

Л. П. БОБКОВА, А. А. МАХАНЬКО

(Центральный научно-исследовательский Институт механизации и электрификации животноводства Южной зоны СССР—ЦИМЭЖ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРУПНОФРАКЦИОННОГО ГРАВИЯ В ГИДРОПОНИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

Одним из признанных наполнителей для гидропонического выращивания растений считается гравий [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Причем большинство авторов рекомендует гравий с диаметром частиц не более 20 мм с преобладанием частиц до 10 мм и даже меньше [3, 4, 5, 6, 7 и 8]. Все эти рекомендации исходят из того, что мелкофракционный гравий обладает лучшими водно-физическими свойствами. Так, Гейслер считает, что твердая сыпучая часть субстрата должна отвечать следующим требованиям: иметь общую порозность слоя около 45%, количество пор аэрации около 33%, водоудерживающую способность около 12% [3]. Н. П. Родников [13] пишет, что при использовании гравия частицами более 8 мм надо повышать его водоудерживающую способность добавлением песка. Той же точки зрения придерживаются и другие авторы [18]. Однако в литературе приводятся данные о возможности применения наполнителей, имеющих меньшую водоудерживающую способность, порядка 4—6% [1, 9, 10]. Это говорит о том, что водно-физические свойства материала наполнителя могут колебаться в больших пределах.

Наряду с водно-физическим, большое значение имеет изучение химических свойств применяемых материалов: степень их относительной химической инертности, способность адсорбировать на своих частицах минеральные соли и ионы из питательного раствора и отдавать их обратно в раствор.

Адсорбционная способность субстратов также колеблется в широком диапазоне. По данным Н. Г. Давтян [9], из четырех исследованных материалов: пемзово-кварцевого песка, вулканического шлака, туфовой крошки и севанского гравия—последний обладает наименьшей адсорбционной способностью. Сильно адсорбирует питательные соли диоритовая щебенка—до 24% нитратов от общего содержания их в растворе, а фосфатов—даже до 84% [12].

Осаждение и поглощение солей в некоторых случаях является причиной засоления субстрата и снижения урожаев растений, выращиваемых на гидропонике, и снижения ценности метода гидрокультуры [8].

Существует несколько приемов, направленных на устранение этого недостатка, в частности, промывание субстратов слабыми растворами серной и соляной кислот [13, 14, 15]. Причем, считается, что следует предпочитать раствор последней, так как серная кислота, реагируя с элементами субстрата, в частности с кальцием, способствует образованию нерастворимого гипса [14, 15].

В связи с этим нами было проведено исследование водно-физических свойств, а также явлений засоления неотсеянного дорожного гравия, который используется в открытой гидропонической установке опытного хозяйства ЦИМЭЖ (г. Запорожье).

Наряду с этим изучался вопрос о лучшем реагенте для рассоления этого гравия.

Методика опытов. Была взята средняя проба гравия со всех поддонов, эксплуатировавшихся в течение трех лет, а также гравий, не бывший в эксплуатации. Определялись: 1. Фракционный состав (весовое соотношение разных фракций). 2. Удельный вес—пикнометрически. 3. Объемный вес—по весу одного литра гравия. 4. Общая порозность—по количеству воды, пошедшей для заливки 1 литра гравия. 5. Вододерживающая способность (или водоемкость)—по разности между количеством залитой и вытекшей воды. 6. Гигроскопическая влага—по высушиванию навески гравия в течение двух суток. Повторность определений 4-кратная.

Для определения способности гравия к засолению брались пробы весом 2 кг (2 повторности) и заливались одним литром:

- 1) обычной воды,
- 2) воды, подкисленной до pH—4,5 серной кислотой;
- 3) воды, подкисленной до pH—4,5 соляной кислотой.

Спустя 24, 48, 96 часов брались вытяжки на определение pH, нитратного и аммиачного азота и на содержание фосфатов кальция и хлора. Для проверки данных через 1,5 месяца проведено повторное промывание тех же проб. После промывки растворами и водой все пробы гравия тщательно промывались обычной водой и заливались питательным раствором, состава:

аммиачная селитра—0,22	} до одного литра,
суперфосфат —0,72	
магний сернокислый—0,52	

который, по подсчетам, содержал в литре по 40 мг аммиачного и нитратного азота, 120 мг P_2O_5 и 50 мг Mg.

Спустя 24, 48 и 96 часов брались пробы на определение pH, NO_3 , NH_3 , P_2O_5 . По разности между данными исходного и залитого растворов определялось поглощение отдельных элементов питательного раствора гравием. После 96-часового насыщения гравий промывался подкисленной и обычной водой, в вытяжках которых определяли питательные элементы, вымывшиеся с насыщенного гравия.

Результаты опытов

Минералогическая характеристика гравия, используемого в открытой гидропонической установке ЦИМЭЖа, следующая:

Гравий гранитный, состоящий в основном из кварца, слюды, полевого шпата, представленного главным образом альбитом ($Na_2Al_2Si_6O_{16}$), ортоклазом ($K_2Al_2Si_6O_{16}$) и в меньшей степени анортитом ($CaAl_2Si_2O_8$).

Такой состав гравия обусловил его довольно высокую химическую стабильность и несильно выраженную тенденцию подщелачивать раствор (в течение вегетации pH выше семи не поднималась).

Исследования физических свойств гравия, приведенные в табл. 1, показали, что используемый в нашей гидропонической установке гравий имеет весьма неоднородный фракционный состав. Преобладающей фракцией (до 50—60%) является фракция 10—20 мм, почти треть составляет крупная фракция—20—30 мм, мелкие частицы (до 10 мм).

и самые крупные (более 30 мм) представлены в равной мере (5—10%). Используемый в наших условиях гравий имеет значительный как удельный, так и объемный вес.

Пестрота фракционного состава обусловила большую общую порозность и повышенную аэрируемость субстрата: поры аэрации составляют 43—45%. Однако водные свойства такого гравия несколько хуже, чем мелкофракционного. Так, его водоудерживающая способность равна 3,7%, и даже 2,5% (у гравия, не бывшего в употреблении) вместо 6 и 4%. Отмечается некоторое улучшение водно-физических свойств гравия после его трехлетней эксплуатации. Исследования показали, что степень оседания солей на гравии зависит от того, чем промывался гравий до контакта с питательным раствором.

Промывание обычной водой и водой, подкисленной серной кислотой, способствует в дальнейшем более сильной адсорбции фосфатов на частицах субстрата, до 32—35% от общего содержания их в питательном растворе. Предвегетационное промывание слабокислым раствором соляной кислоты ведет в дальнейшем к меньшему поглощению фосфатов из питательного раствора (22%) (табл. 2).

Различная степень поглощения солей в зависимости от реагента в предшествующей промывке отчасти уже показала, что раствор серной кислоты вымывает больше солей и потому способствует в дальнейшем более сильному осаждению их из питательного раствора.

Сравнение вымывающих свойств обычной воды и растворов двух кислот подтвердило это положение.

Таблица 1

Фракционный состав и водно-физические свойства изученных наполнителей, (неотсеянный гравий, дорожный) средние данные из 4 повторений наблюдений

Пробы гравия	Фракционный состав (в весовых %)				Объемный вес 1 л в г	Удельный вес в г	Водоємкость или общая порозность в %	Поры аэра- ции в %	Водоудер- живающая способность в %	Гигроско- пическая влага в %
	до 10 мм	до 20 мм	до 30 мм	30 мм						
Гравий после 3 лет эксплуатации	11	52	32	5	1415	2,56	49	45,3	3,0—3,7	0,16
Гравий, не бывший в эксплуатации	9	58	26	7	1430	—	46	43,5	2,5	0,14

Фосфаты легче вымывались раствором серной кислоты (рН—4,5)—от 8 до 20 мг из 40—60 мг, содержащихся в питательном растворе, т. е. от 12 до 30—40%.

Слабый раствор серной кислоты вымывал из гравия также значительное количество аммиачного азота (до 30% от содержания в питательном растворе).

Нитратный азот поглощается гравием из раствора в меньшей мере и вымывается из гравия в меньшем количестве, притом в равном количестве водой и растворами, подкисленными как серной, так и соляной кислотами. Вода, подкисленная соляной кислотой, вымывала из гравия наполовину меньше фосфора, чем раствор серной кислоты, и несколько меньше аммиачного азота (табл. 3 и 4).

Наши данные находятся в противоречии с утверждением некоторых исследователей [14, 15] о преимуществе раствора соляной кислоты для рассоления субстрата. Очевидно, это положение не может быть распространено на все субстраты и к методам рассоления следует подходить дифференцированно в зависимости от природы субстрата.

Таблица 2

Оседание солей из питательного раствора на гравии при различной продолжительности контакта (в % от общего содержания)

Варианты опыта	Через 24 часа				Через 48 часов				Через 96 часов			
	pH	NO ₃	NH ₃	P ₂ O ₅	pH	NO ₃	NH ₃	P ₂ O ₅	pH	NO ₃	NH ₃	P ₂ O ₅
После промывания водой												
Грав. неисп.	7,1	0	-3,6	-11,6	7,2	0	-10,5	-11,7	7,4	3,5	0	-32,0
" "	7,0	-9,0	-6,8	-7,0	7,2	-6,8	0	-13,0	7,4	-14,5	-10,5	-33,0
" испол.	7,0	0	0	-15,0	7,2	-9,0	+4,2	-17,0	7,2	-10,5	0	-33,0
После промывания H ₂ SO ₄												
" неисп.	7,1	0	-3,6	-8,4	7,2	0	-8,0	-8,4	7,4	+3,5	+3,1	-32,0
" испол.	7,0	0	-3,6	-24,0	7,0	-3,3	-10,5	-11,7	7,4	+3,5	+18,0	-35,0
После промывания HCl												
" неисп.	7,0	-9,0	-7,0	-7,0	7,2	-7,2	0	-13,0	7,4	-14,5	-10,5	-33,0
" испол.	7,0	0	-7,4	-15,0	7,0	+2,7	0	-15,0	7,1	-3,1	-10,0	-22,0
Состав исходного питательного р-ра мг/л	6,8	59	39	120								

Примечание: (—) осело на субстрате.

(+) выделилось в раствор.

Таблица 3

Выведение солей из гравия растворами кислот и воды (в мг/л)
(среднее из двух повторностей)

Вариант опыта	Через 24 часа				Через 48 часов				Через 96 часов			
	pH	NO ₃	NH ₃	P ₂ O ₅	pH	NO ₃	NH ₃	P ₂ O ₅	pH	NO ₃	NH ₃	P ₂ O ₅
Водой (pH—6,82—7,0)												
Гравий неиспол. I	—	—	—	—	7,2	3,0	0,5	1,75	—	—	—	—
" II	7,2	2,5	7,1	0,9	7,3	1,3	4,1	0,6	7,2	1,0	3,4	0,3
" испол. I	—	—	—	—	7,2	3,0	18,7	5,3	—	—	—	—
" II	7,3	2,5	18,2	1,8	7,3	1,4	13,3	1,6	7,3	1,2	12,2	2,4
H ₂ SO ₄ (pH—4,5)												
" неиспол. I	5,7	—	—	—	6,0	Следы	—	2,2	—	—	—	—
" II	5,8	2,0	9,0	0,65	6,0	2,0	9,0	Следы	6,0	1,5	10,5	Следы
" испол. I	5,6	—	—	—	5,7	3,7	9,1	14,3	—	—	—	—
" II	5,8	2,5	18,8	2,0	6,2	1,5	19,6	2,0	6,2	1,0	26,4	2,4
HCl (pH—4,5)												
" неиспол. I	6,2	—	—	—	6,8	0	Следы	1,3	—	—	—	—
" II	6,2	0,6	8,3	1,0	6,6	1,0	Следы	Следы	6,8	С	л	е
" испол. I	5,9	—	—	—	5,9	3,0	10,3	4,1	—	—	—	—
" II	6,0	3,7	15,4	2,0	6,2	1,0	10,5	1,0	6,2	0,8	8,3	0,65

I—Промывка 3—10/XII 1966 г.

II—Промывка 26—31/I 1967 г.

Таблица 4

Вымывание солей в мг/л после насыщения субстрата питательным раствором

Варианты	Через 12 часов				Через 24 часа			
	pH	NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	pH	NO ₃	NH ₃	P ₂ O ₅
В о д а								
Гравий использов.	7,4	2,0	14	9,8	7,4	4,0	12,0	15,0
" неиспользов.	7,4	2,0	3,3	10,5	7,4	2,5	3,3	12,0
H ₂ SO ₄ (pH—4,5)								
" использов.	6,1	2,0	12,0	15,4	6,2	3,0	13,0	17,0
" неиспользов.	6,1	2,0	4,0	18,5	6,4	2,0	5,0	20,4
Исходный раствор	6,8	59	39	120				

Интересно отметить, что обычная вода также вымывала значительное количество солей, наряду с раствором серной кислоты. Надо полагать, что это связано с наличием в ней углекислоты, являющейся главным фактором разрушения пород в природных условиях.

На основании этого, можно считать, что при использовании гранитного гравия нет необходимости ежегодно использовать растворы кислот. В условиях открытой гидропоники вопрос упрощается еще и тем, что имеет место существенное промывание гравия атмосферными осадками в период, свободный от выращивания растений. И поэтому подготовку субстратов можно свести к вымыванию остатков корней и последующей дезинфекции. Практика выращивания овощных культур на протяжении трех лет показала, что растения не страдали от засоления субстрата.

Выводы

1. В условиях гравийной гидропоники можно с успехом использовать неотсеянный дорожный гравий с преобладающими фракциями 10—20 и 20—30 мм, что упрощает и удешевляет метод гидропоники.

2. Применение крупнофракционного гравия способствует меньшему засолению субстрата. Однако при этом увеличивается объем требуемого раствора и частота его подачи.

3. Для рассоления гранитного гравия, состоящего в основном из кварца, слюды и полевого шпата, лучше использовать раствор серной кислоты, дающий большой эффект.

4. В открытых гидропонических установках, где используется такой гравий, можно обычно ограничиваться водными промывками, поскольку вода хорошо вымывает соли, осевшие на субстрате, а промывки раствором кислоты проводить раз в 2—3 года.

Լ. Պ. ԲՈՐԿՈՎԱ, Ա. Ա. ՄԱՆԱԿՈ

ԽՈՇՈՐԱՀԱՏ ՖՐԱԿՑԻԱ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՂ ԳԼԱՔԱՐԻ ԿԱՄ ԽՃԻ
ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո մ

Ցույց է տրված խոշորահատ ֆրակցիա պարունակող ճանապարհային գլաքարի կամ խճի օգտագործման հնարավորությունը և հարմարությունը

հիդրոպոնիկայի պայմաններում՝ առանց մաղելու և առանց խոշոր (20 մմ-ից մեծ) ֆրակցիայի անջատման:

Այդպիսի լցանյութերը նվազ են աղակալվում, շնայած որ նրանց օգտագործման դեպքում մեծանում է պահանջվող սննդալուծույթի ծավալն ու նրանով մատակարարման հնարավորությունը:

Առաջարկվում է տվյալ լցանյութերը լվանալ ջրով, քանի որ ջուրը լավ է աղաղեթում նրանց վրա կպած աղերը: Հնարավոր է նաև այդ խճաքարերը լվանալ թթվային լուծույթով 2—3 տարին մեկ անգամ:

L. P. BOBKOVA, A. A. MAKHANKO

ON THE USE OF BIG-SIZE GRAVELS IN HYDROPONICS

Summary

The experiments have shown the possibility and efficiency of the use of big-size unsifted (from 2 to 30 mm) road gravels in hydroponics. The application of such fillers spares them from silinization to a great extent though. In this case, the volume and frequency of the supply of nutrient solution increases.

It is recommended to wash the fillers with water as it thoroughly cleans out the slats stuck on them. It might be possible to wash them with an acidic solution twice or thrice yearly.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ревут И. Б. Гидропоника в с/х, М., 1965.
2. Стейнер А. Доклад на международной конференции по садоводству Ницца (перевод), 1958.
3. Гейслер Т. Доклад на совещании по обмену опытом. М., 1956.
4. Бентли М. Промышленная гидропоника. М., 1955.
5. Волков В. Я. Синтетика и гидропоника. Ташкент, 1965.
6. Давтян Г. С., Кейджян К. Т. Сообщ. лаборатории агрохимии. 6, Ереван, 1965.
7. Ващенко С. Ф. Сообщ. лаборатории агрохимии. 5, Ереван, 1964.
8. Геллер Ф. Гидропоника в с/х. М., 1965.
9. Давтян Н. Г. Сообщ. лаборатории агрохимии. 6, 1965.
10. Шомош А. Гидропоника в с/х. М., 1965.
11. Родников Н. П. Гидропоника в с/х. М., 1965.
12. Смирнов Е. С. Агрохимия, 12, 1964.
13. Штрейс Р., Гаврилова В. Картофель и овощи. 12, 1965.
14. Ермаков Е. И. Гидропоника в с/х. М., 1965.
15. Алиев Э. А. и др. Выращивание овощей в теплицах без почвы. 1964.
16. Савинова Н. и др. Гидропоника в с/х. М., 1965.