

Л. М. КАЛАЧЯН, Д. С. АЛЕКСАНЯН

ВЛИЯНИЕ РЕАКЦИИ ПИТАТЕЛЬНОГО РАСТВОРА РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ НА УРОЖАЙ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ ПЕРЦА*

Оптимальный интервал pH питательного раствора зависит от особенностей растений и от их внешних условий [1—6].

При выращивании растений на искусственных субстратах реакция питательной среды иногда повышается. Здесь, вероятно, происходит неравномерное поглощение катионов и анионов из питательного раствора корнями растений [7]. Сдвиг pH при возделывании растений на искусственных субстратах происходит также под влиянием корневых выделений и продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, подщелачивающих или подкисляющих раствор [8—10].

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования по выяснению действия реакции среды на растения перца сорта Слоновый хобот при изменении концентрации питательного раствора. Используя метод гравийных культур, мы выращивали растения на питательном растворе Г. С. Давтяна [11]. Схема опыта предусматривала четыре варианта (табл. I).

Таблица I

Состав и pH питательного раствора

Варианты	Концентрация питательного раствора, %	pH питательного раствора	Питательные элементы, мг/л		
			N	P	K
1	0.1	6.10	87.5	32.5	150.0
2**	0.2	5.56	175.0	65.0	300.0
3	0.3	3.20	350.0	130.0	600.0
4	0.6	2.70	700.0	260.0	1200.0

Анализы питательного раствора производили по рекомендации О. Б. Гаспарян [12, 13]. Концентрацию водородных ионов измеряли pH метром (тип ЛПУ—01), аммиачный азот—колориметрическим методом, с применением реактива Несслера. В то же время растения анализировали на содержание общего азота по Кельдалю, фосфора и калия—вышеотмеченными методами [12, 13].

Данные по непосредственному влиянию реакции среды на содержание минеральных элементов в питательном растворе показали, что при подкислении раствора (варианты 3,4) наблюдается более сильное поступление анионов ($H_2PO_4^-$, NO_3^- , SO_4^{2-}), тогда как поглощение катионов (K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+) уменьшается (рис. 1—4,

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

** Питательный раствор Г. С. Давтяна.

табл. 2). С подкислением питательного раствора до рН 3,2 и 2,7 содержание кальция, магния и натрия в питательном растворе повышалось (табл. 2). Как видно, H^+ ионы не только задерживают поступление

катионов кальция, магния и натрия в растение, но и вытесняют из него поглощенные ранее катионы кальция, магния, натрия. В силу антагонизма ионов затруднялось поглощение отдельных элементов (особенно калия) [14]. Определенное влияние на эти процессы оказывают также свойства наполнителя.

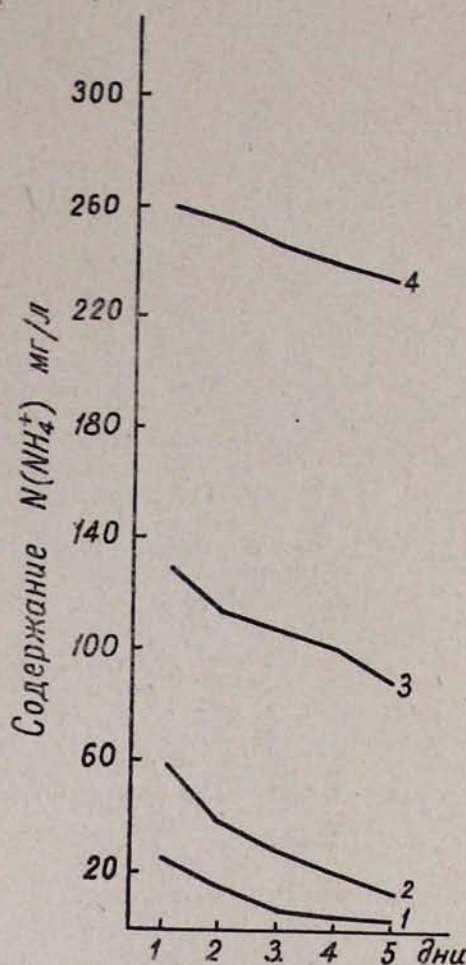


Рис. 1. Изменение содержания аммиачного азота в питательном растворе при различных вариантах.

—Цифры на кривых обозначают варианты.

- | | |
|-------------------------|------------|
| 1. рН 6,1—6,6, общ. С - | около 0,1% |
| 2. рН 5,6—6,0, » | 0,2% |
| 3. рН 3,2—5,0, » | 0,3% |
| 4. рН 2,7—4,6, » | 0,6% |

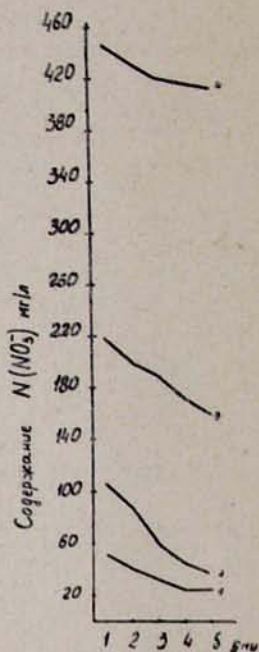


Рис. 2. Изменение содержания нитратного азота в питательном растворе при различных вариантах.—Цифры обозначают варианты.

Вредное действие водородных ионов зависит и от концентрации питательного раствора. Такое действие проявляется резко при незначительном количестве других катионов [1,15]. В наших опытах при низких значениях рН, которые соответствовали 0,3 и 0,6% общей концентрации питательных растворов, растения не сильно страдали и даже плодоносили.

Кажется противоречивым, что получен урожай с растений перца в кислом растворе. Вероятно, здесь значительную роль сыграло боль-

шое количество в питательном растворе катионов K^+ , NH_4^+ Mg^{2+} и особенно, Ca^{2+} . Последние в некоторой степени смягчили отравляющее влияние избыточного количества катионов водорода (варианты 3,4).

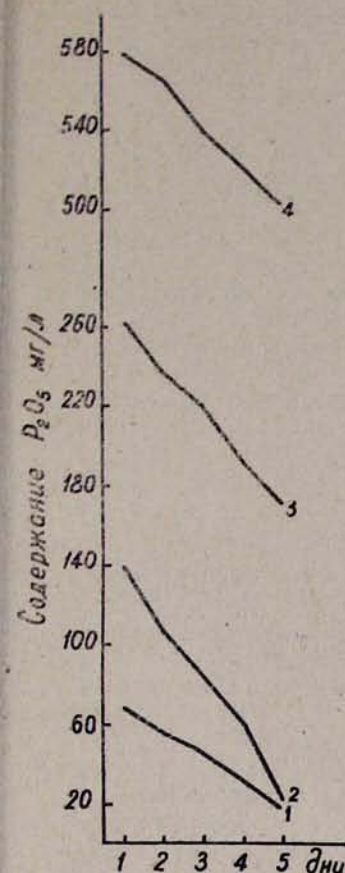


Рис. 3. Изменение содержания фосфора в питательном растворе при различных вариантах.—Цифры обозначают варианты.

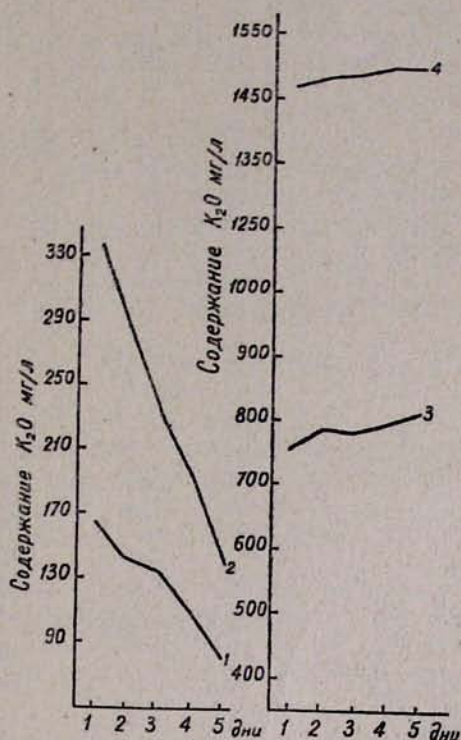


Рис. 4. Изменение содержания калия в питательном растворе при различных вариантах.—Цифры обозначают варианты.

Тут следует вспомнить опыты Осландера [цит. по 6], который еще в 1935 г. утверждал, что кислая реакция сама по себе не вредна для культурных растений, если только обеспечено достаточное снабжение растений питательными веществами. Защитное действие кальция в кислой среде не раз устанавливали и в лаборатории Д. Н. Прянишникова.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что при низких величинах рН поглощение катиона NH_4^+ растениями было больше, чем катиона K^+ , и что при рН 6,10—5,56 поглощение катиона NH_4^+ преобладало также над поглощением аниона NO_3^- . Это совпадает с литературными данными [16].

В процессе многократного использования питательного раствора происходит изменение его кислотности. Результаты опытов по этому вопросу показывают, что рН питательного раствора (даже после первого контакта со средой корней) повышается (рис. 5). После 5-дневного использования, когда питательный раствор многократно соприкасается с

Изменение содержания ионов в питательном растворе (мг/л) при различных pH

pH	Дни использования раствора	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻
6,1	I	35	26	25	158	24	21	1
	II	24	33	32	134	39	25	10
	III	25	34	34	99	68	33	12
	IV	29	31	34	78	72	33	5
	V	31	31	32	53	82	33	4
5,56	I	35	28	25	312	68	21	1
	II	27	41	35	274	63	33	8
	III	29	40	35	231	63	33	1
	IV	35	41	35	199	68	37	1
	V	36	41	35	158	73	42	5
3,2	I	36	32	28	523	—	21	следы
	II	47	46	37	499	—	39	0,7
	III	61	55	40	438	—	37	1
	IV	58	65	35	301	99	29	0,4
	V	55	66	44	393	48	33	1
2,7	I	41	38	29	998	—	21	следы
	II	55	58	46	974	—	25	0,05
	III	65	70	48	958	—	25	0,05
	IV	70	71	53	936	39	25	—
	V	69	74	55	929	43	29	0,8

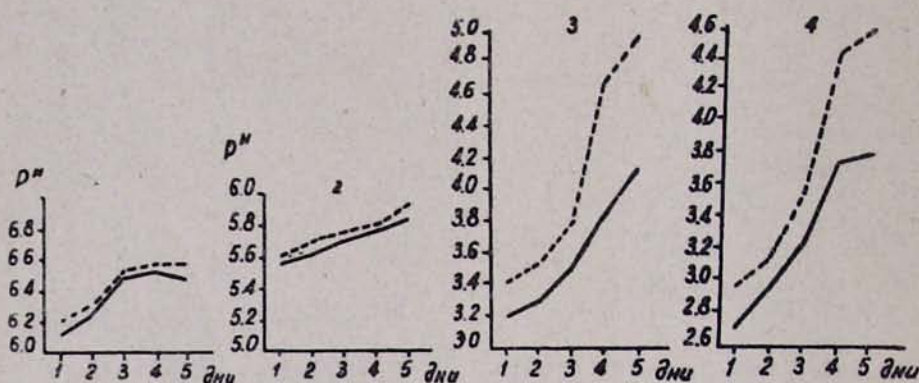


Рис. 5. Изменение pH питательного раствора.—Цифры обозначают варианты. Сплошная линия—до, пунктирная—после контакта с наполнителем и корнями растений в течение 5 дней.

наполнителями и корневыми системами растений, pH питательных растворов при различных вариантах соответственно сдвигался от 6,10 до 6,56; 5,56—5,92; 3,20—4,96 и 2,70—4,60.

Следует отметить, что кривые идут резко вверх, особенно при низких значениях pH (2,70; 3,20). Вероятно, это объясняется [2] тем, что при низких значениях pH поглощение анионов растениями превышает адсорбцию катионов, вследствие чего в растворе накапливаются щелочные остатки (OH^- , HCO_3^-) (табл. 2) и кислотность раствора понижается. Кроме того, благодаря корневым выделениям, растения способны в какой-то степени регулировать реакцию среды. В кислых растворах эти выделения слабощелочные, а в щелочных слабокислые [17].

Реакция питательной среды влияет на накопление и содержание минеральных элементов в растениях перца (табл. 3).

Таблица 3

Влияние реакции среды на урожай стручков перца и содержание питательных элементов в растениях (% на абс. сухое вещество)

рН питательного раствора	Урожай стручков, кг/м ²	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
		Листья	Корни	Стебли	Плоды	Листья	Корни	Стебли	Плоды	Листья	Корни	Стебли	Плоды
6,10	5,70	3,41	2,90	1,82	1,69	0,90	1,25	0,70	0,97	6,32	2,84	3,69	2,89
5,56	7,00	4,93	3,27	2,20	2,97	1,13	2,05	1,10	1,32	6,75	3,19	3,73	3,32
3,20	3,80	5,23	3,10	3,05	2,64	0,85	2,20	0,90	1,26	5,66	2,41	3,37	2,85
2,70	1,65	5,80	2,50	3,00	2,61	0,70	2,00	0,75	1,15	5,73	2,04	2,65	2,53

Результаты исследований показали, что азот, фосфор и калий по-разному накапливаются в отдельных частях растений перца (табл. 3). Наибольшее увеличение содержания N при повышении рН питательного раствора с 2,70 до 6,10 наблюдалось в листьях, по сравнению с другими частями растений. В стеблях и, особенно, корневой системе изменения были незначительны.

Кислая реакция среды оказала отрицательное действие на поступление калия в растения.

В растениях перца наибольшее количество фосфора обнаружено в корнях, меньшее — в стеблях и листьях (табл. 3).

Сравнение урожая перца в вариантах опыта и результаты определения NPK в плодах показывают, что между урожайностью и процессами накопления отдельных минеральных элементов существует взаимосвязь. В частности, можно убедиться в том, что самый высокий урожай соответствует максимальному содержанию питательных веществ в плодах перца.

Для выяснения характера влияния реакции среды на ростовые процессы во всех вариантах проводили биометрические исследования.

Результаты, представленные в табл. 4, показывают, что при рН раствора 5,56—5,92 растения развиваются значительно интенсивнее, чем в других случаях.

Таблица 4

Рост вегетативных и репродуктивных органов растений в зависимости от реакции раствора

рН питательного раствора	Высота растений, см	Диаметр главного стебля, мм	Площадь листьев куста, см	Количество бутонов, штук	Количество цветков, штук	Плоды		
						количество штук	длина, см	диаметр, см
6,10	32	9	740	19	13	8	14	2,8
5,56	48	12	2072	30	20	11	17	3,5
3,20	30	10	1417	17	10	7	12	2,9
2,70	34	8	675	10	6	5	8	2,3

Наиболее отчетливо проявляется влияние реакции среды на образование генеративных органов перца. Хорошее развитие куста и наибольшее количество генеративных органов обнаружено у растений второго варианта, рН—5,56. Эта концентрация раствора (чуть меньше 0,2%) при рН около 6, с успехом применяется на экспериментальной гидропонической станции Ин-та АПИГ АН АрмССР.

В ы в о д ы

1. При подкислении раствора ($pH=3,20; 2,70$; концентрации около 0,3% и 0,6%) усиливается поглощение анионов, что нарушает нормальное питание и продуктивность растений.
2. Большое количество питательных ионов (общая концентрация = 0,6% и 0,3%) в растворах смягчает вредное влияние избыточного количества водорода в среде.
3. Чем ниже первоначальная величина pH (3,2 и 2,7), тем интенсивнее сдвиг pH после многократного контакта раствора с корнеобитаемым слоем; если при исходном pH 6,1 сдвиг происходит до pH 6,6 (или повышается на 0,5), то при исходном pH 2,7 сдвиг достигает до 4,6 (или повышается до 1,9).
4. Лучшими по всем показателям (развитие куста, качество плодов, продуктивность растений) оказались растения, выращенные в питательном растворе с концентрацией около 0,2%; pH 5,6. Эта последняя величина в течение 5-дневного многократного контакта с корнеобитаемым слоем повышалась до pH 6.

Լ. Մ. ԴԱԿԱՅԱՆ, Զ. Ս. ԱԵՔՍԱՆՅԱՆ

ՍՆԵԴԱՐԱՐ ԼՈՒԾՈՒՅԹԻ ՏԱՐԲԵՐ ԽՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԵՎ ՌԵԱԿՑԻԱՅԻ
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՊԴՊԵՂԻ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԿԱԶՄԻ ԵՎ
ԲԵՐՔԱՏՎՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հետազոտության արդյունքները ցույց են տվել, որ սննդարար լուծույթի բարձր խտություններում (0,3 և 0,6 %), որտեղ միջավայրի ռեակցիան թթվային է, նկատվել է անիոնների ինտենսիվ կլանում, որը բացասաբար է ազդել բույսերի արդյունավետության վրա: 1 %-ից նոսր լուծույթներն արդյունավետ չեն:

Բույսերի ամենաբարձր բերք ստացվել է մոտ 0,2 (0,15—0,20) տոկոս խտություն և pH 5,6—6,0 ունեցող սննդարար լուծույթի դեպքում:

L. M. KALACHYAN, D. S. ALEXANYAN

EFFECT OF THE DIFFERENT CONCENTRATION and REACTION OF
NUTRIENT SOLUTION ON THE MINERAL COMPOSITION AND
CROP-YIELD OF CAPSICUMS

Summary

The experiments have shown that at higher concentrations of the nutrient solution (0,3 and 0,6%) involving an area of acidic reaction, the anions are intensively absorbed and have a negative effect on the efficiency of plants. Nutrient solutions with a concentration of lower than 1% are not efficient. Most effective on the productivity of plants have shown to be the nutrient solutions with a concentration of about 0,2% (0,15—0,2%) and 5,6 to 6,0 pH .

ЛИТЕРАТУРА

1. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения, г. III, Изд-во АН СССР, М., 1952.
2. Сабинин Д. А. Избранные труды по минеральному питанию растений. Изд-во «Наука», М., 1971, с. 407—428.
3. Колосов И. И. Поглощительная деятельность корневых систем растений. М., Изд-во АН СССР, 1962.
4. Arrington L. B. Shive J. W. Oxygen and carbon dioxide content of cultural solutions in relation to cation and anion nitrogen absorption by tomato plants—Soil Sci., 42, 1936 (цит. по Журбицкому З. И.—Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. Изд-во АН СССР, 1963. с. 173).
5. Дикусар И. Г. Аммиак, нитраты и нитриты как источники азота для сахарной свеклы при различных рН питательной среды в условиях текучих растворов. Из результатов вегетационных опытов и лабор. работ, т. XIV, 1928 (цит. по Журбицкому З. И.—Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. Изд-во АН СССР, 1963. с. 174).
6. Авдонин Н. С. О влиянии реакции среды на растения. В сб. «Физиологическое обоснование системы питания растений». Изд-во «Наука», М., 1964, с. 212—219.
7. Бентли М. Промышленная гидропоника. М., 1965, с. 343—347.
8. Алиев З. А. Выращивание овощей в теплицах без почвы. Изд-во «Урожай», Киев, 1971, с. 84.
9. Карагулян С. А. Распространенность азот фиксирующих бактерий в условиях открытой гидропонии. «Сообщения Ин-та агрохимических проблем и гидропонии». Изд-во АН АрмССР, № 14, 1974, с. 67—71.
10. Ермаков Е. И., Вознюковский Ю. М. Корневая микрофлора томатов в различных искусственных корнеобитаемых средах. Докл. ВАСХНИЛ, 1966, № 4.
11. Давтян Г. С. Гидропоника. (В справочной книге по химизации ин. с.-х-ва, «Колос», М., 1967).
12. Гаспарян О. Б. Некоторые рекомендации по анализу питательных растворов, применяемых в гидропонике. «Сообщения Института агрохимических проблем и гидропонии». Изд-во АН АрмССР, № 7, 1967, с. 86—91.
13. Гаспарян О. Б. Химический анализ оросительных вод. «Сообщения Ин-та агрохимических проблем и гидропонии». Изд-во АН АрмССР, № 9, 1970, с. 61—80.
14. Магницкий К. П. Взаимосвязи в питании растений. «Агрохимия», № 10, 1967.
15. Магницкий К. П. Влияние почвенной кислотности на рост и развитие растений. «Наука и передовой опыт в сельском хозяйстве» т. 11, 1958.
16. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения, т. I. Изд-во АН СССР, М., 1951.
17. Петербургский А. В. Изучение реакции среды как фактора роста растений. Работы сектора химизации, т. II. Труды ЦИНС, вып. 22, 1934.