

УДК 632.95.026.1 : 635.012

ВЛИЯНИЕ ЦЕОЛИТОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ЖИЗНЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ГИБРИДНЫХ ФОРМ РАСТЕНИЙ**Подковыров И.Ю., Костин М.В., Долгова А.И., Филипчук О.Д., Несват А.П.**

Реферат. Исследования проводили с целью определения влияния цеолита на жизненные процессы растений для разработки приёмов повышения их продуктивности и устойчивости в сложных условиях выращивания. При интенсивной технологии возделывания томата в защищённом грунте выявлена тенденция к зафосфачиванию почвы. Исследования, проведённые на двух опытных участках (в Нижнем Поволжье и Западном Прикаспии), показали, что в результате систематического и не сбалансированного внесения удобрений в течение выращивания тепличного томата содержание подвижного фосфора увеличивается до 302,7 мг/кг. В условиях повышенного содержания хлоридов и сульфатов это ухудшает рост культуры, способствует развитию и распространению инфекционных заболеваний (вертициллёза - 0,23%, фузариоза - 0,24%, фитофтороза - 0,19%, вируса табачной мозаики - 0,05%). Исследования показали, что гибриды томата, содержащие новые генетические конструкции устойчивости к основным грибковым заболеваниям и вирусу табачной мозаики, не обеспечивают абсолютной защиты организмов. Распространение болезней в посадках гибридов ниже только на 5,7-7,8 %. Выявлено положительное влияние цеолита при внесении в грунт при выращивании томата. Сфера применения цеолита в растениеводстве с каждым годом расширяется благодаря уникальным свойствам данного природного минерала. Он обладает не только адсорбирующей способностью, но и содержит комплекс микроэлементов, необходимых для минерального питания растений, улучшает структуру грунтов. Однако влияние цеолитов на жизненные процессы растений слабо изучено. Это направление открывает новые возможности в разработке технологических приёмов улучшения минерального питания гибридных форм растений при производстве продукции растениеводства. Применение цеолита в норме 15 кг/м² грунта теплицы увеличивает урожайность томата на 12,1-19,3%.

Ключевые слова: рост, растительные ткани, жизненные процессы, цеолит, агрохимические свойства, живые системы.

Введение. Основной задачей растениеводства является повышение продуктивности сельскохозяйственных культур. Исследования в решении данного вопроса охватывают два направления. Первое связано с созданием высокоурожайных гибридных форм растений (новых генетических конструкций) [1]. Второе - использованием в процессе выращивания приёмов, обеспечивающих в полной мере реализацию генетически заложенного потенциала продуктивности [2, 3]. Сочетание этих двух направлений показало высокую эффективность в овощеводстве, где используются наиболее передовые и интенсивные технологии возделывания культур [4]. Урожайность современных овощных гибридов (томата, капусты, огурца, моркови, лука и других) за последние 20 лет увеличилась в 2,0- 2,5 раза [5]. Поиск новых способов и приёмов в этом направлении является актуальным для растениеводства [6, 7, 8]. Достаточно полно изучено влияние макро- и микроэлементов на физиологические процессы растений [3]. Однако влияние на растительные организмы синергетически взаимосвязанных по свойствам новых агроминералов с комплексом полезных качеств представляет интерес для исследования [2].

Одним из таких минералов является природный цеолит. Достаточно хорошо известна

его сорбирующая способность в жидкостях. Однако возможность использования в сельскохозяйственном производстве мало исследована. Цеолит отличается уникальным химическим составом. В его основе содержится клиноптилолит, образующий структурную основу минерала. Цеолиты — это водные алюмосиликаты кальция, натрия, калия, бария и некоторых других элементов. В группу цеолитов входит более сорока минералов, которые различаются и по составу (в особенности по количеству молекул воды в кристаллогидрате), и, конечно же, по физическим и химическим свойствам. Но практически у всех представителей этой группы минералов есть общее свойство — они хорошие сорбенты, обладают ионообменными свойствами, способны изменять подвижность отдельных ионов и работать молекулярными ситами [9, 10]. Повышать устойчивость растений к возбудителям болезней, увеличивать их продуктивную функцию и качество продукции, быть преумножителями плодородия почв [4, 6, 11, 12].

Целью исследований являлось выявление влияния цеолита на жизненные процессы растений для разработки приёмов повышения продуктивности и устойчивости в сложных условиях выращивания.

Условия, материалы и методы исследований. В качестве объекта выбрана культура

томата, так как отличается разнообразием гибридных форм новых генетических конструкций и востребованностью плодов на рынке.

Для изучения агрохимических свойств цеолитов были составлены грунтовые смеси со светло-каштановой почвой, торфом, песком и кокосовым субстратом. Эти грунты наиболее широко используют при выращивании томатов в защищённом грунте. Анализ физико-химических свойств проводили в водных вытяжках, приготовленных по общепринятой методике. В качестве контроля использовали чистые грунты (торф, песок, почву). Цеолит добавляли в количестве 25% и 50% по массе смеси. В водных вытяжках измеряли параметры рН, ЕС, содержание легкорастворимых солей. Минеральный состав почвы на опытных участках анализировали в лаборатории ФГБУ «ЦАС Волгоградский»: азот согласно МУ М-1989, подвижный фосфор и обменный калий по ГОСТ 26205-91, содержание катионов и анионов по ГОСТ 26423-85, ГОСТ 26428-85, ГОСТ 26487-85, ГОСТ 26426-85, ГОСТ 26425-85.

Влияние водной вытяжки цеолита на жизненные процессы растений томата изучали в вегетационном опыте и лабораторных условиях на семена. С этой целью был проведён двухфакторный опыт, где первый фактор – сорта (Новичок, Подарочный) и гибриды новых генетических конструкций (Пинк пардаиз F₁, Биг биф F₁) томата генотипов разной сложности. Второй фактор – различные варианты приготовления водной вытяжки с добавлением к воде цеолита от 1 до 20 г/л. Изучали влияние водной вытяжки из цеолита на рост и развитие растений томата на ранних стадиях онтогенеза. Ростовые процессы исследовали периодическим измерением длины метамерных органов. При изучении развития отмечали скорость прохождения отдельных фенологических фаз по вариантам опыта [13].

Полученный цифровой материал обрабатывали статистическим методом дисперсионного анализа с использованием прикладных программ MS Exel и Statistica.

Лабораторные опыты проводились на базе центра фитопатологии интродуцентов ВНИИФ. Полевые исследования – на опытных участках теплиц в УНПЦ «Горная поляна» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Волгоградская область) и фермерском хозяйстве ИП «Аманатов Х.Б.» (Республика Дагестан). Для испытаний выбраны регионы Нижнего Поволжья и Западного Прикаспия с почвами, имеющими естественное фоновое засоление. В то же время данные территории активно осваиваются под выращивание овощных культур.

Анализ и обсуждение результатов исследований. Хорошо известны мелиоративные свойства цеолитов. Его рекомендуют использовать для улучшения структуры тяжёлых по гранулометрическому составу почв, а также для обогащения их микроэлементами и поглощения токсичных веществ. Также представляет практический интерес применение цеолита в качестве компонента субстрата при выращивании растений на гидропонике и в защищённом грунте. Имеется опыт применения цеолита в качестве субстрата для гидропоники. Область применения цеолита достаточно обширна, однако этот минерал медленно внедряется на производстве. Это связано с недостаточной изученностью его влияния на растения новых генетических конструкций и рекомендаций по применению в открытом и защищённом грунте.

Комплексным агрохимическим исследованием свойств почвы под посадками томата выявлен дисбаланс в количественном содержании элементов питания и токсичных веществ (табл. 1). Такая почвенная характеристика является типичной для региона.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы на опытных участках

Показатели	Единицы измерения	Содержание элементов на опытных участках	
		УНПЦ «Горная поляна»	ИП «Аманатов Х.Б.»
Азот гидролизуемый (N)	мг/кг	8,35	154,0
Фосфор подвижный (P ₂ O ₅)	мг/кг	24,72	302,7
Калий обменный (K ₂ O)	мг/кг	371,0	320,0
Сухой остаток	%	0,079	0,699
Щелочность	экв.	0,73	0,40
Кальций водорастворимый	мг/экв.	0,56	5,22
Магний водорастворимый	мг/экв.	0,64	2,0
Натрий водорастворимый	мг/экв.	0,24	2,25
Хлориды водорастворимые	мг/экв.	0,40	2,0
Сульфаты водорастворимые	мг/экв.	0,29	7,0
Тип засоления		хлоридно-сульфатный	хлоридно-сульфатный
Степень засоления		средне засолена	сильно засолена

При интенсивной технологии возделывания гибридов томата наблюдается зафосфачивание почвы на фоне засоления хлоридами и сульфатами. Это связано с нерациональным использованием удобрений, подаваемых через системы капельного орошения. Применение ортофосфорной кислоты для понижения щелочности грунтов приводит к накоплению фосфатов, которые усваиваются растениями менее интенсивно по сравнению с другими элементами. Растение томата с гектара выносят фосфора от 35 до 85 кг. Фактическое поступление этого элемента с удобрениями в год достигает 90-100 кг/га, что приводит к накоплению.

Хлориды и сульфаты, как известно, для растений томата токсичны. Их повышенное содержание в почве приводит к задержке развития, снижению ростовой активности, ослаблению растений. Как следствие понижается устойчивость к патогенным организмам. Особенно явно это проявляется на гибридных формах томатов новых генетических конструкций. При гибридизации используют родительские формы генетически устойчивые к отдельным видам патогенных организмов. Гибриды Пинк парадаиз F₁ и Биг Биф F₁ содержат в генотипе конструкции повышающие устойчивость к корневым гнилям (вертициллёзу и фузариозному увяданию). Нужно изучать, так как эта устойчивость может работать дуалистически. Однако, при исследованиях выявлено, на фоне высокого содержания токсичных солей в почве их устойчивость снижается (табл. 2).

Исследования показали, что гибриды томата, содержащие новые генетические конструкции, проявляют устойчивость к распространенным возбудителям болезней (таблица 2), но не обеспечивают абсолютной защиты организмов. Распространение болезней в посадках гибридов ниже только на 5,7-7,8 %. Развитие болезней на растениях гибридов ниже в 3-5 раз. При такой фитосанитарной ситуации па-

тогенные организмы частично подавляются в результате систематического применения фунгицидов. Однако, на растениях в любой момент при благоприятных условиях для какого-то возбудителя болезни или угнетения растений в результате, например, засоления, может произойти эпифитотийное развитие или образование очагов инфекции, в которых будет накапливаться инфекционные зачатки. Такая ситуация ежегодно наблюдается в конце вегетационного периода, когда созревает урожай и количество химических обработок уменьшается.

Неблагоприятная фитосанитарная ситуация возникает к концу вегетационного периода, когда увеличивается количество не усвоенных растениями фосфатов в почве. Опыты показали, что их содержание в это время достигает 302,7 мг/кг. Вместе с тем в начале оборота при высадке рассады содержание подвижного фосфора находилось на уровне 128,1 мг/кг. Считается, что во время плодообразования потребность в фосфоре растениями томата возрастает в 2,5-6,0 раза. На основе этого тезиса разрабатывается система удобрений, которая не учитывает фактическое содержание этого элемента в почве под посадками. В результате происходит перенасыщение (зафосфачивание) почвы в теплице. В течение ряда лет овощного севооборота неиспользованный фосфор накапливается в почве. Это приводит к изменению её агрохимических (электрофизических, электрохимических, активаторов свободных радикалов и т.д.) свойств и условий выращивания культурных растений.

В почвах с высоким содержанием фосфора активируются бактерии, минерализующие азотсодержащие соединения. Усиливаются процессы, связанные с минерализацией растительных остатков и почвенного азота.

В основу рабочей гипотезы при проведении исследований была положена идея о возможности получения высоких урожаев томата

Таблица 2 – Развитие и распространение основных заболеваний на томатах различных генетических конструкций в условиях засоления и зафосфачивания почвы

Сорт, гибрид	Основные заболевания			
	Вертициллёз	Фузариозное увядание	Фитофтороз	Вирус табачной мозаики
Среднее развитие болезни на 1 растение, %				
Пинк парадаиз F ₁	0,07	0,12	0,10	0,01
Биг Биф F ₁	0,09	0,11	0,14	0,01
Сорт Подарочный	0,53	0,48	0,34	0,12
Среднее:	0,23	0,24	0,19	0,05
Распространение болезни, %				
Пинк парадаиз F ₁	12,4	19,3	16,9	3,8
Биг Биф F ₁	11,8	15,7	19,1	2,9
Сорт Подарочный	18,7	21,4	24,7	7,4
Среднее:	14,3	18,8	20,2	4,7

Таблица 3 – Влияние цеолита на урожайность томата

Варианты опыта (норма внесения цеолита)	Урожайность томата (кг/м ²)		
	Подарочный	Пинк Парадайз F ₁	Биг Биф F ₁
Контроль	6,2	6,6	6,6
5 кг	6,5	6,8	6,7
10 кг	6,9	7,4	7,3
15 кг	7,0	7,4	7,4
НСР ₀₅	0,4		

в условиях защищённого грунта за счет внесения в почву агроминерала цеолит. Предложенные варианты норм внесения цеолита позволяют определить его оптимальное дозирование в период предпосадочной подготовки почвы, выявить отзывчивость томата на внесение цеолита, зависимость урожайности от нормы цеолита в почве, на основании чего можно определить оптимальный вариант и планировать технологию выполнения работ для получения стабильного урожая.

В результате проведенных исследований выявлены различия в урожайности томата с одного квадратного метра теплицы. Наибольшая урожайность отмечена в вариантах с цеолитом (таблица 3). При норме внесения цеолита 5 кг/м² урожайность томатов была на уровне контроля 6,6 кг/м² и имела прибавку к контролю только 2,4%. Самая низкая урожайность была получена на контрольных участках без внесения цеолита – 6,2-6,6 кг/м². Значительное расхождение значений прибавки урожайности объясняется большой зависимостью от наличия в почве питательных элементов.

Достоверные различия по сравнению с контролем у всех сортов получены в вариантах опыта при норме внесения цеолита 10 и 15 кг. На основании этого можно заключить, что оптимальным вариантом является норма внесения цеолита 15 кг/м², обеспечивающая максимальную прибавку урожая по отношению к контролю. Для получения устойчивых урожаев томата в условиях низкоплодородных почв прикаспийского региона возможно использовать агроминерал цеолит, который положительно влияет на урожайность культур. Предположительно расширение векторов и зон исследований в связи с созданием новых форм гибридов и сортов, будет давать возможность увеличивать производство, качество продукции и повышать почвенные условия в отношении плодородия.

Наиболее отзывчивым на внесение цеолита оказался выращиваемый в хозяйстве гибрид

Пинк Парадайз F₁. Этот гибрид японской селекции отличается способностью максимально эффективно использовать питательные вещества во время роста (высокоинтенсивен, проявляет некоторую устойчивость к возбудителям болезней). Сорт отечественной селекции Подарочный реагировал на улучшение условий питания гораздо меньше, за счёт чего имел максимальную урожайность 7 кг/м².

Положительное действие цеолита возможно объясняется рядом его природных достоинств по сравнению с другими структурантами. Например, при большом количестве внесения цеолита в почву изменяется ее механический состав, происходит обогащение почвы мелкодисперсными частицами. С увеличением коллоидной фракции повышается структурообразующая способность почвы, количество водопрочных агрегатов в пахотном слое возрастает, что снижает ее плотность, увеличивает пористость и влагоемкость. Возможно, благодаря этим в совокупности изменениям, устойчивость растений к возбудителям болезней растений повышается. Это отразилось в снижении поражаемости вирусными, и другими распространенными возбудителями.

Таким образом, выявлено положительное действие цеолита на физиологические процессы растений томата. Установлено стимулирующее действие на ростовые процессы тканей корня проростка томата. В составе грунтов для защищённого грунта цеолит стабилизирует показатели pH и ЕС, обеспечивая благоприятные условия развития растений, снижая вредоносность возбудителей болезней. Биологически активный адсорбент, возможно благодаря совокупному действию химической и физической адсорбции природных клиноптилолитов, входящих в его состав, обеспечивает благоприятный водный режим почвы в прикорневой зоне. Тем не менее, требуется углубленное изучение многофункциональных компонентов (на примере цеолита) для точного прогноза действия в технологиях интенсивного и органического производства (сортового) томатов.

Литература

1. Формирование реакции сверхчувствительности в результате экспрессии гена FESOD1 у томата при инфицировании *Phytophthora infestans* / Е. Н. Баранова, Л. В. Куренина, А. Н. Смирнов и др. // Российская

сельскохозяйственная наука. – 2016. – № 6. – С. 16–21.

2. Захаренко В. А. Анализ рисков химического загрязнения, связанных с химизацией защитных мероприятий при интегрированном управлении фитосанитарным состоянием агроэкосистем // *Агрохимия*. – 2017. – № 9. – С. 3–24.

3. Паратунов А. А. Фертигация томатов в условиях светло-каштановых почв волгоградской области // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы международной научно-практической конференции. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2016. – С. 76–77.

4. Семенов А. М., Глинушкин А. П., Соколов М. С. Органическое земледелие и здоровье почвенной экосистемы // *Достижения науки и техники АПК*. – 2016. – Т. 30. – № 8. – С. 5–8.

5. Adaptive potential of new genetic constructs of tomato hybrids / A. P. Glinushkin, I. Y. Podkovyrov, M. N. Moskalyuk, etc. // *Biotika*. Vol. 6 (19). Pp. 35–40 [Электронный ресурс]. URL: https://journal-biotika.com/current-issues/2017-06/article_08.pdf.

6. Молекулярный анализ полиморфизма рас-дифференциаторов *Phytophthora infestans* / Е. А. Соколова, Е. В. Морозова, Т. И. Уланова и др. // *Сельскохозяйственная биология*. – 2016. – Т. 51. – № 3. – С. 376–384.

7. Белашапкина О. О. О биологических предпосылках и технологическом обосновании оздоровления посадочного материала садовых культур от вирусов // *Вестник Чеченского государственного университета*. – 2014. – № 1. – С. 228–231.

8. Effect of visible light on biological objects: physiological and pathophysiological aspects / S. V. Gudkov, S. N. Andreev, E. V. Barmina // *Physics of Wave Phenomena*. – 2017. – Т. 25. – № 3. – Pp. 207–213.

9. Stimulation of soil microbiological activity by clinoptilolite: The effect on plant growth / V. M. Karličić, I. Živanović, D. Matijašević, etc. // *Ratarstvo i povrtarstvo*. – 2016. – Vol. 65. – Issue 2. – Pp. 709–719.

10. Radziemska M, Wyszowski M. Using Compost, Zeolite and Calcium Oxide to Limit the Effect of Chromium (III) and (VI) on the Content of Trace Elements in Plants // *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. – 2017. – Vol. 65. – Issue 2. – Pp. 709–719.

11. Концепция фундаментально-прикладных исследований защиты растений и урожая // М. С. Соколов, С. С. Санин, В. И. Долженко и др. // *Агрохимия*. – 2017. – № 4. – С. 3–9.

12. Biocontrol of Rhizoctonia Root Rot in Tomato and Enhancement of Plant Growth using Rhizobacteria Naturally associated to Tomato / B. Ouhaihi, N. Abdeljalil, J. Vallance, etc. // *Omics International*. – 2016. – Vol. 7. – Issue 6. – Pp. 1–8.

13. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве. – М.: Россельхозакадемия, 2011. – 650 с.

Сведения об авторах:

Подковыров Игорь Юрьевич – заведующий кафедрой садоводство и защита растений, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: parmelia@mail.ru

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», г. Волгоград, Россия

Костин Максим Валериевич – научный сотрудник центра интродуцентов, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: mwkostin@mail.ru

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», Большие Вязёмы, Россия

Долгова Анжелика Ивановна – заведующая центром по защите интеллектуальной собственности и трансфера инноваций, e-mail: anzhelika.dolgova@bk.ru

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», г. Волгоград, Россия

Филипчук Ольга Дмитриевна – ведущий научный сотрудник лаборатории биологически активных веществ, доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: o.d.fil@yandex.ru

Несват Александр Петрович, ведущий научный сотрудник отдела резистентологии, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: nesvatap@yandex.ru

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», Большие Вязёмы, Россия.

IMPACT OF ZEOLITES ON INTENSITY OF THE VITAL PROCESSES OF HYBRID PLANTS

Podkovyrov I.Yu., Kostin M.V., Dolgova A.I., Filipchuk O.D., Nesvat A.P.

Abstract. Studies were conducted to determine the effect of zeolite on plant life processes for the development of methods to increase their productivity and stability in difficult growing conditions. A tendency to phosphorus of soil was revealed at intensive technology of tomato cultivation in greenhouses. Studies, conducted at two test sites (in the Lower Volga region and the Western Caspian area) showed that as a result of systematic and unbalanced fertilization during the cultivation of greenhouse tomato, the content of mobile phosphorus increases to 302.7 mg/kg. Under conditions of elevated chlorides and sulphates, this worsens the growth of plant, contributes to the development and spread of infectious diseases (verticilliosis - 0.23%, fusarium - 0.24%, late blight - 0.19%, tobacco mosaic virus - 0.05%). Studies have shown that tomato hybrids, containing new genetic constructs of resistance to the main fungal diseases and tobacco mosaic virus, do not provide absolute protection of organisms. The spread of diseases in the planting of hybrids is only lower by 5.7-7.8%. The positive effect of zeolite was revealed when applying into the soil at tomato cultivation. The scope of zeolite's application in plant growing is expanding every year due to the unique properties of this natural mineral. It possesses not only the adsorbing ability, but also contains a complex of trace elements, which is necessary for the mineral nutrition of plants, improves the structure of the soil. However, an impact of zeolites on plant life processes is poorly understood. This direction opens up new opportunities in the development of technological methods for improving the mineral nutrition of hybrid plant forms in crop production. The use of zeolite in the normal 15 kg/m² of greenhouse soil, the productivity of tomato increases to 12.1-19.3%.

Key words: growth, plant tissues, life processes, zeolite, agrochemical properties, living systems.

References

1. Formation of the hypersensitivity reaction as a result of the expression of the FESOD1 gene in tomato during infection with *Phytophthora infestans*. [Formirovanie reaktsii sverkhchuvstvitelnosti v rezultate ekspressii gena FESOD1 u tomata pri infitsirovaniy *Phytophthora infestans*]. / E.N. Baranova, L.V. Kurenina, A.N. Smirnov and others. // *Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka. - Russian Agricultural Science.* – 2016. – № 6. – P. 16–21.
2. Zakharenko V. A. Analysis of the risks of chemical pollution associated with the chemicalization of protective measures in the integrated management of the phytosanitary condition of agroecosystems. [Analiz riskov khimicheskogo zagryazneniya, svyazannykh s khimizatsiey zaschitnykh meropriyatiy pri integrirrovannom upravlenii fitosanitarnym sostoyaniem agroekosistem]. // *Agrokimiya. – Agrochemistry.* – 2017. – № 9. – P. 3–24.
3. Paratunov A. A. *Fertigatsiya tomatov v usloviyakh svetlo-kashtanovykh pochv Volgogradskoy oblasti.* // *Vklad molodykh uchenykh v agrarnuyu nauku: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.* [Fertigation of tomatoes in light-chestnut soils of the Volgograd region. // Contribution of young scientists to agrarian science: proceedings of the international scientific and practical conference). Kinel: RITS SGSKhA, 2016. – P. 76–77.
4. Semenov A.M., Glinushkin A.P., Sokolov M.S. Organic farming and soil ecosystem health. [Organicheskoe zemledelie i zdorove pochvennoy ekosistemy]. // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - Achievements of Science and Technology of the AIC.* – 2016. – Vol. 30. – № 8. – P. 5–8.
5. *Adaptive potential of new genetic constructs of tomato hybrids.* [Adaptive potential of tomato hybrids]. / A.P. Glinushkin, I.Y. Podkovyrov, M.N. Moskaluk and others. // *Biotika.* Vol. 6 (19). Pp. 35–40 Available at: https://journal-biotika.com/current-issues/2017-06/article_08.pdf (date of application: 02.02.2019).
6. Molecular analysis of the polymorphism of *Phytophthora infestans* ras-differentiators. [Molekulyarnyy analiz polimorfizma ras-differentsiatorov *Phytophthora infestans*]. / E.A. Sokolova, E.V. Morozova, T. I. Ulanova and others. // *Selskokhozyaystvennaya biologiya. - Agricultural Biology.* – 2016. – Vol. 51. – №3. – P. 376–384.
7. Beloshapkina O. O. On biological prerequisites and technological substantiation of the improvement of planting material of horticultural crops from viruses. [O biologicheskikh predposylkakh i tekhnologicheskom obosnovanii ozdorovleniya posadochnogo materiala sadovykh kultur ot virusov]. // *Vestnik Chechenskogo gosudarstvennogo universiteta. – Herald Chechnya State University.* – 2014. – №1. – P. 228–231.
8. Effect of visible light on biological objects: physiological and pathophysiological aspects / S. V. Gudkov, S. N. Andreev, E. V. Barmina // *Physics of Wave Phenomena.* – 2017. – T. 25. – № 3. – Pp. 207–213.
9. Stimulation of soil microbiological activity by clinoptilolite: The effect on plant growth / V. M. Karličić, I. Živonović, D. Matijašević, etc. // *Ratarstvo i povrtarstvo.* – 2016. – Vol. 65. – Issue 2. – Pp. 709–719.
10. Radziemska M, Wyszowski M. Using Compost, Zeolite and Calcium Oxide to Limit the Effect of Chromium (III) and (VI) on the Content of Trace Elements in Plants // *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis.* – 2017. – Vol. 65. – Issue 2. – Pp. 709–719.
11. Kontseptsiya fundamentalno-prikladnykh issledovaniy zaschity rasteniy i urozhaya. [The concept of fundamental and applied research of plant protection and harvest]. // M. S. Sokolov, S. S. Sanin, V. I. Dolzhenko and others. // *Agrokimiya. – Agrochemistry.* – 2017. – № 4. – P. 3–9.
12. Biocontrol of Rhizoctonia Root Rot in Tomato and Enhancement of Plant Growth using Rhizobacteria Naturally associated to Tomato / B. Ouhaibi, N. Abdeljalil, J. Vallance, etc. // *Omics International.* – 2016. – Vol. 7. – Issue 6. – P. 1–8.
13. Litvinov S. S. *Metodika polevogo opyta v ovoshevodstve.* [Methodology of field experience in vegetable growing]. M.: Rosselkhozakademiya, 2011. – P. 650.

Authors:

- Podkovyrov Igor Yuryevich – Head of Horticulture and Plant Protection Department, Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: parmelia@mail.ru
Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia
- Kostin Maksim Valerievich – Researcher of Center for Introducers, Ph.D. of Agricultural Sciences, e-mail: mwkostin@mail.ru
All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazemy, Russia
- Dolgova Anzhelika Ivanovna – Head of the Center for the protection of intellectual property and the transfer of innovations, e-mail: anzhelika.dolgova@bk.ru
Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia
- Olga Dmitrievna Filipchuk – leading researcher of the laboratory of biologically active substances, Doctor of Agricultural sciences, e-mail: o.d.fil@yandex.ru
All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazemy, Russia
- Nesvat Aleksandr Petrovich – Leading Researcher of the Resistanceology Department, Ph.D. of Agricultural Sciences, e-mail: nesvatap@yandex.ru
All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazemy, Russia