

Н. Г. САРУХАНЫ

КУЛЬТУРА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОЙ ГИДРОПОНИКИ

Опыты по выращиванию сахарной свеклы в условиях открытой гидропоники начаты в 1966 г. на экспериментальной гидропонической станции Института агрохимических проблем и гидропоники АН Армянской ССР.

Мы изучали урожайность сахарной свеклы на различных наполнителях вегетационных делянок.

Испытывали: гравий, вулканический шлак, смесь гравия с вулканическим шлаком и смесь гравия с пемзой. Смесь готовилась в объемном отношении 4 : 1, т. е. 80% гравия и 20% вулканического шлака или пемзы.

Высота слоя наполнителя в гидропонических делянках составляет 18—20 см. Размер частиц от 3 до 15 мм. Перед посевом производили дезинфекцию субстрата 0,5%-ным раствором перманганата калия.

Контролем служили одновременно посеvy сахарной свеклы на почвенном участке. В гидропонических делянках растения подпитывали питательным раствором, предложенным Г. С. Давтяном.

Кислотность раствора поддерживалась в пределах рН 6,6—6,8, концентрация раствора 1, 272 г на литр.

В период бурного роста растения получали внекорневую подкормку 0,02%-ным раствором борной кислоты.

Измерения показали, что в искусственных субстратах рост растений проходил значительно быстрее, чем при выращивании их в почве.

Физические свойства наполнителя оказывают большое влияние на рост и развитие растений.

В начале вегетации (рис. 1) растения сравнительно лучше росли на гравии и значительно хуже—на вулканическом шлаке. Это объясняется тем, что весной гравий лучше обогревался и при наличии влаги растения имели оптимальные условия для хорошего роста; на вулканическом шлаке, наоборот, создавалось переувлажнение, что задерживало рост растений (табл. 1).

Данные табл. 1 показывают, что рост растений в первый период вегетации замедлен на вулканическом шлаке. Сравнительно лучший рост наблюдался на гравии.

Однако в конце августа и в сентябре разница в росте с растений, выращиваемых на разных гидропонических субстратах, сглаживается.

Сахарная свекла в условиях гидропоники достигает технической зрелости в августе и сентябре.

Корни сахарной свеклы на вулканическом шлаке имели бородаобразные корешки, расположенные по всей поверхности нижней части главного корня, а у растений, выращенных на гравии, они имеют густую мочковатую систему корешков с двух противоположных сторон главного корня.



Рис. 1. Растения сахарной свеклы, выращенные на: 1) гравии, 2) вулканическом шлаке, 3) смеси гравий+вулканический шлак, 4) смеси гравий+пемза, 5) почве (контроль).

Таблица 1

Изменение веса растений сахарной свеклы в зависимости от наполнителя в субстрате (вес в г)

Твердая фаза субстрата	18/V			6/VI			3/VIII			5/IX		
Гравий	5,8	0,6	5,2	94	33	61	299	90	209	783	440	343
Вулканический шлак	1,5	0,2	1,3	42	8	34	434	184	250	732	363	369
Гравий+шлак	4,7	0,6	4,2	79	17	62	295	109	186	787	389	398
Гравий+пемза	5,3	0,5	4,8	69	14	55	347	131	215	726	321	405
Почва	—	—	—	31	4	27	350	180	170	484	276	207

В условиях открытой гидропоники выращены крупные корнеплоды сахарной свеклы, весом от 2 до 4 кг (рис. 2).

Результаты изучения прироста корней сахарной свеклы, произрастающей на разных субстратах, по периодам их развития приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Среднесуточный прирост сахарной свеклы на разных субстратах по периодам их развития (в г) (средние за 2 года)

Твердая фаза субстрата	20/VI		20/VII		20/VIII		27/IX	
	вес корня	средн. прирост	вес корня	средн. прирост	вес корня	средн. прирост	вес корня	средн. прирост
Гравий	20,3	0,4	103	2,8	218	3,8	460	6,7
Вулканический шлак	15,7	0,4	120	3,8	360	8,0	504	3,9
Гравий+шлак	26,7	0,6	142	3,8	309	5,6	539	6,1
Гравий+пемза	21,7	0,5	138	3,9	288	5,0	457	4,6
Почва	7,2	0,2	131	4,1	203	2,4	380	4,8

Наращение массы ботвы у контрольных растений (табл. 1), достигнув максимума в августе, в дальнейшем постепенно ослабевает, а на гидропонических субстратах ботва интенсивно растет до самой уборки корнеплодов.



Рис. 2. Сахарная свекла, выращенная в условиях почвы (3) и гидропоники: на гравии (2), на вулканическом шлаке (1).



Рис. 3. Корнеплод сахарной свеклы весом 3874 г, выращенный на смеси гравий + вулканический шлак в условиях открытой гидропоники.

Средний дневной прирост корнеплодов этих растений выше в августе и сентябре.

В течение вегетации изучалась также динамика нарастания листовой поверхности сахарной свеклы по вариантам опыта (табл. 3).

Таблица 3

Динамика нарастания листовой поверхности свеклы на разных субстратах, 1967

Субстраты	Количество листьев на одно растение				Средняя листовая поверхность в см ² по периодам роста			
	5/VII	5/VIII	5/IX	6/X	5/VII	5/VIII	5/IX	6/X
Гравий	26,0	35,0	32,7	31,2	83	143	162	164
Вулканический шлак	29,8	37,5	37,0	30,2	94	198	210	157
Гравий + шлак	31,0	32,0	30,1	26,5	88	165	160	164
Гравий + пемза	30,0	33,0	32,1	32,0	90	148	176	149
Почва	16,0	21,6	22,1	22,4	63	128	125	89

Максимальная листовая поверхность с начала до конца вегетации отмечена у растений, выращенных на вулканическом шлаке.

Наиболее интенсивное листообразование происходит в середине вегетационного периода. Количество листьев на одно растение в условиях гидропоники было больше, чем при выращивании на почве.

Урожайные данные (уборка в конце сентября) приводятся в табл. 4.

На всех гидропонических субстратах получен урожай намного выше, чем на почве. Нами высший урожай был получен на смеси гравий + вулканический шлак.

Таблица 4

Влияние наполнителей на урожай сахарной свеклы в условиях открытой гидропоники

Субстраты	Урожай в ц/га		Средний М	Прибавка		Ошибки средн. почв. ()	Степень достовер- ности (Р)
	1966 г.	1967 г.		в ц/га	в %		
Почва	555	506	521	—	—	5,2	—
Гравий	978	732	855	334	64	5,5	1,10
Вулканический шлак	1042	798	920	400	77	1,2	0,95
Гравий+вулкани- ческий шлак	1077	810	944	423	81	2,7	1,22
Гравий+пемза	1017	784	901	380	73	9,1	0,30

Хороший рост надземной массы сахарной свеклы при гидропонике никакого отрицательного влияния на привес корнеплода не оказывал.

Однако в конце вегетации на всех испытываемых субстратах было отмечено общее снижение процента сухих веществ в корнеплодах сахарной свеклы.

В корнеплодах растений, выращенных на гидропонических субстратах, содержание сахара почти одинаково и незначительно уступает почвенным растениям.

Однако по урожайности сахарной свеклы и выходу сахара преимущество гидропонического метода культуры очевидно.

Таблица 5

Изменение сахаристости сахарной свеклы в зависимости от вида субстрата (в %)

Субстрат	6/VI		5/VII		1/VIII			5/IX		
	ко- рень	ботва	ко- рень	ботва	ко- рень	чере- шок	пласт. листа	ко- рень	чере- шок	пласт. листа
Гравий	6,81	0,6	14,0	0,6	16,1	1,4	5,0	17,3	2,3	7,5
Вулк. шлак	6,5	0,7	11,3	0,3	15,7	0,6	5,6	16,9	2,9	3,1
Грав.+шлак	7,2	0,3	12,6	1,1	17,4	2,3	11,3	17,3	3,8	3,7
Грав.+пемза	6,9	0,3	13,4	1,1	16,2	3,5	9,4	17,4	2,9	8,9
Почва	9,0	1,3	14,2	1,7	17,9	3,7	4,3	18,2	3,2	4,1

Таблица 6

Субстрат	Урожай в ц/га	% сухих веществ	% сахара	Урожай са- хара в ц/га	Доброкаче- ственность сока
Гравий	977,9	20,3	17,3	169,2	85,4
Вулк. шлак	1042,0	22,3	16,9	175,6	75,7
Гравий+вулк. шлак	1077,0	22,0	17,3	186,3	78,6
Гравий+пемза	1017,0	21,1	17,4	177,4	82,6
Почва	555,0	21,7	18,2	101,0	83,8

Выход сахара в пересчете на гектар во всех вариантах гидропоники больше, чем в почвенном контроле.

В течение вегетации, по фазам развития растений сахарной свеклы, проводилось изучение изменения химического состава по отдельным органам растений (табл. 7 и 8). (Химические анализы выполнены химиками Н. Хачатрян, С. Манвелян и А. Саакян под руководством О. Гаспарян).

За относительный показатель качества урожая свеклы по зольности принят зольный коэффициент, показывающий количество золы,

приходящейся на 100 частей сахара. Чем выше этот коэффициент, тем ниже качество свеклы.

В табл. 8 приведены данные по зольному коэффициенту в зависимости от условий выращивания сахарной свеклы. Из табл. видно, что этот коэффициент выше всего в почвенном контроле (35,6).

Таблица 7

Содержание азота, фосфора и калия в сахарной свекле в % по периодам развития растения (1966 г.)

Наполнитель	Органы растения	6/VI			5/VII			1/VIII			5/IX		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Гравий	Корень	2,08	1,12	3,78	1,30	0,85	1,55	1,57	1,05	1,92	1,58	0,57	1,23
	Черешок	2,65	1,07	9,60	1,29	0,85	6,60	1,95	0,90	8,22	2,07	0,65	5,85
	Л. л. ст.	4,45	1,25	6,00	3,60	1,25	4,77	2,70	1,57	4,98	3,67	1,15	4,68
Вулканический шлак	Корень	2,12	0,90	4,38	1,56	0,88	2,19	1,55	2,25	1,41	1,27	0,39	1,20
	Черешок	2,91	0,70	9,00	0,82	0,67	6,92	2,24	0,62	5,62	1,97	0,50	4,08
	Л. л. ст.	4,55	1,52	5,79	4,25	0,85	4,82	3,61	0,80	4,12	1,97	0,50	4,72
Гравий+шлак	Корень	1,87	1,15	3,89	1,36	1,10	2,07	1,34	0,77	1,60	1,47	0,50	1,32
	Черешок	2,85	1,10	9,42	3,65	1,15	6,52	2,13	0,76	3,99	1,51	0,57	4,87
	Л. л. ст.	4,36	1,37	5,93	4,50	1,15	5,00	3,41	0,67	5,37	3,38	0,57	4,95
Гравий+пемза	Корень	2,05	1,13	4,00	1,29	0,82	2,16	1,33	1,10	1,56	3,25	0,71	1,90
	Черешок	2,75	0,85	9,78	2,60	0,75	5,61	2,18	0,85	5,19	2,64	0,80	5,64
	Л. л. ст.	4,69	1,70	5,92	4,16	1,08	4,44	3,96	1,38	4,41	3,46	0,83	5,64
Почва	Корень	1,27	0,80	3,27	1,55	0,97	1,89	0,85	0,55	1,41	0,90	0,55	2,10
	Черешок	1,76	0,62	8,34	3,88	0,75	8,30	2,08	0,67	6,64	3,15	0,67	8,31
	Л. л. ст.	—	—	—	2,95	1,33	5,70	2,68	0,67	7,44	3,72	0,83	4,93

Таблица 8

Химический состав сахарной свеклы перед уборкой в % (3/X 1966 г.)

Наполнитель	Органы растений	Гигроскоп. влага в %	Сырая зола в %	Зольный коэфф.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Гравий	Корень	5,65	5,35	30,9	2,05	0,84	2,55	3,15
	Черешок	8,72	8,87	—	1,73	0,66	6,00	3,25
	Л. л. ст.	7,70	19,46	—	3,72	0,93	3,87	3,35
Вулканич. шлак	Корень	6,81	5,65	33,6	1,96	0,63	2,16	0,57
	Черешок	9,24	14,87	—	2,21	0,66	4,95	2,58
	Л. л. ст.	7,24	17,83	—	4,76	0,76	3,78	2,85
Гравий+шлак	Корень	6,05	4,98	28,7	2,05	0,56	1,86	0,50
	Черешок	—	—	—	—	—	—	—
	Л. л. ст.	7,34	15,62	—	5,45	1,20	3,42	2,21
Гравий+пемза	Корень	6,40	5,03	28,8	2,65	0,75	1,65	0,64
	Черешок	9,10	16,40	—	1,71	0,92	4,71	2,85
	Л. л. ст.	7,37	20,19	—	4,12	0,92	3,72	3,35
Почва	Корень	4,45	6,41	35,6	0,64	0,31	2,52	0,59
	Черешок	7,85	4,19	—	1,31	0,71	7,20	2,34
	Л. л. ст.	7,39	17,64	—	4,28	1,00	4,74	2,21

Сахарная свекла из питательного раствора с урожаем выносит огромное количество питательных веществ [6, 7, 8, 9, 10].

Вынос минеральных элементов из питательного раствора, различное содержание азота, фосфора и калия в урожае сахарной свеклы, а также колебания в количестве выноса этих элементов в пересчете на тонну корней приводится в табл. 9.

Таблица 9

Вынос азота, фосфора и калия урожаем сахарной свеклы

Субстрат	Урожай корней	Корень				Ботва				Общий вынос в кг/га			Вынос на 1т корней		
		Сухое в-во в ц/га	в % на сухое в-во			сухое в-во в ц/га	в % на сухое в-во			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O						
Гравий	998	199,5	1,58	0,57	1,23	44,0	2,07	0,65	5,25	406	142	477	4,1	1,4	4,8
Вулканический шлак	1042	231,0	1,57	0,50	1,36	102,9	1,97	0,50	4,40	564	217	767	5,4	2,1	7,4
Гравий+вулк. шлак	1077	204,6	1,47	0,50	1,32	86,4	2,44	0,57	4,91	512	152	693	4,8	1,4	6,4
Гравий+пермза	1017	215,2	2,25	0,71	1,90	64,7	2,05	0,81	5,64	617	205	723	6,0	2,0	7,1
Почва	555	48,3	1,79	0,65	1,86	24,7	2,42	0,75	4,93	155	51	214	2,8	0,9	3,9

По химическому составу между гидропоническими и почвенными растениями характерной разницы нет.

Вынос питательных веществ урожаем гидропонических растений в 2—3 раза больше, чем урожаем почвенного контроля.

Колебание в величине выноса питательных элементов в гидропонических растениях больше, хотя среднее соотношение элементов в корнях гидропонических и почвенных растений почти одинаково.

Таким образом, результаты двухлетних исследований сахарной свеклы в условиях открытой гидропоники и почвы позволяют сделать следующие выводы.

Выводы

1. Сахарная свекла в условиях открытой гидропоники достигает технической зрелости в августе-сентябре, при этом вес корнеплода увеличивается до самой уборки урожая (октябрь). На почве эта фаза наступает лишь в октябре.

2. По содержанию сухих веществ в корнеплодах растений, выращенных на разных гидропонических субстратах, существенной разницы не наблюдается.

3. Наиболее мощная листовая поверхность в течение вегетации отмечается у растений, выращенных на вулканическом шлаке и смеси из гравия с вулканическим шлаком, а минимальная—на почве.

4. Интенсивное листообразование происходит в середине вегетации. На одно растение в условиях гидропоники приходится большее количество листьев, чем в условиях почвы.

5. Прирост листьев растений на почве, достигнув максимума в конце августа, в дальнейшем постепенно ослабевает, а в условиях гидропоники ботва растет до самой уборки урожая, причем вначале вес ботвы значительно преобладает над весом корня, к концу же вегетации—наоборот.

6. Корни сахарной свеклы на вулканическом шлаке имеют боро-

дообразные корешки, расположенные по всей поверхности нижней части главного корня, а корни, выращенные на гравии, имеют мочковатую систему корешков с двух противоположных сторон главного корня.

7. Урожай растений, полученный со всех гидропонических субстратов, значительно больше, чем на почве.

8. Из испытываемых наполнителей можно рекомендовать смесь гравия с вулканическим шлаком в объемном отношении 3:1 или 4:1. При использовании данного наполнителя получается урожай сахарной свеклы.

9. Большой разницы в химическом составе растений сахарной свеклы, выращенных в условиях гидропоники и почвы, не наблюдается.

Ն. Գ. ՍԱՐՈՒԽԱՆՅԱՆ

ՇԱՔԱՐԻ ՃԱԿՆԴԵՂԻ ՄՇԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲԱՑՈԹՅԱ ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տալիս, որ բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում շաքարի ճակնդեղը հողի համեմատությամբ լավ է աճում ու զարգանում, տալիս է խոշոր տերևներով բույսեր: Բույսերի լաճն ու զարգացումը ավելի ինտենսիվ է ընթացել գլաքարի և հրաբխային խարամի խառնուրդում, քան որում, հավելյալ բերքը հողի համեմատությամբ կազմել է 423 ց կամ 81,2%:

Գլաքարի և հրաբխային խարամի խառնուրդի համար կարելի է առաջարկել 60—70% գլաքար և 30—40% հրաբխային խարամ:

N. G. SARUKHANYAN

SUGAR-BEETS GROWN UNDER OPEN-AIR HYDROPONIC CONDITIONS

Summary

Under open-air hydroponic conditions sugar-beets grown and developed with bigger leaves compared with those grown in the soil. Better results have been received when grown in a mixture of gravel and volcanic slag showing up a surplus of 423 centners or 81, 2 % over those of the soil.

It is recommended to make up the mixture of fillers comprising 60—70% gravel and 40—30% of volcanic slag.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рутнер О. Новые возможности индустриального растениеводства. «Сообщения Лаборатории агрохимии», № 6, 1965.
2. Осипова З. М. Вынос азота, фосфора, калия и кальция урожаями пропашных культур и трав в многолетних опытах на дерново-среднеподзолистой почве. Журн. «Агрохимия», № 11, 1964.

3. Морозова А. В. Вынос азота, фосфора и калия урожаями сельскохозяйственных культур. Журн. «Агрохимия», № 2, 1965.
4. Бураев В. П., Осипова З. М. Влияние минеральных удобрений и навоза на агрохимические свойства почв и вынос питательных элементов урожаями в многолетнем поле. Журн. «Агрохимия», № 4, 1964.
5. Кузнецова З. А. Влияние удобрений на химический состав и вынос элементов питания урожаем гороха. Журн. «Агрохимия», № 4, 1967.
6. Ога Т. С. Вынос азота, фосфора и калия сахарной свеклы в зоне дерново-карбонатных почв Латвии. Журн. «Агрохимия», № 6, 1965.
7. Алексеева Е. Н. О влиянии удобрений на сахаристость свеклы. Журн. «Агрохимия», № 6, 1965.
8. Денисюк Д. Я. Влияние удобрений на урожай и качество сахарной свеклы в севообороте. Киев, 1964.