

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ТОМАТОВ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОЙ ГИДРОПОНИКИ

Одним из эффективных способов повышения урожайности растений является создание оптимальных условий корневого питания. Вместе с тем известно, что корневое питание может существенно увеличить урожай лишь через воздействие на фотосинтетический аппарат растений, так как около 90-95% сухой биомассы составляет органическое вещество, образующееся исключительно в процессе фотосинтеза. Поэтому, разработка эффективных способов повышения продуктивности растений требует, в первую очередь, определить характер взаимосвязи, существующей между корневым питанием и фотосинтетической деятельностью.

Фотосинтетическая продуктивность томатов мало изучена и слабо освещена в специальной литературе [1, 2, 5, 6, 10, 14, 20]. Более того, в условиях открытой гидропоники аналогичные исследования проводятся впервые.

В настоящей статье изложены результаты опытов по влиянию различного режима корневого питания на ряд параметров фотосинтетической продуктивности растений томатов: площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистую продуктивность фотосинтеза и т.д.

Условия проведения опыта. Исследования проводили параллельно на почвенном и гидропоническом участках, охватывая все основные этапы роста и развития растений. Почва опытного участка бурая, карбонатная, характеризуется низким содержанием гумуса, валового и легкогидролизуемого азота и высоким содержанием валовых и доступных форм фосфора и калия. Минеральные удобрения давали в виде подкормок. растения первую подкормку получили через 25-30 дней после высадки рассады, вторую - в фазе плодообразования. Дозы удобрений при первой подкормке составляли $N_{50}P_{40}K_{60}$, а при второй - $N_{40}P_{20}K_{30}$. Полив, прополку и рыхление почвы производили согласно рекомендациям Хачатряна [17].

уровень минерального питания, обеспеченность растений влагой и воздухом в зоне корней в условиях открытой гидропоники были заметно выше, чем на почвенном участке опыта. Подпитывание растений производилось питательным раствором давтяна [9] ежедневно 1-3 раза, в зависимости от погодных условий и фаз развития растений.

Объектами для исследований служили сорта томатов Драко-322 и Эчмиадзинский-260, выведенные на республиканской селекционно-семеноводческой станции овоще-бахчевых культур МСХ АрмССР.

рассада томатов выращивалась в условиях теплицы гидропоническим способом. Площадь листьев определяли весовым, а фотосинтетический потенциал — графическим методами. Чистую продуктивность фотосинтеза рассчитывали по известной формуле Бриггса, Хилла и Веста [12]. Объем растений измеряли по объемомеру [8]. Образцы растений высушивали в сушильных шкафах в течение 6-7 часов при температуре 105-110°C.

Результаты и обсуждение. Для активного поглощения углекислого газа и фотосинтетической активной радиации Солнца необходимо, чтобы фотосинтетический аппарат растений в пространстве занимал сравнительно большой объем. Учитывая это, в течение всей вегетации измеряли объем и высоту надземных вегетативных органов томатов, выращенных в условиях открытой гидропоники и почвы.

Приведенные данные (табл. I) показывают, что заметное повышение высоты и объема надземных вегетативных органов гидропонических растений над почвенными наблюдалось в июне-июле месяцах. Далее, в результате высыхания листьев и ветвей нижних ярусов, объем гидропонических растений сокращался и в середине августа до 40% уступал почвенным. Это указывает на то, что в условиях открытой гидропоники, вследствие бурного роста растений, значительно сокращается вегетационный период томатов.

Таблица I

Изменение высоты и объема надземной массы в онтогенезе томатов (сорт эчмиадзинский-260)

Время измерения	Варианты опыта	Высота, см	Объем, см ³
Перед посадкой		17	8
26 июня	почва	36	53
	гидропоника	60	229
21 июня	почва	41	150
	гидропоника	61	364
4 июля	почва	52	180
	гидропоника	63	346
17 июля	почва	51	172
	гидропоника	65	315
30 июля	почва	50	200
	гидропоника	67	233
17 августа	почва	—	219
	гидропоника	—	128

Таким образом, фотосинтетический аппарат гидропонических растений, по сравнению с почвенными, с самого начала вегетации располагался в пространстве более удачно, тем самым создавая хорошие условия для протекания процесса фотосинтеза.

Важным показателем фотосинтетической продуктивности растений являются величина площади листьев и динамика ее формирования в онтогенезе. Все мероприятия, направленные на создание большой суммарной площади листьев с оптимальным графиком роста, способствуют повышению продуктивности растений [4, II, 16].

Размеры площади листьев растений зависят от ряда внешних и внутренних факторов, среди которых важное место занимает корневое питание. Почти во всех опытах, где изучалось влияние корневого питания на рост фотосинтетического аппарата, между ними наблюдалась прямая коррелятивная связь [4, IO, II, 14, 16].

Таблица 2

Площадь листьев томатов в различных условиях
корневого питания, $\text{дм}^2/\text{растение}$

Время измерения	Варианты опыта	Арако-322	Эчмиадзинский-260
5 июня	почва	II, I	8, I
	гидропоника	29,7	22,4
15 июня	почва	18,5	14,2
	гидропоника	54,5	32,4
5 июля	почва	23, I	18,4
	гидропоника	60, I	45,0
15 июля	почва	35,9	22,2
	гидропоника	56,6	51, I
5 августа	почва	48,8	24,8
	гидропоника	50,0	38,9
15 августа	почва	40,5	31,0
	гидропоника	45,9	14,0
30 августа	почва	-	20,7
	гидропоника	-	13,6

Данные, приведенные в табл. 2, показывают, что в условиях гидропоники значительно увеличивалась ассимиляционная поверхность томатов: максимальная площадь листьев у гидропонических растений была на 23-65% выше, чем аналогичный показатель у почвенных растений. На открытой гидропонике изменился также сезонный ход фор-

мирования ассимиляционной поверхности. Так, например, по сравнению с почвенными растениями, площадь листьев гидропонических растений достигала своей максимальной величины на один месяц раньше (в первой половине июля).

О мощности фотосинтетического аппарата растений можно судить также по величине фотосинтетического потенциала посевов (ФПП), которая показывает сумму ежедневных показателей площади листьев за весь вегетационный период и выражается в тыс.м²/га сутки.

Таблица 3

фотосинтетический потенциал растений томатов на гидропоническом и почвенном участке, тыс.м²/га сутки (Среднее за вегетацию)

Сорта	Варианты опыта	ФПП	Гидропоника/почва
Аракс-322	почва	700	1,9
	гидропоника	1300	
Зчмиадзинский-260	почва	520	1,8
	гидропоника	940	

Данные табл. 3 показывают, что фотосинтетический потенциал гидропонической плантации томатов в 1,8-1,9 раза превышал почвенную. Следовательно, если для гидропонических и почвенных растений остальные параметры фотосинтетической продуктивности будут равными, то гидропонический участок опыта может дать примерно в два раза больше биомассы, чем почвенный. Однако, как будет показано далее, гидропонические растения томатов, в силу ряда объективных причин, имеют несколько низкую чистую продуктивность фотосинтеза, поэтому и выход сухой биомассы в конце вегетации был несколько ниже от теоретически ожидаемого урожая (табл. 4).

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) считается более объективным показателем фотосинтетической продуктивности растений, чем интенсивность видимого фотосинтеза, так как в ней учитываются потери веществ и энергии, связанные с процессом дыхания, с экзоосмосом веществ и отмиранием тканей. Отметим, что ЧПФ показывает ежесуточный прирост сухой биомассы в пересчете на единицу площади листьев. Несмотря на наличие многочисленных экспериментальных данных, относящихся к связи корневого питания с ЧПФ, вопрос этот окончательно не разрешен. Более того, мнения ученых часто расходятся, а иногда даже противоречивы. Исследова-

Таблица 4

Сухой вес растений томатов, выращенных в различных условиях корневого питания, г/растение

Время измерения	Варианты опыта	Аракс-322	Эчмиадзинский-260
5 июня	почва	9,2	5,9
	гидропоника	23,3	20,8
15 июня	почва	19,3	12,9
	гидропоника	56,5	36,9
5 июля	почва	29,6	32,6
	гидропоника	87,0	86,6
15 июля	почва	75,3	68,8
	гидропоника	153,6	144,6
5 августа	почва	121,3	99,6
	гидропоника	194,2	150,0
15 августа	почва	144,3	120,2
	гидропоника	228,2	158,4

ния Устенко [16], патрона [13] показали, что применение минеральных и органических удобрений повышает ЧПФ кукурузы и сладкого перца, а в опытах Петина с сотрудниками — с рисом [15], Чуприкова — с кукурузой [18], Ирбе — с гречихой [7], Алиева с томатом и баклажаном [4] при высоких дозах удобрений ЧПФ повышалась только в начале вегетации растений, до формирования максимальной площади листьев. В исследованиях же других авторов внесение удобрений существенно не влияло на ЧПФ или, наоборот, снижало ее величину за вегетацию [2, 3, 19].

Наши данные показали, что чистая продуктивность фотосинтеза томата менялась в виде двухвершинной кривой (рис.). Первый максимум отмечен в фазе активного вегетативного роста, а второй — в период плодоношения. Резкое снижение ЧПФ во второй половине июня связано с переходом растений от вегетативного роста в фазу генеративного развития. Двухвершинная кривая сезонного хода ЧПФ томата отмечалась также в исследованиях Борисюка [5], Брежнева и др. [6], Алиева и др. [4]. Однако в опытах Недранко [10] получена одновершинная кривая сезонного хода ЧПФ, с максимальным ее значением в фазе 5-6 листьев.

Чистая продуктивность фотосинтеза гидропонических расте-

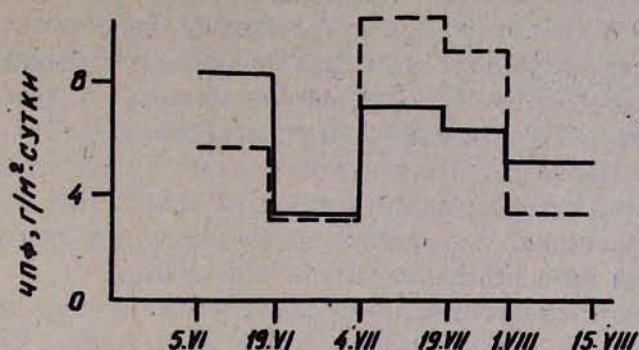


рис. Сезонная динамика чистой продуктивности фотосинтеза растений томатов (Аракс-322).
 — — гидропоника; - - - - почва.

ний превышала почвенные с 5 по 20 июня и с I по 15 августа, а в июле наблюдалось обратное отношение (рис.).

В нашем опыте связь чистой продуктивности фотосинтеза с режимом корневого питания выражалась следующим образом: высокая ЧПФ растений, выращенных на гидропоническом участке, наблюдалась в начале вегетации. Кроме того, максимальная величина ЧПФ у гидропонических растений, по сравнению с почвенными, сдвинута к более раннему сроку.

Таблица 5
 Зависимость основных показателей фотосинтетической продуктивности томатов от режима корневого питания

Параметры продуктивности	Аракс-322		Эчмиадзинский-260	
	почва	гидропоника	почва	гидропоника
Площадь листьев в период максимума, $\text{дм}^2/\text{растение}$	48,8	60,1	31,0	51,1
Фотосинтетический потенциал, $\text{тыс. м}^2/\text{га сутки}$	700	1300	520	940
Сухой вес, $\text{г}/\text{растение}$	144	228	120	158
Чистая продуктивность фотосинтеза, $\text{г}/\text{м}^2 \text{ сутки}$	6,1	5,7	8,8	5,2

Таким образом, результаты исследований показали (табл. 5), что растения томатов, выращенные в условиях открытой гидропоники, формируют сравнительно большую площадь ассимиляции, чем растения на почвенном участке. Оба сорта томатов, выращенные на гидропоническом участке, по величине фотосинтетического потенциала почти в два раза превышали почвенные растения.

Установлено, что усиление корневого питания повышает фотосинтетическую деятельность растений томата лишь в начальный период вегетации, а в среднем за вегетацию ЧПФ гидропонических растений даже несколько уступала почвенным.

Результаты опытов приводят к выводу о том, что в оптимальных условиях корневого питания, за счет высокой начальной фотосинтетической активности растений, формируется мощная ассимиляционная поверхность, которая, несмотря на заметное снижение ЧПФ во второй половине вегетации, обеспечивает дальнейшее интенсивное накопление биомассы.

Բ.Խ. Մեծունց

ՔԱՅՕԹՅԱ ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿԱՅԻ ՔԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԱՃՅՑՎԱՆ ԼՈՒԿԻ
ՔՈՒՅՄԵՐԻ ՓՈՏՈՍԻՆԹԵՏԻԿ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ ֆ ո լ ո մ

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում լուկի կենսազանգվածը ավելանում է 30-60, իսկ Փոտոսինթետիկ պոտենցիալը՝ 80-90 տոկոսով: Հիդրոպոնիկայի պայմաններում նկատվող բույսերի բուռն աճը առջ է բերում վեգետացիոն շրջանի կրճատում: Բնականաբար, այդ իսկ պատճառով հուլիս-օգոստոս ամիսներին իջնում է լուկի հիդրոպոնիկական բույսերի Փոտոսինթետիկ մարդու արդյունավետությունը:

Փորձերի արդյունքները հիմք են առնում եզրակացնելու, որ բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում լուկի կենսազանգվածի ավելացումը հիմնականում պայմանավորված է տերևային համեմատաբար մեծ մակերեսի ստեղծմամբ:

B.K. Mezunts

PHOTOSYNTHETIC EFFICIENCY OF TOMATO PLANTS GROWN IN
OPEN-AIR HYDROPONICS

S u m m a r y

Studies have shown that in open-air hydroponic conditions the biomass of tomato plants increases by 30-60 and the photosynthetic potential by 80-90 %. The intensive growth of plants in

hydroponic conditions shortens the vegetative period, that is why during July-August the net efficiency of the photosynthesis of hydroponic tomato plants drop. Experimental results give good reason to conclude that the increase of the biomass of tomato plants in open-air hydroponics is essentially conditioned by the growth of a comparatively large leaf surface.

Л и т е р а т у р а

1. Алиев Д.А. Влияние микроэлементов на фотосинтетическую продуктивность посевов овощных культур. В кн.: Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. Тезисы докл. 5-го Всесоюз. совещ., т. 3, Улан-Уде, Бурятск. книж. изд-во, 1966.
2. Алиев Д.А. Продуктивность фотосинтеза и радиационный режим посевов овощных культур в связи с корневым питанием. В кн.: Материалы Первой Закавказской конф. по физиол. растений. Баку, 1967, с. 41-44.
3. Алиев Д.А. Фотосинтетическая деятельность и урожайность посевов баклажана в связи с применением удобрений. Агрохимия, № 10, 1968.
4. Алиев Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений. Баку, ЭЛМ, 1974.
5. Борисюк В.О. Влияние минерального питания на фотосинтез томатов. В кн.: Фотосинтез как фактор повышения урожая с.-х. растений, Киев, Наукова думка, 1968.
6. Брежнев Д.Д., Тагмазян И.А. О фотосинтезе и раннем выявлении гетерозиса у томатов. Вестник с.-х. науки, 1969, № 10.
7. Ирье И.К. Взаимосвязь между условиями светового режима и действием фосфорного удобрения. В кн.: Фотосинтез и продуктивность растений. Рига, Зинатне, 1965.
8. Колосов И.И. Поглощительная деятельность корневых систем растений. М., 1962.
9. Медкочян Н.Р. Приготовление питательного раствора для гидропоники. Сообщ. ИАПГ АН АрмССР, № 15, 1976, с. 150-154.
10. Недранко Л.В. Продуктивность фотосинтеза томатных растений в зависимости от режима азотно-фосфорного питания. Тр. Кишиневск. с.-х. ин-та, т. 85, 1971, с. 41-49.
11. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. М., изд-во АН СССР, 1956.
12. Ничипорович А.А., Строгонова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М., изд-во АН СССР, 1961.

13. Патрон Л.Н. О взаимосвязи минерального и углеродного питания и их влияние на продуктивность растений. Сельскохозяйственная биология, т. I, 1966, № 4, с. 564-571.

14. Пашенко В.Н., Мурей И.А., Ничипорович А.А. Исследование физиологических особенностей томатов в зависимости от интенсивности света, концентрации элементов минерального питания и ценоотического взаимодействия растений. Физиол. раст., т. 18, 1971, № 6, с. 1134-1140.

15. Петитов Н.С., Бровцына В.Л. Продуктивность фотосинтеза риса при различной густоте посева. В кн.: фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М., изд-во АН СССР, 1963.

16. Устенко Г.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования высоких урожаев. В кн.: фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М., изд-во АН СССР, 1963.

17. Хачатрян С.С. Овощеводство. Ереван, АЙастан, 1969.

18. Чуриков Ю.К. Влияние удобрений на основные показатели фотосинтеза у кукурузы. Докл. ТСХА, 1965, вып. 115, ч. I.

19. Шатидов И.С., Чаповская Г.В., Замараев А.Г. Формирование и продуктивность работ фотосинтетического аппарата сельскохозяйственных растений в севообороте. Изд. ТСХА, 1969, вып. 6, с. 18-26.

20. Super A.J. Effects of shading and time of year on net assimilation rates of young glasshouse tomato plants. Ann. Appl. Biol., vol. 59, 1967, №1.

Б.Х. Межунц

РОСТ РАСТЕНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНОМ КОРНЕВОМ ПИТАНИИ . I

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ СУХОЙ БИОМАССЫ

Выход биомассы или товарной продукции не дает полного представления о механизме воздействия корневого питания на рост и фотосинтетическую деятельность растений. Сабинин Д.А. [6] еще в 30-х годах указал, что "для расшифровки действия условий минерального питания на урожай растений необходимо знать структуру урожая, т.е. те основные элементы, из которых складывается урожай, знать историю урожая и расчленять развитие организма на отдельные этапы, определяя моменты детерминации в развитии того или иного органа и растения в целом".

Известно, что в онтогенезе высших растений, в связи с переходом от одной фазы развития в другую, изменяются интенсивность и направленность физиолого-биохимических процессов, а следовательно, и потребность растений в факторах внешней среды.