

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
БАКАЛАВРА

по направлению 35.03.04 – Агрономия на тему:

**«Оценка эффективности обработки семян гороха биопрепаратами на
основе бактерии рода *Pseudomonas*»**

Исполнитель: студентка группы Б161-02 агрономического факультета
Ахметшина Руфия Рафиевна

Научный руководитель
канд., биол. наук, доцент

Колесар В.А.

Зав. кафедрой, доктор с.-х. наук,
Член-корр. АН РТ, профессор

Сафин Р.И.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к
защите (протокол № 12 от 11.06.2020 г.)

Казань – 2020 г

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
I Обзор научной литературы	7
1.1 Биологические и ботанические особенности гороха	7
1.2 Технология возделывания гороха	10
1.3 Характеристика основных возбудителей заболеваний гороха.....	14
1.4 Азотфиксирующая способность гороха	18
1.5 Применение биологических препаратов на горохе	20
II Экспериментальная часть	23
2.1 Цель и задачи исследований	23
2.2 Материалы и методы	23
2.2.1 Сорт гороха для проведения исследований – Кабан	23
2.2.2 Общая характеристика изучаемых штаммов	25
2.3 Агрометеорологические условия в год проведения опытных исследований	26
2.4 Методы исследований	27
III Результаты опытов на горохе по обработке семян	32
3.1 Развитие болезней на горохе сорта Кабан	32
3.2 Фотосинтетическая деятельность растений гороха	34
3.3 Симбиотические клубеньки на корневой системе гороха	34
3.4 Морфоструктурные показатели растений гороха «Кабан» в зависимости от обработки семян	36
3.5 Фитоэкспертиза семян гороха после уборки	38
3.6 Урожайность, элементы структуры урожая и содержание белка в семенах гороха	40
IV Экономическая эффективность при возделывании гороха «Кабан»	43
V Выводы	45
VI Рекомендации производству	47
VII Охрана окружающей среды	48
VIII Безопасность жизнедеятельности на производстве	50
IX Физическая культура на производстве	51
Список научной литературы	52
Приложения	57

ВВЕДЕНИЕ

Горох является основной зерновой бобовой культурой в нашей стране, широко возделываемой в разных почвенно-климатических зонах. Семена гороха в зависимости от условий выращивания содержат (в пересчете на сухое вещество): 9-15% воды, 18-35% белка, 46-60% безазотистых экстрактивных веществ (в том числе 20-50 крахмала, 4-10 сахаров), 0,6-1,5 жира, 2-10 клетчатки, 2-4 золы и витаминов (В₁, В₂), которых в горохе больше, чем в моркови и томатах. Витаминов в зерне гороха содержится в среднем (мг/100 г): А – 0,4; В₁ – 0,6; В₂ – 0,1; РР – 2,4; С – 3,5; Е – 8; каротина – 0,1 и пантотеновой кислоты – 0,1. Преобладающими белками в зерне гороха являются леугмин, вицелин, леугмелин. Зерно гороха богато так же незаменимыми аминокислотами: лизин, метионин, триптофан, треонин, валин, фенилаланин, лейцин, изолейцин, гистидин и аргинин. Гороховое зерно содержит так же такие вещества как тирозин - 2,3-3,3, цистин - 0,73-1,1, аспарагиновую + глютаминовую кислоты - 26-59, метионин - 1,4-1,9, лизин - 3,7-6, триптофан - 0,99-1,3, гистидин - 2-2,6, аргинин - 9,3-12,6. Углеводы в зерне гороха присутствуют в виде крахмала, сахара, гемицеллюлозы, клетчатки, пектиновых веществ. Чем меньше в зерне гороха белка, тем интенсивнее идет синтез крахмала и сахаров. Из липидных веществ, входящих в состав зерна гороха присутствуют - жиры (свободные липиды) и жироподобные вещества (липоиды), а также фосфолипиды (связанные липиды). Зерно гороха так же богато ферментами: амилаза, мальтаза, сахараза, пероксидаза, уреазы и протеолитические ферменты. Продукты переработки гороха содержат в своем составе особые вещества – антиоксиданты, которые препятствуют окислению жиров, предохраняя их от порчи и удлиняя срок хранения жировых веществ, а также способствуя сохранению витаминов в зерне (Antonio M. De Ron, Francesca Sparvoli, 2017).

Зерно и зеленая масса гороха используется на многие нужды. Например, зрелое зерно, свежий зеленый горошек, зеленые бобы сахарных сортов используются на продовольственные и промышленные цели, зеленая масса и

зерно используются так же на кормовые цели в виде зернофуража, зеленого корма, силоса, сенажа, сена, муки. В сельскохозяйственном производстве горох имеет большое агротехническое значение, его используют как зеленое удобрение (сидерат) или промежуточную поукосную культуру. Так, на корнях гороха в клубеньках развиваются особые микроорганизмы (клубеньковые азотфиксирующие бактерии), которые усваивают азот из воздуха и переводят его в доступные для растений формы. Благодаря этой способности горох оставляет после себя в почве большое количество доступного азота, являясь отличным предшественником для всех сельскохозяйственных культур. При посеве после гороха пшеницы в ее зерне повышается количество белка и клейковины, улучшается ее качество. Кроме этого растения гороха способны накапливать в своих вегетативных органах большое количество стронция и цезия, благодаря чему его используют для очищения почвы от техногенного загрязнения (Шелепина, Щуров, 2010).

Зернобобовые культуры, в том числе горох (кроме сои) имеют сравнительно большой удельный вес в мировом производстве зерна – 2,4 – 2,8%. Самые большие валовые сборы урожая зерновых бобовых культур, в том числе гороха, получают в европейских странах, особенно во Франции. Так, средняя урожайность гороха в этих странах достаточно высокая и составляет 4,7 – 5,2 т/га. Такие показатели были достигнуты благодаря внедрению комплексной программы возделывания гороха, основанной на высоких достижениях селекционеров по выведению новых высокопродуктивных, пластичных сортов культуры и прогрессивных технологий возделывания культуры и ухода за посевами. Большинство посевных площадей гороха в РФ сосредоточены в Центральном, Приволжском и Северо-Кавказском округах. Лидерами по производству гороха считаются Саратовская, Самарская и Пензенская области.

В России к сожалению, площади гороха очень малы и составляют всего 1% в структуре посевных площадей. Урожайность культуры так же невысокая и составляет в среднем 1,45 – 1,80 т/га. Это связано с недостаточной

селекционной работой по гороху в нашей стране. Необходимо так же широко внедрять ресурсо- и влагосберегающие технологии возделывания гороха, разрабатывать и внедрять в производство новые, высокопластичные и высокопродуктивные сорта и гибриды. Так для успешного возделывания гороха необходим вклад селекции порядка 30 – 70% (Зотиков, 2009, 2013).

В Республике Татарстан посевная площадь гороха в 2018 году составляла 63,8 тыс. га., валовой сбор получен 114,8 тыс. тонн при средней урожайности культуры 1,7 – 1,8 т/га по республике (данные МСХ и П РТ из отчета 4 СХ за 2018 г).

Для расширения посевных площадей под горохом в Татарстане как предшественником озимой пшеницы перед селекционерами возникла необходимость выведения более скороспелых сортов с укороченным вегетационным периодом. Большой вклад в селекционную работу по гороху внесли республиканские ученые-селекционеры Т.Г. Евдокимова, Т.А. Баранова, А.Н. Фадеева, которые работали и работают по данному направлению в Татарском НИИСХ РАН (Фадеева, 2012).

Растения гороха сильно поражаются различными болезнями, возбудители которых в регионах страны отличаются большим разнообразием и нестабильностью видового состава. Именно с этим связаны сложности в прогнозировании развития эпифитотийных ситуаций в посевах гороха. Одним из основных методов защиты культуры от заболеваний является предпосевная обработка семян (Лаптиева, Кунгурцева, 2016).

В настоящее время ассортимент препаратов для обработки семян гороха сравнительно обширен. Известно, что протравители на химической основе сильно снижают всхожесть и энергию прорастания семян гороха, в связи с чем идет задержка в развитии растений, кроме того, химические протравители являются достаточно опасными ядами для человека и животных. Поэтому при предпосевной обработке семян гороха и других зернобобовых культур предпочтение отдают биологическим протравителям. Ассортимент биологических протравителей на основе различных штаммов бактерий и грибов

на горохе так же достаточно обширен, но у патогенов часто возникает резистентность к ним. Поэтому необходимо своевременно совершенствовать имеющийся ассортимент штаммов путем поиска в природе новых биологических агентов для успешного создания новых биологических протравителей для защиты семян гороха от заболеваний.

І ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Биологические и ботанические особенности гороха

В современной систематической системе ученые выделяют два вида гороха – *Pisum fulvum*, *P. sativum* и шесть их подвидов. В культуре возделывают лишь один вид – *P. sativum*, который отличается большим разнообразием белоцветковых и окрашенноцветковых растений гороха. В свою очередь род *Pisum* L. относится к семейству бобовых – *Fabaceae* Lindl, колену виковых – *Vicieae* Bronn (Фадеева, Шурхаева, 2006).

Горох посевной *Pisum sativum* L. относится к однолетним, однодомным растениям длинного дня.

Корень гороха стержневой, разветвленный, проникающий вглубь почвы до 1 метра. Боковые корешки расположены в основном в пахотном горизонте и распространяются в стороны до 1 м. На корнях развиваются клубеньки, в которых находятся симбиотические азотфиксирующие бактерии. Образуются клубеньки через 1 – 1,5 недели после появления всходов. Максимальное количество клубеньков наблюдается в фазу бутонизации – цветения.

Стебель гороха стелющийся, лежащий, полуполегающий, вьющийся, четырехгранный, полый, с восковым налетом, высотой 60 – 100 см, некоторые сорта достигают в длину более 2 м. Максимальный прирост стебля наблюдается в период начало бутонизации – налив семян.

Листья гороха парноперистые, светло- или темно-зеленые с сизоватым оттенком из-за воскового налета на их поверхности, имеют крупные прилистники (у пелюшки на прилистниках фиолетовая окраска) и 1 – 3 пары листочков, на верхушке имеется разветвленный усик (усатые сорта не имеют листочков и называются безлисточковыми). При помощи усиков горох хорошо цепляется за опору и стебель не полегает. В качестве опорной культуры горох высевает в смеси с овсом, рапсом, горчицей и др. культурами.

Соцветие – одно или двухцветковая кисть. Цветки гороха находятся в стеблевых узлах, имеют типичное для бобовых культур строение. Окраска венчика у гороха посевного – белая у гороха полевого (пелюшки) – красно-

фиолетовые. Горох относится к самоопыляющимся растениям. Опыление происходит в фазе бутонов, но при повышении температуры бутоны могут раскрываться, при этом происходит частичное перекрестное опыление.

Плод – многосемянный боб с 3 – 10 семенами (горошинами). По форме бывает прямым, слегка изогнутым, мечевидным, серповидным и др. Длина боба может варьировать от 4 до 12 см.

Семена у большинства сортов гороха гладкие, но встречаются растения с морщинистыми семенами, по форме семена округлые, покрытые кожистой оболочкой, белой, желтой, розовой и зеленой окраски, с массой 1000 зерен 150 – 500 гр. По форме семян их делят на 3 группы: круглые, угловатые и промежуточные. У круглосемянных сортов гороха семена быстро теряют сахар, превращаясь в крахмал и становятся не сладкими в фазе технической спелости. Семена высококачественных сортов в фазе полной спелости имеют угловатую форму с морщинистой поверхностью. В состоянии покоя могут сохранять жизнеспособность до 5 – 6 лет. По размеру семян их делят на фракции: масса 1000 шт. более 250 гр. - крупные, 150-250 гр. - средние и менее 150 гр. - мелкие.

Среди сортов гороха посевного выделяют два типа: сахарные и луцильные. Сахарные сорта отличаются отсутствием пергаментного слоя в створках бобов, их используют в овощеводстве. У луцильных сортов в створках бобов имеется жесткий пергаментный слой, такие сорта выращивают на получение зерна (А. М. де Рон., 2015).

Вегетационный период гороха составляет 70 – 140 дней и зависит от условий произрастания, технологии возделывания и сортовых особенностей. Благодаря своей скороспелости некоторые сорта гороха с коротким периодом вегетации используют как поукосную, пожнивную или сидеральную культуру в сидеральных парах и промежуточных посевах.

К теплу горох предъявляет не высокие требования. Культура достаточно холодостойкая. Прорастание семян в почве происходит при температуре +1 – 2⁰С, всходы гороха посевного выдерживают кратковременные заморозки до – 6 – 8⁰С. Пелюшка относится к более холодостойким видам гороха. Молодые

побеги и цветки гороха посевного способны выдерживать кратковременное похолодание до $-2 - 3^{\circ}\text{C}$, оптимальной температурой при прорастании семян считается $+18 - 20^{\circ}\text{C}$, в период роста и ветвления стеблей $+15 - 20^{\circ}\text{C}$, в период образования бобов $+15^{\circ}\text{C}$. Лучшее развитие корневой системы и клубеньков в почве происходит при температуре $+5-10^{\circ}\text{C}$.

Горох посевной предъявляет умеренные требования к влагообеспечению. Его транспирационный коэффициент равен 400 – 589. Засухоустойчивость гороха ниже, чем у нута, чечевицы, чины, но выше, чем у бобов, вики и люпина. Критическим периодом влагопотребления считается период бутонизация – образование плодов.

Горох предъявляет высокие требования к почвам. Подходящими для него являются высокоплодородные среднесвязные, известкованные, хорошо увлажненные черноземные, серые лесные, окультуренные дерново-подзолистые почвы с реакцией почвенной среды, близкой к нейтральной pH 6 – 7. Не удастся горох на тяжелых, смытых, песчаных и засоленных почвах.

Умение правильно определять фенологические фазы развития той или иной культуры необходимо для качественного проведения мероприятий по уходу за посевами, контроля за ростом и развитием растений и вредных биологических объектов, формированием элементов продуктивности культуры. У гороха различают несколько последовательных фенологических фаз в процессе роста и развития растений: прорастание, всходы, стеблевание, ветвление, бутонизация, цветение, образование бобов, созревание семян и полная спелость.

Прорастание семян начинается от набухания семян до появления ростка на поверхности почвы. Полные всходы у гороха отмечаются при появлении первого листа над поверхностью поля. Фаза роста и ветвления стеблей отмечается при начале образования боковых побегов. Образование боковых побегов усиливается при повреждении точки роста на главном стебле. Период бутонизации начинается при образовании одиночных бутонов и соцветий. Фаза цветения начинается в период раскрытия лепестков на нижних цветках.

Образование бобов наступает снизу-вверх в той же последовательности, что и образование соцветий, цветков и бутонов. В фазу «лопатки» наблюдается образование плоских бобов в нижних ярусах, в то время как в средних ярусах еще идет цветение, а в верхних – лишь бутонизация. Фаза созревания начинается с пожелтения нижних бобов (в этот период средняя влажность семян со всего растения составляет 40 – 20%, семена легко режутся ногтем). Фаза полной спелости наступает при созревании 90 – 100% бобов, средняя влажность семян в это время составляет 14 – 19%, при этом в случае надавливания остается мелкая блестящая царапина (https://studopedia.ru/3_131196_goroh-znachenie-morfologiya-biologiyasorta-i-rayoni-virashchivaniya.html).

1.2 Технология возделывания гороха

В связи с сравнительно медленным начальным ростом гороха, он может сильно заглушаться сорняками, поэтому для него следует выбирать такие предшественники, которые оставляют поле чистым от сорняков. Для получения высоких урожаев гороха его необходимо размещать по удобренным предшественникам. В Республике Татарстан (Среднее Поволжье) наилучшими предшественниками считаются озимые зерновые по чистому пару, яровая пшеница, пропашные культуры (кукуруза).

Нельзя высевать горох после подсолнечника, из-за всходов падалицы подсолнечника, снижающих урожай гороха и затрудняющих его уборку; после многолетних бобовых и злаковых трав, после зернобобовых культур – так как имеются общие вредители (долгоносики, тля) и болезни (корневые гнили, аскохитоз), происходит ухудшение фитосанитарной ситуации в посевах гороха.

Оптимальная плотность сложения почвы под горох должна быть в пределах 1 – 1,2 г/см³, поэтому основная обработка почвы не должна способствовать переуплотнению, должна очищать поле от сорняков и выравнивать поверхность поля. Традиционная схема основной обработки почвы под горох после зерновых предшественников включает лущение стерни ЛДГ-5; ЛДГ-10; ЛДГ-15 или тяжелыми дисковыми боронами БДТ-3; 7; БДМ-

8,2; БД-6,6 на глубину 6-10 см и отвальную вспашку или глубокую безотвальную обработку через месяц после лущения (Зотиков, Голопятов, Акулов, Борзенкова, Васильчиков, Кондыков, Новиков, Наумкина, Пьяных, Хлебников, Цуканова, 2009).

Отвальная вспашка под горох способствует очищению поля от основных сорняков, активизации азотфиксирующей микрофлоры в клубеньках гороха, снижению плотности сложения, улучшению качества полеченного зерна по сравнению с плоскорезной обработкой и поверхностным рыхлением (Куликова, Антонов, 2007).

После кукурузы поле вначале дискуют, через 2 – 3 недели пашут. Поля, засоренные многолетними корнеотпрысковыми сорняками, проводят два лущения в разных направлениях, первое – после уборки предшественника, второе – при отрастании сорняков на глубину 12 – 14 см, через 2 – 3 недели поле пашут. Хорошие результаты по очищению полей дает совместное применение гербицидов группы глифосата кислоты (Ураган форте, Глифос, Раундап, Торнадо 500 и др.) и качественной обработки почвы. При этом после уборки предшественника проводят лущение стерни на глубину 10 – 12 см, через 15 – 20 дней (после появления основной массы отросших сорняков) проводят гербицидную обработку, еще через 2 – 3 недели поле пашут.

Зимой проводят 2 – 3-х кратное снегозадержание для накопления влаги. Весной обработку почвы начинают с закрытия влаги. Предпосевная обработка под горох проводится на глубину 6 - 8 см культиватором КПС-4 с пружинными или стрельчатыми лапами и боронами в агрегате для выравнивания поля и подрезания проростков сорняков. Посев гороха проводят сеялками с анкерными сошниками с острым углом вхождения (Зотиков, Голопятов, Акулов, Борзенкова, Васильчиков, Кондыков, Новиков, Наумкина, Пьяных, Хлебников, Цуканова, 2009).

Горох позволяет вовлекать в биологический круговорот около 60 кг/га азота из атмосферы. Благодаря чему затраты на минеральные удобрения снижаются примерно на 700 – 800 руб./га, а общая прибыль с гектара

составляет порядка 2100 руб., увеличивается интенсивность круговорота азота на 17%, что способствует сохранению плодородия почв (Солдат, Кононенко, Пилипчук, 2007).

Минеральные удобрения под горох рассчитывают расчетно-балансовым методом на планируемую урожайность. Так, на формирование 1 ц зерна и столько же соломы горох потребляет азот – 4,5-6 кг, фосфор – 1,5-2, калий – 3,5-4, кальций – 1,9-3, магний – 0,1-0,2 кг, микроэлементы, прежде всего молибден и бор. Фосфорно-калийные удобрения вносят под вспашку осенью. При посеве рекомендуется вносить фосфорные или комплексные удобрения в норме 10 – 20 кг. д.в. на 1 га. На почвах с низким содержанием гумуса необходимо вносить азот в норме – 30 – 40 кг/га с целью улучшения работы клубеньков на корнях. На богатых гумусом почвах внесения дополнительного азота горох не требует. На известкованных почвах необходимо вносить бор, на кислых – молибден (Зотиков, Голопятов, Акулов, Борзенкова, Васильчиков, Кондыков, Новиков, Наумкина, Пьяных, Хлебников, Цуканова, 2009).

Доказано, что внесение комплексных минеральных удобрений под горох способствует увеличению супрессивности почвы в отношении возбудителей корневых гнилей и повышению биохимической активности почвы за счет увеличения содержания в почве азотфиксирующих, целлюлозоразлагающих, денитрифицирующих микроорганизмов (Постовалов, 2018).

Активизация азотфиксирующих бактерий в клубеньках достигается путем предпосевной обработки семян гороха Нитрагином (Ризоторфином). До посева, желательно проводить, обогрев семян на открытых площадках. Протравливание семян проводят с использованием одного из препаратов: Максим, КС – 1,5-2 л/т; Винцит, СК – 2 кг/т; ТМТД – 3-4; ТМТД, ТПС – 2,5-3 кг/т; ТМТД, ВСК – 6-8 л/т и др. Ризоторфином семена гороха обрабатывают в день посева. Этот прием позволяет увеличить содержание белка в зерне гороха примерно на 0,5 – 2% (Зотиков, Голопятов, Акулов, Борзенкова, Васильчиков, Кондыков, Новиков, Наумкина, Пьяных, Хлебников, Цуканова, 2009).

Посев гороха максимально ранний. Норма высева зависит от сортовых особенностей и почвенно-климатических условий. Так, для лесной и лесостепной зон оптимальной является норма 1,2-1,4 млн шт./ га, для степной зоны с неустойчивым увлажнением – 0,8-1 млн шт./га. В случае проведения повсходового боронования посевов, норму высева следует увеличить на 10-15%. Экспериментальным путем установлено, что при увеличении нормы высева гороха до 1,2-1,4 млн в. с. на 1 га уменьшало количество бобов на растении, семян в бобе, массу зерна с одного растения. При этом выход зерна с гектара не менялся (Воскобулова, Верещагина, Ураскулов, 2019).

Экспериментальными данными установлено, что при увеличении нормы высева и в жарких условиях вегетации происходило увеличение содержания в зерне гороха сырого протеина (Воскобулова, Верещагина, Ураскулов, Курилкина, 2018, 2019).

Из-за большого содержания в зерне гороха белковых веществ, для набухания и прорастания его семян необходимо 100 – 120% воды от массы семян. Поэтому наличие влаги до посева очень важно. На среднесвязных почвах семена гороха заделывают на глубину 6 – 8 см, на легких – 9 – 10 см, на тяжелых 4 – 5 см. Способ посева – рядовой или узкорядный. В сухих условиях поле прикатывают после посева кольчато-шпоровыми катками.

При высокой засоренности горохового поля сорняками возможны потери урожая до 30 – 50%. Основные мероприятия по борьбе с сорняками в посевах гороха проводят при помощи агротехники, в период вегетации культуры – применяют гербициды избирательного действия. До появления всходов гороха проводят довсходовое боронование легкими боронами поперек рядков через 4 – 5 дней после посева. При необходимости проводят боронование по всходам в фазе 3 – 5 листьев гороха днем при ослабленном тургоре у растений гороха до периода сцепления растений гороха усиками между собой.

В случае высокой засоренности посевов однолетними двудольными и злаковыми сорняками проводят гербицидную обработку в фазе 3 – 6 листьев гороха Гезагардом в дозе 2,5-3 л/га, Пульсаром –0,8 л/га и др. Если злаковых

сорняков в посевах гороха нет, то обработку проводят гербицидами Агритокс – 1-1,5 л/га, Линтоплант – 1,2, Тапир – 0,5-0,8, Базагран – 3 л/га и др. При наличии злаковых сорняков в баковую смесь можно добавлять противозлаковые гербициды Фюзилад-супер – 1-2 л/га, Фурекс – 0,9, Фуроре супер – 0,8-1,2 л/га и др.

Растения гороха отличаются недружным созревaniem. Уборочные работы связаны с некоторыми трудностями. В первую очередь созревают бобы нижнего яруса, затем – среднего и, в последнюю очередь – верхние, в одно время на растении находятся семена разной степени спелости. При перестое на корню бобы начинают растрескиваться, семена высыпаются, большинство сортов гороха к моменту уборки сильно полегают. В связи с этим применяют два способа уборки – прямой (однофазный) и раздельный (двухфазный). Уборку проводят любыми зерновыми комбайнами (Зотиков, Голопятов, Акулов, Борзенкова, Васильчиков, Кондыков, Новиков, Наумкина, Пьяных, Хлебников, Цуканова, 2009).

1.3 Характеристика основных возбудителей заболеваний гороха

Поражение гороха болезнями и вредителями ведет к резкому снижению урожайности порядка 40 – 60%. Самыми вредоносными и распространенными в большинстве почвенно-климатических зон заболеваниями гороха считаются корневая гниль, аскохитозы, фузариоз, пероноспороз, мучнистая роса, ржавчина, серая гниль, бактериоз и деформирующая мозаика (Сергеева, Вьюник, Порсев, 2018).

Рассмотрим характеристики основных заболеваний, диагностированных нами на горохе в период проведения исследований.

Корневая гниль. Возбудителями являются грибы *Aphanomyces euteiches*, *Fusarium oxysporum* Schlecht, *F. avenaceum* (Fr) Sacc., *F. culmorum*, *F. solani* и др.). Потери урожая зерна гороха могут составлять более 30 – 50%. В отдельные благоприятные по погодным условиям годы для развития заболевания, при посеве неперотравленными семенами потери могут достигать

до 100% при массовой гибели растений, особенно в период всходов (Зотиков, Бударина, 2015).

Известно, что усатые сорта гороха поражаются корневыми гнилями сильнее листочковых сортов, так, предпосевная обработка семян гороха смесью Ризоторфина и Ризоплана, внесение расчетных доз минеральных удобрений резко снижали зараженность гороха корневыми гнилями и повышала урожай культуры (Гайнанов, Сафин, 2015).

Экономическим порогом вредоносности считается 5-25% распространенности заболевания. В последнее десятилетие в связи с изменением климатических условий, выраженных в часто повторяющихся засухах, среди возбудителей корневых гнилей гороха стали преобладать грибы рода *Fusarium* и вредоносность корневых гнилей увеличилась (Гарипова, Сахибгареев, 2015).

Грибы рода *Fusarium* концентрируются как на семенах, так и обитают свободно в почве при влажности 60% и температуре 20 – 28°C. При возрастании температуры и отсутствии осадков происходит массовое поражение растений корневой гнилью. У больных растений происходит покраснение сосудистой системы, они легко выдергиваются из почвы (Зотиков, Бударина, 2015).

Симптомы корневой гнили на горохе проявляются в пожелтении, скручивании, засыхании и опадении листьев; слабые растения погибают, а более устойчивые сильно отстают в росте и развитии (Теплякова, Закабунина, 2019).

Зараженность растений гороха корневыми гнилями увеличивается в бессменных посевах и в посевах с высоким удельным весом гороха в севооборотах (более 12,5%), в таких условиях резко падает урожайность культуры. Научными исследованиями доказано, что для улучшения фитосанитарной ситуации в посевах гороха на прежнее место возвращать горох нужно не ранее чем через 5 – 6 лет (Морозов, Голомолзин, Григорьев, 2002).

Доказано, что зараженность почвы патогенами при проведении отвальной обработки равномерная во всем слое 0-20 см, но в нижней части зараженность почвы повышенная, более чем в 5-6 раз по сравнению с слоем 0-10 см, так как при обороте пласта верхний зараженный слой укладывается на глубину 20 – 22 см. Противоположная ситуация складывается, при минимальной и плоскорезной обработке, когда зараженные растительные остатки остаются на поверхности почвы и инфицируют слой 0-10 см. В этом случае при посеве часто диагностируется снижение полевой схожести семян и поражение растений корневыми гнилями (Кошевский, Патыка, Бережнюк, Канарский, 2012).

Аскохитоз (бледно-пятнистый и темно-пятнистый). Возбудителями являются *Ascochyta pisi* L. и *A. pinodes* Jones. Вспышки заболевания наблюдаются во влажные годы, когда заболевание причиняет существенный ущерб урожаю. В последние годы в посевах гороха наиболее часто встречался бледно-пятнистый аскохитоз. Особая вредоносность аскохитозов проявляется в виде сильного снижения всхожести семян гороха, их массы и общей продуктивности растений. Проявляется аскохитоз и в виде корневой гнили при раннем заражении растений, в этом случае растение гибнет. В более поздние фазы развития растений аскохитоз снижает активность фотосинтеза.

Симптомами бледно-пятнистого аскохитоза на горохе являются – наличие светло-коричневых пятен с темно-коричневой каймой на бобах, листьях и стеблях, зараженные семена становятся морщинистыми, на их поверхности заметны светло-желтые слабо выраженные пятна (Нуриахметов, Давлетов, 2007; Теплякова, Закабунина, 2019).

Для защиты посевов гороха от аскохитоза необходимо проводить следующие мероприятия: урожай гороха на семена оставлять лишь с чистых от болезни участков, заблаговременное протравливание семян, соблюдение севооборота, уничтожение зараженных растительных остатков, лущение стерни и зяблевая вспашка после уборки культуры, опрыскивание фунгицидами при

обнаружении признаков заболевания, посев устойчивыми сортами (Нуриахметов, Давлетов, 2007).

Пероноспороз (ложная мучнистая роса). Возбудителем является гриб *Peronospora pisi* Syd. С верхней стороны листа гороха появляются желтые некротические пятна, с нижней стороны листьев во влажную погоду образуется серо-фиолетовый налет мицелия гриба. Рост и развитие растений замедляются, часто наблюдается усыхание бобов, семена получаются щуплые, морщинистые, всхожесть их резко снижается, либо семена полностью теряют всхожесть (Зотиков, Голопатов, Акулов, Борзенкова, Васильчиков, Кондыков, Новиков, Наумкина, Пьяных, Хлебников, Цуканова, 2009).

Первые признаки поражения гороха пероноспорозом проявляются в фазу начала бутонизации, при этом пораженные растения отстают в росте, имеют карликовый вид, зерно формируется щуплое (Теплякова, Закабунина, 2019).

Научно-производственными данными доказано, что внесение минеральных удобрений в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$ увеличивает супрессивность почвы и снижает зараженность гороха пероноспорозом. Но увеличение дозы вносимых минеральных удобрений в 2 раза ($N_{120}P_{120}K_{120}$) уменьшает супрессивность почвы, повышая зараженность гороха пероноспорозом (Кошевский, Патыка, Бережняк, Вегера, 2012).

Ржавчина. Возбудителями заболевания являются *Uromyces pisi* (Pers.) de Bary и *Uromyces fabae* (Pers.) DB.f. sp. *pisi-sativae* Hirats. Первый патоген вызывает образование порошащих уредопустул, второй патоген – не порошащих. У гороха поражаются в основном листья и стебли, иногда бобы. Первые симптомы поражения появляются на растениях в фазу начала цветения гороха. На листьях и стеблях гороха заметны крупные коричневые пустулы (урединии), позже на их месте формируются черные, округлые, блестящие телии (зимующая стадия гриба). При сильном развитии заболевания листья желтеют и опадают раньше времени. У патогена имеется промежуточный хозяин – молочай, на котором гриб перезимовывает. Оптимальными условиями для прорастания уредоспор являются температура $+10^{\circ}C - 25^{\circ}C$, оптимум

+20°C. В течение вегетационного периода от больных растений к здоровым болезнь переносится аэрогенным способом при помощи уредоспор. Ржавчина нарушает нормальное течение физиологических процессов в растениях, в частности обмен веществ, поражение листьев гороха, их пожелтение и усыхание снижает иммунитет гороха и вызывает его преждевременную гибель. Потери урожая при сильном развитии заболевания могут достигать до 25%. Основными мерами борьбы с заболеванием являются: соблюдение севооборота, пространственная изоляция от посевов многолетних бобовых трав и прошлогодних посевов гороха, ранние сроки сева, посев скороспелых сортов, уничтожение сорняков (молочая) и зараженных растительных остатков, применение фунгицидов в период вегетации (Сергеева, Порсев, Субботин, Порсев, 2016).

1.4 Азотфиксирующая способность гороха

На продуктивность гороха существенное влияние оказывают взаимоотношения растений и связанных с ними симбиотических бактерий рода *Rhizobium*. В настоящее время этот вопрос остается недостаточно изученным.

Ученым Г.В. Гурьевым (2015) доказано, что объем фиксированного азота из атмосферы составляет около 40-70 % или около 150 кг/га от всего потребленного горохом азота. Эксперименты, проведенные Н.В. Парахиным и С.Н. Петровой вклад симбиотического азота в формирование урожая гороха, находится в пределах 35-40 % или 80-110кг/га. Результаты экспериментальных данных П.П. Вавилова и Г.С. Посыпанова говорят, что при урожайности гороха 15-17 ц зерна с 1 гектара объем симбиотического азота равняется 50-60 кг/га, а при урожайности зерна 35 ц/га – 140 кг/га, а при урожайности 50 ц/га – до 180 кг/га. В исследованиях Г.В. Гурьева (2015) доля симбиотического азота составила 34-61 % от общего выноса азота и максимальная азотфиксация (61 %) отмечалась в варианте с внесением соломы.

Так, полевыми исследованиями О.Н. Космыниной (2009), доказано, что количество клубеньков на корнях диких видов гороха больше, чем у культурных сортов гороха. Деятельность клубеньковых бактерий оказывает

незначительное влияние на количество бобов на растениях и семян в бобах, а рост урожайности гороха происходит за счет увеличения массы 1000 семян.

Так же научными исследованиями ученых А.Х. Куликовой, И.В. Антонова доказано положительное влияние на увеличение продолжительности функционирования клубеньковых бактерий на корнях гороха при посеве культуры по оборотной вспашке в среднем на 7 дней. Это связано с более глубоким проникновением корней гороха и увеличением количества клубеньков по вспаханному горизонту по сравнению с глубокой и мелкой плоскорезной обработкой. Наиболее сильно это различие проявлялось в годы с хорошим влагообеспечением.

Кроме того, симбиотическая активность азотфиксирующих бактерий сильно зависит от таких условий окружающей среды как температура, влажность почвы и наличии в ней органических остатков. Так, при повышении температуры почвы до $+28^{\circ}\text{C}$ и снижении влажности почвы до 16% ПВ клубеньки на корнях гороха разрушаются и больше не образуются. Внесение небольших доз азота под горох 30 – 40 кг/га способствуют активизации азотфиксирующей способности гороха, внесение более высоких норм азота напротив – подавляет этот процесс. Низкое содержание фосфора в почве подавляет образование клубеньков на корнях гороха, бактерии проникают в корни растений, но клубеньки не образуются, это связано с торможением работы молибдена (при недостатке фосфора). Важное влияние на активность симбиотических азотфиксирующих бактерий и формирование клубеньков на корнях гороха оказывают предшественники. Так, если предшественником гороха является пшеница (озимая или яровая), после уборки которой остается измельченная солома, которую заделывают в почву, то улучшаются агрофизические свойства почвы, происходит активизация целлюлозолитических микроорганизмов и клубеньковых бактерий. Наблюдается также иммобилизация минерального азота, который считается антагонистом симбиотического азота (Гурьев, 2012, 2014, 2015).

О положительном влиянии погодных условий на активность азотфиксации и увеличение урожайности гороха отмечают так же Е.Н. Озякова, Н.А. Поползухина, Л.В. Омелянюк, И.Г. Макушина, А.В. Храпатая, В.А. Корнилова (2012) при гидротермических условиях в период вегетации гороха, равном ГТК = 0,73 – 0,90, низком и среднем содержании нитратного азота и достаточных запасах продуктивной влаги в почве перед посевом культуры.

Изучая вопрос о влиянии нитрагинизации семян гороха перед посевом на урожайность культуры, группа ученых пришла к выводу о том, что при внедрении гороха и других зернобобовых культур впервые в севооборот, обработка семян нитрагином дает резкий скачок урожайности гороха. Но, после нескольких лет возделывания зернобобовых культур обработка семян инокулянтами не дает существенного увеличения урожайности культуры (Наумкина, Васильчиков, Гурьев, Барбашов, Донская, Донской, Громова, 2012).

1.5 Применение биологических препаратов на горохе

В настоящее время защиту сельскохозяйственных культур, в том числе гороха от вредных биологических организмов проводят химическими пестицидами, что увеличивает негативное влияние пестицидов на биосферу. В связи с этим, поиск новых высокоэффективных и экологичных средств защиты растений биологического происхождения является актуальной задачей (Филиппова, 2008).

С учетом экологических аспектов в защите растений гороха от вредных организмов приоритет должен отдаваться не химическим средствам защиты, а биологическим, стимулирующим внутренние защитные реакции растительного организма, активизирующие естественную способность растений противостоять негативным воздействиям условий окружающей среды и вредных организмов (Weltpremiere W., 1985).

Таковыми иммуномодуляторами являются биопрепараты на основе биофлаваноидов гречихи и метаболитов гриба рода *Trichoderma*, лектинов сои, гуминовых кислот, используемых для предпосевной инокуляции семян гороха. Зараженность семян гороха возбудителями корневых гнилей эффективно

снижала предпосевная обработка биопрепаратом на основе *Trihoderma*, чуть хуже показал себя препарат на основе биофлаваноидов гречихи, которые защищали растения благодаря активизации синтеза лигнина, лектинов и других веществ, отвечающих за устойчивость растений. При этом клетки растений становятся менее доступными для поражения патогеном в результате увеличения концентрации в клеточных оболочках лигнина (Бородин, 2018).

Рядом ученых Н.В. Парахиным, Н.А. Прилепской, С.Н. Петровой (2011) проведены научные исследования по изучению влияния биологических препаратов на продуктивность гороха посевного при обработке семян Бисолбисан – 2 л/т и Бисолбимикс при заделке в почву – 0,3 т/га. В результате исследований доказано положительное действие Бисолбисан и Бисолбимикс на продуктивность растений гороха. Применение изучаемых препаратов было наиболее эффективным без применения минеральных удобрений, при этом увеличивалось количество азотфиксирующих клубеньков на корнях гороха, повышалась урожайность зерна, при этом полученный эффект сопоставим с внесением дозы минеральных удобрений, равноценной половине нормы, рекомендуемой при возделывании гороха посевного. Кроме этого, Бисолбисан оказывал фунгицидное действие, снижающее зараженность гороха такими болезнями как аскохитоз, корневая гниль и мучнистая роса.

Е.Ю. Торопов, В.А. Каменев и О.А. Казакова (2017) изучали сравнительную эффективность предпосевной обработки семян гороха биологическим препаратом Ризоторфин и химическими стандартными протравителями Максим на основе флудиоксонила и Пикус на основе имидаклоприда. Результаты проведенных исследований показали, что при применении Ризоторфина количество активных клубеньков на корнях гороха увеличилось в 2 раза, а более длительную сохранность клубеньков обеспечили Максим и Пикус.

Проанализировав обширный научно-практический материал, мы посвятили нашу работу поиску оптимального штамма биологического агента и его эффективной нормы расхода в сравнении с традиционным и широко

применяемым стандартным биологическим препаратом с целью защиты семян гороха сорта Кaban от инфекций, передающихся семенами и увеличения его продуктивности.

II ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Цель и задачи исследований

Цель исследований: оценка эффективности использования биологических агентов на основе бактерий из рода *Pseudomonas* для обработки семян перед посевом против болезней гороха.

Задачи исследований:

- определить перспективные биологические агенты, обеспечивающие защиту гороха от микозов.
- скорректировать дозы изучаемых биопрепаратов на горохе, выбрав наиболее оптимальную.
- исследовать особенности роста, развития растений гороха при использовании для обработки его зерна биопрепаратов.
- изучить особенности образования клубеньков на корневой системе гороха и формирования элементов структуры урожая при применении биопрепаратов на основе *Pseudomonas*.
- оценить урожайность и качество зерна гороха при использовании биопрепаратов.
- выявить наиболее экономически эффективный вариант обработки зерна гороха для его выращивания.

2.2 Материалы и методы

2.2.1 Сорт гороха для проведения исследований – Кабан

Новый сорт гороха Кабан создали в ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр российской академии наук» (Татарстан).

«Кабан» хорошо откомендовал себя ещё в 2010 году. При условиях аномальной жары этот сорт показал относительно хорошую урожайность – 2,2 тонны с 1 га. А при оптимальных условиях продуктивность его составляет 3,5-4,0 т/га.

Сорт гороха «Кабан» является уникальным, ещё и потому, что его можно использовать и на продовольственные, и на кормовые цели. Кроме того, вне зависимости от погоды будут минимальными потери урожая, так как бобы почти не растрескиваются и семена почти не осыпаются. При варке этот сорт, тоже показывает хороший результат, за 91 минуту достигая готовности, тогда как другие сорта нужно варить 121 минуту. Более быстрая его варка связана со сбалансированным составом аминокислот, которого добились ученые-селекционеры (<https://www.tatar-inform.ru/news/agriculture/14-11-2012/selektionery-tatarstana-vyveli-sort-goroha-kotoryy-razvarivaetsya-bystree-5468494>).

Оригинатор и патентообладатель сорта: ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр российской академии наук».

Сорт включен в Госреестр селекционных достижений с 2016 года.

Родословная сорта: КТ-6269 х МС-1Д.

По данным оригинатора: «В Татарском НИИСХ в селекционный процесс гороха посевного был привлечен признак беспергаментности боба, который обеспечивает повышение устойчивости его к раскрытию. Доноры этого признака были найдены в коллекции ВИР имени Н.И. Вавилова. Увеличение продуктивности нового селекционного материала в процессе селекции было достигнуто путем сбалансированного перераспределения элементов на растении».

Биологические особенности: По данным ФГБУ Госсорткомиссии, горох сорта Кабан является растением высотой 41-75 сантиметров. По данным оригинатора, у данного сорта гороха имеется высокая облиственность растений. Кабан имеет достаточно большое число продуктивных узлов на растении: до пяти-восьми штук.

По данным ФГБУ Госсорткомиссии, у этого сорта цветки белые, бобы средне-изогнутые, с острой верхушкой, пергаментный слой в них отсутствует, семена угловато-округлые.

Период вегетации его составляет 63-88 дней. Сорт является среднеспелым, средnezасухоустойчивым, имеет выше средней устойчивость к полеганию, а также высокую устойчивость к осыпанию.

Масса 1000 зёрен составляет 195-252 грамма, содержание белка 20-23%.

По данным ФГБУ Госсорткомиссии, наивысшая урожайность – 4,46 т/га была достигнута в 2014 году в Республике Татарстан.

По данным оригинатора, горох сорта Кабан, поскольку имеет высокий урожай зеленой массы и зерна, представляет интерес также для кормового применения, по данным ФГБУ Госсорткомиссии данный сорт гороха отнесен к пищевому направлению (<https://agro-bursa.ru/gazeta/sorta-gibridy/2018/11/05/gorokh-sort-kaban.html>).

2.2.2 Общая характеристика изучаемых штаммов

Общая характеристика изучаемых штаммов

Штамм (RECB – 14 В), вид *Pseudomonas putida* – это грамотрицательная, палочковидная, сапротрофная почвенная ризосферная бактерия.

Штамм (RECB – 44 В) вид *Pseudomonas fluorescens* – это грамотрицательная подвижная ризосферная бактерия с несколькими (от двух до четырёх) жгутиками, принадлежит к роду псевдомонад.

Ризоплан (жидкий) – это биопрепарат, который произведён на основе вида бактерий *Pseudomonas fluorescens*, штамма AP-33. Используется для защитных мероприятий против микозов и бактериозов растений; предназначается для предпосевной обработки семян и опрыскивания растений по вегетации. Он колонизирует ризосферу сельскохозяйственных растений и обладает угнетающим действием на фитопатогенные грибы и бактерии, при этом особенно эффективен против возбудителей корневых гнилей. Ризоплан имеет ростостимулирующие свойства, усиливает энергию прорастания семян, обладает стимулирующим развитие и рост культурных растений действием, способствует улучшению режима минерального питания, помогает обеспечить дополнительное поступление фосфора, за счет способности переводить его в

доступное состояние. Его применение можно совмещать с другими пестицидами, конечно, кроме ртутисодержащих.

2.3 Агрометеорологические условия в год проведения опытных исследований

Данные по агрометеорологическим параметрам вегетационного периода в опытах на полях Казанского ГАУ приведены на рисунке 1

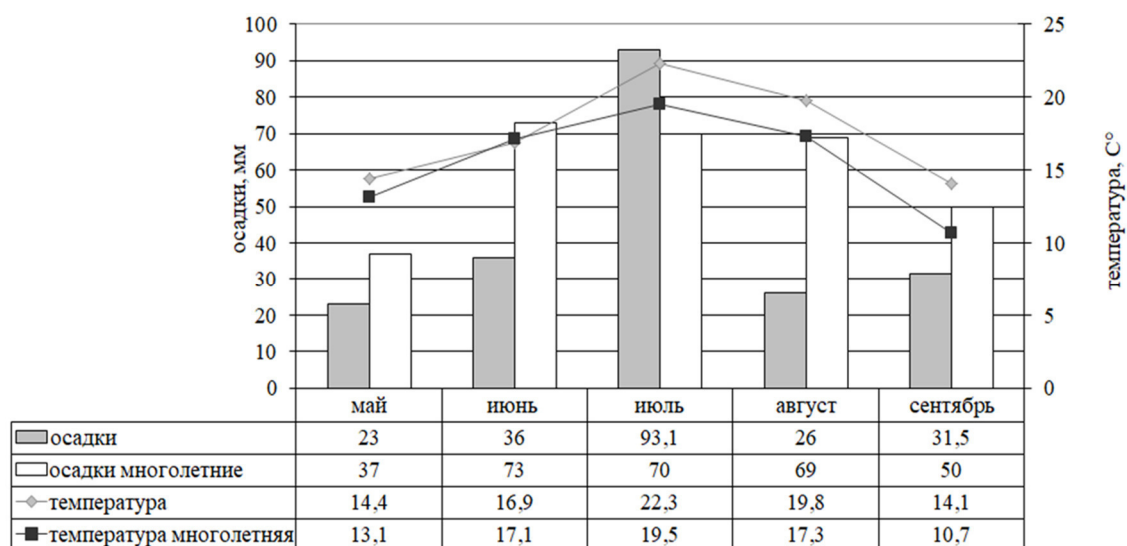


Рис. 1 – Агроклиматические условия вегетационного периода 2018 года (станция Казань).

Агроклиматические условия вегетационного периода 2018 г складывались следующим образом. 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 развития растений. Температура воздуха в июле была немного выше среднемноголетней температуре и составила в среднем 22,3°С, но осадков в течение месяца выпадало на 33 % больше среднемноголетних значений. В августе среднесуточная температура воздуха была выше среднемноголетней и

составила в среднем 19,8°C, а сумма осадков за месяц составила лишь 26 мм, что на 33,7% меньше многолетних значений. Сентябрь был теплым и сухим.

Для более детальной характеристики условий вегетации (засушливости) используется показатель гидротермического коэффициента (ГТК) увлажнения Г.Т. Селянинова. При значении менее 1,0 речь идет о засухе. При этом используют следующую градацию степени засушливости: 0-0,39 – сильная, 0,4-0,6 – средняя и 0,6-1,0- слабая засухи (Страшная и др., 2013). Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Величина ГТК в период вегетации 2018 года
(опытные поля Казанского ГАУ)

Месяц	ГТК	Оценка засухи
Май	0,82	Слабая засуха
Июнь	0,98	Слабая засуха
Июль	1,59	Нет
Август	0,59	Средняя засуха
За вегетацию	1,11	

Результаты оценки показали, что в условиях 2018 года в мае и июне отмечалась слабая засуха, в августе – средняя, а в июле характер увлажнения был нормальным. Таким образом, погодные условия вегетации 2018 года позволяют оценить влияние изучаемых биологических агентов на засухоустойчивость растений гороха. Такие условия также повлияли на формирование урожая гороха и развитие болезней.

2.4 Методы исследований

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

На полях Казанского ГАУ мелкоделяночные опыты закладывали в полевом севообороте. Все исследования проводили на поле площадью 50 га, после чистого пара (для снижения отрицательного влияния сорных растений).

Объект исследований – горох сорта Кабан

Схема опыта по обработке семян гороха:

Контроль – без обработки семян.

Ризоплан – стандартный биофунгицид, 0,5 л/т.
Pseudomonas putida (0,5, 1,0, 1,5 и 2,0 л/т)
Pseudomonas fluorescens (0,5, 1,0, 1,5 и 2,0 л/т)

Общая площадь делянки – 2,1 м², учетная – 1,5 м². Повторность в опыте – четырехкратная. Под культивацию вносили 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. Уборка была проведена 2 августа.



Рисунок 2 – Общий вид опытов с горохом

Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая. Агрохимические показатели представлены в таблице 2.

Таблица 2

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

Показатель	Значения	Группа
------------	----------	--------

Содержание органического вещества (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*
Массовая доля меди, мг/кг почвы	0,08-0,09	
Массовая доля молибдена, мг/кг почвы	0,11-0,12	
Массовая доля марганца, мг/кг почвы	2,37-3,45	
Массовая доля бора, мг/кг почвы	0,67-0,89	

Примечание: * – по Кирсанову

Результаты оценки показали, что почва опытных участков является типичной для зоны исследований и пригодна для выращивания всех изучаемых полевых культур.

В ходе наших исследований мы пользовались стандартными методами учетов, анализов и наблюдений:

1. Диагностику заболеваний осуществляли макроскопическим методом с помощью определителя по фитопатологии (Хохряков и др., 2003) и микроскопического метода с приготовлением временных препаратов и просматриванием их на микроскопе Микромед-2 с цифровой камерой DCM 300.

2. Полевой учет показателей поражения корневыми гнилями осуществляли согласно визуальной шкалы ВИЗР (0 - отсутствие внешних признаков поражения корней; 1- слегка обесцвеченные бурые пятна, занимающие до 25% поверхности корня; 2- буро-коричневые сливающиеся пятна, занимающие до 50% поверхности корней; 3- гниль занимает большую часть корня, растения низкорослые и угнетены; 4- сплошное поражение, ткани разрушаются, корни отмирают, растения погибшие).

3. Расчет параметров распространенности (Р) и интенсивности развития (R) болезней проводился по общепринятым формулам (Чумаков, Захарова, 1990).

$$P = \frac{n}{N} * 100, \text{ где}$$

P - распространенность болезни, %;

N - общее число растений в пробах;

n - количество больных растений в пробах.

$$R = \frac{\sum(a*b)}{N*k} * 100, \text{ где}$$

R – интенсивность развития болезни, %;

$\sum(a*b)$ - сумма произведений числа больных растений на соответствующий им балл поражения;

N - общее количество растений в учете;

k - наивысший балл шкалы учета, в нашем случае равный четырем.

4. Наблюдения за ростом и развитием растений, наступлением этапов органогенеза проводили по морфофизиологическому методу Ф.М. Купермана, (1953) и Госкомиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений (1986).

5. Урожайность семян культур учитывали путём поделяночного обмолота комбайном “Sampro 2010”. Урожай семян пересчитывали на 14%-ную влажность и 100%-ную чистоту.

6. Полученные экспериментальные данные математически обработаны общепринятыми методами дисперсионного анализа с использованием ЭВМ по Б.А. Доспехову (1968). Все предусмотренные программой исследования учеты, наблюдения и анализы выполнялись по методикам, принятым в научных учреждениях, соответствующих ГОСТам.

7. Экономическую эффективность технологии возделывания зернобобовых культур в Предкамье РТ определяли с учетом расходов на работы и технологическим картам по нормативам и расценкам, действующим в регионе на период 2015 г (Баранов Н.П. 1978).

8. Оценку качества продукции проводили в сертифицированных лабораториях по соответствующим ГОСТ.

9. Определение биологической эффективности контроля болезней проводили по формуле Аббота:

$$C \% = 100 \cdot (P_k - P_o) / P_k,$$

где $C \%$ – биологическая эффективность, %; P_k – показатель развития болезни в контроле, %; P_o – показатель развития на обработанном (опытном участке), %.

10. Оценка засушливости по Гидротермическому коэффициенту Селянинова.

$$\text{ГТК} = \frac{\sum R}{0,1 \sum T \geq 10^{\circ}\text{C}} \quad (1)$$

$\sum R$ - сумма осадков за месяцы, мм;

$\sum T$ - сумма среднесуточных значений температуры воздуха больше 10 °С.

11. Анализ зерна гороха проводили в лабораторных условиях. Определяли их пораженность возбудителями семенных инфекций, после того как убрали урожай. Зёрна проращивали на гофрированной фильтровальной бумаге. Из зерна гороха отбирали 4-е рабочие пробы по пятьдесят зёрен. Фильтровальную бумагу резали на полоски шириной 120 мм и длиной 1000— 1050 мм. Полоски бумаги, сложенные по 2-е, гофрировали, то есть складывали гармошкой с высотой одного зубца (20±1) мм. И таких зубцов на полоске длиной 1000 мм получалось в итоге (25±2) шт. Гофрированную бумагу обмакивали в свежекипяченую воду, давали воде стечь и укладывали в растильню. Проводили предварительную поверхностную дезинфекцию семян 0,5 %-ным марганцовокислым калием в течение пяти минут, а затем промывали стерильной водой и раскладывали в гофрированную бумагу. В каждую складку помещали по 2-а зерна. Растильни с зёрнами ставили в термостат при температуре двадцать два градуса С — двадцать пять градусов С. На 7-ые сутки проводили осмотр зёрен. Для уточнения вида микоза проводили микроскопирование (<http://www.gosthelp.ru/gost/gost9720.html>).

III РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ НА ГОРОХЕ ПО ОБРАБОТКЕ СЕМЯН

3.1 Развитие болезней на горохе сорта Кабан

При корневых гнилях происходит поражение корней и корневой шейки, они становятся бурыми, могут загнивать, а сильно поражённые растения отмирают.



Рисунок 3 – Корневая гниль гороха

Результаты учетов развития корневых гнилей и биологической эффективности применяемых биопрепаратов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Оценка развития корневых гнилей растений гороха
в фазу полных всходов, 2018 г

Вариант	Распространенность, %	Развитие болезни, %	Биологическая эффективность по развитию, %
1. Контроль	16,7	2,1	
2. Ризоплан (стандарт)	10,0	0,3	88,1
3. <i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/т)	0,2	0,1	95,7
4. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/т)	0,1	0,01	99,5
5. <i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/т)	0,1	0,1	97,6
6. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/т)	10,0	0,3	88,1
7. <i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/т)	0,4	0,2	90,5
8. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/т)	18,0	2,4	
9. <i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/т)	10,0	1,3	40,5

10. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/т)	10,0	0,3	88,1
--	------	-----	------

Результаты оценки показали, что с точки зрения эффективности контроля корневых гнилей – наибольшая активность была в варианте с обработкой семян *Pseudomonas fluorescens* (0,5 л/т).

Основными возбудителями болезней на листьях гороха в Республике Татарстан являются ржавчина, пероноспороз и бледно-пятнистый аскохитоз. В итоге из-за развития данных фитопатогенов на филлоплане гороха происходит снижение его урожайности и ухудшение качества полученного зерна.

Данные по учету листовых болезней по вариантам опыта приведены в таблице 4.

Таблица 4

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

Вариант	Ржавчина	Бледно-пятнистый аскохитоз	Пероноспороз
1. Контроль	60,0	30,0	10,0
2. Ризоплан (стандарт)	40,0	5,0	1,0
3. <i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/т)	25,0	10,0	10,0
4. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/т)	8,0	8,0	1,0
5. <i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/т)	40,0	5,0	1,0
6. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/т)	8,0	20,0	5,0
7. <i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/т)	20,0	8,0	1,0
8. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/т)	7,0	7,0	1,0
9. <i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/т)	20,0	5,0	1,0
10. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/т)	30,0	10,0	2,0

Из всех изученных вариантов против ржавчины особенно выделился *Pseudomonas fluorescens* (1,5 л/т), развитие болезни составило 7,0 %. Наименьшее развитие бледно-пятнистого аскохитоза отмечалось на вариантах с обработкой семян: Ризоторфином, *Pseudomonas putida* (1,0 л/т), *Pseudomonas putida* (2,0 л/т). В отношении пероноспороза, активность препаратов была примерно на уровне стандарта (Ризоторфин) или чуть меньше.

3.2 Фотосинтетическая деятельность растений гороха

Фотосинтез растений гороха – это основа формирования им урожая, а так как органом фотосинтеза у него являются листочки, то между их площадью и урожайностью гороха есть прямая зависимость. Площадь листочков гороха представлена в таблице 5.

Таблица 5

Площадь ассимилирующей поверхности листьев гороха сорта Кабан при обработке зерна перед посевом, см²/растение, 2018 г

Вариант	Площадь, см ² /растение	Отклонение от контроля, см ² /растение
1. Контроль	70,3	-
2. Ризоплан (стандарт)	73,0	2,7
3. <i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/т)	73,2	2,9
4. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/т)	74,3	4,0
5. <i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/т)	74,5	4,2
6. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/т)	73,6	3,3
7. <i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/т)	78,6	8,3
8. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/т)	76,4	6,1
9. <i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/т)	75,1	4,8
10. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/т)	76,5	6,2

Максимальная площадь поверхности листочков гороха была выявлена на варианте с предпосевной обработкой зерна *Pseudomonas putida* (1,5 л/т) и она составила 78,6 см²/растение. Немного ниже площадь листочков была на вариантах с *Pseudomonas fluorescens* (1,5 л/т и 2,0 л/т).

3.3 Симбиотические клубеньки на корневой системе гороха

Особенностью биологии гороха являются его симбиотические взаимоотношения с азотфиксирующими клубеньковыми бактериями. Таким образом, количество живых розовых клубеньков на его корневой системе служит косвенным методом для оценивания процесса фиксации атмосферного N растением гороха.



Рисунок 4 – Клубеньки на корнях гороха

Данные подсчета жизнеспособных клубеньков на корневой системе гороха сорта Кабан по основным фазам его вегетации представлены в таблице 6.

Таблица 6

Количество симбиотических клубеньков на корневой системе гороха, шт./раст., 2018 г.

Вариант	Фаза начало стеблева ния 06.06.20 18	Фаза стеблева ния 19.06.20 18	Фаза цветения 05.07.201 8	Фаза лопатка 20.07.20 18	В целом за вегетаци ю
1. Контроль	12	23	7	0	10,5
2. Ризоплан (стандарт)	12	12	4	0	7
3. <i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/т)	12	15	15	18	15
4. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/т)	24	27	17	2	17,5
5. <i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/т)	29	30	4	2	16,2
6. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/т)	10	27	22	2	15,2
7. <i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/т)	16	19	15	2	13,0
8. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/т)	21	25	19	2	16,7
9. <i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/т)	26	33	13	2	18,5
10. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/т)	20	24	18	4	16,5

Заметное снижение активности жизнедеятельности клубенёчков на корнях гороха «Кабан» случилось во второй декаде июля, по внешним признакам оно проявлялось в перемене их окраски с розовой на зелено-серую.

Как видно из данной таблицы, по мере роста растений гороха число клубенёчков постепенно снижалось, что связано с их постепенным отмиранием.

В целом, можно сказать, что при обработке семян гороха *Pseudomonas fluorescens* (0,5 л/т) и *Pseudomonas putida* (2,0 л/т) наблюдалось их большее количество на корнях, 17,5 и 18,5 шт./раст. соответственно.

3.4 Морфоструктурные показатели растений гороха «Кабан» в зависимости от обработки семян

Основными функциями зелёных листьев являются: фотосинтетическая деятельность, газообмен с окружающей средой и транспирация. В связи с этим, показатель числа листьев на растении очень важен. Количество листьев на растениях гороха определяет площадь листового покрова и число бобов при сборе урожая. Показатели числа листьев и количества бобов отражены в таблице 7.

Таблица 7

Морфоструктурные показатели растений гороха в зависимости от обработки зерна, шт./раст., 2018 г.

Вариант	Фаза цветение 05.07.2018	Фаза лопатка 20.07.2018	Фаза лопатка 20.07.2018	Полная спелость 02.08.2018
	Кол-во листьев, шт./раст.	Кол-во листьев, шт./раст.	Кол-во бобов, шт./раст.	Кол-во бобов, шт./раст.
1. Контроль	14	14	1,4	2,4
2. Ризоплан (стандарт)	11	12	1,6	1,8
3. <i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/т)	15	16	3,0	3,0
4. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/т)	15	16	1,6	1,8
5. <i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/т)	14	16	2,0	2,8
6. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/т)	12	14	1,4	2,8
7. <i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/т)	14	18	2,4	4,2
8. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/т)	13	14	2,4	2,4
9. <i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/т)	12	14	2,0	2,6
10. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/т)	13	14	2,4	2,6

В фазу цветения, как видно из таблицы 5, наибольшее число листьев на горохе было на опытных вариантах с *Pseudomonas putida* (0,5 л/т) и *Pseudomonas fluorescens* (0,5 л/т), а в фазу лопатки по этому показателю стал доминировать вариант с *Pseudomonas putida* (1,5 л/т), число листьев на растении составило 18 штук. В фазу роста лопатки по количеству бобов на одном растении выделился вариант с *Pseudomonas putida* (0,5 л/т), а в фазу полной спелости вариант с *Pseudomonas putida* (1,5 л/т).

3.5 Фитоэкспертиза семян гороха после уборки

КОНТРОЛЬ
СТАНДАРТ (Ризоплан)
РЕСВ – 14 В (0,5 л/т)
РЕСВ – 31 В (0,5 л/т)
РЕСВ – 44 В (0,5 л/т)
РЕСВ – 50 В (0,5 л/т)
РЕСВ – 95 В (0,5 л/т)
РЕСВ – 74 В (0,5 л/т)
РЕСВ – 14 В (1,0 л/т)
РЕСВ – 31 В (1,0 л/т)
РЕСВ – 44 В (1,0 л/т)
РЕСВ – 50 В (1,0 л/т)
РЕСВ – 95 В (1,0 л/т)
РЕСВ – 74 В (1,0 л/т)
РЕСВ – 14 В (1,5 л/т)
РЕСВ – 31 В (1,5 л/т)

РЕСВ – 44 В (1,5 л/т)
РЕСВ – 50 В (1,5 л/т)
РЕСВ – 95 В (1,5 л/т)
РЕСВ – 74 В (1,5 л/т)
РЕСВ – 14 В (2,0 л/т)
РЕСВ – 31 В (2,0 л/т)
РЕСВ – 44 В (2,0л/т)
РЕСВ – 50 В (2,0 л/т)
РЕСВ – 95 В (2,0 л/т)
РЕСВ – 74 В (2,0 л/т)
Ризоплан двойн.концент.
КОНТРОЛЬ

После уборки гороха «Кабан» нами проводилась фитоэкспертиза полученного зерна нового урожая.

В условиях лаборатории нами было определено, что гниль корневой системы гороха вызывалась следующими патогенными грибами: *Aphanomyces euteiches* и *Pythium debaryanum*.

Результаты проведённой фитоэкспертизы представлены в таблице 8.

Таблица 8

Фитоэкспертиза зерна гороха нового урожая и его всхожесть при применении различных биоагентов, 2018 г, %

Обработка семян	Всхо- жесть, %	Зараженность семян, %		
		Питиозно – афаномицет ная инфекция	Плесень	<i>Fusarium</i> spp.
1. Контроль	75	65	0	0
2. Ризоплан (стандарт)	82	49	0	0
3. <i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/т)	86	56	0	0
4. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/т)	89	43	0	0
5. <i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/т)	88	51	0	0
6. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/т)	88	45	0	0
7. <i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/т)	91	47	0	0
8. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/т)	89	43	0	0
9. <i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/т)	88	44	0	0
10. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/т)	89	45	0	0

Наибольшая лабораторная всхожесть была отмечена у семян гороха обработанных *Pseudomonas putida* (1,5 л/т). На других изученных вариантах с предпосевной обработкой зерна, кроме контроля всхожесть гороха не так сильно уступала данному опытному варианту.

На зараженность зерна гороха сорта Кабан также повлияла обработка его биоагентами, наименьшая поражённость зерна нового урожая возбудителями корневых гнилей отмечалась на варианте с использованием *Pseudomonas fluorescens* (0,5 л/т) и *Pseudomonas fluorescens* (1,5 л/т).

3.6 Урожайность, элементы структуры урожая и содержание белка в семенах гороха

Урожайность зерна гороха «Кабан» представлена в таблице 9.

Таблица 9

Урожайность гороха (т/га) в зависимости от обработки семенного материала, 2018 г.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Прибавка к стандартному биопрепарату, т/га
1. Контроль	1,47		
2. Ризоплан (стандарт)	2,03	0,56	
3. <i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/т)	2,41	0,94	0,38

4. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/т)	1,56	0,09	
5. <i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/т)	2,38	0,91	0,35
6. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/т)	1,84	0,37	
7. <i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/т)	2,69	1,22	0,66
8. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/т)	2,34	0,87	0,31
9. <i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/т)	1,82	0,35	
10. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/т)	2,49	1,02	0,46
НСП ₀₅	0,17		

Наибольшая урожайность зерна гороха отмечалась в варианте с обработкой семян перед посевом *Pseudomonas putida* (1,5 л/т) и составила 2,69 т/га.

Данные по элементам структуры урожая приведены в таблице 10.

Таблица 10

Элементы структуры урожая гороха в зависимости от предпосевной обработки зерна различными биопрепаратами, 2018 г

Вариант	Число бобов, шт./раст.	Количество зёрен, шт./раст.	Масса 1000 семян, г
1. Контроль	2,4	6,8	180
2. Ризоплан (стандарт)	1,8	6,4	188
3. <i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/т)	3	8	198
4. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/т)	1,8	6	182
5. <i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/т)	2,8	9,8	197
6. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/т)	2,8	7,8	199
7. <i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/т)	4,2	13,6	207
8. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/т)	2,4	8	200
9. <i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/т)	2,6	9	205
10. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/т)	2,6	8,6	198

Проведенные учёты структуры урожая продемонстрировали, что преимущество варианта с обработкой *Pseudomonas putida* (1,5 л/т) обусловлено большим числом бобов и зёрен, формирующимся на 1 растении.

Также более крупные зёрна были сформированы у гороха «Кабан» при обработке его семян перед посевом *Pseudomonas putida* (1,5 л/т), масса тысячи зёрен на данном варианте составила 207 г.

Содержание белка в семенах гороха представлено в таблице 11.

Таблица 11

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

Вариант	Содержание на сырое вещество, %	Содержание на сухое вещество, %
1. Контроль	20,52	21,31
2. Ризоплан (стандарт)	20,13	21,00
3. <i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/т)	19,78	20,63
4. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/т)	17,83	18,56
5. <i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/т)	19,58	20,31
6. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/т)	17,23	18,00
7. <i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/т)	20,15	21,00
8. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/т)	19,44	20,50
9. <i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/т)	19,47	20,31
10. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/т)	19,68	20,63

Наибольшее содержание белков в семенах гороха было отмечено в контрольном варианте и в варианте с обработкой зерна *Pseudomonas putida* (1,5 л/т).

IV ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГОРОХА «КАБАН»

Урожайность гороха является важным экономическим показателем, но она не даст полноты представлений о затратах и полученной экономической прибавке. В настоящее время широко распространено оценивание эффективности тех или иных агротехнологических приёмов по окупаемости затрат дополнительной продукцией.

Расчеты по экономической эффективности применяемых нами биопрепаратов на горохе осуществлялись по технологическим картам и приведены в таблице 12.

Таблица 12

Экономическая эффективность при применении различных биопрепаратов, 2018 г

Вариант	Урожайность, т/га	СВП, тыс.руб./га	ПЗ, тыс.руб./га	В т.ч. на препараты, т.руб.	Себестоимость, тыс.руб./т	Чистый доход, тыс.руб./га	Уровень рентабельности, %
1. Контроль	1,47	13,2	10,24	0,00	7,0	3,0	29,2
2. Ризоплан (стандарт)	2,03	18,3	10,32	0,04	5,1	8,0	77,0
3. <i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/м)	2,41	21,7	10,40	0,07	4,3	11,3	108,6
4. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/м)	1,56	14,0	10,33	0,07	6,6	3,7	35,9
5. <i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/м)	2,38	21,4	10,47	0,13	4,4	11,0	104,6
6. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/м)	1,84	16,6	10,41	0,13	5,7	6,2	59,1
7. <i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/м)	2,69	24,2	10,57	0,20	3,9	13,6	129,0
8. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/м)	2,34	21,1	10,53	0,20	4,5	10,5	100,0
9. <i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/м)	1,82	16,4	10,54	0,26	5,8	5,8	55,4
10. <i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/м)	2,49	22,4	10,62	0,26	4,3	11,8	111,0

Примечание: Закупочная цена 1 тонны гороха 9000,00 рублей.

При осуществлении обработки зерна гороха перед посевом разными биопрепаратами с различными нормами расхода не было сильного увеличения ПЗ (производственные затраты), так как цена используемых биопрепаратов не высока. Однако, поскольку, происходило повышение урожайности гороха, то использование данных биопрепаратов явилось экономически выгодным и уровень рентабельности на всех опытных вариантах возрос по сравнению с контрольным вариантом. При анализе же экономической эффективности

возделывания гороха «Кабан» в условиях Предкамья Республики Татарстан было показано, что условно чистый доход при его урожайности 2,69 т/га, на варианте, где использовали предпосевную обработку зерна биоагентом *Pseudomonas putida* (1,5 л/га) составил 13,6 тысяч рублей с одного гектара при уровне рентабельности 129,0% и явился самым большим и экономически выгодным из всех исследованных опытных вариантов.

V ВЫВОДЫ

Исходя из проведенных исследований, можно сделать следующие предварительные выводы.

1. Наилучшие результаты при обработке семян гороха показывает вариант *Pseudomonas putida* (1,5 л/т).

2. С точки зрения эффективности контроля корневых гнилей – наибольшая активность была в варианте с обработкой семян *Pseudomonas fluorescens* (0,5 л/т).

3. Против ржавчины выделился *Pseudomonas fluorescens* (1,5 л/т). Наименьшее развитие бледно-пятнистого аскохитоза отмечалось на вариантах с обработкой семян: Ризоторфином, *Pseudomonas putida* (1,0 л/т), *Pseudomonas putida* (2,0 л/т). В отношении пероноспороза, активность препаратов была примерно на уровне стандарта (Ризоторфин) или чуть меньше.

4. Максимальная площадь листьев гороха была на варианте с предпосевной обработкой зерна *Pseudomonas putida* (1,5 л/т).

5. В целом, отметить, что при обработке семян гороха *Pseudomonas fluorescens* (0,5 л/т) и *Pseudomonas putida* (2,0 л/т) наблюдалось наибольшее количество клубеньков на корнях гороха.

6. В фазу цветения наибольшее число листьев на горохе было на опытных вариантах с *Pseudomonas putida* (0,5 л/т) и *Pseudomonas fluorescens* (0,5 л/т), а в фазу лопатки по этому показателю стал доминировать вариант с *Pseudomonas putida* (1,5 л/т). В фазу роста лопатки по количеству бобов на одном растении выделился вариант с *Pseudomonas putida* (0,5 л/т), а в фазу полной спелости вариант с *Pseudomonas putida* (1,5 л/т).

7. Корневая гниль гороха вызывалась следующими патогенными грибами: *Aphanomyces euteiches* и *Pythium debaryanum*.

8. Наибольшая лабораторная всхожесть была отмечена у семян гороха обработанных *Pseudomonas putida* (1,5 л/т). Наименьшая поражённость зерна нового урожая возбудителями корневых гнилей отмечалась на варианте с

использованием *Pseudomonas fluorescens* (0,5 л/т) и *Pseudomonas fluorescens* (1,5 л/т).

9. Наибольшая урожайность зерна гороха отмечалась в варианте с обработкой семян перед посевом *Pseudomonas putida* (1,5 л/т), происходило это за счёт увеличения числа бобов и зёрен на растении, а также за счёт увеличения массы тысячи зёрен.

10. Наибольшее содержание белков в семенах гороха было отмечено в контрольном варианте и в варианте с обработкой зерна *Pseudomonas putida* (1,5 л/т).

11. Наиболее выгодным с экономической точки зрения было возделывание гороха с применением предпосевной обработки зерна *Pseudomonas putida* (1,5 л/т).

VI РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

По результатам проведённых исследований для повышения урожайности гороха в условиях Предкамья РТ нужно проводить обработку зерна перед посевом биопрепаратом *Pseudomonas putida* в норме 1,5 л/т.

VII ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Одними из самых широко применяемых химических веществ в мире считаются пестициды, которые наряду с полезными свойствами имеют и существенные отрицательные стороны, особенно при нарушении регламентов их безопасного использования. Интенсивное использование пестицидов связано с огромным многообразием вредных биологических объектов (сорные растения, вредные насекомые и возбудители заболеваний), наносящий существенный урон урожаю сельскохозяйственных культур. Кроме того, пестициды обладают исключительно высокой канцерогенностью и токсичностью для всех живых организмов, в том числе для человека, животных и полезных видов насекомых. В связи с этим, применение пестицидов должно быть в строгом соответствии с регламентами их применения, указанных в соответствующих законах, правила и ограничительных регламентах.

Опасность для окружающей среды несут не только пестициды, но и такие объекты сельскохозяйственного производства как животноводческие комплексы, склады ядохимикатов, удобрений, отходы применения пестицидов (канистры, остатки неиспользованных рабочих растворов пестицидов) и др.

Негативным результатом внедрения в сельскохозяйственное производство прогрессивных методов и интенсивных технологий стало нарушение равновесия между природной средой и сельским хозяйством. Применение сложной и тяжелой сельскохозяйственной техники, химизации и мелиорации земель, высокая концентрация производства, особенно в животноводстве, сделали природу уязвимой перед лицом современного сельскохозяйственного производителя. Следствием такого воздействия стал дефицит водных ресурсов на обширных территориях нашей страны, уменьшение видового разнообразия растительного и животного мира, засоление, заболачивание и истощение почв, накопление в почве и воде ряда особо стойких и опасных загрязнителей природной среды, в том числе пестицидов.

С целью уменьшения токсического влияния пестицидов на человека, животных и окружающую среду необходимо применять пестициды с наименьшей токсичностью, сочетать их применение с агротехническими, селекционно-генетическими и биологическими способами защиты растений. Необходимо так же обеспечить правильное хранение и утилизацию различных отходов в сельском хозяйстве (навоз, удобрения, пестициды, тара от пестицидов, неиспользованные протравленные семена и т.д.).

Специалисты, работающие в тесном контакте с пестицидами должны в обязательном порядке прослушивать инструктаж по технике безопасности и обеспечиваться средствами индивидуальной защиты.

VIII БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Безопасность жизнедеятельности на производстве – это система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

При работе в сельскохозяйственных предприятиях, в том числе при контакте с пестицидами и другими потенциально опасными веществами необходимо руководствоваться требованиями (инструкциями) безопасности. Например, посевной и посадочный материал сельскохозяйственных растений обрабатывают высокоопасными препаратами, несущими опасность для человека, животных, птиц, рыб и полезных насекомых. Для снижения выбросов ядовитых веществ в окружающую среду и уменьшения контакта людей с пестицидами необходимо все работы, связанные с применением высокотоксичных веществ максимально механизировать с исключением ручных работ, а всех рабочих обеспечить средствами индивидуальной защиты. Например, протравливание семян и посадочного материала осуществляют на специальных установках – протравочных машинах различных модификаций. Протравливание проводят в хорошо проветриваемом помещении с работающей вентиляцией или на открытых площадках под навесом с бетонным полом, не ближе 200 м от жилых помещений, детских учреждений, мест хранения продуктов питания и фуража. Протравленные семена затаривают в мешки с надписью «протравлено». Доставляют к месту посева затаренные семена на автопогрузчиках. Оставшиеся от посева семена необходимо сдавать на склад или передавать другому хозяйству для посева. Никакая обработка (промывка, варка и т. п.) не выводит из семян остатки протравителя. Употребление такого зерна в пищу может вызвать серьезное отравление и даже смерть. Рассыпанные протравленные семена собирают, сжигают или закапывают.

IX ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Физическая культура на производстве является очень важным элементом организации рабочего процесса, способствующий ускорению научно-технического прогресса и увеличению производительности труда. Поэтому выпускник Казанского ГАУ, освоивший программы бакалавриата, должен обладать способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности на рабочем месте. Должен уметь правильно организовать распорядок дня в рабочее время как для себя, так и для своих подчиненных.

Физическая культура на производстве подразумевает выполнение физических упражнений в определенное время в течение рабочего дня, направленных на совершенствование жизненно важных сторон человека, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для успешного осуществления профессиональной деятельности.

Физические упражнения должны быть направлены на расслабление основных органов, задействованных в процессе производственной деятельности человека, с целью предупреждения их преждевременного атрофирования, дисфункции и возникновения профессиональных патологий здоровья человека.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются его физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

СПИСОК НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бородин Д.Б. Биотехнология создания и применение новых препаратов в технологии возделывания гороха / Д.Б. Бородин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018. -№ 3. – с.22-25.
- 2 Борзенкова Г.А. Система рационального применения протравителей и оптимизация их совместного использования с биопрепаратами и ФАВ в защите гороха от болезней в условиях юга Нечерноземной зоны России / Г.А. Борзенкова // Зернобобовые и крупяные культуры. - №4. – 2012. – с. 90-98.
- 3 Воскобулова Н.И. Структура урожайности гороха в зависимости от нормы высева в степной зоне Оренбургского Предуралья / Н.И. Воскобулова, А.С. Верещагина, Р.Ш. Ураскулов // Животноводство и кормопроизводство. Т.102. – 2019. - №1. – с. 164-172.
- 4 Воскобулова Н.И. Аминокислотный состав и биологическая ценность белка гороха в зависимости от приемов возделывания / Н.И. Воскобулова, А.С. Верещагина, Р.Ш. Ураскулов, М.Я. Курилкина // Животноводство и кормопроизводство. Т.102. – 2019. - №3. – с. 117-125.
- 5 Воскобулова Н.И. Урожайность зеленой массы и сухого вещества в зависимости от нормы высева гороха / Н.И. Воскобулова, В.Н. Соловьева, Р.Ш. Ураскулов // Животноводство и кормопроизводство. Т.101. – 2018. - №2. – с. 162-167.
- 6 Гайнанов И.Н. Влияние сорта на эффективность протравливания семян гороха / И.Н. Гайнанов, Р.И. Сафин // Защита и карантин растений. - №7. – 2015. – с. 48-49.
- 7 Гарипова Г.Н. Возделывание гороха в Республике Башкортостан / Г.Н. Гарипова, А.А. Сахибгареев // Инновационные технологии в науке и образовании. -№3(3). – 2015. – с. 160-162.

- 8 Грядунова Н.В. Ресурсосберегающая технология производства гороха / Н.В. Грядунова // Методические рекомендации. Орел ГАУ: ГНУ ВНИИЗБК. – 2009. – 52с.
- 9 Гурьев Г.П. Влияние предшественника на симбиотическую азотфиксацию у гороха / Г.П. Гурьев // Зернобобовые и крупяные культуры. - №1(13). – 2015. – с.34-38.
- 10 Гурьев Г.П. Влияние внешних факторов среды на функционирование бобово-ризобияльного симбиоза у гороха / Г.П. Гурьев // Зернобобовые и крупяные культуры. - №4(16). – 2015. – с.22-27.
- 11 Гурьев Г.П. К вопросу о симбиотической азотфиксации у гороха в условиях Орловской области / Г.П. Гурьев // Зернобобовые и крупяные культуры. - №2. – 2012. – с.66-71.
- 12 Гурьев Г.П. Некоторые аспекты формирования симбиотического аппарата у гороха / Г.П. Гурьев // Зернобобовые и крупяные культуры. - №1(9). – 2014. – с.11-16.
- 13 Зотиков В.И. Роль зернобобовых и крупяных культур в зерновом балансе страны / В.И. Зотиков // Вестник Орел ГАУ. - №3. – 2009. – с. 49-51.
- 14 Зотиков В.И. Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур в Российской Федерации / В.И. Зотиков // Зернобобовые и крупяные культуры. - №3(6). – 2013. – с. 11-17.
- 15 Зотиков В.И. Болезни гороха и основные приемы защиты культуры в условиях средней полосы России / В.И. Зотиков, Г.А. Бадурин // Защита и карантин растений. - №5. – 2015. – с. 11-15.
- 16 Зотиков В.И. Перспективная ресурсосберегающая технология производства гороха / В.И. Зотиков, М.Г. Голопятов, А.С. Акулов, Г.А. Борзенкова, А.Г. Васильчиков, И.В. Кондыков, В.М. Новиков, Т.С. Наумкина, В.П. Пьяных, А.И. Хлебников, З.Р. Цуканова // Методические рекомендации. Москва: Росинформагротех. – 2009. – 60 с.
- 17 Космынина О.Н. Влияние клубеньковых бактерий и грибных болезней на продуктивность гороха в лесостепи Среднего Поволжья / О.Н. Космынина //

- Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Кинель. – 2009. – 24с.
- 18 Кошевский И.И. Влияние органоминеральной системы удобрений на развитие болезней гороха и продуктивность растений / И.И. Кошевский, Н.В. Патыка, М.Ф. Бережняк, С.М. Вегера // Корма и кормопроизводство. Вып. 74. – 2012. – с. 81-87.
- 19 Кошевский И.И. Влияние системы обработки почвы, навоза и минеральных удобрений на развитие пероноспороза гороха / И.И. Кошевский, Н.В. Патыка, М.Ф. Бережняк, Е.Р. Канарский // Сборник научных трудов SWORLD. Том 28. - №2. – 2012. – с. 67-69.
- 20 Куликова А.Х. Эффективность основной обработки почвы в регулировании азотфиксирующей активности и продуктивности гороха в лесостепи Поволжья / А.Х. Куликова, И.В. Антонов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии: научно-теоретический журнал. - Ульяновск: УГСХА, 2007. - №2 (5). – с. 3-12.
- 21 Лаптиеv А.В. Предпосылки и основы химической защиты гороха от болезней / А.В. Лаптиеv, О.В. Кунгурцева // Зернобобовые и крупяные культуры. - №2(18). – 2016. – с.40-45.
- 22 Морозов В.И. Корневые гнили гороха и фитосанитарный интервал в ротации севооборотов лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, Р.С. Голомолзин, Е.О. Григорьев // Вестник УГСХА. - №9. – 2002. – с. 75-79.
- 23 Наумкина Т.С. Повышение эффективности биологической азотфиксации зернобобовых культур / Т.С. Наумкина, А.Г. Васильчиков, Г.П. Гурьев, М.В. Барбашов, М.В. Донская, М.М. Донской, Т.Н. Громова // Земледелие. –м №5. – 2012. – с.21-23.
- 24 Нуриахметов Д.Ф. Оценка селекционного материала гороха на устойчивость к аскохитозу / Д.Ф. Нурхаметов, Ф.А. Давлетов // Достижения науки и техники АПК. - №9. – 2007. – с.18-19.
- 25 Озякова Е.Н. Особенности формирования симбиотического аппарата и урожайность гороха посевного в контрастных метеорологических условиях /

- Е.Н. Озякова, Н.А. Поползухина, Л.В. Омелянюк, И.Г. Макушина, А.В. Храпатая, В.А. Корнилова // Омский научный вестник. - №1(108). – 2012. – с.3-7.
- 26 Парахин Н.В. Использование микробиологических препаратов комплексного действия в агроценозах гороха посевного / Н.В. Парахин, Н.А. Прилепская, С.Н. Петрова // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – №2. – с. 86-89.
- 27 Постовалов А.А. Влияние минеральных удобрений на фитосанитарное состояние ризосферы гороха / А.А. Постовалов // Вестник Курганской ГСХА. - №1. – 2018. – с.45-47.
- 28 Сергеева С.А. Болезни, передающиеся с семенами гороха / С.А. Сергеева, А.В. Вьюник, И.Н. Порсев // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи. Сборник статей по материалам X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 75-летию Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева. Под общей редакцией Сухановой С.Ф. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА. – 2018. – 487 с.
- 29 Сергеева С.А. Роль сорта и фунгицидов в эффективной защите гороха посевного от ржавчины *Uromyces pisi* / С.А. Сергеева, П.И. Порсев, И.А. Субботин, И.Н. Порсев // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых 9 ноября 2016 года. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА. - 2016. – С.101-105.
- 30 Солдат И.Е. Особенности возделывания гороха в адаптивно-ландшафтной системе земледелия / И.Е. Солдат, Л.А. Кононенко, Н.В. Пилипчук // Достижения науки и техники АПК. - №6. – 2007. – с.50-51.
- 31 «Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в 2019 г» / Приложение к журналу «Защита и карантин растений». - №4. – 2019. – 848 с.

- 32 Теплякова Н.А. Изучение видового состава болезней на культуре гороха в условиях московской области / Н.А. Теплякова, Е.Н. Закабунина // Материалы научно-практической конференции. Вологда. – 2019. – с.41-42.
- 33 Фадеева А.Н. Морфологические особенности современных сортов гороха /А.Н. Фадеева, К.Д. Шурхаева // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы //Материалы международной научной конференции, посвященной 200-летию Казанской ботанической школы (23-27 января 2006 г.). Казань. - 2006. - С. 112-113.
- 34 Фадеева А.Н. Основные достижения и направления селекции гороха в Татарском НИИСХ /А.Н. Фадеева // Зернобобовые и крупяные культуры - №1. - 2012. - С. 65-68.
- 35 Филиппова Г.С. Агроэкологические аспекты применения химических и биологических средств защиты гороха от болезней и вредителей / Г.С. Филиппова // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Курск. – 2008. – 23с.
- 36 Шелепина Н.В. Народохозяйственное значение и особенности химического состава зерна гороха / Н.В. Шелепина, А.Ю. Щуров // Научные записки. - №1. – 2010. – с. 144-146.
- 37 Editorial: Protein Crops: Food and Feed for the Future / Antonio M. De Ron, Francesca Sparvoli, José J. Pueyo, Didier Bazile // Frontiers in Plant Science. 2017. No. 8. Vol. 105. Published online 2017. Feb 6. doi: 10.3389/fpls.2017.00105.
- 38 Grain Legumes / ed. A.M. De Ron. Series: Handbook on Plant Breeding. New York: Dordrecht; Heidelberg; London: Springer, 2015.
- 39 Weltpremiere W. Österreich regelt Bio-Landbau. Pflanzenart, 1985, 9: 9-10.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Дисперсионный анализ однофакторного полевого опыта по Б.А. Доспехову

Варианты	Повторности			
	I	II	III	IV
Контроль	1,47	1,62	1,45	1,31
Ризоплан (стандарт)	2,03	2,03	2,13	2,06
<i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/т)	2,41	2,44	2,19	2,24
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/т)	1,56	1,5	1,64	1,49
<i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/т)	2,38	2,3	2,49	2,25
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/т)	1,84	1,91	1,81	1,79
<i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/т)	2,69	2,51	2,49	2,48
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/т)	2,34	2,51	2,74	2,24
<i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/т)	1,82	1,75	1,48	1,84
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/т)	2,49	2,48	2,33	2,38

Результаты анализа						
Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Контроль	4	1,46249998	0,01609167	0,12685296	0,06343	4,3368535
Ризоплан (стандарт)	4	2,0625	0,00222501	0,04716998	0,02358	1,14351451
<i>Pseudomonas putida</i> (0,5 л/т)	4	2,32000017	0,01526667	0,12355837	0,06178	2,66289568
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (0,5 л/т)	4	1,54750001	0,00475833	0,06898066	0,03449	2,22877717
<i>Pseudomonas putida</i> (1,0 л/т)	4	2,35500002	0,01096667	0,10472187	0,05236	2,22339439
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,0 л/т)	4	1,83749998	0,00275833	0,05251984	0,02626	1,42911136
<i>Pseudomonas putida</i> (1,5 л/т)	4	2,54250002	0,009825	0,09912116	0,04956	1,94928539
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (1,5 л/т)	4	2,45749998	0,04789167	0,21884166	0,10942	4,45252609
<i>Pseudomonas putida</i> (2,0 л/т)	4	1,72250009	0,027625	0,16620772	0,0831	4,8246069
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (2,0 л/т)	4	2,42000008	0,00606667	0,07788882	0,03894	1,6092732
По опыту	40	2,07274985	0,16042069	0,40052551	0,06333	3,05529618

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	F _{факт}	F _{таб095}	Влияние %
Общее	6,2563939	39				100
Повторений	0,0615277	3				0,98343784
Вариантов	5,825973	9	0,64733034	47,3793297	2,2	93,1203003
Случайное	0,3688933	27	0,01366272			5,89626122

Ош.ср.= 0,05844381

Точ.опыта%=2,81962657

Ош. разности=0,08240578

Кр.Стьюдента=2,0999999

НСР=0,17305212