

На правах рукописи

СОКОЛОВ АНДРЕЙ АНДРЕЕВИЧ

**ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ И МАГНИТНЫМ
ПОЛЕМ НА ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ
ЗОНЫ РОССИИ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Рязань – 2019

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

Научный руководитель: **Виноградов Дмитрий Валериевич**
доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Бесалиев Ишен Насанович**
доктор сельскохозяйственных наук, ведущий
научный сотрудник, федеральный научный центр
биологических систем и агротехнологий РАН,
заведующий отделом технологий зерновых культур

Габиров Магомедрасул Абдурашидович
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Рязанский государственный университет имени
С.А. Есенина», профессор кафедры экологии и
природопользования

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Федеральный исследовательский центр
«Немчиновка».

Защита состоится «11» июля 2019 года в 11⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 999.091.03 на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2; тел./факс 8 (846-63) 46-1-31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аграрный университет» на сайте www.ssaa.ru

Автореферат разослан « ____ » _____ 2019 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

Троц Наталья Михайловна

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Яровой ячмень является важной продовольственной, кормовой и технической культурой. Он возделывается во всех сельскохозяйственных регионах страны и занимает 8,3 млн. га посевных площадей, а в Рязанской области третье место среди яровых зерновых культур. Несмотря на высокую востребованность ячменя за 15 летний период в РФ наметилась тенденция к снижению посевных площадей. Отмечаются значительные колебания урожайности культуры, обусловленные воздействием вредных организмов.

Одним из приемов улучшения посевных качеств семян является предпосевная обработка (протравливание). На долю пестицидов приходится не более 3-5 % от общего числа ксенобиотиков, они являются постоянно действующим активным экологическим фактором, зачастую имеющим отрицательные последствия. Это заставляет искать другие, более экологически безопасные, способы предпосевной подготовки семян (Кузнецова И.Ф., 1987; Соколов М.С., 1994; Аширова Л.П., 1999; Беликова Т.Н., 2000; Беляев Н.Н., 2018).

В последнее время активно развивается биологический метод предпосевной обработки семян, основанный на использовании бактерий, грибов и продуктов их метаболизма. А также появилось значительное количество исследований, посвященных изучению воздействия различных физических факторов на биологические объекты. Одним из наиболее перспективных методов повышения качества семян зерновых культур в сельском хозяйстве является использование магнитных полей (Левин В.И., 2001; Лазарев В.И., 2004; Бастрон А.В., 2017; Безгодова И.Л. 2018). Это определило актуальность и направление исследований.

Цель исследований – формирование продуктивности ячменя при применении биологически активных препаратов для предпосевной обработки семян и градиентного магнитного поля (ГрМП), с учетом определения эффективности этих факторов в подавлении корневых гнилей в зависимости от предшественников.

Задачи исследований:

1. Выявить воздействие предпосевной обработки семян биологически активными препаратами и ГрМП на рост, развитие и продуктивность растений ячменя.
2. Определить эффективность комплексного воздействия биофунгицидов, ростстимуляторов и градиентного магнитного поля на фоне различных предшественников на продуктивность культуры.
3. Дать оценку биохимического состава зерна ячменя в зависимости от изучаемых факторов.
4. Изучить фитосанитарное состояние посевов ярового ячменя.
5. Рассчитать экономическую эффективность использования предпосевной подготовки семян в технологии возделывания ярового ячменя.

Объект исследований – растения ярового ячменя, серая лесная почва, биофунгициды, ростстимуляторы и градиентное магнитное поле.

Предмет исследований - влияние факторов предпосевной обработки семян, предшественников на продуктивность ячменя.

Научная новизна. Впервые в условиях Нечерноземной зоны России проведены исследования по определению эффективности комплексной предпосевной обработки семян биофунгицидами, биологически активными веществами с последующим облучением семян ячменя градиентным магнитным полем и влияния на

улучшение посевных качеств семян и устойчивость растений к корневым гнилям, а также основных показателей роста и развития растений, непосредственно влияющих на формирование урожая. Впервые установлено влияние данных факторов на качество продукции. Дана сравнительная экономическая оценка этих приемов с протравливанием семян высокоэффективным химическим протравителем.

Реализация работы и ее практическая значимость. Исследования выполнялись в соответствии с программой НИОКР ФГБОУ ВО РГАТУ в условиях агротехнологической опытной станции. Внедрение результатов исследований проводилось на полях ЗАО «Павловское», ООО «Авангард» Рязанского района, ООО «Колхоз имени Куйбышева» Рыбновского района Рязанской области.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на анализе научных работ; оценке природно-климатических и почвенных исследований; в постановке цели, задачи и программы исследований; постановке полевого эксперимента; проведении исследований и наблюдений; статистической обработке экспериментальных данных и анализа результатов.

Степень достоверности и апробация работы подтверждена большим объемом экспериментальных данных, полученных в полевых и лабораторных исследованиях, научно-обоснованной организацией опытов. Основные положения диссертационной работы были представлены и доложены на заседаниях кафедр агроэкологии, сельскохозяйственной мелиорации и защиты растений, агрономии и агротехнологий ФГБОУ ВО РГАТУ, на конференциях профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО РГАТУ (2015, 2017, 2018, 2019), международной научно-практической конференции «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур» (г. Горки, Беларусь, 2015; 2016); III международной научно-практической конференции «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий» (Рязань, 2019).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Воздействие предпосевной обработки семян биологически активными препаратами и ГрМП на рост, развитие и продуктивность растений ячменя.
2. Эффективность комплексного воздействия биофунгицидов, ростстимуляторов и градиентного магнитного поля на фоне различных предшественников на продуктивность культуры.
3. Оценка биохимического состава зерна ячменя в зависимости от изучаемых факторов.
4. Фитосанитарного состояние посевов ярового ячменя.
5. Экономическая оценка эффективности использования предпосевной подготовки семян в технологии возделывания ярового ячменя.

Объем и структура работы. Работа изложена на 164 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 5 глав, выводов и предложений производству, списка использованной литературы из 284 источников, в том числе 47 зарубежных авторов, содержит 16 таблиц, 11 рисунков и 23 приложения.

Личный вклад автора. Автор принял непосредственное участие в разработке программы исследований, проведения полевых опытов и лабораторных исследований, обработки полученных результатов и представлении их на конференциях, семинарах. Диссертационная работа подготовлена на основе обобщения результатов исследований, проведенных лично автором.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Условия и методика проведения исследований. Экспериментальная работа проводилась в период 2011-2017 г.г. на опытной агротехнологической станции ФГБОУ ВО РГАУ.

Климат умеренно континентальный, характеризуется теплым летом, умеренно-холодной зимой с устойчивым снежным покровом и хорошо выраженными, но менее длительными переходными сезонами года. Теплый период составляет 210-218 дней, безморозный период – 135-145 дней. Среднее годовое количество атмосферных осадков 500–550 мм.

В годы проведения исследования погодные условия были изменчивы: 2011, 2013, 2014 г.г. характеризуются как засушливые и жаркие (ГТК–0,6); 2012 с нормальным температурным режимом и увлажнением (ГТК–1,1); 2015, 2016, 2017 г.г. – дождливые и теплые (ГТК–1,5).

Опыт закладывали на серой лесной почве, со следующими агрохимическими показателями: $pH_{\text{ксл}}$ 5,1-5,9; содержание гумуса 1,05-3,4%, подвижного фосфора (P_2O_5) – 180-255 мг/кг (высокое), калия (K_2O) 117-141 мг/кг (среднее и повышенное).

В соответствии с задачами исследований были заложены 2 полевых опыта.

Опыт 1. Влияние биологически активных препаратов и градиентного магнитного поля на посевные качества семян, рост, развитие и урожайность ячменя. Схема двухфакторного опыта включала пять вариантов по фактору А (предпосевная обработка семян биологически активными препаратами):

1. контроль (семена без обработки), 2. Гуми – 300 г/т, 3. Фитоспорин – 500 г/т, 4. Альбит – 30 г/т, 5. Дивиденд Стар (стандарт) – 1,5 кг/т, и два варианта по фактору В (предпосевная обработка семян градиентным магнитным полем (ГрМП): 1. без обработки ГрМП, 2. обработка семян ГрМП с напряженностью магнитного поля 50 Э. Посевная площадь делянки 25 м², учетная 10 м². Повторность четырехкратная.

Опыт 2. Влияние предпосевной обработки семян биологически активными препаратами и градиентным магнитным полем на фоне размещения культуры по различным предшественникам на продуктивность посевов ячменя.

Схема трехфакторного опыта включала пять вариантов по фактору А (предпосевная обработка семян биологически активными препаратами):

1. контроль (семена без обработки), 2. Гуми – 300 г/т, 3. Фитоспорин – 500 г/т, 4. Альбит – 30 г/т, 5. Дивиденд Стар (стандарт) – 1,5 кг/т, и два варианта по фактору В (предпосевная обработка семян градиентным магнитным полем (ГрМП): 1. без обработки ГрМП, 2. обработка семян ГрМП с напряженностью магнитного поля 50 Э; фактор С, включал три варианта с различными предшественниками – зерновые (ячмень), пропашные (картофель) и яровой рапс. Посевная площадь делянки 25 м², учетная 10 м². Повторность четырехкратная. В опыте проводили оценку фитосанитарного состояния посевов.

Агротехника возделывания культуры общепринятая для региона. Основная обработка почвы – вспашка чизельным плугом ПЧ-4,5 на глубину 24-26 см и ранневесеннее боронование БЗСС-1,0 в 2 следа. Предпосевная обработка – культивация КПС - 4 на глубину 6-8 см в сцепе с легкими боронами. За сутки до посева семена ячменя сорта «Криничный» обрабатывали исследуемыми препаратами и подвергали омагничиванию в соответствии со схемой опыта. Посев сплошным рядовым

способом, сеялкой ССНП-16 на глубину 3-4 см, норма 5,5 млн. шт./га. При посеве вносили азофоску, с нормой 1 ц/га. После посева почву прикатывали катками ЗККШ-6. После появления всходов проводили боронование БЗСС-1.

К уборке приступали при достижении ячменя полной спелости прямым комбайнированием селекционным комбайном TERRION-SAMPO SR2010.

Все наблюдения, учеты и анализы проводили по общепринятым методикам и ГОСТам. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа на ПЭВМ по Р. Фишеру в изложении Б.А. Доспехова (1985).

Агрохимический анализ почвы осуществляли на Рязанской станции агрохимической службы (ФГУ САС «Рязанская»). В почве проводилось определение содержания гумуса (ГОСТ 26213-91), азота (ГОСТ 13496.19-93), подвижных соединений калия и фосфора по Кирсанову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-91), гидролитическую кислотность и сумму обменных оснований по методу Каппена (ЦИНАО ГОСТ 26212-91, ГОСТ 27821-88), рН солевой вытяжки по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Влияние предпосевной обработки семян биологически активными препаратами и градиентным магнитным полем на продуктивность ячменя

В исследованиях установлено, что у обработанных семян энергия прорастания была выше, чем на контрольных вариантах. На варианте без обработки семян (контроль) энергия прорастания составила 70%, обработка семян препаратом Гуми повысила ее на 16%. Биопрепараты Фитоспорин и Альбит обеспечили энергию прорастания семян на уровне 84 и 82% соответственно.

При омагничивании семян на варианте без предпосевной обработки биологически активными препаратами установлено повышение энергии прорастания до 78%, что на 8% выше значений этого показателя в опыте без омагничивания семян. На вариантах предпосевной обработки Гуми и Фитоспорин в комбинации с обработкой семян ГрМП отмечен максимальный показатель 88%.

Обработка семян ячменя препаратами Гуми Фитоспорин и Альбит способствовала усилению образования зародышевых корешков почти в 2 раза. С применением в предпосевной обработке семян градиентного магнитного поля стимулирующее воздействие на интенсивность прорастания зерновок ячменя увеличилось. При проведении только омагничивания, семена прорастали 3,8 зародышевыми корешками, что больше в 1,4 раза, чем в варианте без обработок. В комбинированных вариантах опыта, с применением ГрМП и исследуемых препаратов, количество образующихся при прорастании корешков увеличилось только в варианте с применением препарата Гуми. При обработке семян ячменя препаратами Фитоспорин и Альбит значительных различий в длине корней и ростков между вариантами не обнаружено.

В исследованиях количество всходов на варианте без обработки семян составило 81,9%, предпосевная обработка семян повысила количество всходов на варианте с гуматом до 84%, а с препаратами Фитоспорин и Альбит составило 83,7 и 83,9%, соответственно. При использовании в предпосевной обработке семян препаратов и омагничивания, наблюдалось увеличение полевой всхожести по сравнению с вариантами без омагничивания семян.

Интенсивность формирования листовой поверхности растений в продукционном процессе посевов играет очень большое значение, поскольку именно листья растений являются основным ассимиляционным аппаратом энергии ФАР. У растений на всех вариантах происходило постепенное увеличение фотосинтетической поверхности листьев, и к моменту вступления ячменя в фазу выхода в трубку, индекс листовой поверхности достиг своего максимума. Значение индекса листовой поверхности у растений на вариантах с применением предпосевной подготовки семян превосходили показатели контрольного варианта (табл. 1).

Таблица 1 – Формирование фотосинтетического аппарата растений ячменя в зависимости от предпосевной обработки семян, среднее 2011-2017 г.г.

| Вариант предпосевной обработки | | Индекс листовой поверхности | | |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------|-------------------|
| омагничивание семян | протравливание семян | кущение | выход в трубку | молочная спелость |
| Без обработки | Без обработки | 3.8 | 4.5 | 3.4 |
| | Гуми | 4.7 | 5.6 | 4.2 |
| | Фитоспорин | 4.4 | 5.3 | 4.0 |
| | Альбит | 4.7 | 5.6 | 4.1 |
| | Дивиденд Стар | 4.0 | 4.9 | 3.7 |
| Обработка ГрМП | Без обработки | 4.0 | 4.8 | 3.6 |
| | Гуми | 4,8 | 5,7 | 4,1 |
| | Фитоспорин | 4,4 | 5,2 | 4,0 |
| | Альбит | 4,6 | 5,6 | 4,0 |
| | Дивиденд Стар | 4,1 | 5,1 | 3,8 |

На варианте с применением препарата Гуми в чистом виде и в комбинации с ГрМП нарастание объема фотосинтетического аппарата достигало своего максимума и составило в фазу выхода в трубку 5,6-5,7, что на 12-12,5% выше этого показателя на варианте без предпосевной обработки семян. Отмечено, что влияние биологически активного препарата Альбит почти не уступало действию препарата Гуми.

На фоне убыли листовой массы растения после завершения роста основного и боковых побегов растения не маловажное значение в процессе фотосинтеза и накопления пластических веществ играет флаговый лист (рис. 1).

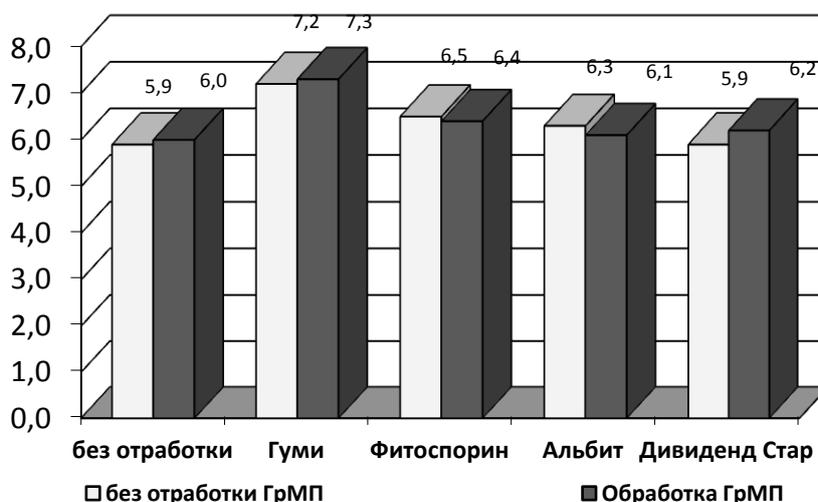


Рисунок 1 – Площадь флагового листа в зависимости от варианта предпосевной обработки семян, см²

Его площадь и продолжительность нахождения в работоспособном состоянии определяет продуктивные показатели колоса связанные с его массой, длиной и озерненностью. Установлен факт положительной сопряженности параметров флагового листа с длиной колоса, а при учете урожая и его массой в зависимости от применяемых вариантов предпосевной обработки семян. Наибольшая площадь флагового листа была сформирована у растений семена, которых были обработаны перед посевом препаратом Гуми, ее величина составила 7,2 см². При комбинировании обработки семян препаратом Гуми с омагничиванием этот показатель увеличился до 7,3 см². По сравнению с контрольным вариантом это больше на 1,3 см².

Наряду с количеством сохранившихся растений к уборке большое влияние на урожайность растений ячменя влияют такие показатели как, коэффициент продуктивного кущения растения, озерненность колоса и масса 1000 зерен (табл.2).

Таблица 2 – Элементы продуктивности ячменя в зависимости от вариантов предпосевной обработки семян, среднее 2011-2017 г.г.

| Вариант предпосевной обработки | | Количество растений к уборке, шт/м ² | Коэффициент продуктивного кущения | Масса 1000 зерен, г | Продуктивность колоса | |
|--------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|-------|
| Омагничивание семян | протравливание семян | | | | г. | шт. |
| Без обработки | Без обработки | 480,3 | 1,22 | 41,76 | 0,54 | 12,86 |
| | Гуми | 503,8 | 1,30 | 42,90 | 0,58 | 13,43 |
| | Фитоспорин | 492,9 | 1,27 | 41,94 | 0,55 | 13,11 |
| | Альбит | 495,7 | 1,25 | 42,70 | 0,56 | 13,21 |
| | Дивиденд Стар | 498,1 | 1,24 | 42,01 | 0,55 | 11,63 |
| Обработка ГрМП | Без обработки | 486,0 | 1,25 | 42,73 | 0,54 | 12,76 |
| | Гуми | 499,8 | 1,31 | 43,40 | 0,58 | 13,39 |
| | Фитоспорин | 486,5 | 1,28 | 43,00 | 0,57 | 13,27 |
| | Альбит | 492,3 | 1,27 | 43,14 | 0,56 | 12,87 |
| | Дивиденд Стар | 496,2 | 1,29 | 42,67 | 0,56 | 13,04 |

В вариантах опыта с применением предпосевной обработки семян биологически активными препаратами без последующего омагничивания максимальные показатели наблюдались по варианту с применением препарата Гуми. Коэффициент продуктивного кущения составил 1,3. Самой высокой была озерненность колоса – 13,43 шт. Масса 1000 зерен была на уровне 42,9 г.

При использовании в предпосевной обработке семян ГрМП вместе с исследуемыми препаратами отмечается тенденция к увеличению степени кущения растений и повышению крупности зерна.

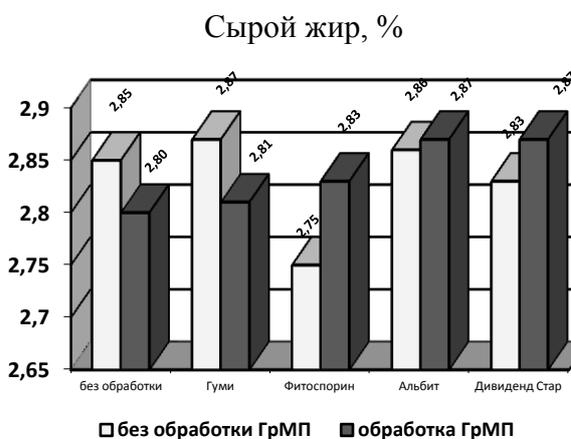
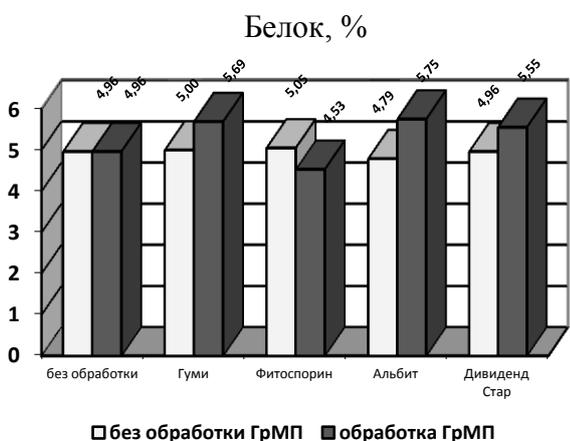
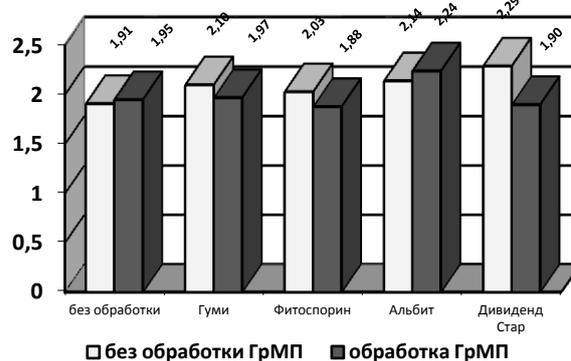
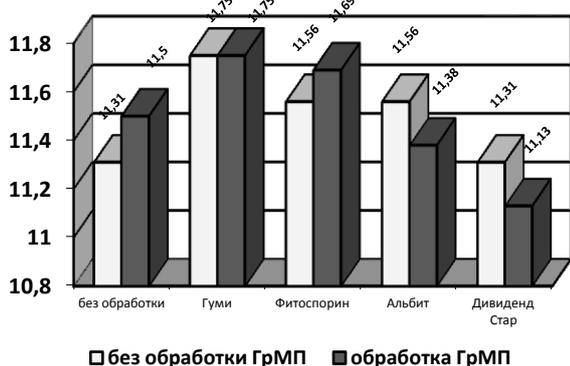
Урожайность культуры за период исследований подвергалась колебаниям по годам (табл. 3). Наименьший урожай был получен в 2011 и 2014 годах. Погодные условия этих лет с высокими температурами и относительно небольшим количеством осадков были не благоприятны для развития культуры и способствовали ее заражению корневыми гнилями. Наибольший урожай ячменя был получен в 2016 и 2017 годы исследований, который составил 34,6-45,2 ц/га. Наиболее высокий урожай был получен по варианту Гуми, как в чистом виде, так и при последующем омагничивании семян. Прибавка по отношению к контролю на данных вариантах составила 19,9-20,4 %. Прибавка урожая на варианте с использованием Альбита составила 15,8%.

Таблица 3 – Влияние предпосевной обработки семян на урожайность ячменя

| Вариант предпосевной обработки семян | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | средняя | Прибавка урожая | |
|--------------------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|---------|-----------------|-------|
| омагничивание | протравливание | | | | | | | | | ц/га | % |
| Без обработки | Без обработки | 27,8 | 31,0 | 31,7 | 25,2 | 30,5 | 34,6 | 38,6 | 31,3 | - | 100,0 |
| | Гуми | 32,5 | 34,8 | 38,6 | 31,1 | 39,2 | 41,3 | 45,0 | 37,5 | 6,2 | 119,8 |
| | Фитоспорин | 31,5 | 34,2 | 36,0 | 25,2 | 34,1 | 37,6 | 40,9 | 34,2 | 2,9 | 109,3 |
| | Альбит | 28,7 | 33,5 | 36,8 | 28,3 | 38,8 | 38,4 | 39,7 | 34,9 | 3,6 | 111,5 |
| | Дивиденд Стар | 28,2 | 33,7 | 33,1 | 29,0 | 33,1 | 37,4 | 43,1 | 33,9 | 2,6 | 108,3 |
| Обработка ГрМП | Без обработки | 27,9 | 33,0 | 32,5 | 28,3 | 31,4 | 36,1 | 40,3 | 32,8 | 1,5 | 104,8 |
| | Гуми | 32,9 | 34,0 | 37,1 | 34,7 | 38,3 | 41,4 | 45,2 | 37,7 | 6,4 | 120,4 |
| | Фитоспорин | 29,8 | 33,5 | 34,2 | 34,9 | 33,8 | 38,8 | 41,2 | 35,2 | 3,9 | 112,5 |
| | Альбит | 29,1 | 33,7 | 34,7 | 28,7 | 36,5 | 38,1 | 41,4 | 34,6 | 3,3 | 110,5 |
| | Дивиденд Стар | 28,6 | 33,5 | 35,9 | 30,5 | 34,2 | 38,7 | 44,9 | 35,2 | 3,9 | 112,5 |
| НСР ₀₅ | Фактор А | 0,70 | 0,49 | 0,70 | 0,78 | 0,97 | 0,70 | 0,58 | | | |
| | Фактор В | 1,11 | 0,77 | 1,11 | 1,24 | 1,54 | 1,10 | 0,92 | | | |
| | Взаимодействие АВ | 1,57 | 1,09 | 1,57 | 1,75 | 2,18 | 1,56 | 1,3 | | | |

Урожай был сформирован за счет более высокой густоты стояния растений к моменту уборки и более интенсивной степени кущения, по сравнению с другими вариантами.

Установлено положительное влияние предпосевной обработки семян на такие показатели качества зерна как содержание белка, сырой золы, клетчатки (рис. 2).



Сырая клетчатка, %

Сырая зола, %

Рисунок 2 – Влияние предпосевной обработки семян ячменя посевного на биохимический состав зерна

Отметим, что данная закономерность прослеживается по вариантам с применением препаратов: Гуми и Фитоспорин (содержание белка 11,69-11,75%); Фитоспорин, Альбит и Дивиденд Стар (содержание сырой золы 2,83-2,87%); Гуми, Альбит и Дивиденд Стар (содержание сырой клетчатки 5,55-5,75%).

3.2 Влияние предпосевной обработки семян и предшественников на урожайность ячменя

При размещении посевов ячменя по зерновому предшественнику наблюдается пониженная, по сравнению с другими вариантами, всхожесть семян. В зависимости от варианта предпосевной обработки семян значения показателя колебались в пределах 77,0-81,3%. При этом наибольшая всхожесть растений отмечалась по вариантам Гуми, Альбит, Дивиденд Стар как в чистом виде, так и в комбинации с обработкой семян перед посевом градиентом магнитного поля.

При размещении вариантов опыта по картофелю и яровому рапсу отмечено увеличение всхожести семян ячменя. При размещении культуры по картофелю всхожесть увеличилась на 1-1,9% по сравнению с вариантами, размещенными по зерновому предшественнику. На вариантах опыта размещенных по яровому рапсу была отмечена самая высокая всхожесть. Этот показатель находился в интервале 83,8-86,8%. Использование в качестве предшественников пропашной культуры и ярового рапса повышает полноту всходов культуры.

В исследованиях выживаемость растений была выше во всех изучаемых вариантах предпосевной обработки семян размещенных на участках, где возделывался картофель и яровой рапс. Использование в качестве предшествующей культуры зерновых приводило к снижению выживаемости. Гибели растений способствовала повышенная инфекционная нагрузка, возникшая в результате накопления в почве патогенного начала корневых гнилей. В контрольном варианте более высокую выживаемость отмечали с омагниченными семенами – 93,5%, при размещении ячменя по картофелю и яровому рапсу и 87,2%, по зерновому предшественнику.

У вариантов семена, которых не были обработаны ГрМП выживаемость была ниже: при размещении по картофелю 91,5%, рапсу – 91,3 и по зерновым – 86,4%. Все препараты по отношению к контролю способствовали повышению выживаемости растений. Наибольшую эффективность показал Дивиденд Стар, при размещении его варианта по картофелю и яровому рапсу, выживаемость растений достигала здесь 96,1-97,4%. На фоне зернового предшественника этот показатель снизился до 95,3%. На втором месте по эффективности были препараты Гуми и Фитоспорин при размещении культуры по картофелю и рапсу – сохранность растений составила в среднем 94 %.

В среднем за период исследований происходило увеличение урожайности ячменя при размещении его посевов по пропашному предшественнику (картофель). Наиболее эффективными вариантами предпосевной обработки на фоне различных предшественников оказались с применением препарата Гуми в чистом виде и в комбинации с градиентом магнитного поля. Прибавка урожая на данном варианте опыта составила до 7 ц/га или 21%, что на 1,2 % выше значений данных вариантов, размещенных по ячменю и яровому рапсу (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние предпосевной обработки семян и предшественников на урожайность ячменя

| Вариант предпосевной обработки | | 2015г. | 2016г. | 2017г. | средняя | Прибавка урожая | |
|---|----------------------|--------|--------|--------|---------|-----------------|-------|
| омагничивание семян | протравливание семян | | | | | ц/га | % |
| предшественник – ячмень | | | | | | | |
| Без обработки | Без обработки | 28,7 | 33,2 | 36,8 | 32,9 | - | 100,0 |
| | Гуми | 36,4 | 38,7 | 43,2 | 39,4 | 6,5 | 119,8 |
| | Фитоспорин | 33,5 | 36,2 | 39,1 | 36,3 | 3,4 | 110,3 |
| | Альбит | 34,0 | 36,8 | 37,9 | 36,2 | 3,3 | 110,0 |
| | Дивиденд Стар | 31,3 | 35,8 | 41,3 | 36,1 | 3,2 | 109,7 |
| Обработка ГрМП | Без обработки | 29,6 | 34,5 | 38,5 | 34,2 | 1,3 | 103,9 |
| | Гуми | 36,8 | 38,8 | 43,5 | 39,7 | 6,8 | 120,7 |
| | Фитоспорин | 32,9 | 37,2 | 39,4 | 36,5 | 3,6 | 110,9 |
| | Альбит | 34,7 | 36,5 | 39,6 | 36,9 | 4,0 | 112,2 |
| | Дивиденд Стар | 32,4 | 36,1 | 43,1 | 37,2 | 4,3 | 113,1 |
| НСР ₀₅ | | 3,96 | 0,95 | 0,43 | | | |
| предшественник – картофель | | | | | | | |
| Без обработки | Без обработки | 29,3 | 33,2 | 37,3 | 33,3 | - | 100,0 |
| | Гуми | 37,4 | 39,3 | 44,1 | 40,3 | 7,0 | 121,0 |
| | Фитоспорин | 33,9 | 36,2 | 40,9 | 37,0 | 3,7 | 111,1 |
| | Альбит | 32,4 | 36,5 | 39,3 | 36,1 | 2,8 | 108,4 |
| | Дивиденд Стар | 31,9 | 36,1 | 40,5 | 36,2 | 2,9 | 108,7 |
| Обработка ГрМП | Без обработки | 30,2 | 34,5 | 38,7 | 34,5 | 1,2 | 103,6 |
| | Гуми | 37,1 | 39,8 | 43,6 | 40,2 | 6,9 | 120,7 |
| | Фитоспорин | 33,6 | 36,4 | 39,6 | 36,4 | 3,1 | 109,3 |
| | Альбит | 33,4 | 36,7 | 38,8 | 36,3 | 3,0 | 109,0 |
| | Дивиденд Стар | 33,1 | 36,7 | 39,2 | 36,3 | 3,0 | 109,0 |
| НСР ₀₅ | | 4,90 | 1,11 | 0,89 | | | |
| предшественник – яровой рапс | | | | | | | |
| Без обработки | Без обработки | 31,2 | 34,1 | 37,6 | 34,3 | - | 100,0 |
| | Гуми | 38,1 | 40,4 | 44,8 | 41,1 | 6,8 | 119,8 |
| | Фитоспорин | 34,3 | 37,2 | 40,9 | 37,5 | 3,2 | 109,3 |
| | Альбит | 33,8 | 36,8 | 40,1 | 36,9 | 2,6 | 107,6 |
| | Дивиденд Стар | 32,7 | 36,4 | 41,3 | 36,8 | 2,5 | 107,3 |
| Обработка ГрМП | Без обработки | 31,4 | 34,9 | 38,5 | 34,9 | 0,6 | 101,7 |
| | Гуми | 37,8 | 41,3 | 43,9 | 41,0 | 6,7 | 119,5 |
| | Фитоспорин | 33,8 | 36,8 | 40,2 | 36,9 | 2,6 | 107,6 |
| | Альбит | 34,5 | 37,1 | 39,7 | 37,1 | 2,8 | 108,2 |
| | Дивиденд Стар | 33,2 | 37,7 | 41,3 | 37,4 | 3,1 | 109,0 |
| НСР ₀₅ | | 2,73 | 1,19 | 0,67 | | | |
| 2015 – фактор А (ГрМП) – 1,02, фактор В (протравливание) – 2,00, фактор С (предшественник) – 0,86 | | | | | | | |
| 2016 - фактор А (ГрМП) – 0,24, фактор В (протравливание) – 0,46, фактор С (предшественник) – 0,38 | | | | | | | |
| 2017 - фактор А (ГрМП) – 0,11, фактор В (протравливание) – 0,36, фактор С (предшественник) – 0,21 | | | | | | | |

При размещении вариантов предпосевной обработки семян по зерновому предшественнику (ячмень) и яровому рапсу значительных различий в прибавке урожая не установлено.

3.3. Фитосанитарное состояние посевов ячменя в зависимости от предпосевной обработки семян и предшественников

Одним из актуальных вопросов в земледелии является фитосанитарное состояние посевов сельскохозяйственных культур, которое имеет прямое влияние на продуктивность растений. При учете засоренности посевов в опыте установлено, что наибольшее распространение из малолетних двудольных сорняков получили марь белая (*Chenopodium album*), редька дикая (*Raphanus raphanistrum*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), из яровых поздних – ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli*), из зимующих пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*). Из многолетних сорняков в посевах встречались корнеотпрысковые сорняки – осот полевой (*Sonchus arvensis*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*) и вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*).

За период исследований наибольшая засоренность посевов наблюдалась на участках размещенных после зернового предшественника (ячмень). В среднем по вариантам исследования наблюдалось 153,2 шт/м².

В опыте, где предшественником был яровой рапс наблюдалось снижение засоренности посевов до 111,2 шт/м². При размещении культуры по пропашному предшественнику наблюдалась самая низкая засоренность, которая составила 83,8 шт/м² (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние предшествующей культуры на засоренность посевов ярового ячменя, среднее 2015-2017 г.г.

| Предшественник | Количество сорняков, шт/м ² | | | Сырая масса сорняков, г/м ² | Масса одного сорняка, г |
|-----------------------|--|-------------|-------|--|-------------------------|
| | много-летних | однолет-них | всего | | |
| Зерновые (ячмень) | 16,7 | 135,6 | 152,3 | 292,4 | 1,92 |
| Пропашные (картофель) | 10,6 | 73,2 | 83,8 | 149,2 | 1,78 |
| Яровой рапс | 12,5 | 98,7 | 111,2 | 230,9 | 2,08 |

К снижению урожайности зерновых культур также приводят развитие заболеваний в период вегетации растений.

В результате обследования посевов ячменя и определения степени развития и распространенности корневой гнили установлено, что поражение ячменя корневой гнилью во всех пунктах, где проводился забор проб растений, было значительно выше порога вредоносности. Индекс развития болезни достигал 25,6-41,7%.

Для снижения вредоносности обыкновенной корневой гнили ячменя рекомендован комплекс мероприятий, среди которых одно из ведущих мест занимает предпосевная обработка семян веществами химической и биологической природы. Наряду с предпосевной обработкой семян немаловажное значение имеет правильный выбор предшественника (табл. 6).

Таблица 6 – Влияние предпосевной обработки семян и предшественников на пораженность ячменя корневыми гнилями, среднее за период 2015-2017 г.г.

| Вариант предпосевной обработки | | Индекс развития болезни | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------|------|-------------------------|------|---------------------------------|------|-------------------------|------|---------------------------------|------|-------------------------|------|
| омагничивание семян | протравливание семян | фаза кущение- выход в трубку | | фаза полной спелости | | фаза кущение- выход в трубку | | фаза полной спелости | | фаза кущение- выход в трубку | | фаза полной спелости | |
| | | R, % | +/- | R, % | +/- | R, % | +/- | R, % | +/- | R, % | +/- | R, % | +/- |
| Без обработки | Без обработки | 22.3 | - | 36.7 | - | 19.1 | - | 27.3 | - | 18,6 | - | 26,3 | - |
| | Гуми | 18.4 | -3.9 | 32.0 | -4.7 | 16.6 | -2.5 | 22.7 | -4.6 | 16,1 | -2,5 | 19,6 | -6,7 |
| | Фитоспорин | 19.0 | -3.3 | 31.9 | -4.8 | 16.7 | -2.4 | 22.5 | -4.8 | 16,5 | -2,1 | 19,8 | -6,5 |
| | Альбит | 17.8 | -4.5 | 31.3 | -5.4 | 15.0 | -4.1 | 22.8 | -4.5 | 16,7 | -1,9 | 20,5 | -5,8 |
| | Дивиденд Стар | 14.3 | -8.0 | 29.6 | -7.1 | 12.7 | -6.4 | 21.1 | -6.2 | 13,1 | -5,5 | 20,9 | -5,4 |
| Обработка ГрМП | Без обработки | 19.3 | -3.0 | 33.0 | -3.7 | 16.0 | -3.1 | 22.0 | -5.3 | 15,9 | -2,7 | 23,1 | 3,2 |
| | Гуми | 19.0 | -3.3 | 31.8 | -4.9 | 16.0 | -3.1 | 21.8 | -5.5 | 15,4 | -3,2 | 19,3 | -7,0 |
| | Фитоспорин | 19.6 | -2.7 | 32.3 | -4.4 | 15.8 | -3.3 | 22.9 | -4.4 | 15,1 | -3,5 | 19,8 | -6,5 |
| | Альбит | 16.7 | -5.6 | 30.7 | -6.0 | 16.1 | -3.0 | 23.0 | -4.3 | 15,6 | -3,0 | 20,5 | -5,8 |
| | Дивиденд Стар | 14.5 | -7.8 | 32.1 | -4.6 | 13.0 | -6.1 | 22.9 | -4.4 | 13,4 | -5,2 | 20,8 | -5,5 |
| Предшественник | | зерновые | | | | картофель | | | | яровой рапс | | | |

В опыте установлено, что эффективность предпосевной обработки семян против корневой гнили повышается при размещении вариантов после пропашного предшественника и ярового рапса.

Наибольшим за период исследований индекс развития корневых гнилей наблюдался при размещении ячменя по зерновому предшественнику как в фазу кущение – выход в трубку, в пределах 14,5-22,3% по вариантам, так и в фазу полной спелости культуры, в пределах 29,6-36,7%.

При размещении ячменя по предшественнику, в качестве которого выступал картофель и яровой рапс, наблюдалось снижение развития заболевания растений относительно вариантов, размещенных по зерновому предшественнику, в среднем на 25-30%.

3.4. Экономическая эффективность возделывания ячменя в опыте

При расчете экономической эффективности использовались цены действительные на весну 2018 года. Цена за 1 тонну семян составила 19100 руб., цена приемки 1 т зерна в Рязанской области в сентябре 2018 года была установлена в размере 11000 руб. за тонну.

Экономическая эффективность выращивания зерна ярового ячменя напрямую зависит от показателей урожайности. Чем выше урожайность, тем больше полученный доход, ниже себестоимость и соответственно выше рентабельность самого производства. Основные затраты при возделывании ярового ячменя приходятся на приобретение горюче смазочных материалов, семян и формирование фонда оплаты труда.

В опыте при производстве зерна ячменя на 1 га затрачивается 19092,3- 20942,8 руб., при этом средняя себестоимость выращивания 1 тонны ячменя составляет 5720,0 руб. Наибольшая прибыль получена на вариантах с использованием в предпосевной обработке биологически активного препарата Гуми, как в чистом виде, так и в комбинации с применением градиента магнитного поля (19834,4 и 21529,8 руб.).

Рентабельность за счет прибавки урожая от применения вариантов предпосевной обработки семян ячменя составила 93,8-107,9%. Максимальная рентабельность в исследованиях получена на варианте с применением препарата Гуми и ГрМП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Наиболее эффективными вариантами предпосевной обработки семян ячменя были с применением препаратов Гуми, Фитоспорин, Альбит, как в чистом виде, так и в комбинации с обработкой семян градиентным магнитным полем. На данных вариантах энергия прорастания семян увеличивалась на 8-18%, лабораторная всхожесть на 4-9%. Отмечено положительное влияние предпосевной обработки семян данными факторами на начальные ростовые процессы. Под влиянием предпосевной обработки семян ячменя происходило увеличение полевой всхожести в среднем на 2 %.

2. Предпосевная обработка семян способствовала увеличению высоты растений на 1,3-4,5 см, площади листовой поверхности на 10-12%, что в свою очередь положительно повлияло на длину колоса и его озерненность.

3. Максимальная урожайность в среднем за период исследований была получена на вариантах с применением препарата Гуми в чистом виде и на варианте, где использовалась комбинация препарата с последующей обработкой семян градиентным магнитным полем (37,5-37,7ц/га). Прибавка по отношению к контролю на данных вариантах составила 19,9-20,4%.

4. Применение в предпосевной обработке семян биологически активных препаратов Гуми, Фитоспорин, Альбит и ГрМП приводило к снижению распространенности заболевания и развития корневых гнилей на 4,5-5,2% по сравнению с контрольным вариантом.

5. Размещение вариантов предпосевной обработки по картофелю и яровому рапсу приводило к снижению пораженности растений ячменя в среднем на 25-30% по сравнению с растениями, размещенными по зерновому предшественнику.

6. Максимальная прибыль в опыте получена на вариантах с использованием в предпосевной обработке биологически активного препарата Гуми, как в чистом виде, так и в комбинации с применением градиента магнитного поля, она составила соответственно 19834,4 и 21529,8 рублей. Максимальный уровень рентабельности производства зерна ячменя от применения в предпосевной обработке семян Гуми и градиентного магнитного поля, который составил 107,9%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для повышения продуктивности ячменя и снижения пестицидной нагрузки на агрофитоценозы рекомендуем проводить предпосевную обработку семян биологически активными препаратами Гуми, Фитоспорин, Альбит, которые позволяют получить достоверную прибавку урожая, достигающую 20 %

2. Рекомендуем проводить предпосевное омагничивание семян ячменя градиентным магнитным полем, которое позволяет без дополнительных материальных затрат повысить его продуктивность на 4,8%

3. Для уменьшения поражаемости растений ячменя корневыми гнилями и снижения потерь урожая вследствие их развития рекомендуется размещать культуру по пропашному предшественнику (картофель) или яровому рапсу.

СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Соколов, А.А.** Влияние предпосевной обработки семян ячменя биопрепаратами на продуктивность растений / А.А. Соколов, Д.В. Виноградов, М.М. Крючков // Международный технико-экономический журнал. – 2015. – № 5. – С. 88-94.

2. **Соколов, А.А.** Эффективность предпосевной обработки семян ячменя градиентным магнитным полем и биологическим препаратом «Гуми 80» / А.А. Соколов, В.И. Левин, М.М. Крючков, Д.В. Виноградов // Международный научный журнал. – 2015. – № 5. – С. 98-104.

3. Виноградов, Д.В. Фитосанитарное состояние посевов зерновых культур в условиях Рязанской области / Д.В. Виноградов, **А.А. Соколов**, О.В. Черкасов, Е.И. Лупова, И.С. Питюрина // Международный технико-экономический журнал. – 2016. – № 5. – С 57-63.

4. **Соколов, А.А.** Эффективность гуминового препарата Гуми 80 в повышении продуктивности и устойчивости растений ячменя к корневым гнилям / А.А. Соколов, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016. – № 3. – С. 103-106.

5. **Соколов, А.А.** Продуктивность ярового ячменя при использовании различной предпосевной обработки семян / А.А. Соколов, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016. – № 1. – С 47-50.

6. **Соколов, А.А.** Предпосевная подготовка семян как эффективный прием снижения вредоносности корневых гнилей и повышения продуктивности растений ячменя [Электронный ресурс] / А.А. Соколов, Д.В. Виноградов, Г.Д. Гогмачадзе, П.Н. Балабко // «АгроЭкоИнфо»: электронный научно-производственный журнал, 2018. – № 1 (31). – Режим доступа: <http://agroecoinfo.narod.ru/journal/>

В сборниках научных трудов, конференций:

7. **Соколов, А.А.** Оценка эффективности приемов предпосевной обработки семян ячменя, с использованием биологических фунгицидов и градиентного магнитного поля, в подавлении развития корневых гнилей / А.А. Соколов // Юбил. сб. научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета. Материалы науч.-практич. конф. 2010 года. – Рязань: РГАТУ, 2011. – С. 77-79.

8. **Соколов, А.А.** Эффективность биопрепаратов и регуляторов роста в борьбе с возбудителями корневых гнилей ячменя / А.А. Соколов // Юбил. сб. научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 100-летию со дня рождения Наумова С.А. – Рязань: РГАТУ, 2012. – С. 277-280.

9. **Соколов, А.А.** Эффективность предпосевной обработки семян в снижении развития корневых гнилей ячменя / А.А. Соколов // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. статей по материалам

VI Междунар. науч.-практ. конф. посвященной 90-летию агрономического факультета. – Горки: БГСХА, 2015. – С. 146-149.

10. **Соколов, А.А.** Влияние предпосевной обработки семян ячменя биологически активными препаратами и градиентным магнитным полем на его продуктивность / А.А. Соколов, Д.В. Виноградов // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. статей по материалам VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Горки: БГСХА, 2016. – С 110-113.

11. **Соколов, А.А.** Влияние биопрепарата фитоспорин и градиентного магнитного поля на развитие и продуктивность ярового ячменя и его пораженность корневыми гнилями / А.А. Соколов // Инновационное развитие агропромышленного комплекса России: материалы нац. науч.-практ. конф. – Рязань: РГАТУ, 2016. Ч.1 – С 195-200.

12. **Соколов, А.А.** Влияние биофунгицидов и градиентного магнитного поля на пораженность корневыми гнилями и продуктивность ярового ячменя / А.А. Соколов, Д.В. Виноградов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф.– Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. Ч.1 – С. 414-419.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная
Усл. печ. л. 1,5 Тираж 100 экз.
Подписано в печать 07.05.2019 г
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П. А. Костычева»
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1
Отпечатано в издательстве учебной литературы и
учебно-методических пособий
ФГБОУ ВО РГАТУ
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1