

ВЛИЯНИЕ СУБСТРАТА НА УСВОЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ ОГУРЦА И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУРЫ

**М.В. Селиванова, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12,
e-mail: seliwanowa86@mail.ru**

В настоящее время интенсивным и распространенным способом выращивания овощных культур в тепличных комбинатах страны является малообъемная технология, предусматривающая использование субстратов с необходимыми свойствами. Это обеспечивает полную реализацию потенциальных биологических особенностей растений в теплице и высокую урожайность. Исследования по оценке влияния субстрата на усвоение элементов питания растениями и урожайность гибридов огурца были проведены в зимне-весенние периоды 2018-2021 г. в зимней теплице, расположенной в шестой световой зоне. В зависимости от интенсивности протекания физиологических процессов растений и используемого субстрата наблюдались различия по потреблению элементов питания из питательного раствора, что в свою очередь влияло на их остаточное содержание в дренажном растворе. Среди изучаемых субстратов меньше всего макроэлементов в дренажном растворе было при применении кокосового волокна, которое обуславливало достижение наибольших коэффициентов использования элементов питания из растворов – в среднем по опыту в пределах 52-65 %. Оптимальные условия субстрата являются важными факторами благоприятного роста и развития огурца, формирования сильного растения. Это было достигнуто по всем показателям при использовании минеральной ваты и способствовало получению максимальной урожайности – 22,9 кг/м² в среднем по анализируемым данным, разница относительно других субстратов составила 1,1-5,8 кг/м².

Ключевые слова: защищенный грунт, огурец, субстрат, гибрид, схема минерального питания, малообъемная технология выращивания, питательный элемент, урожайность.

Для цитирования: Селиванова М.В. Влияние субстрата на усвоение питательных элементов растениями огурца и урожайность культуры// Плодородие. – 2025. – №3. – С. 56-59. DOI: 10.25680/S19948603.2025.144.13.

Растения овощных культур в защищенном грунте характеризуются интенсивными темпами развития и требовательны к технологии выращивания. Тепличные культуры при формировании урожая выносят большое количество элементов питания, имеют длительный вегетационный период, развитые корневую систему и надземную часть. В защищенном грунте при полной регуляции микроклимата на оптимальном уровне первостепенное значение приобретает создание благоприятных условий для корнеобитаемой среды, которая должна отвечать требованиям произрастания тепличных растений и предоставлять им необходимое минеральное питание [1, 2].

В настоящее время интенсивным и популярным способом выращивания овощных культур в тепличных комбинатах страны является малообъемная технология, предусматривающая использование субстратов с определенными агрохимическими и агрофизическими свойствами. Это обеспечивает полную реализацию потенциальных биологических показателей растений в теплице и способствует получению плановой урожайности [3]. Использование субстрата в малообъемной технологии сводится к тому, что растения высаживают на подготовленный субстрат и в дальнейшем многократно его орошают рабочим питательным раствором [4]. Субстрат представляет собой среду, в которой удерживается раствор и создаются условия для доступа кислорода воздуха, необходимого для корневой системы. В результате постоянного контакта субстрата с питательным раствором растения получают необходимое количество минеральных веществ [5].

Минеральная вата – один из основных субстратов для выращивания овощных культур в крупных тепличных хозяйствах. Некоторые отечественные и зарубежные эксперты отмечают, что минеральная вата будет продолжать занимать в защищенном грунте значительные площади на протяжении многих лет [6]. В связи с ограниченным сроком службы и проблемой утилизации минеральной ваты, низкой доступностью кокосового субстрата актуально рассмотреть эффективность использования органических субстратов, запасы которых имеются в стране. Они могут быть использованы для небольших тепличных хозяйств фермерского типа, решающих дилемму выращивания на грунтах или на дорогостоящих субстратах.

Цель исследований – оценить влияние субстрата на усвоение элементов питания растениями огурца и урожайность культуры в условиях защищенного грунта. В задачу исследований входило изучение химического состава дренажных растворов при выращивании гибридов огурца на различных субстратах.

Методика. Исследования были проведены в зимне-весенние периоды 2018-2021 г. в зимней теплице, которая, согласно поступлению солнечной радиации на единицу горизонтальной поверхности, находится в шестой световой зоне. В теплице предусмотрено использование современного технологического оборудования для регуляции микроклимата. Агротехника огурца общепринятая для данной световой зоны. Рассадку выращивали в минераловатных кубиках вне зависимости от используемого субстрата после посадки растений на постоянное место. Дополнительно досвечивание натриевыми лампами после посадки растений на маты не применяли.

Опыт включал два фактора: А – субстрат; В – гибрид огурца. В опыте изучены гибриды огурца корнишонного типа: Бьёрн F1, Киборг F1, СВ 4097 ЦВ F1. В качестве субстратов применяли минеральную вату, кокосовое волокно, смесь торфа и перлита, и новый субстрат на основе из лузги подсолнечника. Новый субстрат, который состоит в основном из лузги подсолнечника, был разработан для выращивания овощных культур малообъемным методом.

В течение вегетации огурца для изучаемых субстратов использовали одинаковые схемы минерального питания, состоящие из питательных растворов для четырех основных периодов выращивания (табл. 1).

1. Схема минерального питания для корнишонного огурца, мг/л

Период развития	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	P ⁵⁺	SO ₄ ²⁻
Запитка субстратных блоков (маты, минераловатные кубики)	10	220	220	220	60	40	40
Рассадный период	10	200	220	180	70	50	50
Вегетативный рост (до начала плодоношения культуры)	10	220	270	180	40	40	40
Плодоношение огурца	10	220	310	200	65	40	80

Химический состав растений огурца и дренажных растворов анализировали методом оптико-эмиссионной спектроскопии, общую урожайность огурца за оборот – весовым методом суммарно в течение вегетации культуры.

Результаты и их обсуждение. Малообъемная технология выращивания овощных культур требует более строгих условий для среды, чем грунтовая технология, где растения имеют возможность развивать корни в большом объеме почвы. Это связано с необходимостью обеспечения оптимальных параметров для роста корневых систем молодых растений в ограниченном объеме субстрата [7].

Субстраты служат корнеобитаемой средой для растений, которая предоставляет им воду, воздух, питательные элементы в наилучших количестве и соотношении. Агрофизические и агрохимические свойства субстрата влияют на формирование корневой системы тепличных культур, и как следствие на рост, развитие растений, и в целом на урожайность культуры.

Определяющим этапом оценки качества любого субстрата является изучение продуктивности растений. Комплекс свойств субстрата при сбалансированном режиме полива питательными растворами оказывает влияние на усвоение растениями минеральных веществ, протекание физиологических процессов. Обеспечение растений огурца питательными элементами в необходимых количестве и соотношении – важный фактор формирования высокой продуктивности культуры [8].

Особенности субстрата не только обуславливают водно-воздушный режим, но и оказывают влияние на химический состав питательного раствора, его изменение в течение вегетации культуры вследствие поглощения корневой системой растений элементов питания.

В зависимости от интенсивности протекания физиологических процессов растения и вида используемого субстрата наблюдались различия в потреблении

макроэлементов из питательного раствора. Это в свою очередь напрямую связано с остаточным содержанием элементов питания в дренажном растворе (табл. 2).

2. Влияние субстратов на остаточное количество макроэлементов в дренажном растворе в период массового плодоношения огурца, мг/л (среднее за 2018-2021 г.)

Субстрат (фактор А)	Гибрид (фактор В)	N-NO ₃ ⁻	P ⁵⁺	K ⁺
Минеральная вата (контроль)	Бьёрн F1	115	20	123
	Киборг F1	124	23	129
	СВ 4097 ЦВ F1	117	22	126
Кокосовое волокно	Бьёрн F1	97	18	101
	Киборг F1	105	21	115
	СВ 4097 ЦВ F1	99	19	105
Торф + перлит	Бьёрн F1	104	19	108
	Киборг F1	114	21	123
	СВ 4097 ЦВ F1	108	20	114
Лузга подсолнечника	Бьёрн F1	108	20	117
	Киборг F1	121	22	127
	СВ 4097 ЦВ F1	111	21	121
НСР ₀₅ : А		5,8	1,4	6,5
В		4,3	0,8	4,2
AB		9,8	2,2	10,4

Изучение усвоения питательных элементов растениями огурца показало, что наименьшее содержание макроэлементов в растворе дренажа наблюдалось среди изучаемых субстратов при использовании кокосового волокна: в среднем по гибридам огурца количество азота в растворе составляло 100 мг/л, фосфора – 19, калия – 107 мг/л. При этом существенная разница по сравнению с минеральной ватой составила, соответственно, 19, 3 и 19 мг/л.

Содержание элементов питания в дренажных растворах указывает на величину их поглощения растениями. Коэффициенты усвоения макроэлементов растениями, согласно схеме питания и остаточному содержанию элементов в растворе дренажа, были наибольшие в опыте на кокосовом субстрате – от 52 до 65 %. Это превышало значения других субстратов на 2-8 %, разница в сравнении со смесью торфа и перлита была незначительна (табл. 3).

3. Коэффициенты использования макроэлементов растениями огурца из питательного раствора в зависимости от субстрата, % (среднее за 2018-2021 г.)

Субстрат (фактор А)	Гибрид (фактор В)	N-NO ₃ ⁻	P ⁵⁺	K ⁺
Минеральная вата (контроль)	Бьёрн F1	48	50	60
	Киборг F1	44	43	58
	СВ 4097 ЦВ F1	47	45	59
Кокосовое волокно	Бьёрн F1	56	55	67
	Киборг F1	52	48	63
	СВ ЦВ 4097 F1	55	53	66
Торф + перлит	Бьёрн F1	53	53	65
	Киборг F1	48	48	60
	СВ ЦВ 4097 F1	51	50	63
Лузга подсолнечника	Бьёрн F1	51	50	62
	Киборг F1	45	45	59
	СВ 4097 ЦВ F1	50	48	61
НСР ₀₅ : А		3,2	2,9	3,6
В		2,4	2,1	2,8
AB		5,4	4,7	6,5

Сравнение гибридов огурца показало, что наибольшим потреблением элементов питания отличался Бьёрн F1 – при его выращивании в дренажном растворе было меньше всего макроэлементов: в среднем по опыту содержание азота – 106 мг/л, фосфора – 19, калия – 112 мг/л. Больше всего макроэлементов в растворе отмечено при выращивании огурца Киборг F1. Данная тенденция

по гибридам наблюдалась и при анализе коэффициентов использования макроэлементов растениями огурца из питательного раствора – гибрид Бьёрн F1 превышал по этому показателю Киборг F1 и СВ 4097 F1 на 2-10 %.

Корневая система – один из ключевых факторов развития растений. Рост надземной части растений и корней находится в тесной зависимости. Из листьев корни усваивают органический углерод, питаются и осуществляют дыхание при использовании продуктов фотосинтеза, поступающих в корневую систему из вегетативных органов. С увеличением интенсивности фотосинтеза происходит нарастание поступления в корни органических веществ, интенсифицируется их рост, что в результате приводит к активизации поглощения минеральных элементов из субстрата, высокой физиологической активности растительного организма [9]. Физиологические процессы, протекающие взаимосвязано в корневой системе и вегетативной массе, оказывают влияние на химический состав растений.

Изменение химического состава растений огурца в опыте прослеживалось при выращивании культуры на различных субстратах, была проанализирована листовая масса. Использование кокосового волокна обеспечивало наибольшее накопление химических элементов в растениях огурца: достоверная разница в содержании азота в листовой массе по сравнению с минеральной ватой в среднем по опыту составила 0,16 % на сухое вещество. Количество фосфора в листьях при применении кокосового волокна было больше, чем в вариантах с другими субстратами, в среднем по гибридам огурца на 0,03-0,1 % на сухое вещество, различия в содержании калия составили 0,08-0,26 % на сухое вещество. При учете фосфора существенная разница была в вариантах с минеральной ватой и лузгой подсолнечника, при анализе калия – только в сравнении с минеральной ватой (табл. 4).

4. Влияние субстрата на содержание химических элементов в листьях огурца, % на сухое вещество (среднее за 2018-2021 г.)

Субстрат (фактор А)	Гибрид (фактор В)	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Минеральная вата (контроль)	Бьёрн F1	2,67	0,70	4,11	8,59	1,07
	Киборг F1	2,45	0,58	3,96	8,25	0,95
	СВ 4097 ЦВ F1	2,52	0,61	4,03	8,33	0,99
Кокосовое волокно	Бьёрн F1	2,88	0,83	4,39	8,82	1,17
	Киборг F1	2,58	0,66	4,20	8,52	1,09
	СВ 4097 ЦВ F1	2,67	0,69	4,29	8,61	1,11
Торф + перлит	Бьёрн F1	2,81	0,79	4,24	8,75	1,19
	Киборг F1	2,53	0,64	4,16	8,44	1,07
	СВ 4097 ЦВ F1	2,64	0,67	4,22	8,57	1,09
Лузга подсолнечника	Бьёрн F1	2,72	0,74	4,18	8,64	1,12
	Киборг F1	2,49	0,62	4,05	8,36	1,01
	СВ 4097 ЦВ F1	2,61	0,64	4,15	8,45	1,04
НСР ₀₅ : А		0,122	0,036	0,22	0,421	0,084
В		0,152	0,026	0,202	0,417	0,026
АВ		0,274	0,061	0,422	0,832	0,102

Содержание кальция в листьях при применении кокосового субстрата больше, чем на минеральной вате в среднем по опыту на 0,26 % на сухое вещество, что было в пределах НСР₀₅, количество магния существенно превышало контроль – на 0,12 % на сухое вещество. Минимальные значения количества изученных химических элементов в листьях огурца отмечены при применении минеральной ваты.

Изучаемые гибриды огурца различались по аккумуляции химических элементов в своих тканях. Максимальное содержание макро- и мезоэлементов получено у

огурца Бьёрн F1, наименьшие значения наблюдались у Киборг F1.

Урожайность является основным показателем сорта или гибрида, который демонстрирует эффективность различных факторов, методов или приемов. Оптимальные условия субстрата способствовали благоприятному росту и развитию огурца, формированию сильного растения. Это было достигнуто по всем показателям при использовании минеральной ваты и способствовало получению максимальной урожайности – 22,9 кг/м² в среднем по опыту, прибавка урожайности по сравнению с другими субстратами составляла 4,8-25,3 %. Полученная урожайность огурца при выращивании на минеральной вате показала несущественное увеличение относительно кокосового субстрата. Урожайность культуры при применении субстрата из лузги подсолнечника была наименьшей (табл. 5). Однако вопрос экономической эффективности данного субстрата в теплицах фермерского типа нуждается в дальнейшем исследовании.

5. Урожайность огурца в зависимости от субстрата, кг/м² (среднее за 2018-2021 г.)

Субстрат (фактор А)	Гибрид (фактор В)			А, НСР _{0,05} = 1,54
	Бьёрн F1	Киборг F1	СВ 4097 ЦВ F1	
Минеральная вата (контроль)	24,5	21,2	23,0	22,9
Кокосовое волокно	23,1	20,3	21,9	21,8
Торф + перлит	19,7	17,5	18,5	18,6
Лузга подсолнечника	17,8	16,3	17,2	17,1
В, НСР ₀₅ = 0,63	21,3	18,8	20,2	НСР _{0,05} = 2,15

Один из ключевых факторов, влияющих на увеличение урожайности – выбранный гибрид. Выбор гибрида является самостоятельным и довольно сложным процессом [10]. Гибриды огурца в одних и тех же условиях могут давать разную продуктивность, которая складывается из устойчивости растений к стрессам, фитопатогенам, отзывчивости на элементы агротехники (система минерального питания, субстрат, формировка растений, влияние микроклимата и др.), что в результате выражается в урожайности культуры. Учет урожайности по гибридам огурца показал, что наибольшие значения были у Бьёрн F1: результаты превышали Киборг F1 на 1,5-3,3 кг/м², СВ 4097 ЦВ F1 F1 – на 0,6-1,5 кг/м².

Выводы. Установлено, что использованный субстрат и особенности выращиваемых гибридов оказывали влияние на химический состав питательного раствора и его изменение в течение вегетации культуры вследствие поглощения корневой системой растений элементов питания. Меньше всего макроэлементов в дренажном растворе среди изучаемых субстратов было при применении кокосового волокна, которое обеспечивало получение наибольших коэффициентов использования элементов питания из растворов – средние значения колебались от 52 до 65 %. При оценке итогового показателя продуктивности тепличной культуры – урожайности – установлено, что максимальные результаты были при выращивании огурца на минеральной вате – в среднем 22,9 кг/м², разница с урожайностью других субстратов находилась в диапазоне 1,1-5,8 кг/м².

Литература

1. Козловская И.П. Экологическая оценка субстратов и анализ расхода элементов питания при малообъемном выращивании томата в зимних

- теплицах // Живые и биокосные системы. – 2014. – № 6. – С. 6.
2. Сафонова Е.В. Виды субстратов для овощей в защищенном грунте // Инновационная наука. – 2015. – № 7-2(7). – С. 38-42.
3. Четчикова Н.В., Гурская Т.А. Подбор субстратов для малообъемного способа выращивания культуры огурца в условиях защищенного грунта // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2016. – № 22(27). – С. 9-11.
4. Верейчик Л.А. Особенности применения химических удобрений для питания томата в малообъемной культуре // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 2(65). – С. 164-170.
5. Формирование управляемого биоценоза при выращивании огурца на кокосовом субстрате / В. В. Лапина, С. А. Дудникова, Н. В. Смолин [и др.] // Аграрная наука. – 2019. – № 3. – С. 20-22. – DOI 10.32634/0869-8155-2019-326-3-20-22.
6. Стенура М.Ф., Ботько А.В., Рассоха Н.Ф. Эффективность повторного использования минеральной ваты при выращивании томата // Гавриш. – 2013. – № 2. – С. 14-16.
7. Опыт разработки и использования контейнерных субстратов для лесных питомников. Альтернативы торфу / Е.В. Робонен, М.И. Зайцева, Н.П. Чернобровкина и др. // Resources and Technology. – 2015. – № 12 (1). – С. 47–76. DOI: 10.15393/j2.art.2015. 3081.
8. Наквасина Е.Н., Контев С.В., Никитина М.В. Субстраты на основе торфа и компостированного активного ила Архангельского целлюлозно-бумажного комбината для выращивания посадочного материала хвойных пород // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2024. – Т. 28. – № 3. – С. 67–77. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-3-67-77
9. Пигорев И.Я., Ишков И.В., Шитиков Н.В., Бирюков Г.А. Стимуляторы роста в формировании растений огурца в условиях защищенного грунта / // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4. – С. 45-55.
10. Король В.Г. Гибриды огурца, рекомендуемые для выращивания в защищенном грунте в условиях искусственного освещения // Овощи России. – 2021. – № 5. – С. 32-38. DOI 10.18619/2072-9146-2021-5-32-38.

INFLUENCE OF SUBSTRATE ON THE ABSORPTION OF NUTRIENTS BY CUCUMBER PLANTS AND THE CROP CAPACITY

M.V. Selivanova,

Stavropol state agrarian university, 355017, Stavropol, Zootehnicheskij lane, 12

e-mail: selivanowa86@mail.ru

Currently, an intensive and popular way of growing vegetable crops in greenhouse plants in the country is a low-volume technology that provides for the use of substrates with the necessary properties, which ensures the full realization of the potential biological characteristics of plants in the greenhouse and obtaining high yields. Studies to assess the effect of the substrate on the absorption of nutrients by plants and the yield of cucumber hybrids were carried out in the winter-spring rotations of 2018-2021 in a winter greenhouse located in the sixth light zone. Depending on the intensity of the physiological processes of plants and the substrate used, differences in the consumption of nutrients from the nutrient solution were observed, which in turn affected the residual content of nutrients in the drainage solution. The least amount of macronutrients in the drainage solution among the studied substrates was when using coconut fiber, which accordingly determined the highest coefficients of utilization of nutrients from solutions – the average values according to the experiment were within 52-65%. Optimal substrate conditions are important factors for favorable growth and development of cucumber, the formation of a “strong” plant, which was achieved in all respects when using mineral wool and contributed to obtaining the maximum yield – 22.9 kg/m² on average according to the analyzed data, the difference relative to other substrates was 1.1-5.8 kg/m².

Keywords: protected soil, cucumber, substrate, hybrid, mineral nutrition scheme, low-volume cultivation technology, nutrient element, yield.