

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Общего земледелия, Защиты растений и селекции

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
МАГИСТРА**

**«РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ  
ЗАЩИТЫ ГОРОХА»**

Исполнитель – магистр очного отделения  
агрономического факультета

**МУРТАЗИНА АЙГУЛЬ БАХТИЯРОВНА**

Руководитель: профессор, д.с.-х.н.

Сафин Р.И.

Допущена к защите: зав. кафедрой,  
профессор, д.с.-х.н.

Сафин Р.И.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите (протокол №12 от  
13.06.2019 г)

Казань – 2019 г

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	3
I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	5
II. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.	11
2.1. Объекты и материалы исследований.....	11
2.1. Агрометеорологические условия .....	12
2.2. Методика исследований .....	14
III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	16
3.1. Полевая всхожесть и густота стояния растений.....	16
3.2. Поражение растений болезнями.....	17
3.3. Количество клубеньков на корнях.....	19
3.4. Урожайность и качество урожая.....	20
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	22
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.	23
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	33

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы**

Среди наиболее актуальных проблем современного земледелия особое место занимает проблема обеспечения потребностей пищевой промышленности и кормопроизводства в растительном белке. Решение данной задачи возможно только при расширении посевных площадей и повышения урожайности зернобобовых культур. Для России и Республики Татарстан исторически важнейшей зернобобовой культурой остается горох. Вместе с тем, урожайность культуры и посевные площади отводимые под ее выращивание не соответствуют потенциальным возможностям. Созданный генетический потенциал сортов гороха, в том числе и местной селекции позволяет значительно повысить урожайность и выход белка с единицы площади (Фадеева, 2002; 2006; 2007; 2012). Одной из причин такого несоответствия выступают большие потери урожая от болезней, в первую очередь корневых гнилей.

В качестве элементов адаптивных систем защиты гороха наряду с химическими пестицидами, все большее место занимают биологические методы защиты, основанные на применении различных биологических препаратов. Однако ассортимент биопрепаратов для защиты гороха от болезней очень ограничен, поэтому и возникает необходимость в разработке новых биофунгицидов и способов их применения имеет существенное значение.

Таким образом, разработка новых схем биологических схем защиты гороха от болезней имеет важное теоретическое и практическое значение.

**Целью исследований** явилось изучение эффективности различных биологических схем защиты гороха от болезней в Предкамье Республики Татарстан.

Были поставлены следующие задачи исследований:

- изучить закономерности влияния биопрепаратов на рост и развитие гороха;
- оценить влияние элементов системы защиты на развитие основных болезней культуры;
- определить влияние изучаемых препаратов на урожайность гороха;
- дать экономическую оценку изучаемым приемам.

**Научная новизна.** Впервые в зоне проведения исследований проведена оценка эффективности различных схем биологической защиты гороха от болезней.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. результаты оценки влияния различных препаратов на биометрию растений;
2. оценка влияния на болезни и урожайности гороха.

**Практическая значимость.** Разработанные приемы позволяют повысить урожайность и эффективность выращивания гороха в Республике Татарстан.

**Объем работы.** ВКР изложена на 33 страницах компьютерного текста, состоит из введения, четырех глав, выводов и предложений производству, включает 9 таблиц, 2 рисунка и 1 приложения. Список литературы состоит из 69 наименований, в том числе 19 иностранных авторов.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Формирование урожая любой сельскохозяйственной культуры представляет сложный биологический процесс, протекающий при активном взаимодействии генотипа (сорт, гибрида) растения с условиями внешней среды. В результате фотосинтетической деятельности культурных растений, происходит формирование первичной биомассы, часть которой в последствие используется человеком для своих нужд (продукты питания, корма для животных, ткани и т.д.). Однако, для реализации потенциала растениям необходимы вода и минеральные вещества, получаемые в основном из почвы. В связи с этим, урожайность и качественные характеристики продукции в растениеводстве во многом определяются уровнем плодородия почв. Кроме того, реализация потенциальной продуктивности растительного организма во многом определяется его взаимодействием с множеством других живых организмов – микробиомом (совокупностью микроорганизмов), вредителями, растениями-конкурентами (сорняками), возбудителями болезней и т.д. В связи с этим, только целостный, агроэкологический подход позволяет обеспечить наиболее оптимальное управление агросистемами, получать стабильные урожаи с высокими качественными характеристиками.

Горох – *Pisum sativum*, по прежнему остается одной из главных зернобобовых культур России (Попов, Давлетов, 2007; Дебелый, 2012), ежегодные посевные площади культуры превышают 1,0 млн. га. На долю гороха приходится до 77 % валового сбора зернобобовых культур, а объемы его производства достигли в 2017 году 3,3 млн. т. (Зотиков и др., 2018). В Татарстане в 2017 году посевные площади гороха составили более 70 тыс. га.

Уникальный биохимический состав зерна, в первую очередь наличие важнейших аминокислот делают горох ценной сельскохозяйственной культурой (Косолапов и др., 2009), что и определило историческое значение его для России и Татарстана. Важнейшее достоинства культуры – накопление в

почве азота (Динчев, 1961; Belimov et al. , 2008; Семёнов, 2012) делает его и хорошим предшественником для большинства сельскохозяйственных культур и элементом системы биологизации растениеводства (Зеленов, 2001; Зотиков и др., 2009), поэтому он очень активно используется при биологизации земледелия.

Значительная морфологическая пластичность (Говоров, 1937; Макашева, 1979; Валиуллина и др., 2011; Ефремов, 2012) позволили селекционерам создать уникальные генотипы культуры (Вербицкий, 1992; Амелин, 1997; Вербицкий, 2002; Ооржак, 2012; Зеленов и др., 2013) позволяющие обеспечивать высокую продуктивность даже в условиях неблагоприятных агроклиматических факторов (Климашевский, 1974; Климашевский, 1984, 1985; Зеленов, 2001; Новикова и др., 2002; Новикова, 2009; Новикова и др., 2011; Фадеева, 2012).

Совершенствование агротехнологии возделывания гороха направлено на максимально возможную реализация потенциала продуктивности набора сортов (Жученко, 2004; Ложкина, 2007; Голопятов, 2011; Голопятов, 2012; Голопятов, 2014).

Среди причин низкой урожайности гороха особое место занимаю болезни. Так почти 1/3 урожая культуры может теряться от корневых гнилей (Давлетов и др., 2006), а потери от аскохитозов достигают 0,2-0,7 т/га (Шкаликов и др., 2010). Развитие болезней снижает и качество зерна и семян гороха (Нуриахметов и др., 2007).

В России к числу наиболее опасных микозов гороха обычно относят корневые гнили, аскохитозы, ржавчину (Космынина, 2009). Аналогичные заболевания вредоносны в Татарстане (Фадеева, 2007).

Интегрированная система защиты гороха от болезней включает выращивание устойчивых генотипов (Космынина, Осоргина, 2009; Борзенкова, 2012; Пономарева, Орлов, 2013), применение сбалансированных удобрений

и система оптимизации минерального питания (Постовалов, 2012), а также применение биологических препаратов.

Исторически на горохе среди биопрепаратов особое место занимают препараты на основе клубеньковых бактерий, обеспечивающих значительный рост продуктивности растений (Шотт, 2007; Космынина, 2009; Власова и др., 2011).

Для решения проблем защиты растений активно используются биопрепараты (Малышева, 2010), на основе различных микроорганизмов (Whipps, McQuilken, 2009).

Способы влияния биопрепаратов на фитопатогены основаны на использовании таких свойств микроорганизмов как конкуренция, выделение антибиотиков, паразитизм, иммунизацию и образование (Xu et al., 2011).

Наиболее изученным механизмом контроля патогенов биопрепаратами является образование сидерофоров гидроксаматы, катехолы ( $\alpha$ -гидроксикарбоксилаты и пиовердины), связывающих ионы Fe и других металлов в хелаты недоступные для патогенов (Артамонова и др., 2014). У специфичных биопрепаратов имеются специальные рецепторы которые связывают сидерофор-Fe-комплекс (Mukhopadhyay and Mukherjee, 1998; Феоктистова и др., 2016).

К числу таких биопрепаратов относятся препараты на основе ризосферных бактерий рода *Pseudomonas* (*Pseudomonas fluorescens*, *P. syringae*, *P. aureofaciens* *P. cepacia* (Акимова и др., 2009), подавляющие рост и развитие микромицетов родов *Alternaria*, *Ascochyta*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Phytophthora* (Марченко, 2017).

В России к таким биопрепаратам относят Ризоплан (Институт генетики и цитологии АН Республики Беларусь), Псевдобактерин-2 (Институт биохимии и физиологии микроорганизмов РАН, г. Пущино, Московская обл.), «Агат-25-К» (ТОО «БИО-БИЗ и Ко, г. Москва), «Бинорам» (Институт

генетики и цитологии СО РАН, г. Новосибирск), «БиоВайс» (ООО «Планта-Плюс», г. Томск) и др. (Штерншис, 2012).

Ризосферные бактерии обладают способностью повышать устойчивость растений к патогенам (Whipps, McQuilken, 2009). Механизмы такого влияния связан с системно индуцированной (СИУ) и системно приобретенной (СПУ) устойчивостью. (Woo et al., 2006; Wu et al., 2017). Кроме того, данные бактерии регулируют гормональный статус (Casson, Lindsey, 2006; Феоктистова и др., 2016) и минерального питания растений (Vejan et al., 2016).

Таким образом, влияние данных микроорганизмов на растение носит многогранный характер (Bais et al., 2006; Belimov et al., 2009). Именно поэтому среди ризосферных псевдомонад выделяют биоудобрения, фитостимуляторы, ризоремедиаторы и биопестициды (контролирующие болезни, через образование антибиотиков и антигрибных метаболитов (Somers et al., 2004).

Среди биоагентов биофунгицидов особое место занимают различные эндофиты. Эндофитные микроорганизмы можно встретить практически на каждом растении на Земле. Эта ассоциация часто бывает взаимно выгодной, т.к. многие эндофиты обладают выраженным антагонизмом к фитопатогенам и обеспечивают защиту растения хозяина от инфекционных болезней и абиотических стрессов. Способность колонизировать внутренние ткани хозяина сделала эндофитов, чрезвычайно ценными для сельского хозяйства, в том числе и в качестве инструмента повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Эндофитные микроорганизмы, которые находятся в тканях живых растений являются относительно малоизученными и потенциальными источниками биоагентов для использования в сельском хозяйстве. Так, многие корневые эндофитные микроорганизмы рассматриваются как перспективные альтернативы для замены химических пестицидов и удобрений в системах устойчивого и органического земледелия. В связи с этим, поиск, идентифи-

кация и использование эндофитов или продуктов их жизнедеятельности для контроля стрессов растений и повышения урожайности сельскохозяйственных культур являются неотъемлемой частью устойчивого сельского хозяйства.

Эндофитные бактерии, рода *Bacillus*, находят широкое применение в различных сферах сельского хозяйства (Selvakumar et al., 2016). Значительные преимущества таких бактерий с точки зрения их выживания в окружающей среде делают их незаменимым источником для создания биофунгицидов (Kumar et al., 2011). Данные бактерии оказывают влияние на фитогормоны, минеральное питание (мобилизация фосфатов), производят сидерофоры и антибиотики, замедляют старение растений и повышают их устойчивость к патогенам (Richardson et al., 2009).

В России выпускаются такие препараты данной группы как *Bacillus subtilis*, штамм 26-Д (Фитоспорин-М, Ж,ПС, П); *B. subtilis*, штамм В-10 ВИЗР (Алирин-Б, Ж, СП, Таб); *B. subtilis*, штамм ИПМ-215 (Бактофит, СК, СП); *B. subtilis*, штамм М-22 ВИЗР (Гамаир, СП, ТАБ); *B. subtilis*, штамм ВКМ-В-2604D + *B. subtilis*, штамм ВКМ-В-2604D (Витаплан, СП); *B. subtilis*, штамм Ч-13 (БисолбиСан, Ж) (Захаренко, 2015).

Среди грибов антагонистов фитопатогенов наиболее часто для защиты растений используются представители рода *Trichoderma*, которые активны против *Botrytis cineria*, *Fusarium*, *Pythium* and *Rhizoctonia* (Алимова, 2006; Vinale et al., 2008; Al-Taweil et al., 2009; Kaewchai et al., 2009). Эти грибы могут действовать как антагонисты (конкурируя за питательные вещества и пространство), регуляторы роста растений и иммунизаторы, выделять антибиотики и действовать напрямую на мицелий патогенных грибов (микопаразитизм) (Howell, 2003). *Trichoderma* spp. Обладают и способностью образовывать сидерофоры для подавления патогенов (Benitez et al., 2004). Данные особенности сделали препараты на основе *Trichoderma* spp. наиболее популярными биофунгицидами в мире (Naher et al., 2009).

В РФ на основе *Trichoderma* spp. производят Стернифаг (*Trichoderma harzianum*, штамм ВКМ F-4099D СП); Трихоцин (*Trichoderma harzianum*, штамм Г 30 ВИЗР, СП); Триходерма Вериде 471 (*Trichoderma viride*, штамм 471, СП) (Захаренко, 2015).

Опыт применения на горохе различных биопрепаратов положительный. Применение на горохе сорта Ангела обработки семян Экстрасолом увеличило урожайность на 3,6 ц/га (Ситало и др., 2015). Применение смеси биопрепаратов (*Paenibacillus polymyxa*, *Achromobacter album*, *Enterobacter nimipressuralis*) на горохе привело к росту урожайности гороха на 3,9 ц/га (Кулинич, Турина, 16).

## 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1. Объекты и материалы исследований

Объект исследований – горох сорта Варис.

Сорт Варис – разновидность – вульгато-циррозум. Лист видоизмененного усатого типа. Сорт среднеспелый.

В качестве биологических агентов использовали следующие виды микроорганизмов (таблица 1), полученные в Казанском ГАУ при реализации ФЦП «Разработка современных биологических систем защиты растений от биотических, абиотических и антропогенных стрессов, а также технологий их применения в адаптивном земледелии» по ПНИ № 14.610.21.0017.

Таблица 1 – Биологические агенты в опытах

Вид	Группа
<i>Pseudomonas fluorescens</i> RECB – 44 В	Грамотрицательные ризосферные бактерии
<i>Bacillus</i> spp. RECB – 50 В	Грамположительные эндофитные бактерии
<i>Streptomyces</i> spp. RECB – 31 В	Актиномицеты (грамположительные бактериоподобные организмы)
<i>Trichoderma viride</i> RECB – 74 В	Микромицеты

## 2.2. Агрометеорологические условия

Агроклиматические условия вегетационного периода 2018 г складывались следующим образом (рис. 1). В мае погода была устойчиво теплой. Среднесуточная температура воздуха за месяц составила 14,4°С или на 9,9 % выше среднемноголетней. Сумма осадков за месяц составила 23 мм или всего 62,1 % от нормы. Сравнительно большее количество осадков выпало во 2-й декаде мая. В июне среднесуточная температура воздуха была 16,9°С, что примерно на уровне среднемноголетних показателей. За месяц выпало 36,0 мм осадков или 49,3 % от нормы, что отразилось на росте и развитии растений. Температура воздуха в июле была немного выше среднемноголетней температуре и составила в среднем 22,3°С, но осадков в течение месяца выпало на 33 % больше среднемноголетних значений. В августе среднесуточная температура воздуха была выше среднемноголетней и составила в среднем 19,8°С, а сумма осадков за месяц составила лишь 26 мм, что на 33,7% меньше многолетних значений. Сентябрь был теплым и сухим.

Таким образом, погодные условия вегетации 2018 года отличались засушливыми условиями, что отразилось на росте и развитии растений гороха.



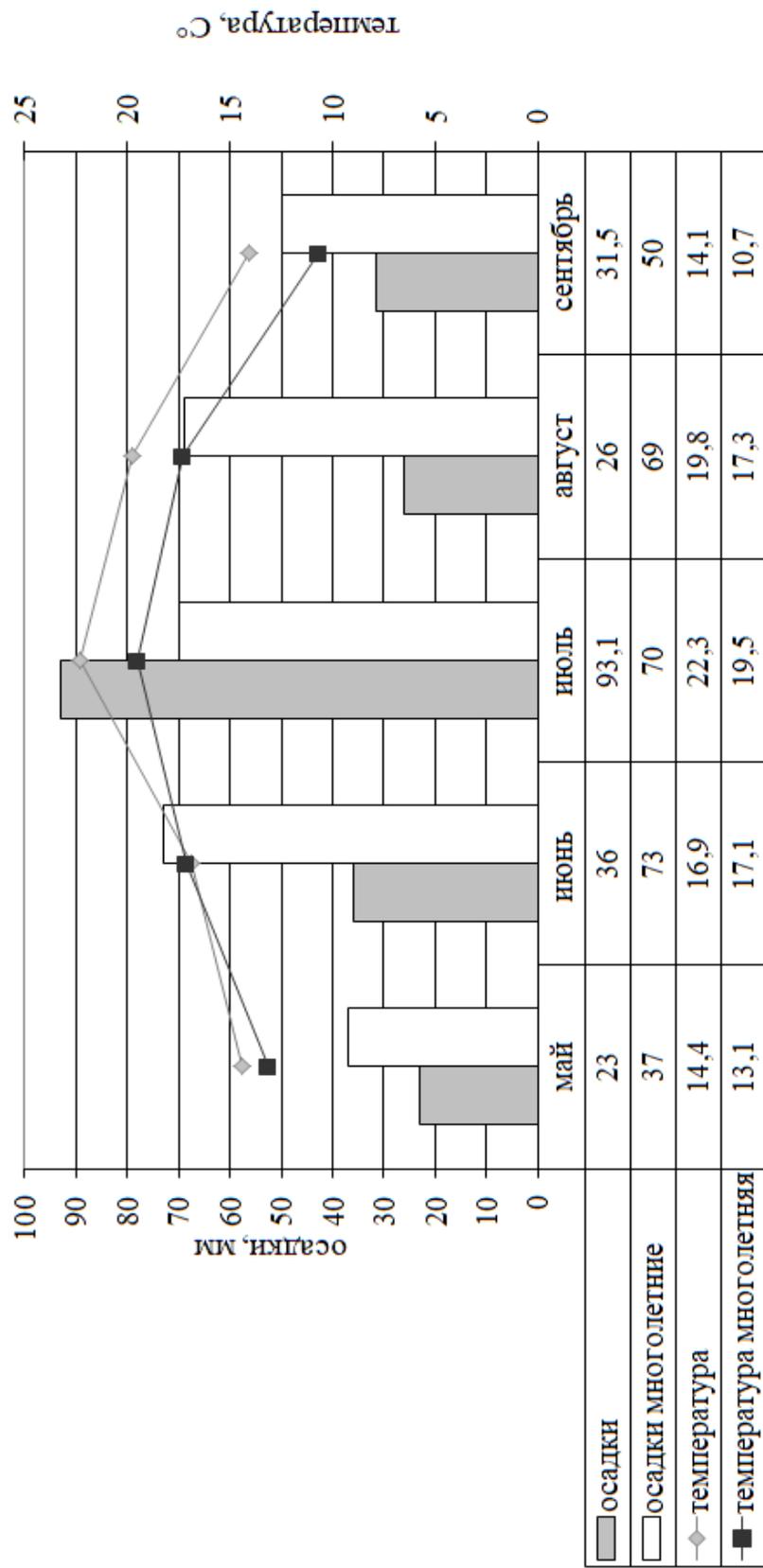


Рис. 1 – Агроклиматические условия вегетационного периода 2018 год  
а (станция Казань)

### 2.3. Методика исследований

Исследования проводились на опытных полях ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в 2018 году близ населенного пункта село Большие Кабаны.

Схема опыта:

1. Контроль – без обработки семян.
2. *Pseudomonas fluorescens*.
3. *Bacillus* spp.
4. *Streptomyces* spp.
5. *Trichoderma viride*

Норма расхода биопрепаратов на основе изучаемых биоагентов – 1,0 л/т.

Общая площадь делянки – 2,1 м<sup>2</sup>, учетная – 1,5 м<sup>2</sup>. Повторность в опыте – четырехкратная. Под культивацию вносились 2 ц/га азофоски и 1 ц/га аммиачной селитры. Посев провели 9 мая, с нормой высева 2,0 млн. всхожих семян. Агротехнология возделывания – общепринятая для зоны Предкамья Республики Татарстан. Расход рабочей жидкости при протравливании – 10 л/т.

Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая. Агрохимические показатели представлены в таблице 1.

Таблица 2 – Агрохимические показатели почвы опытного участка в 2018 году (опытное поле Казанского ГАУ)

Показатель	Значения	Группа
Содержание гумуса, %	3,0-3,9	Низкая
pH сол.	5,2-5,4	Слабокислая
Массовая доля фосфора, мг/кг почвы	143-147	Повышенная*
Массовая доля калия, мг/кг почвы	107-110	Средняя*

### Общие методические основы проведения исследований

1. Фенологические наблюдения, учет густоты стояния растений, определение элементов структур урожая и урожайности согласно Методикам государственного сортоиспытания (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур...1989).

2. Учет болезней растений проводился по общепринятым методикам для зерновых культур.

3. Определение содержания хлорофилла. Экстракцию пигментов из растительного материала проводят 96% этиловым спиртом. Навеску листьев помещали в пробирку объемом 20 мл и добавляли этиловый спирт в соотношении 1:10. Пробирку нагревали на водяной бане до 65-70°C и выдерживали при этой температуре в течение 40-60 минут. Во время нагрева для предотвращения испарения пробирку неплотно закрывали фольгой. Фотометрический анализ проводили с помощью ИФА/спектрофотометра на планшетах. Оптическую плотность экстракта для определения суммарного хлорофилла проводили при длине волны 630 нм, хлорофилла а и б – 649,665 и 750 нм. Оптическая плотность D750 нм служит поправкой. Концентрации хлорофилла а и б рассчитывали по формулам:

$$C_{\text{хл а}} = 13,7 \cdot (D_{665} - D_{750}) - 5,76 \cdot (D_{649} - D_{750}) \text{ мкг/мл, (1)}$$

$$C_{\text{хл б}} = 25,8 \cdot (D_{649} - D_{750}) - 7,6 \cdot (D_{665} - D_{750}) \text{ мкг/мл, (2)}$$

Для определения концентрации хлорофилла а и б, полученные значения концентрации пигмента в экстракте умножали на объем экстракта в мл и делили на навеску.

4. Уборку и сноповый анализ проводили вручную.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1. Полевая всхожесть и густота стояния растений

После появления всходов гороха подсчитывали густоту и показатель полевой всхожести (табл. 2).

Таблица 3 – Полевая всхожесть в зависимости от предпосевной обработки семян гороха, 2018 г.

Вариант	Число всходов, шт./м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %
Контроль	74,0	37
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	94,0	47
<i>Bacillus</i> spp.	86,0	43
<i>Streptomyces</i> spp.	90,0	45
<i>Trichoderma viride</i>	98,0	49

Примечание: \* – разница значения не достоверна к контролю при стандартной ошибке  $P=0,05$ .

Результаты оценки показали, что применение в условиях майской засухи 2018 года всех биологических агентов оказало положительного влияния на количество всходов и полевую всхожесть гороха. Использование биопрепаратов на основе *Pseudomonas fluorescens* и *Trichoderma viride* наиболее сильно увеличило как количество всходов, так и полевую всхожесть, но наибольшее положительное влияние на данный показатели оказало применение биопрепарата с *Trichoderma viride*.

Таким образом, в условиях засухи на начальном этапе развития растений гороха, применение обработки семян биопрепаратом на основе *Trichoderma viride* оказывает наиболее сильное положительное влияние на рост и развития культуры.

### 3.2. Поражение растений болезнями

Выше отмечалось, что наиболее опасным заболеванием гороха являются корневые гнили

Таблица 4 – Оценка поражения растений гороха корневыми гнилями в фазу полных всходов, 2018 г

Вариант	Распространенность, %	Развитие болезни, %	Биологическая эффективность по развитию, %
Контроль	16,7	2,1	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	10,0	0,3	88,1
<i>Bacillus spp.</i>	0,3	0,2	90,5
<i>Streptomyces spp.</i>	0,1	0,1	97,6
<i>Trichoderma viride</i>	20,0	2,8	<b>0</b>

Результаты оценки показали, что за исключением варианта с *Trichoderma viride* во всех остальных вариантах с обработкой семян происходило достоверное снижение поражения растений корневыми гнилями. Наиболее выраженным эффект в подавлении болезни был при применении *Streptomyces spp.* (биологическая эффективность 97,6%). Несколько слабее эффект отмечался при обработке семян эндофитными бактериями *Bacillus spp.*

Основными патогенами гороха, сохраняющимися на семенах культуры в условиях Республики Татарстан являются грибы рода Фузариум. В лабораторных условиях были выделены данные грибы и проведена оценка активности изучаемых штаммов в отношении данных патогенов (табл. 3). В большинстве случаев из семян гороха выделились *Fusarium avenaceum* и *Fusarium oxysporum*

Таблица 5 – Зона лизиса колоний грибов рода Фузарим для различных штаммов микроорганизмов, мм, 2018

Биологический агент	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium avenaceum</i>
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0	2,6
<i>Bacillus</i> spp.	2,8	3,5
<i>Streptomyces</i> spp.	1,6	1,8
<i>Trichoderma viride</i>	4,6	5,9

Наибольшая активность подавлении фузариозной инфекции семян гороха в лабораторных условиях показал гриб *Trichoderma viride*.

Оценка развития листовых болезней представлена в таблице 4.

Таблица 6 – Развитие листовых микозов растений гороха в фазу лопатки, %, 2018 г

Вариант	Ржавчина	Бледно-пятнистый асхохитоз	Пероноспороз
Контроль	60,0	30,0	10,0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	8,0	20,0	5,0
<i>Bacillus</i> spp.	30,0	6,0	5,0
<i>Streptomyces</i> spp.	10,0	8,0	5,0
<i>Trichoderma viride</i>	20,0	8,0	5,0

Применение всех вариантов обработки семян гороха биопрепаратами вело к снижению поражения растений гороха болезнями, но характер такого влияния для разных заболеваний был разным.

В отношении ржавчины гороха особенно сильным эффект был при применении *Pseudomonas fluorescens* (снижение в 7,5 раза), а наиболее слабым при использовании *Bacillus* spp.

Для бледно-пятнистого аскохитоза наиболее лучшим оказалось применение варианта *Bacillus* spp., а самый слабый эффект был при обработке семян *Pseudomonas fluorescens*

В отношении пероноспороза, между вариантами обработки различий не было.

Таким образом, было установлено, что обработка семян биопрепаратами из разных групп микроорганизмов оказывает положительное влияние и на повышение устойчивости гороха к листовым болезням.

### 3.3. Количество клубеньков на корнях

Клубеньки играют важную роль в ассимиляции атмосферного азота, поэтому определение их количества имеет существенное значение для оценки влияния биопрепаратов (рис. 2).

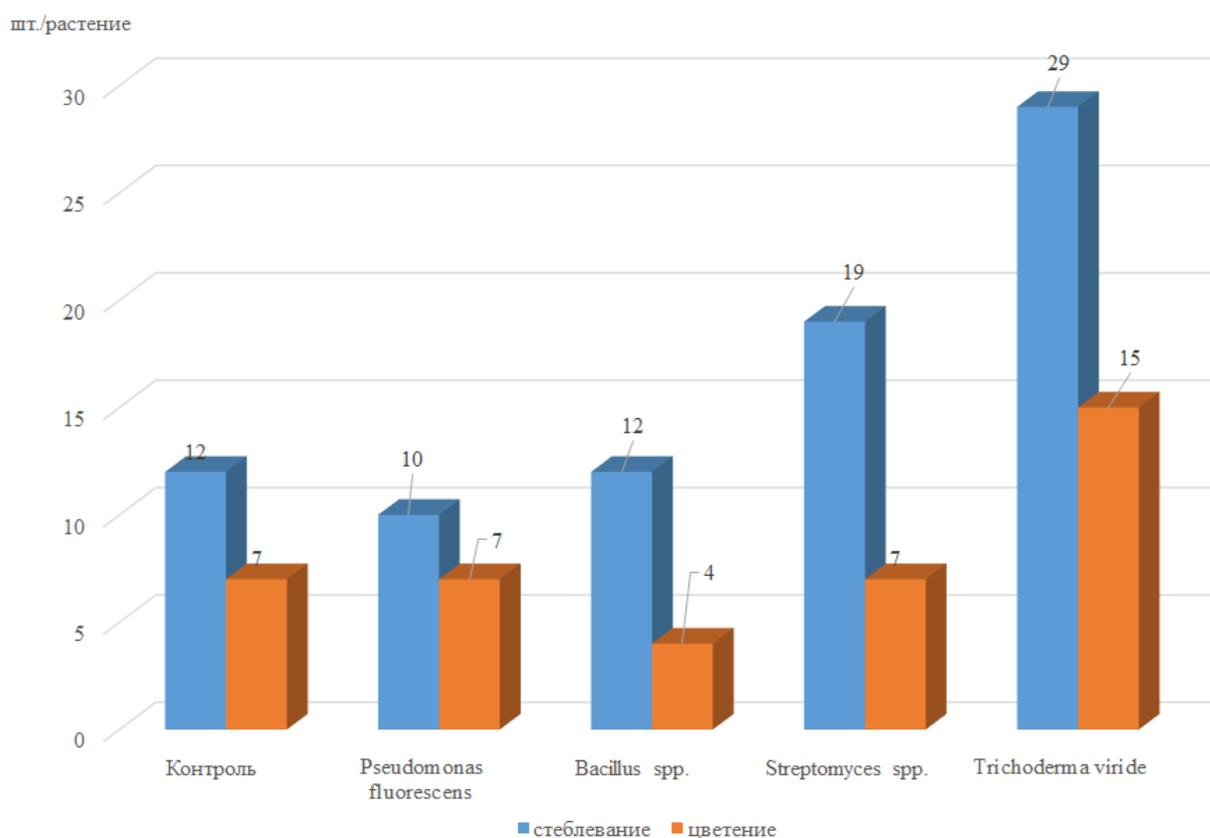


Рис.2. Количество клубеньков на корнях гороха, шт./растение, 2018 г

Результаты оценки показали, что наибольшее количество клубеньков у гороха, независимо от фазы развития растений, было при применении обработки семян *Trichoderma viride*.

*Streptomyces* spp. оказали положительное влияния на формирование клубеньков только в фазу стеблевания гороха. Влияние *Pseudomonas fluorescens* (снижение в 7,5 раза), а наиболее слабым при использовании *Bacillus* spp.

### 3.4. Урожайность и качество урожая

Результаты определения урожайности гороха приведены в таблице 5.

Таблица 7 – Урожайность гороха сорта Варис при применении обработки семян, т/га, 2018 г

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	1,47		
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,84	0,37	25,2
<i>Bacillus</i> spp.	2,86	1,39	94,6
<i>Streptomyces</i> spp.	2,28	0,81	55,1
<i>Trichoderma viride</i>	2,29	0,82	55,8
<i>HCP</i> <sub>05</sub>	0,09		

В засушливых условиях 2018 года, обработка семян всеми биопрепаратами способствовало повышению урожайности гороха, но характер такого влияния был разным.

Среди всех биопрепаратов наиболее сильное положительное влияние оказало применение *Bacillus* spp., несколько слабее влияние было для *Streptomyces* spp. и *Trichoderma viride*, а самое слабое влияние оказало применение *Pseudomonas fluorescens*.

Выше отмечалось значение гороха как белковой культуры, поэтому после уборки определяли содержание белка в зерне (табл. 6).

Таблица 8 – Содержание белка в семенах гороха в зависимости от обработки семенного материала, %, 2018 г.

Вариант	Содержание на сырое вещество, %	Содержание на сухое вещество, %
Контроль	20,52	21,31
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	17,23	18,00
<i>Bacillus spp.</i>	20,57	21,50
<i>Streptomyces spp.</i>	20,03	20,81
<i>Trichoderma viride</i>	19,35	20,13

Результаты оценки показали, что прирост содержания белка под влиянием обработки семян был только в варианте с *Bacillus spp.* В остальных вариантах данный показатель или не изменялся или даже снижался в сравнении с контролем.

#### 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Показатели расчета экономической эффективности производства гороха по прямым производственным затратам представлены в таблице 7.

Таблица 9 – Показатели расчета экономической эффективности производства гороха сорта Варис , 2018 г

Вариант	Урожайность, т/га	СВП*, т. руб/га	ПЗ*, т. руб/га	Себестоимость зерна, т. руб/га	ЧД*, т. руб/га	УР*, %
Контроль	1,47	14,70	12,33	8,39	2,37	19
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,84	18,40	12,79	6,95	5,61	44
<i>Bacillus spp.</i>	2,86	28,60	13,70	4,79	14,90	109
<i>Streptomyces spp.</i>	2,28	22,80	13,50	5,92	9,30	69
<i>Trichoderma viride</i>	2,29	22,90	13,70	5,98	9,20	67

Примечание: 1. \*СВП – стоимость валовой продукции; \*ПЗ – производственные затраты; \*ЧД – чистый доход; \*УР – уровень рентабельности.

За счет роста урожайности и сравнительно низкие затраты на биопрепараты, применение всех изучаемых вариантов привело к повышению экономической эффективности производства гороха. Наибольшие показатели по рентабельности (109% против 19% в контроле) и минимальные значения себестоимости (почти в 2 раза ниже контроля) были при применении варианта обработка семян *Bacillus spp.*

При сравнении отдачи от использования только *Streptomyces spp.* и *Trichoderma viride* разницы по экономической эффективности практически не было. Худшие результаты были для *Pseudomonas fluorescens*.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

На основании проведенных исследований можно сделать следующие предварительные выводы:

1. в условиях засухи на начальном этапе развития растений гороха, применение обработки семян биопрепаратом на основе *Trichoderma viride* оказывает наиболее сильное положительное влияние на рост и развития гороха.

2. за исключением варианта с *Trichoderma viride* во всех остальных вариантах с обработкой семян происходило достоверное снижение поражения растений корневыми гнилями. Наиболее выраженным эффект в подавлении болезни был при применении *Streptomyces* spp. (биологическая эффективность 97,6%). Несколько слабее эффект отмечался при обработке семян эндофитными бактериями *Bacillus* spp.

3. обработка семян биопрепаратами из разных групп микроорганизмов оказывает положительное влияние и на повышение устойчивости гороха к листовым болезням.

4. наибольшее количество клубеньков у гороха, независимо от фазы развития растений, было при применении обработки семян *Trichoderma viride*.

5. наиболее сильное положительное влияние на урожайность гороха оказало применение *Bacillus* spp., несколько слабее влияние было для *Streptomyces* spp. и *Trichoderma viride*, а самое слабое влияние оказало применение *Pseudomonas fluorescens*.

6. прирост содержания белка под влиянием обработки семян был только в варианте с *Bacillus* spp. В остальных вариантах данный показатель или не изменялся или даже снижался в сравнении с контролем.

7. Наибольшие показатели по рентабельности (109% против 19% в контроле) и минимальные значения себестоимости (почти в 2 раза ниже контроля) были при применении варианта обработка семян *Bacillus* spp.

#### ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Наиболее перспективным биологическим агентом для включения в систему защиты гороха от болезней являются эндофитные бактерии *Bacillus* spp.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимова, Е.Е. Влияние бактерий *Pseudomonas* sp. в-6798 на фитопатологическое состояние картофеля в полевых экспериментах/Е.Е. Акимова, О.М. Минаева// Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2009. – № 2 (6). – С.42-47.
2. Алимova, Ф.К. Промышленное применение грибов рода *Trichoderma* / Ф.К.Алимova. – Казань: Казанский государственный университет им.В.И.Ульянова-Ленина, 2006. – 209 с.
3. Амелин, А. В. Морфобиологические особенности растений гороха в связи с созданием сортов усатого типа / А. В. Амелин // Селекция и семеноводство. – 1997. – № 2. – С. 9-14.
4. Артамонова М. Н. Роль бактериальных симбионтов в растительно-микробных ассоциациях/ М. Н. Артамонова, Н. И. Потатуркина-Нестерова, О. Е. Беззубенкова//Вестник Башкирского университета. – 2014. – Т. 19. – №1. – С.81-84.
5. Борзенкова Г.А. Иммунологическая оценка источников зернобобовых культур на устойчивость к вредителям и болезням в свете развития научного наследия Н.И. Вавилова/Г.А. Борзенкова// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 4. – С.37-45.
6. Валиулина, Л. И. Роль новых морфотипов гороха в повышении технологичности уборки / Л. И. Валиулина, А. А. Чураков // Аграрная наука – с.-х. производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: матер. Междунар. науч.-практ. конференции (Красноярск, 25 – 28 июля 2011 г.). – Ч. 1. Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2011. – С. 55 – 56.
7. Вербицкий, Н.М. Селекция гороха в условиях недостаточного увлажнения / Н.М. Вербицкий // Вестник РАСХН. – 1994. – №2. – С. 258.
8. Вербицкий, Н.М. Селекция сортов гороха на основе новых морфотипов/ Н.М. Вербицкий //Аграрная Россия. – 2002. – № 1. – С. 48-50.

9. Власова, О. И. Влияние элементов агротехники на продуктивность гороха / О. И. Власова, Л. А. Горбачева // Поли- тематический сетевой научный журнал / КуГАУ. – 2011. – № 70. – С. 707–716.
10. Говоров Л.И. Горох // Культурная флора СССР. – М.; Л.:1937. – Т. 4. С. 229–336.
11. Голопятов М.Т. Влияние факторов интенсификации на урожай и качество сортов и линий гороха нового поколения/ М.Т. Голопятов, И.В. Кондыков, В.Н. Уваров // Аграрная Россия. 2011, №3. – С. 38-42.
12. Голопятов М.Т. Подходы к сортовым технологиям возделывания зернобобовых культур/ М.Т. Голопятов //Земледелие. – 2012, №5. – С. 24-25.
13. Голопятов М.Т. Роль техногенных факторов в стабилизации урожая зерна гороха сортов нового поколения/ М.Т. Голопятов, В.Н. Уваров, Б.С. Кондрашин// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – №1(9) – С. 3-6.
14. Гурьев Г.П. Некоторые аспекты формирования симбиотического аппарата у гороха/ Г.П. Гурьев // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – №1(9) – С. 11-16.
15. Давлетов Ф. А. Оценка сортов гороха на устойчивость к корневым гнилям / Ф. А. Давлетов, Д. Ф. Нуриахметов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 1. – С. 41
16. Дебелый Г.А. Зернобобовые культуры в мире и Российской Федерации/ Г.А. Дебелый// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – №2. – С. 31-36.
17. Динчев Д. Азотфиксационная активность на фасулевите грудкови бактерий. Известия Центр НИИ почвоведения и агротехн., 1961. 1. – С.127-156.
18. Ефремова И.В., Роганов А.В. Селекционная оценка сортообразцов гороха конкурсного сортоиспытания// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – №2. – С. 39-43.

19. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. Издательство Агрорус, Москва. 2004. – 1109 с.
20. Захаренко, В.А. Биотехнологии и защита растений//Защита и карантин растений. – 2015. – №11. – С.3-8.
21. Зеленов А.Н. Селекция гороха на высокую урожайность семян: дис.... докт. с.х. наук. Брянск. 2001.–60 с.
22. Зотиков В.И. Перспективная ресурсосберегающая технология производства гороха. Методические рекомендации/ Зотиков В.И., Голопятов М.Т. и др. – М. ФГНУ «Росинфмагротех». 2009. – 36 с.
23. Зотиков В.И. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации/ Зотиков В.И. В.С. Сидоренко, Н.В. Грядунова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018 – №2(26).
24. Климашевский Э.Л. Проблема генотипической специфики корневого питания растений/Э.Л. Климашевский// Сорт и удобрение. – 1974. – С. 11-53.
25. Климашевский Э.Л. Сорт – удобрение – урожай/ Э.Л. Климашевский. // Вестник с.-х. науки. – 1983. – № 3. – С 31-32.
26. Климашевский Э.Л. Специфика генотипических реакций растений на удобрение/ Э.Л. Климашевский //Сибирский вестник с-х науки. – 1982. – №5. – С.7-14.
27. Космынина О. Н. Устойчивость гороха к грибным болезням/ О.Н. Космынина, С.В. Осоргин // Известия Самарской ГСХА. – 2009. – №4. – С. 47-49.
28. Косолапов, В.М. Горох, люпин, вика, бобы: оценка и использование в кормлении сельскохозяйственных животных / В.М. Косолапов, А.И. Фицев, А.П. Гаганов, М.В. Мамаев. – М.: ООО «Угрешская типография». – 2009. – 373с.
29. Кулинич, Р.А. Изучение различных микробиологических препаратов на горохе сорта девиз в Крыму/ Р.А. Кулинич, Е.Л. Турина //

Актуальные вопросы науки и практики XXI в Материалы 2-й Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 5-10.

30. Ложкина О.В Технология возделывания гороха в Томской области. Методические рекомендации /Россельхозакадемия. Сибирское отделение СибНИИСХиТ. – 2007. – 14 с.

31. Макашева Р.Х. Горох // Культурная флора СССР. – Л.: Колос, 1979. –Т. IV. ч. 1. – 322 с.

32. Малышева А.В. Влияние ризоторфина, регулятора роста Циркон и микроэлементов на урожайность гороха/А.В. Малышева//Известия Оренбургского ГАУ. – 2010. – №2(26). – С.32-35.

33. Марченко, А. Б. Фузариозное увядание астры однолетней и ограничение его распространения / А. Б. Марченко // Защита и карантин растений. – 2017. – № 9. – С. 50-51.

34. Новикова Н.Е. Водный обмен у растений гороха с разным морфологическим типом листа/ Н.Е. Новикова //Сельскохозяйственная биология, 2009. – №5. – С. 73-77.

35. Новикова Н.Е. Механизм антиоксидантной защиты при адаптации генотипов гороха (*Pisum sativum* L.) к неблагоприятным абиотическим факторам среды/Н.Е. Новикова, В.И. Зотиков, Д.М. Фенин // Вестник Орел-ГАУ. – 2011. – Т.30. – Т3. – С. 113-116.

36. Новикова Н.Е. О стабильности урожайности сортов гороха с усатым типом листа/ Новикова Н.Е., Лаханов А.П.//Аграрная Россия. – 2002. – 2. – С. 43-45.

37. Нуриахметов Д. Ф. Оценка селекционного материала гороха на устойчивость к аскохитозу / Д. Ф. Нуриахметов, Ф. А. Давлетов // Достижения науки и техники АПК. - 2007. - N 9. - С. 18-19.

38. Ооржак, А.С. Сравнительная характеристика близкоизогенных по генами af и tl линий гороха/ А.С. Ооржак // Вестн. Тувин. гос. ун-та. Кызыл. – 2010. – Вып. 2. – С. 16-19.

39. Пономарева С. В. Оценка сортов гороха на устойчивость к аскохитозу/ С. В. Пономарева, П. В. Орлов // Защита и карантин растений. - 2013. - № 1. - С. 23-24.
40. Попов Б.К. Результаты селекции гороха/ Б.К. Попов, Ф.А. Давлетов // Достижение науки и техники АПК. № 2. 2007. – С.18-19.
41. Семёнов В.А. Современное состояние и направления развития исследований по селекции гороха на 2011-2015 гг./В.А. Семенов // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – №2. – С. 46-51.
42. Ситало, Г.М. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на продуктивность гороха сорта Ангела/ Г.М. Ситало, В.М. Мажара, Л.П. Бельтюков, Ю.В. Гордеева//Вестник аграрной науки Дона. – 2015. – Т.4. – №32. – С.45-52.
43. Фадеева А.Н. Результаты селекции гороха в Татарстане на целевое использование/ А.Н. Фадеева/Материалы научно-практической конф.: Научные основы производства сельскохозяйственной продукции. – Саранск, 2006. – С. 226-229.
44. Фадеева А.Н. Селекция гороха в Республике Татарстан: методы, направления, результаты и перспективы/ А.Н. Фадеева//Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету: Селекція на стабільне виробництво рослинного білка. – Луганськ, 2002. - № 20/32. – С.55-61.
45. Фадеева А.Н. Селекция гороха на устойчивость к болезням/ А.Н. Фадеева //Достижения науки и техники АПК. – 2007. - № 3. – С. 11-13.
46. Фадеева, А.Н. Основные достижения и направления селекции гороха в Татарском НИИСХ/ А.Н. Фадеева //Всероссийский научно-производственный журнал: Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – с. 65- 68.
47. Феокистова, Н.В. Ризосферные бактерии //Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки/ Н.В. Феокистова, А.М.

Марданова, Г.Ф. Хадиева, М.Р. Шарипова. – 2016. – Т. 158, кн. 2. – С. 207–224

48. Шкалик В.А. Защита растений от болезней/под ред. В.А. Шкалика. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: КолосС, 2010. – 404 с.

49. Шотт П.Р. Фиксация атмосферного азота в однолетних агроценозах [Текст]. – Барнаул: «Азбука», 2007. – 176 с.

50. Штерншис, М.В. Тенденции развития биотехнологии микробных средств защиты растений в России // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2012. – № 2 (18). – С. 92–100.

51. Al-Taweil, H. I. Optimizing of *Trichoderma viride* cultivation in submerged state fermentation/ H. I. Al-Taweil, M. Bin Osman, A. A. Hamid and W. M. W. Yusoff// *American Journal of Applied Sciences*. 2009. – 6 (7). – P. 1284-1288.

52. Bais, H.P. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms/ H.P. Bais, T.L. Weir, L.G. Perry, S. Gilroy, J.M. Vivanco// *Annual Review of Plant Biology*. – 2006. – Vol.57. – P. 233–266.

53. Belimov A.A., Dodd I.C., Hontzeas N., Theobald J.C., Safronova V.I., Davies W.J. Rhizosphere bacteria containing ACC deaminase increase yield of plants grown in drying soil via both local and systemic hormone signalling // *New Phytologist*. – 2008.

54. Belimov, A.A. Rhizosphere bacteria containing ACC deaminase increase yield of plants grown in drying soil via both local and systemic hormone signaling/ A.A. Belimov, I.C. Dodd, N. Hontzeas, J.C. Theobald, V.I. Safronova W.J. Davies // *New Phytologist*. 2009. – Vol.181. – P. 413–423.

55. Benitez, T. Biocontrol mechanism of *Trichoderma* strains/ Benitez, T., A.M. Rincon, M.C. Limon and A.C. Codon. // *International Microbiol.* – 2004. – Vol. 7. – P.249-260.

56. Casson, S.A. Genes and signaling in root development/ Casson S.A., Lindsey K. // *New Phytol.* – 2003. – Vol. 158. – P. 11–38.

57. Howell, C.R. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Disease*. – 2003. – Vol. 87. – P.4-10.
58. Kaewchai, S. Mycofungicides and fungal biofertilizers/ S. Kaewchai, K. Soyong and K.D. Hyde // *Fungal Diversity*. – 2009. – Vol. 38. – P. 25-50.
59. Kumar, A. *Bacillus* as PGPR in Crop Ecosystem/ A. Kumar, A. Prakash, and B.N. Johri// *Bacteria in Agrobiolgy: Crop Ecosystems*. – Springer-Verlag Berlin –Heidelberg, 2011. – p.37-59.
60. Naher, L. *Trichoderma* spp.: A biocontrol agent for sustainable management of plant diseases/ L. Naher, U. K. Yusuf , A. Ismail, K. Hossain// *Pak. J. Bot.*– 2014. – Vol. 46(4). – P. 1489-1493.
61. Nega, A. Review on concepts in biological control of plant pathogens/ A. Nega// *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. – 2014. – Vol.4, No.27. – P.33-54.
62. Richardson A.E. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms/ A.E. Richardson, J.M. Barea, A.M. McNeill, C. Prigent-Combaret // *Plant Soil*. – 2009. – Vol. 321. – P.305–339.
63. Selvakumar, G. Potential and prospects of aerobic endospore-forming bacteria (AEFB) in crop production/ G. Selvakumar, G. Hema Bindu, P. Panneerselvam, A. N. Ganeshamurthy// *Bacilli and Agrobiotechnology*. – Springer International Publishing AG, 2016. – P. 213-236.
64. Somers, E. Rhizosphere bacterial signalling: a love parade beneath our feet / E. Somers, J.Vanderleyden, and M.Srinivasan // *Crit. Rev. Microbiol.* – 2004. – Vol.30. – P.205-240.
65. Vejan, P. Role of Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Agricultural Sustainability– A Review/ P. Vejan, R. Abdullah, T. Khadiran, S. Ismail, A. Nasrulhaq Boyce// *Molecules*. – 2016. – Vol.21. – P. 1-17// doi:10.3390/molecules21050573

66. Vinale, F. Trichoderma-plant-pathogen interactions/ F. Vinale, K. Sivasithamparam, L.E. Ghisalberti, R. Marra, L.S. Woo and M. Lorito// Soil. Biol. Biochem. – 2008. – Vol. 40. – P. 1-10.
67. Whipps, J. M. Biological control agents in plant disease control/ J. M. Whipps, M. McQuilken //Disease Control in Crops: Biological and Environmentally Friendly Approaches. – Blackwell Publishing Ltd ,2009. – P.27-61.
68. Woo, S.L. The molecular biology of the interactions between *Trichoderma* spp., phytopathogenic fungi, and plants/ S.L. Woo, F. Scala, M. Ruocco, M. Lorito// Phytopathology. – 2006. – Vol. 96. –P. 181–185.
69. Wu, L . Induction of systemic disease resistance in *Nicotiana benthamiana* by the cyclodipeptides cyclo (1- Pro- 1- Pro) and cyclo (d- Pro- d- Pro)/ Wu, L., Wu, H., Chen, L., Zhang, H. & Gao, X. // Mol. Plant Pathol. – 2017. – Vol.18. – 67–74.
70. Xu, X.-M. Combined use of biocontrol agents to manage plant diseases in theory and practice/ Xu, X.-M., Jeffries, P., Pautasso, M., and Jeger, M. J.// Phytopathology. – 2011. – Vol. 101. – P. 1024-1031.

## Приложение 1

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА						
Культура:	горох					
Фактор А:	обработка семян					
Год исследований:						
Градация фактора	5					
Исследуемый показатель:	урожайность					т/га
Количество повторностей:	4					
Руководитель						
	Таблица					
Фактор А	Повторность				Суммы V	Средние
	1	2	3	4		
Контроль	1,45	1,53	1,36	1,53	5,88	1,47
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,81	1,92	1,71	1,92	7,36	1,84
<i>Bacillus spp.</i>	2,82	2,98	2,65	2,99	11,44	2,86
<i>Streptomyces spp.</i>	2,25	2,38	2,23	2,27	9,12	2,28
<i>Trichoderma viride</i>	2,26	2,34	2,24	2,33	9,16	2,29
суммы Р	10,59	11,14	10,19	11,03	42,96	
						42,96
Таблица дисперсионного анализа						
Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s <sup>2</sup>	Fфакт	F05	Достоверность
Общая	4,5	19				
Повторностей	0,1	3				
Вариантов	4,4	4	1,10	418,59	3,26	достоверно
Остаток	0,0315	12,0000	0,0026			
Ошибка разности средних	0,04	т/га				
НСР05	0,08	т/га				