, и интенсивностью и чистой продуктивностью фотосинтеза — с другой [15—17 и др.]. Здесь проявляется существование комплекса процессов, участвующих в формировании урожая, уровень которого не может определяться лишь одним, пусть даже самым важным фактором жизнедеятельности растений.

Институт агрохимических проблем и гидропонии  
АН АССР

Поступило 19.IV 1978 г.

**ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՖՈՏՈՍԻՆԹԵԶԻ ԻՆՏԵՆՍԻՎՈՒԹՅՈՒՆՆ ՈՒ ՄԱՔՈՒՐ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲԱՅՑՔՅԱ ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ**

Գ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, Բ. Խ. ՄԵԺՈՒՆՑ

Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ հողային ստուգիչի համեմատությամբ բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում աճեցված բույսերն (ծխախոտ, վարդաբույր խորդենի, տաքդեղ) աչքի են ընկնում ինչպես ֆոտոսինթեզի, այնպես էլ շնչառության բարձր ակտիվությամբ (1,1—2,0 անգամ): Հիդրոպոնիկական բույսերի ֆոտոսինթեզի ինտենսիվությունն ու մաքուր արդյունավետությունը հատկապես բարձր են նրանց աճեցման վաղ շրջանում:

Չնայած ֆոտոսինթեզի մաքուր արդյունավետության միջին ցուցանիշով (աճեցման ամբողջ շրջանի համար) տաքդեղի և խորդենու հիդրոպոնիկական բույսերի գերազանցությունը (հողայինների նկատմամբ) կազմում է ընդամենը 13—26%, սակայն կենսազանգվածի ելանքով (ցանքատարածության միավոր մակերեսի հաշվով) դրանք մոտ երեք անգամ գերազանցում են հողային ստուգիչին:

THE INTENSIVITY OF PHOTOSYNTHESIS AND NET  
PRODUCTIVITY OF PLANTS IN THE CONDITIONS  
OF OPEN-AIR HYDROPONICS

G. S. DAVTIAN, B. Kh. MEZHUNTS

The studied physiological processes of plants (photosynthesis, respiration, net productivity of photosynthesis) have a higher activity in the conditions of the open-air hydroponics than on the soil control allotment. The yield of dry biomass of rose geranium and capsicum owing to this increase considerably (about 3 times).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Давтян Г. С. Гидропоника как производственное достижение агрохимической науки (18-ое чтение, посвященное памяти акад. Д. Н. Прянишникова). Ереван, 1969.
2. Давтян Г. С., Майрапетян С. Х. Производство розовой герани без почвы. Ереван, 1976.
3. Давтян Г. С., Бабахаян М. А. Биологический журнал Армении, 27, 11, 14—17, 1974.
4. Вознесенский В. Л., Заленский О. В., Семихатова О. А. Методы исследования фотосинтеза и дыхания растений. М., 1965.
5. Ничипорович А. А., Строгонова Л. Е. и др. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М., 1961.
6. Костычев С. П., Кардо-Сасоева Е. К. Изв. АН СССР, 467—498, 1930.
7. Вотчал Е. Ф., Толмачев И. М. Дневн. Всесоюзн. съезда бот., М., 1926.
8. Бриллиант В. А. Фотосинтез как процесс жизнедеятельности растений. М., 1949.
9. Горбунова Г. С. Тр. бот. ин-та АН СССР, эксперим. бот., 165—207, Л., 1956.
10. Дорохов Л. М. Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений. 200—205, М., 1964.
11. Austin R. B., Mac-Lean N. S. Photosynthetica, 5, 1, 17. Praha, 1971.
12. Bjorkman O. Physiologie plantarum, 19, 3, 24—28, Berlin, 1966.
13. Natr L., Purs J. Photosynthetica, 3, 4, Praha, 1969.
14. Межуц Б. Х. Автореф. канд. дисс., Ереван, 1975.
15. Давтян Г. С., Межуц Б. Х., Майрапетян С. Х. Сообщ. ИАПГ АН АрмССР (в печати).
16. Ивакин А. П. Автореф. канд. дисс., Л., 1970.
17. Кумаков В. А. Автореф. докт. дисс., Л., 1971.
18. Watson D. J. Ann. bot. N.—S., 11, 41, 13—47, 1947.