

УДК 635.63:631.589

ВЛИЯНИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД НА ПОГЛОЩЕНИЕ КИСЛОРОДА ТЕПЛИЧНЫМ ГРУНТОМ И КОРНЯМИ РАСТЕ- НИЙ ОГУРЦА

Н.Н. ИГНАТЬЕВ, П.И. ГРЕЧИН, А.А. КОБЯКОВ

(Кафедра почвоведения,
кафедра лесоводства и геологии)

С целью сокращения использования органических и минеральных почв при формировании тепличных грунтов изучалась возможность частичной их замены вулканическими породами (пемзовым, липаритовым, базальтовым туфами и кислым пеплом). Добавки пемзового туфа (5 и 20 % к сухой массе почвосмеси) и базальтового туфа (5, 10, 30 %) способствовали повышению интенсивности поглощения кислорода почвосмесями с корнями огуречных проростков и повышению урожая огурцов. Выявлена также неоднозначность влияния разных пород на биологическую активность почвосмесей с корнями и без корней, а также на урожай огурцов.

При формировании тепличных грунтов широко используются торф, а также почвы, взятые из дерновых горизонтов [1, 4]. Это способствует разрушению почвенного покрова, и, следовательно, даже частичное сокращение применения указанных компонентов должно способствовать стабилизации экологической ситуации в условиях открытого грунта. Вполне понятно, что проблема не должна решаться за счет снижения урожая и допустимо использование лишь тех способов ее решения, которые сопровождаются увеличением продуктивности растений

без существенных дополнительных затрат.

Сократить использование торфа и минеральных почв можно путем их частичной замены другими материалами, в том числе добавками горных пород. Успешное применение последних возможно лишь при удачном решении вопросов о выборе наиболее приемлемых пород, оптимальных соотношениях между почвенным материалом и породой, механизме действия породы на растение. В настоящей работе мы сделали попытку показать возможные способы достижения этих целей.

Методика

Учитывая высокое плодородие почв, сформировавшихся на вулканических породах [5], в наших опытах мы использовали продукты вулканической деятельности кислого ряда — пемзовый туф, липаритовый туф, вулканический (кислый) пепел — и основного состава — базальтовый туф. Грунты, использованные в эксперименте, формировались путем смешивания тепличной почвы с породами в разных соотношениях (за 100 % принята абсолютно сухая масса смеси). Потери при прокаливании исходной почвы (без породы) составляли 54,03 % к сухой массе, $pH_{\text{кон}} 5,8$ Почва была пропущена сквозь сито с ячейками диаметром 3 мм. Размер гранул породы 0,25-1,00 мм. Полученную почвосмесь (40 мл) помещали в стеклянные стаканчики. Путем полива в грунте поддерживали пористость аэрации на уровне 20 % к объему, что достаточно для развития проростков. В каждом стаканчике выращивали по одному проростку огурца сорта Эстафета. Растения облучали 11 ч в сутки под лампой ДРЛФ-400 [3], находящейся на расстоянии 50 см от поверхности почвы.

О влиянии почвосмесей на растение судили по интенсивности поглощения кислорода этими смесями и развившимися в них корнями 7-дневных огуречных проростков. Определение проводили в 6-кратной повторности на модифицированном аппарате Варбурга [2] при температуре 25 °С. Контролем служили варианты без растений. Объемы поглощенного кислорода при-

ведены к 0 °С и нормальному давлению и отнесены к 1 кг абсолютного сухой почвы и 1 ч.

Использование скорости поглощения кислорода почвой с корнями для оценки действия пород в составе тепличного грунта основано на том, что увеличение урожая возможно только при усилении процессов синтеза в растении. Активизация синтеза потребует увеличения затрат энергии, которая освобождается в процессе дыхания. В свою очередь, увеличение продуктивности дыхательной цепи приведет к дополнительным затратам свободного кислорода в клетках корней и микроорганизмов, существование которых непосредственно связано с деятельностью корневой системы. Поставщиком кислорода при этом оказывается газовая фаза почвы. Ситуация, способная вызвать непродуктивное дыхание, в условиях наших опытов не предусматривалась.

В качестве примера в табл. 1 приводятся водно-физические характеристики почвосмесей, полученных путем смешивания тепличной почвы и пемзового туфа в разных соотношениях. Из нее видно, что во всех вариантах отсутствовал дефицит влаги и не было излишнего увеличения плотности или снижения общей пористости. Следовательно, в опыте был создан благоприятный фон физических условий для действия породы в составе грунта.

Водно-физические характеристики других использованных почвосмесей близки к приведенным в табл. 1.

**Водно-физические свойства почвосмеси
при различном содержании пемзового туфа**

Содержание породы, % к сухой массе	Плотность, г/см		Пористость, % к объему почвы		Полная влагоемкость, % к сухой массе	Влажность почвы, %	
	твердой фазы	почвы*	общая	аэрации		к сухой массе	к полной влагоемкости
Почва (контроль)	2,01	0,65	67,89	20	105,17	74,19	70,54
5	2,02	0,65	67,68	20	103,66	73,03	70,45
10	2,04	0,66	67,60	20	102,27	72,01	70,41
20	2,08	0,67	67,56	20	100,11	70,48	70,40
30	2,13	0,69	67,52	20	97,60	68,69	70,38
40	2,18	0,71	67,47	20	95,13	66,93	70,36

*Значения плотности почвы вычисляли до 4-го знака после запятой и в этом виде использовали для дальнейших расчетов. В таблице они округлены до 2-го знака после запятой.

Результаты

Из табл. 2 видно, что в смеси с пемзовым туфом в вариантах без корней только добавка породы в количестве 10 % способствовала достоверному повышению скорости поглощения кислорода. При дальнейшем увеличении количества породы она снижалась. В вариантах с растением во всех случаях наблюдалось увеличение скорости потребления кислорода с максимумом в варианте с добавкой 5 % пемзового туфа, в котором и прибавка интенсивности поглощения кислорода, приходящаяся на долю растения, была максимальной. Второй пик отмечен при добавке 20 % пемзово-

го туфа. Наличие двух пиков можно объяснить, если допустить, что в самой породе есть 2 компонента (действующих начала), например, микроэлементы, которые заметным образом действуют на растение, причем каждый дает максимум на своем количественном уровне. Реакция почвенных микроорганизмов на наличие данной породы в почве имела свою специфику и отличалась от реакции растения. Так как максимумы поглощения кислорода за счет растения и сопутствующих ему микроорганизмов приурочены к содержанию 5 и 20 % туфа, то именно эти варианты и следует рекомендовать для проверок по урожаю в условиях деляночных опытов.

**Поглощение кислорода (мл/кг·ч) почвосмесью и корнями огурцов
при различном содержании в смеси кислого пепла и пемзового,
липаритового и базальтового туфов**

Содержание породы, % к сухой массе	Пемзовый туф		Липаритовый туф		Кислый пепел		Базальтовый туф	
	почва с корнями	почва	почва с корнями	почва	почва с корнями	почва	почва с корнями	почва
Почва*	3,76	2,18	3,76	2,18	3,76	2,18	3,76	2,18
5	6,78	2,14	3,59	3,64	7,89**	2,94	7,24	4,43
10	5,47	2,74	4,55	2,95	3,54	2,31	5,03	3,38
20	6,14	2,56	5,20	3,85	2,38**	1,76**	7,35	3,69
30	5,06	1,98	3,78	2,58	1,96	1,69	6,40	3,08
40	4,51	1,65	3,20	2,33	1,88	1,70	4,12	2,14
НСР _{0,05}	0,62	0,32	0,56	0,59	1,69	0,60	0,46	0,43

* — 8 повторностей, ** — 5 повторностей.

В смеси с липаритовым туфом (табл. 2) максимум поглощения кислорода в вариантах с растениями наблюдался при 20 % содержании породы в почвосмеси, далее наступал его спад. Максимальная разница в скорости потребления кислорода, обусловленная деятельностью корней, была отмечена в варианте с 10 % липаритового туфа. Поэтому для проверки эффекта по урожаю следует использовать именно эти варианты (с растением). Обращает на себя внимание в вариантах с 5 % липаритового туфа отсутствие увеличения интенсивности потребления кислорода за счет растения по сравнению с контролем. Такая ситуация возможна, если действующий фактор, порода, вызывает излишнее

увеличение корневых выделений, которые могут частично подавлять биологическую активность микрофлоры в почве. Этим, видимо, и объясняется тот факт, что разница в потреблении кислорода за счет растения во всех вариантах ниже, чем в контроле. Только при 10 % включении породы отмечается сглаживание значений этих показателей. Следует отметить также высокий уровень влияния породы на почвенную микрофлору в вариантах с 5 и 20 % туфа без растений. Так, при добавлении 20 % породы биологическая активность почвы без растений повысилась почти на 77 % по сравнению с контролем. В опыте с пемзовым туфом столь высокие ее уровни не прослеживались. При

этом следует иметь в виду, что количество почвы в указанном варианте уменьшилось на 20 %.

В опыте с кислым пеплом (табл. 2) максимум потребления кислорода имел место при 5 % содержании породы в почвосмеси с растением и без него (прибавки по сравнению с контролем соответственно составили почти 110 и 35 %). В остальных вариантах изменения показателя недостоверны по сравнению с контролем. Таким образом, вулканические породы кислого ряда в составе почвосмеси способны до определенного уровня усиливать процесс поглощения кислорода тепличным грунтом и системой почва — растение.

В опыте с породой основного состава — базальтовым туфом — в вариантах с растениями и без них отмечалось по 2 максимума поглощения кислорода — при содержании породы 5 и 20 %. Следует обратить внимание на варианты с содержанием породы 30 %. Здесь также было достоверное и весьма существенное повышение интенсивности поглощения кислорода в вариантах с растением и без него по сравнению с контролем — соответственно 70 и 41 %. Повышение расхода кислорода свидетельствует об усилении процессов синтеза в корнях. Разница, обусловленная действием корней, превысила контрольный уровень более чем в 2 раза. При этом количество почвы сократилось на 30 %. Это означает, что такое соотношение почвы и породы позволит существенно сэкономить почвенный материал при формировании тепличного грунта.

Предположение о соответствии

увеличения расхода кислорода в системе почва — растение повышению урожая было проверено в условиях деляночного опыта на тепличном комбинате «Марфино» (г. Москва) в зимнем обороте 1992/93 г. При формировании грунта для рассады была использована почвенная смесь из верхового торфа (60 % к объему грунта), дерново-подзолистой почвы (20 %) из дернового горизонта и навозного компоста (20 %). В смесь добавляли доломитовую муку. В опытных вариантах в эту смесь вносили горные породы в количествах, обеспечивших достоверные прибавки скорости поглощения кислорода почвой с корнями в условиях лабораторных экспериментов. По техническим причинам кислый пепел не применяли. Рассадный грунт содержал: N — 300, P₂O₅ — 120, K₂O — 420, Mg — 70 мг на 1 л почвы; потеря при прокаливании 32,2 %, рН_{кон} 5,8. В течение рассадного периода проведено 7 подкормок путем полива почвы до состояния полной влагоемкости питательным раствором, содержащим: N — 160; P — 36; K — 192; Mg — 31; Ca — 150; S — 37; Fe — 1,11; Mn — 1; Cu — 0,2; Zn — 0,2 мг на 1 л раствора. На постоянном месте высадки рассады потеря при прокаливании грунта составляла 30,5 % к сухой массе, рН_{кон} 5,8. Грунт содержал: N — 65; P₂O₅ — 35; K₂O — 205; Mg — 40 мг на 1 л почвы. Подкормки проводили 2 раза в неделю путем полива грунта до состояния полной влагоемкости питательным раствором того же состава, что и у раствора, использованного в рассадный период. Размер делянки в опыте 1,25 м².

На каждую делянку высаживали по 5 растений сорта Эстафета. Повторность опыта 4-кратная. Всего было проведено 24 сбора урожая. Дальнейшие сборы в связи с выпадами растений были прекращены.

Из табл. 3 видно, что во всех случаях усиление дыхания системы почва — растение приводило к увеличению урожая, но в разной степени. В вариантах с липаритовым туфом прибавки урожая были не достоверны при уровне вероятности 0,05. Для выяснения причины этого факта требуются дальнейшие исследования. Не прослеживалась в условиях опыта пропорциональность между уровнем прибавок урожая и увеличением скорости потребления кислорода. В вариантах с базальтовым туфом взяты 3 уровня дыхания системы почва — растение с некоторым нарастанием интенсивности дыхания (5,03; 6,40 и 7,24 мл/кг·ч). Урожай тоже нарастал, но не прямо пропорционально. Таким образом, полученные данные позволяют сказать, что увеличение скорости поглощения кислорода почвой с корнями свидетельствует о вероятном увеличении урожая, но не дает возможности определить уровень прибавки.

Максимальные прибавки урожая получены при внесении в почвосмесь 20 % пемзового и 30 % базальтового туфа. Это значит, что расход почвы при создании таких почвогрунтов можно уменьшить на 20-30 % за счет породы, не опасаясь снижения урожая и даже, напротив, предполагая его увеличение. Указанные варианты можно рекомендовать для производственных проверок.

Т а б л и ц а 3

Урожайность огурца при внесении в почвенную смесь вулканических пород

Горная порода	Содержание породы, % к сухой массе	Урожай	
		кг/м ²	%
Контроль	—	7,13	100,0
Пемзовый туф	5	8,90	124,8
	20	9,43	132,3
Липаритовый туф	10	7,52	105,5
	20	7,88	110,5
Базальтовый туф	5	8,78	123,1
	10	8,70	122,0
	30	9,06	127,1
НСР ₀₅		1,19	—

Среди причин, в силу которых добавка породы к тепличному грунту приводит к повышению расхода кислорода в системе почва — растение и повышению урожая, весьма вероятной нам представляется способность агрономических руд к стимулирующему действию. Для проверки этого семени огурца сорта Эстафета замачивали 1 ч перед проращиванием в водных вытяжках из пород при соотношении породы и воды 1:3 (по массе). После этого их в течение 1 ч подсушивали на воздухе, проращивали, высаживали в тепличный грунт и выращивали, как указано выше. Затем измеряли скорость поглощения кислорода в грунте с корнями 7-дневных проростков (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Поглощение кислорода почвой с корнями 7-дневных проростков огурца и ветвление корней в опыте с замачиванием семян огурца в водных вытяжках из горных пород

Горная порода	Поглощение кислорода		Число корней на 1 растение
	мл/кг ч	%	
Контроль	4,07	100,0	49
Базальтовый туф	6,92	170,0	64
Липаритовый туф	5,34	131,2	56
Кислый пепел	4,05	99,5	52
Пемзовый туф	6,61	162,4	65
НСР ₀₅	0,45	—	—

Как следует из табл. 4, вытяжки из пемзового и базальтового туфов оказали сильное стимулирующее действие на проростки огурца. Это выразилось в увеличении скорости поглощения кислорода почвой с корнями более чем в 1,5 раза и сопровождалось заметным усилением ветвления корней. Вытяжка из липаритового туфа также вызвала заметное увеличение потребления кислорода, но менее интенсивное ветвление корней, чем 2 предыдущие. В варианте с вытяжкой из кислого пепла стимулирующего действия в условиях данного опыта не наблюдалось. Не исключено наличие избыточного количества стимулирующих начал в водной вытяжке.

Для подтверждения стимулирующего действия вытяжек из пород был проведен деляночный опыт в теплице комбината им. Моссовета (г. Москва), в котором семена огурца сорта Эстафета обрабатывали перед проращиванием теми же вытяжками и таким же образом, как

указано выше. Опыт был поставлен во время зимнего оборота 1992/93 г. Рассадный грунт содержал: N — 250; P₂O₅ — 60; K₂O — 350; Mg — 60 мг на 1 л почвы; потеря при прокаливании — 43 % к сухой массе, рН_{кон} 6,0. Подкормки проводили 1 раз в неделю, при этом на 1 м² вносилось 6 г аммиачной селитры, 7,5 г сульфата калия и 50 г нитроаммофоса. На постоянном месте использовали грунт, у которого потеря при прокаливании составила 43 % к сухой массе, рН_{кон} 6,0. Грунт содержал: N — 89, P₂O₅ — 60, K₂O — 152, Mg — 27 мг/л. С еженедельными подкормками на 1 м² вносилось такое же количество элементов питания, как и в рассадный грунт. Размер делянки 12 м². На каждой делянке выращивали 48 растений. Повторность 4-кратная. Всего было сделано 30 сборов урожая.

Из табл. 5 видно, что применение вытяжек из пемзового и базальтового туфов для замачивания семян огурца позволило увеличить урожайность огурца почти на 20 %. Вытяжки из липаритового туфа и кислого пепла не оказали стимулирующего влияния. Выяснение причин последнего требует дополнительных исследований.

Т а б л и ц а 5

Урожайность огурца при замачивании семян в водных вытяжках из вулканических пород в деляночном опыте (теплица комбината им Моссовета)

Горная порода	Урожай	
	кг/м ²	%
Контроль	6,64	100
Пемзовый туф	8,06	121
Липаритовый туф	6,82	103
Кислый пепел	6,72	101
Базальтовый туф	7,90	119
НСР ₀₅	0,49	—

Выводы

1. Добавки к тепличному грунту пемзового туфа в количестве 5-40 %, липаритового туфа — 10 и 20, кислого пепла — 5, базальтового туфа — 5-30 % способствовали в условиях опытов повышению скорости поглощения кислорода системой почва — растение.

2. Добавки к тепличному грунту пемзового туфа в количестве 10 %, липаритового туфа — 5-20, кислого пепла — 5, базальтового туфа — 5-30 % способствовали повышению скорости поглощения кислорода почвосмесью в вариантах без растений.

3. Уровень увеличения скорости поглощения кислорода, обусловленного деятельностью корней и сопутствующей им микрофлоры (разность между вариантами почва с корнями и без корней), не всегда превышал контрольный в тех случаях, когда поглощение кислорода почвой с корнями возрастало. Это свидетельствует о действии дополнительных факторов, влияющих на биологическую активность системы почва — растение.

4. Использование добавок пемзового и базальтового туфов к тепличному грунту в количествах, обусловивших увеличение биологической активности системы почва — растение, способствовало в условиях опыта повышению урожая огурцов

более чем на 20 %. В вариантах с использованием липаритового туфа достоверных прибавок урожая не получено.

5. В условиях опыта выявлен стимулирующий эффект замачивания семян огурца в водных вытяжках из пемзового, липаритового и базальтового туфов. В варианте с кислым пеплом такого действия не наблюдалось.

6. Обработка семян водными вытяжками из пемзового и базальтового туфов способствовала повышению урожая огурцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брызгалов В.А., Советкина В.Е., Савинова Н.И. Овощеводство защищенного грунта. Л.: Колос, 1983.— 2. Игнатьев Н.Н. Модификация метода Варбурга с целью определения интенсивности поглощения кислорода почвами с ненарушенной структурой.— Докл. ТСХА, 1972, вып. 176, с. 51-55.— 3. Леман В.М. Курс светокультуры растений. М.: Высшая школа, 1976.— 4. Смирнов Н.А. Пособие для овощеводов тепличных хозяйств. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Россельхозиздат, 1977.— 5. Тазиев Г. На вулканах: Пер. с фр./Под ред. М.Г. Леонова. М.: Мир, 1987.

*Статья поступила 30 марта
1994 г.*

SUMMARY

To reduce using organic and mineral soils in forming greenhouse grounds the possibility of their partial replacement by volcanic rocks (pumice, liparite and basalt tufts and acid ash) was studied. Addition of pumice tuff (5 and 20 % to dry mass of soil mixture) and basalt tuff (5, 10, 30 %) resulted in more intensive absorption of oxygen by soil mixtures with roots of cucumber seedlings and in higher yield of cucumbers. It has also been found that different breeds exert different effect on biological activity of soil mixtures with roots and without roots, as well as on yield of cucumbers.