

## ВЛИЯНИЕ ВИДОВ СУБСТРАТОВ И СПОСОБОВ КОРРЕКТИРОВКИ ИХ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАССАДЫ СЛАДКОГО ПЕРЦА

**Иванов Дмитрий Ильич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агронимия и ландшафтная архитектура»

**Иванова Наталья Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции»

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, 68.  
e-mail: Ivanov\_d-m@list.ru

**Ключевые слова:** рассада сладкого перца, вермикулит; торф, подкисление питательного раствора, зафосфачивание субстрата, биометрические показатели, биомасса.

В защищенном грунте отмечены проблемы возделывания растений на чистом вермикулите и минераловатном субстратах. Имеются предположения, что проблемы связаны с подщелачиванием субстратов. В статье приводятся результаты исследований по влиянию способов подготовки торфяного и вермикулитового субстратов на биометрические показатели рассады сладкого перца. Исследования проводились в вегетационном опыте, заложенном в 2017–2019 годах в научной лаборатории Аграрного института Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва. Изучали 2 субстрата и 4 способа корректировки их агрохимических свойств: 1) полив питательным раствором с рН 5,0; 2) предварительное зафосфачивание субстрата с последующим поливом питательным раствором с рН 5,0; 3) полив питательным раствором с рН 4,0; 4) внесение элементов питания в грунт в запас с последующим поливом водопроводной водой с рН 5,0. Выращивание рассады проводили в вегетационном шкафу с регулируемыми параметрами: температура воздуха в дневной период +24...+26, в ночной + 18...+20 градусов по Цельсию, освещенность 7 клк. Использовался гидропонный раствор (модифицированная среда для томатов по Алиеву Э. А.). Полив осуществлялся методом подтопления в дренаж. Установлено, что торфяной субстрат обеспечивал наилучшее развитие рассады – растения характеризовались большей сырой массой (+4,91 г), высотой (+14 см), площадью листьев (+148,1 квадратных сантиметров). В процессе эксплуатации вермикулитового субстрата было выявлено его сильное подщелачивание с рН 5,95 до 8,14. Наилучшее развитие рассады сладкого перца обеспечивало постоянное подкисление питательного раствора до рН 4,0, а также предварительное зафосфачивание субстрата и последующее выращивание при рН питательного раствора 5,0. Предварительное зафосфачивание вермикулитового субстрата привело к увеличению площади листьев на 115,5 квадратных см, сырой биомассы на 5,38 г. Подкисление питательного раствора до рН 4,0 оказало аналогичное положительное воздействие на развитие рассады перца.

### Введение

В настоящее время имеется потребность в интенсификации производства рассады овощных культур.

При выращивании рассады овощных культур традиционным и эффективным субстратом являлся торф [1, 2, 3, 4]. Сейчас для использования в условиях защищенного грунта предлагаются различные инертные субстраты (кокосовый субстрат, перлит, вермикулит, минеральная вата), но технология возделывания на них недостаточно проработана. Каждый из видов субстратов имеет свои преимущества и недостатки. Имеются положительные результаты использования вермикулита [5, 6, 7], кокосового субстрата [8]. Отмечены и проблемы возделывания растений на вермикулите, минераловатном субстрате [9]. Угнетение развития овощных и деко-

ративных растений отмечено на чистом вермикулите [9, 10, 11, 12, 13, 14]. Вероятно, проблемы связаны с изменением агрохимических свойств, в частности, с подщелачиванием субстратов. По данным Гродзинского А. М. [15], растения гораздо хуже переносят подщелачивание среды, чем ее подкисление. Некоторые исследователи предлагают постоянное подкисление питательного раствора смесью серной и ортофосфорной кислот [9], другие [10] – предварительным зафосфачиванием субстрата 0,2 % ортофосфорной кислотой с рН 1–2 для связывания полуторных окислов алюминия, железа и кальция.

Цель работы – изучить влияние типа субстрата и способа корректировки его агрохимических свойств на биометрические показатели рассады сладкого перца.

## Материалы и методы исследований

В качестве модельного объекта исследования использовалась рассада сладкого перца сорта Бутуз, выращенная на вермикулитовом и торфяном субстратах с апреля по июнь 2017–2019 гг. в Межкафедральной научной лаборатории агрономии Аграрного института.

Вегетационный опыт – двухфакторный в трехкратной повторности. Схема опыта включала 8 вариантов:

Фактор А – тип грунта:

1 Торф верховой 70 % + агроперлит 30 % (традиционный субстрат);

2 Вермикулит 70 % + агроперлит 30 %;

Фактор Б – способ корректировки агрохимических свойств:

1) без подготовки, постоянный полив питательным раствором с pH 5,0;

2) предварительное зафосфачивание с последующим поливом питательным раствором с pH 5,0;

3) без подготовки, постоянный полив питательным раствором с pH 4,0;

4) внесение элементов питания в грунт в запас с последующим поливом водопроводной водой с pH 5,0.

Субстраты были приобретены в розничной торговой сети, смешивались в соотношении по объему. Предварительно торфяной субстрат (марки Торфолин-А) был промыт для выравнивания агрохимических показателей со сравнимыми субстратами.

Посев семян перца проводили в растильни с кварцевым песком во 2 декаде марта, пикировку в фазу 2х настоящих листьев – в 1 декаде апреля 2017–2019 гг. в полиэтиленовые рассадные ящики по схеме 9×9 см. На дно ящиков помещался керамзитовый дренаж. Выращивание рассады проводили в вегетационном шкафу с регулируемыми параметрами: температура воздуха в дневной период +24...+26 °С, в ночной +18...+20 °С, освещенность 7 клк.

Полив осуществлялся через трубку в дренаж по весу методом подтопления. Для предотвращения засоления субстратов чередовали полив питательным раствором с заданным уровнем pH и профильтрованной и отстоянной водопроводной питьевой водой до 95 % КВ, очередной срок полива назначался при снижении влагоемкости субстрата до 70 % КВ.

В качестве основного питательного раствора использовали модифицированную среду для томатов по Алиеву Э. А. [10] следующего состава (в мг/л):

N-NO<sub>3</sub> – 120, N-NH<sub>4</sub> – 30, P – 130, K – 165, Ca – 198, Mg – 40, Fe – 2,0, Mn – 0,3, Zn – 0,05, B – 0,25, Mo – 0,04, Cu – 0,04, Co – 0,03. Среда готовилась путем смешивания растворов солей KН<sub>2</sub>РO<sub>4</sub> – 575 мг/л, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>×4Н<sub>2</sub>O – 759 мг/л, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – 171 мг/л, CaCl<sub>2</sub> – 194 мг/л, MgSO<sub>4</sub>×7Н<sub>2</sub>O – 410 мг/л. Микроэлементы добавлялись в виде маточного раствора, содержащего 10 г/л FeSO<sub>4</sub>×7Н<sub>2</sub>O + 8 г/л лимонной кислоты, 1,08 г/л MnCl<sub>2</sub>×4Н<sub>2</sub>O, 0,22 г/л ZnSO<sub>4</sub>×7Н<sub>2</sub>O, 2,21 г/л Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>×10Н<sub>2</sub>O, 0,15 г/л CuSO<sub>4</sub>×5Н<sub>2</sub>O, 0,10 г/л (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>×4 Н<sub>2</sub>O, 0,15 г/л CoSO<sub>4</sub>×7Н<sub>2</sub>O в соотношении 1 часть маточного раствора микроэлементов в 1 000 частях готового раствора.

Для корректировки pH питательного раствора до нужного уровня согласно схеме использовали смесь 10 %-ных растворов H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> в соотношении 3:1. Для предварительного зафосфачивания субстрата в варианте № 2 по фактору В использовалась подача в дренаж 0,2 %-ного раствора H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> до полной влагоемкости субстрата в течение суток. После насыщения субстрат промывался водопроводной водой.

В варианте № 4 по фактору В запас элементов питания на весь рассадный период в количестве (в мг/л) 200 N, 3000 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 400 K<sub>2</sub>O, 60 Mg создавался предварительным смешиванием субстрата с CaHPO<sub>4</sub>×2Н<sub>2</sub>O, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>×7Н<sub>2</sub>O. Возможность использования CaHPO<sub>4</sub>×2Н<sub>2</sub>O в качестве источника фосфорного питания при внесении в запас в указанных дозировках рассматривал Литвинов Б. В. [3, 4]. Для подкисления водопроводной воды для полива использовалось чередование обработок 10 %-ным раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и лимонной кислоты.

Лабораторные исследования агрофизических свойств субстратов в четырехкратной повторности были проведены во II декаде февраля. Исследования проводили по общепринятым методикам: объемную массу определяли из рассыпного образца при одновременном определении капиллярной влагоемкости, капиллярную влагоемкость – методом насыщения в патронах, удельную массу – пикнометрическим методом, общую, капиллярную и пористость аэрации – расчетным методом.

Учет биометрических показателей проводился при выборке рассады перца для высадки в открытый грунт. Площадь листовой поверхности определяли расчетным (геометрическим) способом [16]: площадь отдельного листа (см<sup>2</sup>) определялась путем произведения длины листовой пластинки на ее ширину и на переводной коэффициент 0,74 для двудольных культур. Объ-

**Агрофизические свойства субстратов**

Вариант	Масса, г/см <sup>3</sup>		КВ, %	ПВ, %	Пористость, %			Соотношение фаз		
	объемная	удельная			общая	капиллярная	аэрации	твердая	жидкая	газообразная
1 Торф верховой 70% +перлит 30%	0,14	1,54	479	790	91	67	24	9	67	24
2 Вермикулит 70% +перлит 30%	0,10	2,18	570	689	95	57	38	5	57	38
НСР <sub>05</sub>	0,02	0,13	28	55	1	11	12	–	–	–

**Таблица 1**

живать больше элементов питания. Однако, пористость аэрации вермикулитового субстрата существенно выше, чем торфяного. Таким образом, агрофизические свойства двух типов субстратов можно считать оптимальными.

Агрохимические показатели представлены в таблице 2. Так как субстраты использованы предварительно промытыми и насыщались одним и тем же питательным раствором, данные по содержанию элементов питания не актуальны.

Стоит отметить, что исходная реакция среды вермикулитового субстрата являлась среднекислой, а торфяного субстрата – слабощелочной.

**Таблица 2**  
**Агрохимическая характеристика субстратов**

Вариант	Перед использованием		После эксплуатации	
	pH <sub>H2O</sub>	ЕС, мСм/см	pH <sub>H2O</sub>	ЕС, мСм/см
1 Торф верховой 70% +перлит 30%	7,63	0,86	6,55	2,26
2 Вермикулит 70%+перлит 30%	5,95	0,12	8,14	0,86
НСР <sub>05</sub>	0,75	0,06	0,80	0,10

Все субстраты характеризовались как незасоленные. После эксплуатации субстратов было выявлено сильное подщелачивание вермикулитового субстрата (среднещелочная реакция) и выравнивание реакции среды у торфяного субстрата до слабокислой. При этом вермикулитовый субстрат оценивался как незасоленный, а торфяной – как очень слабо засоленный [19].

К моменту высадки в открытый грунт рассада перца существенно отличалась по биометрическим показателям (рис. 1).

Биометрические показатели служат внешним выражением состояния развития растений и могут объективно характеризовать эффективность какого-либо агроприема. Данные представлены в таблице 3.

Стоит отметить, что при сходных агрофизических свойствах грунтов рассада перца на торфяном субстрате развивалась лучше, чем на вермикулитовом: высота была больше на 70 %, площадь листьев – больше на 148,1 см<sup>2</sup>/растение, или, 67,4 %. Сырая биомасса рассады перца на торфяном субстрате была больше на 4,91 г, или на 58,7 % по отношению к таковой на вермикулитовом субстрате.

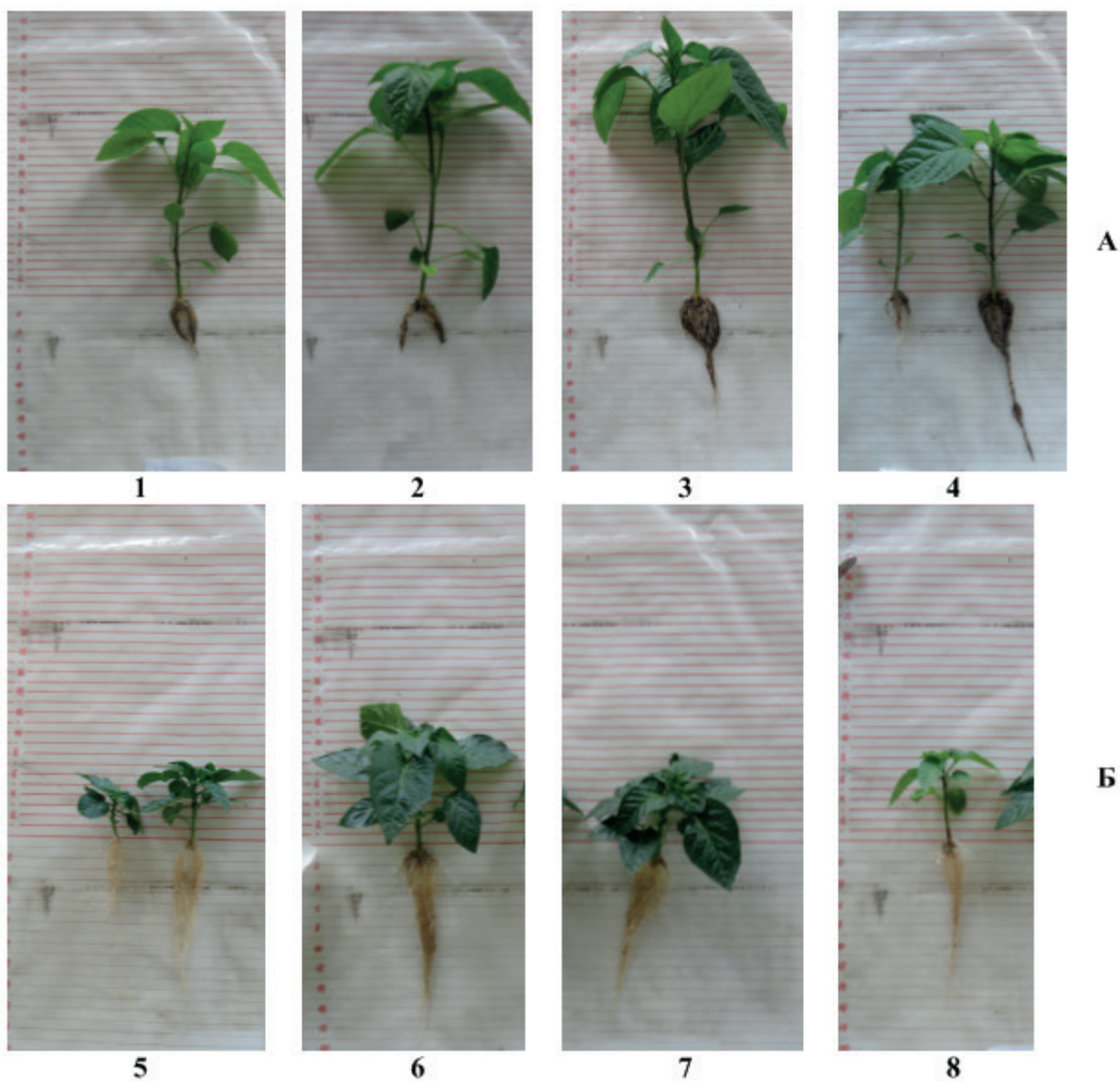
Из изученных вариантов обработки субстратов и корректировки питания растений наилучшее влияние на развитие рассады перца оказало как предварительное зафосфачивание субстратов с последующим увлажнением питательным раствором с pH 5,0, так и постоянное подкисление питательного раствора до pH 4,0. На вермикулитовом субстрате предварительное зафосфачивание вызывало тенденцию к увели-

ем корней определяли методом вытеснения, рабочую и общую адсорбирующую поверхность корневой системы – методом Сабинина Д. А. и Колосова И. И. [17]. Статистическая обработка результатов исследований была проведена методом дисперсионного анализа с использованием пакетов прикладной программы «Stat» на ПЭВМ.

**Результаты исследований**

Агрофизические свойства субстрата (табл.1) являются определяющими для всех других свойств и режимов.

Согласно данным таблицы 1, свойства агрофизических субстратов довольно близки. Объемная масса всех сравниваемых субстратов составляет менее 0,2 г/см<sup>3</sup> – ниже оптимального диапазона (0,2–0,7 г/см<sup>3</sup> [18], субстраты «излишне рыхлые». Капиллярная и полная влагоемкость торфяного субстрата существенно ниже, чем вермикулитового (на 91–106 % и 100–123 %, соответственно). У торфяного субстрата доля твердой фазы превышает таковую у вермикулитового на 4 %. Таким образом, торф может удерживать больше элементов питания.



*А – торф верховой (70 %)+перлит(30 %); Б – вермикулит (70 %)+перлит(30 %);  
Способы подготовки субстратов:  
1, 5 – Без обработки, pH пит. р-ра 5,0; 2, 6 – Зафосфачивание, pH пит. р-ра 5,0;  
3, 7 – постоянное подкисление питательного раствора до pH 4,0;  
4, 8 – внесение эл. питания в запас, полив водопроводной водой*

**Рис. 1 – Фото рассады перца, выращенной на субстратах**

чению высоты рассады на 71,7 %, увеличение площади листьев на 160,6 %, сырой биомассы на 155 % к контролю по фактору В.

Воздействие постоянного подкисления питательного раствора до pH 4,0 было аналогичным. На торфяном субстрате предварительное зафосфачивание, а также постоянное подкисление питательного субстрата до pH 4,0 увеличивало высоту рассады перца на 40–45 %, площадь листьев – на 59–73 %, сырую биомассу рассады – на 81–121 %.

Внесение элементов питания в запас было

менее эффективным по сравнению с использованием питательных растворов. Видимо, начальное повышение осмотического давления в питательном субстрате вызывало угнетение пикированных семян, и данное влияние сохранялось на весь рассадный период.

Корневая система является очень важным органом, благодаря которому растение может выживать в самых неблагоприятных условиях. И если какой-либо агроприем способен вызвать положительную динамику каких-либо физиологических показателей корневой системы, это,

Биометрические показатели рассады сладкого перца

Вариант		Высота рассады, см	Площадь листьев, см <sup>2</sup> / раст.	Сырая биомасса, г/ раст.
Фактор А (тип грунта)	Фактор В (корректировка агрохимических свойств)			
Торф верховой 70 % + агро- перлит 30%	1) Без обработки, рН пит. р-ра 5,0	20,0	220,0	8,37
	2) Зафосфачивание, рН пит. р-ра 5,0	28,0	350,0	15,16
	3) Подкисление пит. р-ра рН 4,0	29,0	380,0	18,48
	4) Внесение эл. питания в запас	15,7	202,8	8,95
Вермикулит 70 % + агропер- лит 30%	1) Без обработки, рН пит. р-ра 5,0	6,0	71,9	3,46
	2) Зафосфачивание, рН пит. р-ра 5,0	10,3	187,4	8,84
	3) Подкисление пит. р-ра рН 4,0	7,7	131,4	8,03
	4) Внесение эл. питания в запас	6,7	98,3	4,38
НСР <sub>05</sub> частных различий		5,0	58,0	4,27
НСР <sub>05</sub> фактора А		2,5	29,0	2,13
НСР <sub>05</sub> фактора В		3,5	41,0	3,02

несомненно, приведет к лучшему развитию и продуктивности и экологической пластичности растения.

Согласно данным таблицы 4, наибольший объем корней 1 растения формировался на торфяном субстрате. Преимущество по отношению к вермикулитовому субстрату составляло 0,96–1,41 см<sup>3</sup>/растение на различных вариантах по фактору В. В среднем по фактору А на вермикулитовом субстрате объем корневой системы 1 растения рассады перца был меньше, чем на торфяном субстрате на 0,87 см<sup>3</sup>. Способ обработки субстрата и организация минерального питания оказали существенное влияние как на торфяном, так и вермикулитовом субстрате.

На торфяном субстрате как предварительное зафосфачивание, так и постоянное подкисление гидропонного питательного раствора до рН 4,0 оказало наибольшее положительное влияние на объем корневой системы 1 растения рассады (прибавка составила 0,45–1,25 см<sup>3</sup>/растение).

На вариантах с внесением элементов питания в запас, как и при постоянном использовании гидропонного питательного раствора с рекомендованным рН 5,0 объем корней 1 растения рассады изменялся незначительно. На вермикулитовом субстрате предварительное зафосфачивание субстрата и последующее использование гидропонного раствора с рН 5,0 давало наибольшее увеличение объема корней 1 растения рассады по отношению к контрольному варианту – без обработки (+1,42 см<sup>3</sup>/растение). Постоянное подкисление питательного раствора до рН 4,0 давало меньшую прибавку объема корней по отношению к контролю (+0,8 см<sup>3</sup>/растение).

Наибольшая общая и рабочая адсорбирующая поверхность корней одного растения рассады сладкого перца на торфяном субстрате была определена на варианте с предварительным зафосфачиванием субстрата и последующим увлажнением питательным раствором с рН 5,0, а также при постоянном подкислении питательного раствора до рН 4,0 (увеличение общей поверхности произошло на 0,05–0,06 м<sup>2</sup>/растение, или, на 50–60 %. Увеличение рабочей поверхности – на 0,04 м<sup>2</sup>/растение). Причем, наибольшая доля рабочей адсорбирующей поверхности получена на варианте с предварительным зафосфачиванием субстрата. На вермикулитовом грунте зафосфачивание привело к большему увеличению общей адсорбирующей поверхности корней (+0,09 м<sup>2</sup>/растение, или, на 129 %). Под влиянием зафосфачивания произошло увеличение рабочей адсорбирующей поверхности корней (на 0,035 м<sup>2</sup>/растение, или, 117 %). На вермикулитовом субстрате постоянное подкисление питательного субстрата до рН 4,0 давало меньший эффект – наблюдалась тенденция к увеличению общей (на 0,05 м<sup>2</sup>/растение) и рабочей адсорбирующей поверхности (на 0,025 м<sup>2</sup>/растение). Хотя при зафосфачивании и постоянном подкислении питательного раствора формировался наибольший объем и адсорбирующая поверхность корней, наибольшая доля рабочей адсорбирующей поверхности корней на вермикулитовом субстрате развивалась на варианте с внесением элементов питания в запас.

#### Обсуждение

По вопросу ухудшения состояния растений на чистом вермикулите может быть несколько гипотез: 1 – нехватка воздуха для корневой си-

Поглотительная способность корневой системы рассады перца

Вариант		Объем корней, см <sup>3</sup> /раст.	Адсорбирующая поверхность корней 1 растения, м <sup>2</sup>		Доля рабочей адсорбирую- щей поверхности, %
Фактор А (тип субстрата)	Фактор В (корректировка агрохимических свойств)		общая	рабочая	
1 Торф верховой 70% +перлит 30%	1) Без обработки, рН пит. р-ра 5,0	1,75	0,10	0,040	40
	2) Зафосфачивание, рН пит. р-ра 5,0	2,20	0,15	0,070	47
	3) Подкисление пит. р-ра рН 4,0	3,00	0,16	0,070	44
	4) Внесение эл. питания в запас	1,95	0,12	0,053	44
2 Вермикулит 70% +перлит 30%	1) Без обработки, рН пит. р-ра 5,0	0,79	0,07	0,030	43
	2) Зафосфачивание, рН пит. р-ра 5,0	2,21	0,16	0,065	41
	3) Подкисление пит. р-ра рН 4,0	1,59	0,12	0,055	46
	4) Внесение эл. питания в запас	0,87	0,10	0,050	50
НСР <sub>05</sub>		0,64	0,05	0,030	–

стемы растений при избыточной влагоемкости; 2 – ухудшение агрохимических параметров среды, в частности, подщелачивание. По первой гипотезе имеются немногочисленные сообщения. Так, по данным Бентли М. [11] в чистом виде вермикулит может иметь неблагоприятные физические свойства для растений, следует быть осторожным, чтобы не допустить переувлажнения при частых поливах. Согласно Ивановой Л. А. [6] поливы культур на вермикулитовых субстратах проводят не чаще 1 раза в течение 7–14 дней благодаря высокой влагоемкости. По данным Соколовой Т. А., Бочковой И. Ю. [9] у влагоемких субстратов, таких как перлит, из-за избытка воды обеспеченность воздухом составляет 10–12 %, что приводит к кислородному голоданию корней. Судя по данным таблицы 1, агрофизические свойства торфяного и вермикулитового субстратов были близки; содержание газовой фазы в вермикулитовом субстрате даже на 14 % превышало таковое в торфяном. Можно сделать предположение, что ухудшение развития растений перца на вермикулитовом субстрате скорее всего связано не с переувлажнением, а с изменением агрохимических свойств. В проведенных ранее исследованиях Иванова Д. И. [13] с растениями агератума мексиканского на вермикулитовых и торфяных субстратах было установлено, что при любых условиях увлажнения развитие растений агератума было в 3–5 раз хуже на вермикулите, чем на торфе верховом. Причем, отмечался хлороз и визуальные признаки магниевое голодания. На щелочную реакцию среды, обогащенность окислами магния и алюминия вермикулита Ковдорского месторождения указывала Соколова Т. А. [9]. По данным Баяровой Ю. Л. с соавторами [20], при

взаимодействии термически обработанного вермикулита с дистиллированной водой в течение суток показатель рН среды изменялся в диапазоне 9,5–8,0 единиц, также происходило насыщение среды кальцием до 6–16, магнием 6–24 мг/л. При щелочной реакции среды (рН 8,5) сильно уменьшается способность корневой системы поглощать фосфаты. При высокой щелочности растения страдают от недостатка железа, марганца, бора, цинка, меди. По данным Алиева Э. А. [10], минералы, богатые кальцием и полуторными окислами, используемые в качестве субстратов, следует предварительно зафосфачивать либо 2 %-ной вытяжкой суперфосфата, либо 0,2 %-ной ортофосфорной кислотой. В необработанных субстратах смещалось рН с 5,8 до 8,7, снижалось содержание Mg с 40 до 27,1, P – с 86 до 29,4, Fe – с 1,8 до 0,2 мг/л. В наших исследованиях сходное положительное действие на растения перца как предварительного зафосфачивания субстрата, так и подкисления питательного раствора до рН 4,0 можно объяснить связыванием полуторных окислов субстрата и улучшением фосфорного питания.

Таким образом, ухудшение развития растений на чистом вермикулите с большей вероятностью связано с подщелачиванием субстрата за счет полуторных окислов, чем с физическими свойствами.

#### Заключение

Наилучшие биометрические показатели рассады сладкого перца формировались на торфяном субстрате. Оптимальный способ питания рассады перца как на вермикулитовом, так и торфяном субстратах обеспечивался при предварительном зафосфачивании 0,2 % ортофосфорной кислотой, а также при постоянном

подкислении питательного раствора до pH 4,0.

### Библиографический список

1. Гармаш, Н. Ю. Качество и урожай ранней капусты зависят от минерального питания рассады / Н. Ю. Гармаш // Картофель и овощи. - 2005. - № 1. - С. 18–19.
2. Куликова, А. Х. Эффективные субстраты при малообъемной технологии возделывания огурца / А. Х. Куликова, А. В. Курамшин // Картофель и овощи. - 2007. - № 5. - С. 21–22.
3. Литвинов, Б. В. Малообъемная торфяная культура томата и огурца с запасным внесением удобрений / Б. В. Литвинов, Е. Н. Исаева // Картофель и овощи. - 2005. - № 1. - С. 21–22.
4. Литвинов, Б. В. Оптимальное питание рассады / Б. В. Литвинов // Картофель и овощи. - 2006. - № 8. - С. 22.
5. Иванова, Л. А. Вермикулит – хороший субстрат для выращивания огурца и томата в Заполярье / Л. А. Иванова, Е. С. Иноземцева // Картофель и овощи. - 2010. - № 7. - С. 19–20.
6. Иванова, Л. А. Перспективные субстраты для гидропонного выращивания овощей / Л. А. Иванова, Е. С. Иноземцева // Гавриш. - 2010. - № 3. - С. 16–21.
7. Малинина, Т. А. Основные виды используемых в гидропонике субстратов / Т. А. Малинина, М. С. Молоканова, И. В. Голядкина // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения: сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции, посвященной Году науки и технологий. – Краснодар, 2021. - С. 184–186.
8. Почепень, А. А. Рост и развитие растений герберы сортов голландской и турецкой селекции на различных субстратах / А. А. Почепень, С. С. Чукуриди, А. Я. Барчукова // Научный журнал КубГАУ. - 2013. - № 86(02). - С. 11.
9. Соколова, Т. А. Декоративное растениеводство. Цветоводство: учебник / Т. А. Соколова, И. Ю. Бочкова. – 6-е изд., стер. – Москва: Академия, 2014. - 432 с. – ISBN 978-5-4468-0675-1.
10. Алиев, Э. А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах / Э. А. Алиев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев : Урожай, 1985. - 160 с.
11. Бентли, М. Промышленная гидропоника / М. Бентли; перевод с английского Т. Л. Чебановой ; с предисловием и под редакцией В. Н. Былова. – Москва: Колос, 1965. - 376 с.
12. Иванов, Д. И. Влияние свойств почвенно-вермикулитовых субстратов на биометрические показатели корневого сельдерея / Д. И. Иванов, Л. М. Лашмайкина, С. А. Тидякин // Огарёв-Online. – 2015. - № 1(42). – С. 6. – URL: <http://journal.mrsu.ru/wpcontent/uploads/2014/12/2Lashmajkina.pdf>
13. Иванов, Д. И. Влияние режима орошения на развитие рассадного материала агератума мексиканского / Д. И. Иванов, А. А. Живоедова // XLV Огарёвские чтения: материалы научной конференции. В 3-х частях. Ч. 2. Естественные науки / ответственный за выпуск П. В. Сенин. – Саранск: Мордовский государственный университет, 2017. - С. 55–59.
14. Иванов, Д. И. Развитие рассады корневого сельдерея в зависимости от содержания вермикулита в составе субстрата / Д. И. Иванов, Н. Н. Иванова // Аграрный вестник Верхневолжья. - 2020. - № 1(30). - С. 36–42.
15. Гродзинский, А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский. - 2-е изд., испр. и доп. - Киев: Наукова думка, 1973. - 576 с.
16. Основы научных исследований в агрономии / В. Ф. Моисейченко, М. Ф. Трифонова, А. Х. Заверюха, В. Е. Ещенко. - Москва : Колос, 1996. - 336 с.
17. Сабинин, Д. А. Избранные труды по минеральному питанию растений / Д. А. Сабинин. - Москва: Наука, 1971. - 511 с.
18. Справочник овощевода / составитель О. В. Ильин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Россельхозиздат, 1985. - 240 с.
19. Панкова, Е. И. О проблеме оценки засоленности почв и методике крупномасштабного цифрового картографирования засоленных почв / Е. И. Панкова, М. В. Конюшкова, И. Н. Горохова // Экосистемы: экономика и динамика. - 2017. - Т. 1, № 1. - С. 26–54.
20. Баярова, Ю. Л. Исследование модифицированного вермикулита / Ю. Л. Баярова, Т. Г. Губкина // Горные науки и технологии. - 2014. - № 2. - С. 12–23.

# INFLUENCE OF SUBSTRATE TYPES AND WAYS TO ADJUST THEIR AGROCHEMICAL PROPERTIES FOR BIOMETRIC PARAMETERS OF SWEET PEPPER SEEDLINGS

Ivanov D.I., Ivanova N.N.  
National Research Mordovian State University  
430005, Republic of Mordovia, Saransk, Bolshevistskaya st., 68.  
e-mail: Ivanov\_d-m@list.ru

**Key words:** sweet pepper seedlings, vermiculite; peat, nutrient solution acidification, substrate phosphating, biometric parameters, biomass.

There are some problems of growing plants on pure vermiculite and mineral wool substrates in sheltered ground. It is suggested that the problems arise due to alkalization of substrates. The article presents results of the studies on the influence of preparation methods of peat and vermiculite substrates on biometric parameters of sweet pepper seedlings. The research was carried out in a vegetative experiment established in 2017–2019 in the scientific laboratory of Agrarian Institute of Mordovian State University named after N. P. Ogaryov. Two substrates and four ways of adjustment to their agrochemical properties were studied: 1) watering with a nutrient solution with 5.0 pH; 2) preliminary phosphating of the substrate, followed by watering with a nutrient solution with a pH of 5.0; 3) watering with a nutrient solution with a pH of 4.0; 4) application of nutrients into the soil in reserve, followed by irrigation with tap water with a pH of 5.0. Seedlings were grown in a vegetation chamber with adjustable parameters: daytime air temperature +24...+26, at night +18...+20 degrees Celsius, illumination - 7 klx. A hydroponic solution was used (modified medium for tomatoes according to Aliev E.A.). Watering was carried out by the method of drainage flooding. It was found that the peat substrate provided the best development of seedlings - the plants were characterized by a greater wet weight (+4.91 g), height (+14 cm), leaf area (+148.1 square centimeters). High alkalization of vermiculite substrate from pH 5.95 to 8.14 was revealed. Better growth of sweet pepper seedlings was ensured by constant acidification of the nutrient solution to 4.0 pH, as well as preliminary phosphating of the substrate and subsequent cultivation at 5.0 pH of the nutrient solution. Preliminary phosphating of the vermiculite substrate resulted in an increase of leaf area by 115.5 square cm, wet biomass - by 5.38 g. Acidifying of the nutrient solution to 4.0 pH had a similar beneficial effect on pepper seedling growth.

## Bibliography:

1. Garmash, N. Yu. Early cabbage quality and yield depend on mineral nutrition of seedlings / N. Yu. Garmash // Potatoes and vegetables. - 2005. - No 1. - P. 18–19.
2. Kulikova, A. Kh. Efficient substrates for low-volume technology of cucumber cultivation / A. Kh. Kulikova, A. V. Kuramshin // Potatoes and vegetables. - 2007. - No 5. - P. 21–22.
3. Litvinov, B. V. Small-volume peat culture of tomato and cucumber with reserve fertilization / B. V. Litvinov, E. N. Isaeva // Potatoes and vegetables. - 2005. - No 1. - P. 21–22.
4. Litvinov, B. V. Appropriate nutrition of seedlings / B. V. Litvinov // Potatoes and vegetables. - 2006. - No 8. - P. 22.
5. Ivanova, L. A. Vermiculite is a good substrate for cucumber and tomato cultivation in the Arctic / L. A. Ivanova, E. S. Inozemtseva // Potatoes and vegetables. - 2010. - No 7. - P. 19–20.
6. Ivanova, L. A. Promising substrates for hydroponic cultivation of vegetables / L. A. Ivanova, E. S. Inozemtseva // Gavrish. - 2010. - No 3. - P. 16–21.
7. Malinina, T. A. The main types of substrates used in hydroponics / T. A. Malinina, M. S. Molokanova, I. V. Golyadkina // Problems of transformation of natural landscapes as a result of anthropogenic activity and ways to solve them: collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific Ecological Conference dedicated to the Year of Science and Technology. - Krasnodar, 2021. - P. 184–186.
8. Pochepen, A. A. Growth and development of gerbera plants of Dutch and Turkish selection varieties on various substrates / A. A. Pochepen, S. S. Chukuridi, A. Ya. Barchukova // Scientific journal of KubSAU. - 2013. - No 86(02). - P. 11.
9. Sokolova, T. A. Ornamental crop production. Floriculture: textbook / T. A. Sokolova, I. Yu. Bochkova. - 6th ed., Ster. - Moscow: Academy, 2014. - 432 p. - ISBN 978-5-4468-0675-1.
10. Aliev, E. A. Growing vegetables in hydroponic greenhouses / E. A. Aliev. - 2nd ed., revised. and add. - Kiev: Urozhay, 1985. - 160 p.
11. Bentley, M. Industrial hydroponics / M. Bentley; translation from English by T. L. Chebanova; with a preface and edited by V. N. Bylov. - Moscow: Kolos, 1965. - 376 p.
12. Ivanov, D. I. Influence of properties of soil-vermiculite substrates on biometric parameters of root celery / D. I. Ivanov, L. M. Lashmaikina, S. A. Tidyakin, // Ogaryov-Online. - 2015. - No 1 (42). - P. 6. - URL: <http://journal.mrsu.ru/wpcontent/uploads/2014/12/2Lashmajkina.pdf>
13. Ivanov, D. I. Influence of the irrigation regime on development of seedling material of the Mexican Ageratum / D. I. Ivanov, A. A. Zhivoedova // XLV Ogaryov readings: materials of the scientific conference. In 3 parts. Part 2. Natural sciences / responsible for the issue P. V. Senin, - Saransk: Mordovian State University, 2017. - P. 55–59.
14. Ivanov, D. I. Development of root celery seedlings depending on the content of vermiculite in substrate composition / D. I. Ivanov, N. N. Ivanova // Agrarian Vestnik of the Upper Volga Region. - 2020. - No 1(30). - P. 36–42.
15. Grodzinsky, A.M. A short reference book on plant physiology / A.M. Grodzinsky, D.M. Grodzinsky. - 2nd ed., corrected and add. - Kiev: Naukova Dumka, 1973. - 576 p.
16. Fundamentals of scientific research in agricultural science / V. F. Moiseichenko, M. F. Trifonova, A. Kh. Zaveryukha, V. E. Eshchenko. - Moscow: Kolos, 1996. - 336 p.
17. Sabinin, D. A. Selected works on mineral nutrition of plants / D. A. Sabinin. - Moscow: Nauka, 1971. - 511 p.
18. Reference book of Vegetable grower / compiled by O. V. Ilyin. - 2nd ed., revised and add. - Moscow: Rosselkhozizdat, 1985. - 240 p.
19. Pankova, E. I. On the problem of soil salinity assessment and methods of large-scale digital mapping of saline soils / E. I. Pankova, M. V. Konyushkova, I. N. Gorokhova, // Ecosystems: Economics and Dynamics. - 2017. - V. 1, No 1. - P. 26–54.
20. Bayurova, Yu. L. Study of modified vermiculite / Yu. L. Bayurova, T.G. Gubkina // Mining sciences and technologies. - 2014. - No 2. - P. 12–23.