

**NUTRIENT SUBSTRATE FOR PLANTS ON THE BASE OF ZEOLITES**

**V. S. Soldatov, A. P. Ezubets, V. V. Saprykin,  
E. G. Kosandrovich, L. N. Shachenkova**

**Summary**

Studied zeolite substrates consist of chemically modified clinoptilolite of the Kholinsky deposit (Transbaikal group, Russia) and contain correcting additives – natural phosphate minerals. Zeolite is saturated with  $K^+$  and  $NH_4^+$  ions, the molar ratio of which (N/K) can vary in the range of  $N/K = 0,5-4$ . The pH value of the water in contact with the substrate can also be set during the production process ( $pH = 4,5-7,5$ ). We studied the cultivation of the following crops in laboratory pot experiments: leaf lettuce; ryegrass; tomatoes; cucumber; seed potatoes; garden strawberries; zucchini; sweet pepper; arabidopsis; marigold; peas. As the main test culture for elucidating the influence of various factors on plant growth, we used leaf lettuce cultivar Aficion (*Lactuca sativa*, Aficion). Using this example, the influence of the following factors on plant growth on nutrient media containing a zeolite substrate was studied: granulometric composition of the substrate; the influence of the content of the substrate in mixtures with various sterile and nutritious soils; pH of water in contact with the substrate; the ratio of mobile nitrogen and potassium in the substrate. All tested plants can grow on 100 % zeolite substrate and respond positively to the addition of such a substrate to fertilized and non-fertilized soils. The addition of a relatively small amount of non-fertilized neutralized high-moor peat to the zeolite substrate dramatically improves plant growth. Plants grown on such mixtures contain an order of magnitude less nitrates in biomass than on nutrient soils fertilized with nitrates with comparable biomass yields.

*Поступила 03.05.21*

УДК 635.64:631.589:631.811

**ДИНАМИКА РОСТА РАСТЕНИЙ ТОМАТА НА СМЕСЯХ  
ЦЕОЛИТНОГО СУБСТРАТА И ВЕРХОВОГО ТОРФА**

**В. С. Солдатов, А. П. Езубец**

*Институт физико-органической химии Национальной  
академии наук Беларуси,  
г. Минск, Беларусь*

**ВВЕДЕНИЕ**

Недавно разработанный питательный ионообменный цеолитный субстрат [1] предназначен для выращивания растений по технологии ионитопоника без внесения подкормок на протяжении всего цикла развития растения. Он содержит полный комплект ионов питательных элементов, связанных электростатически силами с неорганическими, нерастворимыми в воде, носителями. Эти ионы

не могут спонтанно переходить в раствор и доступны растению за счет эквивалентного обмена на ионные метаболиты растения и ионы, присутствующие в поливной воде. Субстрат допускает прямой контакт с корнями растения и может применяться в виде добавок в почву или в чистом виде. В научной литературе он почти не описан, что препятствует его широкому применению в практике растениеводства различного уровня. В имеющихся публикациях [2, 3] описывается влияние различных факторов на рост двух культур растений – салата листового сорта Афицион и райграса лугового в лабораторных условиях на этом субстрате и его смесях с другими грунтами. Первостепенной задачей на пути исследования возможности широкого применения питательных цеолитных субстратов в практику является накопление экспериментальных данных о выращивании различных растений на этих субстратах. Одной из областей возможного применения является их использование для растениеводства в комнатных условиях или в витаминных мини оранжереях малых изолированных поселений, рассчитанных на длительное автономное существование. Можно полагать, что цеолитные субстраты по комплексу свойств могут наилучшим образом соответствовать питательным средам для выращивания растений в таких условиях. Важнейшими из них являются следующие.

Питательный цеолитный субстрат имеет большой запас сбалансированных по пропорциям питательных элементов, позволяющий без подкормок выращивать растения на протяжении нескольких вегетаций на небольшом количестве субстрата. Единственной операцией по уходу за растениями после посева является их полив водой питьевого качества, что позволяет выращивать растения без профессионального обслуживания. Субстрат стерилен по способу получения и стерилизуем после использования, срок его хранения не ограничен. Ранее он был успешно испытан на растениях салата [2, 3], имеющих короткий вегетационный период и не требующих больших объемов вегетационных сосудов.

В научной литературе имеется большое количество публикаций о выращивании томатов на различных питательных средах, в состав которых входят природные цеолиты [4–11]. Химически модифицированный цеолит, на основе которого изготавливается описываемый субстрат, содержит питательные вещества для растений в концентрациях более чем на порядок превышающие таковые для питательных растворов или лучших почв, что создает предпосылки для его использования в малых вегетационных сосудах при выращивании относительно больших растений. В настоящей статье приводятся данные о выращивании штамбовых детерминантных томатов на чистом субстрате и его смесях с нейтрализованным верховым торфом в вегетационных сосудах с объемом питательной среды 0,45 дм<sup>3</sup> без подкормок на протяжении всего цикла развития растений от посева семенами до получения плодов. При использовании других питательных сред рекомендуемый объем вегетационного сосуда составляет не менее 3 дм<sup>3</sup> при нескольких периодических подкормках. Экономия площади является одним из критически важных условий для обеспечения возможности выращивания растений в малых замкнутых системах.

## МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Описание выращиваемых растений.** Питательные среды получались путем механического смешивания цеолитного субстрата, полученного в лаборатории из компонентов, изготовленных на опытном производстве ООО «Экохимпром» (РБ), и коммерческого нейтрализованного доломитом верхового торфа Двина. Образцы субстрата, использовавшегося в экспериментах, имели разное соотношение азота и калия (табл.1) при постоянном содержании остальных основных питательных элементов:  $Mg^{2+}$  – 1,8,  $Ca^{2+}$  29 мэкв/100 г; P – 7,6 ммоль/100 г (по данным изготовителя).

Таблица 1

### Номинальное содержание и мольное соотношение N:K в экспериментальных образцах субстрата

№ образца	N : K	$NH_4^+$ мэкв/100 г	$K^+$ мэкв/100 г
1	0,5 : 1	16,5	33
2	1 : 1	25	25
3	2 : 1	33	16,5
4	3 : 1	37,5	12,5

В таблице 2 приводится ионный состав исходной и приведенной в равновесие с экспериментальными образцами субстрата поливной воды, в качестве которой использовалась артезианская вода минской водопроводной системы.

Таблица 2

### Равновесный состав растворов, образующихся при контакте образцов субстрата с водопроводной водой

№ суб-страта	Концентрация, ммоль/л								
	$NH_4^+$	$K^+$	$Na^+$	$Mg^{2+}$	$Ca^{2+}$	$Cl^-$	$SO_4^{2-}$	$NO_3^-$	$H_2PO_4 + HPO_4^{2-}$
1	2,51	3,13	3,27	1,03	2,12	5,72	0,54	0,19	3,80
2	3,19	2,19	2,41	0,57	1,15	2,04	0,57	0,16	3,58
3	4,23	1,98	2,39	0,57	1,10	2,26	0,58	0,17	4,26
4	4,60	1,68	2,29	0,57	1,07	2,01	0,56	0,17	3,91
Вода	0	0	0,50	1,34	3,19	0,76	0,54	0,18	0
Торф	0,15	0,07	0,47	3,58	1,98	0,63	0,85	0	0

Для полива растений использовалась водопроводная вода, состав которой приводится в таблице 2 вместе с составами водных вытяжек из экспериментальных цеолитных субстратов и торфа.

Для выращивания растений использовались черные пластиковые вегетационные сосуды объемом 500 мл, которые заполнялись на 450 мл питательной средой.

Состав смесей цеолитного субстрата с нейтрализованным верховым торфом Двина представлен в таблице 3.

Полив осуществлялся с помощью автоматической системы порциями по 40 мл не менее трех раз в сутки и корректировался в соответствии с размером растений. Для освещения использовались лампы ДНБО1-4х9-001 У4.1 «Светодар»

с соотношением красной и синей областей спектра 4 : 1 и уровнем освещенности 5000 Лк при длительности светового периода 18 ч. Температура поддерживалась на уровне 20–22 °С днем и 18–20 °С ночью.

Таблица 3

**Объем цеолитного субстрата (Ц) в смеси с торфом (Т) и масса абсолютно сухого торфа в экспериментальных питательных средах**

Показатель	Ц %								
	0	3	5	10	50	90	95	97	100
Масса Ц, г	0	13,5	22,5	45	225	405	427,5	436,5	450
Масса Т, г	150	145,5	142,5	135	75	15	7,5	4,5	0

**Водоудерживающая способность.** Водоудерживающие свойства цеолитного субстрата различного фракционного состава характеризовались вертикальным распределением воды по слою субстрата. Предварительно определялось количество воды, поглощаемое кристаллической решеткой цеолита. Проба цеолита, выдержанного в воде центрифугировалась в пробирке с пористым дном в течение 10 мин при 4000 об/мин. Из разницы весов влажного и сухого образца рассчитывался процент поглощенной цеолитом воды. Для нашего образца цеолиты он оказался равным 14,2 %. Для определения количества капиллярной воды в цеолитном субстрате на разных уровнях от зеркала воды сосуд с сухим субстратом помещался в воду так, чтобы субстрат на 1 см был погружен в воду. По прошествии времени, необходимого для наступления гидродинамического равновесия (24 часа), отбирались пробы грунта 2–3 г на высоте от уровня воды 8,5, 4,5 и 1 см и в них определялось общее количество воды как описано выше. Из полученных величин вычиталось количество воды, поглощенное кристаллической решеткой цеолита. Таким образом было установлено, что на выбранных уровнях содержание капиллярной воды в субстрате составляло 4, 14 и 23 % соответственно.

Для того, чтобы имитировать состояние поверхностного слоя грунта после обильного полива было проведено прямое определение влагосодержания в этом слое в следующем эксперименте. Сосуды с субстратом и с его смесью с 10% торфа полностью затоплялись водой и выдерживались в этом состоянии в течение двух часов. Затем они извлекались из воды и вода, содержащаяся в сосуде, свободно вытекала из него. Через час после прекращения вытекания из верхних слоев глубиной 2–3 см отбирались пробы питательной среды и в них определялось общее количество задержанной воды и рассчитывалось количество капиллярной воды как описано выше. Оно оказалось равным для смеси субстрата с 10 % добавки торфа – 32,0 %.

**Количественная оценка объема кроны растений.** Универсального метода строгого измерения объема или массы тела растущего растения не существует. Среди известных из литературы методов определения размера кроны растений [12–14] метода, полностью подходящего для нашего случая по простоте, трудоемкости и стоимости требуемого оборудования нет. Предлагаемый ниже метод наиболее близкий по смыслу к описанному в работе [15], основан на анализе фотографий растений в нескольких ракурсах.

В процессе выращивания в наших экспериментах проводились фенологические наблюдения, измерение высоты и средней ширины кроны растений, из кото-

рых рассчитывался объем, занимаемый кроной, который принимался в качестве основного параметра мониторинга. Методика измерений поясняется рис. 1.

Анализируя архитектурные модели кроны растений, приведенные в исчерпывающем обзоре [14], растения наших экспериментальных томатов наилучшим образом соответствуют архитектурному типу Barthelemy [16]. Хотя они могут иметь сложную и нерегулярную форму, их объем с приемлемой точностью может быть аппроксимирован эллипсоидом вращения. На рисунке 1 представлены упрощенные схематические проекции растения в двух ракурсах, которые могут быть использованы для определения длины оси вращения и максимальной ширины аппроксимирующего эллипсоида, как показано на рисунке.

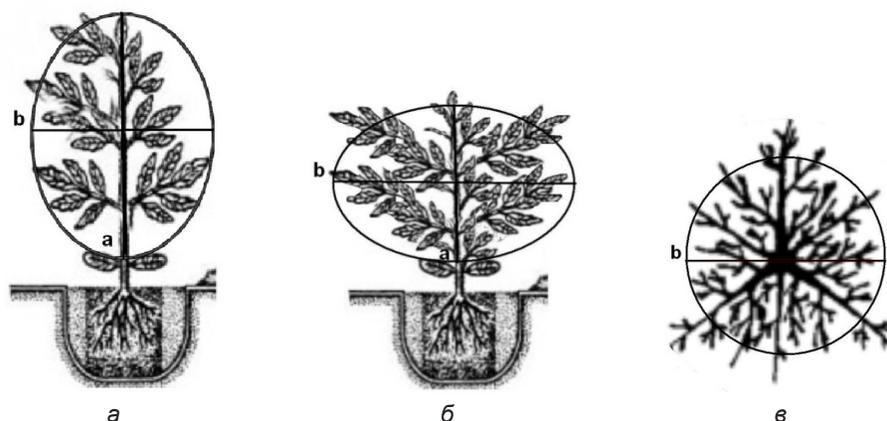


Рис. 1. Аппроксимация проекций схематического растения вытянутым (а) и сплюснутым (б) эллипсами; в – вид растения и проекции эллипса сверху; а и b – полуоси аппроксимирующего эллипсоида вращения

Объем эллипсоида рассчитывается по формуле:

$$V = (4\pi/3)ab^2.$$

Значения длины полуосей эллипсоида, а и b, находились путем прямого измерения этих параметров для каждого экспериментального растения. Длина оси вращения а находилась как расстояние между местом семядольных листьев на стебле и вершиной растения, определяемой как место верхней точки аппроксимирующего эллипса боковой проекции растения. Радиус вращения b находился как половина среднего из измерений трех расстояний между противоположными точками на вертикальной проекции растения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние состава смеси субстрат – торф проводилась с образцом субстрата, имеющим N : K = 2 : 1. Посадка растений проводилась не проросшими семенами на глубину 1 см по 4 семени на сосуд. Всходы появились на 10–15-й день. Оценка всхожести проходила на 20 день после посадки в грунт и после этого в сосуде оставляли одно растение лучшего качества. Они были дружными на торфе и

слабыми на чистом субстрате и на средах с 10 и менее процентами торфа. Как видно из рисунка 2, растения томатов практически не развивались на чистом торфе и его смеси с малой добавкой цеолитного субстрата (3 и 5 %) и начинали удовлетворительно развиваться, начиная со смеси с 10 % субстрата. Медленно развивались в первый период и растения на чистом цеолитном субстрате, однако их рост со временем ускорялся и к 37-му дню они догнали растения, росшие на смесях с торфом и дали полноценные плоды. Добавка 5 % торфа привела к резкому ускорению их роста.

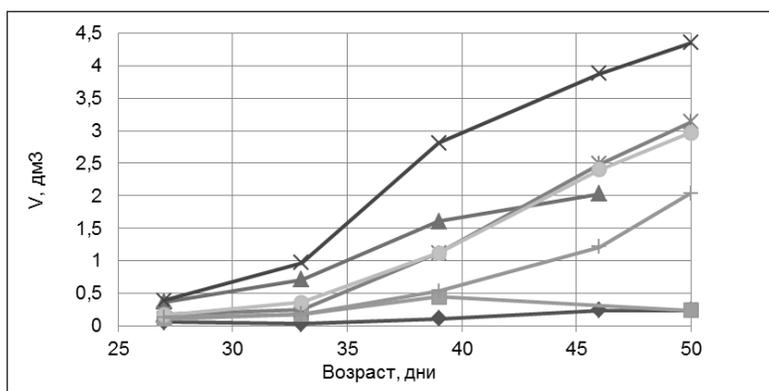


Рис. 2. Зависимость объема кроны растений от содержания цеолитного субстрата с N: K=2:1 от времени выращивания (дни): ◆ – 0, ■ – 5, ▲ – 10, □ – 50, × – 90, ● – 95, + – 100 % при различном содержании цеолитного субстрата в смеси с торфом



Рис. 3. Зависимость объема кроны растений от процента цеолитного субстрата в питательной смеси при различном сроке выращивания растений: ◆ – 27, ■ – 33, ▲ – 39, □ – 46 дней

Из рисунка 3 видно, что добавление в верховой торф 5 % субстрата не привело к улучшению роста растений. В отличие от этого, его малые добавки (1–5 %) к другим бесплодным или бедным грунтам (песок, вермикулит, керамзит, дерново-подзолистая почва) резко улучшали рост растений салата и райграса [2, 12]. Растения салата существенно лучше росли на смесях субстрата с не удобренным торфом, чем с песком, несмотря на то, что запас корневого питания в обоих слу-

чаях был одинаковым. Контрольный опыт показал, что урожай салата на чистом торфе был пренебрежимо мал. При использовании 10 % субстрата и более отмеченный негативный эффект компенсируется добавкой субстрата и рост растений существенно ускоряется, достигая максимума при 50 %.

Зависимости объема кроны растений ( $V$ ) от объемного процента цеолитного субстрата ( $x$ ), независимо от возраста растений до начала плодоношения качественно одинаковы. Для них характерны следующие закономерности:

- 1) небольшая область медленного подъема  $V$  в интервале  $x = 0-5$  %;
- 2) резкий подъем зависимости  $V = f(x)$  на участке  $x = 5-10$ %;
- 3) растянутый максимум при  $x$  около 50 % в интервале  $x = 10-95$  %;
- 4) резкое уменьшение  $V$  в интервале  $x = 95-100$  %.

Есть основания полагать, что такая сложная зависимость  $V = f(x)$  связана со свойствами цеолитсодержащей питательной среды. В работе [2] мы сообщали о аналогичной зависимости, наблюдавшейся при выращивании на этих же питательных средах салата листового сорта Афицион. В этой работе было проверено предположение о том, что сильный положительный эффект добавки верхового торфа к субстрату, вызван тем, что из торфа выделяются какие-то вещества, способствующие росту растений. Однако эта идея не нашла подтверждения, т. к. полив растений, растущих на смеси субстрата с отмытым песком водой, контактировавшей с торфом, приводил к угнетению растений. Возможно, это является причиной медленного увеличения  $V$  по сравнению с ожидаемым при слишком малом содержании субстрата, недостаточным для компенсации подавляющего рост растений водного торфяного экстракта. Остается не ясным, относится ли это к конкретному образцу использованного в нашем эксперименте верхового торфа или оно свойственно и другим образцам. В любом случае этот факт необходимо учитывать при практическом использовании субстрата в смеси с различными грунтами и при необходимости корректировать количество добавляемого в питательную среду субстрата, рекомендуемого производителем 2–5 % от объема. Последующее быстрое ускорение роста растений вызвано возрастающим улучшением условий корневого питания до достижения ~50 % субстрата в питательной среде. Когда содержание торфа в ней становится ниже 5 %, рост растений в период формирования кроны (до 46-го дня) резко замедляется. Возможной причиной того, что растения не могут использовать большой запас питательных веществ, содержащийся в цеолитном субстрате, является отсутствие хорошего контакта между корнем и минеральными частицами субстрата.

Мы полагаем, что причиной замедленного роста растений на чистом субстрате являются его неблагоприятные водоудерживающие свойства. Специально поставленные эксперименты показали, что высота капиллярного поднятия воды по слою не использованного субстрата в сосудах емкостью 0,5 л и высотой его слоя 9 см недостаточна для обеспечения нормального прорастания семян и роста растений.

Возможно, что добавление небольшого количества бесплодного торфа вызывает резкое ускорение роста растений за счет наличия в нейтрализованном верховом торфе кальция и магния, а также образования гидрофильных ион-проводящих мостиков из частиц торфа между корнем и частицами субстрата, облегчающих процессы ионного обмена между ними. Как показано выше, добавка 10 % торфа к цеолитному субстрату приводит к резкому увеличению влажности питательной

среды в верхней части сосуда глубиной 2–3 см. Это соответствует увеличению содержания доступной растению капиллярно связанной воды почти в 3 раза – с 12 до 33 (г воды)/(г питательной среды).

Этот эффект уменьшается и исчезает на поздней стадии роста растений (50 и более дней), когда такие контакты формируются за счет коллоидных веществ, накапливающихся в ризосфере при росте растения [18].

Рисунок 4 показывает, что доля субстрата в смеси с торфом и по-разному влияет на величину растения при различном соотношении в нем N:K. После начала периода быстрого роста (39 дней), увеличение доли аммонийного азота в питательной среде вызывает быстрое увеличение кроны при небольшом содержании в ней субстрата (10 %). Если же основным компонентом питательной среды является цеолитный субстрат (90 %), то эта зависимость имеет максимум при N:K = 1:1, особенно хорошо выраженный на поздних стадиях развития растений.

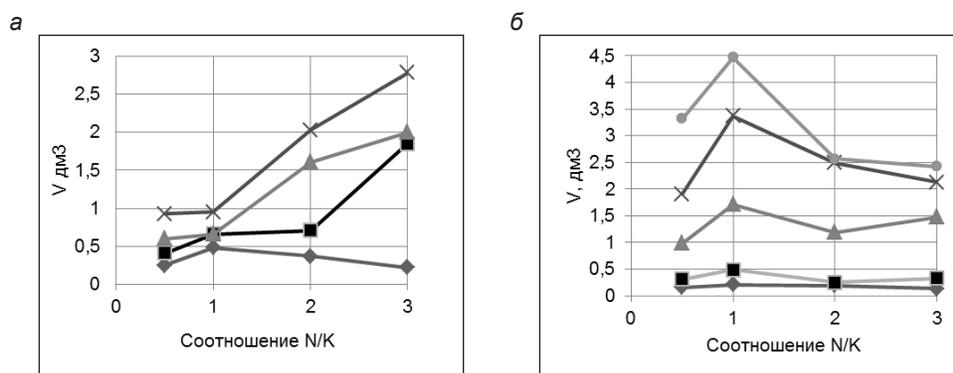


Рис.4. Влияние соотношения N/K и возраста растений на объем кроны на смесях, содержащих 10 % (а) и 90 % (б) цеолитного субстрата. Возраст растений:

◆ – 27, ■ – 33, ▲ – 39, ✕ – 46, ● – 50 дней

После 46–50 дней роста формирование кроны растений в основном заканчивается и начинается период цветения и плодообразования. По прошествии этого срока, следить за развитием растений по измерению объема кроны стало невозможно из-за увядания и опадения части листьев. На листьях появились явные признаки заболевания растений вирусной мозаикой, и мониторинг был остановлен.

Растения были заражены в разной степени, болезнь в результате привела к засыханию части растений. Все растения, росшие на субстрате с 10 % субстрата и менее, были сняты с эксперимента на 48–60 день выращивания. С остальных растений периодически убиралась засохшая листва. После 70 дня роста на растениях, росших на средах с 9 % и более субстрата при N:K = 1:1, начали появляться плоды. Количество созревших плодов на 110 день роста растений составляло 7–9. Растения на чистом цеолитном субстрате и на всех смесях с содержанием торфа больше 90% догнали по высоте растения, росшие на смесях с торфом и дали полноценные плоды.

Масса одного плода варьировалась в пределах 7–11 г. Они не имели внешних дефектов, имели приятный вкус и аромат. Пример, приведенный на рисунке 5,

показывает, что растения имели хорошо развитую корневую систему. Их плоды содержали очень мало нитратов (19–66 мг/кг при допустимом содержании 150–300 мг на 1 кг сырой продукции).

На момент окончания эксперимента созревание плодов продолжалось.



Рис. 5. Вид растения с корневой системой на 160-й день выращивания (а), нижние листья удалены; плоды на 110-й день выращивания (б)

## ВЫВОДЫ

Исследованный питательный цеолитный субстрат обладает достаточным запасом сбалансированных по составу ионов питательных веществ для того, чтобы обеспечить полноценный рост растений томата детерминантного сорта Красная жемчужина в сосудной культуре от посева семенами до получения полноценных плодов в сосудах, содержащих 450 мл чистого субстрата или его смеси с бесплодным верховым торфом. Полученные плоды обладали хорошими органолептическими свойствами и содержали менее 19–66 мг/кг нитратов на килограмм.

Недостатком субстрата является его низкая водоудерживающая способность, приводящая к замедленному развитию растений томата в начальный период их развития. Этот недостаток может быть устранен добавкой к цеолитному субстрату небольших количеств (5 % и более от объема) нейтрализованного не удобренного верхового торфа.

Предложен способ количественной оценки объема кроны растения томата путем аппроксимации ее формы эллипсоидом, длины осей которого определяются измерением его средней высоты и ширины. Проведен мониторинг развития растений по зависимости объема кроны от времени выращивания который показал, что наибольшим плодородием обладают смеси не удобренного верхового торфа с содержанием цеолитного субстрата 10–90 % от объема.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Питательный субстрат для растений на основе цеолитов / В. С. Солдатов [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2021. – № 1(66). – С.
2. Безнитратный питательный субстрат для растений на основе клиноптилолита / В. С. Солдатов [и др.] // Доклады НАН Беларуси. – 2019. – № 1. – С. 55–60.
3. Выращивание салата листового (*Lactuca sativa* L.) сорта Афицион на безнитратном цеолитном субстрате / В. С. Солдатов [и др.] // Агрохимия. – 2020. – № 3. – С. 31–36.
4. Evaluation of zeolite as a component in organic growing substrates for tomato transplant production / С. Lafreniere [et al.] // Acta Hort. – 2011. – № 893. – P. 1215–1222.
5. Рязанова, О. А. Научные основы формирования качества плодовоовощной продукции, выращиваемой с применением ресурсосберегающих технологий: дис. ... д-ра технич. наук: 05.18.15 / О. А. Рязанова. – М., 1997. – 359 л.
6. Lopez, J. Effect of substrate culture on growth, yield and fruit quality of the greenhouse tomato / J. Lopez, F. Vбsquez, F. Ramos // Acta Horticulturae. – 2004. – № 659. – P. 417–424.
7. Berar, V. Research concerning the zeolites influence, used in the culture substratum, upon the quality of greenhouse grown tomato / V. Berar, Gh. Poґta // Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology. – 2011. – Vol. 15(4) – P. 45–47.
8. Ashraf, S. The effect of different substrates on the vegetative, productivity characters and relative absorption of some nutrient elements by the tomato plant / S. Ashraf // Advances in Environmental Biology. – 2011. – Vol. 5(10). – P. 3091–3096.
9. Tzortzakis, N. G. Impacts of the substrate medium on tomato yield and fruit quality in soilless cultivation / N. G. Tzortzakis, C. D. Economakis // Horticultural Science. – 2008. – № 35. – P. 83–89.
10. Zeolites in media mixes for soilless production: first results on tomato / M. Feccondini [et al.] // Acta Horticulturae. – 2011. – № 893. – P. 1007–1012.
11. Postnikov, A. V. Vegetable growing in zeolite / A. V. Postnikov, A. V. Zekunov, N. A. Eliseev // Agricultural Chemistry. – 1991. – № 11. – P. 22–25.
12. Carrijo, O. A. Tomato crop production under different substrates and greenhouse models // O. A. Carrijo, M. C. Vidal, N. Makishima // Horticultura Brasileira. – 2004. – № 22(1). – P. 5–9.
13. Выращивание салата листового на смесях цеолитного субстрата с бесплодными и питательными грунтами / В. С. Солдатов [и др.] // Агрохимия. – 2021. – № 2 – С. 47–54.
14. Электронный ресурс [https://ru.qaz.wiki/tree\\_crown\\_measurement](https://ru.qaz.wiki/tree_crown_measurement).
15. Антонова, И. С. Архитектурные модели кроны древесных растений / И. С. Антонова, О. В. Азова // Ботанический журнал. – 1999. – Т. 84, № 3. – С. 10–32.
16. Мониторинг развития растений на основе алгоритмов анализа изображения / А. Н. Вальвачев [и др.] // Материалы международного конгресса по информатике: Информационные системы и технологии, БГУ. – Минск, 2016. – С. 127–130.

17. *Barthelemy, D.* Establishing of modular growth in tropical tree: *Iseria coccinea* Vahl. (Rubiceal) / *D. Barthelemy* // *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*. – 1986. – № 1159. – P. 89–94.

18. *Волков, О. И.* Влияние корневых выделений прорастающих семян ячменя (*Hordeum vulgare* L.) на качественный и количественный состав органических компонентов почвы / *О. И. Волков* // *Журнал общей биологии*. – 2010. – Т. 71. – № 4. – С. 359–368.

## **GROWTH DYNAMICS OF TOMATO PLANTS ON MIXTURES OF ZEOLITIC SUBSTRATE AND HIGH-MOOR PEAT**

**V. S. Soldatov, A. P. Jezubets**

### **Summary**

The effect of the composition of mixtures of a nutritious zeolite substrate with non-fertilized neutralized high-moor peat on the growth of determinant tomatoes in a laboratory pot experiment was studied. Zeolite substrate contained a complete set of inorganic substances necessary for plants. In the experiment, the content of the zeolite substrate in a mixture with peat (0–100 %) and the molar ratio of nitrogen and potassium (N:K = 0,5:1 – 3:1) were varied with a total content of these elements of about 50 meq/100 g of substrate. The cultivation of tomatoes was carried out in pots containing 450 ml of nutrient medium during the full cycle of plant development (from seed to ripe fruits). Watering was carried out with drinking-quality tap water. No plant feeding was carried out during plant growth. In the process of plant growth, monitoring of the crown volume was carried out using the proposed method, which is based on periodic measurement of the height and width of the projection of the plant from different angles. This made it possible to plot the dependence of the crown volume depending on the growing time, the percentage of the substrate in the mixture with peat, and the N: K ratio. It has been shown that nutrient media containing 50 and more percent of zeolite substrate have a sufficient supply of nutrient ions balanced in composition to ensure the full growth of tomato plants of the determinant cultivar Red Pearl. The largest crown volume and fruit mass were observed when using a mixture of 10 % peat with 90 % zeolite substrate with a ratio of N: K = 2:1.

*Поступила 03.05.21*