

УДК 635.64:631.589.2

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ТОМАТА В УСЛОВИЯХ МАЛООБЪЕМНОЙ ГИДРОПОНИКИ

П. А. АПОСТОЛ, В. А. САНДИД, А. Ю. КУЛЕНКАМП

(Кафедра овощеводства)

На основании эмпирических данных о биологическом выносе элементов минерального питания тепличным томатом рассчитана и испытана программа дифференцированного внесения в питательный раствор минеральных удобрений в течение вегетации, что позволяет исключить агрохимический контроль.

При гидропонном методе выращивания растений, как правило, регулярно определяют содержание минеральных элементов питания, рассчитывают на этой основе дозы удобрений и вносят последние в питательный раствор. Частота проведения указанных операций находится в прямой зависимости от состава питательной смеси, объема раствора в корнеобитаемой зоне, возделываемой культуры и периода онтогенеза [2, 4, 5, 8]. В условиях малообъемной гидропоники (5—10 л на растение) при выращивании культур с длительным периодом вегетации (томаты, огурцы) необходимо корректировать состав раствора практически через день, что возможно только при наличии хорошо оснащенной лаборатории для проведения агрохимических анализов. В связи с этим при использовании малых объемов корнеобитаемых сред важное значение имеет разработка способов регулирования состава питательного раствора, которые позволили бы частично или полностью исключить необходимость проведения агрохимических анализов [1, 2, 3, 7, 8, 10, 11].

В последние годы в малообъемной гидропонной культуре в качестве субстратов широко применяются минеральная вата, торф и вода. Их эксплуатация предполагает наличие автоматизированных пунктов подачи минеральных растворов [11]. Ежедневный контроль и внесение удобрений на таких пунктах проводятся с учетом результатов изменения общей концентрации раствора в корнеобитаемой зоне кондуктометрическим методом. Для определенных условий разработаны рекомендации по использованию этого метода. Однако применять их следует с большой осторожностью, так как электропроводность раствора может существенно изменяться вследствие накопления побочных ионов, уровень которых, в свою очередь, в зависимости от качества воды, субстратов и удобрений значительно колеблется. В связи с указанным считают целесообразным раз в месяц проводить полный агрохимический анализ раствора из корнеобитаемой зоны и при необходимости осуществлять промывку или сброс раствора [11, 12], в результате чего за сезон теряется около 25 % дефицитных минеральных солей.

Как видно из приведенных выше данных, существующие методы минерального питания растений при гидропонном выращивании последних далеки от совершенства, поэтому необходимо разработать иные способы питания растений, свободные от описанных недостатков. Надо сказать, что известны и такие методы питания растений, которые не требуют проведения агрохимических анализов гидропонных растворов [2]. Но все они были предложены практиками и, следовательно, не имеют достаточно строгого биологического обоснования, что и определяет ограниченность их применения.

На основании изучения выноса элементов минерального питания томатами в условиях гидропоники была установлена возможность про-

граммированного их внесения [8]. Успешно применялся метод внесения в раствор расчетных доз элементов минерального питания при выращивании зеленных культур и корнеплодов в фитотронах [6, 10]. Достаточно убедительными являются результаты программированного минерального питания томатов в теплицах при сплошном размещении грунта на грядках [3].

Основной целью наших исследований явились разработка программ внесения элементов минерального питания в раствор при выращивании томатов в малом объеме корнеобитаемой среды с различными субстратами и их экспериментальная проверка.

### Методика

Опыты проводили в 1983—1986 гг. в стеклянной обогреваемой теплице Овощной опытной станции им. В. И. Эдельштейна. Объектом исследований являлись индетерминантные гибриды томатов  $F_1$  Карлсон и  $F_1$  Сонато. Рассадку до периода полной бутонизации первой кисти — начало цветения выращивали в торфяных кубиках объемом 500 см<sup>3</sup>. Зимой применяли дополнительное облучение растений лампами ДРЛ-400. Установленная мощность 400 Вт/м<sup>2</sup>. Готовую рассадку высаживали в растильни. Максимальный объем корнеобитаемого пространства в опытах 10 л на растение. Варианты субстратов следующие:

1 — грунт (хозяйственный контроль); 2 — верховой произвесткованный торф сыпучий; 3 — торфоплита сухого прессования; 4 — торфопесчаная смесь; 5 — речной песок; 6 — минеральная вата «Вилан». Грунт состоял из смеси дерновой земли, торфа и навоза.

Культуру вели в один стебель. В течение вегетации нижние листья удаляли регулярно с момента созревания первых плодов так, чтобы в среднем на растении было по 17 полностью сформировавшихся листьев. Верхушку стебля прищипывали за 36 дней до окончания вегетации в первом культурообороте и за 57 дней — во втором.

Растворы минеральных солей и воду на твердых субстратах подавали через капельницы. В вариантах с программированным минеральным питанием ежедневно проводили подкормку растений, кроме тех, для которых устанавливался кондуктометрический контроль и проводилась корректировка программы в течение вегетаций. В последнем случае концентрацию раствора в зоне корней доводили до максимально до-

пустимого уровня, а затем приостанавливали подачу расчетных доз минеральных солей. Максимально допустимая концентрация в марте равнялась 3,5 мS, в апреле — 3,0, в мае, июне, августе — 2,5, в сентябре — 3,0, в октябре — 3,5 мS.

Концентрацию минеральных солей в твердых субстратах измеряли через час после подкормки или полива, а в водной культуре при постоянном объеме питательного раствора — после заправки очередной суточной дозы в питательной емкости.

В водной культуре и в вариантах с минеральной ватой раствор циркулировал в зоне корней с интенсивностью 0,8—1,6 л/чХ Хм<sup>2</sup>. В качестве растильни применяли лотки с основанием шириной 15 см, длиной 6 или 12 м. Раствор в вариантах с программированным питанием за период вегетации не меняли, а в контрольном меняли один раз в месяц. В первые две недели рН проверяли ежедневно и при необходимости раствор подкисляли азотной кислотой. В дальнейшем рН поддерживали в пределах 5,0—6,5 путем замены вносимых удобрений —  $NH_3NO_3$  и  $K_2SO_4$  или  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  и  $KNO_3$ .

Применяли удобрения:  $K_2SO_4$ ,  $KNO_3$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $MgSO_4$ ,  $Ca(H_2PO_4) \cdot nH_2O$  — вытяжка двойного суперфосфата. Микроудобрения, кроме железа, вносили раз в 2 недели по рецепту Бентли [2] для культур с рН ниже 6,7. Железо вносили в те же сроки по 4 мл на 1 л питательного раствора в виде хелата, приготовленного в соотношении 5 г трилона-Б и 5 г  $Fe_2SO_4$  на 1 л маточного раствора.

В контрольном варианте (водная культура) проводили анализ раствора раз в неделю и корректировали содержание элементов до уровня N — 200 мг/л, P — 62, K —

Т а б л и ц а 1

Планируемая урожайность томатов ( $N$ , кг/м<sup>2</sup>) и вынос азота ( $N$ , г/м<sup>2</sup>) в зависимости от срока посадки и продолжительности выращивания ( $T_{\omega}$ , сут)

Дата посадки	Густота растений, м*	Дата окончания вегетации								
		31/VI			1/VIII			31/X		
		У	$m_{\omega}$	N	У	$m_{\omega}$	N	У	$m_{\omega}$	N
20/1	2,3	12,0	160	36,0	16,0	190	48,0	28,0	280	84,0
1/II	2,4	11,5	150	34,5	15,5	180	46,5	27,5	270	82,5
10/II	2,5	11,0	140	33,0	15,0	170	45,0	27,0	260	81,0
20/II	2,6	10,5	130	31,5	14,5	160	43,5	26,5	250	79,5
1/III	2,7	10,0	120	30,0	14,0	150	42,0	26,0	240	78,0

Продолжительность периода ( $T$ ) и расчетная доза азота для периода ( $U_p$ )  
в зависимости от сроков посадки и уборки растений

Период	Дата уборки								
	31/VI			1/VIII			31/X		
	$T$	$C$	$U_p$	$T$	$C$	$U_p$	$T$	$C$	$U_p$
Посадка 20/I									
S	10	—	0,5	10	—	0,5	10	—	0,5
Exp.	58	0,050	9,10	58	0,050	5,10	58	0,050	9,10
Prop.	48	450	21,6	75	450	33,7	155	450	69,75
Ralan.	44	0,080	4,80	47	0,080	4,65	57	0,080	4,65
Посадка 1/II									
S	9	—	0,5	9	—	0,5	9	—	0,5
Exp.	50	0,055	7,82	50	0,055	7,82	50	0,055	7,82
Prop.	48	450	21,6	74	450	33,3	154	450	69,3
Ralan.	43	0,080	4,58	46	0,080	4,88	57	0,080	4,88
Посадка 10/II									
S	8	—	0,5	8	—	0,5	8	—	0,5
Exp.	45	0,060	7,44	45	0,060	7,44	45	0,060	7,44
Prop.	45	450	20,2	72	450	32,4	152	450	68,4
Ralan.	43	0,080	4,81	45	0,080	4,66	55	0,080	4,66
Посадка 20/II									
S	7	—	0,5	7	—	0,5	7	—	0,5
Exp.	40	0,065	6,7	40	0,065	6,7	40	0,065	6,7
Prop.	43	450	19,4	70	450	31,5	150	450	67,5
Ralan.	40	0,080	4,92	43	0,080	4,8	53	0,080	4,8
Посадка 1/III									
S	6	—	0,5	6	—	0,5	6	—	0,5
Exp.	36	0,070	6,2	36	0,070	6,2	36	0,070	6,2
Prop.	41	450	18,5	68	450	30,6	148	450	66,6
Ralan.	37	0,080	4,85	40	0,080	4,7	40	0,080	4,7

Примечания: 1. Рассчитанную дозу вносили в раствор с учетом коэффициента использования 0,9. 2. S — стартовый период роста; Exp. — экспоненциальный; Prop. — равномерного роста; Ralan. — замедленного роста в конце вегетации.

360, Mg — 50 мг/л. Концентрацию кальция и микроэлементов не регулировали. В торфяной малообъемной культуре анализ проводили раз в 2 недели. Объем питательного раствора равнялся 5 л на растение. В воздушно-сухих пробах растительных образцов определяли содержание элементов минерального питания нейтронно-активизационным методом.

На основании имеющихся данных [3, 4, 7, 8] был рассчитан вынос азота планируемым урожаем томатов типа  $F_1$  Сонато и  $F_1$  Карлсон (табл. 1). Вынос остальных элементов определяли по соотношению N : P : K : Mg, равному 1 : 0,3 : 1,8 : 0,2 [8].

Общая доза элементов питания была распределена по периодам вегетации (табл. 2) согласно уравнениям табл. 3. Суточную дозу минеральных элементов (табл. 2) рассчитывали как производную от  $dU/dt$ , где  $U$  — доза элемента;  $t$  — время. Коэффициент  $C$  и длину периода устанавливали на основании предварительных экспериментов и наблюдений. Программа получения 10 кг плодов с 1  $m^2$  была применена и для второго культурооборота. При этом осуществляли регуляр-

ный кондуктометрический контроль за электропроводностью раствора.

Коэффициент  $C_2$  для периода равномерного роста растений принят равным 0,45 г N на 1  $m^2$  в сутки — это максимальная среднесуточная доза, применяемая в разных опытах с тепличным томатом. Как показал анализ литературных данных [7, 8], значение коэффициента колеблется от 0,33 г N на 1  $m^2$  до 0,39 г на растение. В зависимости от срока посадки рассады период максимального поглощения азота приходится на 25 марта — 15 апреля.

Условно было принято, что продолжительность стартового периода роста изменяется прямо пропорционально освещенности. Так как этот период короткий, достаточно вносить в питательный раствор 0,5 г N на 1  $m^2$ , что соответствует концентрации  $3,0 \pm 0,2$  мМ в зависимости от объема питательного раствора.

Коэффициент  $C_1$  определен приблизительно на основании данных предварительных опытов. Поскольку значения  $C_1$  и  $C_2$  известны, продолжительность экспоненциального периода устанавливается расчетным путем. Дифференцируя уравнение

Т а б л и ц а 3

## Распределение расчетной дозы азота по периодам вегетации

Период	Интегральная расчетная формула
<i>S</i> (1)	$U_t = \text{Const}$
<i>Exp.</i> (2)	$U_t = U_1 e^{-C_1 t}$
<i>Prop.</i> (3)	$U_t = U_2 + C_2 t$
<i>Ralan</i> (4)	$U_t = U_3 + (U_4 - U_3) \cdot (1 - e^{-C_3 t})$

Примечание.  $U_t$  — суммарная расчетная доза  $N$  на единицу площади от начала вегетации до момента времени  $t$ ;  $U_1, U_2, U_3, U_4$  — суммарные расчетные дозы за предыдущие периоды;  $C_1, C_2, C_3$  — эмпирические коэффициенты;  $e$  — основание натурального логарифма;  $t$  — время от начала текущего периода, сут.

$U_t = U_1 e^{-C_1 t}$ , получим  $dU/dt = -U_1 C_1 e^{-C_1 t}$  откуда при  $dU/dt = 0,45$  и известных  $U_i$  и  $C_i$  вычисляем  $t$  — время перехода к рав-

номерному периоду роста в сутках, считая от начала экспоненциального периода.

В теплицах задолго до окончания вегетации индетерминантным томатам удаляют точку роста. В связи с этим вегетативный рост замедляется, а затем совсем прекращается. В конце вегетации прирост биомассы в основном идет за счет налива плодов. Опытным путем было выявлено, что удаление точек роста следует проводить в зависимости от сроков выращивания за 35—60 дней до окончания вегетации. Тогда последние собранные плоды достигнут стандартного размера. Исходя из этого технологического приема определена продолжительность равномерного внесения азота  $T_3 = t_{\infty} - (T_1 + T_2 + T_4)$ . Допуская внесение азота в меньшем количестве, чем расчетная общая доза для последнего периода, — около 0,05—0,25 г/м<sup>2</sup>, определяем  $C_3$  при  $t = T_i$  из уравнения  $U t_0 = U p e^{-C_3 t}$ , где  $U t D$  — допустимое недовнесение.

Рассчитанная и испытанная для проточной водной культуры программа минерального питания была применена при выращивании томатов в малообъемной субстратной культуре. Повторность опыта 4-кратная. Площадь варианта 22,5 м<sup>2</sup>.

## Результаты

При программировании питания растений в теплицах мы исходили из тесной взаимосвязи между ростом и развитием растений, поступлением солнечной радиации (ФАР) и усвоением элементов минерального питания.

В общем виде связь между потреблением элементов минерального питания  $U$ , их относительным содержанием  $X$  и биомассой  $W$  выражают [9] следующим уравнением:

$$dU/dt = d(WX)/dt = W(dX/dt) + X(dW/dt).$$

Значение  $dX/dt$  за вегетацию изменяется меньше (табл. 4), чем  $dW/dt$  (рис. 1 и 2). Поэтому первое отношение можно принять за кон-

Т а б л и ц а 4

## Содержание азота (% на воздушно-сухое вещество) в различных органах растений при регулярном агрохимическом контроле за составом питательного раствора (К) и программированном питании (Пп) в 1983 г.

Дата отбора образца	Листья		Стебли		Корни		Плоды	
	К	Пп	К	Пп	К	Пп	К	Пп
14/II	5,32	4,87	4,53	3,67	5,01	4,41	—	—
02/III	5,40	5,59	4,26	3,87	4,31	4,71	—	—
17/III	5,03	4,71	3,87	3,00	4,72	4,40	4,21	4,95
05/IV	4,77	4,84	4,16	3,47	4,56	4,66	3,73	4,83
16/IV	4,81	4,80	4,27	3,49	4,83	5,04	3,82	4,50
03/V	4,92	4,42	3,81	2,93	4,72	4,76	3,20	3,19
16/V	4,20	4,57	4,71	2,25	5,20	4,71	3,01	3,19
30/V	3,87	3,02	3,61	2,08	5,35	4,66	2,30	2,74
06/VI	3,75	2,95	2,85	1,95	5,13	4,54	2,25	2,23
11/VI	3,30	2,99	2,62	2,02	5,30	5,02	2,65	2,20

станту. В свою очередь,  $dW/dt$  изменяется значительно сильнее и для тепличного томата неравномерно. В первые 1—2 мес после стартового периода (укоренение рассады) наблюдается усиленный рост, что больше всего соответствует экспоненциальному периоду (Exp), затем рост

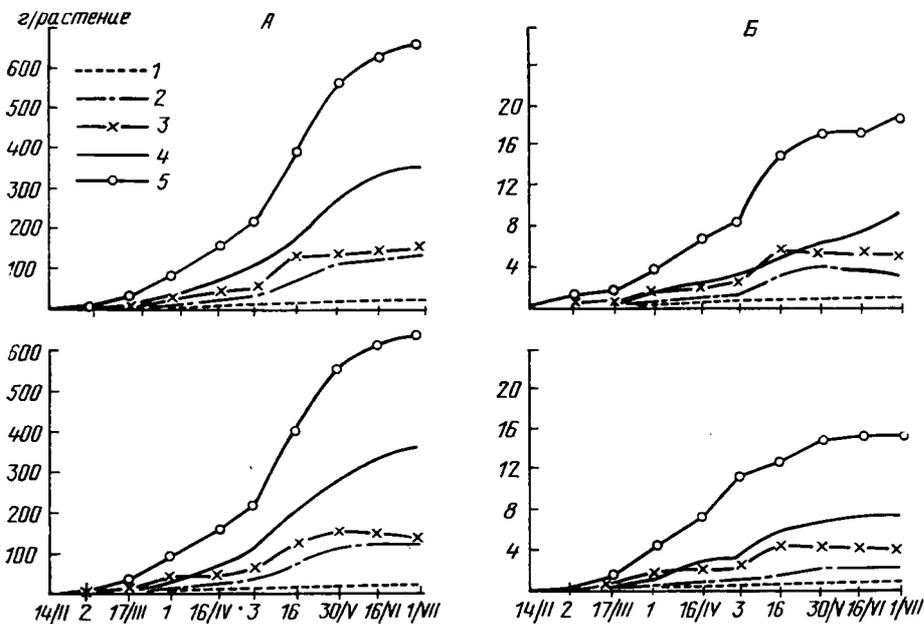


Рис. 1. Накопление сухой биомассы (А) и вынос азота (Б) в весенне-летнем культурообороте 1983 г.

Вверху — регулярный агрохимический контроль за составом питательного раствора (контроль); внизу — программированное питание; 1 — корень; 2 — стебель; 3 — листья; 4 — плоды; 5 — общая биомасса.

становится равномерным — период P<sub>гор.</sub>, а в конце вегетации замедляется — период Ralan. Длина каждого из этих периодов зависит от сезона выращивания растений и связана, с одной стороны, с такими факторами, как срок начала удаления нижних листьев, количество вегетирующих листьев на растении, время прищипок точки роста, а с дру-

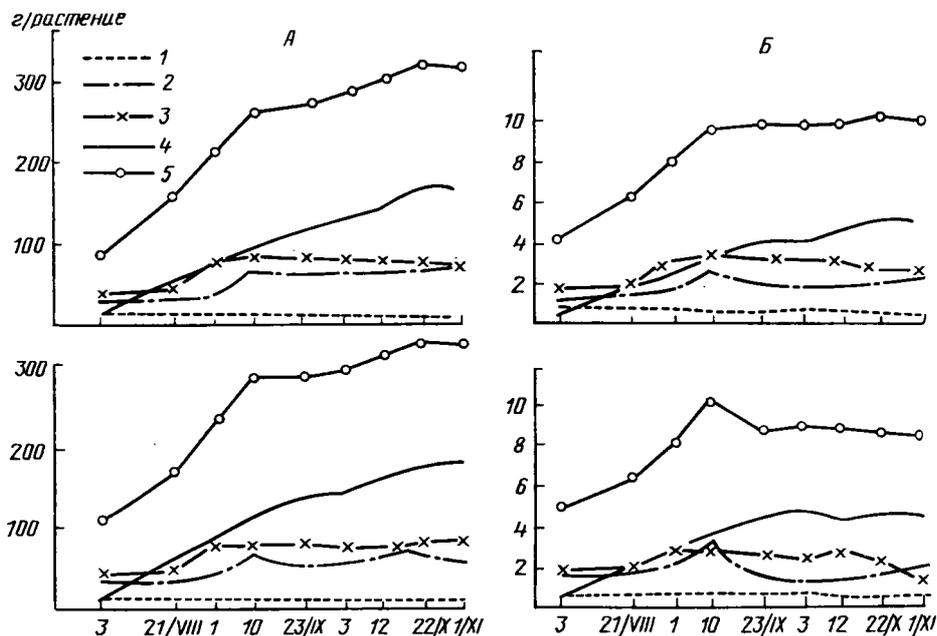


Рис. 2. Накопление сухой биомассы (А) и вынос азота (Б) в летне-осеннем культурообороте 1983 г.

Обозначения те же, что на рис. 1.

гой — с интенсивностью поступления ФАР. Рост биомассы  $dW/dt$  можно рассматривать в зависимости от количества поступающей ФАР ( $\gamma$ ) и времени ( $t$ ), т. е.

$$dW/dt = (dW/d\gamma) \cdot (d\gamma/dt).$$

Значение  $dW/d\gamma$  получают эмпирически с достаточной для практики точностью, особенно если речь идет о теплицах, где основные факторы роста, кроме света, регулируются. При известных условиях рост биомассы является характеристикой вида и сорта.

В теплице для томата  $dW/d\gamma$  довольно длительный период остается величиной постоянной  $m$  (рис. 1 и 2), в то время как  $d\gamma/dt$  в зависимости от погодных условий и географического места может значи-

Т а б л и ц а 5

Урожайность томатов в теплицах (кг/м<sup>2</sup>)  
в зависимости от способа минерального питания и сроков выращивания

Срок выращивания	Сорт	Субстрат	руемая урожайность	Фактическая урожайность		НСР <sub>05</sub>
				при агрохимическом контроле	при программированном питании	
10/II—1/VII 1983	F <sub>x</sub> Карлсон	Торф		11,06		
10/II—1/VII 1983	»	Вода	11,00	12,50	12,80	
20/II—1/XI 1984	»	Мин. вата	27,00	22,90	22,40	F ф < CF <sub>T</sub>
9/VII—1/X I 1983	F <sub>j</sub> Сонато	Вода	—	8,70	8,80	F ф < F <sub>T</sub>

тельно колебаться. Поэтому крайне желательно регистрировать в течение вегетации значение  $d\gamma/dt$  прибором и осуществлять минеральное питание согласно следующей зависимости:  $dU/dt = X \cdot m(d\gamma/dt)$ , выбирая оптимальный шаг дифференцирования с учетом того, что в теплицах температура, влажность, углекислый газ, свойства субстрата корневой зоны известны и регулируются.

Подтверждением возможности разработки программ минерального питания растений, рассчитанных на планируемый урожай товарной продукции, являются полученными нами данные (табл. 5 и 6).

Т а б л и ц а 6

Динамика поступления урожая тепличных томатов (кг/м<sup>2</sup>)  
в зависимости от субстрата в 1985 г.

Субстрат	Апрель	Май	Июнь	Середина июля	Общая	Прибавка
Грунт (контроль)		1,45	4,47	3,32	9,24	—
Торф сыпучий	0,17	3,70	3,52	3,86	11,25	2,01
Торфоплита	0,12	3,81	4,40	3,57	11,90	2,66
Торфопесчаная смесь	0,25	3,56	3,06	3,40	10,27	1,03
Речной песок	0,29	3,63	2,92	1,66	8,50	—0,74
Минеральная вата	0,32	3,89	4,14	2,65	11,00	1,76
НСР <sub>05</sub>	—	—	—	—	1,50	

Урожайность томатов оказалась практически одинаковой при разных способах выращивания и минерального питания (табл. 5). Более низкая фактическая продуктивность растений в длительном культурообороте по сравнению с планируемой указывает на необходимость улучшения программы минерального питания и других факторов, так как, например, в теплицах за такие же сроки выращивания получено 28 кг плодов с 1 м<sup>2</sup>. В коротком втором культурообороте урожайность

более 8 кг/м<sup>2</sup> считается высокой [4]. Лимитирующим фактором получения более высокой продуктивности этих сортов является свет.

Из табл. 7 следует, что минеральные субстраты обеспечивают более интенсивное поступление раннего урожая, чем грунтовая и песчаная культуры.

При одинаковом количестве листьев (табл. 7) их площадь в контрольном варианте (грунт) и на торфоплите была существенно больше, чем в других вариантах. Однако прямой связи между урожайностью и

Таблица 7

Формирование фотосинтетического аппарата растения в 1985 г.

Субстрат	Количество листьев на 1 растение, шт.				Площадь листьев на растение см <sup>2</sup>			
	28/II	10/IV	20/IV	13/V	28/II	10/IV	20/IV	13/V
Грунт (контроль)	17	28	33	39	23,2	121,7	140,9	175,0
Торф сыпучий	16	29	34	41	20,4	87,5	96,2	117,6
Торфоплита	16	28	35	41	18,9	87,6	119,2	164
Торфопесчаная смесь	15	29	33	38	17,0	79,5	90,98	102,7
Речной песок	16	28	32	34	19,7	74,5	81,6	86,2
Минеральная вата	15	29	33	40	20,1	79,5	85,6	114,7
НСР <sub>05</sub>	1,02	—	—	3,7		4,84	12,07	14,97

площадью листьев не установлено. Видимо, при сильно разросшемся листовом аппарате часть листьев остается в тени и их участие в фотосинтетической деятельности растений снижается. Более того, эти листья в определенный момент могут стать потребителями синтезируемых пластических веществ и таким образом превратиться в конкурентов для репродуктивных органов.

**Выводы**

1. Выращивание томатов гидропонным методом при малом объеме корнеобитаемого пространства и программировании суточных корректирующих доз минеральных удобрений позволяет получать высокую урожайность томатов: 12,5 кг/м<sup>2</sup> — в первом, 8,8 — во втором и 22,9 кг/м<sup>2</sup> — в длительном культурооборотах.

2. Разработанная для водной проточной культуры (5 л раствора на одно растение) программа минерального питания с такой же эффективностью может быть применена при субстратной малообъемной культуре.

3. При малом объеме корнеобитаемого пространства у томатов (культурооборот 6 мес) листовая поверхность меньше, а урожайность больше, чем при грунтовой культуре.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Апостол П. А., Реутова С. Ф. Минеральное питание томатов на проточной гидропонике. — Плодоовощное хоз-во, 1985, № 6, с. 23—24. — 2. Бентли М. Промышленная гидропоника. — М.: Колос, 1965. — 3. Бобошевская Д. Г. Удобрение томата и огурца в теплицах. — В сб.: Промышленное производство овощей в теплицах. — М.: Колос, с. 182—185. — 4. Брызгалов В. А., Советкина В. Е., Савинова Н. И. Овощеводство защищенного грунта. — Л.: Колос, 1983. — 5. Ващенко С. Ф. Овощеводство защищенного грунта. — М.: Колос, 1984. — 6. Вильямс М. В., Цветкова И. В. и др. Управление минеральным питанием посевов в соответствии с программой получения заданных урожаев в условиях агропоники. — Агрехимия, 1974, № 5, с. 112—119. — 7. Гейслер Г., Киндт В., Лансков И. и др. Производство овощей под стеклом и пленкой. — М.: Колос, 1979. — 8. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода. — М.: Наука, 1968. — 9. Най П. Х., Тинкер П. Б. Движение растворов в системе почва — растение. — М.: Колос, 1980. — 10. Розов И. Ф. Коррекция питательного раствора в гидропонике фитотрона по уровню выноса элементов. — Изв. ТСХА, 1977,

вып. 4, с. 92—100. — **11.** Семиджиев Х. Тепличное овощеводство на малообъемной гидропонике. — М.: Агропромиздат, 1985. — **12.** Winsor G., Hurd R. G.,

Price D. Wet. al. Nutrient film Technique, Growers, Bulletin, 1979, N 5, p. 5—47. Littlehampton, West Sussex.

*Статья поступила 30 ноября 1986 г.*

### SUMMARY

On the base of empirical data on biological removal of mineral nutrients by greenhouse tomato, a programme of differentiated addition of mineral fertilizers into nutrient solution during vegetation was calculated and tested; this will allow to eliminate agrochemical check.