

УДК 635.52:631.8

ВЫРАЩИВАНИЕ САЛАТА ЛИСТОВОГО НА СМЕСЯХ ЦЕОЛИТНОГО СУБСТРАТА С БЕСПЛОДНЫМИ И ПИТАТЕЛЬНЫМИ ГРУНТАМИ

© 2021 г. В. С. Солдатов^{1,*}, А. П. Езубец¹, О. В. Ионова¹, С. Ю. Косандрович¹

¹ Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси
220072 Минск, ул. Сурганова, 13, Республика Беларусь

*E-mail: soldatov@ifoch.bas-net.by

Поступила в редакцию 17.06.2020 г.

После доработки 24.08.2020 г.

Принята к публикации 10.11.2020 г.

В вазонных лабораторных экспериментах изучено влияние гранулометрического состава цеолитного субстрата Цион® и его содержания в различных бесплодных и удобренных грунтах на рост салата листового *Lactuca sativa* L. сорта Афицион. Установлено, что размер частиц субстрата сильно влиял на плодородие с оптимумом в интервале 0.7–3.0 мм. В качестве грунтов, к которым добавляли Цион, использовали нейтрализованный верховой торф, коммерческий питательный торфогрунт, песок и природный суглинок. При внесении в грунты малых добавок Циона (1–5 г/растение) во всех случаях наблюдали увеличение сырой биомассы растений на ~2 г биомассы/г добавленного субстрата, независимо от вида субстрата, наличия в нем NPK-удобрений и количества основного грунта. Максимальный урожай получили на субстрате Цион с небольшой добавкой бесплодного нейтрализованного верхового торфа (~10% об.), что объясняется улучшением водно-воздушных свойств питательной среды.

Ключевые слова: цеолитный субстрат, листовой салат, питательные добавки к почвам.

DOI: 10.31857/S0002188121020113

ВВЕДЕНИЕ

В литературе имеется большое количество публикаций, в которых описано положительное влияние добавки природных цеолитов к почвам на их плодородие. Это связано с улучшением агрофизических свойств почв и наличием в цеолитовых туфах некоторого количества калия в ионообменном состоянии, а также отдельных микроэлементов, содержащихся в сопутствующих минералах (обычно 20–50%). В состав последних входят кальциты и доломит – стабилизаторы pH почвы и источники кальция и магния. Однако сами они не пригодны для выращивания растений, т.к. не содержат всех необходимых питательных элементов.

В середине прошлого века начались исследования по получению и применению полноценных питательных сред на основе химически модифицированных цеолитов. Группой болгарских ученых [1] было показано, что природный клиноптилолитовый туф, насыщенный в определенных пропорциях ионами питательных элементов и гидрофилизированный гидрогелем полиакри-

ламида можно использовать как полноценную питательную среду для выращивания растений. Исследования в этой области, имевшие частичный успех, были выполнены в рамках программ NASA [2–4]. Добавление цеолитных смесей, насыщенных ионами питательных элементов к почве или некоторым бесплодным грунтам (песок, вермикулит, торф), обычно вызывало значительное улучшение роста растений [5–10]. Из этих работ также следует, что природные цеолитовые туфы могут сильно различаться по их влиянию на рост растений, и минералы каждого месторождения должны быть изучены отдельно. В настоящей работе был изучен клиноптилолит Холинского месторождения (Забайкальская группа, Россия).

В наших предыдущих работах [11, 12] было показано, что субстрат, содержащий 98% химически модифицированного клиноптилолита и 2% природных фосфорсодержащих минералов, является полноценной питательной средой для растений. В настоящее время налажено его опытно-промышленное производство, и он нашел значительное применение в выращивании растений в ком-

Таблица 1. Содержание обменно-связанных ионов в образце субстрата Цион рН 7.0 и их концентрация в водных вытяжках

Ион	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	NO_3^-	PO_4^{3-}
Содержание в субстрате, по вымыванию 0.3 н. HCl, мэкв/100 г	37	25	1.8	29	<0.01	<0.003	7.6*
Концентрация в вытяжке дистиллированной водой, мэкв/л	4.92	1.50	0.31	0.83	0.16	0	5.98**

*Концентрация, ммоль/100 г.

**Концентрация, ммоль/л.

натном, садовом и фермерском растениеводстве под названием Цион®.

Цель работы – изучение влияния гранулометрического состава субстрата Цион и его смесей с бесплодным и удобрённым нейтральзованным верховым торфом, коммерческим питательным торфогрунтом, песком и природным суглинком на рост салата сорта Афицион.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Субстрат Цион (Пат. РФ № 2662772 от 16.11.2017 г.) производится в нескольких модификациях, различающихся актуальной кислотностью (рН 5.0–7.5) и номинальным соотношением $\text{NH}_4^+ : \text{K}^+ = 0.5\text{--}4.0$. Образец субстрата, полученный от производителя (<http://zion.rus>), имел характеристики, приведенные в табл. 1. Более подробные сведения по этому вопросу сообщали ранее [12].

Гранулометрический состав субстрата Цион, использованного в экспериментах приведен в табл. 2, характеристики водно-воздушных свойств субстрата и его отдельных фракций приведены в табл. 3.

Водно-воздушные свойства субстрата определяли в вазах объемом 500 мл, использованных для выращивания растений. Они характеризовались объемной долей твердого субстрата (в %), суммой капиллярной и гравитационной воды и воздуха при использовании метода, описанного в

Таблица 2. Гранулометрический состав исследованного образца промышленного клиноптилолита, использованного для получения субстрата Цион

Фракция частиц, мм	Масса, г	Содержание, масс. %
2–4	184.1	45.99
1.4–2	49.6	12.39
0.7–1.4	84.6	21.13
<0.7	82	20.26

[13]. Принимали, что плотность безводного цеолита равна 2.12 г/см³, насыпная масса – 1.10 г/см³, максимальное водопоглощение – 0.22 г H₂O/г цеолита, поглощение воды происходило без увеличения объема частиц.

В наших экспериментах использовали загущенный посев растений, что имитировало возможное применение цеолитных субстратов в мини-оранжереях.

Следующие грунты использовали в качестве компонентов смесей с субстратом Цион: 1 – кварцевый песок с размером частиц 0.5–3.0 мм, отмытый от кислотно-растворимых примесей 5% HCl; 2 – верховой торф Двина, нейтральзованный добавкой доломита, рН 6.5–7.0; 3 – природная дерново-подзолистая пылеватая среднесуглинистая почва, образец взят с территории, не бывшей в сельскохозяйственном использовании; 4 – питательный торфогрунт Флорабел (производитель ООО “Флорабел” Беларусь).

Полив растений производили водопроводной водой, ионный состав которой представлен в табл. 4 вместе с составами водных вытяжек из грунтов.

Растения салата листового *Lactuca sativa* L. сорта Афицион выращивали под лампами ДНБО1–4х9–001 У4.1 “Светодар” при освещенности 5000 лк. Период освещения – 18 ч/сут. Дневная температура – 20–22°C, ночная – 18–20°C. Другие условия выращивания растений приведены в описании каждого конкретного эксперимента.

Растения характеризовались сырой и сухой биомассой надземных и подземных органов, содержанием хлорофилла *a* и нитратов в листьях, параметры определяли с помощью общепринятых методик.

Проводили следующие эксперименты по выращиванию растений салата: 1 – исследование влияния размера частиц субстрата Цион на рост растений на 100%-ном субстрате и его смеси с бесплодным верховым торфом (10% об.). Условия

Таблица 3. Объемная доля твердой, водной и воздушной фаз в субстрате, использованном в биологическом эксперименте

Фракция частиц, мм	Твердая фракция	Водная фракция	Воздушная фракция
	%		
2–4	36.6	25.6	37.8
0.7–4	39.4	36.7	23.9
0.7–1.4	40.8	40.0	19.2
<0.7–4	43.7	40.0	16.3

выращивания: трехкратная повторность, вазоны 500 мл, высота 10 см, посевная площадь 64 см². Высевали 9 семян, после появления первых настоящих листьев оставляли 4 растения. Период выращивания – 32 сут; 2 – исследование влияния размера частиц субстрата Цион на рост растений на смеси 90% Цион + 10% бесплодного торфа. Эксперимент проводили по схеме, описанной в пункте 1. Использовали верховой, нейтрализованный добавкой доломита, торфогрунт Двина; 3 – влияние добавок субстрата Цион к питательному торфогрунту Флорабел. Растения выращивали в черных пластиковые вазонах высотой 8 см и посевной площадью 49 см², объем вазона 250 см³. В каждый вазон высевали одно пророщенное семя, повторность трехкратная; 4 – влияние внесения малых доз субстрата в различные грунты. Исследовали следующие грунты: нейтрализованный верховой торф, суглинистая почва, не бывшая в сельскохозяйственном использовании, и песок. Опыт проводили в трехкратной повторности. Более подробно эти грунты характеризуются в табл. 4.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Показано, что гранулометрический состав субстрата Цион, использованного в чистом виде или с 10%-ной добавкой бесплодного торфа, сильно влиял на рост растений салата. В полидисперсном субстрате, полученном от произв

ля, содержалось 20.26% “пылевой” фракции с размером частиц <0.7 мм, что приводило к сильному замедлению роста растений. После отсева этой фракции масса растений увеличилась почти в 2 раза. Статистически достоверной оказалось и уменьшение массы растений, полученных на субстрате с размером частиц 2–4 мм, по сравнению с частицами 0.7–2.0 мм. Эти эффекты были слабее выражены при добавлении торфа к цеолитному субстрату. По нашим наблюдениям, большое количество пылевой фракции приводило к образованию вокруг корней плотной глиноподобной массы, затвердевающей или сильно уплотняющейся при подсыхании, что препятствовало массообмену между корнем растения и средой (табл. 5).

Снижение продуктивности цеолитного субстрата, содержащего только частицы относительно крупного размера было связано с двумя факторами: 1 – замедлением процесса поступления ионов питательных веществ в субстратный раствор из-за увеличения длины диффузионного пути ионов в более крупных частицах цеолита и 2 – уменьшением водоудерживающей способности субстрата, что подтверждено данными табл. 3. Также показано, что присутствие пылевой фракции существенно уменьшало долю воздушной фазы в полидисперсном субстрате.

Добавление в цеолитный субстрат 10% бесплодного торфа вызывало резкое увеличение массы растений. Это было связано, вероятно, с увеличением водоудерживающей способности питательной среды и улучшением условий ионного обмена между корнем и частицами цеолита. Увлажненные частицы торфа могут служить ионпроводящими мостиками между ними и корнем растения. В отдельном эксперименте проверили идею о том, что из торфа экстрагируются какие-то вещества, ускоряющие рост растений. Однако оказалось, что полив растений, росших на чистом субстрате или его смеси с песком, водой, находившейся в контакте с нейтрализованным тор-

Таблица 4. Состав поливной воды и водных вытяжек из исследованных грунтов

Проба	рН	УЭП, мкСМ	НН ₄ ⁺	К ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
			м-экв/л							
Вода	7.0	563	0.00	0.00	0.50	1.34	3.19	0.76	0.54	0.18
Песок	7.5	399	0	0	0.026	0.063	0.387	0.007	0.005	0.008
Торф	6.7	443	0.15	0.07	0.47	3.58	1.98	0.85	0.63	0
Почва	7.4	406	0.03	0.04	0.69	1.01	3.34	0.80	0.57	0.16
Флорабел	7.2	881	0.00	0.95	0.41	2.75	6.44	1.87	0.88	5.95

Таблица 5. Влияние размера частиц субстрата на характеристики растений салата

Размер частиц, мм	Масса сухая надземная	Масса сухая подземная	Для массы подземной	Хлорофилл в листьях, мг/г	Нитраты в листьях, мг/кг
	%				
Цион					
<0.7–4	1.22 ± 0.02	0.07 ± 0.02	5.4	3.2	53
0.7–4	2.11 ± 0.59	0.37 ± 0.08	14.9	2.7	52
0.7–2	2.95 ± 1.13	0.50 ± 0.09	14.4	2.2	32
2–4	1.66 ± 0.65	0.30 ± 0.07	15.3	2.5	68
Цион 90% (об.) + 10% торф					
<0.7–4	6.35 ± 0.35	0.53 ± 0.03	7.80	2.4	338
0.7–4	9.26 ± 0.68	1.51 ± 0.07	14.0	2.7	415
0.7–2	7.50 ± 1.04	1.44 ± 0.08	16.0	3.0	431
2–4	5.70 ± 0.79	1.03 ± 0.06	15.3	2.4	828

Таблица 6. Влияние добавки субстрата Цион к коммерческому питательному торфогрунту Флорабел на характеристики растений салата

Объемный % Циона	Масса сырая	Масса сухая	Хлорофилл в листьях, мг/г (±5%)	Нитраты в листьях, мг/кг (±5%)
	г			
0 (контроль)	11.2 ± 0.3	0.91 ± 0.04	1.92	180
2	12.9 ± 0.3	0.94 ± 0.05	2.70	190
8	18.5 ± 0.7	1.17 ± 0.06	2.58	1000
10	20.3 ± 1.2	1.23 ± 0.09	2.52	1220
15	25.1 ± 1.0	1.42 ± 0.08	2.46	1070

фом в течение 1 сут, вызывал заметное угнетение растений.

Добавка торфа не вызывала заметного изменения содержания хлорофилла в листьях, но приводила к резкому возрастанию содержания нитра-

тов. Появление нитратов в растениях в наблюдаемых количествах могло быть вызвано только ростом нитрифицирующих бактерий в присутствии торфа поскольку их практически не было ни в исходном Ционе, ни в торфе. Известно, что

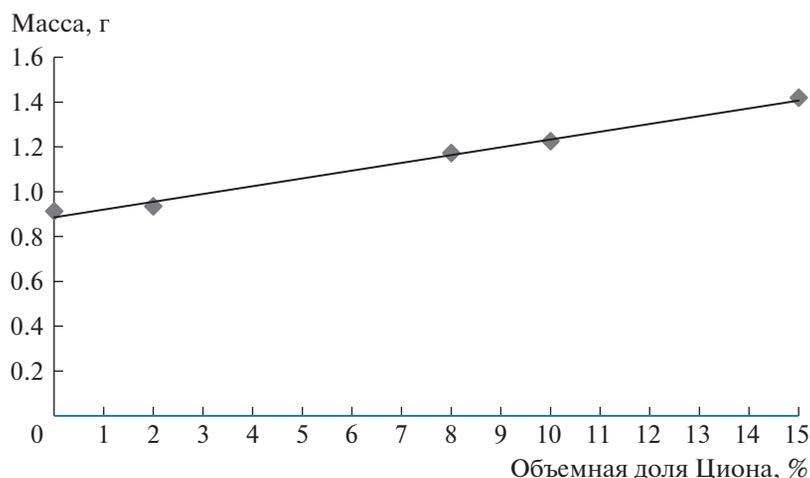
**Рис. 1.** Зависимость биомассы растений от объемной доли (%) субстрата Цион в питательном торфогрунте.

Таблица 7. Параметры биомассы надземных органов растений салата, выращенных на разных субстратах

Субстрат	Добавка Циона на одно растение	Масса сырая	Масса сухая	Нитраты в листьях, мг/кг ($\pm 5\%$)	Прирост урожая на 1 г Циона, г
	г				
	Верховой торф (25 сут после всходов)				
Торф	0	1.4 ± 0.7	0.10 ± 0.04		
	1	4.2 ± 0.5	0.25 ± 0.04	1250	2.8
	2	6.3 ± 1.5	0.36 ± 0.13	–	2.4
	5	8.4 ± 2.4	0.45 ± 0.13	150	1.4
Торф удобренный АЗФК	0	8.3 ± 3.1	0.43 ± 0.17	940	
	1	10.3 ± 4.0	0.54 ± 0.22	–	1.7
	2	11.4 ± 3.4	0.61 ± 0.15	560	1.4
	5	12.5 ± 2.4	0.64 ± 0.12	680	0.8
Дерново-подзолистая почва и песок (36 сут после всходов)					
Почва	0	0.8 ± 0.4	0.11 ± 0.06	50	
	1	3.1 ± 0.4	0.27 ± 0.04	–	2.3
	2	4.9 ± 1.3	0.40 ± 0.10	220	2.0
	5	10.3 ± 2.2	0.84 ± 0.18	1350	1.9
Почва удобренная АЗФК	0	12.7 ± 3.1	0.88 ± 0.21	720	
	1	10.4 ± 3.3	0.65 ± 0.21	–	2.2
	2	14.8 ± 2.2	1.00 ± 0.14	780	2.0
	5	21.1 ± 2.3	1.29 ± 0.14	1210	2.1
Песок	0	0.1 ± 0.02	0.02 ± 0.01	–	
	1	2.5 ± 0.7	0.36 ± 0.11	–	2.2
	2	4.2 ± 1.4	0.64 ± 0.21	50	2.2
	5	10.3 ± 2.9	0.94 ± 0.26	490	2.1
Песок удобренный АЗФК	0	11.7 ± 5.5	0.51 ± 0.30	500	
	1	14.3 ± 4.9	0.73 ± 0.49	–	2.6
	2	16.1 ± 2.5	0.91 ± 0.13	890	2.2
	5	18.1 ± 4.9	1.10 ± 0.30	1320	1.3

бактериальный рост в почве и средах, содержащих органические материалы, резко ускоряется при добавке к ним цеолитов [14, 15]. Достоверного изменения массы корней растений при добавке к субстрату торфа не наблюдали.

Влияние добавок субстрата Цион к питательному торфогрунту. Торфогрунт Флорабел давно используют в садовом и комнатном растениеводстве в Беларуси. В эксперименте использовали вазоны объемом 250 мл, в которые высаживали по одному проросшему семени, повторность трехкратная.

Влияние добавки субстрата Цион к коммерческому питательному торфогрунту Флорабел показано в табл. 6. Из таблицы видно, что добавле-

ние Циона приводило к увеличению урожая и содержания нитратов в листьях салата. Зависимость биомассы растений от объемной доли субстрата Цион в питательном торфогрунте показана на рис. 1. Из приведенных данных видно, что биомасса растений линейно возрастает с ростом объемной доли субстрата Цион. Добавление 2% Циона приводило к минимальному статистически достоверному увеличению сырой биомассы, а 10–15%-ная добавка вызывала ее увеличение примерно в 2 раза.

Влияние малых добавок субстрата Цион к различным грунтам на рост растений. В инструкции производителя субстрата Цион (www.zion-rus.com) рекомендуемая доза его добавки в раз-

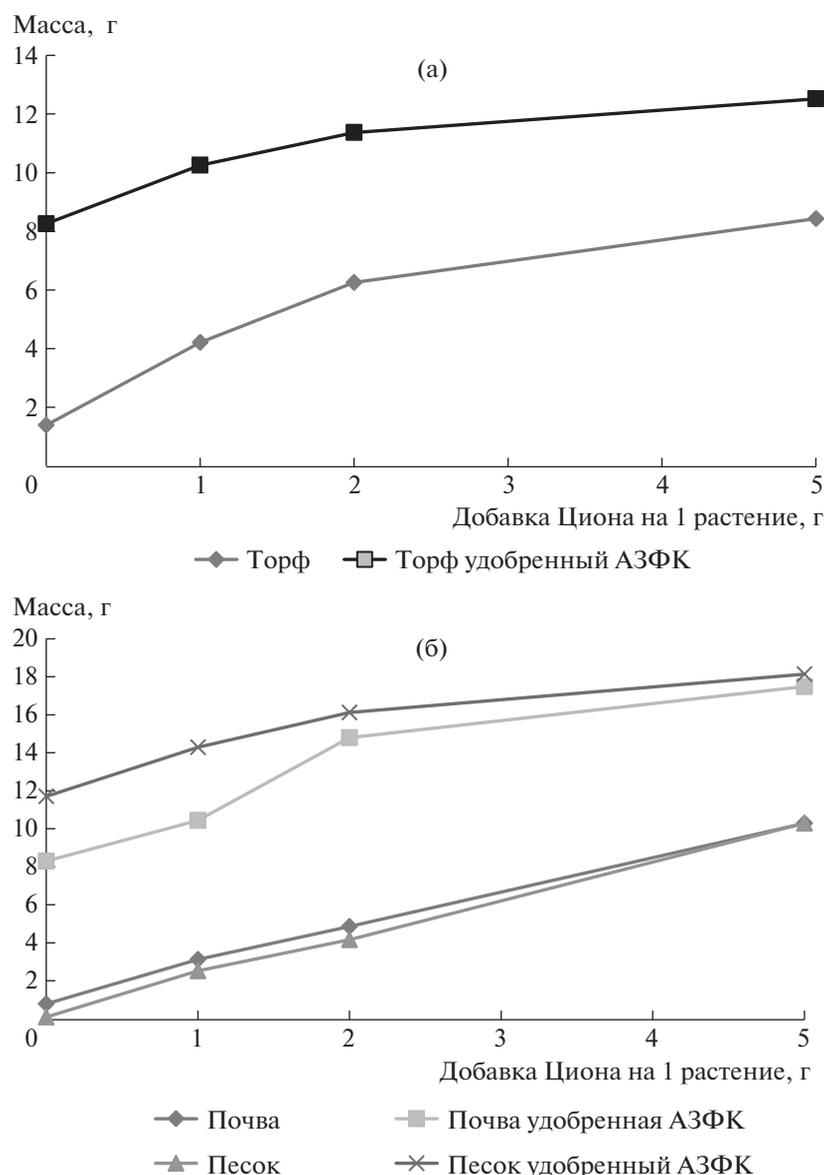


Рис. 2. Урожай вегетативной зеленой массы салата в зависимости от внесения Циона в разных дозах и субстратов: (а) – верховой торф, 25 сут после всходов, (б) – природная дерново-подзолистая пылеватая среднесуглинистая почва и песок, 36 сут после всходов.

личные среды составляет не менее 2 об. % (обычно 3–5%). Влияние меньших добавок не исследовали. В этом эксперименте количество Циона составляло 0, 5, 10 и 25 г (1, 2 и 5 г/растение). Это соответствовало 0.25, 0.5 и 1.25 об. % в питательной среде. В пересчете на 1 га это составило 3.5, 7 и 17.5 т соответственно. Цион вносили в посадочную лунку каждого растения и перемешивали с небольшим объемом основного грунта. Использовали вазоны объемом 2000 см³ с посевной площадью 144 см² квадратной формы и высотой 19.5 см. Посев производили не пророщенными семенами. После появления на растениях первых

настоящих листьев лишние растения удаляли и оставляли 5 растений, расположенных на максимальном расстоянии друг от друга. В качестве основного грунта использовали нейтрализованный верховой торф Двина, крупный песок (частицы 0.5–3.0 мм) и природную дерново-подзолистую среднесуглинистую почву. Добавку субстрата проводили в не удобренные и удобренные АЗФК (марки N16P16K16) основные грунты. Удобрение АЗФК вносили из расчета 1180 кг/га.

В период роста растений с интервалом 2 нед подсчитывали количество листьев и измеряли их длину и ширину. Оказалось, что растения мед-

ленные росли на питательных средах с дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой и песком, чем с торфом. Поэтому их убирали по достижении одинаковой средней длины их листа ~8 см на 36-е и 25-е сут соответственно. Влияние количества внесенного в основной грунт Циона на массу надземных органов растений отражено в табл. 7, рис. 2. Прибавка средней массы одного растения составила от 1 до 3 г/г внесенного Циона. Однако разброс данных массы растений был слишком велик для доказательного заключения об эффективности малых добавок Циона к удобренным грунтам.

Выявлена четко выраженная тенденция к возрастанию урожая при добавке небольших доз Циона ко всем исследованным удобренным и не удобренным средам. Однако эффект добавки должен быть количественно определен в более крупномасштабном эксперименте.

ВЫВОДЫ

1. Гранулометрический состав субстрата Цион существенно влиял на рост растений салата. Оптимальной была фракция с частицами 0.7–3.0 мм. Наличие в субстрате значительного количества пылевой фракции замедляло рост растений.

2. Внесение 2–15% субстрата Цион существенно повышало плодородие питательного коммерческого торфогрунта.

3. Внесение 10% бесплодного верхового торфа в субстрат Цион улучшало рост растений салата.

4. Добавление в различные удобренные и не удобренные среды малых доз субстрата Цион (0.25–1.25%) приводило к заметному росту урожая салата, размер которого может быть определен в широкомасштабном эксперименте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Manolov I., Antonov D., Stoilov G., Tsareva I., Baev M.* Jordanian zeolitic tuff as a raw material for the preparation of substrates used for plant growth // *J. Central Europ. Agr.* 2005. № 6(4). P. 485–494.
2. *Ming D.W., Gruener J.E., Henderson K.E., Steinberg S.L., Barta D.J., Galindo C., Henninger D.L.* Plant growth experiments in zeolitic substrates: applications for advanced life support systems. <http://zeolitavida.eu/wp-content/uploads/2014/06/zeoaponics1.pdf> – date of access 20.06.2019.
3. *Ming D.W., Allen E.R.* Zeoaponic substrates for space applications: advances in the use of natural zeolites for plant growth // *Natural microporous materials in environmental technology* / Eds. Misaelides P., Macásek F., Pinnavaia T.J., Colella C. NATO Sci. Ser. (Ser. E: Appl. Sci.). 1999. V. 362. P. 157–176.
4. *Barbarick K.A., Lai T.M., Eberl D.D.* Exchange fertilizer (phosphate rock plus ammonium-zeolite) effects on sorghum-sudangrass // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1990. V. 54 (3). P. 911–916.
5. *Tan Y.W., Unonis M.N.A., Khairuddin M.I., Shahrudin S., Ng C.C.* Mechanism in using commercial high efficient zeolite base green feed slow release fertilizers // *J. Agr. Chem. Environ.* 2018. V. 7. P. 1–9.
6. *Markovic V., Takac A., Ilin Z.* Effect of different substrates and production way on sweet pepper seedlings quality // *Savremena-poljoprivreda (Yugoslavia)*. 1994. V. 42(1). P. 201–216.
7. *Andronirashvili T., Zautashvili M., Eprikashvili L., Pirtshkalava N., Dzagania M.* New substrate of prolonging action on the basis of natural zeolite and brown coal for growing agricultural crops // *Bul. Georg. National Acad. Sci.* 2011. V. 5. № 2. P. 101–105.
8. *Рязанова О.А.* Научные основы формирования качества плодовоовощной продукции, выращиваемой с применением ресурсосберегающих технологий: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1997. 40 с.
9. *Середина В.П.* Агроэкологические аспекты использования цеолитов как почвоулучшителей сорбционного типа и источник калия для растений // *Изв. Томск. политех. ун-та*. 2003. Т. 306. № 3. С. 56–59.
10. *Тимова В.И., Забегалов Н.В.* Сравнительное изучение влияния цеолита и минеральных удобрений на продуктивность зерновых культур и агрохимическую характеристику светло-серой лесной легкосуглинистой почвы // *Почвовед. и агрохим.* 2014. № 1 (52). С. 190–198.
11. *Солдатов В.С., Ионова О.В., Езубец А.П., Косандрович С.Ю., Вонсович Н.В.* Безнитратный питательный субстрат для растений на основе клиноптилолита // *Докл. НАН Беларуси*. 2019. Т. 63. № 1. С. 55–60.
12. *Солдатов В.С., Косандрович С.Ю., Ионова О.В., Езубец А.П., Вонсович Н.В.* Выращивание салата листового (*Lactuca sativa* L.) сорта Афицион на безнитратном цеолитном субстрате // *Агрохимия*. 2020. № 3. С. 31–36.
13. *Курбанов С.А.* Земледелие. М.: Изд-во “Юрайт”, 2020. 274 с.
14. *Karlicic V., Zivanovic I., Matijasevic V., Niksic M., Rac V., Simic A.* Stimulation of soil microbiological activity by clinoptilolite: the effect on plant growth // *Ratar. Povtr.* 2017. V. 54 (3). P. 117–123.
15. *Weatherley L.R., McVeigh R.J.* The enhancement of ammonium ion removal onto columns of clinoptilolite in the presence of nitrifying bacteria, In *Ion exchange at the millennium*. L.A. Greig, Imperial College Press, 2000. 141 p.

**Cultivation of Leaf Lettuce *Lactuca sativa* L. on Mixtures
of Zeolite Substrate
with Bare and Fertilized Grounds**

V. S. Soldatov^{a,#}, A. P. Ezubets^a, O. V. Ionova^a, and S. U. Kosandrovich^a

^a *Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus
Surganov str. 13, Minsk 220072, Republic of Belarus*

[#] *E-mail: soldatov@ifoch.bas-net.by*

In laboratory conditions, several variants of using the zeolite substrate Zion® in the cultivation of leaf lettuce *Lactuca sativa* L. were tested in pot experiments: 1 – a pure substrate with a different granulometric composition and its mixture with neutralized high-moor peat; 2 – 2–5% additives to commercial nutrient peat; 3 – small additives (0.3–1.5% vol.) to fertilized and non-fertilized neutralized peat, sand and natural sod-podzolic soil. It was found that the best properties are obtained by a substrate with a particle size of 0.7–3 mm; the greatest fertility is a mixture of zeolite substrate with 10% neutralized peat; regardless of the nature of the main soil. Adding Zion to the pot causes an increase in the yield of the above-ground mass of plants on average by 2 grams per gram of zeolite substrate.

Key words: zeolite substrate, lettuce *Lactuca sativa*, nutrient soil additions.