

Г. С. ДАВТЯН, Б. Х. МЕЖУНЦ, С. Х. МАПРАПЕТЯН

НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ РОЗОВОЙ ГЕРАНИ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОЙ ГИДРОПОНИКИ

В настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом широко разрабатывается комплексная теория фотосинтетической продуктивности растений, являющаяся основой получения высоких урожаев. Эти работы входили в Международную биологическую программу, в раздел «Фотосинтез и использование энергии солнечной радиации» [1].

Такие исследования особенно целесообразны в условиях открытой гидропоники, при которой имеется возможность регулирования питательного и водно-воздушного режимов растений.

Многолетние исследования доказали высокую эффективность гидропонического производства розовой герани. Достаточно отметить, что выход зеленой массы и эфирного масла в условиях открытой гидропоники возможно увеличить от 2 до 7 раз, в среднем 3—4 раза по сравнению с почвенной культурой [2—7]. Факторы высокой продуктивности растений при их гидропоническом производстве изучены и обобщены Г. С. Давтяном [8,9]. Вместе с тем физиологические основы высокой продуктивности розовой герани в условиях гидропоники пока изучены недостаточно.

Учитывая это, в течение пяти лет (1972—76 гг.) мы изучали некоторые основные физиологические элементы фотосинтетической продуктивности растений—интенсивность и чистую продуктивность фотосинтеза, характер роста ассимиляционной поверхности, фотосинтетический потенциал посевов, характер накопления свежего и сухого вещества и т. д.

Посадка саженцев розовой герани в двух вариантах опыта (почва и гидропоника) производилась одновременно с густотой 60×60 см. Интенсивность наблюдаемого фотосинтеза определяли методом Чатского и Славика [10], площадь листьев—весовым методом, чистая продуктивность фотосинтеза—по методу А. А. Ничипоровича, а фотосинтетический потенциал—графическим методом [11].

Интенсивность и чистая продуктивность фотосинтеза. Результаты измерений показывают, что растения розовой герани в условиях почвы (контроль) отличаются низким (до $10 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2\text{час}$), но достаточно стабильным уровнем интенсивности фотосинтеза в течение всего вегетационного периода (рис. 1). В условиях открытой гидропоники активность фотосинтеза герани была значительно выше (до $20 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2\text{час}$) в июле и в начале августа, а в дальнейшем она падала более резко, чем на почве. Это явление мы объясняем тем, что надземная часть герани при беспочвенной культуре растет очень бурно и быстро, в силу чего, начиная со второй половины августа, уменьшается доступ солнечного света к листьям нижнего и среднего яруса (табл. 1); в результате гидропонические растения раньше и стареют.

В условиях почвенного контроля растения не разрастаются так

Освещение листьев среднего яруса розовой герани в гидропонических и почвенных культурах

Время определения	Вариант	Освещенность в 10^3 лк		
		Общая	на уровне среднего яруса растений	пропускание света среднего яруса в %
Июль	почва	52	34	65
	гидропоника	52	28	53
Август	почва	55	32	58
	гидропоника	56	21	37
Сентябрь	почва	33	16	48
	гидропоника	38	6	16
Октябрь	почва	22	10	45
	гидропоника	22	6	27

сильно и листья среднего яруса получают больше света, чем у гидропонических растений.

Изучению чистой продуктивности фотосинтеза посвящено много работ [12—14], показавших что этот показатель в онтогенезе растений колеблется в зависимости от внешних и внутренних факторов (температура, освещение, влажность, возраст растений, загущенность посева и т. д.).

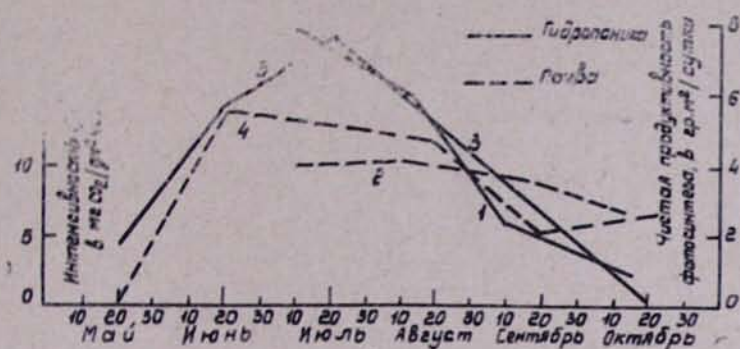


Рис. 1. Сезонная динамика интенсивности и чистой продуктивности фотосинтеза розовой герани в условиях открытой гидропоники и почвы

1 и 2 — интенсивность фотосинтеза, 3 и 4 — чистая продуктивность фотосинтеза

В нашем опыте продуктивная работа листьев герани, выращенной на почве, начинается через месяц после посадки черенков и достигает максимальной величины в июне (рис. 1). Далее на протяжении двух месяцев уровень чистой продуктивности фотосинтеза почти не изменяется и лишь в сентябре, по сравнению с предыдущими месяцами, она уменьшается. Фотосинтетическая продуктивность гидропонической плантации розовой герани по величине превосходит почвенный контроль до сентября; к концу вегетации (сентябре, октябре), когда ассимиляционная поверхность гидропонических растений достигает максимальной величины и кусты герани затеняют друг друга, значительно уменьшается чистая продуктивность фотосинтеза.

Особенности образования ассимиляционной поверхности. Величина площади листьев в посевах является важнейшим фактором для формирования урожая. Поэтому с целью получения высокопродуктивных посевов в первую очередь необходимо, чтобы ассимиляционная поверхность растений сравнительно быстро достигла оптимальных размеров и долго сохранялась в активном состоянии.

Согласно литературным данным, оптимальной величиной площади листьев посевов различных сельскохозяйственных растений считается 40—50 тыс. кв. м/га. При хорошей обеспеченности водой и минеральным питанием такой посев может поглощать 80—85% падающей на поверхность земли фотосинтетически активной радиации и работать с высоким коэффициентом полезного действия (КПД) до 3—4%. Дальнейший рост ассимиляционной поверхности неэффективен, ибо приводит к уменьшению чистой продуктивности фотосинтеза [14].

Так как товарной частью биологического урожая розовой герани является её зеленая масса, то размеры площади листьев (и особенно свежий вес) для данной культуры являются более важным показателем.

Учитывая это обстоятельство, а также роль листьев для создания урожая, мы попытались выявить те особенности образования ассимиляционной поверхности гидропонических растений розовой герани, которыми она отличается от растений, выращенных в обычных почвенных условиях.

Сравнение кривых, иллюстрирующих сезонные изменения величины ассимиляционной поверхности герани (общей поверхности верхней стороны листьев) в различных условиях корнеобитаемой среды, показывает, что гидропонические растения довольно быстро образуют оптимальную ассимиляционную поверхность (рис. 2). Растения в условиях гидропоники сравнительно раньше, чем в условиях почвы, начинают работать с оптимальной площадью фотосинтетического аппарата. Эта важная особенность быстрого формирования ассимиляционного аппарата розовой герани в условиях открытой гидропоники в значительной мере определяет дальнейший ход процессов образования биологического урожая.

В нашем опыте у гидропонических растений розовой герани к концу вегетации (сентябрь, октябрь) наблюдалось уменьшение размеров площади листьев. Это происходит потому, что в августе ассимиляционная поверхность розовой герани достигает больших размеров, что приводит к взаимному затенению, отмиранию и опадению листьев нижних ярусов.

Из данных табл. 2 видно, что в условиях открытой гидропоники уже в конце августа высыхает и опадает почти 1/4 часть листьев розовой герани, а в сентябре и в октябре количество высохших и опавших листьев увеличивается. У контрольных же растений, на почве, ассимиляционная поверхность хотя и медленно, но увеличивается до конца вегетации. Это можно объяснить тем, что здесь, в результате более слабого развития кустов, взаимное затенение вегетативных органов и отмирание листьев выражено очень слабо (рис. 2, табл. 2).

Нужно отметить, что в августе, наряду с отмиранием листьев нижних ярусов, в условиях открытой гидропоники происходит увеличение ассимиляционной поверхности герани за счет продолжения бурного роста в верхних ярусах. Далее, процессы отмирания листьев, преобладая над ростовыми процессами (сентябрь, октябрь), приводят к сокращению суммарной площади листьев гидропонических растений, которая все же остается на каждое растение вдвое больше, чем на почве.

Сравнение величины ассимиляционной поверхности розовой герани в условиях открытой гидропоники и почвенного контроля, показывает, что при одинаковой густоте посадки гидропонические растения образовали в несколько раз больше площади ассимиляции, чем растения в

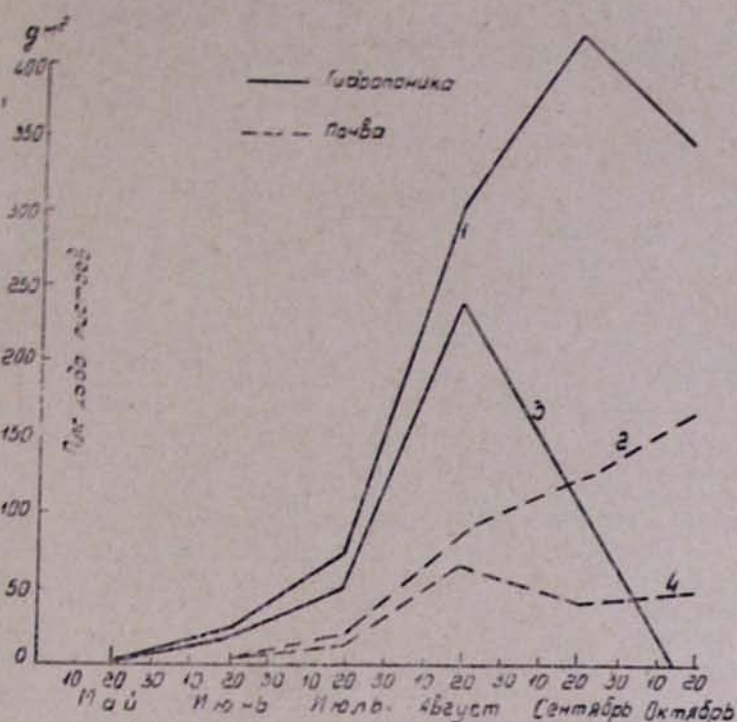


Рис. 2. Изменение суммарной площади листьев в среднем на 1 растение розовой герани в течение вегетации (в дм²)
1 и 2 — величина площади листьев, 3 и 4 — прирост площади листьев за декаду.

Таблица 2

Отмирание листьев нижнего и среднего ярусов розовой герани в течение вегетации в гр. на одно растение (сух. вес)

Время определения	Открытая гидропоника		Почвенный контроль	
	общий вес листьев	вес опавших листьев	общий вес листьев	вес опавших листьев
20—25 августа	179,0	41,0	56,0	5,0
20—25 сентября	271,0	125,0	87,0	13,0
10—15 октября	223,0	125,0	121,0	16,0

условиях почвы (табл. 3). Максимальная величина отношения ассимиляционной поверхности гидропонических растений герани к почвенным наблюдалась в июле.

В условиях открытой гидропоники оптимальная величина площади листьев была достигнута в конце июля, тогда как в почвенных условиях лишь в конце вегетации (сентябре-октябре). Следовательно, высокая скорость образования ассимиляционной поверхности является другой важной и положительной особенностью гидропонической культуры розовой герани.

Величина ассимиляционной поверхности розовой герани в условиях открытой гидропоники и почвы

Месяцы	Площадь листьев одного растения дм^2		Площадь листьев в тыс. $\text{м}^2/\text{га}$		Отношение величин ассим. поверхности гидропонических и почвенных растений
	гидропоника	почва	гидропоника	почва	
Апрель	0.5 ± 0.04	0.5 ± 0.04	0.1	0.1	1.0
Май	1.2 ± 0.3	0.5 ± 0.03	0.3	0.1	3.0
Июнь	22 ± 1.3	3.7 ± 0.3	6.1	1.0	6.1
Июль	74 ± 0.6	17 ± 1.3	20.0	4.6	4.3
Август	311 ± 10	82 ± 5	86	23	3.8
Сентябрь	420 ± 22	116 ± 4	117	32	3.6
Октябрь	338 ± 23	165 ± 9	94	45	2.1

В исследованиях по фотосинтетической продуктивности растений важным показателем является потенциальная мощность или фотосинтетический потенциал посевов (ФП), который представляет собой производную от размера ассимиляционной поверхности и продолжительности ее работы на фотосинтез. Фотосинтетический потенциал показывает среднюю площадь ассимиляции за каждый день вегетационного периода. Фотосинтетический потенциал выражается в тыс. кв. м/сутки в расчете на один гектар посева или плантации. Эта среднесуточная величина определяется различными способами, но наиболее удобным является графический метод, который и был применен нами [11].

В нашем опыте по величине фотосинтетического потенциала гидропонические растения розовой герани значительно превосходят почвенный контроль (рис. 3). Так, например, при одинаковой интенсивности поглощения углекислого газа розовая герань, в условиях открытой гидропоники, за каждый день вегетации может создать в 4 раза больше

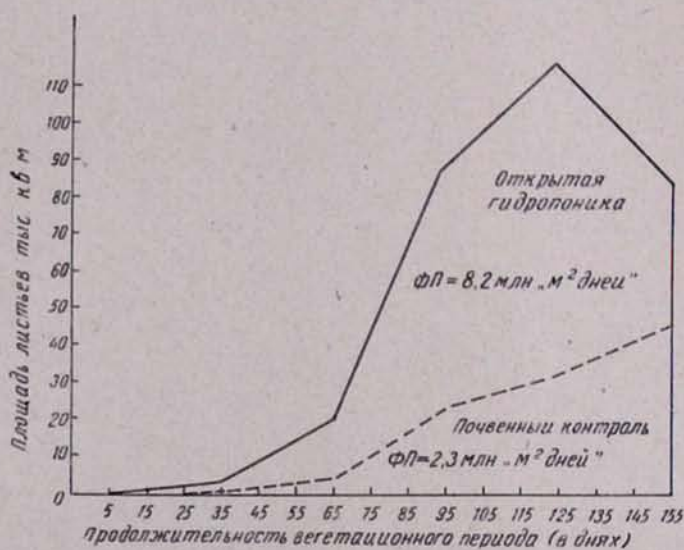


Рис. 3. Величины фотосинтетического потенциала гидропонической и почвенной плантации розовой герани.

биомассы, чем растения в условиях почвенного контроля, так как потенциальная мощность гидропонического посева почти во столько же выше. Таким образом, многократное увеличение урожая розовой герани обусловлено также высоким фотосинтетическим потенциалом гидропонической плантации.

Характер накопления свежего и сухого вещества. В течение вегетационного периода розовой герани мы периодически брали пробы растений (по 10—15 штук) для определения характера накопления свежего и сухого вещества.

Результаты показывают, что изменение условий корневого питания растений довольно четко отразилось на процесс накопления веществ. На почвенном контрольном участке, хотя и увеличение веса растений продолжалось до конца вегетации, свежий вес одного растения не превышал 1065 г, а в сентябре составлял 880 г, тогда как свежий вес одного растения герани в условиях гидропоники уже в сентябре достигал 2781 г (табл. 4). Следовательно, в условиях открытой гидропоники, при одинаковой густоте посадки, розовая герань накопила почти в три раза больше свежей массы и сухого вещества, чем на почвенном контроле.

Таблица 4

Ход накопления свежей и сухой массы у розовой герани в условиях открытой гидропоники и почвы

Время измерения	Свежий вес одного растения (г)		Урожай биомассы (ц/га)		Выход сухого вещества (ц/га)	
	гидропоника	почва	гидропоника	почва	гидропоника	почва
Апрель	9±0.5	9±0.5	2.5	2.5	0.4	0.4
Май	12±0.6	9±0.4	3.3	2.5	0.5	0.4
Июнь	148±11	28±2.0	41.1	7.8	5.6	1.2
Июль	559±52	115±9	156.0	32.0	27.3	5.2
Август	1905±128	468±36	529.0	130.0	101.7	25.3
Сентябрь	2781±120	880±39	772.0	244.0	175.0	52.0

Выводы

1. По сравнению с почвенным контролем гидропонические растения герани до середины августа отличались значительно более высокими показателями интенсивности и чистой продуктивности фотосинтеза. В конце вегетации (сентябрь, октябрь), когда ассимиляционная поверхность достигает больших размеров и кусты герани, сильно разрастаясь, затеняют друг друга, уменьшается интенсивность и чистая продуктивность фотосинтеза.

2. У гидропонических растений розовой герани значительно раньше оформляется «оптимальная площадь ассимиляции», чем у растений на почвенном контроле. Это обеспечивает более длительный период фотосинтеза после достижения величины оптимальной площади ассимиляции.

Рост ассимиляционной поверхности почвенных растений герани, хотя и не так интенсивно, как гидропонических, продолжался до конца вегетации, а в условиях открытой гидропоники, в силу очень бурного разрастания, взаимного затенения растений и отмирания листьев нижних ярусов в сентябре-октябре значительно сокращается количество и общая площадь листьев. Правда, даже в этот период площадь листьев в условиях гидропоники на 1 растение вдвое больше, чем на почве.

Эта особенность хода более быстрого накопления веществ в гидропонических растениях герани подтверждает вывод о целесообразности двукратного съема зеленой массы герани в условиях открытой гидропоники (в середине августа и октября), что обеспечивает увеличение выхода эфирного масла на 20—30%.

При одинаковой густоте посадки размеры площади листьев гидропонических растений герани в несколько раз превосходят почвенный контроль.

3. Фотосинтетический потенциал гидропонической плантации герани почти в четыре раза выше, чем почвенной.

4. Таким образом, значительное увеличение интенсивности и чистой продуктивности фотосинтеза, несравненно раннее достижение уровня «оптимальной площади ассимиляции», многократное увеличение фотосинтетического потенциала, т. е. среднесуточной ассимилирующей площади листьев и более продолжительное время работы растений на фотосинтез, являются одними из основных факторов многократного увеличения продуктивности растений при их производстве в условиях открытой гидропоники.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Ничипорович. Международная биологическая программа и исследование в области фотосинтеза. «Вестник с-х наук», № 4, «Колос», 1967, стр. 32—41.
2. Г. С. Давтян. Гидропоника как производственное достижение агрохимической науки. 18-ое научное чтение, посвященное памяти акад. Д. Н. Пряннишникова. Изд. АН Арм. ССР, 1969.
3. Г. С. Давтян, С. Х. Майрапетян. Культура розовой герани в условиях открытой гидропоники. Биол. журнал Армении, т. 22, № 11, Изд. АН Арм. ССР, 1969, стр. 3—11.
4. Г. С. Давтян, С. Х. Майрапетян. Эффективность гидропонического производства розовой герани в Армении. «Сообщения» ИАПНГ АН Арм. ССР, № 12, Ереван, 1972, стр. 8—13.
5. G. S. Davtyan, S. K. Mairapetyan. Some results of the Geranium production in the open-air hydroponicums in the Armenian SSR. JWOSC Proceedings, pp. 157—63, 1973.
6. G. S. Davtyan. The productivity of medicinal, essential oil and condiment plants grown under open-air hydroponics. Commonwealth bureau of horticulture and plantation crops. Horticultural abstracts, v. 46, pp. 619—629, 1976.
7. Գաճըրյան Գ. Ս. Մայրապետյան Ս. Խ. Հարգարար խորհրդում տեղի տրամադրությունը «ՀԱՀ ԳԱ Հրատարակչ.» 1976:
8. Г. С. Давтян. Факторы высокой продуктивности растений в управляемых условиях. «Сообщения» ИАПНГ АН Арм. ССР, № 14, 1974, стр. 3—14.
9. G. S. Davtyan. Factors Contributing to the high productivity of plants under regulate conditions. In Vortragsreihe IV Symp. Industr. Pflanzenbau, Vienna, 4, pp. 171—181, 1971.
10. J. Chatsky, B. Slavik. Eine neue Anwendung der CO₂-Bestimmung nach kauko zu Assimilations-messungen „Planta“ v. 51, № 1, 1958.
11. А. А. Ничипорович, Л. Е. Строгонова, С. Н. Чморя, М. П. Власова. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Изд. АН СССР, М., 1969.
12. Г. П. Устенко. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования высоких урожаев. «Фотосинтез и вопросы продуктивности растений», изд. АН СССР, 1963, стр. 37—71.

13. В. П. Беденко, А. А. Федюшин, Г. П. Ушарова, Б. Б. Интикбаева, М. Н. Малеева. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность пшеницы в посевах на юго-востоке Казахстана. «Фотосинтез и продуктивность озимой пшеницы на юго-востоке Казахстана», «Наука» Каз. ССР, Алма-Ата, 1976, стр. 3—20.
14. А. А. Ничипорович, К. А. Асраров. О некоторых принципах оптимизации фотосинтетической деятельности растений в посевах. «Фотосинтез и использование солнечной энергии», Л., «Наука», 1971, стр. 5—17.

Գ. Ս. ԳԱՎԹՅԱՆ, Բ. Խ. ՄԵԺՈՒՆՏ, Ս. Խ. ՄԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ՎԱՐԳԱՐՈՒՅՐ ԽՈՐԳԵՆՈՒ ԱՐԳՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ ՄԻ ՔԱՆԻ ՑՈՒՑԱՆԻՇՆԵՐԸ՝
ԲԱՅՈՒՅԱ ՇԻՐԻՈՒՊՈՆԻԿԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո լ ո լ մ

Վարդարույր խորղենու հիդրոպոնիկական բույսերը՝ հողային ստուգիչի համեմատությամբ, մինչև օգոստոսի երկրորդ կեսը աչքի են ընկնում ֆոտոսինթեզի ինտենսիվության և մարուր արդյունավետության բարձր մակարդակով: Սակայն այդ ղեպրում բույսերի վերգետնյա զանգվածի բուռն աճի հետևանքով, վեգետացիայի վերջում խորղենու թփերը ստվերացնում են մեկը մյուսին՝ ընկնում է ինչպես ֆոտոսինթեզի ինտենսիվությունը, այնպես էլ նրա մարուր արդյունավետությունը: Փորձերի արդյունքները հիմնավորում են բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում արագ աճող խորղենու երկու ժամկետով բերրահավաք կատարելու անհրաժեշտությունը՝ օգոստոսին և հոկտեմբերին, որի շնորհիվ եթերայուղի ընդհանուր ելանքը ավելանում է 20—30%-ով:

Խորղենու հիդրոպոնիկական բույսերի ֆոտոսինթեզի ինտենսիվությունը վեգետացիայի ընթացքում սովորաբար 20—40%-ով աճելի է, մինչդեռ ֆոտոսինթետիկական պոտենցիալը՝ մոտ 4 անգամ, իսկ կանաչ զանգվածի ու շոր նյութի ելանքը՝ աճելի բան 3 անգամ զերազանցել է հողային ստուգիչին:

Այսպիսով՝ բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում խորղենու ֆոտոսինթեզի ինտենսիվության և մարուր արդյունավետության զգալի աճելացումը, տերևային «օպտիմալ մակերեսի» անհամեմատ վաղ կազմակերպումը, ֆոտոսինթետիկական պոտենցիալի մի քանի անգամ զերազանցումը հողային բույսերի համեմատությամբ բույսի արդյունավետության բազմանվազ բարձրացման հիմնական գործոններից է:

G. S. DAVTYAN, B. KH. MEZHUNTS, S. KH. MAIRAPETYAN

SOME INDICES OF THE PRODUCTIVITY OF ROSE GERANIUM GROWN IN OPEN-AIR HYDROPONICS

Summary

The intensivity and absolute productivity of the photosynthesis of hydroponic plants are significantly higher than those of the soil (control) ones. But in September and October, when the assimilation surface of

the hydroponic plants attains its highest growth and the violently growing bushes overshadow each other, the intensity and absolute productivity of photosynthesis begin to decrease. That is why these plants are ready to be harvested a month earlier. In the vegetation period the photosynthesis of the hydroponic plants of rose geranium is generally more intensive by 20—40%, the photosynthetic potential is greater by 4 times and the yield of green mass and dry matter exceeds that of the soil ones by more than 3 times.