

На правах рукописи

Пьяных Антон Владимирович

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА
ОЗИМОЙ РЖИ (*SECALE CEREALE L.*) НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ
БИОУДОБРЕНИЯ НАГРО В КУЗНЕЦКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Кемерово – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия»

Научный руководитель: Пинчук Людмила Григорьевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные оппоненты: Щукин Виктор Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», доцент кафедры ботаники и физиологии растений

Исмагилов Рафаэль Ришатович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет», профессор кафедры растениеводства

Ведущая организация: Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Федерального бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (СибНИИСХиТ – филиал СФНЦА РАН)

Защита состоится «07» октября 2020 г. в 16⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 999.091.03 на базе ФГБОУ ВО Самарский ГАУ по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, д. 2. Тел.: 8(846) 6346131.

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

Автореферат разослан «___» _____ 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Троц Наталья Михайловна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Основной задачей сельского хозяйства является быстрое и устойчивое наращивание объёма производства зерна и зерновой продукции, в решении которой большую роль играет оптимизация агротехнических приёмов, направленных на повышения продуктивности, улучшение качества сельскохозяйственной продукции, а также снижение антропогенной нагрузки на агроценозы. Биологическая ценность ржи, выделяющая её из других хлебных злаков, определяет повышение спроса, а широкая сортовая гамма даёт возможность стабилизации производства зерна в нетрадиционных для данной сельскохозяйственной культурой регионах [Пинчук и др., 2017].

Одним из основных резервов увеличения производства зерна в Западно-Сибирском регионе является расширение площадей озимых культур, которая должна составлять не менее 15 – 20 % от общего объёма зерновых [Артемова и др., 2013]. В Кемеровской области посевные площади озимой ржи за период с 2008 по 2017 гг. составляли 6 – 8 % от сельскохозяйственных угодий занимаемых зерновыми культурами, варьируя за данный период времени от 11,0 до 22,0 тысяч гектаров, при урожайности от 1,47 до 2,30 т/га [Пьяных и др., 2018].

Одним из аспектов современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур является их экологизация, в частности за счёт использования биопрепаратов. Арсенал удобрений расширяется, на рынке появилось российское удобрение нового поколения – биоорганическое наноудобрение Нагро, которое способствует повышению продуктивности сельскохозяйственных культур, сокращению вегетационного периода, улучшению качественных характеристик урожая, снижению норм и нагрузки применения минеральных удобрений, пестицидов и получение экологически безопасной продукции [Сидоренко и др., 2013; Лазарев и др., 2013; Плотникова и др., 2015; Аюпов и др., 2016; Костин и др., 2016; Нургалиева и др., 2017].

Степень разработанности темы. Изучению применения биорганического наноудобрения Нагро на сельскохозяйственных культурах посвящены работы в условиях Нечернозёмной зоны – С. А. Новикова и др. (2010), Д. Ф. Хромцева (2016), А. А. Акимова и др. (2017), Д. В. Виноградова, Е. И. Луповой и др. (2018); Прикаспийской низменности – Ш. Б. Байрамбекова и др. (2016); Центральной Чернозёмной зоны – В. И. Лазарева и др. (2014, 2015, 2017), Э. В. Засориной и др. (2018); лесостепи Поволжья – Н. И. Крончева и др. (2014), И. А. Кожевниковой и др. (2015), В. А. Исайчева и др. (2015, 2017), В. И. Костина и др. (2016), С. Н. Сергатенко и др. (2017); предуральской степной зоне Республики Башкортостан – М. Н. Адамовской и др. (2014), В. З. Аюпова (2016); Оренбургской степи Предуралья – Г. Ф. Ярцева, Р. К. Байкасенова и др. (2016); степной зоны Чеченской Республики – М. Х. Хамзатовой, Э. Д. Адиньяева и др. (2014, 2015, 2016, 2017); степной зоны Краснодарского края – О. Г. Шабалдас и др. (2015), О. М. Агафонова (2018), а также рядом других российских исследователей. Зарубежными авторами: Литве – V. Spruogis, A. Dautarte, A. Gavenauskas et al. (2013); Казахстане – В. В. Вьюркова и др. (2016), Е. Н.

Баймуканова и др. (2016), А. М. Кинжалиевой и др. (2016), Г. К. Нургалиевой (2017); Болгарии – I. Nikolova, N. Georgieva, V. Vasileva (2018).

Цель исследования – оптимизация агротехнологии применения биоорганического наноудобрения Нагро, направленной на повышение урожайности и качество зерна озимой ржи в условиях северной лесостепи предгорий юго-востока Западной Сибири.

Задачи

- Изучить влияние биоудобрения Нагро на энергию прорастания и всхожесть семян озимой ржи;
- выявить влияние обработки семян биоэнергетиком Нагро на вегетативную массу корневой системы и наземной части растений;
- установить потенциал и зависимость урожайности и её структуры от вариантов обработки и метеоусловий;
- выявить взаимосвязи обработки биоудобрением Нагро и показателей качественной оценки зерна;
- изучить сортовые реакции озимой ржи на использование биоэнергетика Нагро и биоудобрения универсальное Нагро;
- оценить эффективность производства зерна озимой ржи при применении биоудобрения Нагро.

Объект исследования. Посевы озимой ржи сортов Влада и Тетра короткая на фоне применения биоорганического наноудобрения Нагро.

Предмет исследования. Опыты по проведению обработки семян озимой ржи биоэнергетиком Нагро, посевов биоэнергетиком Нагро и биоудобрением универсальное Нагро по продуктивности, её элементам и качеству формируемого зерна в зависимости от варианта опыта и гидротермических условий произрастания.

Научная новизна. Впервые в условиях Кузнецкой лесостепи проведены исследования по изучению эффективности обработки семян и посевов современным биоорганическим удобрением Нагро на посевные качества семян, биометрические показатели растений, урожайность и её структуру, а также показателя качественной оценки зерна озимой ржи сортов Влада и Тетра короткая. Установлен уровень повышения урожайности и улучшения качества зерна, дана сравнительная оценка экономической и биоэнергетической эффективности по вариантам опыта.

Теоретическая и практическая значимость. Дано научно-практическое обоснование посевных качеств семян, продуктивности и качества зерна озимой ржи при использовании биоорганического удобрения Нагро.

Определены параметры формирования биометрических показателей, продуктивности, качества зерна и эффективность биоудобрения Нагро в зависимости от гидротермических условий. Полученные данные расширяют, углубляют представление о зависимости урожая озимой ржи от температуры на глубине залегания узла кущения в изучаемых условиях.

Производству предложена технология возделывания озимой ржи с использованием биоудобрения Нагро, на основании выявленного оптимального варианта обработки семян и посевов.

Внедрение результатов исследования проводилось на полях общества с ограниченной ответственностью «Крестьянское хозяйство Кожевникова» (ООО «КХ Кожевникова»), расположенного на территории северной лесостепи предгорий юго-востока Западной Сибири.

Полученные результаты исследований по влиянию биоорганического наноудобрения Нагро на урожайность и качество зерна озимой ржи используются в процессе обучения бакалавров (35.03.04) и магистров (35.04.04) направления подготовки агрономия федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО Кузбасская ГСХА).

Методология и методы исследования. В работе применялись методы: теоретические (моделирование, абстрагирование, формализация, аналогия, аксиомизация) и эмпирические (эксперимент, наблюдение, описание, измерение, сравнение). Лабораторные испытания и полевые опыты осуществляли по общепринятым методикам.

Положения, выносимые на защиту

1. Характер формирования массы корневой системы и наземной части растений при обработке семян биоэнергетиком Нагро;
2. Показатели структуры урожая и урожайности озимой ржи при применении биоэнергетика Нагро и биоудобрения универсальное;
3. Влияние гидротермических условий на формирование урожайности зерна на фоне использования биоудобрения Нагро;
4. Потенциал качества зерна озимой ржи по массовой доле белка и числу падения в зависимости от вариантов применения биоэнергетика Нагро и биоудобрения универсальное Нагро;
5. Экономическая (по урожайности) и биоэнергетическая (по массовой доле белка) оценка эффективности полученных результатов исследований.

Достоверность результатов работы. Обеспечена исследованиями выполненными в течение четырёх лет в соответствии со стандартными методиками.

Апробация работы. Результаты исследования представлены на XIV Международной научно-практической конференции «Современные тенденции сельскохозяйственного производства в Мировой экономике», г. Кемерово, 2015 г.; XV Международной научно-практической конференции «Современные тенденции сельскохозяйственного производства в Мировой экономике», г. Кемерово, 2016 г.; I этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых учёных высших учебных заведений Минсельхоза России, г. Кемерово, 2017 г.; XVI Международной научно-практической конференции «Современные тенденции сельскохозяйственного производства в Мировой экономике», г. Кемерово, 2017 г.; Районном семинаре «День поля», г. Ленинск-Кузнецкий, 2017 г.; Инновационном конвенте «Кузбасс: образование, наука, инновации», г. Кемерово, 2017 г.; XVII Внутривузовской научно-практической конференции «Агропромышленному комплексу – новые идеи и решения», г. Кемерово, 2018 г.; XVIII Внутривузовской научно-

практической конференции «Агропромышленному комплексу – новые идеи и решения», г. Кемерово, 2019 г.; XVIII Международной научно-практической конференции «Современные тенденции сельскохозяйственного производства в Мировой экономике», г. Кемерово, 2019 г.

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 15 статей, в том числе 4 в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации и 2 статьи в журналах входящих в базу данных Web of Science и Scopus.

Структура и объём диссертации. Диссертация представлена на 130 страницах текста компьютерного набора. Состоит из введения, 6 глав, содержит 19 таблиц, 12 рисунков, заключение, практические рекомендации, список литературы и 31 приложения. Перечень литературы включает 266 наименований, в том числе 65 зарубежной.

Личный вклад автора. Диссертационная работа является результатом теоретического и экспериментального исследования, выполнено лично автором в 2014-2018 гг. Соискателем осуществлён литературный поиск и анализ литературы, разработан план и методика исследования, проведены полевые опыты и наблюдения, отобраны образцы зерна и переданы для лабораторных анализов.

Автор выражает искреннюю благодарность и глубокую признательность научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору Л. Г. Пинчук за руководство, ценные советы и неоценимую помощь в организации исследований и анализе полученных данных.

Автор также благодарит за помощь в организации и проведение экспериментов: генерального директора ООО «КХ Кожевникова» С. Н. Кожевникова за проведение полевых опытов; начальника наблюдательного пункта с. Красное Ленинск-Кузнецкого района Кемеровской области О. С. Раушкину за любезно предоставленные метеорологические данные (Кемеровский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды); начальника Ленинск-Кузнецкого отдела филиала ФГБУ Россельхозцентр Е. С. Тороповскую за выполненные лабораторные исследования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Биоресурсный потенциал ржи, его реализация при применении биопрепаратов (Обзор литературы). На основе анализа источников российской и зарубежной литературы рассмотрены особенности формирования количественной и качественной продуктивности зерновых культур при применении биопрепаратов, в том числе биоорганического наноудобрения Нагро.

2. Условия, материалы и методика исследования. Работа выполнена 2014-2018 гг. в природно-климатической зоне северной лесостепи предгорий юго-востока Западной Сибири (Кузнецкая лесостепь).

Почвы чернозёмом выщелоченный среднегумусный среднемощный тяжёлосуглинистый по гранулометрическому составу, с содержанием гумуса

8,9 %, обеспеченность подвижными соединениями фосфора – 140 мг/кг и калия – 154 мг/кг почвы, солевая рН 5,5-6,0.

Года исследования отличались по погодным условиям. Гидротермический режим сентября, был достаточно благоприятным для появления всходов во все года исследования. Неблагоприятно на кущение могла отразиться низкая температура воздуха октября в 2014 (0,3 °С) и 2016 (–2,8 °С) гг.

Установление снежного покрова в октябре наблюдалось в зимний период 2014-2015 (5,0 см) и 2016-2017 (10,0 см) лет. В 2016-2017 гг. при отрицательной температуре до –2,8 °С снежного покрова не было. Наиболее тёплым октябрь был в 2015-2016 гг. (3,8 °С). В январе достаточный снежный покров 21,0 см при умеренной температуре –14,3 °С отмечен 2016-2017 гг. Февраль наиболее прохладным (–17,0 °С) и малоснежным (19,0 см) был в 2017-2018 гг. Более благоприятное соотношение температуры и снежного покрова наблюдалось в 2015-2016, 2016-2017 гг., соответственно –11,2 °С и 21,0 см, –13,2 °С и 24,0 см. Март сопровождался отрицательными температурами (–4,5 и –7,8 °С) при сохранившем снежном покрове (5,0-11,0 см). Зимний период наиболее прохладным был 2017-2018 гг. при умеренном снежном покрове, что могло негативно отразиться на сохранность растений и уровне формируемой урожайности.

В апреле наиболее благоприятные условия возобновления вегетации наблюдались в 2015 и 2016 гг., когда с 1-ой декады установилась положительная температура (+1,3 и +4,0 °С), более экстремальные в 2018 г., с устойчивым понижением температуры в 1-ой декаде (–0,9 °С) и прохладной 2-ой декадой (3,3 °С).

Условия вегетационного периода 2015 и 2016 гг. были более засушливыми, ГТК соответственно составили 0,69 и 0,83; в 2017 и 2018 гг. более увлажнённые и более благоприятные для развития растений ржи, ГТК вегетационного периода соответственно 1,02 и 1,04.

Изучались сорта озимой ржи Влада и Тетра короткая. Опыт включал шесть вариантов обработки семян и посевов биоорганическими наноудобрениями Нагро: Биоэнергетик Нагро и Универсальное Нагро.

Таблица 1 – Варианты обработки семян и посевов озимой ржи биоорганическим наноудобрением Нагро

Варианты опыта	Виды обработки
1	2
Контроль	Без обработки биоорганическим наноудобрением Нагро
I	Обработка семян биоэнергетиком, обработка в фазу кущения весной универсальным + биоэнергетиком
II	Обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной – универсальным + биоэнергетиком, 2-я обработка в фазу колошения универсальным
III	Обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной – биоэнергетиком, 2-я обработка в фазу колошения универсальным

продолжение таблицы 1

1	2
IV	Обработка в фазу кущения весной универсальным + биоэнергетиком
V	1-ая обработка в фазу кущения весной – универсальным + биоэнергетиком, 2-я обработка в фазу колошения универсальным
VI	1-ая обработка в фазу кущения весной – биоэнергетиком, 2-я обработка в фазу колошения универсальным

Площадь опытной делянки 100 м², повторность трёхкратная, расположение рендомизированное, предшественник – чистый пар. Семена обрабатывали биоэнергетиком (1 л/т) за 7 суток до посева, посевы – биоудобрением Нагро универсальным (1 л/га) и биоэнергетиком (0,2 л/га).

Сеяли в первой и начале второй декад сентября, семенами питомник размножения второго года. Урожайность учитывали сплошным методом с пересчётом на 100 %-ную чистоту и стандартную влажность.

Учёты проводили в соответствии с общепринятыми методиками и элементами методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971, 1989). Энергию прорастания и лабораторную всхожесть определяли по ГОСТу Р 52325-2005; вегетативную массу растений в фазу кущения по методикам С. И. Долгова (2008) и И. С. Белюченко (2012); массовую долю белка по ГОСТу 10846–91, число падения – ГОСТ 27676–88. Качество зерна анализировали в ИЦ ФГБУ Кемеровская МВЛ и в филиале ФГБУ Россельхозцентр.

Биоэнергетическую эффективность рассчитывали по методу энергетической оценки возделывания полевых культур Г. С. Посыпанова и др. (1995). Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного и корреляционного анализов с применением компьютерных программ.

3. Рост и развитие растений озимой ржи на фоне применения биоудобрения Нагро

3.1 Энергия прорастания и всхожесть семян. Энергия прорастания варьировала по годам от 90,0 до 96,0 %, в среднем была у сорта Влада 93,0 % на контроле 92,0 %, Тетра короткая при обработке и на контроле 94,0 %. Установлена слабая изменчивость энергии прорастания по годам ($V = 6 \%$), и по сортам в пределах одного года исследования ($V = 1-4 \%$).

Лабораторная всхожесть на фоне применения биоэнергетика у сорта Влада составила 95,0 %, а у сорта Тетра короткая – 97,0 %, на контроле соответственно 95,0 и 97,0 %. Отмечена низкая степень варьирования данного показателя по сортам ($V = 2 \%$) и по годам исследования ($V = 1-5 \%$).

Полевая всхожесть при обработке семян увеличивалась у сорта Влада на 5 %, а у сорта Тетра короткая – 6 %. В пределах каждого года исследования полевая всхожесть у обоих сортов между контролем и опытными вариантами различалась не существенно ($V = 3-7 \%$). По годам на посевах опытных вариантов

обоих сортов выявлена по сравнению с контрольными посевами более сильная изменчивость ($V = 10-19\%$).

3.2 Масса корневой системы в фазу кущения увеличивалась на 10 %, существенных различий между сортами не выявлено при сильном варьировании по годам. Эффективность биоудобрения повышалась в неблагоприятных гидротермических условиях.

3.3 Наземная вегетативная масса растений в фазу кущения в среднем за три года исследования при обработке биоэнергетиком увеличилась на 9 % и составила 4,43 г против контроля 4,07 г., при большей отзывчивости сорт Влада. На фоне ухудшения условий эффективность обработки повышалась.

3.4 Перезимовка растений. Обработка семян биоэнергетиком Нагро слабо повлияла на перезимовку растений обоих сортов озимой ржи ($V = 9\%$). У сорта Влада процент перезимовавших растений в контроле составил 77 %, на посевах обработанных семенами – 80 %; у сорта Тетра короткая различий не выявлено, в контроле и в вариантах опыта перезимовало по 74 % растений (таблица 2, рисунок 1). Более существенное различие в контроле, и в опыте выявлено по годам исследования, при некотором отличии по сортам.

Таблица 2 – Перезимовка растений озимой ржи (%), 2016-2018 гг.

Сорт	Варианты опыта	2015-2016 гг.	2016-2017 гг.	2017-2018 гг.	R	V, %
Влада	Контроль	74	76	81	77	16
	Обработанные семена	78	84	79	80	25
Тетра короткая	Контроль	67	80	76	74	24
	Обработанные семена	66	79	76	74	28
V, %	–	72	82	78	77	27
НСР ₀₅	–	4	11	14		

R – среднее значение за 3 года.

При слабом влиянии обработки семян биоэнергетиком Нагро на перезимовку растений озимой ржи, у сорта Влада выявлена более выраженная зависимость от метеоусловий года по сравнению с сортом Тетра короткая.

Изучение взаимосвязей урожайности озимой ржи и температуры на глубине залегания узла кущения на фоне предпосевной обработки семян по месяцам осенне-зимнего периода с помощью корреляционного анализа показывает, что в контроле и вариантах опыта уровень урожайности лимитируется низкими температурами ноября ($r = -0,72 - -0,93$) и декабря ($r = -0,53 - -0,83$).

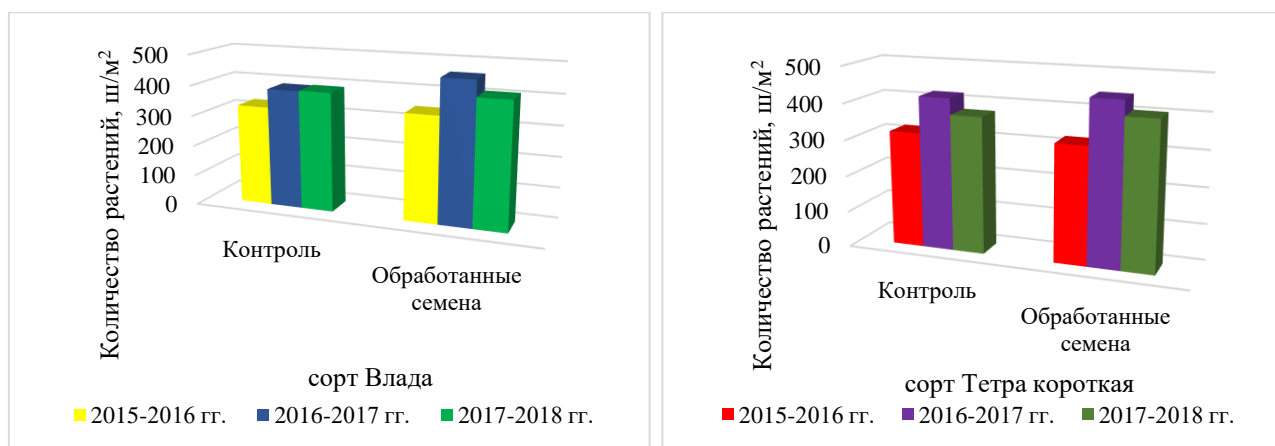


Рисунок 1 – Перезимовка растений озимой ржи

У обоих сортов по сравнению с контролем (ноябрь $r = -0,92$ и $-0,95$, декабрь $r = -0,81$ и $-0,87$) в вариантах опыта с первого по третий отмечено снижение негативного влияния пониженных температур на перезимовку. В периоды октябрь, январь–апрель, выявлена прямая корреляция отличающиеся по величине. Таким образом, установлено что под влиянием биоэнергетика Нагро растения изучаемых сортов озимой ржи более благоприятно перенесли условия перезимовки, и в меньшей степени снизили урожайность. Слабое влияние биоэнергетика на перезимовку изучаемых сортов озимой ржи, можно объяснить их высокой зимостойкостью и географическим происхождением семян изучаемых сортов, при некотором повышении адаптационного потенциала растений под влиянием биоудобрения.

3.5 Высота растений. Предпосевная обработка семян и посевов по вегетации биоудобрением Нагро не повлияла на высоту растений изучаемых сортов озимой ржи.

3.6 Фенология. Продолжительность вегетационного периода ржи по годам варьировала у сорта Влада в пределах 311-328 суток, у сорта Тетра короткая 306-324 суток. Отличий по продолжительности вегетационного периода и межфазных периодов по вариантам опыта не выявлено.

4. Влияние биоудобрения Нагро на урожайность озимой ржи и её структуру

4.1 Урожайность и её структура при применении биоудобрения Нагро. Увеличение урожайности у сорта Влада по вариантам опыта относительно контроля составляла 0,24-0,54 т/га (10-22 %) (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность зерна (т/га) озимой ржи, 2015-2018 гг.

Варианты опыта	Сорт Влада			Сорт Тетра короткая		
	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	$V, %$	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	$V, %$
Контроль	$2,46 \pm 0,28$	–	50	$2,61 \pm 0,27$	–	47
I*	$2,72 \pm 0,27$	+11	45	$2,93 \pm 0,28$	+12	44
II*	$2,76 \pm 0,31$	+12	51	$2,89 \pm 0,31$	+11	49
III*	$3,00 \pm 0,29$	+22	43	$2,94 \pm 0,30$	+13	45
IV	$2,75 \pm 0,24$	+12	41	$2,72 \pm 0,31$	+4	50
V	$2,70 \pm 0,29$	+10	47	$2,89 \pm 0,28$	+11	43
VI	$2,74 \pm 0,20$	+11	35	$2,88 \pm 0,23$	+10	38
$V, %$	22	–	–	11	–	–

НСР ₀₅	фактор А (варианты опыта) – 0,17;
НСР ₀₅	фактор В (сорт) – 0,21;
НСР ₀₅	фактор А×В (взаимодействие варианты опыта и сорт) – 0,19.

* – Представлены данные за период 2016-2018 гг.

Наибольшее увеличение урожайности отмечено на посевах в варианте три – обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной биоэнергетиком, 2-я обработка в фазу колошения универсальным.

У сорта Тетра короткая обработка семян и посевов биоудобрением Нагро обеспечило превышение урожайности по вариантам опыта от 0,11 до 0,33 т/га (4-13 %). Увеличение урожайности относительно контроля у данного сорта наблюдалось приблизительно на одном уровне во всех вариантах опыта от 0,27 до 0,33 т/га (10-13 %) кроме четвёртого – обработка в фазу кущения весной универсальным + биоэнергетиком, на котором превышение было минимальным и составило 0,11 т/га (4 %).

4.1.1 Взаимосвязь урожайности и условий перезимовки. Наибольшая урожайность обоими сортами ржи была сформирована в контроле и в вариантах опыта урожая 2016 года, когда сорт Влада обеспечил уровень урожайности по вариантам опыта 3,39-3,94 т/га, в контроле 3,36 т/га. Увеличение относительно контроля составляло от 0,03 т/га до 0,58 т/га (1-17 %). У сорта Тетра короткая посева по вариантам опыта дали урожайность 3,60-3,94 т/га, в контроле 3,41 т/га. Увеличение относительно контроля варьировала 0,19-0,53 т/га (6-16 %).

Это можно объяснить особенностями метеоусловий данного года исследований. Тёплая погода октября 2015 года (3,8 °С) способствовала благоприятному протеканию периода кущения и формированию хорошо развитых растений. Низкая температура января 2016 года (–23,6 °С) нивелировалась достаточно высоким снежным покровом (25,0 см). Остальные месяцы зимнего периода – декабрь, февраль и март (соответственно – 6,2-11,2 и –4,5 °С) были теплее при достаточно хорошем снежном покрове (16,0, 21,0 и 5,0 см). Таким образом, соотношение температуры, суммы осадков и высоты снежного покрова обеспечили более благоприятную относительно других лет температуру залегания узла кущения и положительно отразилась на продуктивности. Установлено, что лимитирующее влияние на формирование урожайности за годы исследования оказывала низкая температура на глубине залегания узла кущения в ноябре и в декабре ($r = -0,95 - -0,53$).

4.1.2 Влияние на урожайность гидротермических условий весенне-летнего периода вегетации. При наибольшей урожайности в 2016 г. в апреле при возобновлении вегетации наблюдались условия наиболее приближенные к оптимуму потребности растений, с первой декады установилась тёплая погода (+4,0 °С), постепенно повышающая к концу месяца при хорошей влагообеспеченности за счёт запасов продуктивной влаги (111 мм) и суммы осадков (41,7 мм), что обеспечило хорошее кущение, формирование наземной массы растений и корневой системы.

Достаточно благоприятно складывались условия летней вегетации. При умеренной температуре мая, недостаток осадков (ГТК = 0,89) компенсировался запасами продуктивной влаги в почве (по декадам 109, 147 и 101 мм); негативное

влияние засушливой первой декады июня исправили осадки второй и третьей декады, а также обильное увлажнение в июле (ГТК = 1,4) обеспечившие благоприятное протекание колошения и созревания зерна.

Наиболее низкая урожайность была получена на посевах урожая 2018 года. Урожайность сорта Влада варьировала от 1,79 до 2,26 т/га, у сорта Тетра короткая от 1,87 до 2,23 т/га, соответственно прибавка относительно контроля составляла 0,10-0,57 т/га (6-36 %) и 0,07-0,43 т/га (4-24 %).

Особенностями данного года, негативно отразившимися на урожайности могут являться: более холодная температура с декабря по март при умеренной высоте снежного покрова, что обеспечило, соответственно, и более низкую температуру залегания узла кущения, особенно в апреле ($-4,7$ °С). Метеоусловия апреля в целом были менее благоприятные, характеризовались низкой суммой осадков (8,3 мм) на фоне малых запасов почвенной продуктивной влаги (42 мм). Особенно негативно отразилось на развитии растений при возобновлении вегетации низкая температура первой и второй декад апреля ($-0,9$ и $+0,3$ °С). Отрицательное влияние могло оказать соотношение тепла и влаги в мае, а также в июле (ГТК = 2,00 и 1,75, соответственно). В мае на фоне низкой температуры $7,5$ °С наблюдалось большое количество осадков. Их негативное влияние усиливалось большим запасом продуктивной влаги 169 мм. В июле на фоне умеренной влагообеспеченности (90 мм) формирование и налив зерна лимитировался пониженной температурой ($17,2$ °С).

Для обоих сортов в неблагоприятных погодных условиях при формировании урожая 2018 г., выявлено повышение эффективности обработки биоудобрением по сравнению с урожаем 2016 г. У сорта Влада на оптимальном варианте три в 2016 г. увеличение урожайности составило 15 %, в 2018 г. 25 %; у сорта Тетра короткая при наиболее выигрышных вариантах один и три урожайность увеличивалась, соответственно, в 2016 г. на 11 и 14 %, в 2018 г. на 15 и 17 %.

4.2 Структура урожайности

4.2.1 Количество растений перед уборкой. У обоих сортов озимой ржи количество сохранившихся растений перед уборкой во всех вариантах опыта превосходило контрольные посевы на 1-15 % (таблица 4).

Таблица 4 – Количество растений ржи (шт./м²) перед уборкой, 2015-2018 гг.

Варианты опыта	Сорт Влада			Сорт Тетра короткая		
	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %
Контроль	278 ± 13	–	39	298 ± 23	–	54
I*	320 ± 10	+15	16	324 ± 7	+9	11
II*	313 ± 12	+13	20	328 ± 13	+10	19
III*	310 ± 13	+12	22	344 ± 15	+15	21
IV	282 ± 7	+1	31	301 ± 15	+1	46
V	317 ± 15	+14	24	322 ± 14	+8	35
VI	319 ± 16	+15	25	312 ± 2	+5	25
V, %	13	–	–	13	–	–

НСР ₀₅	фактор А (варианты опыта) – 11;
НСР ₀₅	фактор В (сорт) – 17;
НСР ₀₅	фактор А×В (взаимодействие варианты опыта и сорт) – 19.

* – Представлены данные за период 2016-2018 гг.

Выявлено наиболее слабое положительное влияние обработок на количество сохранившихся растений у обоих сортов на посевах варианта четыре – обработка в фазу кущения весной универсальным + биоэнергетиком. У сорта Влада между другими вариантам опыта различия не существенны при увеличении на 12-15 %. У сорта Тетра короткая более эффективными были посева варианта три – обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной биоэнергетиком, 2-я обработка в фазу колошения биоудобрением универсальным, обеспечивающие повышении сохранности растений на 15 %.

4.2.2 Количество продуктивных стеблей. Увеличение продуктивного стеблестоя составило у сорта Влада 25-51 %, у сорта Тетра короткая, проявившего меньшую отзывчивость на обработку биоудобрением Нагро – 4-21 % (таблица 5). У обоих сортов выявлена зависимость эффективности обработок семян и посевов биоудобрением Нагро от гидротермических условий ($V = 37-59$ %).

Таблица 5 – Количество продуктивных стеблей (шт./м²), 2015-2018 гг.

Варианты опыта	Сорт Влада			Сорт Тетра короткая		
	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %
Контроль	329 ± 52	–	50	422 ± 48	–	56
I*	458 ± 45	+39	42	484 ± 44	+15	41
II*	459 ± 37	+40	37	487 ± 39	+15	39
III*	496 ± 44	+51	41	509 ± 50	+21	45
IV	411 ± 46	+25	42	441 ± 48	+5	48
V	454 ± 52	+38	53	456 ± 50	+8	59
VI	465 ± 47	+41	55	438 ± 49	+4	54
V, %	34	–	–	17	–	–
НСР ₀₅	фактор А (варианты опыта) – 19;					
НСР ₀₅	фактор В (сорт) – 23;					
НСР ₀₅	фактор А×В (взаимодействие варианты опыта и сорт) – 25.					

* – Представлены данные за период 2016-2018 гг.

Наибольшее увеличение количества продуктивных стеблей выявлено в варианте три – обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной – биоэнергетик, 2-я обработка универсальным в фазу колошения, у сорта Влада увеличение на 51 %, у сорта Тетра короткая на 21 %.

4.2.3 Масса 1000 зёрен у сорта Влада увеличилась на 2-5 % при слабом различии между вариантами, у сорта Тетра короткая на 4-12 % и была наибольшей в варианте пять – 1-ая обработка по вегетации – универсальное + биоэнергетик в фазу кущения весной, 2-я обработка универсальным в фазу колошения (таблица 6).

Таблица 6 – Масса 1000 зёрен (г) озимой ржи, 2015-2018 гг.

Варианты опыта	Сорт Влада			Сорт Тетра короткая		
	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	33,73 ± 0,66	–	16	28,78 ± 0,52	–	9
I*	33,30 ± 0,59	–1	10	30,08 ± 0,17	+4	2
II*	35,06 ± 0,47	+4	7	30,23 ± 0,53	+5	10
III*	35,29 ± 0,43	+5	7	31,37 ± 0,84	+9	15
IV	34,40 ± 0,47	+2	18	30,49 ± 0,39	+6	11
V	35,20 ± 0,34	+4	11	32,22 ± 0,63	+12	17
VI	34,84 ± 0,37	+3	19	31,04 ± 0,67	+8	13
V, %	6	–	–	11	–	–
НСР ₀₅	фактор А (варианты опыта) – 0,37;					
НСР ₀₅	фактор В (сорт) – 0,53;					
НСР ₀₅	фактор А×В (взаимодействие варианты опыта и сорт) – 0,54.					

* – Представлены данные за период 2016-2018 гг.

4.2.4 Количество зёрен в колосе у сорта Влада в вариантах опыта изменялась от 30,7 до 33,6 шт., в контроле 31,9 (таблица 7).

Таблица 7 – Количество зёрен (шт.) в колосе озимой ржи, 2015-2018 гг.

Варианты опыта	Сорт Влада			Сорт Тетра короткая		
	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %
Контроль	31,9 ± 1,3	–	12	30,8 ± 0,7	–	21
I*	32,5 ± 0,8	+2	13	31,3 ± 0,9	+2	14
II*	32,6 ± 2,1	+2	16	35,4 ± 1,0	+15	27
III*	33,6 ± 0,6	+5	13	30,6 ± 0,8	–1	10
IV	32,5 ± 0,6	+2	11	31,3 ± 0,7	+2	11
V	30,7 ± 1,3	–4	20	32,2 ± 1,1	+5	21
VI	31,6 ± 0,5	–1	16	33,5 ± 1,0	+9	9
V, %	9	–	–	14	–	–
НСР ₀₅	фактор А (варианты опыта) – 1,1;					
НСР ₀₅	фактор В (сорт) – 1,4;					
НСР ₀₅	фактор А×В (взаимодействие варианты опыта и сорт) – 1,6.					

* – Представлены данные за период 2016-2018 гг.

Достоверную прибавку 2-5 % обеспечили посеы вариантов один – четыре, при преимуществе варианта три – обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной биоэнергетик, 2-я обработка в фазу колошения универсальным.

У сорта Тетра короткая количество зёрен в колосе составляло в вариантах опыта 30,6-35,4 шт., на контроле 30,8. Варианты опыта, кроме третьего, обеспечили увеличение количества зёрен в колосе на 2-15 %, с явным преимуществом варианта два – обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной – универсальное + биоэнергетик, 2-я обработка в фазу колошения универсальным.

Таким образом, по способности формировать количество зёрен под влиянием обработок биоудобрением сорта отличались, отзывчивее был сорт

Тетра короткая, у сорта Влада при более слабой отзывчивости реакция во всех вариантах опыта была близкая.

Глава 5 Качество зерна озимой ржи

5.1 Массовая доля белка. Оба сорта проявили слабую отзывчивость по накоплению белка при применении биоудобрений Нагро (таблица 8).

Таблица 8 – Массовая доля белка (%) в зерне ржи, 2015-2018 гг.

Варианты опыта	Сорт Влада			Сорт Тетра короткая		
	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %
Контроль	10,79 ± 0,61	–	35	11,05 ± 0,19	–	28
I*	9,91 ± 0,60	–8	26	10,04 ± 0,41	–	19
II*	9,21 ± 0,24	–15	14	9,76 ± 0,49	–12	23
III*	9,61 ± 0,40	–11	21	10,39 ± 0,81	–6	36
IV	10,25 ± 0,51	–5	39	11,00 ± 0,56	–1	39
V	10,28 ± 0,32	–5	41	11,30 ± 0,48	+2	33
VI	10,95 ± 0,54	+2	39	11,12 ± 0,50	+1	37
V, %	16	–	–	14	–	–
НСР ₀₅	фактор А (варианты опыта) – 0,10;					
НСР ₀₅	фактор В (сорт) – 0,14;					
НСР ₀₅	фактор А×В (взаимодействие варианты опыта и сорт) – 0,16.					

* – Представлены данные за период 2016-2018 гг.

Достоверное увеличение массовой доли белка на 2 % отмечено у сорта Влада в варианте шесть – 1-ая обработка в фазу кущения весной – биоэнергетик, 2-я обработка универсальным в фазу колошения, у сорта Тетра короткая в варианте пять – 1-ая обработка в фазу кущения весной – универсальным + биоэнергетиком, 2-я обработка универсальным в фазу колошения. При этом сорт Тетра короткая характеризуется как содержащий большее количества белка (9,76-11,30 %) по сравнению с сортом Влада (9,21-10,95 %). Установлено сильное варьирование массовой доли белка под влиянием метеоусловий лет исследования (V = 14-41 %).

5.2 Число падения. У обоих сортов установлено положительное влияние биоудобрения на качество зерна по числу падения в вариантах два-пять, при увеличении относительно контроля на 5-23 % (таблица 9).

Таблица 9 – Число падения (с) озимой ржи, 2015-2018 гг.

Варианты опыта	Сорт Влада			Сорт Тетра короткая		
	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %	$x_{cp} \pm S_x$	Отклонение от контроля, %	V, %
Контроль	151 ± 17	–	50	177 ± 22	–	49
I*	138 ± 6	–9	23	164 ± 14	–7	39
II*	161 ± 8	+7	22	217 ± 24	+23	49
III*	186 ± 23	+23	56	196 ± 29	+11	64
IV	159 ± 26	+5	55	189 ± 31	+7	62
V	176 ± 24	+17	58	186 ± 36	+5	66
VI	151 ± 15	–	43	171 ± 21	–3	50
V, %	26	–	–	24	–	–

НСР ₀₅	фактор А (варианты опыта) – 11;
НСР ₀₅	фактор В (сорт) – 16;
НСР ₀₅	фактор А×В (взаимодействие варианты опыта и сорт) – 14.

* – Представлены данные за период 2016-2018 гг.

Увеличение числа падения у сорта Влада наблюдалось в варианте три – обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной – биоэнергетиком, 2-я обработка универсальным в фазу колошения; у сорта Тетра короткая в варианте два – обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной – универсальным + биоэнергетиком, 2-я обработка в фазу колошения универсальным.

5.3 Зависимость показателей продуктивности и качества зерна. Анализ коэффициентов парной корреляции по годам исследования показал, что между показателями продуктивности и качества зерна: урожайностью, массой 1000 зёрен, массовой долей белка и числом падения, выявлены отличающиеся по направленности и тесноте взаимосвязи в зависимости от года исследования и сорта, при некоторой однородности у пары между урожайностью и массой 1000 зёрен ($r = 0,34-0,98$).

Глава 6 Эффективность возделывания озимой ржи при применении биоудобрения Нагро

6.1 Оценка экономической эффективности. Уровень рентабельности посевов во всех вариантах опыта был ниже контрольных. В контроле себестоимость 1 тонны зерна составила 3362 рублей при уровне рентабельности равному 79 %, в вариантах опыта себестоимость варьировала от 3757 до 4365 при уровне рентабельности 39 (вариант два) – 57 % (вариант три).

Более экономически рентабельно выращивание озимой ржи сорта Тетра короткая, её уровень рентабельности составляя в контроле 75 %, в вариантах опыта колебался от 36 до 54 %, у сорта Влада, соответственно, 68 %, 30-53 %.

6.2 Биоэнергетическая оценка эффективности по массовой доле белка. По массовой доле белка наиболее энергетически выгодным возделывание изучаемых сортов озимой ржи с обработкой по варианту шесть, при этом КПД посева составил 3,08 против контроля 2,06 ГДж/т зерна.

Заключение

В результате исследования по изучению влияния биоорганического наноудобрения Нагро на развитие растений, урожайность и качество зерна сортов озимой ржи Влада и Тетра короткая, выполненного в зоне северной лесостепи предгорий юго-востока Западной Сибири (Кузнецкая лесостепь) в 2014–2018 гг. выявлено ряд закономерностей.

1. Обработка семян биоэнергетиком Нагро за 7 суток до посева не оказала существенного влияния на энергию прорастания (90,0-96,0 %) и лабораторную всхожесть (92,0-97,0 %), полевая всхожесть повышалась на 5-6 %. По продолжительности вегетационного и межфазных периодов между вариантами опыта отличий не выявлено.

2. Установлено увеличение массы корневой системы на 10 %, наземной вегетативной части на 6-12 %. Эффективность биоудобрения повышалась в неблагоприятных гидротермических условиях.

3. Урожайность при применении Нагро увеличилась у сорта Влада на 10-22 %, у Тетра короткая на 4-13 %. При большей отзывчивости сорта Влада, эффективнее были его посеы в третьем варианте (обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной – универсальным + биоэнергетиком, 2-ая обработка в фазу колошения универсальным), обеспечивая урожайность 3,00 т/га (по годам 2,26-3,94); у сорта Тетра короткая в вариантах один (обработка семян биоэнергетиком, обработка в фазу кущения весной универсальным + биоэнергетиком) и три (обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной – универсальным + биоэнергетиком, 2-ая обработка в фазу колошения универсальным), урожайность соответственно составляла 2,93 и 2,94 т/га (по годам 2,13-3,94). Устойчивое и продолжительное понижение температуры осенне-зимнего периода снижало эффективность биоудобрения Нагро.

Установлено лимитирующее влияние на формирование урожайности низкой температуры на глубине залегания узла кущения в ноябре и в декабре ($r = -0,95 - -0,53$).

4. Выявлено увеличение количества сохранившихся растений перед уборкой на 1-15 %, количества продуктивных стеблей – у сорта Влада 25-51 %, Тетра короткая 4-21 %, при преимуществе у обоих сортов в третьем варианте (обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной – универсальным + биоэнергетиком, 2-ая обработка в фазу колошения универсальным), у сорта Влада увеличение составило 51 %, у сорта Тетра короткая – 21 %.

Масса 1000 зёрен увеличивалась у сорта Влада на 2–5 % в вариантах два – шесть, у Тетра короткая на 4-12 % во всех вариантах опыта. При достаточно выравненном увеличении массы 1000 зёрен по вариантам опыта у сорта Влада, у сорта Тетра короткая более продуктивными были посеы варианта пять (1-ая обработка в фазу кущения весной – универсальным + биоэнергетиком, 2-ая обработка в фазу колошения универсальным).

Количество зёрен в колосе достаточно равномерно увеличивалось (на 2-5 %) у сорта Влада в вариантах один – четыре, у сорта Тетра короткая во всех вариантах кроме третьего, при явном преимуществе варианта два (обработка семян биоэнергетиком, 1-ая обработка в фазу кущения весной – универсальным + биоэнергетиком, 2-ая обработка в фазу колошения универсальным) (на 15 %).

5. Установлено увеличение массовой доли белка на 2 % у сорта Влада (10,95 %) в варианте шесть (1-ая обработка в фазу кущения весной – биоэнергетиком, 2-ая обработка в фазу колошения универсальным), Тетра короткая (11,3 %) – пять (1-ая обработка в фазу кущения весной – универсальным + биоэнергетиком, 2-ая обработка в фазу колошения универсальным). Отзывчивость на биоудобрение у обоих сортов усиливалось в благоприятный условиях периода летней вегетации (июнь-август). На фоне ухудшения

гидротермических условий периода налива и созревания зерна (июль–август) эффективность биоудобрения Нагро снижалась.

Число падения увеличивалось на 3–23 %, при максимальном его значении у сорта Влада в варианте три (186 с), Тетра короткая – два (217 с).

6. Между показателями продуктивности и качества зерна: урожайностью, массой 1000 зёрен, массовой долей белка и числом падения, выявленная отличающаяся по направленности и тесноте парная корреляция в зависимости от года исследования и сорта, при некоторой однородности у пары урожайность × масса 1000 зёрен ($r = 0,34-0,98$).

7. Экономическая эффективность производства зерна озимой ржи в вариантах опыта была ниже контроля, при уровне затрат на 1 гектар на контроле 8088 рублей, колебание в вариантах опыта составляло 9889-11170 рублей, соответственно при себестоимости 1 тонны зерна 3362 рубля и 3726-4365 рублей. Более рентабельно было возделывание сорта Тетра короткая, при уровне рентабельности на контроле 75 %, в вариантах опыта 36-54 %, Влада соответственно 68, 30-53 %.

По массовой доле белка биоэнергетически выгоднее возделывание озимой ржи в варианте шесть – КПД посева 3,08 (в других вариантах 2,27-2,89), на контроле 2,96. Эффективнее были посеvy сорта Тетра короткая, КПД = 3,13 против 3,08 у сорта Влада.

Практические рекомендации

При возделывании озимой ржи сортов Влада и Тетра короткая в условиях Кузнецкой лесостепи, рекомендуется проводить обработку биоорганическим удобрением Нагро по схеме: предпосевная обработка семян биоэнергетиком Нагро в дозе 1 л/т за семь суток до посева, первая обработка по вегетации весной в фазу кущения – биоэнергетиком Нагро с нормой 0,2 л/га, вторую обработку в фазе колошения Нагро универсальным – 1 л/га.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Пинчук, Л. Г. Качество зерна озимой ржи на фоне применения биоорганического удобрения НАГРО / Л. Г. Пинчук, А. В. Пьяных // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 52-54.

2. Пинчук, Л. Г. Урожайность озимой ржи при применении биоорганического удобрения «НАГРО» / Л. Г. Пинчук, А. В. Пьяных // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (141). – С. 7-11.

3. Пьяных, А. В. Продуктивность озимой ржи при обработке биоудобрением Нагро / А. В. Пьяных, Л. Г. Пинчук, М. А. Яковченко // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 12. – С. 27-30.

4. Пинчук, Л. Г. Структура урожайности озимой ржи на фоне обработки семян и посевов биоудобрением Нагро / Л. Г. Пинчук, А. В. Пьяных, И. А. Сергеева // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 12. – С. 56-59.

Публикации базы Web of Science и Scopus

5. Usage of Bioorganic Nano-fertilizer Nagro as Opportunity of Ecologization for Winter Rye Development (Secale Cereale) / L.G. Pinchuk et al. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 582 (2019) 012016 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/582/1/012016 URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/582/1/012016/pdf>

6. Productivity of winter rye in terms of the use of bio-organic nano-fertilizer Nagro / L. Pinchuk et al // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 403 (2019) 012035.

Публикации в других изданиях

7. Пьяных, А. В. Посевные качества семян и урожайность озимой ржи при обработке биопрепаратами «NAGRO» в северной лесостепи предгорий юго-востока Западной Сибири / **А. В. Пьяных**, Л. Г. Пинчук // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике : материалы XIV международной научно-практической конференции (8-10 декабря 2015 г.) – Кемерово : Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, 2015. – С. 132-135.

8. Пьяных, А. В. Урожайность, корневая система и вегетативная масса озимой ржи на фоне применения биоорганического нанодобрения «NAGRO» в Кузнецкой лесостепи / **А. В. Пьяных**, Л. Г. Пинчук // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике : материалы XV международной научно-практической конференции (6-7 декабря 2016 г.). – Кемерово : Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, 2016. – С. 136-143.

9. **Пьяных, А. В.** Посевные качества семян озимой ржи при обработке биоэнергетиком «NAGRO» // Аграрная наука и инновации в работах молодых ученых: труды Всероссийского совета молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – С. 16-19.

10. Пьяных, А. В. Урожайность озимой ржи при обработке биоудобрением NAGRO в условиях Кузнецкой лесостепи / **А. В. Пьяных**, Л. Г. Пинчук // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике : материалы XVI международной научно-практической конференции (9–10 ноября 2017 г.). – Кемерово : Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, 2017. – С. 56-61.

11. Пьяных, А. В. Развитие растений озимой ржи при предпосевной обработке семян биоэнергетиком «NAGRO» / **А. В. Пьяных**, Л. Г. Пинчук // Кузбасс: образование, наука, инновации : материалы инновационного конвента (Кемерово, 15 декабря 2017 г.). – Новокузнецк : Сибирский государственный индустриальный университет, 2017. – С. 353-354.

12. Пьяных, А. В. Оценка эффективности возделывания озимой ржи по содержанию белка в зерне при применении биопрепарата Нагро / **А. В. Пьяных**, Л. Г. Пинчук // Агропромышленному комплексу – новые идеи и решения : материалы XVII внутривузовской научно-практической конференции (30 марта

2018 г.). – Кемерово : Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, 2018. – С. 123-128.

13. Пьяных, А. В. Посевные качества семян озимой ржи при обработке биоэнергетиком Нагро / **А. В. Пьяных**, Л. Г. Пинчук // Агропромышленному комплексу – новые идеи и решения : материалы XVIII внутривузовской научно-практической конференции (28 марта 2019 г.). – Кемерово : Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, 2019. – С.431-434.

14. Пьяных, А. В. Экономическая оценка применения биоорганического наноудобрения Нагро при возделывании озимой ржи в Кузнецкой лесостепи / **А. В. Пьяных**, Л. Г. Пинчук // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике : материалы XVIII международной научно-практической конференции (3-4 декабря 2019 г.). – Кемерово : Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 98-102.

15. Пинчук, Л. Г. Сопряжённость показателей продуктивности озимой ржи при применении биоудобрения нагро в Кузнецкой лесостепи / Л. Г. Пинчук, **А. В. Пьяных**// Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике : материалы XVIII международной научно-практической конференции (3-4 декабря 2019 г.). – Кемерово : Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 92-98.

Подписано в печать 07.07.2020

Тираж 100 экз.