

Д. С. АЛЕКСАНИАН, Л. М. КАЛАЧЯН

РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙ РАСТЕНИЙ ТОМАТА И ПЕРЦА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПИТАТЕЛЬНОГО РАСТВОРА*

Концентрация питательного раствора оказывает существенное и многостороннее влияние на растения [1, 2, 7, 9, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 21]. Она влияет на процесс поглощения корнями питательных веществ, на изменение соотношения поглощаемых ионов [8]. От концентрации питательного раствора зависит его осмотическое давление, которое, очевидно, должно быть ниже осмотического давления клеточного сока, в противном случае возможно прекращение поглощения растениями воды и минеральных веществ или даже обратная отдача корнями воды во внешнюю среду [5, 6]. Снижение осмотического давления раствора до оптимального уровня обеспечивает интенсивное поглощение минеральных веществ и воды корневыми системами растений, высокую их продуктивность [5, 6].

Оптимальная концентрация питательного раствора различна не только для разных растений, но даже для одного и того же растения в разные фазы развития [10].

Опыты, проведенные нами в 1971—1972 гг., имели целью изучить рост и развитие растений томата Масиси 202 и перца Слоновий хобот, выращенных при различной концентрации питательного раствора.

Растения выращивались в условиях вегетационного опыта на смеси гравия со шлаком 1:1 (по объему), с применением питательного раствора Г. С. Давтяна [4]. Схема опыта предусматривала четыре варианта общей концентрации питательного раствора (табл. 1), pH раствора в опытах поддерживался в пределах 5,5—6,5.

Опыты сопровождалась химическими и физиологическими анализами. В питательном растворе определяли: фосфор—по методу Трунга-Мейера, аммиачный азот (в расчете на N)—колориметрическим методом с применением реактива Несслера; нитратный азот (в расчете на N)—колориметрическим методом с дисульфифеноловой кислотой. Калий определяли на пламенном фотометре.

В растениях определяли общий азот по методу Кьельдаля, фосфор, калий—вышеотмеченными методами.

Осмотическое давление питательного раствора определяли по методу Барджер-Раста [23], общую концентрацию раствора (сопротивление) измеряли с помощью кондуктометра (тип ММ34—59), концентрация водородных ионов в pH метром (тип ЛРУ—01). Изучали также осмотическое давление клеточного сока по методу Гусева [3], интенсивность транспирации по Иванову [13].

* Работа выполнена под руководством проф. Г. С. Давтяна.

Таблица 1

Главные элементы, осмотическое давление и электропроводность питательного раствора (верхняя цифра—томат, нижняя—перец)

Концентрация питательного раствора, ммоль/л*	Питательные элементы, мг/л			Осмотическое давление, атм		Электропроводность $\times 10^3, \text{ом}^{-1} \text{см}^{-1}$	
	N	P	K	исходный	на 5 день	исходный	на 5 день
6,0	87,5	32,5	150	0,50 0,48	0,34 0,29	157 122	143 108
11,4	175	65	300	0,96 0,91	0,67 0,60	204 195	177 160
23,0	350	130	600	1,82 1,73	1,63 1,54	409 362	389 329
46,5	700	260	1200	3,51 3,36	3,41 3,22	681 653	681 653

Таблица 2

Влияние концентрации питательного раствора на водный режим растений томата и перца

Концентрация питательного раствора, ммоль/л	Опыт I			Средн. интенсивность транспирации в течение 5 дней, г/м ² час	Опыт II		Средн. интенсивность транспирации в течение 5 дней, г/м ² час
	Осмотическое давление клеточного сока, атм		Осмотическое давление клеточного сока, атм				
	1-й* день	5-й день	1-й** день		5-й день		
Томат							
6,0	4,97	5,08	285	5,04	5,16	277	
11,4	5,20	5,47	255	5,47	5,76	248	
23,0	5,72	5,96	195	6,00	6,27	191	
46,5	5,08	5,16	236	5,12	5,20	233	
Перец							
6,0	5,16	5,33	269	5,38	5,26	240	
11,4	5,51	5,88	218	5,88	6,22	206	
23,0	6,13	6,51	180	6,52	6,94	168	
46,5	5,35	5,51	210	5,51	5,69	195	

Полученные данные (табл. 2,3) показали, что при переходе концентрации питательного раствора от 6,0 к 11,4 ммоль/л как у перца, так и у томата увеличился вес растений и интенсивность транспирации. При концентрации 23,0 ммоль/л, вес растений увеличился незначительно (у перца), но интенсивность транспирации уменьшилась, что указывает на то, что в этом случае поглощение воды растением затруднено. Однако при дальнейшем увеличении концентрации питательного раствора до 46,5 ммоль/л интенсивность транспирации повышается, что, по

* Содержание микроэлементов в питательном растворе незначительное; в общей концентрации солей оно не учтено.

** Первое определение осмотического давления клеточного сока выполнено одновременно с определением этого показателя в исходном растворе.

всей вероятности, объясняется тем, что из сильно концентрированных растворов растение поглощает больше воды, чем солей и питательный раствор становится более концентрированным [19, 22].

Представляют интерес данные (рис. 1—3), характеризующие из-

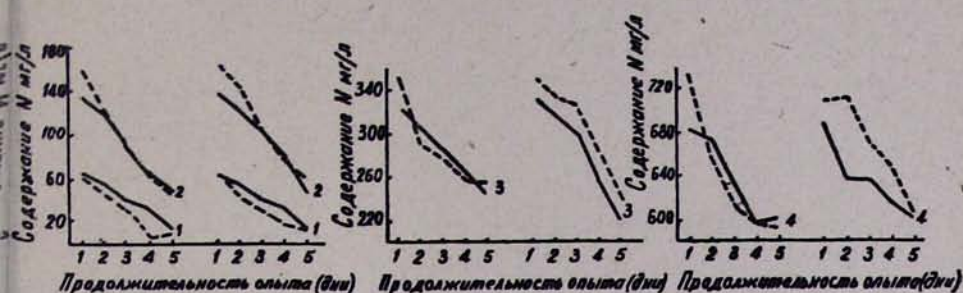


рис. 1. Изменение содержания N в питательном растворе при различных концентрациях в течение опыта. Сплошная линия—томат, пунктирная—перец.

1—6,0 ммоль/л, 2—11,4 ммоль/л, 3—23,0 ммоль/л, 4—46,5 ммоль/л.

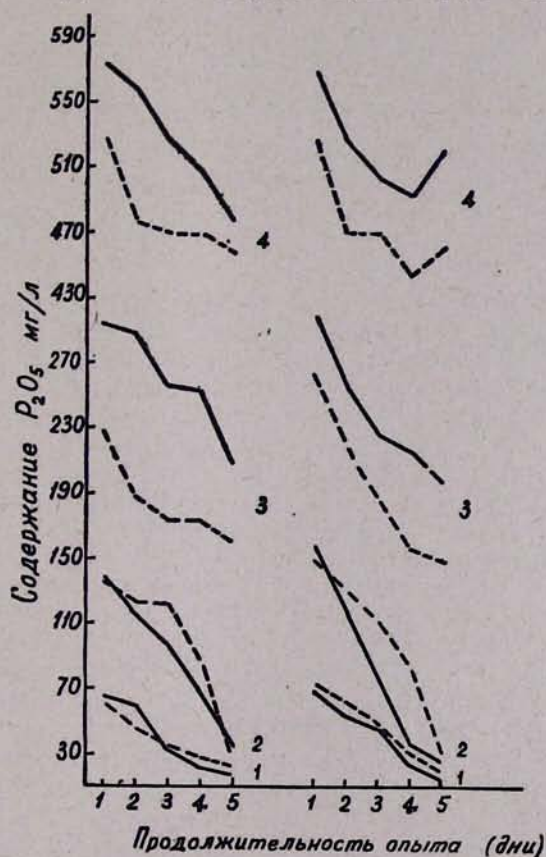


Рис. 2. Изменение содержания P_2O_5 в питательном растворе при различных концентрациях в течение опыта. Сплошная линия—томат, пунктирная—перец.

1—6,0 ммоль/л, 2—11,4 ммоль/л, 3—23,0 ммоль/л, 4—46,5 ммоль/л.

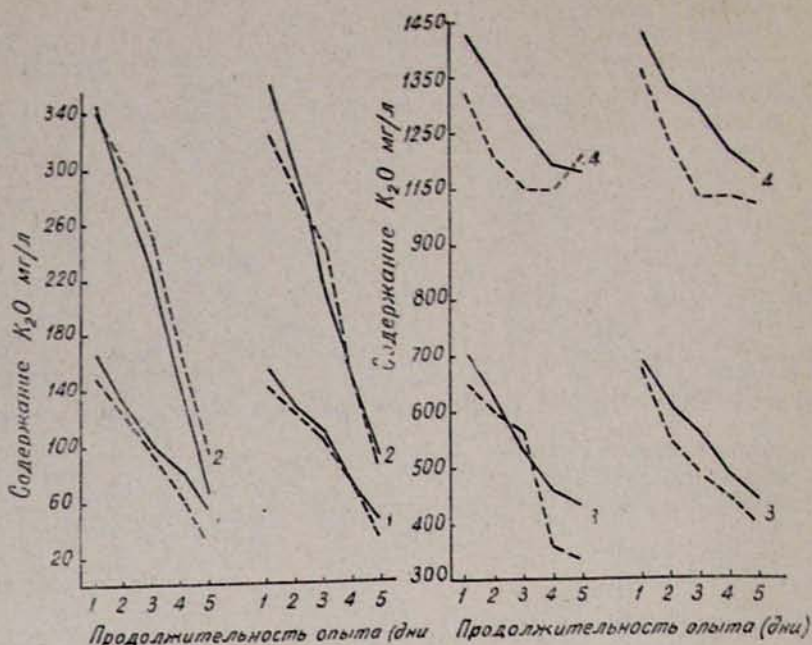


Рис. 3. Изменение содержания K_2O в питательном растворе при различных концентрациях в течение опыта. Сплошная линия—томат, пунктирная—перец.

1—6,0 ммоль/л, 2—11,4 ммоль/л, 3—23,0 ммоль/л, 4—46,5 ммоль/л.

менения количества поглощаемых элементов растениями, выращенными в условиях разных концентраций питательного раствора. Поглощение растением любого элемента зависит не только от его концентрации в питательном растворе, но и от содержания других ионов [9, 15].

Изменение концентрации солей в питательном растворе по-разному влияет на количество усваиваемых растениями отдельных питательных элементов; при концентрации питательного раствора в 11,4 ммоль/л растения усваивают больше питательных элементов, чем в других вариантах. Это значит, что количество питательных элементов и их соотношения в растворе были оптимальными для растений.

Известно, что от концентрации водорастворимых солей в питательном растворе зависит его осмотическое давление, что в свою очередь влияет на поглощение растениями воды [17, 24]. В этом случае (11,4 ммоль/л) осмотическое давление питательного раствора оптимально (в первый день для томатов около 0,86, для перца 0,83 атм., а на пятый—0,65; 0,58 атм.), в то время как осмотическое давление клеточного сока заметно превышает эту величину (в первый день—5,20; 5,51 атм., а на пятый—5,47; 5,88 атм.): это способствует интенсивному поглощению ионов из питательного раствора. Дальнейшее увеличение концентрации (46,5 ммоль/л) приводит к задержке поглощения питательных солей растениями из раствора. Чем выше концентрация ионов в растворе, тем сложнее процесс поглощения любого элемента. Вероятно, это объясняется тем, что осмотическое давление питательного раствора так велико, что у растений вместо эндосмоса происходит экзосмос. Следовательно, нецелесообразно слишком повышать концентрацию питательного раствора (до 23,0 и 46,5 ммоль/л). Однако наблю-

Изменение pH, электропроводности воды и содержания питательных элементов (мг/л) в воде при взаимодействии с наполнителем

Варианты опыта	Томат										Перец									
	Опыт I					Опыт II					Опыт I					Опыт II				
	pH	электр. 10 ⁵ ом-1 см-1	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH	электр. 10 ⁵ ом-1 см-1	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH	электр. 10 ⁵ ом-1 см-1	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH	электр. 10 ⁵ ом-1 см-1	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Исходная вода	7,6	86	0,8	0,2	5	7,7	86	2,9	0,1	5	6,7	39	9	следы	4	6,7	39	8	следы	4
I*	7,3	109	12	6,6	58	7,3	109	18	9	64	7,2	52	0,4	0,2	34	7,5	49	12	1	19
II	7,0	116	25	11,8	93	7,0	116	31	18	98	7,0	62	36	0,4	58	7,3	62	26	10	22
III	7,0	120	52	35,5	139	6,9	120	65	42	154	7,0	65	60	0,7	69	7,4	73	38	33	17
IV	6,9	164	106	93	463	6,8	181	115	97	470	6,85	78	63	1	103	7,1	78	110	51	160

* I—предшествующая концентрация питательного раствора 6,0 ммоль/л

II—	—»—	—»—	—»—	11,4	—»—
III—	—»—	—»—	—»—	23,0	—»—
IV—	—»—	—»—	—»—	46,6	—»—

Питание растений осуществляли путем подачи раствора I, II, III, и IV концентраций в течение 5 дней и чистой воды в течение 2 дней. В деланки, где применялись различные концентрации раствора, подавалась исходная вода, в которой после **однодневного** контакта с наполнителем определялись приведенные в табл. 3 показатели.

даемые изменения состава питательного раствора в значительной степени зависят также от поглощения элементов наполнителями. С начала вегетации субстрат обычно поглощает калий, нитратный азот, фосфор, отдавая часто в раствор кальций и магний, а затем после многократного контакта с новыми порциями растворов, субстрат отдает растениям ранее поглощенные элементы.

При взаимодействии с наполнителями исходная вода обогащается питательными элементами (табл. 3). Важно отметить, что накопление питательных элементов в наполнителях при различных концентрациях питательного раствора было неодинаковым. Чем выше концентрация, тем больше солей откладывается на поверхности субстрата. Кроме того оказалось, что к повышению концентрации раствора наиболее чувствительны растения томата, что выразилось в снижении урожайности. Перец значительно выносливее к повышенным концентрациям питательного раствора.

Для характеристики питания перца и томата приведены данные (табл. 4), которые показывают, что с увеличением концентрации питательного раствора до 23,0 ммоль/л включительно повышалось содержание азота, по сравнению с другими в соотношениях усваиваемых растениями питательными элементами, а при более высоких концентрациях (46,5 ммоль/л) поглощение азота снижалось. Калий же при этом поглощался больше. Поглощение кальция прямо пропорционально концентрации раствора. Изменения в поглощении фосфора незначительны.

Таблица 4

Усвоение растениями питательных веществ при их различных концентрациях в растворе

Концентрация питательного раствора, ммоль/л	Томат				Перец			
	в % на абс. сухое вещ-во			Сухой вес, г/растения	в % на абс. сухое вещ-во			Сухой вес, г/растения
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
6,0	6,6	3,8	7,2	120	10,3	3,6	10,9	58
11,4	8,0	3,9	8,3	155	13,9	4,5	11,5	70
23,0	9,0	4,2	10,2	135	14,5	4,2	13,4	74
46,5	8,2	4,0	10,4	118	10,5	3,7	16,1	50

Данные табл. 4 показывают также, что при всех концентрациях растения перца усвоили больше N и K, чем растения томата. При этом количество усвоенного фосфора почти одинаково.

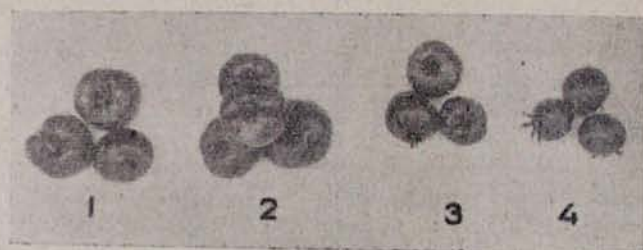


Рис. 4. Томаты, полученные при различных концентрациях питательного раствора

1—6,0 ммоль/л, 2—11,4 ммоль/л, 3—23,0 ммоль/л, 4—46,5 ммоль/л

Наряду с этим, необходимо отметить влияние разных концентраций питательного раствора на продуктивность растений (табл. 5, рис. 4.). Лишь увеличение концентраций питательных элементов до 11,4 ммоль/л ведет к увеличению урожая, повышение же концентрации до 46,5 ммоль/л снижает урожай.

Наибольшая продуктивность у растений томата и перца отмечена при концентрации 11,4 ммоль/л, наименьшая—при 46,5 ммоль/л.

Таблица 5

Концентрация питательного раствора и продуктивность растений томата и перца (кг/1 м²)

Культура	Концентрация питательного раствора, ммоль/л			
	6,0	11,4	23,0	46,5
Томат	12,70	17,83	7,75	3,25
Перец	7,4	7,64	5,85	3,18

Выводы

1. Установлено, что низкие (6,0 ммоль/л) и высокие (23,0—46,5 ммоль/л) концентрации питательного раствора не обеспечивают растения необходимым количеством питательных элементов.

2. Лучшей по ряду показателей (продуктивность растений, осмотическое давление клеточного сока и питательного раствора, интенсивность транспирации) явилась концентрация раствора 11,4 ммоль/л.

3. Растения перца более устойчивы к повышенным концентрациям питательного раствора, чем растения томата.

Ջ. Ս. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ, Լ. Մ. ԿԱԼԱՉՅԱՆ

ԼՈՒԻԿԻ ԵՎ ՊՂՊԵՂԻ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ԱՃԸ, ԶԱՐԳԱՑՈՒՄԸ, ԲԵՐՔԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ՍՆՆԻԱՐԱՐ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՏԱՐԲԵՐ ԽՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ

Ամփոփում

Սննդարար լուծույթի սահմանային փորձարկված ցածր (6,0 մմոլ/լ) և բարձր (23,0 46,5 մմոլ/լ) խտություններն իջեցնում են լուիկի և պղպեղի արդյունավետությունը: Պարզվել է, որ սննդարար լուծույթի 11,4 մմոլ/լ խտության պայմաններում ստեղծվող Օսմոտիկ ճնշումը լուծույթում և բույսերի բջջահյուսվածքում ապահովում են բույսերի կողմից սննդատարրերի ինտենսիվ կլանումը և բարձր բերքատվությունը: Այդ խտությունը համընկնում է մեր ինստիտուտում օգտագործվող սննդարար լուծույթի խտության հետ:

D. S. ALEXANYAN, L. M. KALACHYAN

GROWTH, DEVELOPMENT AND CROP YIELD OF TOMATO AND CAPSICUM PLANTS IN THE VARIOUS CONCENTRATIONS OF THE NUTRIENT SOLUTION IN OPEN-AIR HYDROPONICS

Summary

Lower (up to 6.0 mmol/l) and higher (23.0; 46.5 mmol/l) concentrations of the nutrient solution decrease the productivity of tomato and

capsicum plants. It was found out that a concentration of 11,4 mmol/l of the nutrient solution with a corresponding osmotic pressure in the nutrient solution and in the sap of cells of plants guarantee an intensive uptake of the nutrient elements by the plants and their high productivity. This concentration coincides with the one used at our Institute.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аляев Э. А. Питательные растворы для выращивания рассады при беспочвенной культуре. Физиология растений, т. 17, вып. 1, 1970.
2. Аляев Э. А. Выращивание овощей в теплицах без почвы. Изд-во «Урожай», Киев, 1971, с. 54—58.
3. Гусев Н. А. Некоторые методы исследования водного режима растений. Л., Изд-во АН СССР, 1960, с. 15—18.
4. Давтян Г. С. Гидропоника. В справочной книге по химизации с. х-ва, М., 1967.
5. Давтян Г. С. Исследования в области гидропоники. «Сообщения Ин-та агрохимических проблем и гидропоники АН АрмССР», № 7, 1967, с. 13.
6. Давтян Г. С. Гидропоника как производственное достижение агрохимической науки. Изд-во АН АрмССР, 1969, с. 76.
7. Дюкарев Ю. А. Буц М. А. Опыт выращивания овощей гидропонным способом. Киев, 1971, с. 8—16.
8. Журбицкий З. И., Хуан В. Н. Влияние концентрации питательного раствора на поглощение растениями элементов минерального питания. Физиология растений, т. 8, вып. 5, 1961, с. 587—596.
9. Журбицкий З. И. Водные культуры для выращивания овощей. Вестник АН СССР, № 5, 1962, с. 70—74.
10. Журбицкий З. И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. Изд-во АН СССР, М., 1963, с. 86—96.
11. Журбицкий З. И. Физиологические основы выращивания растений без почвы. Известия АН СССР, Серия биологическая № 4, 1964.
12. Журбицкий З. И. Выращивание растений на водных питательных растворах. Сб. «Гидропоника в сельском хозяйстве». М., Изд-во «Колос», 1965, с. 70—78.
13. Иванов Л. А., Сплина А. А., Целыйникер Ю. Л. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях. «Бот. журнал», т. 35, № 2, 1950.
14. Лычкин В. В. Сб. Гидропоника в сельском хозяйстве, «Колос», 1965, с. 222—226, с. 222—226.
15. Магницкий К. П. Взаимосвязи в питании растений, «Агрохимия», № 10, 1967.
16. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения, Изд-во АН СССР, М., 1952, с. 85—91.
17. Рассел Э. В. Почвенные условия и рост растений. М., ИА, 1955.
18. Родников Н. П. Сб. Выращивание овощей на искусственных питательных средах, 73, Сельхозиздат, 1960, с. 73—107.
19. Сабинин Д. А. Избранные труды по минеральному питанию растений. Изд-во «Наука», М., 1971, с. III—117.
20. Чесноков В. А., Базырина Е. Н., Бушева Т. М., Ильинская Н. Л. Выращивание растений без почвы, Изд-во Ленинградского ун-та, 1960.
21. Մարտիկով Ն. Ա. Բույսերի ֆիզիոլոգիայի համառոտ դասընթաց, Հայտնություն, Երևան, 1951, էջ 201.
22. Barger G. Eine mikroskopische Methode zur Bestimmung des Molekulargewichts. Handb. Biol. Grb. von E. Abderhalden. Abt. III Teil. 1, H. 4. 1924.
23. Richards L. A., Wadleigh C. H. — Soil physical conditions and plant growth. (B. T. Shaw ed.). Academic Press, New York and London, 1952 (Цит. по С. Н. Рыжову. Сб. «Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью». М., Изд-во АН СССР, 1963, с. 294—298.