

На правах рукописи



Ширяева Наталья Викторовна

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ
И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО
И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧР**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Воронеж
2022

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Ступаков Алексей Григорьевич.

Официальные оппоненты: **Чуян Наталия Анатольевна,**
доктор сельскохозяйственных наук, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр», лаборатория агропочвоведения, ведущий научный сотрудник;

Солнцев Павел Иванович,
кандидат сельскохозяйственных наук, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук», лаборатория защиты растений, главный научный сотрудник.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова».

Защита диссертации состоится 08 сентября 2022 г. в 10⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д 220.010.03, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, ауд. 268; тел./факс: 8(473) 253-86-51; E-mail: d220.010.03@mail.ru.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ и на сайтах: ВАК Министерства науки и высшего образования РФ – <http://vak3.ed/gov.ru> и ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – <http://ds.vsau.ru>.

Автореферат размещен на сайтах 6 июля 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Т.Г. Ващенко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Зернопроизводство является важнейшей подотраслью сельского хозяйства Российской Федерации, так как оказывает непосредственное влияние на обеспечение населения продуктами питания, от развития которой зависит продовольственная безопасность страны. Приоритетная роль зерна в обеспечении продовольственной безопасности России также обусловлена возможностью создания его резервов в виде страхового фонда с учетом агроклиматических и географических особенностей регионов. В современных геополитических условиях первостепенной задачей российских сельхозпроизводителей становится увеличение производства зерна и повышение его качества. Особая роль отводится озимой пшенице как высокопродуктивной и ценной продовольственной культуре, которая в Центрально-Черноземном регионе выращивается на площади около 2 млн гектаров. Значительные площади озимая пшеница занимает и в Белгородской области, которая по агроклиматическому районированию входит в зону неустойчивого увлажнения. В настоящее время особую значимость приобретают разработка и освоение ресурсосберегающих агротехнологий выращивания сельскохозяйственных культур, в частности важнейшей зерновой культуры – озимой пшеницы.

Необходимость определения зависимости урожайности зерновых культур от различных внешних факторов диктуется многообразием их воздействия и на посевы, и на почву. Выявление таких особенностей позволит полнее реализовать потенциальную продуктивность озимой пшеницы при сохранении естественного плодородия почвы. В связи с этим в современных условиях необходима достоверная информация о влиянии предшественников, новых видов удобрений и регулятора роста на урожайность разных сортов озимой пшеницы для повышения эффективности управления производственным процессом в агрофитоценозах, что определяет актуальность диссертационного исследования.

Степень разработанности темы. Большой вклад в решение проблемы повышения продуктивности посевов озимой пшеницы в зависимости от предшественников внесли В.А. Федотов (1975), М.Н. Доманов (1998), О.В. Мельникова (2009), Е.В. Навольнева (2018), А.А. Ореховская (2019), М.Н. Котельникова (2021); стимуляторов роста и удобрений – А.П. Остапенко (2003), А.В. Чепец (2003), В.Е. Ториков и др. (2004), О.А. Шаповал (2004), Н.А. Лыкова (2008); с учетом агрофизических и биологических свойств черноземных почв – С.В. Лукин (2011), В.Д. Соловиченко и С.И. Тютюнов (2013), Е.В. Навольнева (2014), В.М. Семенов и Б.М. Когут (2015), Л.Н. Кузнецова и др. (2016), С.А. Линков и др. (2019), Х.Х. Аль Дхухайбави и др. (2020), А.В. Косов и др. (2020), А.Г. Ступаков и др. (2020), С.И. Тютюнов и др. (2020), В.И. Турусов (2021); а также разных сортов культуры – М.И. Павлов и др. (2013), И.В. Оразаева и др. (2015), М.И. Павлов (2015), Н.И. Клостер (2019), Н.И.

Клостер и В.Б. Азаров (2019). Однако опытов по сравнительному изучению наиболее эффективных предшественников для разных сортов озимой пшеницы с применением удобрений и регулятора роста при сохранении плодородия чернозема типичного до сих пор не проводилось.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы являлось выявление закономерностей изменения агрофизических и биологических свойств чернозема типичного под влиянием предшественников и стимуляторов роста при формировании продуктивности разных сортов озимой пшеницы в условиях юго-запада Центрально-Черноземного региона.

Для достижения заявленной цели были поставлены следующие задачи:

- изучить влияние предшественников разных сортов озимой пшеницы на агрофизические свойства чернозема типичного;
- выявить влияние изучаемых агроприемов на засоренность посевов и биологические свойства почвы;
- установить характер влияния предшественников, новых видов удобрений и регулятора роста на урожайность и качество разных сортов озимой пшеницы;
- определить экономическую эффективность выращивания разных сортов озимой пшеницы в зависимости от комплекса агроприемов.

Научная новизна диссертационного исследования. Впервые для условий Центрально-Черноземного региона выявлено комплексное влияние предшественников для разных сортов озимой пшеницы Майская Юбилейная и Альмера на агрофизические и биологические свойства чернозема типичного, на формирование урожайности и качества зерна в сочетании с новыми видами удобрений и регулятором роста.

Показано, что при выращивании сортов озимой пшеницы Майская Юбилейная и Альмера по предшественнику ячмень происходит увеличение засоренности посевов по сравнению с предшественником чистый пар в фазе кущения – соответственно на 75,5 и 21,5 %, а к началу уборки урожая – на 20,2 и 34,8 %.

Установлено, что в период сева озимой пшеницы максимальный показатель коэффициента структурности почвы ($K_{стр}$) в слое почвы 0–30 см отмечен при размещении культуры по чистому пару – 3,14, тогда как при размещении по гороху и ячменю он был на 17–24 % ниже. К фазе кущения озимой пшеницы обоих сортов отмечено значительное увеличение этого показателя на вариантах сева по предшественникам горох и ячмень – соответственно в 1,4 и 1,7 раза. Выявлено, что к началу уборки урожая озимой пшеницы $K_{стр}$ снижается по сравнению с фазой кущения: при размещении по чистому пару – на 16,9–19,7 %, по гороху – на 5,5–6,5 %, по ячменю – на 27,3–28,3 %.

Экспериментально доказано, что количество водоустойчивых почвенных агрегатов в слое почвы 0–10 см в период сева озимой пшеницы по таким предшественникам, как горох и ячмень было выше по сравнению с предшест-

венником чистый пар – соответственно на 40,6 и 93,9 %, к фазе кущения наблюдалось снижение этого показателя в почве посевов обоих сортов, а к началу уборки урожая – увеличение до 19,2–21,4 % (Майская Юбилейная) и 20,4–23,5 % (Альмера).

Более высокая плотность почвы в слое 0–20 см в период сева озимой пшеницы обоих сортов (достоверно больше на 0,03–0,04 г/см³) отмечена при размещении изучаемой культуры по таким предшественникам, как горох и ячмень по сравнению с вариантом предшественника чистый пар. В фазе кущения превышение этого показателя составило 0,03–0,05 г/см³, а к началу уборки урожая плотность почвы находилась в пределах средних значений при несколько меньших величинах на вариантах предшественника ячмень.

Более низкие запасы доступной влаги в метровом слое почвы наблюдались при выращивании озимой пшеницы по таким предшественникам, как горох и ячмень – соответственно на 32,3 и 30,5 % по сравнению с предшественником чистый пар. В фазе кущения показатели доступной влаги при севе озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по предшественнику чистый пар характеризовались как хорошие (138,0 и 141,3 мм), по предшественнику горох – как удовлетворительные (128,1 мм); при севе сорта Альмера запасы доступной влаги в почве всех вариантов характеризовались как хорошие: по чистому пару – 135,5 мм, гороху – 144,2 и ячменю – 150,0 мм. К началу уборки урожая запасы доступной влаги резко снизились и практически не изменялись под влиянием предшественников и сортов.

Более высокая урожайность зерна как при среднемноголетних значениях атмосферных осадков, так и при их дефиците получена при выращивании озимой пшеницы по таким предшественникам, как чистый пар и горох: сорта Майская Юбилейная (41,4–44,8 ц/га) по сравнению с предшественником ячмень – соответственно на 9,5–20,7 % и сорта Альмера (41,6–46,2 ц/га) – на 13,0–16,5 %, однако при превышении среднемноголетних показателей количества осадков урожайность по предшественнику ячмень была выше, чем по предшественникам чистый пар и горох – соответственно на 15,7 и 24,4 %.

Теоретическая и практическая значимость работы. Анализ всей совокупности эффектов, полученных в результате действия и взаимодействия изучаемых факторов, показал, что фактор предшественники в сочетании с удобрениями и биопрепаратом являлся определяющим в регулировании режимов почвы и биопродукционного процесса озимой пшеницы. Выявленные в результате диссертационного исследования закономерности могут быть использованы при разработке технологий выращивания озимой пшеницы по оптимальным предшественникам с применением новых видов удобрений и регуляторов роста растений.

Показана целесообразность использования наиболее адаптивного сочетания агроприемов для перспективных сортов озимой пшеницы при выращивании по таким предшественникам, как ячмень и чистый пар, позволяющее

повысить урожайность зерна сорта Майская Юбилейная соответственно до 48,4 и 56,8 ц/га и сорта Альмера – до 48,3 и 54,7 ц/га с использованием препаратов Альбит и Полифид. Это обеспечивает получение условного чистого дохода при выращивании сортов Майская Юбилейная и Альмера соответственно 27 293 и 25 008 руб./га при уровне рентабельности 121,9 и 108,8 %.

Результаты исследования могут найти применение в учебном процессе агрономических факультетов аграрных вузов при изучении таких дисциплин, как «Земледелие», «Растениеводство» и др., а также освещении различных аспектов агрохимии.

Методология и методы исследования. Методологической основой работы являлся системный подход к оценке влияния предшественников озимой пшеницы разных сортов, удобрений и регулятора роста в неустойчивых погодных условиях юго-западной части ЦЧР, а также данные обзора опубликованной научной литературы отечественных и зарубежных авторов.

Наблюдения, анализы и учеты проводились согласно общепринятым методам полевых и лабораторных исследований по земледелию.

Положения, выносимые на защиту.

1. В условиях юго-западной части ЦЧР наиболее благоприятные агрофизические свойства чернозема типичного для выращивания озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная формируются после предшественника горох, сорта Альмера – после предшественника чистый пар.

2. Засоренность посевов озимой пшеницы сортов Майская Юбилейная и Альмера снижается на варианте предшественника чистый пар в фазе кущения, к началу уборки урожая – на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень; применение препарата Полифид по чистому пару повышает целлюлозоразрушающую способность почвенных микроорганизмов при выращивании обоих сортов озимой пшеницы.

3. Лучшие предшественники по урожайности и качеству зерна озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная – чистый пар и горох, сорта Альмера – чистый пар; применение препаратов Альбит и Полифид повышает сбор протеина при севе озимой пшеницы по таким предшественникам, как чистый пар и горох.

4. Экономические показатели выращивания озимой пшеницы сортов Майская Юбилейная и Альмера повышаются при посеве по таким предшественникам, как горох и ячмень соответственно. Применение препарата Альбит экономически целесообразно в посевах сорта Майская Юбилейная по предшественникам чистый пар и горох, сорта Альмера – по предшественникам горох и ячмень, сочетание препаратов Альбит и Полифид обосновано по всем вариантам предшественников. Препарат Полифид эффективен только при выращивании озимой пшеницы сорта Альмера по предшественнику горох.

Степень достоверности результатов диссертационного исследования подтверждается данными анализа значительного количества опубликованных источников информации, обобщением теоретических достижений

российских и зарубежных исследователей, собственных экспериментальных данных, полученных в полевых и лабораторных условиях в соответствии с обоснованной схемой опыта, использованием апробированных методик, необходимого количества наблюдений, учетов и анализов, статистической обработкой результатов исследований с помощью методов дисперсионного анализа и внедрением их в производство.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационного исследования были доложены и получили одобрение на следующих научных конференциях: I Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 140-летию НИУ «БелГУ» и 100-летию со дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Щелоковой Зои Ивановны «Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее» (Белгород, 2016); Международная научно-практическая конференция Курского отделения Межрегиональной общественной организации «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева» «Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия» (Курск, 2017); XXII международная научно-производственная конференция «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (п. Майский, 2018); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием и Всероссийская школа молодых ученых «Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства» (Белгород, 2019); Международная студенческая научная конференция «Горинские чтения: Наука молодых – инновационному развитию АПК» (п. Майский, 2019); XXIII Международная научно-производственная конференция «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее» (Белгород, 2019); Национальная конференция «Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК» (Белгород, 2020).

Публикация результатов исследования. Основные положения, результаты и выводы диссертационного исследования нашли отражение в 21 опубликованной работе (общий объем – 3,35 п.л., из них подготовлено самостоятельно – 2,85 п.л.), из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 8 работ.

Личный вклад соискателя. Автор принимал личное участие в планировании и проведении экспериментов, сборе и обобщении данных, опубликованных в российских и зарубежных литературных источниках, анализе и обработке результатов собственных исследований, подготовке научных публикаций и оформлении диссертационной работы (доля участия автора 80 %).

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, предложений производству, списка литературы и приложений, изложена на 140 страницах компьютерного текста, содержит 16 таблиц, 23 рисунка, 13 приложений. Список литературы включает 193 источника, в том числе 40 – на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Методика и условия проведения экспериментов. Диссертационное исследование проводилось в полевых опытах в Белгородском государственном аграрном университете имени В.Я. Горина в период 2016–2019 гг. Почва опытного участка – чернозем типичный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый. В слое 0–20 см содержание гумуса составляло 4,1 %, $N_{\text{ш.г.}}$, P_2O_5 и K_2O – соответственно 99,3, 107,6 и 93,5 мг/кг, $pH_{\text{сол}}$ – 6,2.

Схема многофакторного опыта ($2 \times 3 \times 4$) включала: фактор А – два сорта озимой пшеницы (Майская Юбилейная и Альмера); фактор Б – три предшественника (чистый пар, горох, яровой ячмень); фактор В – четыре варианта обработки стимуляторами роста. Делянки в опыте размещены систематически в один ярус. Повторность опыта – трехкратная. Общая площадь делянки – 25 м² (6,25×4), учетная – 20 м² (5×4). Опыт развернут во времени и пространстве.

Проводили следующие обработки озимой пшеницы: 1) Альбит – обработка семян при посеве (50 мл/т семян) – фон; 2) фон + Альбит – обработка растений в период весенне-летней вегетации (40 мл/га + 40 мл/га); 3) фон + Полифид – обработка растений в период весенне-летней вегетации (3 кг/га + 3 кг/га); 4) фон + Альбит + Полифид – обработка растений в период весенне-летней вегетации (в 2 срока).

Обработку почвы под озимую пшеницу проводили культиватором КПЭ-3,8 на глубину 12–14 см с внесением общим фоном 2 ц/га азофоски ($N_{16}P_{16}K_{16}$). В фазе весеннего кущения на всех вариантах опыта проводили подкормку аммиачной селитрой 1 ц/га (N_{34}) и ранневесеннее боронование средними боронами. Пшеницу с учетных площадок убирали комбайном Samro SR-2010. Урожай с делянки пересчитывали на 14 % влажность и 100 % чистоту.

Все наблюдения, учеты и анализы проведены по действующим ГОСТам и методикам. Статистическую обработку результатов проводили по методу Б.А. Доспехова (1985). Математическую обработку проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel методом дисперсионного анализа.

Метеорологические условия в период проведения исследования. За период исследований (2016/2017–2018/2019) в среднем за год выпадало осадков 524,7 мм, то есть на 26,3 мм меньше нормы (95,2 %). В 2016/2017 с.-х. году осадков выпало 547,8 мм, что практически совпало со среднемноголетними значениями (99,4 %). В 2017/2018 с.-х. году их выпало 656,4 мм, что на 105,4 мм (19,1 %) превышало норму. 2018/2019 с.-х. год характеризовался как засушливый – 369,4 мм осадков, что было меньше нормы на 181,6 мм (33,0 %). В период активной вегетации (апрель-июль) в 2017 г. дефицит осадков составил 50,3 мм (–22,8 %), в 2018 г. их выпало больше на 80,9 мм (+36,6 %), в 2019 г. недостаток оказался равным 97,9 мм (–44,3 %). Среднесуточная температура воздуха в годы проведения исследований превышала средние многолетние значения на 2,0°C. В 2016/2017 с.-х. году превышение составило 1°C, в 2017/2018 и 2018/2019 гг. – по 2,3°C. В период апрель-июль температура воздуха была также выше средних многолетних значений. В среднем за три года наблюдений превышение оказалось равным 1,8°C, а за 2017, 2018 и 2019 гг. – соответственно 0,6, 2,4 и 2,2°C. Гидротермический коэффициент (ГТК), пред-

ложенный Г.Т. Селяниновым, для среднемноголетних значений температуры и осадков в период апрель-июль равен 1,21. За 2017, 2018 и 2019 гг. он составлял соответственно 1,07, 1,44, 0,59 и в среднем за три года 1,16.

Засоренность посевов разных сортов озимой пшеницы. Общая засоренность посевов озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в фазе кущения на варианте предшественника ячмень достоверно превосходила засоренность посевов на варианте предшественника чистый пар на 37 шт./м² (75,5 %). К началу уборки отмеченная закономерность сохранилась, и превышение по таким предшественникам, как ячмень и горох составило одинаковую величину – 39 шт./м² (54,2 %) (Таблица 1).

Таблица 1 – Влияние предшественников на засоренность посевов озимой пшеницы

Предшественник (фактор Б)	Группа сорняков	Количество сорных растений, шт./м ²				НСР ₀₅ (фактор А) кушение/уборка
		сорт Майская Юбилейная		сорт Альмера		
		кущение	уборка	кущение	уборка	
Чистый пар	Злаковые	16	24	25	20	-
	Двудольные однолетние	31	42	38	61	-
	Двудольные многолетние	2	6	2	8	-
	Общая засоренность	49	72	65	89	11/15
Горох	Злаковые	10	35	18	47	-
	Двудольные однолетние	35	68	46	52	-
	Двудольные многолетние	5	8	6	8	-
	Общая засоренность	50	111	70	107	11/15
Ячмень	Злаковые	24	36	22	41	-
	Двудольные однолетние	51	63	49	65	-
	Двудольные многолетние	11	12	8	14	-
	Общая засоренность	86	111	79	120	11/15
НСР ₀₅	Фактор Б (общая засоренность)	8	17	9	16	-

При выращивании озимой пшеницы сорта Альмера в целом сохранилась зависимость засоренности посевов от предшественников. Достоверно выше, чем по чистому пару, в фазе кущения засоренность была отмечена на варианте предшественника ячмень – на 14 шт./м² (21,5 %) и к началу уборки урожая на варианте предшественников горох и ячмень – соответственно на 18 и 31 шт./м² (20,2–34,8 %). Вклад в общую засоренность двудольных однолетних сорняков в фазе кущения по этим предшественникам оказался равным 24 и 30 шт./м² (34,3 и 38,8 %). К началу уборки урожая в увеличении общей численности сорных растений их доля составила по 55 шт./м² (51,4 и 45,8 %). Характерным для обоих сортов является увеличение количества сорняков в период от фазы кущения растений озимой пшеницы до начала уборки урожая. При размещении сорта Майская Юбилейная по предшественникам чистый пар, горох и ячмень общая засоренность возрастала соответственно на 23, 61 и 25 шт./м² (46,9, 122,0 и 29,1 %), сорта Альмера – на 24, 37 и 41 шт./м² (36,9, 52,9 и 51,9 %).

Структура почвы. Перед посевом озимой пшеницы по предшественникам чистый пар, горох и ячмень в слое почвы 0–10 см коэффициент структурности оказался равным 2,94, 3,06 и 2,95. С увеличением глубины отбора образцов до 10–20 и 20–30 см в почве увеличилось содержание глыбистой фракции, в слое 10–20 см отмечены максимальные значения – соответственно 21,8, 21,7 и 31,7 % на вариантах предшественников чистый пар, горох и ячмень.

На варианте предшественника чистый пар содержание микроструктуры снижалось в 2–3 раза при увеличении до 75,3 % содержания агрономически ценных агрегатов ($K_{стр} = 3,53$), на вариантах предшественников горох и ячмень отмечено снижение этих показателей соответственно до 67,8 % (2,21) и 64,3 % (1,84). В среднем в слое почвы 0–30 см наибольший $K_{стр}$ отмечен на варианте предшественника чистый пар – 3,14, по предшественникам горох и ячмень он был на 17–24 % ниже. Наименьший $K_{стр}$ отмечен на варианте предшественника ячмень – 2,39. К фазе кущения и началу уборки урожая наблюдалось увеличение содержания агрономически ценных агрегатов и соответственно $K_{стр}$.

В фазе кущения при выращивании сорта Майская Юбилейная наблюдалось улучшение структурного состояния почвы в слое 0–30 см на вариантах предшественников горох и ячмень, где $K_{стр}$ увеличился соответственно в 1,4 и 1,7 раза относительно его величины до посева. Содержание агрономически ценной структуры более высоким было в год со средним многолетним увлажнением для данной местности – 2017 г. и с повышенным увлажнением – 2018 г., чем в острозасушливый год – 2019 г. Закономерно, что и в более благоприятные по увлажнению годы был более высок и коэффициент структурности. Причем в эти годы значения коэффициента на варианте предшественника ячмень превышали значения вариантов чистого пара и гороха, но заметно были ниже данных засушливого года.

В фазе кущения сорта Альмера в слое 0–30 см отмечено улучшение структурного состояния почвы по всем предшественникам. Максимальная величина $K_{стр}$ отмечена в почве варианта предшественника чистый пар – 4,56 при наибольшем увеличении – в 1,7 раза по сравнению с вариантом предшественника ячмень – 4,20. Содержание агрономически ценной структуры также было более высоким в год со средним многолетним увлажнением для данной местности и с более высоким увлажнением, чем в острозасушливый год. Закономерно, что и в более благоприятные по увлажнению годы $K_{стр}$ был более высоким.

К началу уборки урожая озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в среднем в слое 0–30 см отмечено улучшение структурного состояния почвы по сравнению с периодом сева, но ухудшение по сравнению с фазой кущения растений культуры (Рисунок 1). Содержание агрономически ценной фракции на вариантах предшественников пар, горох и ячмень составило соответственно 76,1, 77,4 и 74 %, а $K_{стр}$ – 3,25, 3,43 и 2,96. Несколько более высокие показатели содержания агрономически ценной фракции отмечены по предшественнику горох. В целом для этого слоя почвы закономерно более высокое содержание фракции почвенных агрегатов размером 10–0,25 мм и $K_{стр}$ в год с превышением среднемноголетнего количества атмосферных осадков на 105,4 мм (+19,1 %) при размещении озимой пшеницы по всем изучаемым предшественникам.

Максимальное количество агрономически ценных агрегатов содержалось в слое почвы 10–20 см на вариантах выращивания озимой пшеницы по предшественникам чистый пар и горох, на варианте предшественника ячмень – в слое

0–10 см в год с превышением атмосферных осадков среднеголетних значений, минимальным – при недостатке влаги в почве в слое 20–30 см на вариантах предшественников чистый пар и ячмень.

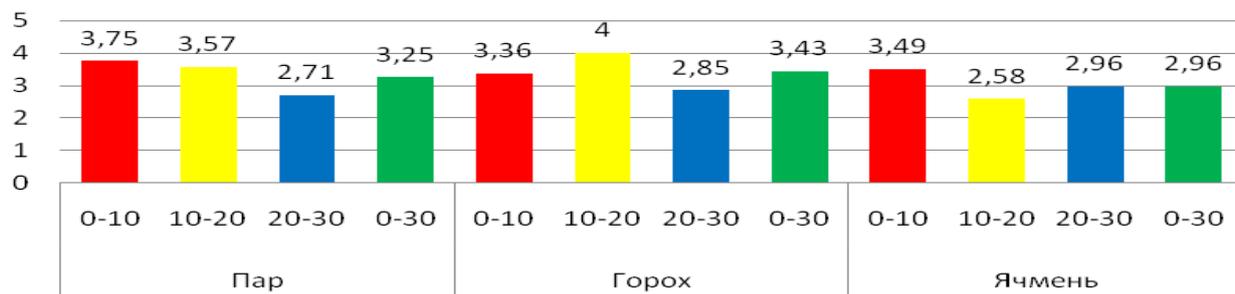


Рисунок 1– Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Мaysкая Юбилейная на коэффициент структурности почвы в период уборки урожая, 2017–2019 гг.

К началу уборки урожая озимой пшеницы сорта Альмера структурное состояние почвы улучшалось так же, как и при выращивании сорта Мaysкая Юбилейная (Рисунок 2). Лучшие показатели по содержанию агрономически ценной фракции отмечены на вариантах таких предшественников, как пар и горох – соответственно 76,3 и 76,7 %, на варианте предшественника ячмень – заметно ниже – 73,6 %. Величина $K_{стр}$ повышалась аналогично значениям содержания агрономически ценной фракции по вариантам – 3,66, 3,43 и 3,05.

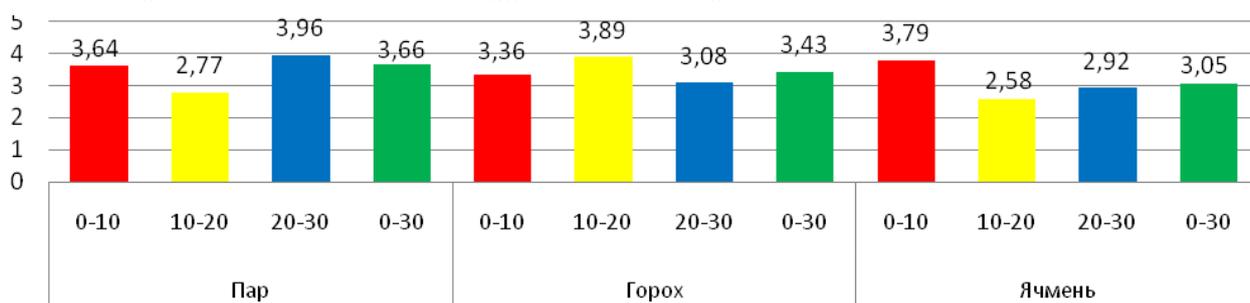


Рисунок 2– Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Альмера на коэффициент структурности в период уборки урожая, 2017–2019 гг.

Наибольшим содержанием агрономически ценной фракции почвы характеризовался слой 20–30 см на варианте предшественника чистый пар, слой 10–20 см на варианте предшественника горох и слой 0–10 см на варианте предшественника ячмень в благоприятный по увлажнению год. Наименьшие ее значения наблюдались в слое почвы 20–30 см в неблагоприятный по увлажнению год.

Водоустойчивость почвы. Водоустойчивость почвенных агрегатов до посева озимой пшеницы в слое почвы 0–10 см на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень характеризовалась как неудовлетворительная, на варианте размещения озимой пшеницы по предшественнику чистый пар – как плохая. Более высокой она была при благоприятных погодных условиях.

С увеличением глубины содержание водоустойчивых агрегатов снижалось на вариантах всех предшественников: по пару – в 1,5–2 раза, по гороху – 2–3 раза и по ячменю – в 2–4 раза. В фазе кушения растений озимой пшеницы водоустойчивость почвенных агрегатов в слое почвы 0–30 см по всем предшественникам характеризовалась как плохая (Рисунки 3, 4).

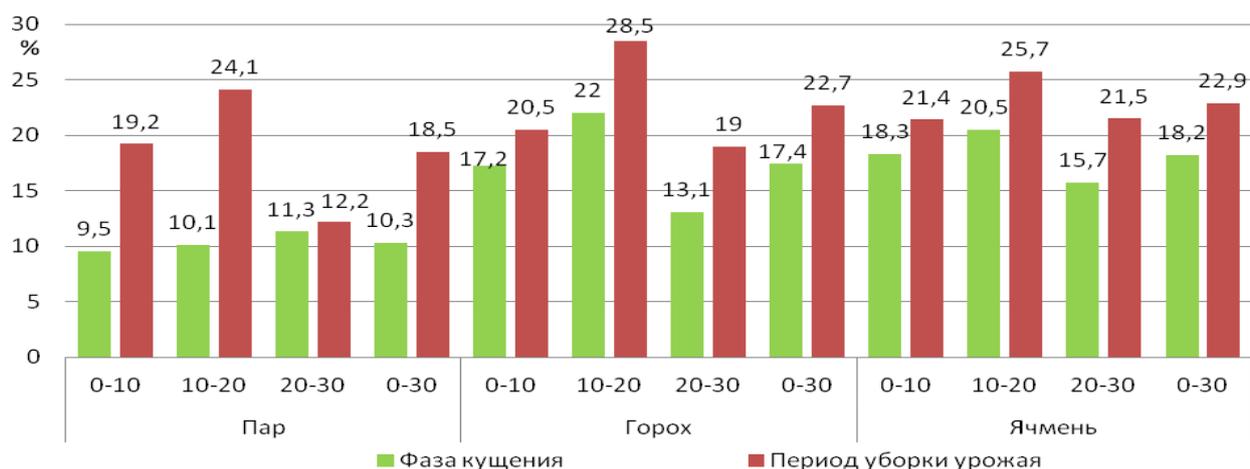


Рисунок 3 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная на содержание водоустойчивых почвенных агрегатов фракции 3–10 мм в период вегетации, % (2017–2019 гг.)

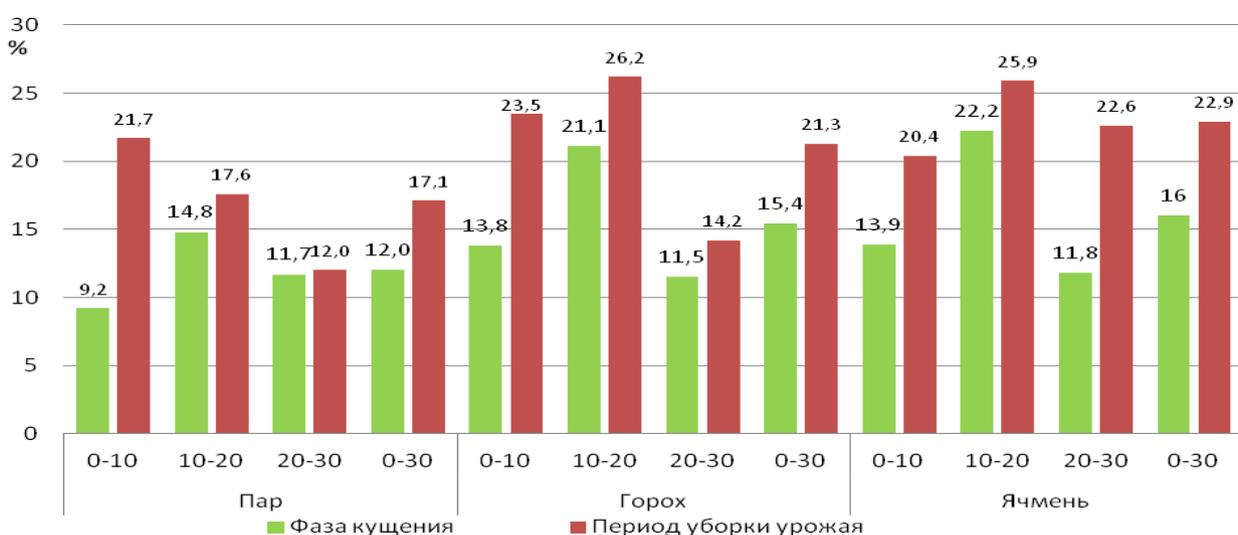


Рисунок 4 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Альмера на содержание водоустойчивых почвенных агрегатов фракции 3–10 мм в период вегетации, % (2017–2019 гг.)

Более высокое содержание водоустойчивых почвенных агрегатов наблюдалось в слое почвы 10–20 см на вариантах предшественников горох и ячмень – соответственно 22,0 и 20,5 % при посеве сорта Майская Юбилейная и 21,1 и 22,2 % – сорта Альмера. Динамика варьирования содержания водоустойчивых почвенных агрегатов во всем пахотном горизонте в период посев-кушение была мало выразительной, тогда как в период весенне-летней вегетации наблюдалось значительное изменение этого показателя.

Влажность почвы. Влажность почвы до посева озимой пшеницы на варианте предшественника чистый пар в слоях почвы 0–30 и 0–100 см была практически одинаковой и составила соответственно 18,03 и 18,74 %, на вариантах предшественников горох и ячмень – была ниже на 4,67 и 4,13 % в слое 0–30 см и на 3,5 и 2,76 % в метровом слое почвы.

В зависимости от предшественников и сортов влажность почвы в фазе кушения озимой пшеницы изменялась незначительно, существенной разницы значений влажности пахотного и метрового слоев не наблюдалось. К началу уборки влажность почвы снизилась в слое 0–30 см в 1,48 и 1,62 раза соответ-

ственно в посевах сорта Майская Юбилейная и сорта Альмера, а также в слое 0–100 см в 1,40 и 1,49 раза. Существенных различий по сортам и предшественникам не наблюдалось (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Влияние предшественников озимой пшеницы на влажность почвы к началу уборки урожая, % (2017–2019 гг.)

Плотность почвы. Плотность почвы до посева озимой пшеницы по чистому пару в слоях 0–10 и 10–20 см характеризовалась как средняя и составила соответственно 1,11 и 1,19 г/см³. По гороху и ячменю в слое 0–10 см почва была рыхлой – 1,08 и 1,07 г/см³, в слое 10–20 см по гороху среднеплотной – 1,16 г/см³, по ячменю плотной – 1,22 г/см³. С увеличением глубины плотность почвы повышалась на 0,06–0,21 г/см³. К фазе кущения сорта Майская Юбилейная в слоях почвы 10–20 и 20–30 см плотность почвы повышалась на 0,18 и 0,27 г/см³, сорта Альмера – на 0,18 и 0,33 г/см³. Наиболее уплотнена почва была в засушливом году: в слое 0–10 см – средне уплотнена – 1,14 и 1,12 г/см³ соответственно на вариантах чистый пар и ячмень и рыхлая на варианте горох – 1,08 г/см³. В слоях 10–20 и 20–30 см этот показатель увеличивался до градации очень плотная – 1,33 и 1,41 г/см³. В период уборки сортов Майская Юбилейная и Альмера в слое 0–10 см почва была средне уплотнена (Рисунок 6).

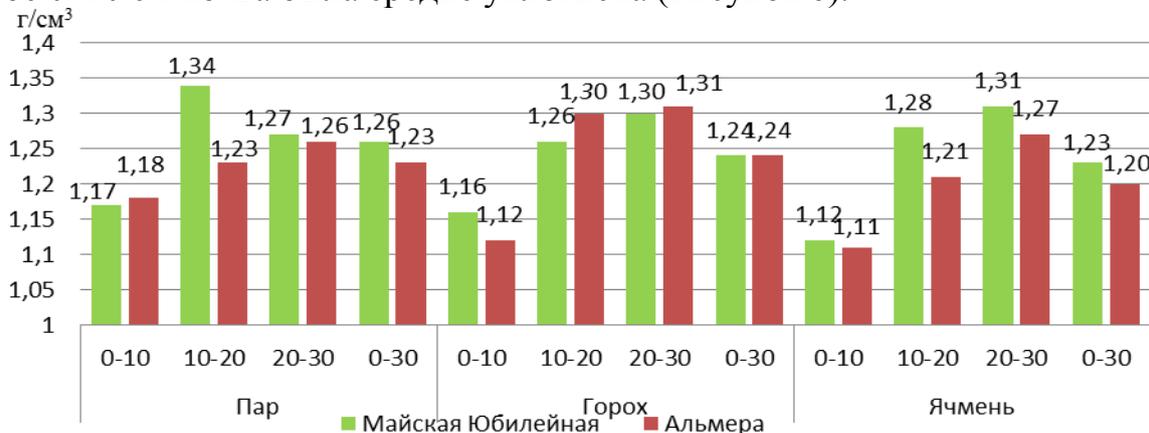


Рисунок 6 – Влияние предшественников озимой пшеницы на плотность почвы в период уборки урожая, г/см³ (2017–2019 гг.)

В слоях почвы 10–20 и 20–30 см плотность возросла на 0,08–0,19 г/см³, увеличившись до значений плотной на варианте предшественника чистый пар и до градаций плотной и очень плотной на вариантах предшественников горох и ячмень. В условиях острого дефицита атмосферных осадков плотность почвы была выше, чем в год со средним их количеством.

Запасы продуктивной влаги в почве. До посева озимой пшеницы в слое почвы 0–30 см запасы продуктивной влаги по всем предшественникам характеризовались как неудовлетворительные, а в слое 0–100 см по чистому пару – как удовлетворительные, по предшественникам горох и ячмень значения этого показателя были ниже и характеризовались как плохие. В фазе кущения растений запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–30 см по обоим сортам и всем предшественникам характеризовались как удовлетворительные (Рисунок 7).

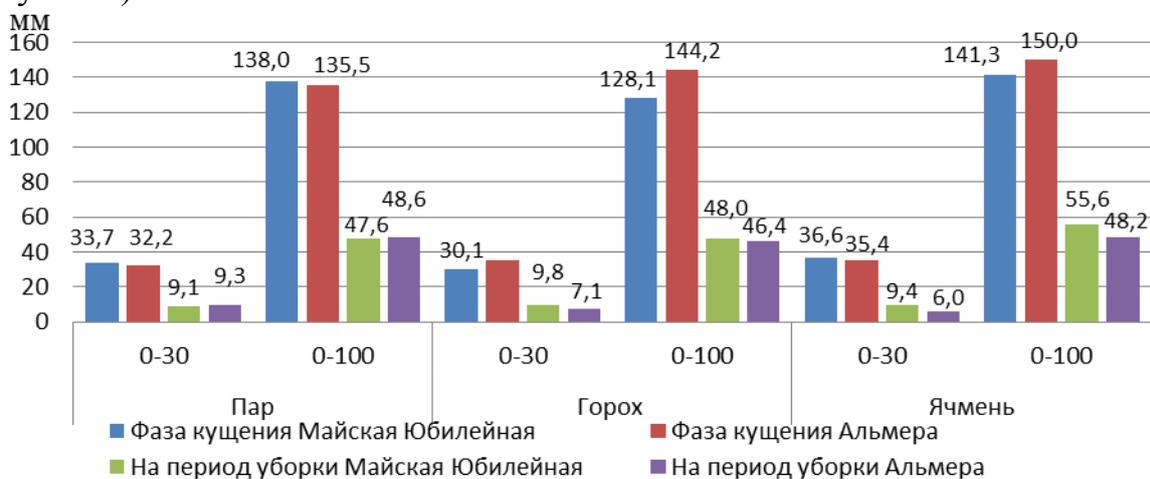


Рисунок 7– Влияние предшественников озимой пшеницы на запасы продуктивной влаги в почве в период вегетации, мм (2017–2019 гг.)

В метровом слое почвы запасы продуктивной влаги при выращивании сорта Майская Юбилейная по таким предшественникам, как чистый пар и ячмень характеризовались как хорошие, по предшественнику горох – как удовлетворительные. При выращивании сорта Альмера по всем предшественникам запасы продуктивной влаги характеризовались как хорошие.

При выращивании сорта Майская Юбилейная запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы на варианте предшественника чистый пар превышали показатели варианта предшественника горох в условиях нормального увлажнения и при дефиците атмосферных осадков, но были меньше показателя варианта предшественника ячмень при нормальном и избыточном увлажнении.

В посевах озимой пшеницы сорта Альмера предшественники были равноценными по запасам продуктивной влаги в условиях нормального увлажнения, при избыточном увлажнении отмечено преимущество предшественника горох, а при недостатке влаги – предшественника ячмень. К началу уборки урожая озимой пшеницы значения запасов продуктивной влаги в слое 0–30 см снижались в 3–4 раза по сравнению с фазой кущения и по всем предшественникам характеризовались как неудовлетворительные. В метровом слое запасы продуктивной влаги характеризовались как очень плохие.

Целлюлозоразрушающая активность почвы. Целлюлозоразрушающая способность микроорганизмов была очень низкая в почве всех изучаемых вариантов, что, на наш взгляд, объясняется невысоким содержанием влаги в почве. По слоям почвы четкой закономерности активности микроорганизмов по разрушению целлюлозы не было установлено. В почве на контрольном варианте (без микроудобрений) биологическая активность составила по предшественнику чистый пар 3,3 %, а по предшественникам горох и ячмень она была выше – соответственно на 1,7 и 0,9 %. Это превышение можно объяснить более высокими значениями разложения льняного полотна в почве вариантов таких предшественников, как горох и ячмень в год с влагообеспеченностью, превышающей среднемноголетнюю величину (2018 г.).

Применение комплексного минерального удобрения Полифид, содержащего микроэлементы в хелатной форме, не привело к изменению активности целлюлозоразрушающей микрофлоры на варианте предшественника чистый пар, в то время как на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень наметилась тенденция к снижению этого показателя – соответственно на 1,8 и 0,9 %, что больше свойственно условиям с повышенной влагообеспеченностью.

Токсичность почвы. Анализ данных всхожести семян показал, что на варианте предшественника чистый пар почва характеризовалась как нетоксичная согласно существующей классификации, так как снижение всхожести относительно контроля (фильтровальная бумага на смоченной водой вате) было менее 20 % и составило при выращивании озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная 17,9 % и сорта Альмера – 15,3 %. На вариантах предшественников горох и ячмень почва классифицировалась как токсичная, где значения интенсивности снижения всхожести семян увеличивались при выращивании озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная на 12,2 и 13,1 % и при выращивании озимой пшеницы сорта Альмера – на 12,0 и 15,3 %.

Данные о снижении длины проростков озимой пшеницы в почве по сравнению с контролем свидетельствуют о токсичности почвы вследствие превышения порога интенсивности снижения в 30 % по всем предшественникам. Причем ее интенсивность в ряду пар – горох – ячмень нарастала соответственно от 31,6 до 39,3 и 42,8 % в посевах сорта Майская Юбилейная. В посевах сорта Альмера варьирования практически не наблюдалось: 36,2, 33,5, 34,6 %.

Показатели снижения длины корешков при выращивании озимой пшеницы по разным предшественникам практически не превысили порог токсичности на варианте предшественника чистый пар – 18,7 и 21,3 % соответственно сорта Майская Юбилейная и сорта Альмера. Однако рост значений интенсивности снижения длины корешков на вариантах предшественников горох и ячмень составило 18,4 и 16,9 % в первом случае и 19,5 и 22,5 % во втором.

Урожайность зерна разных сортов озимой пшеницы. Урожайность зерна озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная без применения удобрений в среднем за 2017–2019 гг. на вариантах посева по чистому пару и гороху (по 41,4 ц/га) была выше на 4,4 ц/га, или на 10,6 %, чем по ячменю (Рисунок 8). Это преимущество сформировалось в основном за счет более высокой урожайности в год со средним для данной местности количеством осадков (2017 г.) на вариантах посева по чистому пару (на 6,2 ц/га, или 13,7 %) и по гороху (на 10,2 ц/га,

или 20,7 %), а также в год с их дефицитом в 33,0 % (2019 г.) также по чистому пару (на 5,7 ц/га, или 12,7 %) и по гороху (на 4,1 ц/га, или 9,5 %). Варьирование урожайности в зависимости от предшественников в год с большим на 19,1 % количеством атмосферных осадков (2018 г.) не достоверно (Таблица 2).

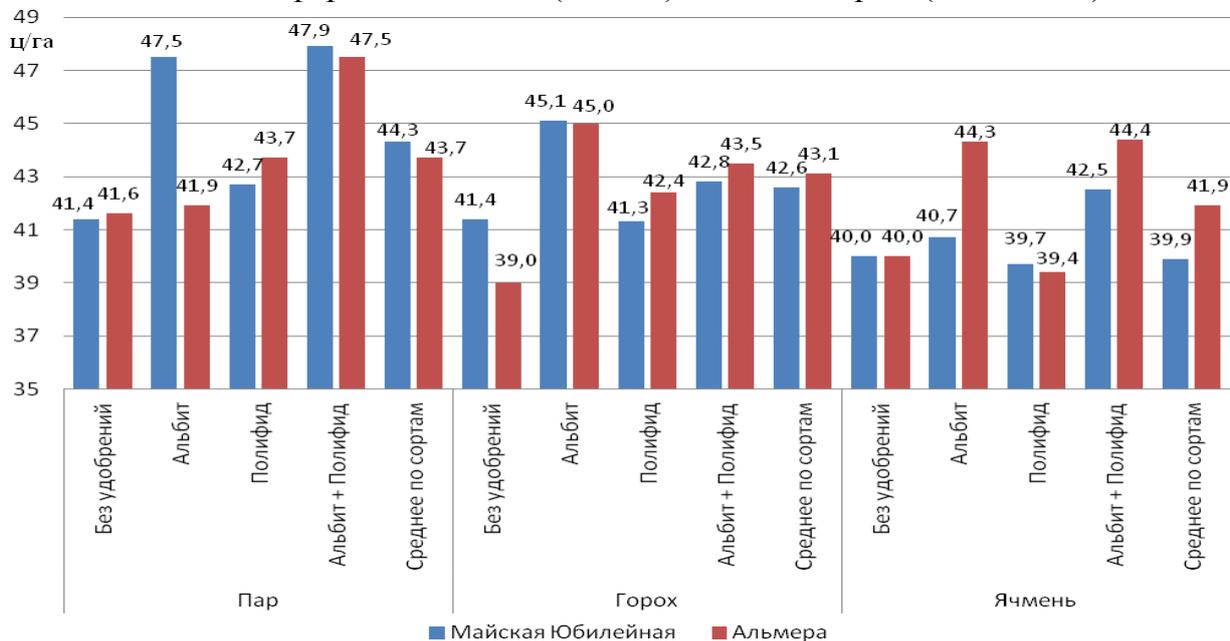


Рисунок 8 – Влияние предшественников и удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы разных сортов, ц/га (2017–2019 гг.)

Таблица 2 – Влияние предшественников (фактор Б) и удобрений (фактор В) на урожайность зерна разных сортов озимой пшеницы, ц/га

Удобрения	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
	Майская Юбилейная			Альмера		
Чистый пар						
Без удобрений	45,2	34,2	44,8	47,4	31,3	46,2
Альбит	52,6	38,1	51,9	46,2	33,6	45,9
Полифид	50,6	33,0	44,5	46,7	31,2	53,1
Альбит + Полифид	56,8	38,1	48,8	54,7	37,5	50,2
Горох						
Без удобрений	49,2	31,7	43,2	47,7	29,1	40,2
Альбит	49,4	38,4	47,5	52,2	33,2	49,6
Полифид	49,3	29,6	45,0	45,9	34,6	46,6
Альбит + Полифид	48,6	31,6	48,1	50,1	32,1	48,4
Ячмень						
Без удобрений	39,0	32,8	39,1	44,5	36,2	38,6
Альбит	46,6	33,1	42,4	54,9	36,2	41,7
Полифид	41,0	36,2	41,8	44,5	33,3	40,3
Альбит + Полифид	45,4	33,6	48,4	48,3	40,3	44,7
НСР ₀₅ (Б)	3,1	1,6	2,0	3,1	1,6	2,0
НСР ₀₅ (В)	2,8	2,6	2,2	2,9	2,4	1,9
НСР ₀₅ (БВ)	5,1	4,2	3,9	4,0	3,2	3,8

Урожайность зерна озимой пшеницы сорта Альмера в среднем за годы проведения исследования была выше при размещении по чистому пару, чем по гороху и ячменю – соответственно на 2,6 и 1,6 ц/га (6,3 и 3,8 %). Наибольшее превышение урожайности при размещении по чистому пару выявлено в усло-

виях с резким недостатком атмосферных осадков по сравнению с урожайностью по гороху (на 6,0 ц/га, или 13,0 %) и ячменю (на 7,6 ц/га, или 16,5 %). Однако при более высоком, чем при среднемноголетнем количестве осадков, урожайность оказалась на 4,9 ц/га (15,7 %) ниже при размещении по чистому пару и на 7,1 ц/га (24,4 %) по гороху, чем по ячменю.

Достоверное повышение урожайности зерна (+6,1 ц/га, или 14,7 %) в среднем за 2017–2019 гг. обусловлено применением препарата Альбит при выращивании озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по чистому пару, что наиболее наглядно проявилось в год со среднемноголетним уровнем увлажнения (2017 г.) – +7,4 ц/га, или 16,4 % и при остром дефиците атмосферных осадков (2019 г.) – +7,1 ц/га, или 15,8 %. В меньшей степени урожайность повысилась при размещении озимой пшеницы по гороху и ячменю – по +3,7 ц/га, или соответственно на 8,9 и 10,0 %. Применение препарата Альбит способствовало росту урожайности озимой пшеницы сорта Альмера при размещении по предшественнику горох в большей степени (+6,0 ц/га, или 15,4 %), чем при размещении по ячменю (+4,3 ц/га, или 10,8 %). Примечательно, что при посеве озимой пшеницы по предшественнику горох эффективность препарата Альбит наблюдалась в экстремальных условиях (переувлажнение, засуха), а по предшественнику ячмень – при нормальных погодных условиях.

Применение препарата Полифид было достоверно эффективным в посевах сорта Майская Юбилейная по предшественнику чистый пар – +5,4 ц/га, или 11,9 % в условиях со средней влагообеспеченностью (2017 г.), а также в сочетании с препаратом Альбит по чистому пару и ячменю – соответственно +6,5 и 5,5 ц/га, или 15,7 и 14,9 % в среднем 2017–2019 гг. Заметный эффект от использования препарата Полифид отмечен при размещении сорта Альмера по чистому пару и гороху (соответственно +2,1 и 3,4 ц/га, или 5,0 и 8,7 %), а также при сочетании с препаратом Альбит – по чистому пару, гороху и ячменю соответственно +5,9, 4,5 и 4,4 ц/га, или 14,2, 11,5 и 11,0 %.

Качество зерна разных сортов озимой пшеницы. Выявлено преимущественное влияние на содержание сырого протеина предшественника чистый пар по сравнению с предшественниками горох и ячмень на варианте выращивания без удобрений озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная – соответственно на 1,3 и 1,0 %, сорта Альмера – на 0,9 и 1,1%.

Сбор протеина при размещении сорта Майская Юбилейная по гороху и ячменю оказался ниже, чем по чистому пару – соответственно на 54 и 103 кг/га, а сорта Альмера – на 72 и 67 кг/га. На варианте размещения озимой пшеницы по чистому пару отмечено более высокое содержание клейковины в зерне по сравнению с размещением по гороху и ячменю как в посевах сорта Майская Юбилейная – на одинаковую величину 1,6 %, так и в посевах сорта Альмера – соответственно на 4,1 и 5,9 %.

Выявлено, что применение препарата Альбит привело к снижению содержания протеина в зерне по предшественникам чистый пар, горох и ячмень соответственно на 0,5, 0,3 и 1,0 %. Однако сбор протеина возрастал на 69 кг/га (11,0 %), 38 кг/га (6,7 %) и 11 кг/га (2,1 %), при этом содержание клейковины на варианте предшественника чистый пар повышалось на 1,7 %, а на вариантах предшественников горох и ячмень снижалось на 0,3 и 1,1 %. Индекс де-

формации клейковины (ИДК) оставался на уровне контроля – II группа (удовлетворительная слабая) на вариантах предшественников горох и ячмень, а на варианте предшественника чистый пар повышался до I группы (хорошая).

Применение препарата Полифид в посевах озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по чистому пару приводило к снижению содержания протеина в зерне на 0,3 %, но к увеличению содержания клейковины на 2,1 %. При размещении озимой пшеницы по гороху увеличилось содержание протеина на 0,3 % и содержание клейковины на 0,3 %. При размещении озимой пшеницы по ячменю содержание и протеина, и клейковины снижалось на 0,8 и 0,9 %. Сбор протеина повышался незначительно – соответственно на 7, 11 и 11 кг/га (1,1, 1,9 и 2,1 %).

Совместное применение препаратов Альбит и Полифид при размещении озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по чистому пару, гороху и ячменю способствовало снижению содержания протеина в зерне (соответственно на 0,5, 0,3 и 1,2 %) и повышению его сбора на 74, 7 и 26 кг/га (11,8, 1,2 и 5,0 %). Содержание клейковины снижалось при размещении пшеницы по гороху и ячменю на 0,35 и 1,2 %, но увеличивалось на 2,2 % при размещении по чистому пару.

Применение препарата Альбит на вариантах посева озимой пшеницы сорта Альмера приводило к снижению содержания протеина в зерне при размещении по гороху и ячменю на 0,1 и 1,4 % и содержания клейковины на 0,1 и 0,7 %. На варианте предшественника чистый пар содержание и протеина, и клейковины увеличивалось – соответственно на 0,4 и 0,3 %. Отмечено повышение сбора протеина при размещении по чистому пару и гороху – соответственно на 21 и 75 кг/га (3,6 и 14,6 %), в то время как на варианте предшественника ячмень этот показатель остался без изменений.

Применение препарата Полифид в посевах озимой пшеницы сорта Альмера приводило к увеличению содержания протеина в зерне при размещении по чистому пару на 1,2 %, но к снижению содержания клейковины на 0,4 %. На варианте предшественника горох содержание и протеина, и клейковины увеличилось – на 0,3 и 1,0 %. При размещении озимой пшеницы по ячменю содержание и протеина, и клейковины снижалось на 1,2 и 0,1 %. Отмечено повышение сбора протеина на вариантах таких предшественников, как чистый пар и горох – соответственно на 82 и 57 кг/га (14,0 и 11,1 %), в то время как на варианте предшественника ячмень этот показатель остался без изменений.

Экономическая эффективность возделывания сортов озимой пшеницы по разным предшественникам. Размещение посевов озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная экономически более целесообразно проводить по предшественнику горох, так как при этом получен наибольший условно чистый доход (УЧД), равный 27 293 руб./га и уровень рентабельности (УР) 121,9 %, а сорт Альмера – по ячменю при УЧД 25 008 руб./га и УР 108,8 %. При посеве сорта Майская Юбилейная по чистому пару и ячменю УЧД был ниже соответственно на 2 805 и 2 285 руб./га (10,3 и 8,4 %), а УР на 24,7 и 13,1 %. При выращивании сорта Альмера снижение этих показателей по чистому пару и гороху составили 280 и 595 руб./га (1,1 и 2,4 %).

Экономическая эффективность применения удобрений. Выращивание озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по предшественнику чистый пар

с применением препарата Альбит способствовало получению наиболее высокого УЧД – 5 520 руб./га и УР – 306,7 %. При внесении препарата Полифид УЧД и УР оказались очень низкими – 188 руб./га и 13,7 %. Совместная обработка препаратами Альбит и Полифид привела к существенному снижению УЧД по сравнению с вариантом применения препарата Альбит – на 812 руб./га и УР на 154,4 %. При размещении посевов по гороху применение препарата Альбит оказалось менее эффективным, чем по чистому пару, где УЧД составил 3 220 руб./га, а УР 263,9 %. Использование препарата Полифид было убыточным, как и совместное внесение этих препаратов. При размещении по ячменю эффект препарата Альбит был невысоким: УЧД – 120 руб./га, УР – 16,7 %. Использование только препарата Полифид также было убыточным. При совместном применении препаратов Альбит и Полифид эффект был несколько выше, но он также был невысоким – 708 руб./га и 30,9 %.

При выращивании озимой пшеницы сорта Альмера эффективность препарата Альбит отмечена на вариантах по гороху и ячменю: УЧД – 5 420 и 3 720 руб./га, а УР – 304,5 и 258,3 %. Внесение препарата Альбит на варианте чистый пар было неэффективным. Заметный эффект от использования препарата Полифид наблюдался на варианте предшественника горох: УЧД – 2 288 руб./га, УР – 127,7 %. Менее значимыми эти показатели были на вариантах размещения озимой пшеницы по чистому пару – соответственно 988 руб./га и 64,5 %. При размещении посевов после ячменя применение препарата Полифид было убыточным. На варианте комплексного применения препаратов Альбит и Полифид по чистому пару УЧД составил 4 088 руб./га и УР 136,6 %, а после гороха и ячменя соответственно 2 708 и 2 608 руб./га, а также 100,6 и 97,6 %, однако эти значения заметно ниже показателей, которые были получены при внесении только препарата Альбит.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При выращивании озимой пшеницы сортов Майская Юбилейная и Альмера по предшественнику чистый пар наблюдалась меньшая засоренность посевов в фазе кущения, чем на варианте выращивания по ячменю – соответственно на 37 и 14 шт./м² (75,5 и 21,5 %), а к началу уборки урожая зерна – на вариантах выращивания по таким предшественникам, как горох и ячмень – на 39 шт./м² (54,2 %) и 18–31 шт./м² (20,0–34,8 %).

2. До посева озимой пшеницы максимальный $K_{стр}$ в слое почвы 0–30 см отмечен на варианте предшественника чистый пар – 3,14, на вариантах предшественников горох и ячмень на 17–24 % ниже, к фазе кущения обоих сортов наблюдалось значительное увеличение $K_{стр}$ – в 1,4 и 1,7 раза при размещении озимой пшеницы по гороху и ячменю. К началу уборки урожая произошло снижение $K_{стр}$ по сравнению с фазой кущения: на вариантах чистый пар, ячмень и горох – соответственно на 16,9–19,7 %, 5,5–6,5 % и 27,3–28,3 %.

3. В период посева озимой пшеницы на вариантах предшественников горох и ячмень в слое почвы 0–10 см количество водоустойчивых почвенных агрегатов было выше по сравнению с вариантом предшественника чистый пар соответственно на 40,6 и 93,9 %. К фазе кущения растений обоих сортов наблюдалось снижение этого показателя, а к началу уборки урожая – возраста-

ние до 19,2–21,4 % в посевах сорта Майская Юбилейная и до 20,4–23,5 % – сорта Альмера. При этом в слое почвы 0–30 см количество водоустойчивых почвенных агрегатов при размещении по гороху и ячменю было выше, чем при посеве по чистому пару при выращивании обоих сортов.

4. До посева озимой пшеницы по предшественнику чистый пар в слоях почвы 0–30 и 0–100 см влажность была практически одинаковой и составила соответственно 18,03 и 18,74 %. При размещении по предшественникам горох и ячмень этот показатель в слое 0–30 см был ниже на 4,67 и 4,13 % и на 3,50 и 2,76 %, чем в метровом слое почвы. В фазе кушения влажность почвы изменялась в зависимости от предшественников и сортов незначительно. К началу уборки урожая влажность почвы в посевах сортов Майская Юбилейная и Альмера снизилась соответственно в 1,48 и 1,62 раза, что характерно для слоя 0–30 см, и в 1,40 и 1,49 раз, что характерно для слоя 0–100 см.

5. В период посева озимой пшеницы обоих сортов отмечены более высокие значения плотности в слое почвы 0–20 см: они достоверно на 0,03–0,04 г/см³ превышали значения варианта предшественника чистый пар по сравнению с вариантами предшественников горох и ячмень. В фазе кушения превышение составило 0,03–0,05 г/см³. К началу уборки урожая плотность почвы в посевах обоих сортов находилась в пределах средних значений при несколько меньших величинах на варианте предшественника ячмень.

6. Более низкие значения запасов доступной влаги в метровом слое почвы наблюдались при посеве озимой пшеницы по гороху и ячменю по сравнению с посевами по чистому пару – соответственно на 32,3 и 30,5 %. В фазе кушения растений сорта Майская Юбилейная на вариантах размещения по чистому пару и ячменю запасы доступной влаги характеризовались как хорошие – 138,0 и 141,3 мм, по гороху – как удовлетворительные – 128,1 мм. При размещении озимой пшеницы сорта Альмера по всем предшественникам запасы продуктивной влаги характеризовались как хорошие – 135,5, 144,2 и 150,0 мм соответственно по предшественникам чистый пар, горох и ячмень. К началу уборки урожая произошло резкое снижение запасов продуктивной влаги, при этом они практически не изменялись под влиянием предшественников и сорта.

7. Максимальная биологическая активность почвы выявлена в посевах сортов Майская Юбилейная и Альмера при их размещении предшественнику горох. Применение препарата Полифид в целях повышения биологической активности почвы в посевах сорта Майская Юбилейная было неэффективным, а при выращивании сорта Альмера отмечена слабая тенденция роста биологической активности почвы на вариантах предшественников чистый пар и горох.

8. При размещении озимой пшеницы обоих сортов по предшественнику чистый пар почва классифицировалась как нетоксичная по показателям снижения всхожести семян и длины корешков и незначительно превысила порог токсичности по показателю снижения длины проростков. Горох и ячмень как предшественники усиливали токсические свойства почвы по показателю снижения всхожести семян соответственно на 12,2 и 13,1 % в посевах сорта Майская Юбилейная и на 12,0 и 15,3 % в посевах сорта Альмера. Наиболее интенсивно возрастала токсичность почвы по степени снижения длины корешков растений сорта Майская Юбилейная: на вариантах предшественников горох и яч-

мень – соответственно на 18,4 и 16,9 %, сорта Альмера – на 19,5 и 22,8 %.

9. Более высокая урожайность зерна озимой пшеницы отмечена при дефиците атмосферных осадков и их среднемноголетних значениях на вариантах предшественников чистый пар и горох: сорта Майская Юбилейная – соответственно на 9,5 и 20,7 % и сорта Альмера – на 13,0 и 16,5 % по сравнению с вариантом предшественника ячмень. Однако при превышении количества осадков урожайность на варианте предшественника ячмень была выше, чем на вариантах размещения по чистому пару и гороху – соответственно на 15,7 и 24,4 %. Преимущество чистого пара как предшественника отмечено по увеличению содержания сырого протеина в зерне озимой пшеницы сортов Майская Юбилейная и Альмера по сравнению с зерном, полученным при выращивании на вариантах предшественников горох и ячмень: превышение соответственно составило 1,3 и 1,0%, 0,9 и 1,1 %.

10. Препарат Альбит способствовал повышению урожайности зерна озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная при выращивании по предшественнику чистый пар, а сорта Альмера – по предшественнику горох. Применение препарата Полифид более целесообразно при обработке посевов сорта Майская Юбилейная по ячменю и сорта Альмера по гороху. Сочетание препаратов Полифид и Альбит более эффективно на вариантах предшественника чистый пар при обработке посевов обоих сортов. Применение препарата Альбит отдельно и совместно с препаратом Полифид способствовало снижению на 0,7–1,4 % содержания протеина в зерне озимой пшеницы обоих сортов при выращивании по предшественнику ячмень; на вариантах таких предшественников, как чистый пар и горох их влияние неоднозначно.

11. Самым экономически эффективным предшественником озимой пшеницы при посеве сорта Майская Юбилейная является горох, обеспечивший получение условного чистого дохода 27 293 руб./га при уровне рентабельности 121,9 %, а сорта Альмера – ячмень, по которому был получен условно чистый доход, равный 25 008 руб./га при уровне рентабельности 108,8 %.

12. Применение препарата Альбит экономически целесообразно при размещении озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по чистому пару и гороху – на этих вариантах получен условно чистый доход соответственно 5 520 и 3 220 руб./га при уровне рентабельности 306,7 и 263,9 %. При выращивании сорта Альмера эффективность препарата Альбит отмечена на вариантах размещения озимой пшеницы по гороху и ячменю – соответственно 5 420 и 3 720 руб./га при уровне рентабельности 304,5 и 258,3 %. Сочетание препаратов Альбит и Полифид обосновано при размещении сорта Майская Юбилейная по чистому пару – на этом варианте получен условно чистый доход 4 708 руб./га при уровне рентабельности 152,3 %.

Рекомендации производству

1. В условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона на черноземе типичном в семеноводческих севооборотах посевы озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная рекомендуется размещать по чистому пару, сорта Альмера – по гороху.

2. Для получения зерна на продовольственные и фуражные цели озимую

пшеницу следует высевать по предшественникам ячмень и горох при условии внесения программированных доз основного удобрения и применении прикорневых и листовых подкормок.

3. При размещении озимой пшеницы по разным предшественникам для получения высоких урожаев с высокими качественными показателями зерна следует применять препараты Альбит в дозе 40 мл/га и Полифид в дозе 3 кг/га, а также комплекс Альбит + Полифид в фазах кушения и начала молочной спелости в сочетании с предпосевной обработкой семян препаратом Альбит в дозе 50 мл/т.

Перспективы дальнейшей разработки темы

В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства проявляется настоятельная необходимость в совершенствовании технологий выращивания высокопродуктивных сортов озимой пшеницы с применением современной техники, основанной на использовании цифровых технологий, что повлечет за собой оптимизацию естественных и производственных ресурсов региона и государства в целом. Вследствие этого потребуются разработка математических моделей регулирования показателей плодородия почв, формирования урожайности и качества продукции, на что будут направлены наши дальнейшие исследования.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в рецензируемых научных изданиях

1. Кузнецова Л.Н. Влияние внесения удобрений на биологические свойства почвы / Л.Н. Кузнецова, А.В. Ширяев, И.В. Кулишова, **Н.В. Ширяева** // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 2(14). – С. 71–77 (0,87/0,21 п.л.).

2. Титовская А.И. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений и предшественников / А.И. Титовская, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков, А.В. Ширяев, И.В. Кулишова, **Н.В. Ширяева** // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 3(15). – С. 116–126 (1,37/0,22 п.л.).

3. Ширяев А.В. Продуктивность ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений / А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, **Н.В. Ширяева** // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2018. – № 3(19). – С. 109–116 (1,00/0,33 п.л.).

4. **Ширяева Н.В.** Структурное состояние почвы при возделывании озимой пшеницы по разным предшественникам / **Н.В. Ширяева**, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков, А.О. Симашева, К.К. Хакимова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2018. – № 3(19). – С. 116–122 (0,87/0,15 п.л.).

5. **Ширяева Н.В.** Динамика агрофизических показателей плодородия почвы при возделывании озимой пшеницы по разным предшественникам / **Н.В. Ширяева**, А.В. Ширяев, А.Г. Ступаков, А.О. Симашева, К.К. Хакимова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 8. – С. 6–16 (1,37/0,27 п.л.).

6. **Ширяева Н.В.** Структурное состояние почвы в посевах разных сортов озимой пшеницы / **Н.В. Ширяева**, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, И.Е. Романцова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 3(27). – С. 114–122 (1,13/0,28 п.л.).

7. Ступаков А.Г. Продуктивность озимой пшеницы под влиянием минеральных удобрений и предшественников / А.Г. Ступаков, С.И. Смуров, Х.Х. Аль Дхухайбави, С.Н. Зюба, М.А. Куликова, **Н.В. Ширяева** // Инновации в АПК: проблемы и

перспективы. – 2020. – № 1(25). – С. 184–192 (1,13/0,15 п.л.).

8. **Ширяева Н.В.** Биологическая активность чернозема типичного в посевах разных сортов озимой пшеницы / **Н.В. Ширяева**, А.В. Ширяев, Л.Н.Кузнецова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 3(31). – С. 107–116 (1,25/0,42 п.л.).

Публикации в других изданиях

9. Stupakov A.G. Complex of agrotechnical methods for different varieties of winter wheat / A.G. Stupakov, A.V. Shiryayev, M.A. Kulikova, T.V. Oliva, V.I. Zheltukhina, **N.V. Shiryayeva** // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021, V International Workshop on Innovations on Agro and Food Technologies (WIAFT-V-2021). – IOP Publishing, 2021. – Vol. 848. – No. 12102. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012102 (0,70/0,12 п.л.).

10. Ступаков А.Г. Влияние удобрений на биологическую активность почвы и продуктивность озимой пшеницы / А.Г. Ступаков, Л.Н. Кузнецова, А.В. Ширяев, М.А. Куликова, **Н.В. Ширяева**, И.В. Кулишова // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: сб. докладов международной науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2017. – С. 291–296 (0,38/0,06 п.л.).

11. Кузнецова Л.Н. Влияние шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis Georgi*) на агрофизические и биологические показатели плодородия почвы / Л.Н. Кузнецова, А.В. Ширяев, И.В. Кулешова, **Н.В. Ширяева** // Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее: сб. матер. I Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной 140-летию НИУ «БелГУ» и 100-летию со дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора с.-х. наук, проф. З.И. Щелоковой (Белгород, 24–26 ноября 2016 г.). – Белгород: ИД «Белгород» НИУ БелГУ, 2017. – С. 84–88 (0,31/0,08 п.л.).

12. **Ширяева Н.В.** Изменение структуры почвы и ее водопрочности в зависимости от предшественников озимой пшеницы / **Н.В. Ширяева** А.В. Ширяев, А.О. Симашева, К.К. Хакимова // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: матер. XXII международной науч.-производственной конф. (Белгород, 28–29 мая 2018 г.). п. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – Т. 1. – С. 21–22 (0,13/0,03 п.л.).

13. **Ширяева Н.В.** К вопросу обоснования выбора предшественников сортов озимой пшеницы на основе оптимизации плотности чернозема типичного в условиях юго-западной части ЦЧР / **Н.В. Ширяева**, А.Г. Ступаков, А.В. Ширяев // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее: матер. XXIII международной науч.-производственной конф. (Белгород, 28–29 мая 2019 г.): в 2 т. – п. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. – Т. 1. – С. 58–59 (0,13/0,04 п.л.).

14. Пашенко Д.А. Высота растений озимой пшеницы в зависимости от предшественника и сорта / Д.А. Пашенко, **Н.В. Ширяева** // Горинские чтения: Наука молодых – инновационному развитию АПК: матер. Международной студ. науч. конф. – п. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. – С. 27–28 (0,13/0,06 п.л.).

15. **Ширяева Н.В.** Обоснование выбора предшественников сортов озимой пшеницы на основе оптимизации плотности чернозема типичного в условиях юго-западной части ЦЧР / **Н.В. Ширяева**, А.Г. Ступаков А.В. Ширяев // Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: матер. Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием и Всероссийской Школы молодых ученых (Белгород, 19–21 июня 2019 г.). – Белгород: ООО «Принт»,

2019. – С. 705–708 (0,25/0,08 п.л.).

16. Хакимова К.К. Влияние предшественников, удобрений и регулятора роста озимой пшеницы на биометрические показатели / К.К. Хакимова, А.В. Ширяев, **Н.В. Ширяева** // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: матер. Международной студ. науч. конф. (Белгород, 18–19 марта 2020 г.): в 4-х т. – п. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – Т. 1. – С. 61 (0,06/0,02 п.л.).

17. Симашева А.О. Влияние предшественников и удобрений на урожайность сортов озимой пшеницы / А.О. Симашева, А.В. Ширяев, **Н.В. Ширяева** // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: матер. Международной студ. науч. конф. (Белгород, 18–19 марта 2020 г.): в 4-х т. – п. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – Т. 1. – С. 53 (0,06/0,02 п.л.).

18. Ширяев А.В. Влияние предшественников и сортов озимой пшеницы на плотность почвы / А.В. Ширяев, **Н.В. Ширяева**, А.Г. Ступаков // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК: сб. докладов национальной научной конференции (Белгород, 30 ноября 2020 г.). – п. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – С. 11–12 (0,13/0,04 п.л.).

19. Ширяев А.В. Изменение агрофизических свойств почвы при использовании почвосберегающих технологий их возделывания / А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, **Н.В. Ширяева** // Белгородский Агромир. – 2020. – № 7 (130). – С. 12–19 (0,50/0,17 п.л.).

20. Ширяев А.В. Изменение почвенной структуры под влиянием различных систем обработки почвы / А.В. Ширяев, **Н.В. Ширяева**, Д.Р. Ширяев // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК: сб. докладов национальной научной конференции (Белгород, 30 ноября 2020 г.). – п. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – С. 18–19 (0,13/0,04 п.л.).

21. **Ширяева Н.В.** Влияние элементов технологии возделывания разных сортов озимой пшеницы на целлюлозоразрушающую способность почвы / **Н.В. Ширяева**, Д.Р. Ширяев, Л.Н. Кузнецова // Вопросы современной генетики, селекции и ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур: сб. докладов национальной научной конференции (Белгород, 12 октября 2021 г.). – Белгород: Типография Белгородского ГАУ, 2021. – С. 20–22 (0,19/0,06 п.л.).

Сдано в набор 04.07. 2022 г. Подписано в печать 05. 07. 2022 г.

Формат 60x90¹/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 1,0. Заказ 5. Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии Белгородского ГАУ