

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Белгородский государственный аграрный  
университет имени В.Я. Горина**

*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

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор  
сельскохозяйственных наук,  
профессор Ступаков Алексей  
Григорьевич

Белгород  
2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                                                                               | 4  |
| 1 ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ<br>ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (обзор литературы) ....                                        | 11 |
| 1.1 Влияние предшественников и удобрений на агрофизические<br>свойства почвы .....                                                                           | 11 |
| 1.2 Изменение урожайности и засоренности посевов разных сортов<br>озимой пшеницы в зависимости от предшественников и удобрений .....                         | 15 |
| 1.3 Влияние предшественников и удобрений на пищевой режим<br>почвы и качество зерна разных сортов озимой пшеницы .....                                       | 19 |
| 1.4 Влияние предшественников и удобрений на биологические<br>свойства почвы .....                                                                            | 21 |
| 2 МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ .....                                                                                                           | 24 |
| 2.1 Схема и методика проведения опытов .....                                                                                                                 | 24 |
| 2.2 Метеорологические условия в период проведения исследования .....                                                                                         | 33 |
| 3 ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ РАЗНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ<br>ПШЕНИЦЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ<br>СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО (результаты исследований) ..... | 35 |
| 3.1 Влияние предшественников на засоренность посевов<br>разных сортов озимой пшеницы .....                                                                   | 35 |
| 3.2 Влияние предшественников на структуру почвы при выращивании<br>разных сортов озимой пшеницы .....                                                        | 37 |
| 3.2.1 Структура почвы до посева озимой пшеницы .....                                                                                                         | 37 |
| 3.2.2 Структура почвы в фазе кущения озимой пшеницы .....                                                                                                    | 39 |
| 3.2.3 Структура почвы к началу уборки урожая озимой пшеницы .....                                                                                            | 44 |
| 3.3 Влияние предшественников на водоустойчивость почвенных<br>агрегатов при выращивании разных сортов озимой пшеницы .....                                   | 49 |
| 3.4 Влияние предшественников на влажность почвы при выращивании<br>разных сортов озимой пшеницы .....                                                        | 54 |
| 3.5 Влияние предшественников на плотность почвы при выращивании<br>разных сортов озимой пшеницы .....                                                        | 57 |
| 3.6 Влияние предшественников на запасы продуктивной влаги в почве<br>при выращивании разных сортов озимой пшеницы .....                                      | 62 |
| 3.7 Влияние предшественников на биологические показатели плодородия<br>почвы при выращивании разных сортов озимой пшеницы .....                              | 67 |
| 3.7.1 Целлюлозоразрушающая активность почвы .....                                                                                                            | 67 |
| 3.7.2 Токсичность почвы .....                                                                                                                                | 69 |

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4 ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ<br>РАЗНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ .....                                                  | 72  |
| 4.1 Урожайность зерна разных сортов озимой пшеницы .....                                                                                        | 72  |
| 4.2 Качество зерна разных сортов озимой пшеницы .....                                                                                           | 74  |
| 4.3 Химический состав зерна разных сортов озимой пшеницы .....                                                                                  | 79  |
| 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ РАЗНЫХ<br>СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ<br>ПО РАЗНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ .....            | 81  |
| 5.1 Оценка экономической эффективности выращивания разных<br>сортов озимой пшеницы по разным предшественникам .....                             | 81  |
| 5.2 Оценка экономической эффективности применения удобрений<br>при выращивании разных сортов озимой пшеницы по разным<br>предшественникам ..... | 83  |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                                                                | 86  |
| РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ .....                                                                                                                 | 90  |
| ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ .....                                                                                                    | 90  |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....                                                                                                                         | 91  |
| ПРИЛОЖЕНИЯ .....                                                                                                                                | 111 |
| Приложение А. Метеорологические условия проведения опыта .....                                                                                  | 128 |
| Приложение Б. Влияние предшественников и удобрений на химический<br>состав зерна разных сортов озимой пшеницы .....                             | 113 |
| Приложение В. Влияние предшественников разных сортов озимой<br>пшеницы на токсичность почвы .....                                               | 114 |
| Приложение Г. Определение биометрических показателей растений<br>озимой пшеницы .....                                                           | 115 |
| Приложение Д. Определение агрофизических свойств почвы .....                                                                                    | 116 |
| Приложение Е. Определение биологической активности почвы .....                                                                                  | 131 |
| Приложение Ж. Обработка посевов озимой пшеницы препаратами<br>Альбит и Полифид .....                                                            | 134 |
| Приложение З. Определение засоренности посевов озимой пшеницы .....                                                                             | 135 |
| Приложение И. Демонстрационный план опыта на озимой пшенице .....                                                                               | 136 |
| Приложение К. Определение токсичности почвы в посевах<br>озимой пшеницы .....                                                                   | 137 |
| Приложение Л. Урожайность озимой пшеницы под влиянием<br>различных агроприемов .....                                                            | 138 |
| Приложение М. Схематический план опыта .....                                                                                                    | 139 |
| Приложение Н. Акт внедрения результатов научно-исследовательских<br>работ .....                                                                 | 140 |

## ВВЕДЕНИЕ

**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 продукционным 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 предшественником 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/см<sup>3</sup>) 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/см<sup>3</sup>, 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 среднегодовом значении 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 среднегодовом показателе 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. В работе использованы общепринятые методики и ГОСТы.

#### **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.

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору А.Г. Ступакову, сотрудникам кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, научно-производственной испытательной лаборатории, а также всем коллегам за всестороннюю помощь при выполнении диссертационного исследования.

# **1 ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (обзор литературы)**

## **1.1 Влияние предшественников и удобрений на агрофизические свойства почвы**

Длительное сельскохозяйственное использование черноземов часто ведет к ухудшению водно-физических свойств почвы.

Физические свойства почвы как важный, а иногда и решающий фактор формирования урожая сельскохозяйственных культур и эффективности различных приемов их выращивания выступают и как определяющие факторы динамики почвенных процессов, поэтому их изучение необходимо для повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

В условиях ухудшения качества сельхозугодий многие исследователи отмечают необходимость изучения агрофизических показателей плодородия почвы (Кузнецова Л.Н. и др., 2016; Титовская А.И. и др., 2017; Линков С.А. и др., 2019). Такие знания особенно важны для производителей Белгородской области, земли которой являются наиболее эродированными в Центрально-Черноземном регионе (Ступаков А.Г. и др., 2016; Линков С.А. и др., 2016).

Физические показатели характеризуют сложение пахотного посевного слоя и к ним относят гранулометрический состав почвы, плотность, структурный состав, пористость, мощность пахотного слоя и др., которые в большей степени коррелируют с урожайностью и существенно определяют уровень плодородия (Навольнева Е.В. и др., 2014).

*Плотность почвы.* Деградация почвы сопровождается не только снижением содержания органического вещества, но и увеличением плотности почвы, из-за чего ухудшаются ее водно-физические свойства. Обработка такой почвы сопровождается увеличением затрат энергии и обуславливает значительный износ рабочих органов почвообрабатывающих машин (Медведев В.В. и др., 1987; Воробьев Г.Я., 1987; Минакова О.А. и др., 2020; Gall H., Peterson U., 1981; Marti M., 1983; Heming S.D., Rowell D.L., 1985).

Данные многочисленных исследований свидетельствуют об отрицательном воздействии ходовых систем тракторов и сельскохозяйственных машин на почву, которое обуславливает снижение урожайности выращиваемых культур (Рабочев И.С., Бахтин П.У., 1978; Макаров И.П., 1987). В опытах на дерново-подзолистых почвах сотрудников Белорусской СХА урожайность зерна озимой ржи на уплотненной почве по сравнению с неуплотненной снижалась на 1–6 ц/га, озимой пшеницы – на 1,5–7,6, ярового ячменя – на 2,1–5,9 ц/га.

В исследованиях Украинского НИИ земледелия переуплотнение почвы (свыше  $1,4 \text{ г/см}^3$ ) приводило к снижению полевой всхожести семян сахарной свеклы на 6 %, ячменя – на 8, озимой пшеницы – на 10, проса – на 11 и кукурузы – почти на 43 % (Коломиец Н.В., Драган Н.И., 1991).

Отрицательное влияние уплотнения на агрофизические свойства почвы усугубляется действием эрозионных процессов. По данным В.В. Жилко (1983), если в пахотном слое несмытых почв, развивающихся на моренных и лессовидных суглинках, плотность равна соответственно 1,38–1,49 и 1,22–1,35, то в пахотном слое смытых почв – 1,60–1,68 и 1,35–1,39  $\text{г/см}^3$ .

В публикациях многих авторов, таких как В.И. Кирюшин (1978), А.И. Пупонин и Н.С. Матюк (1980), А.К. Бутов (1984), В.С. Зайцев и А.Р. Ахвердиев (1984), В.В. Медведев с соавторами (1987) приводятся данные о значительном влиянии на варьирование физических свойств почвы, главным образом, естественных факторов.

Значительным в разуплотнении почвы до уровня оптимальных значений плотности ( $1,0\text{--}1,25 \text{ г/см}^3$ ) для культурных растений для почв с содержанием гумуса 3,7 % и более оказывается действие однократной механической обработки. Для почв с содержанием гумуса менее 3,7 % регулирование агрофизических свойств однократными механическими обработками также очень важно (Макаров И.П. и Картамышев Н.И., 1998).

В.М. Гринев (1986) отмечал следующие значения плотности слоя почвы 0–20 см под озимой пшеницей в период выколашивания по предшественнику горох: при проведении вспашки –  $1,27 \text{ г/см}^3$  и при дисковании –  $1,36 \text{ г/см}^3$ .

Как показали эксперименты Г.Н. Полуэктова с соавторами (1982), отвальная и плоскорезная обработка черного пара не выявила существенного влияния на варьирование плотности почвы, также как и глубины основной обработки под озимую пшеницу.

*Влажность почвы.* По данным В.П. Гудзь с соавторами (1998), в течение вегетации озимой пшеницы обработка почвы и предшественники оказывали значительно меньшее влияние на содержание влаги в почве, чем количество и равномерность распределения осадков.

Результаты наблюдений С.А. Ершова с соавторами (1980) показали, что по предшественнику горох в условиях с достаточным увлажнением большие запасы влаги накапливались при проведении отвальной обработки почвы, а при недостаточном увлажнении эффективней была плоскорезная обработка, обеспечившая в период посева озимой пшеницы запасы влаги на 25 % больше, чем при отвальной.

По данным В.В. Ивенина и В.П. Заикина (1986), в период возобновления вегетации озимой пшеницы влаги содержалось в почве на варианте вспашки меньше, чем на варианте мелкой обработки. Имеются данные И.М. Никульникова с соавторами (1998), что при посеве озимой пшеницы по клеверу вспашка обеспечила влажность почвы, равную 14,3 %, а плоскорезная обработка – 18,0 %.

*Структура почвы и ее водоустойчивость.* Хорошая структура почвы обуславливает оптимальные водно-физические свойства почвы и благоприятные условия для роста и развития растений, тогда как плохая структура почвы не обеспечивает необходимые условия для сельскохозяйственных культур и приводит к снижению урожайности. Удовлетворительная структура создается только в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и корневых систем растений. В естественном состоянии почва покрыта растительностью, что улучшает доступность воды, при этом формируются и укрепляются макропоры почвы. Растительный покров в свою очередь защищает почву и от физического воздействия дождевых капель (Банькин В.А., 2007; Боева Н.Н., Лазарев В.И., 2020).

В.Л. Горин (2004) и С.И. Тютюнов с соавторами (2020) значительную роль в формировании структурного состояния почвы отводят поступлению в нее лабильного органического вещества. Они рекомендуют для обеспечения почвы органическим веществом применять солому и сидераты.

Исследованиями С.Ю. Булыгина (1993) установлено, что в засушливых районах предпочтительнее применение плоскорезных обработок за счет накопления больших запасов влаги, чем на вариантах применения вспашки.

Х.П. Ален (1985) и В.Б. Беляк (2008) обращают внимание на то, что в качестве основных факторов, определяющих необходимость применения различных способов обработки почвы и предшественников, выступают биологические требования растений, плотность и структурное состояние почв, гидротермический режим, рельеф, почвообразующие породы.

Существенное влияние на формирование оптимальной структуры чернозема типичного в условиях юго-западной части ЦЧР оказывают правильно подобранные предшественники и способы обработки почвы (Ширяев А.В. и др., 2013; Ширяева Н.В. и др., 2018). При этом в агрономическом отношении наиболее благоприятной является зернистая и мелкокомковатая структура с диаметром агрегатов в диапазоне 0,25–10 мм, которые считаются агрономически ценными, обладающими рядом положительных физических свойств (например, водо- и воздухопроницаемость, уплотненность и др.), придают почве ее уникальный вид и обуславливают почвенное плодородие (Лицуков С.Д. и др., 2016; Котлярова Е.Г. и др., 2013; Ширяева Н.В. и др., 2020).

И.Ю. Боровская (2013) и А.В. Ширяев (2014) подчеркивают, что в зонах активного проявления водной эрозии большое значение имеет водоустойчивость структуры почвы, то есть способность почвенных агрегатов противостоять размывающему действию воды. В связи с тем, что в Белгородской области более половины площади пашни является эрозионно опасной, особо важное научное и производственное значение при выращивании озимой пшеницы приобретают способы оптимизации водного режима почвы (Наумкин В.Н. и др., 2010; Ширяев А.В. и др., 2016; Ширяева Н.В. и др., 2019; Ступаков А.Г. и др., 2020).

## **1.2 Изменение урожайности и засоренности посевов разных сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественников и удобрений**

Вред сорняков ощущается на любой стадии роста пшеницы. Однако сильнее всего урожайность культуры падает из-за ограничения числа побегов и размера колосьев. Сорняки конкурируют с пшеницей за воду, минеральные питательные вещества и солнечный свет. Качество посевов культурных растений ухудшается, если какой-либо из важных факторов находится в дефиците.

В ранние фазы развития реакцией пшеницы на сорняки является образование меньшего количества побегов и формирование меньших по размеру колосков. В более поздних фазах (кущения или начала роста стеблей) из-за конкуренции с сорняками пшеница может приостановить рост небольших или поздних побегов, которые в других условиях могли бы выжить и образовать нормальные колоски с зерном на основном стебле. Поэтому очень важно контролировать уровень засоренности перед посевом или сразу же после него (до того, как сорняки станут конкурентоспособными). Это позволяет свести к минимуму влияние сорняков на урожайность пшеницы (Fawcett R.S., 1984; 1987).

Засоренность посевов сельскохозяйственных культур, влияющая на их урожайность, роль сегетальных растений определяются их количеством и массой, которые находятся в непосредственной зависимости от предшественников, густоты стояния культуры и некоторых других факторов (Хомко Л.С., 1986).

Обобщены сведения, которые свидетельствуют о роли агротехнических приемов в формировании общей засоренности посевов (Ионин П.Ф., Мокшин В.С., 1981; Полуэктов Г.Н. и др., 1982; Баздырев Г.И., 1987; 1990; Ключник В.И., Парфенов М.А., 1990; Смирнов Б.А., Мазохин А.С., 1990; Кошкин П.Д., 1990; Яровенко В.В. и др., 1990; Уваров Г.И., 1997; Гудзь В.П. и др., 1998; Морозова Т.С. и др., 2020; Fawcett R.S., 1984, 1987; Bayer D.E., 1985; Worsham A.D., Lewis W.M., 1985; Miller S.D., 1985; Todd B.D., Derksen D.A., 1986; Holm F.A., 1986; Frye W.W., 1986; Dao T.H., 1987; Harris B.L., 1987).

Некоторые авторы не связывают засоренность посевов с минимизацией обработки почвы, при которой за ряд лет не наблюдается ее варьирование, что

связано с очень низкой исходной засоренностью полей и применением строгих мер борьбы с сорняками химическими методами (Lessiter F., 1987).

В исследованиях А.А. Бабич и В.П. Борона (1986) минеральные удобрения обуславливали снижение уровня засоренности только в посевах культур с очень высокой конкурентной активностью.

Интегральным показателем применения любых агротехнических приемов является урожайность культур, которая характеризует эффективность применения агротехнологий их выращивания, свойства почвы и условия произрастания.

Содержание почвенной влаги и доступных форм питательных веществ для растений формирует урожайность сельскохозяйственных культур (Айдиев А.Я. и др., 2017; Мельникова О.В., 2009; Посыпанов Г.С. и др., 2018; Соловиченко В.Д. и др., 2013; Ступаков А.Г., 1998; Ступаков А.Г. и др., 2020).

Озимая пшеница является культурой, предъявляющей повышенные требования к почвенному плодородию, хорошо отзывается на внесение удобрений (Минеев В.Г., 2004; Кидин В.В. и др., 2017; Лазарев В.И. и др., 2017; Ореховская А.А., 2019; Ореховская А.А. и др., 2020). При этом установлено, что предшественники озимой пшеницы и многих других культур наряду с агротехническими приемами определяют не только величину урожая, но и его качество (Тютюнов С.И., 2016; Титовская А.И. и др., 2017; Навольнева Е.В., 2019).

В Европейской части Российской Федерации озимая пшеница относится к основным зерновым культурам. Она предъявляет высокие требования к предшественнику, причем эта требовательность обострена дефицитом влаги, который характерен для этой почвенно-климатической зоны. Чистые пары являются лучшими предшественниками, однако они не всегда экономически оправданы (Иванов Н.Н. и др., 1975; Музычкин Е.Т. и др., 1975; Ершов С.А. и др., 1980; Головки И.М., Немешкалов В.В., 1982; Листопадов И.Н., Шапошникова И.М., 1984; Губанов Я.В., Иванов Н.Н., 1988; Лазарев В.И., 1997).

По мнению И.М. Небольсина (1973, 1974), для лесостепных районов Центрального Черноземья с осадками более 500 мм широкое распространение

должны получить занятые пары, которые позволяют наиболее эффективно использовать пашню.

В условиях северо-востока ЦЧР наиболее ценным предшественником среди зернобобовых и зерновых является горох (Пруцков Ф.М., 1970; Сидоров М.И., 1973; Федоров В.А., 1974, 1975; Шапошников Ю.Ф., 1975).

В исследованиях И.И. Белякова (1983) был выявлен следующий нисходящий ряд влияния предшественника на урожайность озимой пшеницы: чистый пар > горох на зеленую массу > горох на зерно > чина > чечевица > кукуруза на силос > ячмень.

Н.В. Герасимов (1970) отмечает, что при высокой культуре земледелия в ЦЧР хорошими предшественниками являются клевер одногодичного пользования и раннеспелые сорта гороха. Однако черный пар имеет преимущество в засушливые годы.

По данным Г.Н. Кабелко (1969), Н.Н. Иванова с соавторами (1975), выявлен следующий нисходящий ряд влияния предшественника на урожайность озимых: чистый пар > озимые на зеленый корм > клевер или эспарцет (1-го года пользования) > кукуруза на зеленый корм > овсянобобовые смеси на зеленый корм > многолетние бобовые травы двух лет пользования > викоовсяная смесь на сено > горох на зерно > кукуруза на силос > зерновые колосовые (озимые, ячмень).

Исследованиями А.П. Коваленко (1987) доказано, что такие стерневые предшественники, как озимая пшеница и ячмень для озимой пшеницы не пригодны.

Н.Р. Асыка (1975) считает, что наиболее высокий урожай зерна пшеницы в условиях Белгородской области формируется по парам, занятым однолетними и многолетними травами, гороху и кукурузе на зеленый корм. Содержание белка и клейковины было выше в зерне пшеницы, выращиваемой по черному пару. Подбор лучших предшественников озимой пшеницы, выращиваемой в условиях Белгородской области, должен базироваться на применении оптимальных способов обработки почвы, обуславливающих высокую урожайность озимой пшеницы и низкую засоренность посевов (Тютюнов С.И. и др., 2020).

Известно, что озимая пшеница требовательна к плодородию почвы и хорошо отзывается на применение удобрений. При формировании одного центнера зерна и соответствующего количества соломы эта культура потребляет около 3,7 кг азота, 1,3 кг фосфора и 2,3 кг калия (Вавилов П.П. и др., 1979; Панников В.Д., Минеев В.Г., 1987).

Урожайность и качество озимой пшеницы в значительной мере определяются использованием удобрений (Лазарев В.И., 1997; Никульников И.М. и др., 1998; Bilsborrow P. et al., 2013). Как показывают результаты 265 длительных опытов, проводившихся в различных природных условиях ГДР (Meyer A., Schnee M., 1984), доля качества почвы в реализации максимального урожая интенсивных сортов составляет 64,0 %, а доля минерального азота – 14,0 % (Leithold G., 1984).

В исследованиях А.И. Пупонина с соавторами (1983) основная роль в повышении урожайности культур зернопропашного севооборота приходится на органические и минеральные удобрения, роль обработки почвы была менее значительна.

Минеральные удобрения способствуют росту и развитию как культурных, так и сорных растений. Азотные удобрения среди других видов удобрений в большей мере способствуют повышению полевой всхожести семян сорных растений и усиливают быстрое наращивание их вегетативной массы (Фисюнов А.В., 1984; Воробьев Г.Я. и др., 1985; Баздырев Г.И., 1987; Dowding E.A., 1984; O'Donovan J.T., Sharma M.P., 1984; Espeby L., 1987).

В экспериментальных исследованиях П.Ф. Ионина (1987) установлено, что удобрения обусловили увеличение засоренности по отвальной обработке почвы в 2 раза, а по плоскорезной – в 2,7 раза.

Вместе с тем В.Г. Бурячковским (1982) было выявлено уменьшение количества сегетальных растений в посевах озимой пшеницы при увеличении доз применяемых удобрений, что можно объяснить интенсивным ростом и развитием растений основной культуры, приведшими к угнетению сорняков.

Применение удобрений учеными и практиками признано основным мероприятием, обеспечивающим высокую урожайность зерновых культур при

своевременном и качественном выполнении других агротехнических приемов. Сбалансированное использование минеральных, органических удобрений, кальцийсодержащих соединений позволит усовершенствовать технологию выращивания озимой пшеницы применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям, значительно повысить урожайность зерна этой культуры и качество продукции (Трутаева Н.Н. и др., 2020).

В опытах С.В. Мухиной с соавторами (2011) максимальный прирост урожайности озимой пшеницы 1,33 т/га отмечался на варианте комплексного использования минеральных, органических удобрений и дефеката, внесенного в паровое поле зернопаропропашного севооборота.

Современные технологии минерального питания нацелены не на изменение режима питания растений за счет увеличения количества вносимых удобрений, а на оптимизацию процессов поглощения и усвоения растениями элементов питания, что достигается только при определенном наборе удобрений, применении оптимальных агротехнических приемов, в частности предшественников, способов обработки почвы, систем защиты растений. Их сочетание гарантирует эффективность использования не только минеральных удобрений, но и всей технологии, а в результате весомую прибавку урожая и повышение его качества (<http://stavseed.narod.ru/olderfiles/1/Opisaniepolifid.pdf>).

### **1.3 Влияние предшественников и удобрений на пищевой режим почвы и качество зерна разных сортов озимой пшеницы**

Хорошие и полноценные урожаи сельскохозяйственных культур создаются преимущественно такими макроэлементами, как азот, фосфор и калий (Листопадов И.Н., Шапошникова И.М., 1984; Панников В.Д., Минеев В.Г., 1987; Тютюнов С.И. и др., 2020).

*Предшественники.* А.Е. Пшеничный (1978) отмечает самое высокое влияние черного пара на урожайность озимой пшеницы на черноземах ЦЧР, далее по убывающей идут многолетние травы (клевер, эспарцет первого укоса), кукуруза и озимая пшеница на зеленый корм, кукуруза на силос и ячмень.

По данным Я.В. Губанова и Н.Н. Иванова (1988), горох как предшественник озимой пшеницы при своевременной и качественной подготовке почвы обеспечивает получение зерна с высоким содержанием белка и клейковины. И.Я. Самолевский (1959) отмечал равнозначное влияние многолетних трав, гороха и викоовсяной смеси как предшественников на накопление белка в зерне пшеницы.

*Удобрения.* В исследованиях Н.Ф. Коробкова (1982), В.Г. Бурячковского (1982), В.И. Лазарева (1996), С.И. Тютюнова с соавторами (2020), О.А. Минаковой с соавторами (2020) выявлена высокая зависимость урожайности озимой пшеницы и качества зерна от обеспеченности растений питательными элементами, при этом показано, что большую роль в накоплении белка и клейковины играют азотные удобрения.

Я.В. Губанова и Н.Н. Иванова (1988) опубликовали результаты собственных исследований, отметив, что недостаток азотного питания привел к ослаблению роста, снижению накопления азотистых веществ, которое обусловило падение урожая и ухудшение технологических качеств зерна.

Низкие дозы азотных удобрений  $N_{30-40}$  расходуются на формирование урожая и не влияют на качество зерна, и только повышенные дозы азота  $N_{90-120}$  способствуют получению зерна с хорошими качественными показателями (Животков Л.А., Бирюков С.В., Степаненко А.Я. и др., 1989; Тютюнов С.И. и др., 2020).

Азотные удобрения по-разному влияют качества зерна в зависимости от почвенно-климатических зон: внесение  $N_{30-90}$  повышало содержание белка в зерне пшеницы в Нечерноземье на 0,9 %, в Центральном Черноземье – на 2,8 %, на Кубани – на 1,2 %, клейковины – соответственно на 2,2 %, 3,8 и 3,3 % (Губанов Я.В., Иванов Н.Н., 1988; Минакова О.А. и др., 2020).

Повсеместно, в том числе и в зарубежных исследованиях, минеральные удобрения выступают определяющим фактором значительного повышения урожайности и качества зерна (Hubbard K., 1977; Lafever H., Campbell L., 1977; Muller S., Ausorge H., 1977; Verstraeten L., Livens J., 1977; Wormell P., 1977; Witt H., Beese G., 1977).

В современных условиях добиться повышения качества зерна озимой пшеницы можно на основе комплексного подхода к разработке и внедрению адаптивных систем земледелия, экологических технологий выращивания с учетом почвенно-климатических условий. Вариабельность величины и качества урожая на 70–80 % обусловлена изменчивостью погодных условий. Отсюда и попытки объяснить этим низкую эффективность земледелия, так как стрессовые факторы отрицательно могут сказаться на урожае и поэтому требуют колоссальных затрат для уменьшения ущерба из-за низкой предсказуемости (Жученко А.А., 2004; Мельник А.Ф., 2011; Лазарев В.И. и др., 2019; Косякин П.А. и др., 2020).

По результатам анализа литературных источников, посвященных изучению эффективности удобрений при выращивании озимой пшеницы, особенно разных сортов по различным предшественникам, выявлено, что в них приводятся противоречивые сведения, вследствие чего возникает необходимость проведения более углубленных исследований данного аспекта проблемы.

#### **1.4 Влияние предшественников и удобрений на биологические свойства почвы**

Показано, что при успешном ведении органического земледелия, являющегося основой получения экологически безопасной продукции, требуется высокая биологическая активность почвы. Основным способом повышения продуктивности земледелия – повышение плодородия почвы (Кузнецова Л.Н., 2016; Тютюнов С.И. и др., 2020).

При выращивании растений в почве происходит накопление органического вещества и вместе с тем усиливается биологическая активность почвы, на которую влияют как сами культуры, так и, в большей степени, используемые агротехнические приемы (Емцев В.Т., 2005; Минакова О.А. и др., 2019; Тютюнов С.И. и др., 2019).

Результаты исследований Г.В. Мотузовой (1999) свидетельствуют о том, что наряду с количеством растительных остатков, которое зависит от выращиваемых культур, важное значение имеет их химический состав и скорость разложения в

почве. Автором выявлено, что в растительных остатках многолетних трав содержится большое количество элементов питания. Злаковые травы содержат значительно меньшее количество азота в корневых и поукосных остатках. На ход и скорость разложения влияют как внешние условия среды: влажность, температура, реакция почвы, содержание в ней кислорода и питательных веществ, так и химический состав растительных остатков.

*Почвенная биота.* Живые организмы – обязательный компонент почвы. Количество их в хорошо окультуренной почве может достигать нескольких миллиардов в 1 г почвы, а общая масса – 10 т/га. Основная их часть – микроорганизмы. Важнейшей функцией почвенных организмов является создание прочной комковатой структуры почвы пахотного слоя. Структура почвы в решающей степени определяет ее водно-воздушный режим и способствует созданию высокого плодородия. И, наконец, почвенные организмы выделяют в процессе жизнедеятельности различные физиологически активные соединения, участвуя в переводе одних элементов в подвижную форму и, наоборот, закреплении других в недоступной для растений форме (Звягинцев Д.Г., 1987).

Для оценки деятельности почвенной биоты используют показатель «биологическая активность почвы», под которым понимают общую биогенность почвы, определяемую, как правило, подсчетом общего количества почвенных микроорганизмов. Если иметь в виду несовершенство методик, применяемых в этом случае, и малую кратность определений во времени, то результаты анализа дают примерную картину биологической активности почвы.

*Фитотоксичность почвы* обусловлена накоплением физиологически активных веществ, среди которых присутствуют фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др. Совокупность этих веществ получила название колинов, состав и концентрация которых зависят от температуры и влажности почвы, от микроорганизмов и растений. При низких концентрациях фитотоксических веществ в почве обнаруживается стимулирующий эффект, но при увеличении их содержания наступает сильное угнетение роста растений или прорастания семян. Так, в стационарных опытах

сотрудников ТСХА установлено, что в водной вытяжке из почвы бессменных посевов озимой пшеницы и ячменя, взятой в начале весенней вегетации, снижалась всхожесть семян этих культур более чем на 20 % и угнетался рост корневой системы, что явилось одной из причин изреженности бессменных посевов (Баздырев Г.И., 1995).

Источник образования и поступления токсических веществ в почве – корневые выделения растений, послеуборочные растительные остатки и продукты метаболизма микроорганизмов. Наиболее интенсивно фитотоксические вещества накапливаются при выращивании на одном месте однородных или близких по биологии культур и при создании в почве анаэробных условий. Внесение минеральных, и особенно органических, приводит к уменьшению в почве численности фитотоксичных микроорганизмов. Но особенно сильное влияние на их содержание оказывает бессменное выращивание сельскохозяйственных культур – количество фитотоксичных форм микроорганизмов в почве значительно увеличивается (Васильев И.П., 2004).

Анализ и обобщение литературных источников по влиянию предшественников, удобрений и способов обработки почвы под них на агрофизические, биологические и токсические свойства почвы, фитосанитарное состояние посевов, развитие эрозионных процессов, урожайность и качество сельскохозяйственных культур и, в частности, озимой пшеницы, показал неоднозначность выводов по данной проблематике. Результаты исследований многих авторов отличаются большим разнообразием мнений и заключений по изучаемым агротехническим приемам, что связано с пестротой почвенных и климатических условий. Мнения авторов зачастую не совпадают и порой противоречивы.

Вследствие этого необходимо провести дальнейшее изучение таких важнейших агротехнических приемов как выбор предшественников, а также определить степень их влияния на свойства почвы, что в настоящее время является актуальным.

## 2 МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Схема и методика проведения опытов

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 среднесиловой среднетяжелосуглинистый. В слое 0–20 см содержание гумуса составляло 4,1 %, общее содержание N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – соответственно 99,3, 107,6 и 93,5 мг/кг, pH<sub>сол</sub> – 6,2. Делянки в опыте размещены систематически в один ярус. Повторность опыта – трехкратная. Общая площадь делянки 25 м<sup>2</sup> (6,25×4). Учетная площадь делянки – 20 м<sup>2</sup> (5×4). Опыт развернут во времени и пространстве.

Схема трехфакторного опыта 2 × 3 × 4 включает:

- фактор А – два сорта озимой пшеницы;
- фактор Б – три предшественника;
- фактор В – четыре варианта обработки стимуляторами роста.

В опытах изучали два сорта озимой пшеницы – Майская Юбилейная и Альмера, три предшественника озимой пшеницы – чистый пар, горох и яровой ячмень.

Майская Юбилейная – районированный сорт озимой мягкой пшеницы селекции БелГАУ. Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному (5) региону. Разновидность – эритроспермум. Куст – прямостоячий, промежуточный. Колос слабоверетеновидный, средней плотности, средней длины, белый. Ости на конце колоса средней длины, средней грубости, белые. Зерновка по объему – средняя, окраска – красная. Масса 1000 зерен 38–49 г. Среднеранний. Вегетационный период 272–296 дней, созревает на 1–2 дня раньше стандарта Одесская 267. Зимостойкость средняя. Высота растений 76–97 см. Устойчивость к полеганию и засухоустойчивость на уровне сортов-стандартов. Умеренно восприимчив к бурой ржавчине; восприимчив к мучнистой росе. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница. Содержание сырого протеина у сорта выше,

чем у стандарта на 0,7 %. Средняя урожайность в регионе – 41,8 ц/га. Майская Юбилейная регистрационный номер № 8953456, патент № 7385 (<https://ppt4web.ru/medicina/selekcija-ozimojj-pshenicy-belgau.html>).

Альмера – сорт пшеницы озимой, год включения в реестр допущенных: 2012 г. Регион допуска: Центрально-Черноземный регион. Оригинаторы: Шестопалов Игорь Олегович, Шестопалова Раиса Егоровна, Батурин Виктор Николаевич. Родословная: ((Одесская 161 × Донецкая 48) × (БелНИИСХ 1 × Одесская 267)) × Мироновская 808. Разновидность: эритроспермум. Остистая пшеница. Внешнее описание сорта: куст полупрямостоячий. Высота растений 71–97 см. Растение среднерослое. Полуинтенсивного типа. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница (<https://www.apk-kolos.ru/pshenica-ozimaja/c489.html>).

Проводили следующие обработки озимой пшеницы:

- Альбит – обработка семян при посеве (50 мл/т семян) – фон;
- фон + Альбит – обработка растений в период весенне-летней вегетации (40 мл/га + 40 мл/га);
- фон + Полифид – обработка растений в период весенне-летней вегетации (3 кг/га + 3 кг/га);
- фон + Альбит + Полифид – обработка растений в период весенне-летней вегетации (в 2 срока).

Альбит – мировой стандарт антистрессовой защиты, современный инновационный полифункциональный препарат «3 в 1» (антидот, регулятор роста, фунгицид), назначение которого: повышение устойчивости растений к засухе и другим неблагоприятным факторам среды (стрессам), нейтрализация стрессового действия химических пестицидов и удобрений, повышение полевой всхожести семян, сокращение периода, необходимого растениям на формирование урожая, увеличение урожайности, улучшение качества продукции, защита растений от ряда болезней. Добавление препарата в баковую смесь обеспечивает усиленный, стабильный и бесстрессовый эффект химических пестицидов, почвенно-агрохимических и погодных условий. Альбит оказывает не

непосредственное стимулирующее действие на рост, а повышает естественный иммунитет и стрессоустойчивость растений, тем самым увеличивая урожайность.

Действующее вещество препарата Альбит – естественный биополимер поли-бета-гидроксимасляная кислота из почвенных бактерий *Bacillus megaterium*. В естественных природных условиях данные бактерии обитают на корнях растений, стимулируют их рост, защищают от болезней и неблагоприятных условий внешней среды. В состав также входят вещества, стабилизирующие и усиливающие эффект основного действующего вещества магний сернокислый, калий фосфорнокислый, калий азотнокислый, карбамид и хвойный экстракт. Альбит не содержит живых микроорганизмов (а только действующее вещество из них), что делает действие препарата более стабильным, менее подверженным влиянию условий внешней среды, характеризуется низкой стоимостью и экологичностью биологических препаратов, в то же время по эффективности и стабильности приближается к химическим.

Механизм действия препарата Альбит основан на стимуляции естественных защитных реакций растений. Показателем стрессоустойчивости обработанных растений является высокое содержание хлорофилла. Активизация НАДФН-оксидазы под влиянием препарата Альбит также вызывает синтез салициловой кислоты – чрезвычайно активного сигнального соединения, иммунизирующего растения против болезней. За счет интенсификации физиолого-биохимических процессов Альбит позволяет ускорить прохождение фенологических фаз сельскохозяйственными культурами. За счет стимуляции размножения в почве азотфиксаторов, фосфатомобилизирующих и других полезных бактерий. Альбит на 18–47 % увеличивает коэффициенты использования растениями элементов минерального питания из почвы и удобрений.

По своим токсикологическим свойствам Альбит относится к 4 классу опасности, практически безвреден для человека, животных и растений, поэтому рекомендован для использования в системах экологически чистого органического земледелия. У препарата отсутствует срок ожидания – урожай можно собирать сразу же после применения (<http://www.albit.ru/1/1.php>).

Питательный комплекс Полифид отличается от аналогов более высокой степенью химической чистоты, растворимости и стабильности всех компонентов, отсутствием вредных и балластных веществ. У препарата Полифид более качественный состав хелатов, что является решающим фактором эффективности листовых подкормок. Это очень важно для открытого грунта, где pH не контролируется, питательный раствор не защищен от света. Степень растворимости составляет до 50 г в 100 мл воды. В 2010 г. на рынок выведен Полифид нового поколения, который не имеет аналогов в мире. В препарат Полифид введена специальная добавка «Бонус». Она включает вещество естественного происхождения, способствующее усилению кутикулярной проницаемости, прилипатель и смягчитель воды. Основное ее назначение – удерживать на поверхности листа капли удобрения, обеспечить их быстрое проникновение внутрь листа, снизить уровень минерализации используемой воды для опрыскивания. Поэтому Полифиды сейчас не забивают сопла распылителей, растворяются на 100 % без остатка и очень быстро, нет ограничений по температуре и жесткости воды.

Полифид с адьювантом «Бонус» – это новая технология листовой подкормки растений. Механизм проникновения элементов питания в ткани растений основан на концепции медленного проникновения, что позволяет преодолеть отрицательные факторы листовых подкормок, тем самым существенно повысить эффективность некорневого питания. Бонус улучшает адгезию продукта на поверхности листа и создает кластеры (области высокой концентрации), которые сразу частично адсорбируются, а оставшиеся образуют равномерно распределенные по листу скопления, продолжительное время поставляющие питание растениям. Когда воздух становится горячим и сухим, удобрение высыхает капельками и поглощение питательных веществ приостанавливается. В ночное время, когда роса конденсируется на листьях, удобрение снова растворяется, и поглощение питательных веществ возобновляется. Потребление удобрения по этому принципу продолжается несколько дней в зависимости от температуры и относительной влажности

воздуха. Растения, получая столь продолжительную инъекцию через лист, усиливают развитие корневой системы, которая и обеспечивает больший вынос минеральных веществ из почвы и удобрений.

В состав препарата Полифид введен также «МАР» – биостимулятор роста и биопротектор. «МАР» – это растительный комплекс экстракта морских водорослей в виде темно-коричневых хлопьев ( $< 2$  мм), обогащенный дополнительным количеством питательных элементов (прежде всего калием), который посредством воздействия на плазмалемму, ускоряет поглощение элементов питания корневой системой растения и стимулирует процессы обмена веществ. Экстракт морских водорослей содержит природные фитогормоны: Альгиновая кислота (10–20 %) улучшает проникновение питательных веществ и воды в клетки растений, а также, взаимодействуя с элементами питания, делает их более доступными; Маннитол (4–7 %) повышает иммунитет растений; Бетаины (0,04 %) стимулируют синтез хлорофилла, усиливают способность корневой системы поглощать воду, помогают растению преодолеть неблагоприятные условия внешней среды; Цитокинины (0,06 %) – гормон роста и развития, усилитель деления клеток, регулятор усвоения и использования питательных элементов. Все вместе эти вещества приносят фактическую пользу растениям (увеличение клеточного роста, улучшение развития корневой системы, хорошее прорастание всходов). «МАР» способствует увеличению численности полезных микроорганизмов в почве, что создает «биологический барьер» между растением и патогенными микроорганизмами.

Регулярное применение препарата повышает иммунитет, что позволяет лучше преодолевать стрессы и сохранять генетический потенциал сорта. Более того, укрепляя стенки клеток, повышает естественные физические барьеры для развития болезней растения. С его помощью можно успешно бороться с бактериозом, грибковыми и вирусными болезнями. Все это позволяет считать его природным биопротектором. Наличие адъюванта «Бонус» и биостимулятора «МАР» в препарате Полифид, значительно усиливает эффективность некорневых подкормок растений ([www.stavseed.narod.ru](http://www.stavseed.narod.ru)).

Листовая подкормка препаратом Полифид, содержащим все необходимые для активизации процессов жизнедеятельности клеток макро-, мезо- и микроэлементы, позволяет в самый короткий срок снять дефицит элементов питания, так как облегченное проникновение растворов солей через ткани листьев активизирует жизненно важные функции растений: фотосинтез и дыхание.

Состав питательного комплекса Полифид, %:

| Марка                            | N общ | N-NO <sub>3</sub> | N-NH <sub>4</sub> | N-NH <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO | S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | B    | Fe  | Mn   | Cu    | Zn    | Mo    |
|----------------------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-----|-------------------------------|------|-----|------|-------|-------|-------|
| Полифид 19-19-19 (универсальный) | 19    | 5,5               | 3,6               | 9,9               | 19                            | 19               | 1   | 1,9                           | 0,02 | 0,1 | 0,05 | 0,012 | 0,015 | 0,007 |
| Полифид 21-11-21 (зерновой)      | 21    | 6                 | 2                 | 13                | 11                            | 21               | 2   | 3,9                           | 0,02 | 0,1 | 0,05 | 0,011 | 0,015 | 0,07  |

При этом элементы питания попадают в надземную часть растений, где наиболее интенсивно протекают физиологические процессы и чаще всего наблюдается нехватка питательных веществ. Этот путь доставки питания в десятки раз быстрее питания через корневую систему, конечно, при ограниченности объема поглощения. Приведенные выше факторы объясняют, как относительно небольшое количество питательных элементов, внесенных с листовой подкормкой, обеспечивает значительный прирост урожая и улучшение его качества. Питание через лист значительно снижает расходы на минеральные удобрения и в то же время повышает их эффективность при сочетании.

Полифид универсальный N19-P19-K19 + 1Mg + S + Me + Bonus + Mar применяется в начальный период интенсивного вегетативного роста растений. Содержит максимальное количество азота в амидной форме, которая наиболее быстро и эффективно усваивается растениями. Для повышения урожайности в критический период формирования зачаточного колоса совместно с внесением гербицидов в фазе кущения производится первая подкормка препаратом в дозе 3–5 кг/га. Данная подкормка оказывает стимулирующее действие на процессы обмена веществ, повышает сбалансированность химического состава растений, снижает стрессы от воздействия гербицидов и неблагоприятных условий внешней среды, усиливает усвоение азота из удобрений и почвы.

Полифид зерновой N21-P11-K21 + 2Mg + S + Me + Bonus + Mar применяется для повышения урожайности и качества зерна. Вторая подкормка производится препаратом в дозе 3–5 кг/га в фазы от начала колошения до молочно-восковой спелости (совместно с обработкой фунгицидами или инсектицидами). Положительное действие подкормки связано с ее влиянием на обмен веществ и процессы реутилизации элементов питания из вегетативных органов в генеративные на поздних этапах органогенеза, а также стимулирование процессов корневого питания растений, оттока питательных веществ в зерновку и перевода азотистых соединений в белки. Обеспечивает полноценный налив зерна, тем самым способствует повышению натуры зерна, количества клейковины и ее качества ([www.stavseed.narod.ru](http://www.stavseed.narod.ru)).

Основную обработку почвы под озимую пшеницу производили агрегатом в составе МТЗ-82 + КПЭ-3,8 на глубину 12–14 см. Предпосевное удобрение вносили в дозе  $N_{16}P_{16}K_{16}$  в виде азофоски. Ранневесеннюю подкормку проводили в фазе кущения аммиачной селитрой в дозе  $N_{34}$  и для заделки применяли средние бороны.

Для уборки использовали комбайн Sampo SR-2010. Урожай затаривали в мешки, взвешивали на весах и пересчитывали на 14 % влажность и 100 % чистоту.

В ходе исследований провели следующие наблюдения, учеты и анализы:

- фенологические наблюдения, заключающиеся в регистрации основных фаз развития озимой пшеницы, – на всех вариантах опыта по методике Госсортсети;

- густоту стояния растений определяли согласно общепринятой методике в двух несмежных повторениях в два срока: осенью перед уходом в зиму и весной при возобновлении вегетации;

- биометрические показатели (высоту растений) определяли в фазе выхода в трубку – колошения на 50 растениях, отбираемых в разных местах по диагонали учетной площади по всем вариантам опыта;

- влажность почвы в метровом слое определяли термостатно-весовым методом при посеве, в период весеннего возобновления вегетации и к началу уборки озимой пшеницы до одного метра послойно через каждые 10 см;

- плотность почвы определяли методом режущего кольца в слоях 0–10, 10–20, 20–30 см в четырехкратной повторности в те же сроки, что и определение ее влажности по всем вариантам по предшественникам и по двум сортам озимой пшеницы Альмера и Майская Юбилейная;

- структурно-агрегатный состав определяли методом сухого просеивания почвы по Н.И. Саввинову на ситах с диаметром ячеек от 10 до 0,25 мм в слоях 0–10, 10–20 и 20–30 см по трем предшественникам и двум вариантам удобрений в три срока;

- водоустойчивость определяли с помощью метода помещения почвенных агрегатов в чашки Петри с водой на 20 мин. по методу Н.Н. Никольского (Фатьянов В.А., Котлярова О.Г., 2004);

- засоренность посевов пшеницы учитывали в фазе кущения пшеницы и к началу уборки методом наложения четырех учетных площадок размером 0,25 м<sup>2</sup> по диагонали делянки в двух несмежных повторениях;

- токсичность почвы определяли с помощью растительного теста по методу, применяемому на кафедре биологии почв в Лаборатории экотоксикологического анализа почв Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (ЛЭТАП МГУ; сертификаты № 01.19.229/2000 и № 03.13.331/2001), сущность которого заключается в следующих действиях. Навеску почвы каждого образца помещали в чашку Петри, увлажняли до пастообразного состояния и металлическим шпателем выравнивали поверхность. Затем равномерно раскладывали на ней 25 семян тест-растения и слегка вдавливали в почву. Семена тест-растения предварительно замачивали в течение суток в водопроводной воде. Семена контрольного варианта раскладывали на фильтровальную бумагу, под которой находилась смоченная водой вата, проращивали в течение недели, каждый день увлажняя почву равным количеством воды. После окончания опыта число проросших семян и длину проростков растений сравнивали с контрольным вариантом. Почву принято считать токсичной, если она снижает всхожесть семян или угнетает рост проростков не менее чем на 20–30 %. Повторность опыта трехкратная;

- целлюлозную активность почвы определяли методом «аппликации» по разложению в ней льняной ткани по Е.Н. Мишустину. Белую льняную ткань размером 10×30 см сначала взвешивают и прикрепляют к полоске полиэтиленовой пленки такого же размера. На делянках делали равномерно прикопки, к каждой из них прижимали к ровной вертикальной стенке ткань и, с другой стороны, засыпали почвой так, чтобы уплотнить ее до исходного состояния. Места закопок полотен отмечали этикеткой, либо колышком. На каждом варианте делали по три таких прикопки. Время экспозиции составляло один месяц. После отмывания и просушивания ткань взвешивали и по разности массы определяли убыль массы сухой ткани и выражали ее в процентах;

- структурный анализ урожая проводили в двух несмежных повторениях по методике Госсортсети;

- качественные показатели зерна определяли на всех вариантах двух несмежных повторений:

- а) содержание сухого вещества – весовым методом;
- б) содержание общего N, P, K – в одной навеске;
- в) содержание белка – расчетным методом;
- г) количество и качество клейковины – общепринятыми методами.

Запасы продуктивной влаги в почве классифицировали по А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной (1986). Согласно этой методике, запасы продуктивной влаги в слое 0–20 см для роста и развития большинства сельскохозяйственных культур зоны можно оценить по следующей шкале: > 40 мм – хорошие, 40–20 мм – удовлетворительные, < 20 мм – неудовлетворительные; запасы в слое 0–100 см: > 160 мм – очень хорошие, 160–130 мм – хорошие, 130–90 мм – удовлетворительные, 90–60 мм – плохие, < 60 мм – очень плохие.

Статистическую обработку полученных результатов проводили по методу Б.А. Доспехова (1985).

Математическую обработку проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel методом дисперсионного анализа.

## 2.2 Метеорологические условия в период проведения исследования

За период проведения диссертационного исследования в 2016–2019 гг. в среднем за год выпадало 524,7 мм осадков, что было на 26,3 мм меньше нормы, или составляло 95,2 % при средних многолетних значениях количества осадков 551,0 мм (Таблица 1).

Таблица 1 – Количество осадков в период проведения исследования, мм

| Месяцы   | Годы      |           |           | Среднее за 3 года | Среднее много-летнее | Отклонение от средних многолетних |
|----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|
|          | 2016–2017 | 2017–2018 | 2018–2019 |                   |                      |                                   |
| Сентябрь | 7,9       | 24,5      | 27,5      | 20,0              | 40,0                 | –20,0                             |
| Октябрь  | 54,1      | 64,9      | 12,4      | 43,8              | 46,0                 | –2,2                              |
| Ноябрь   | 85,6      | 48,1      | 18,0      | 50,6              | 46,0                 | 4,6                               |
| Декабрь  | 98,1      | 50,5      | 78,7      | 75,8              | 43,0                 | 32,8                              |
| Январь   | 50,7      | 48,4      | 55,9      | 51,7              | 33,0                 | 18,7                              |
| Февраль  | 40,2      | 41,7      | 24,3      | 35,4              | 31,0                 | 4,4                               |
| Март     | 13,7      | 75,4      | 28,5      | 39,2              | 35,0                 | 4,2                               |
| Апрель   | 35,3      | 24,4      | 28,7      | 29,5              | 41,0                 | –11,5                             |
| Май      | 33,9      | 37,4      | 38,7      | 36,7              | 48,0                 | –11,3                             |
| Июнь     | 31,0      | 42,0      | 13,7      | 28,9              | 63,0                 | –34,1                             |
| Июль     | 70,5      | 198,1     | 42,0      | 103,5             | 69,0                 | 34,5                              |
| Август   | 26,8      | 1,0       | 1,0       | 9,6               | 56,0                 | –46,4                             |
| Всего:   | 547,8     | 656,4     | 369,4     | 524,7             | 551,0                | –26,3                             |

В 2016–2017 сельскохозяйственном году выпало 547,8 мм осадков, что практически совпало со среднемноголетними значениями (99,4 %), в 2017–2018 сельскохозяйственном году – 656,4 мм, что на 105,4 мм, или на 19,1 % превысило норму; в 2018–2019 сельскохозяйственном году – 369,4 мм осадков, что было меньше нормы на 181,6 мм, или на 33,0 %.

В период весенне-летней 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 %) и в 2019 г. недостаток оказался равным 97,9 мм (–44,3 %).

Как следует из данных таблицы 2, среднесуточная температура воздуха в годы проведения диссертационного исследования превышала средние многолетние значения на 2,0 °С.

Таблица 2 – Температура воздуха в период проведения исследования, °С

| Месяцы         | Годы      |           |           | Средняя за 3 года | Средняя много-летняя | Отклонение от средних многолетних |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|
|                | 2016–2017 | 2017–2018 | 2018–2019 |                   |                      |                                   |
| Сентябрь       | 13,8      | 15,5      | 16,6      | 15,3              | 12,9                 | 2,4                               |
| Октябрь        | 6,3       | 6,8       | 9,8       | 7,6               | 6,3                  | 1,3                               |
| Ноябрь         | –0,4      | 1,1       | –1,6      | –0,3              | –0,1                 | –0,2                              |
| Декабрь        | –5,1      | 2,4       | –4,4      | –2,4              | –5,3                 | 2,9                               |
| Январь         | –6,2      | –3,8      | –6,1      | – 5,4             | –7,6                 | 2,2                               |
| Февраль        | –3,9      | –5,9      | –2,2      | –4,0              | –7,4                 | 3,4                               |
| Март           | 4,4       | –3,9      | 2,2       | 0,9               | –2,1                 | 3,0                               |
| Апрель         | 9,1       | 10,7      | 10,0      | 9,9               | 7,5                  | 2,4                               |
| Май            | 14,3      | 18,1      | 16,8      | 16,4              | 14,6                 | 1,8                               |
| Июнь           | 18,6      | 19,7      | 22,5      | 20,3              | 17,9                 | 2,4                               |
| Июль           | 20,4      | 21,1      | 19,6      | 20,4              | 19,9                 | 0,5                               |
| Август         | 21,4      | 21,5      | 19,8      | 20,9              | 18,7                 | 2,2                               |
| Средняя за год | 7,7       | 8,6       | 8,6       | 8,3               | 6,3                  | 2,0                               |

Среднесуточная температура воздуха в 2016–2017 сельскохозяйственном году превышала среднемноголетнее значение на 1,4 °С, в 2017–2018 и 2018–2019 годах – на 2,3 °С.

В период апрель-июль температура воздуха была также выше средних многолетних значений. В среднем за три года наблюдений превышение оказалось равным 1,8 °С, при этом в 2017, 2018 и 2019 гг. оно составляло соответственно 0,6, 2,4 и 2,2 °С.

Гидротермический коэффициент (ГТК) за 2017, 2018 и 2019 гг. составил соответственно 1,07, 1,44, 0,59 и в среднем был равен 1,16 при среднемноголетних значениях 1,21.

### **3 ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ РАЗНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО (результаты исследований)**

#### **3.1 Влияние предшественников на засоренность посевов разных сортов озимой пшеницы**

Предшественники оказывали значительное влияние на характер засоренности поля, от чего зависела система подготовки почвы под посев пшеницы. В наших исследованиях определение засоренности проводили в фазе весеннего кушения озимой пшеницы и к началу уборки урожая.

Общая засоренность посевов озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в фазе кушения на варианте предшественника ячмень достоверно превосходила засоренность посевов на варианте предшественника чистый пар на 37 шт./м<sup>2</sup>, или на 75,5 % (Таблица 3).

К началу уборки урожая озимой пшеницы отмеченная закономерность сохранилась: засоренность посевов на вариантах предшественников ячмень и горох была одинаковой – 39 шт./м<sup>2</sup>, или 54,2 %. В оба срока определения наиболее высокая доля вклада в засоренность посевов принадлежала двудольным однолетним сорнякам – соответственно 20 шт./м<sup>2</sup> (64,5 %) и 21–26 шт./м<sup>2</sup> (50,0–61,9 %).

При выращивании озимой пшеницы сорта Альмера закономерность зависимости засоренности посевов от предшественников в целом сохранилась. Достоверно выше, чем по чистому пару, в фазе кушения засоренность была отмечена на варианте предшественника ячмень – на 14 шт./м<sup>2</sup> (21,5 %) и к началу уборки урожая на варианте предшественников горох и ячмень – соответственно на 18 и 31 шт./м<sup>2</sup> (20,2–34,8 %). Вклад в общую засоренность двудольных однолетних сорняков в фазе кушения по этим предшественникам оказался равным 24 и 30 шт./м<sup>2</sup> (34,3 и 38,8 %). К началу уборки урожая в увеличении общей численности сорных растений их доля составила по 55 шт./м<sup>2</sup> (51,4 и 45,8 %).

Характерным для обоих сортов является увеличение количества сорняков в период от фазы кушения растений озимой пшеницы до начала уборки урожая.

При размещении сорта Майская Юбилейная по вариантам чистый пар, горох и ячмень общая засоренность возрастала соответственно на 23, 61 и 25 шт./м<sup>2</sup> (46,9, 122,0 и 29,1 %).

Таблица 3 – Влияние предшественников (фактор Б) на засоренность посевов разных сортов озимой пшеницы (фактор А), (2017–2019 гг.)

| Предшественник<br>(фактор Б) | Группа сорняков               | Количество сорных растений, шт./м <sup>2</sup> |        |              |        | НСР <sub>05</sub><br>(фактор А)<br>кушение/<br>уборка |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|--------|--------------|--------|-------------------------------------------------------|
|                              |                               | Сорт Майская Юбилейная                         |        | Сорт Альмера |        |                                                       |
|                              |                               | Фаза                                           |        | Фаза         |        |                                                       |
|                              |                               | кушение                                        | уборка | кушение      | 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 <sub>05</sub>            | Фактор Б (общая засоренность) | 8                                              | 17     | 9            | 16     | —                                                     |

У озимой пшеницы сорта Альмера отмечена аналогичная закономерность: при севе по чистому пару сорных растений стало больше на 24 шт./м<sup>2</sup> (36,9 %), по гороху – на 37 шт./м<sup>2</sup> (52,9 %) и по ячменю – на 41 шт./м<sup>2</sup> (51,9 %).

Таким образом, засоренность посевов озимой пшеницы сортов Майская Юбилейная и Альмера на варианте выращивания по предшественнику чистый пар была ниже, чем на варианте выращивания по ячменю в фазе кущения – соответственно на 37 и 14 шт./м<sup>2</sup> (75,5 и 21,5 %), а к началу уборки урожая – на вариантах выращивания по таким предшественникам, как горох и ячмень – на 39 шт./м<sup>2</sup> (54,2 %) и 18–31 шт./м<sup>2</sup> (20,0–34,8 %).

### **3.2 Влияние предшественников на структуру почвы при выращивании разных сортов озимой пшеницы**

#### **3.2.1 Структура почвы до посева озимой пшеницы**

Механические элементы почвы могут находиться в раздельно частичном состоянии или быть объединены под влиянием различных факторов в структурные отдельности разной формы и размера.

Способность почвы распадаться на агрегаты называется структурностью почвы, а совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава называется почвенной структурой. В песчаных и супесчаных почвах механические элементы обычно находятся в раздельно-частичном состоянии, а суглинистые и глинистые почвы могут быть структурными, бесструктурными и малоструктурными.

В зависимости от размеров структурных агрегатов структура почвы делится на следующие группы:

- глыбистая – размер почвенных фракций более 10 мм;
- микроструктура – размер почвенных фракций 10–0,25 мм;
- макроструктура – размер почвенных фракций менее 0,25 мм.

Макроструктура является агрономически ценной.

Определение почвенной структуры под озимой пшеницей проводили в три срока:

- при посеве;
- в фазе весеннего кущения;
- к началу уборки урожая.

При анализе средних за 2016–2018 гг. данных структурного состояния почвы до посева озимой пшеницы по предшественникам пар, горох и ячмень в слое почвы 0–10 см отмечено следующее содержание:

- глыбистой фракции – соответственно 15,6, 12,6 и 16,5 %;
- микроструктуры – 10,5, 12,2 и 9,4 %;
- макроструктуры – 73,9, 75,1 и 74,1 % (Рисунок 1).

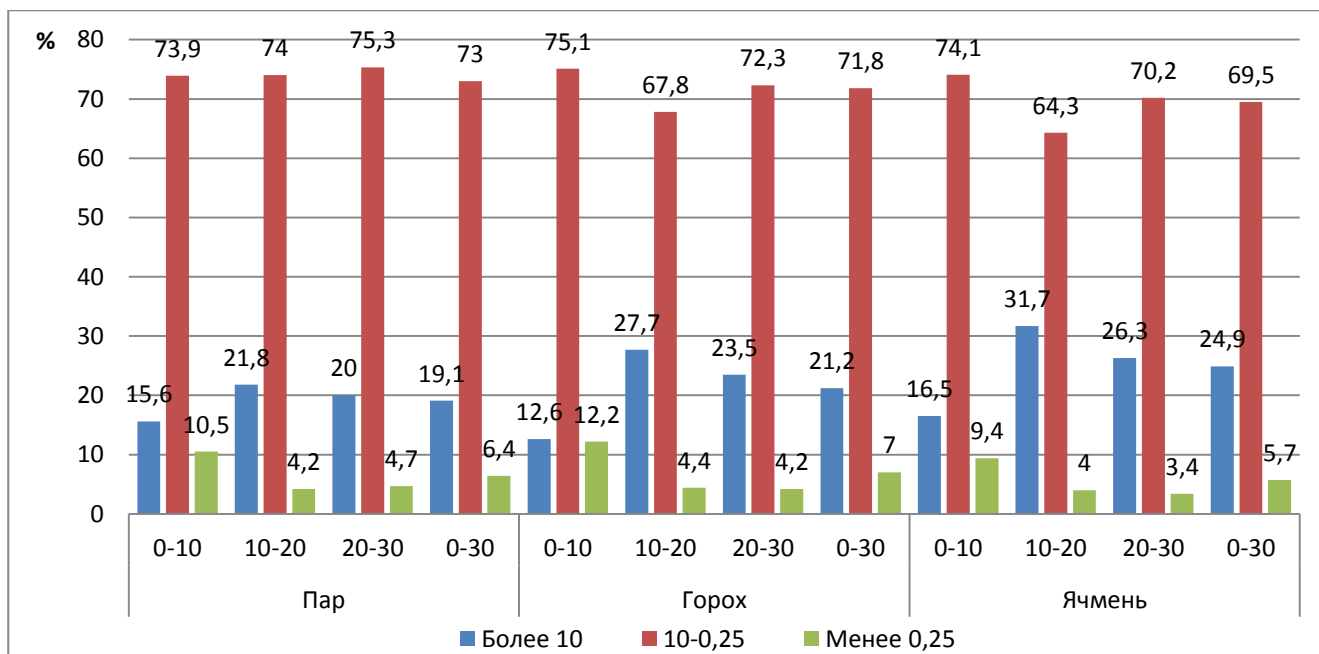


Рисунок 1 – Влияние предшественников озимой пшеницы на содержание структурных почвенных агрегатов (мм) до посева, % (2016–2018 гг.)

При этом коэффициент структурности оказался равным 2,94, 3,06 и 2,95 (Рисунок 2). Эти данные свидетельствуют об отличном структурном состоянии изучаемого слоя почвы.

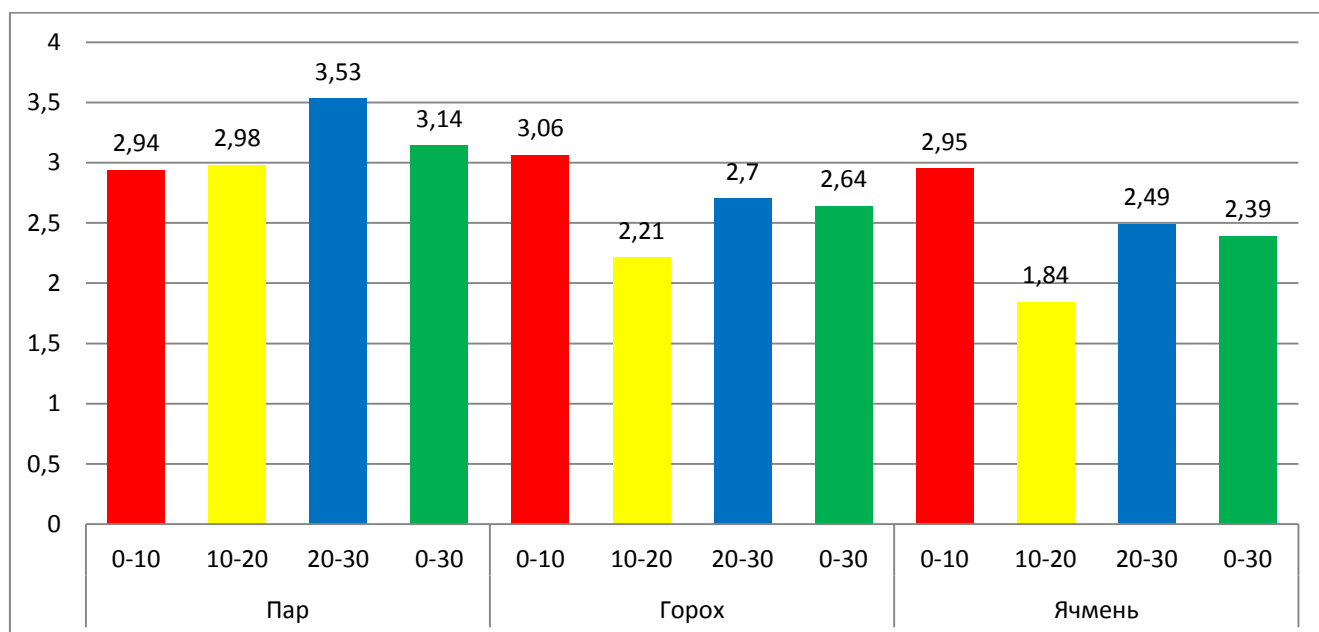


Рисунок 2 – Влияние предшественников озимой пшеницы на коэффициент структурности почвы до посева (2016–2018 гг.)

С увеличением глубины отбора образцов до 10–20 и 20–30 см в почве увеличилось содержание глыбистой фракции, причем 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 (коэффициент структурности 3,53), на вариантах предшественников горох и ячмень отмечено снижение этих показателей соответственно до 67,8 % (2,21) и 64,3 % (1,84). Структурное состояние данного слоя почвы по результатам сухого просеивания является отличным.

В среднем в слое почвы 0–30 см наибольший коэффициент структурности отмечен на варианте предшественника чистый пар – 3,14, по предшественникам горох и ячмень он был на 17–24 % ниже. Наименьший коэффициент структурности отмечен на варианте предшественника ячмень – 2,39. Однако все показатели характеризуют структурное состояние как отличное.

В 2016–2018 гг. агрономически ценная структура (10–0,25 мм) в слое почвы 0–10 см до посева озимой пшеницы по предшественнику чистый пар варьировала в пределах от 71,0 до 78,2 %, по гороху – от 72,2 до 77,2 % и по ячменю – от 70,2 до 77,0 %) (Приложение Д, Таблицы 1 и 2), коэффициент структурности – соответственно в пределах 2,45–3,59, 2,60–3,39 и 2,49–3,35.

### **3.2.2 Структура почвы в фазе кущения озимой пшеницы**

В среднем за 2017–2019 гг. к фазе кущения и к началу уборки урожая озимой пшеницы закономерность распределения структурных агрегатов по всем анализируемым слоям и фракциям сохранилась, однако наблюдалось увеличение содержания агрономически ценных агрегатов и соответственно коэффициента структурности.

В фазе кущения озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в слое почвы 0–30 см глыбистая фракция составила 15,4, 16,8 и 15,6 %, микроструктура – 5,7, 5,6 и 5,8 %, агрономически ценная структура – 78,9 %, 77,6 и 78,6 % при выращивании культуры соответственно по чистому пару, гороху и ячменю (Рисунок 3), коэффициент структурности при этом составлял соответственно 3,91, 3,63 и 4,13 (Рисунок 4).

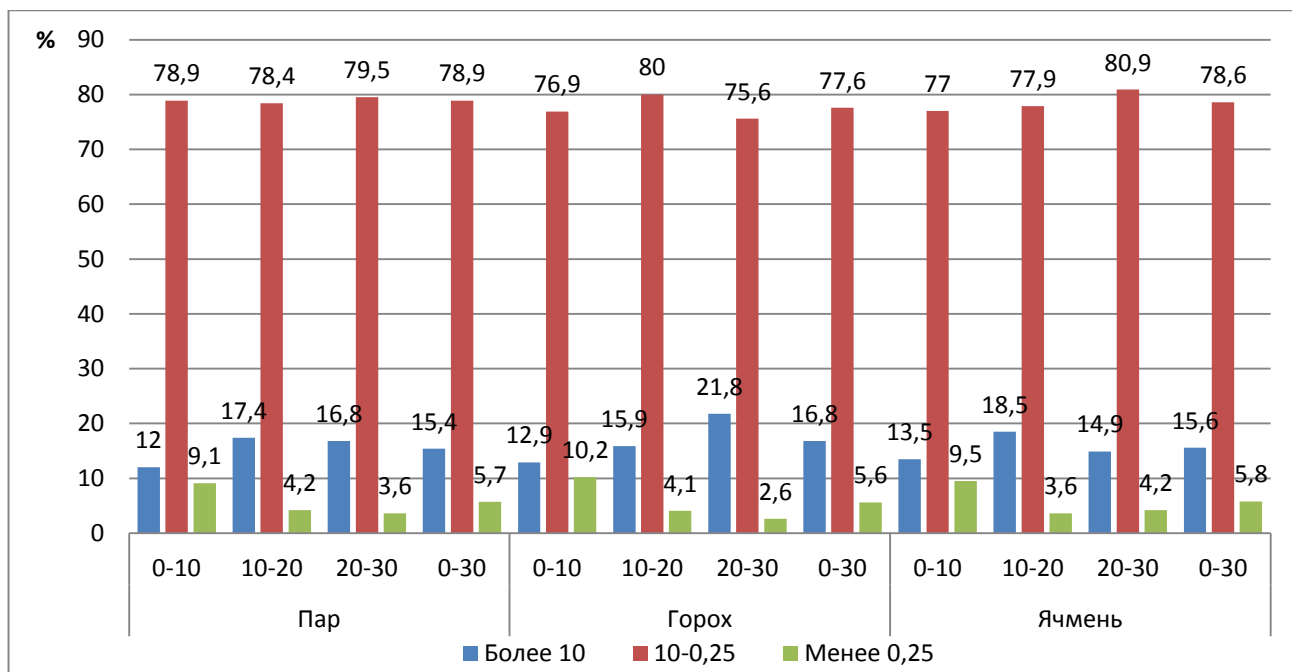


Рисунок 3 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная на содержание структурных почвенных агрегатов (мм) в фазе кушения, % (2017–2019 гг.)

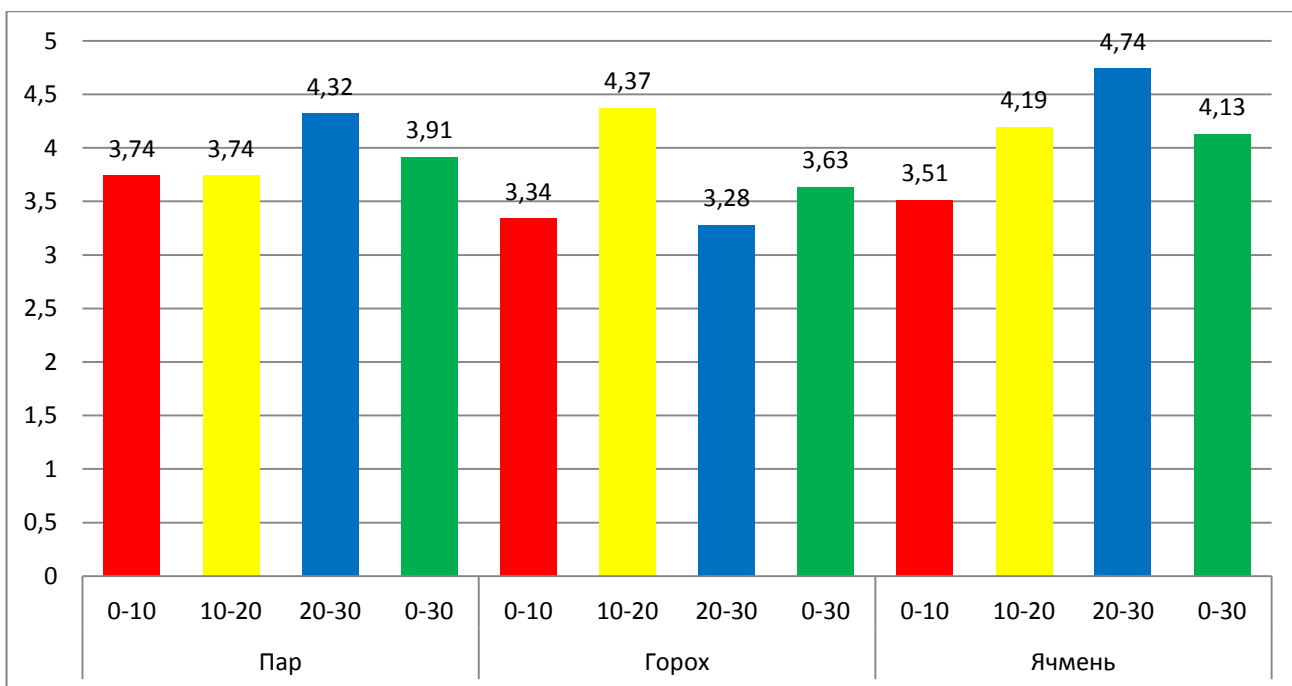


Рисунок 4 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная на коэффициент структурности почвы в фазе кушения (2017–2019 гг.)

В целом следует отметить значительное улучшение структурного состояния почвы в посевах озимой пшеницы по предшественникам горох и ячмень. Коэффициент структурности по этим предшественникам увеличился в 1,4 и 1,7 раза относительно его величины до посева. Самый высокий показатель отмечен по предшественнику ячмень – 4,13.

Содержание агрономически ценной структуры – 10–0,25 мм – в слое почвы 0–30 см в фазе кущения озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная было более высоким в год со средним многолетним увлажнением для данной местности (2017 г.) и с повышенным увлажнением (2018 г.), чем в острозасушливом 2019 г. (Приложение Д, Таблица 3). На варианте предшественника чистый пар эти величины оказались равными соответственно 80,9, 79,5 и 76,4 %, на варианте предшественника горох – 80,1, 79,0 и 73,6 %, на варианте предшественника ячмень – 81,5, 82,9 и 71,5 %.

Закономерно, что коэффициент структурности был более высоким и в более благоприятные по увлажнению годы: соответственно 4,59, 3,89 и 3,24; 4,33, 3,76 и 2,79; 5,02, 4,85 и 2,51 (Таблица 4). Причем в эти годы значения коэффициента на варианте предшественника ячмень превышали значения вариантов чистого пара и гороха, но заметно были ниже данных засушливого года.

Таблица 4 – Коэффициент структурности почвы под озимой пшеницей сорта Майская Юбилейная в фазе кущения под влиянием предшественников

| Предшественник | Слой почвы, см | Годы |      |      |
|----------------|----------------|------|------|------|
|                |                | 2017 | 2018 | 2019 |
| Чистый пар     | 0–10           | 3,59 | 3,61 | 4,02 |
|                | 10–20          | 4,30 | 3,80 | 3,11 |
|                | 20–30          | 5,88 | 4,30 | 2,77 |
|                | 0–30           | 4,59 | 3,89 | 3,24 |
| Горох          | 0–10           | 3,42 | 3,02 | 3,59 |
|                | 10–20          | 5,73 | 4,58 | 2,80 |
|                | 20–30          | 3,84 | 3,76 | 2,24 |
|                | 0–30           | 4,33 | 3,76 | 2,79 |
| Ячмень         | 0–10           | 4,18 | 3,90 | 2,44 |
|                | 10–20          | 5,28 | 4,98 | 2,30 |
|                | 20–30          | 5,59 | 5,80 | 2,83 |
|                | 0–30           | 5,02 | 4,85 | 2,51 |

В фазе кущения озимой пшеницы сорта Альмера в слое почвы 0–30 см глыбистая фракция по предшественникам чистый пар, горох и ячмень составила

соответственно 13,0, 17,3 и 14,2 %, микроструктура – 6,0, 5,3 и 6,4 % и агрономически ценная структура – 81,0, 77,4 и 79,5 % (Рисунок 5) при коэффициенте структурности 4,56, 3,67 и 4,20 (Рисунок 6). В целом отмечено значительное улучшение структурного состояния почвы в посевах озимой пшеницы на вариантах со всеми предшественниками.

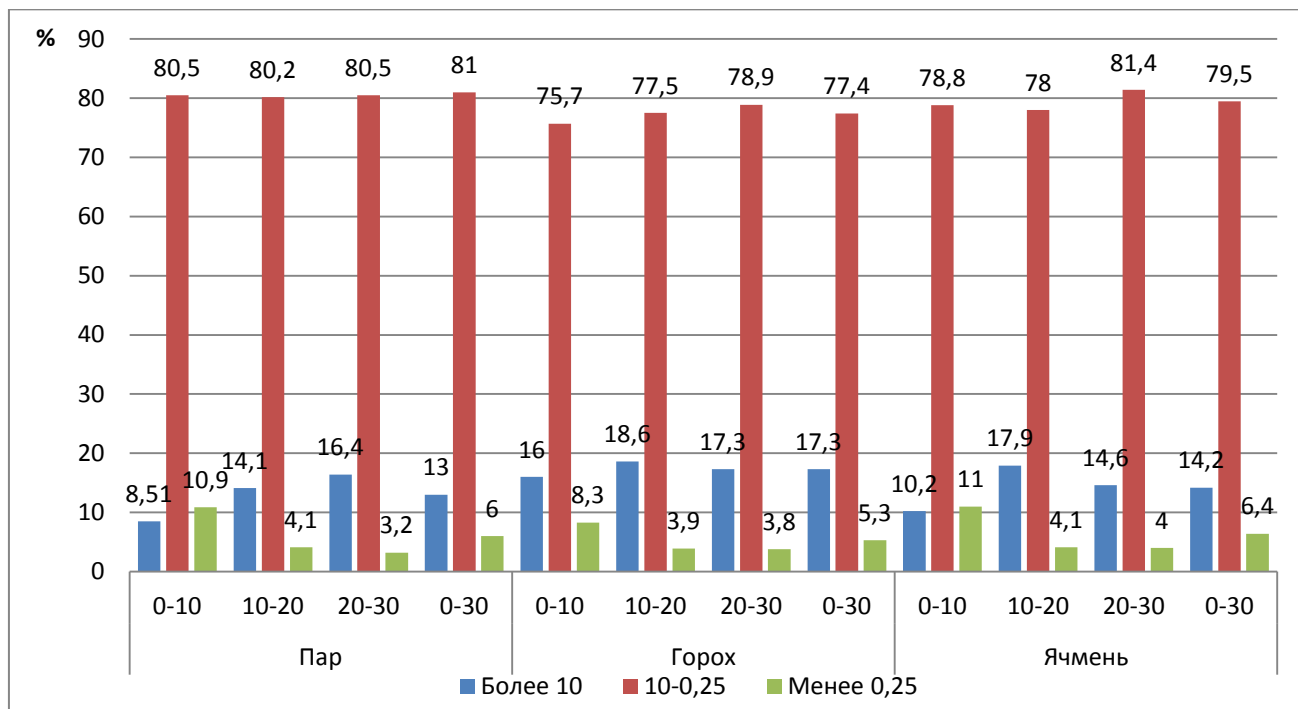


Рисунок 5 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Альмера на содержание структурных почвенных агрегатов (мм) в фазе кущения, % (2017–2019 гг.)

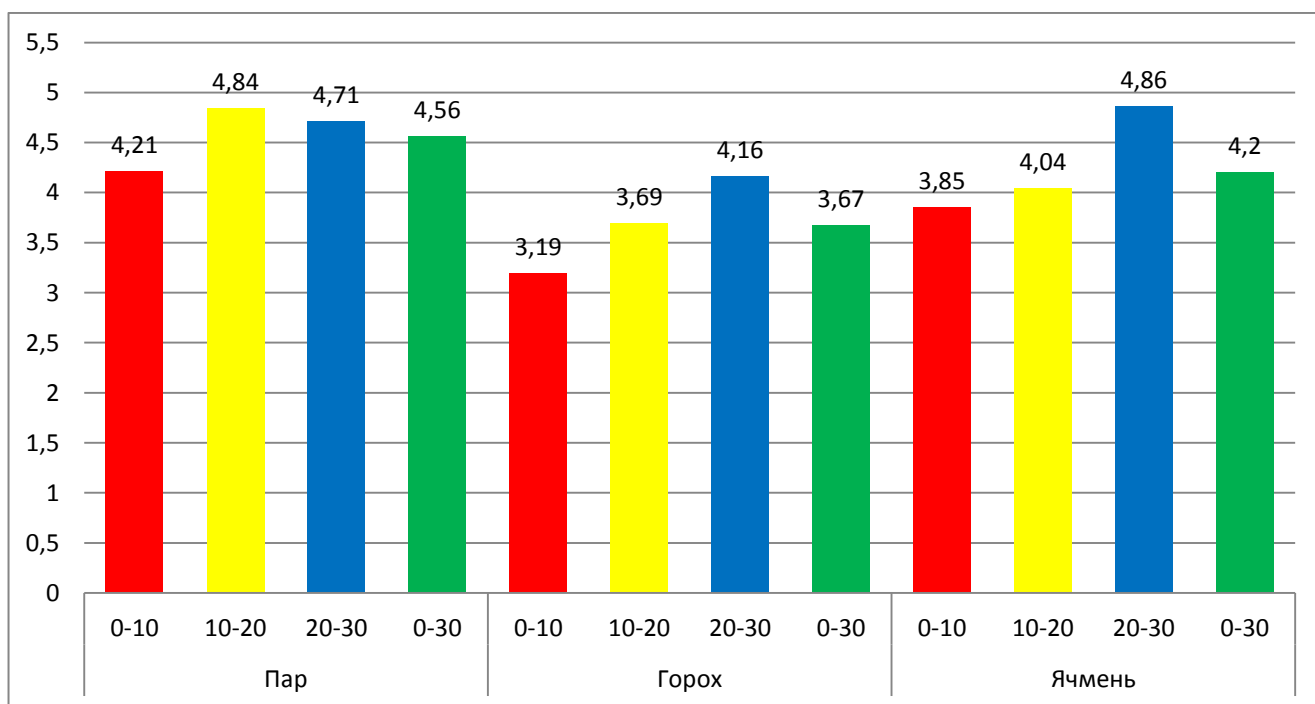


Рисунок 6 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Альмера на коэффициент структурности почвы в фазе кущения (2017–2019 гг.)

В фазе кущения  $K_{стр}$  увеличился в 1,4–1,7 раза относительно посева. Максимальная его величина 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 в слое почвы 0–30 см в фазе кущения озимой пшеницы сорта Альмера также было более высоким, как и при выращивании сорта Майская Юбилейная в год со средним многолетним увлажнением для данной местности (2017 г.) и с повышенным увлажнением (2018 г.), чем в острозасушливом 2019 г. (Приложение Д, Таблица 4). На варианте предшественника чистый пар эти величины оказались равными соответственно 85,2, 81,0 и 76,8 %, на варианте предшественников горох и ячмень – 76,2, 83,2, 72,9 % и 83,9, 81,6, 72,9 %.

Закономерно, что и в более благоприятные по увлажнению годы коэффициент структурности был более высоким: 6,10, 4,26 и 3,31; 3,37, 4,95 и 2,69; 5,48, 4,44 и 2,69 (Таблица 5). Причем при выращивании озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная значения коэффициента в год со средними условиями увлажнения (2017 г.) были выше на варианте предшественника чистый пар.

Таблица 5 – Коэффициент структурности почвы под озимой пшеницей сорта Альмера в фазе кущения под влиянием предшественников

| Предшественник | Слой почвы, см | Годы |      |      |
|----------------|----------------|------|------|------|
|                |                | 2017 | 2018 | 2019 |
| Чистый пар     | 0–10           | 4,72 | 3,69 | 4,21 |
|                | 10–20          | 6,40 | 4,75 | 3,36 |
|                | 20–30          | 7,17 | 4,35 | 2,62 |
|                | 0–30           | 6,10 | 4,26 | 3,31 |
| Горох          | 0–10           | 2,63 | 3,93 | 3,00 |
|                | 10–20          | 3,18 | 5,21 | 2,69 |
|                | 20–30          | 4,29 | 5,75 | 2,45 |
|                | 0–30           | 3,37 | 4,95 | 2,69 |
| Ячмень         | 0–10           | 4,51 | 3,52 | 3,52 |
|                | 10–20          | 5,60 | 4,46 | 2,07 |
|                | 20–30          | 6,34 | 5,49 | 2,74 |
|                | 0–30           | 5,48 | 4,44 | 2,69 |

### 3.2.3 Структура почвы к началу уборки урожая озимой пшеницы

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. Содержание агрономически ценной фракции на вариантах предшественников пар, горох и ячмень составило соответственно 76,1, 77,4 и 74 % (Рисунок 7), а коэффициент структурности – 3,25, 3,43 и 2,96 (Рисунок 8).

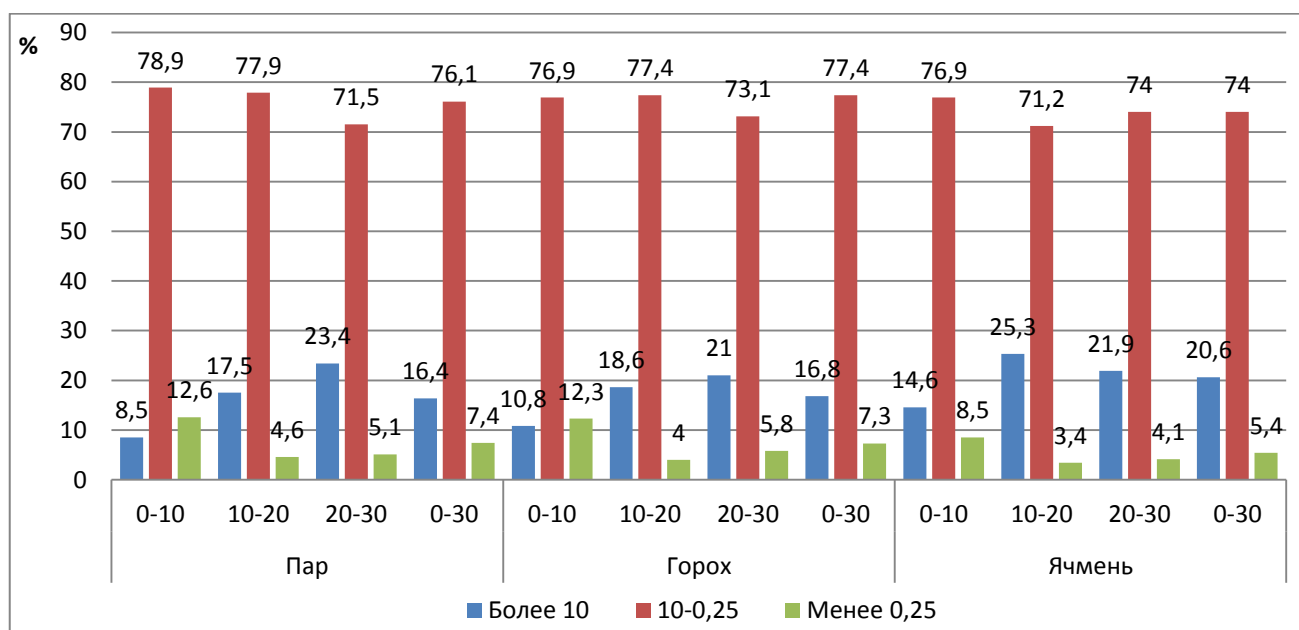


Рисунок 7 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная на содержание структурных почвенных агрегатов (мм) к началу уборки урожая, % (2017–2019 гг.)

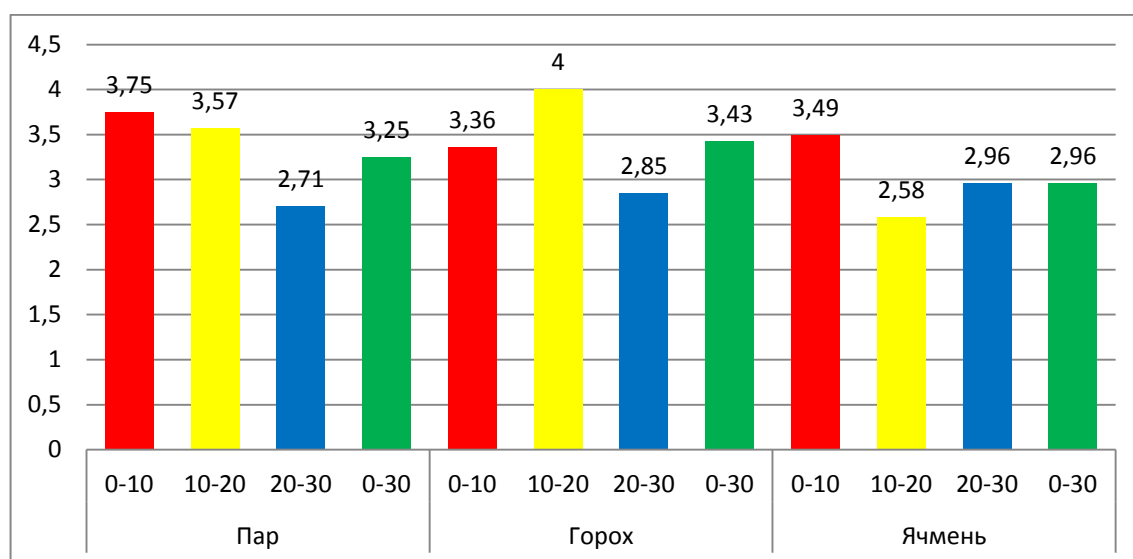


Рисунок 8 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная на коэффициент структурности почвы к началу уборки урожая (2017–2019 гг.)

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 в год с превышением среднегодового количества атмосферных осадков на 105,4 мм, или на 19,1 % (2018 г.) при размещении озимой пшеницы по всем изучаемым предшественникам (Приложение Д, Таблица 5) при более высоких значениях коэффициента структурности (Таблица 6).

Таблица 6 – Коэффициент структурности почвы под озимой пшеницей к началу уборки урожая под влиянием предшественников, сорт Майская Юбилейная

| Предшественник | Слой почвы, см | Годы |      |      |
|----------------|----------------|------|------|------|
|                |                | 2017 | 2018 | 2019 |
| Чистый пар     | 0–10           | 3,51 | 3,76 | 3,98 |
|                | 10–20          | 3,30 | 4,05 | 3,35 |
|                | 20–30          | 3,18 | 3,27 | 1,67 |
|                | 0–30           | 3,33 | 3,69 | 2,73 |
| Горох          | 0–10           | 2,98 | 3,72 | 3,37 |
|                | 10–20          | 4,12 | 5,54 | 2,33 |
|                | 20–30          | 2,15 | 3,26 | 3,15 |
|                | 0–30           | 3,08 | 4,31 | 2,91 |
| Ячмень         | 0–10           | 2,42 | 4,32 | 3,74 |
|                | 10–20          | 2,74 | 2,83 | 2,18 |
|                | 20–30          | 3,56 | 3,13 | 2,18 |
|                | 0–30           | 2,91 | 3,41 | 2,57 |

Максимальное количество агрономически ценных агрегатов содержалось в слое почвы 10–20 см на вариантах выращивания озимой пшеницы по таким предшественникам, как пар и горох – соответственно 80,2 и 84,7 %, на варианте предшественника ячмень – в слое 0–10 см. Минимальное количество агрономически ценных агрегатов – 76,6, 76,5 и 75,8 % – содержалось в самом нижнем слое пахотного горизонта – 20–30 см. Для этого слоя характерно, как правило, самое низкое содержание агрегатов микроструктуры почвы и наибольшее содержание глыбистой фракции, которая формируется наиболее интенсивно в острозасушливый год (2019 г.), в условиях дефицита атмосферных осадков – ниже среднегодовых на 181,6 мм, или 33,0 %.

Характер формирования коэффициента структурности чернозема типичного в основном соизмерим с закономерностями образования структуры почвы в зависимости от предшественников и сортов озимой пшеницы (Таблица 6). Наиболее высоким коэффициент структурности был в слое почвы 10–20 см – 4,05 и 5,54 при севе озимой пшеницы по таким предшественникам, как пар и горох, в слое 0–10 см  $K_{стр}$  был равен 4,32 в год с превышением среднеголетних атмосферных осадков (2018 г.). Самым низким коэффициент структурности был в условиях недостатка влаги в почве в слое 20–30 см на вариантах таких предшественников, как пар и ячмень – соответственно 1,67 и 2,18. На варианте предшественника горох в слое 10–20 см  $K_{стр}$  составил 2,33.

К началу уборки урожая озимой пшеницы сорта Альмера в среднем за годы исследований в слое 0–30 см структурное состояние почвы улучшалось так же, как и при выращивании сорта Майская Юбилейная, по сравнению с его характеристиками в период сева, но ухудшалось по сравнению с характеристиками в фазе кущения (Рисунок 9).

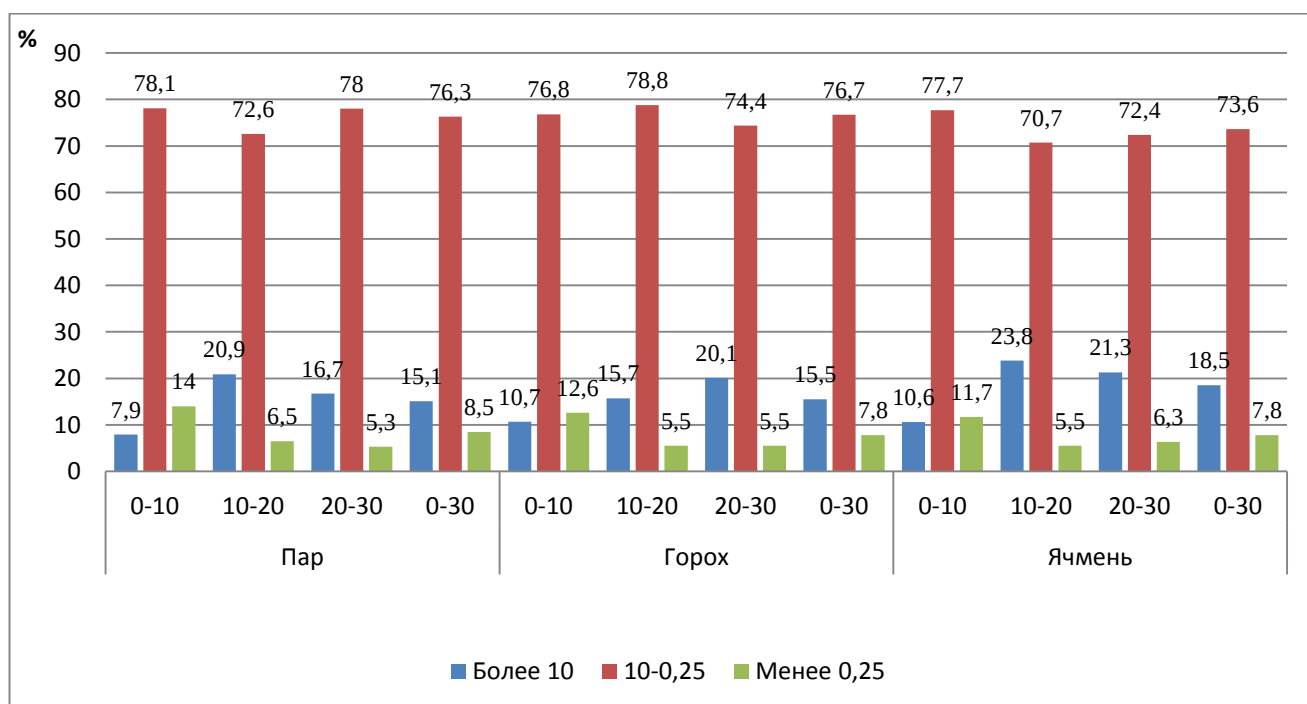


Рисунок 9 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Альмера на содержание структурных почвенных агрегатов (мм) к началу уборки урожая, % (2017–2019 гг.)

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 коэффициента структурности повышалась аналогично значениям содержания агрономически ценной фракции по вариантам – 3,66, 3,43 и 3,05 (Рисунок 10).

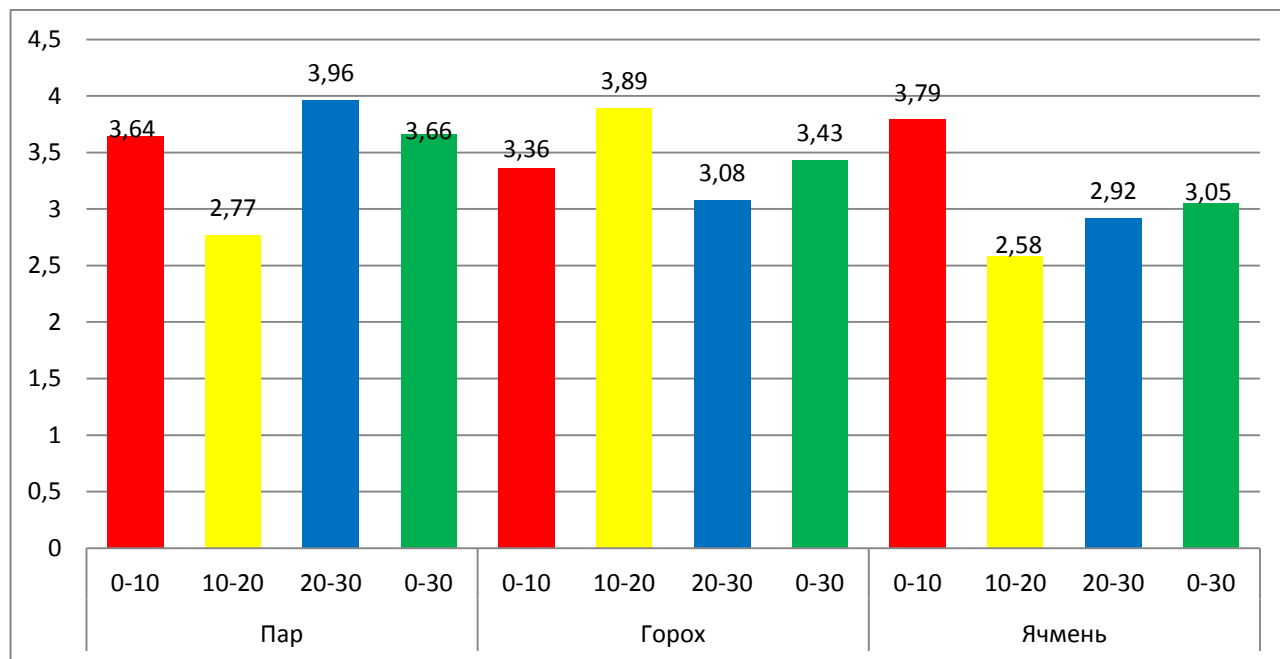


Рисунок 10 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Альмера на коэффициент структурности почвы к началу уборки урожая (2017–2019 гг.)

Наибольшее содержание агрономически ценной фракции почвы отмечено в слое 20–30 см на варианте предшественника чистый пар – 85,1 %, в слое 10–20 см на варианте предшественника горох – 82,1 % и в слое 0–10 см на варианте предшественника ячмень – 84,8 % в благоприятный по увлажнению год (Приложение Д, Таблица 6). Наименьшие ее значения наблюдались в слое почвы 20–30 см в неблагоприятный по увлажнению год по всем трем предшественникам – соответственно 71,8, 72,1 и 63,4 %.

Динамика значений коэффициента структурности закономерно согласуется с изменениями показателей содержания агрономически ценной фракции почвы (Таблица 7). Максимальными его значения были отмечены в благоприятный по влагообеспеченности год на вариантах предшественников пар, горох и ячмень – соответственно 5,71, 4,58 и 5,57 в слоях почвы 20–30, 10–20 и 0–10 см, а минимальными – в неблагоприятный год только в слое 20–30 см – 2,55, 2,58 и 1,73.

Таблица 7 – Коэффициент структурности почвы под озимой пшеницей к началу уборки урожая под влиянием предшественников, сорт Альмера

| Предшественник | Слой почвы, см | Годы |      |      |
|----------------|----------------|------|------|------|
|                |                | 2017 | 2018 | 2019 |
| Чистый пар     | 0–10           | 3,25 | 3,39 | 4,29 |
|                | 10–20          | 2,16 | 3,50 | 2,65 |
|                | 20–30          | 3,61 | 5,71 | 2,55 |
|                | 0–30           | 3,01 | 4,08 | 3,90 |
| Горох          | 0–10           | 2,85 | 3,72 | 3,50 |
|                | 10–20          | 3,99 | 4,58 | 3,11 |
|                | 20–30          | 3,42 | 3,24 | 2,58 |
|                | 0–30           | 3,42 | 3,84 | 3,03 |
| Ячмень         | 0–10           | 3,26 | 5,57 | 2,55 |
|                | 10–20          | 2,20 | 3,44 | 2,10 |
|                | 20–30          | 3,15 | 3,88 | 1,73 |
|                | 0–30           | 2,87 | 4,18 | 2,09 |

В результате проведенного исследования также было выявлено, что структура почвы варьировала и в зависимости от глубины отбора почвенных образцов. Так, до посева озимой пшеницы глыбистая фракция почвы (более 10 мм) формировалась в среднем слое (10–20 см) пахотного горизонта (0–30 см) независимо от предшественника. Агрономически ценная фракция (10–0,25 мм) находилась в нижнем слое (20–30 см) пахотного горизонта на вариантах таких предшественников, как пар и горох, а на варианте предшественника ячмень – в верхнем слое почвы (0–10 см). Отмечена тенденция снижения коэффициента структурности с увеличением глубины отбора образцов почвы на вариантах выращивания озимой пшеницы по гороху и ячменю без заметного варьирования на варианте выращивания по чистому пару.

В фазе кущения озимой пшеницы глыбистая фракция по-прежнему сосредотачивалась в слое почвы 10–20 см при выращивании сорта Майская Юбилейная на вариантах таких предшественников, как пар и ячмень, при выращивании сорта Альмера – на вариантах предшественников горох и ячмень.

Аналогичная закономерность по сортам и предшественникам наблюдалась по наибольшему содержанию агрономически ценной фракции почвы, но только это относилось к слою 20–30 см. Здесь также был выше коэффициент структурности.

На варианте размещения сорта Майская Юбилейная по предшественнику горох и сорта Альмера на варианте размещения по чистому пару глыбистая фракция накапливалась большей частью в слое 20–30 см. При этом агрономически ценная фракция на варианте предшественника горох в большей степени накапливалась в слое 10–20 см, а на варианте предшественника чистый пар изменений по разным глубинам не было выявлено. При размещении озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по предшественнику горох и сорта Альмера по предшественнику чистый пар коэффициент структурности был самым высоким в слое почвы 10–20 см.

К началу уборки урожая при размещении озимой пшеницы обоих сортов по гороху максимальные значения содержания глыбистой и агрономически ценной фракций, а также коэффициента структурности отмечены в слое 10–20 см. При размещении озимой пшеницы обоих сортов по чистому пару глыбистая фракция также сосредотачивалась преимущественно в слое 20–30 см без заметных изменений содержания агрономически ценной фракции и коэффициента структурности. При размещении по ячменю проявилась четко выраженная тенденция к снижению содержания агрономически ценной фракции и коэффициента структурности с увеличением глубины отбора почвенных образцов в пределах почвенного горизонта.

### **3.3 Влияние предшественников на водоустойчивость почвенных агрегатов при выращивании разных сортов озимой пшеницы**

В условиях Белгородской области, находящейся в зоне активного проявления водной эрозии, для выращивания сельскохозяйственных культур важно наличие не только агрономически ценной структуры почвы, но и такие показатели, как водоустойчивость, способность сопротивляться размывающему действию воды.

Анализ значений водоустойчивости почвенных агрегатов до посева озимой пшеницы показал, что в среднем за 2016–2018 гг. в слое почвы 0–10 см на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень она характеризовалась как неудовлетворительная, при этом содержание водоустойчивых почвенных агрегатов составило соответственно 23,2 и 32,4 % (Рисунок 11).

На варианте размещения озимой пшеницы по предшественнику чистый пар водоустойчивость классифицировалась как плохая – 16,5 % (Таблица 8). Более высокие значения этого показателя были отмечены в 2016 г., такую обусловленность можно объяснить благоприятными погодными условиями (Приложение Д, Таблица 7).

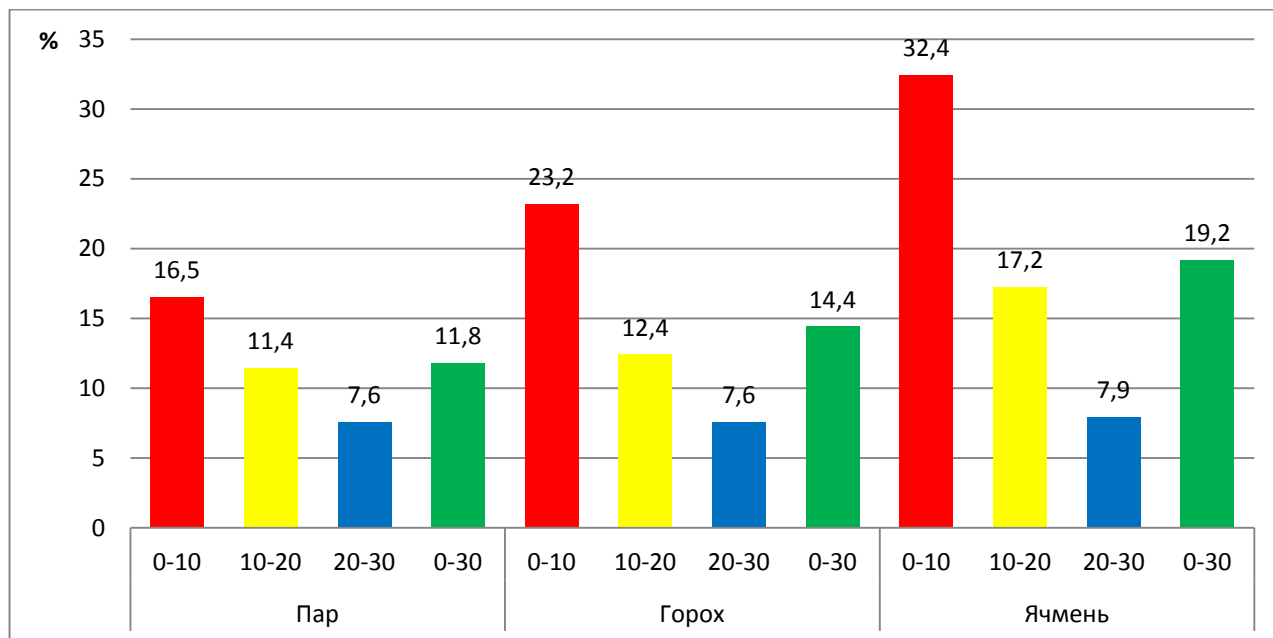


Рисунок 11 – Влияние предшественников озимой пшеницы на содержание водоустойчивых почвенных агрегатов фракции 3–10 мм перед посевом, % (2016–2018 гг.)

Отмечена следующая закономерность: 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, при этом водоустойчивость характеризовалась как плохая. В среднем за период исследования содержание водоустойчивых агрегатов в слое почвы 0–30 см составило по предшественникам чистый пар, горох и ячмень соответственно 11,8, 14,4 и 19,2 %.

Таблица 8 – Содержание водоустойчивых агрегатов почвы под влиянием предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в период вегетации, фракция 3–10 мм, %

| Предшественник              | Слой почвы, см | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|-----------------------------|----------------|---------|---------|---------|
| <i>Фаза кущения</i>         |                |         |         |         |
| Чистый пар                  | 0–10           | 9,0     | 7,2     | 12,2    |
|                             | 10–20          | 11,0    | 8,3     | 11,1    |
|                             | 20–30          | 7,8     | 12,8    | 13,3    |
|                             | 0–30           | 9,3     | 9,4     | 12,2    |
| Горох                       | 0–10           | 15,0    | 8,9     | 27,8    |
|                             | 10–20          | 20,5    | 16,1    | 29,3    |
|                             | 20–30          | 8,8     | 5,5     | 24,9    |
|                             | 0–30           | 14,8    | 10,2    | 27,3    |
| Ячмень                      | 0–10           | 9,5     | 10,5    | 35,0    |
|                             | 10–20          | 12,7    | 14,5    | 34,4    |
|                             | 20–30          | 3,8     | 20,0    | 23,3    |
|                             | 0–30           | 8,7     | 15,0    | 30,9    |
| НСР <sub>05</sub>           |                | 4,3     | 5,6     | 11,2    |
| <i>Начало уборки урожая</i> |                |         |         |         |
| Чистый пар                  | 0–10           | 17,7    | 6,7     | 33,3    |
|                             | 10–20          | 19,0    | 16,7    | 36,6    |
|                             | 20–30          | 11,7    | 3,3     | 21,6    |
|                             | 0–30           | 16,1    | 8,9     | 30,5    |
| Горох                       | 0–10           | 14,3    | 14,5    | 32,7    |
|                             | 10–20          | 20,5    | 35,0    | 30,0    |
|                             | 20–30          | 15,5    | 14,4    | 27,2    |
|                             | 0–30           | 16,8    | 21,3    | 29,9    |
| Ячмень                      | 0–10           | 24,3    | 11,7    | 28,3    |
|                             | 10–20          | 20,5    | 18,9    | 37,7    |
|                             | 20–30          | 19,5    | 17,8    | 27,2    |
|                             | 0–30           | 21,5    | 16,1    | 31,0    |
| НСР <sub>05</sub>           |                | 5,9     | 7,1     | 14,2    |

Водоустойчивость почвенных агрегатов в фазе кущения растений озимой пшеницы в среднем за 2017–2019 гг. в слое почвы 0–30 см по всем предшественникам характеризовалась как неудовлетворительная.

Содержание водопрочных агрегатов по предшественникам пар, горох и ячмень при выращивании сорта Майская Юбилейная составило соответственно 10,3, 17,4 и 18,2 % (Рисунок 12), сорта Альмера – 12,0, 15,4 и 16,0 % (Рисунок 13).

Более высокие значения водоустойчивости почвенных агрегатов наблюдались в слое почвы 10–20 см по предшественникам горох и ячмень и поэтому структура почвенных агрегатов характеризовалась как неудовлетворительная: содержание водопрочных агрегатов в посевах сорта Майская Юбилейная составило соответственно 22,0 и 20,5 %, в посевах сорта Альмера – 21,1 и 22,2 %.

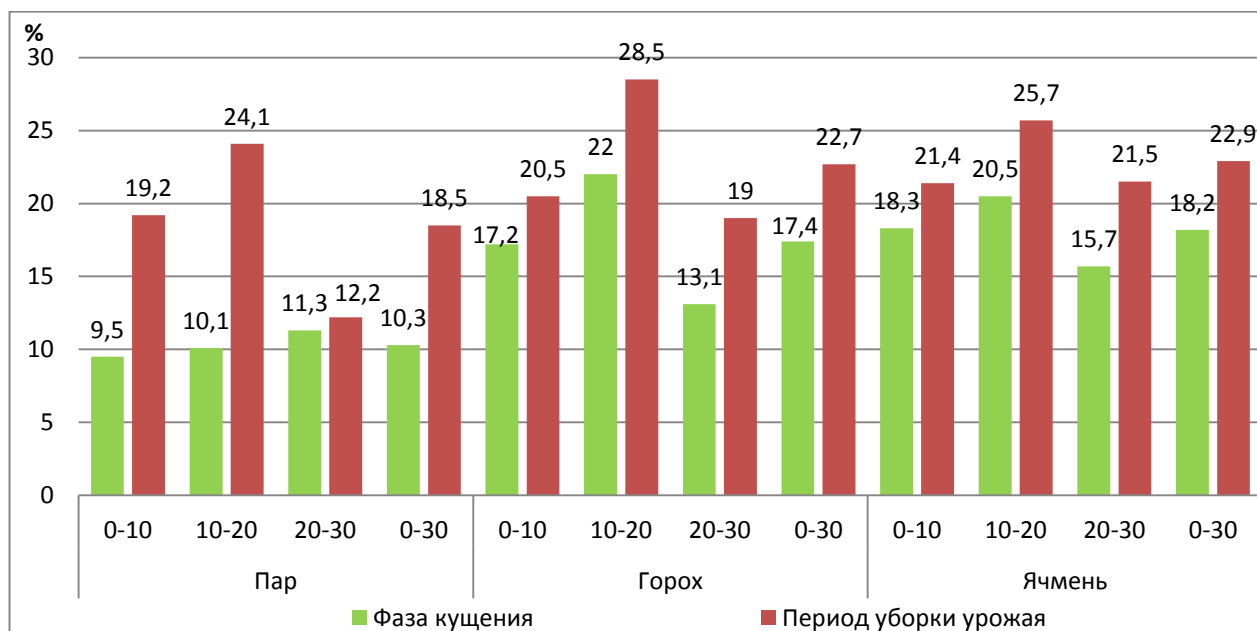


Рисунок 12 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная на содержание водоустойчивых почвенных агрегатов фракции 3–10 мм в период вегетации, % (2017–2019 гг.)

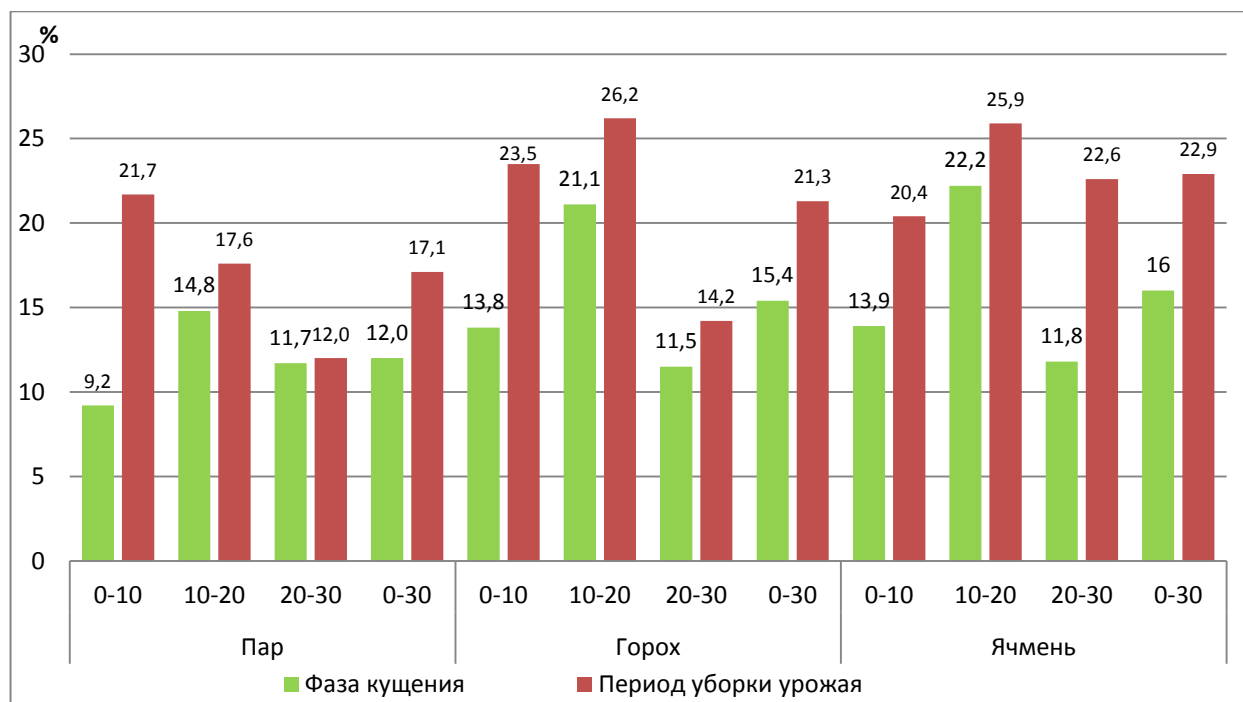


Рисунок 13 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Альмера на содержание водоустойчивых почвенных агрегатов фракции 3–10 мм в период вегетации, % (2017–2019 гг.)

К началу уборки урожая водоустойчивость почвенных агрегатов в слое почвы 0–30 см в целом возросла, но характеризовалась как неудовлетворительная, о чем свидетельствовало их количество на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень: при размещении сорта Майская Юбилейная – соответственно 22,7 и 22,9 %, сорта Альмера – 21,3 и 22,9 %. На варианте предшественника чистый пар водоустойчивость почвенных агрегатов характеризовалась как плохая: их количество при выращивании сорта Майская Юбилейная составило 18,5 %, сорта Альмера – 17,1 %. На варианте этого же предшественника в посевах сорта Майская Юбилейная в слое почвы 10–20 см и сорта Альмера в слое почвы 0–10 см водоустойчивость почвенных агрегатов характеризовалась как неудовлетворительная при их количестве, равном 24,1 и 21,7 %. В целом можно отметить, что максимальными значения водоустойчивости почвенных агрегатов в слое почвы 0–30 см были на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень – 22,7 и 22,9 %, минимальными – на варианте предшественника чистый пар – 17,1 и 18,5 % в посевах озимой пшеницы сортов Майская Юбилейная и Альмера соответственно.

Отмечена определенная динамика содержания водоустойчивых почвенных агрегатов во всем пахотном горизонте в период посев – фаза кущения, однако четко выраженная тенденция не была выявлена, тогда как в период весенне-летней вегетации наблюдались значительные изменения этого показателя. В посевах озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в среднем за годы проведения исследования количество водоустойчивых почвенных агрегатов возросло в 1,8 раза на варианте предшественника чистый пар, на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень – в 1,3 раза, в посевах сорта Альмера отмечено увеличение этого показателя на одинаковую величину – в 1,4 раза на вариантах всех предшественников озимой пшеницы.

В разные годы характер нарастания водоустойчивости почвенных агрегатов был неодинаковым в период фаза кущения – начало уборки урожая (Таблица 8, Приложение Д, Таблица 15). Наиболее заметно этот показатель повышался при выращивании сорта Майская Юбилейная по предшественнику пар в засушливом

2019 г. в слоях почвы 0–10 и 10–20 см – в 2,7 и 3,3 раза. В год с незначительным (–0,6 %) отклонением от среднегодового количества осадков (2016/2017 сельскохозяйственный год), но при их дефиците в период апрель-июль (–50,3 мм, или 22,8 %) содержание агрегатов в слое почвы 0–30 см повысилось при выращивании озимой пшеницы по таким предшественникам, как пар и ячмень – в 1,7 и 2,5 раза соответственно. В год с превышением среднегодового количества осадков (2018 г.) при выращивании по гороху их содержание выросло в 2,2 раза в слое 10–20 см. При выращивании по ячменю характерно отсутствие динамики водоустойчивых свойств почвы за весенне-летний период в засушливый год во всем пахотном горизонте.

При размещении озимой пшеницы сорта Альмера по чистому пару более заметное повышение (в 1,6 и 1,8 раза) содержания водоустойчивых почвенных агрегатов во всем пахотном горизонте наблюдалось соответственно в год с близкими к средним условиям увлажнения и в год с их превышением. При размещении по гороху и ячменю наиболее заметный рост количества этих агрегатов отмечен при средних условиях увлажнения – соответственно в 2,5 и 1,8 раза. При размещении по гороху варьирование водоустойчивости почвы в засушливых условиях вегетации не наблюдалось.

### **3.4 Влияние предшественников на влажность почвы при выращивании разных сортов озимой пшеницы**

Анализ данных влажности почвы до посева озимой пшеницы в среднем за годы исследования (2016–2018 гг.) выявил, что на варианте предшественника чистый пар в слоях почвы 0–30 и 0–100 см она 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 (Рисунок 14).

В зависимости от предшественников и сортов влажность почвы в фазе кущения озимой пшеницы изменялась незначительно, существенной разницы значений влажности пахотного и метрового слоев не наблюдалось (Рисунок 15).

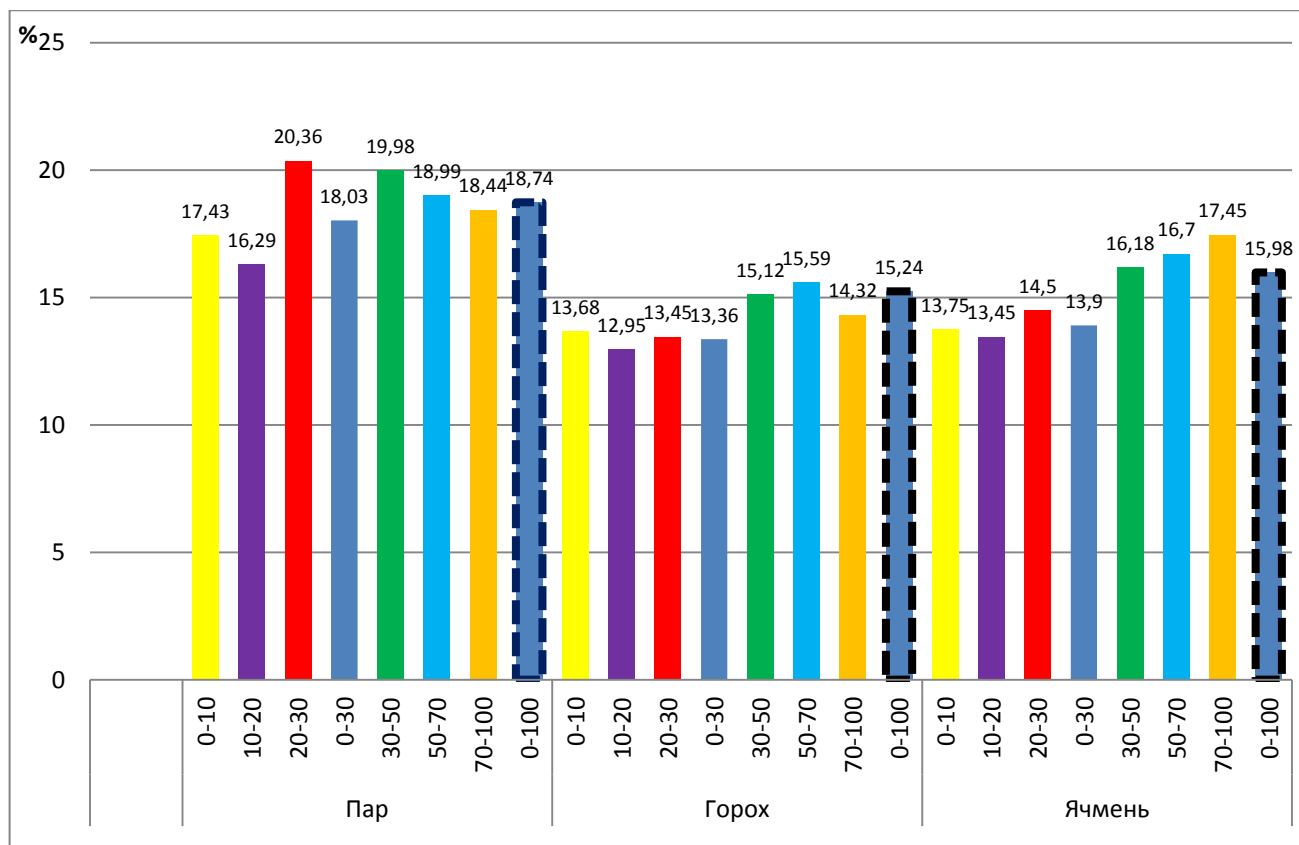


Рисунок 14 – Влияние предшественников озимой пшеницы на влажность почвы до посева, % (2016–2018 гг.)

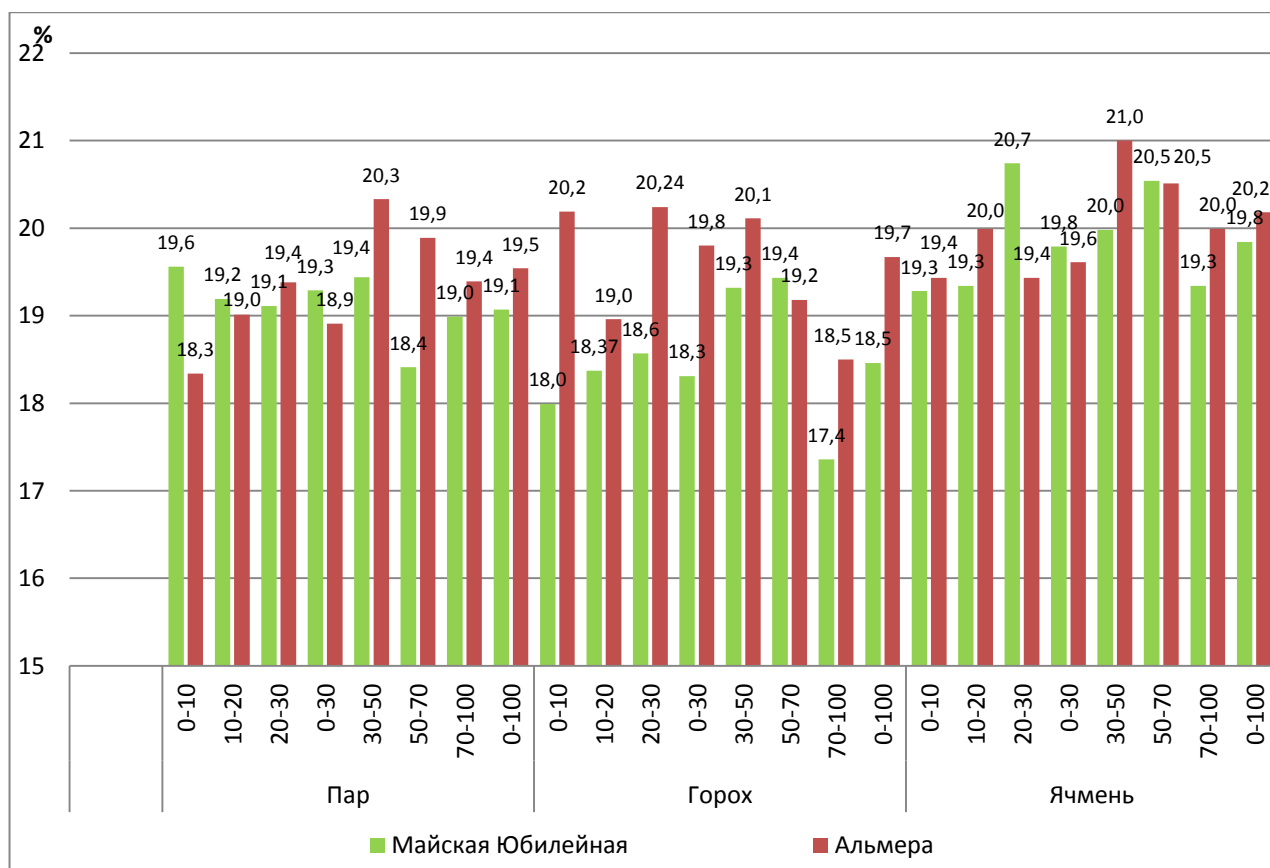


Рисунок 15 – Влажность почвы под влиянием предшественников озимой пшеницы в фазе кущения, % (2017–2019 гг.)

До посева озимой пшеницы в 2018 г. влажность почвы была выше, чем в 2016 и 2017 гг. по всем слоям почвы и всем трем предшественникам, что обусловлено сложившимися погодными условиями (Приложение Д, Таблица 8). В посевах сортов Майская Юбилейная и Альмера в слое почвы 0–30 см на вариантах предшественников пар, горох и ячмень она составляла соответственно 19,29, 18,31, 19,79 % и 18,91, 19,80, 19,61 %, в слое почвы 0–100 см – 19,07, 18,46, 19,84 % и 19,54, 19,67, 20,18 %. В большей мере влажность почвы зависела от погодных условий в годы проведения исследования.

В 2018 г. показатели влажности почвы были максимальными, в 2017 г. – минимальными, в 2019 г. – занимали промежуточное положение (Приложение Д, Таблицы 9 и 10).

К началу уборки урожая озимой пшеницы в среднем за 2017–2019 гг. влажность почвы в слое 0–30 см в посевах сортов Майская Юбилейная и Альмера снизилась соответственно в 1,48 и 1,62 раза, в слое 0–100 см – в 1,40 и 1,49 раза, причем существенных различий по сортам и предшественникам не наблюдалось (Рисунок 16).

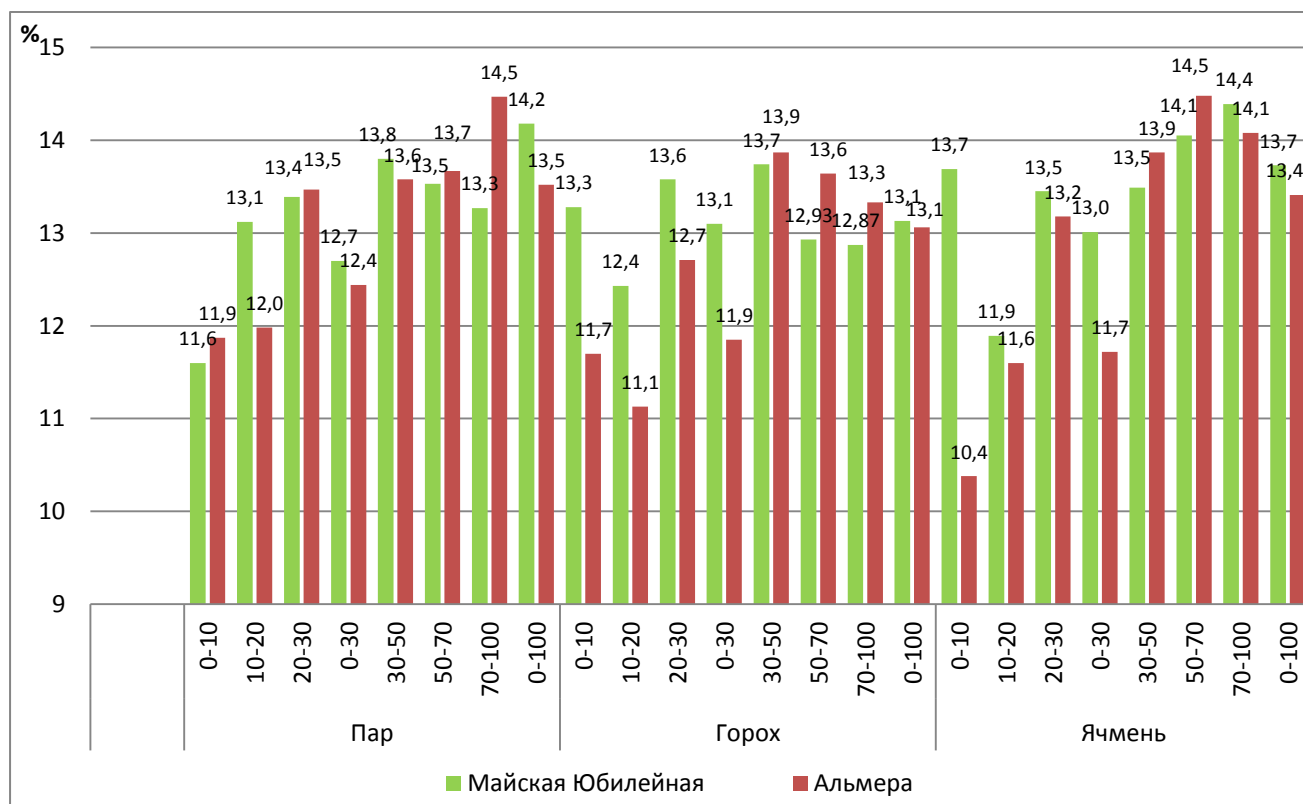


Рисунок 16 – Влияние предшественников озимой пшеницы на влажность почвы к началу уборки урожая, % (2017–2019 гг.)

Влажность почвы в слое 0–30 см при выращивании сорта Майская Юбилейная составила 12,70, 13,10 и 13,01 % соответственно по предшественникам чистый пар, горох и ячмень, при выращивании сорта Альмера – 12,44, 11,85 и 11,72 %, в слое 0–100 см – 14,18, 13,13, 13,73 % и 13,52, 13,06, 13,41 %.

Наиболее интенсивно показатели влажности почвы снижались в засушливом 2019 году: при выращивании сорта Майская Юбилейная в слоях 0–30 и 0–100 см – соответственно в 1,52 и 1,45 раза, при выращивании сорта Альмера – в 1,67 и 1,51 раза в посевах по предшественнику ячмень (Приложение Д, Таблицы 16 и 17).

### 3.5 Влияние предшественников на плотность почвы при выращивании разных сортов озимой пшеницы

Анализ степени уплотнения почвы до посева в среднем за 2016–2018 гг. показал, что при выращивании озимой пшеницы по предшественнику чистый пар в слоях 0–10 и 10–20 см плотность почвы характеризовалась как средняя и составила соответственно 1,11 и 1,19 г/см<sup>3</sup> (Рисунок 17).

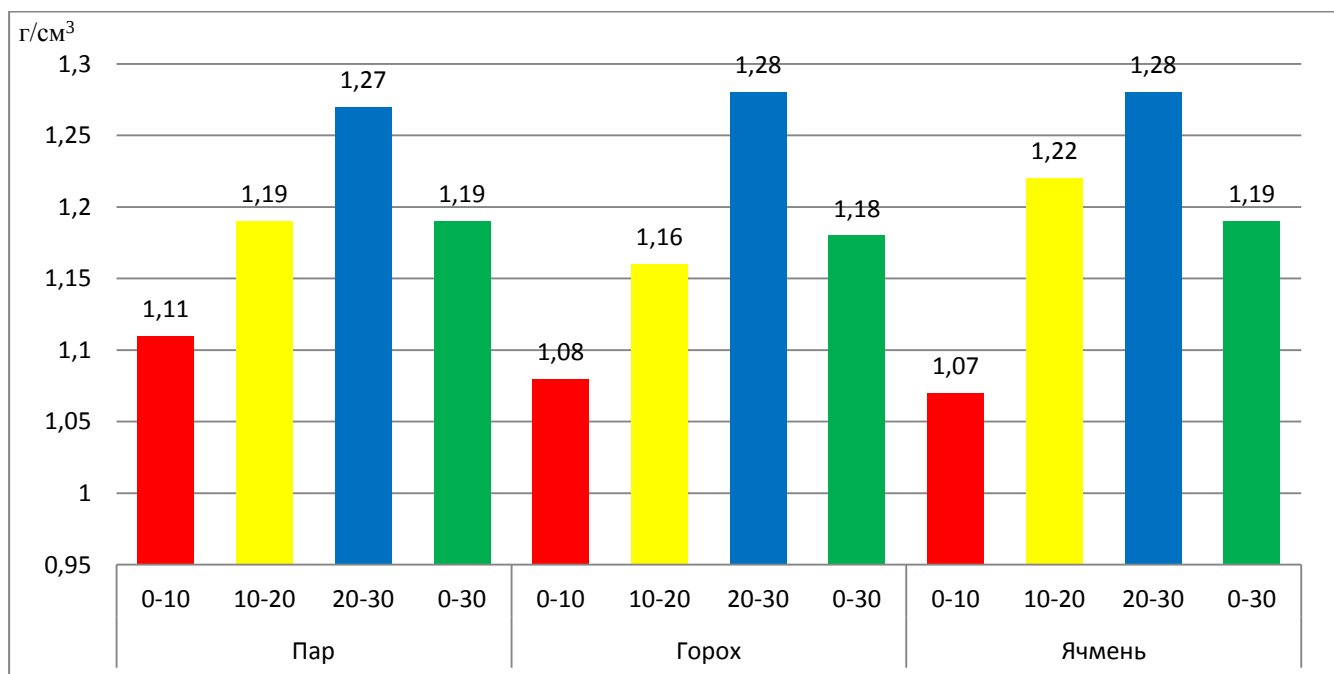


Рисунок 17 – Влияние предшественников озимой пшеницы на плотность почвы до посева, г/см<sup>3</sup> (2016–2018 гг.)

При выращивании озимой пшеницы на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень в слое 0–10 см почва была рыхлой, ее плотность составляла

соответственно 1,08 и 1,07 г/см<sup>3</sup>. С увеличением глубины значения плотности почвы возрастали на 0,06–0,21 г/см<sup>3</sup>.

На вариантах таких предшественников, как горох и ячмень в слое 0–10 см почва была рыхлой: ее плотность составляла 1,08 и 1,07 г/см<sup>3</sup>, в слое 10–20 см на варианте предшественника горох – среднеплотной – 1,16 г/см<sup>3</sup>, на варианте предшественника ячмень – плотной – 1,22 г/см<sup>3</sup>. С увеличением глубины значения плотности почвы возрастали на 0,06–0,21 г/см<sup>3</sup> и в слое 20–30 см на варианте предшественника чистый пар оказались равными 1,27 г/см<sup>3</sup>, на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень – по 1,28 г/см<sup>3</sup>. В среднем за годы проведения исследования в слое 0–30 см плотность почвы составляла 1,19 г/см<sup>3</sup> в посевах по чистому пару и ячменю, на варианте сева по гороху – 1,18 г/см<sup>3</sup>. На основании этих значений почва характеризовалась как среднеплотная.

В пахотном слое почва была среднеплотной в 2016 и 2018 г. на вариантах предшественника чистый пар, в 2018 г. – на вариантах предшественника ячмень и все три года наблюдений на вариантах предшественника горох (Приложение Д, Таблица 11). Плотной почва была в 2016 и 2017 г. на варианте предшественника ячмень, а также в 2017 г. на варианте предшественника чистый пар, что можно объяснить сложившимися погодными условиями.

Рыхлой почва была в слое 0–10 см в 2016 г. и 2018 г. на варианте предшественников чистый пар и ячмень, а также на варианте предшественника горох в 2016 и 2017 г. Очень плотной почва оказалась в слое 20–30 см в 2016 г. на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень.

К фазе кущения и к началу уборки урожая озимой пшеницы произошло уплотнение почвы в среднем за 2017–2019 гг. Анализ степени уплотнения почвы в фазе кущения озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная показал, что в слое почвы 0–10 см наблюдалось среднее уплотнение – 1,11, 1,10 и 1,15 г/см<sup>3</sup> соответственно на вариантах предшественников чистый пар, горох и ячмень (Рисунок 18).

В слоях 10–20 и 20–30 см значения плотности увеличивались на 0,18–0,27 г/см<sup>3</sup>, почва уплотнялась и характеризовалась как очень плотная – 1,33–1,37 г/см<sup>3</sup>.

Наиболее уплотнена почва была в засушливом 2019 году, особенно в слое 20–30 см, где показатели уплотнения составили 1,49, 1,47 и 1,48 г/см<sup>3</sup> соответственно в посевах по чистому пару, гороху и ячменю (Приложение Д, Таблица 12). Минимальными показатели плотности были в 2017 г., в 2018 г. занимали промежуточное положение.

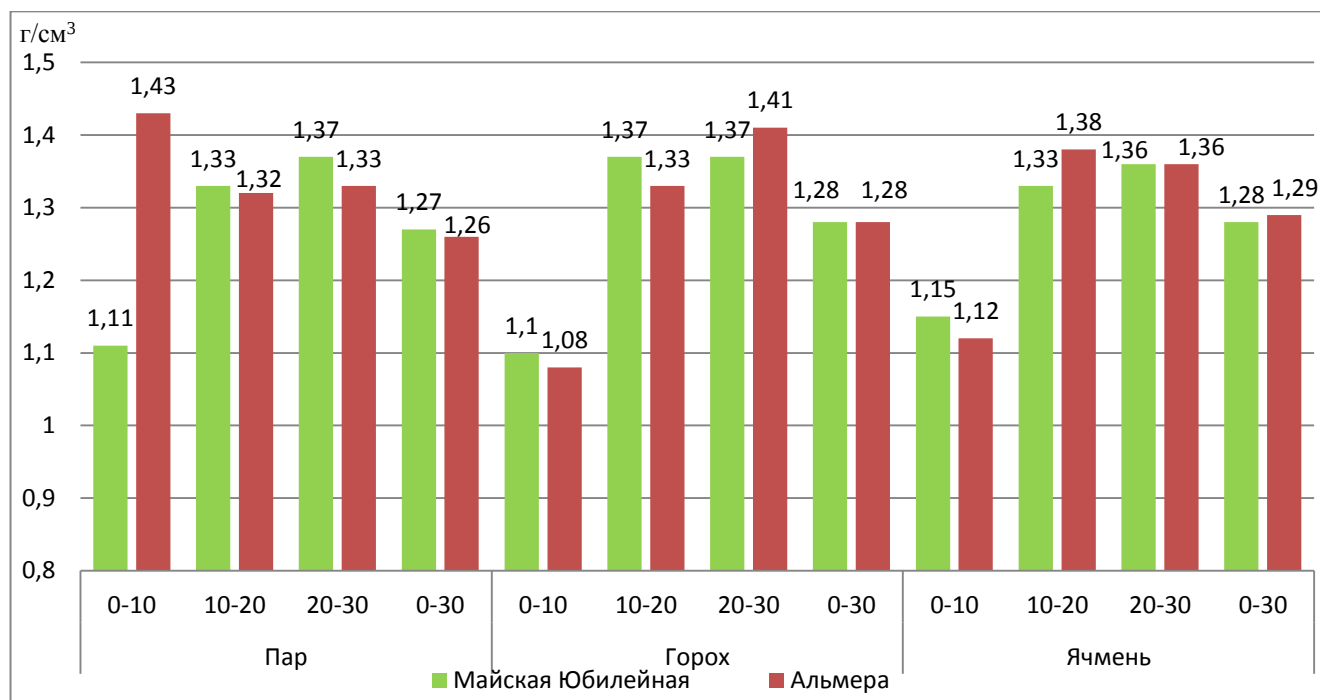


Рисунок 18 – Влияние предшественников озимой пшеницы на плотность почвы в фазе кущения, г/см<sup>3</sup> (2017–2019 гг.)

Анализ степени уплотнения почвы в фазе кущения озимой пшеницы сорта Альмера показал, что в слое 0–10 см почва была среднеплотной на вариантах предшественников чистый пар и ячмень – 1,14 и 1,12 г/см<sup>3</sup>, на варианте предшественника горох почва была рыхлой – 1,08 г/см<sup>3</sup>. В слоях почвы 10–20 и 20–30 см плотность увеличивалась на 0,18 и 0,33 г/см<sup>3</sup> до градации очень плотной – 1,33 и 1,41 г/см<sup>3</sup>. В среднем за 2017–2019 гг. в слое почвы 0–30 см на вариантах предшественников чистый пар, горох и ячмень показатели плотности почвы составляли 1,26, 1,28 и 1,29 г/см<sup>3</sup>. На основании этих значений почва характеризовалась как плотная.

В посевах озимой пшеницы сорта Альмера почва была наиболее уплотнена в засушливом 2019 г. (Приложение Д, Таблица 12) так же, как и в посевах сорта Майская Юбилейная. Даже в верхнем слое 0–10 см почва характеризовалась как

плотная – 1,30, 1,22 и 1,24 г/см<sup>3</sup> соответственно на вариантах предшественников чистый пар, горох и ячмень. Максимальная плотность присуща слою 20–30 см – 1,56, 1,54 и 1,53 г/см<sup>3</sup>. В этом году не отмечено варьирования плотности в зависимости от размещения озимой пшеницы по разным предшественникам.

Наименьшие значения плотности почвы отмечены в год со средними значениями увлажнения (2017 г.), когда в слое 0–10 см ее значения практически не зависели от предшественников – 1,00, 1,02 и 0,96 г/см<sup>3</sup>. Значения плотности в слоях 10–20 и 20–30 см на варианте предшественника горох значительно превосходили значения этого показателя на варианте предшественника чистый пар – соответственно на 0,09 и 0,13 г/см<sup>3</sup> и на варианте предшественника ячмень – на 0,16 и 0,17 г/см<sup>3</sup>. В условиях 2018 г. с большим количеством атмосферных осадков значения плотности почвы были более высокими в слое 20–30 см на варианте предшественника горох – 1,41 г/см<sup>3</sup>.

Анализ степени уплотнения почвы к началу уборки урожая озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная показал, что в слое 0–10 см степень уплотнения почвы была средней – показатели плотности составляли 1,17, 1,16 и 1,12 г/см<sup>3</sup> соответственно по предшественникам чистый пар, горох и ячмень (Рисунок 19).

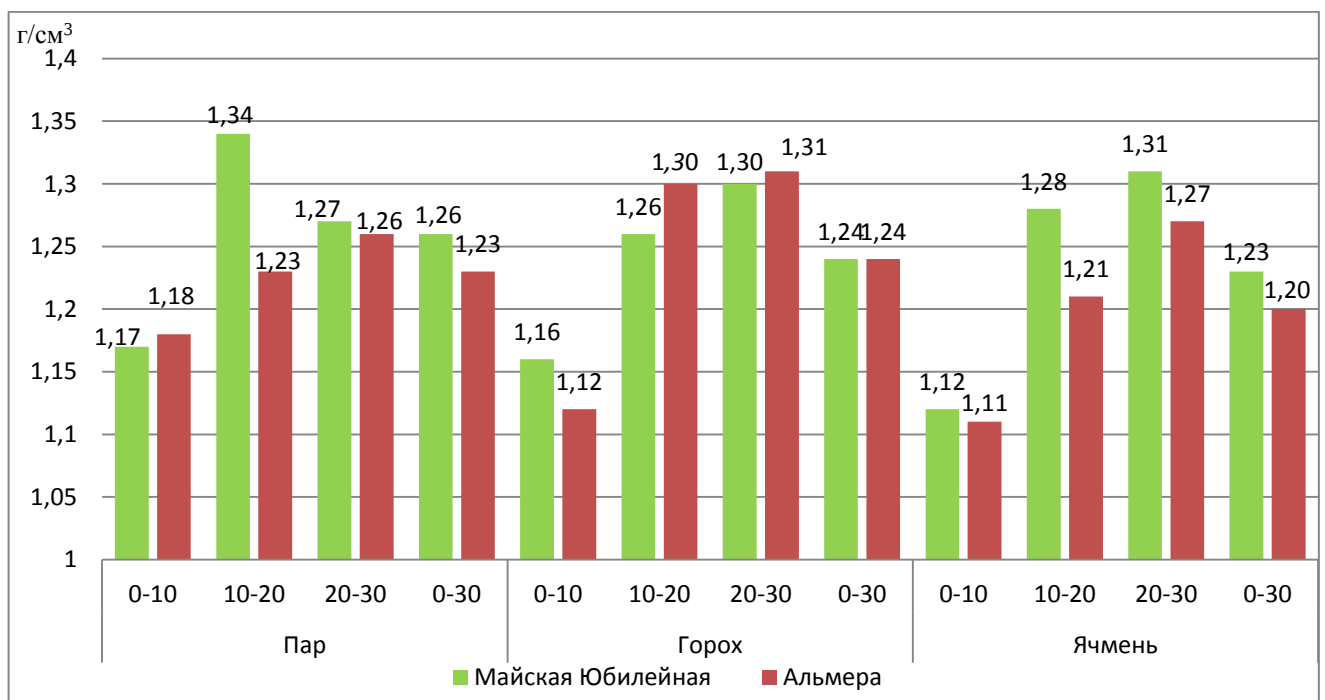


Рисунок 19 – Влияние предшественников озимой пшеницы на плотность почвы к началу уборки урожая, г/см<sup>3</sup> (2017–2019 гг.)

В слоях почвы 10–20 и 20–30 см плотность возросла на 0,08–0,19 г/см<sup>3</sup>, увеличившись до значений плотной на варианте предшественника чистый пар – соответственно 1,25 и 1,27 г/см<sup>3</sup>, до градаций плотной и очень плотной – на вариантах предшественников горох и ячмень – соответственно 1,26, 1,30 г/см<sup>3</sup> и 1,28, 1,31 г/см<sup>3</sup>.

В среднем за 2017–2019 гг. в слое 0–30 см значения плотности возрастали и составляли 1,23–1,24 г/см<sup>3</sup> вне зависимости от предшественников, при этом почва характеризовалась как плотная.

В 2019 г. в условиях острого дефицита атмосферных осадков показатели плотности почвы по-прежнему превышали среднемноголетние значения, показатели года с их средним количеством (2017 г.), а также показатели 2018 г., оставаясь примерно одинаковыми (Приложение Д, Таблица 13).

Для 2017 г. в слое 0–30 см характерно достоверное превышение плотности почвы на 0,07 г/см<sup>3</sup> в посевах озимой пшеницы по гороху по сравнению с показателями варианта предшественника чистый пар в слоях 10–20 и 20–30 см – соответственно +0,10 и +0,08 г/см<sup>3</sup>. В посевах озимой пшеницы по ячменю разницы в плотности почвы не наблюдалось, как и в другие годы. Значения плотности почвы выравнивались в 2018 г. – 1,19–1,21 г/см<sup>3</sup> и в 2019 г. – 1,26–1,30 г/см<sup>3</sup>.

С увеличением глубины плотность возрастала, однако в условиях без дефицита влаги это происходило, как правило, уже в слое 10–20 см, а при ее дефиците – в слое 20–30 см.

К началу уборки урожая озимой пшеницы сорта Альмера почва в слое 0–10 см характеризовалась как среднеплотная: на вариантах предшественников чистый пар, горох и ячмень эта величина составила соответственно 1,18, 1,12 и 1,11 г/см<sup>3</sup>.

В слоях почвы 10–20 и 20–30 см значения плотности почвы увеличивались на 0,05–0,19 г/см<sup>3</sup>, в слое 20–30 см почва характеризовалась уже как плотная на вариантах таких предшественников, как чистый пар и ячмень – соответственно 1,26 и 1,27 г/см<sup>3</sup> и очень плотная – 1,31 г/см<sup>3</sup> на варианте предшественника горох. В среднем за 2017–2019 гг. в слое почвы 0–30 см плотность составила 1,23, 1,24

и  $1,22 \text{ г/см}^3$  по предшественникам чистый пар, горох и ячмень, соответственно почва характеризовалась как плотная.

На вариантах таких предшественников, как чистый пар и горох значения плотности почвы засушливого года, как правило, превышали значения других лет (Приложение Д, Таблица 13). При этом следует отметить, что в слое 0–30 см плотность была значительно выше на варианте предшественника ячмень – соответственно на 0,10 и 0,09  $\text{г/см}^3$ .

Отмечена следующая тенденция – с увеличением глубины плотность возрастала:

- на варианте предшественника горох это наблюдалось уже в слое почвы 10–20 см во все годы исследования;
- на варианте предшественника ячмень – в бездефицитные по увлажнению годы;
- на вариантах предшественников горох и чистый пар – при недостатке осадков.

Максимальные значения плотности почвы в слое 20–30 см были на варианте предшественника пар с нормальным увлажнением и с повышенным количеством осадков, а на варианте предшественника ячмень – при дефиците влаги в почве.

### **3.6 Влияние предшественников на запасы продуктивной влаги в почве при выращивании разных сортов озимой пшеницы**

Эффективность технологии выращивания любой сельскохозяйственной культуры, в частности озимой пшеницы, во многом зависит от того, насколько эффективно она использует запасы продуктивной влаги в почве. Это особенно актуально для зоны неустойчивого увлажнения, в которой проводилось диссертационное исследование, где влага выступает лимитирующим фактором формирования урожая и его качества.

При анализе запасов продуктивной влаги до посева озимой пшеницы выявлено, что в слое почвы 0–30 см на вариантах по всем предшественникам они характеризовались как неудовлетворительные и в среднем за 2016–2018 гг.

составили 18,9, 10,1 и 11,6 мм соответственно по чистому пару, гороху и ячменю; в слое почвы 0–100 см на варианте предшественника чистый пар характеризовались как удовлетворительные – 112,6 мм, на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень были ниже соответственно на 36,4 и 34,4 мм и характеризовались как плохие (Рисунок 20).

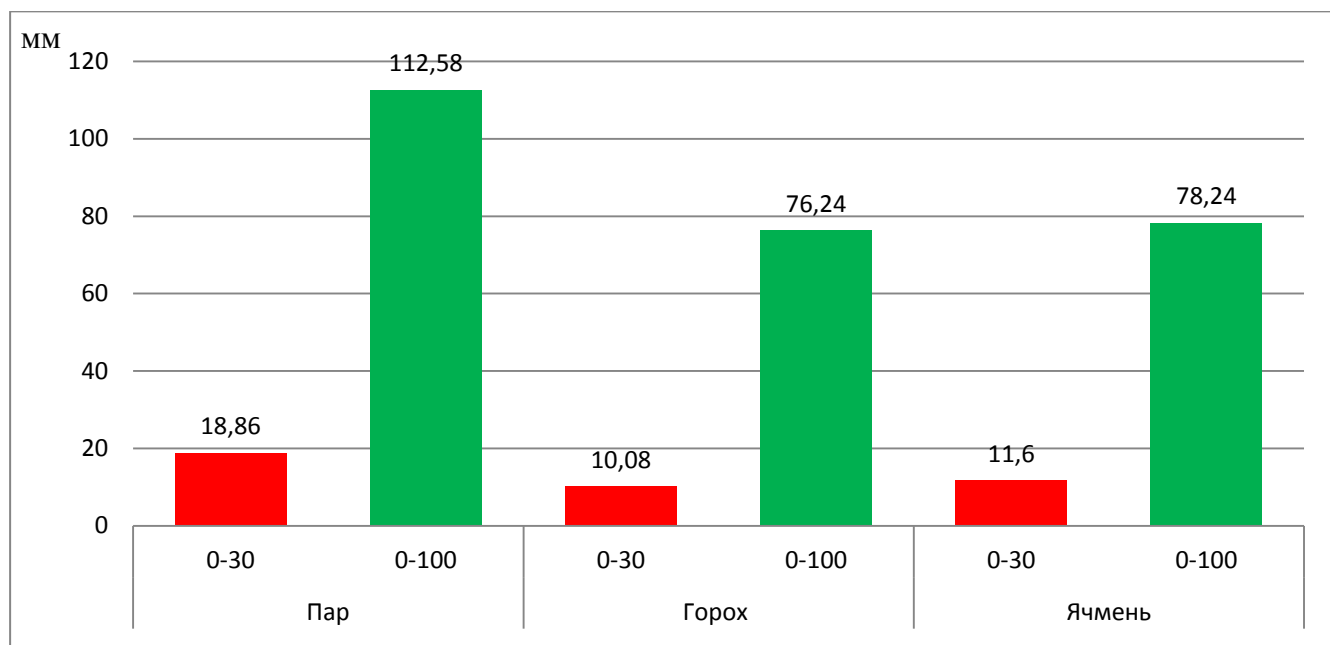


Рисунок 20 – Влияние предшественников озимой пшеницы на запасы продуктивной влаги в почве до посева, мм (2016–2018 гг.)

Запасы влаги в почве в 2018 г. в период посева озимой пшеницы были наибольшими по сравнению с другими годами исследований, чему способствовали обильные осадки летнего периода (Приложение Д, Таблица 14). В пахотном слое почвы 0–30 см запасы продуктивной влаги были примерно равными по разным предшественникам, а в слое 0–100 см преимущество предшественника чистый пар над горохом и ячменем составило соответственно 10,9 и 25,4 мм, или 8,1 и 18,8 %. В 2016 и 2017 гг. преимущество варианта предшественника чистый пар было еще более очевидным: в слое 0–100 см запасы влаги были выше соответственно на 43,8 и 22,5 мм (41,4 и 21,3 %), 54,3 и 55,1 мм (55,9 и 56,7 %).

В фазе кущения растений озимой пшеницы запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–30 см в среднем за 2017–2019 гг. при выращивании обоих сортов и на вариантах всех предшественников характеризовались как удовлетворительные:

в посевах сорта Майская Юбилейная они составляли 33,7, 30,1, 36,6 мм соответственно по предшественникам чистый пар, горох и ячмень, сорта Альмера – 32,2 мм по предшественнику чистый пар и по 35,4 мм по предшественникам горох и ячмень (Рисунок 21).

В метровом слое почвы запасы продуктивной влаги при выращивании сорта Майская Юбилейная по таким предшественникам, как чистый пар и ячмень характеризовались как хорошие – 138,0 и 141,3 мм, по предшественнику горох – удовлетворительные – 128,1 мм.

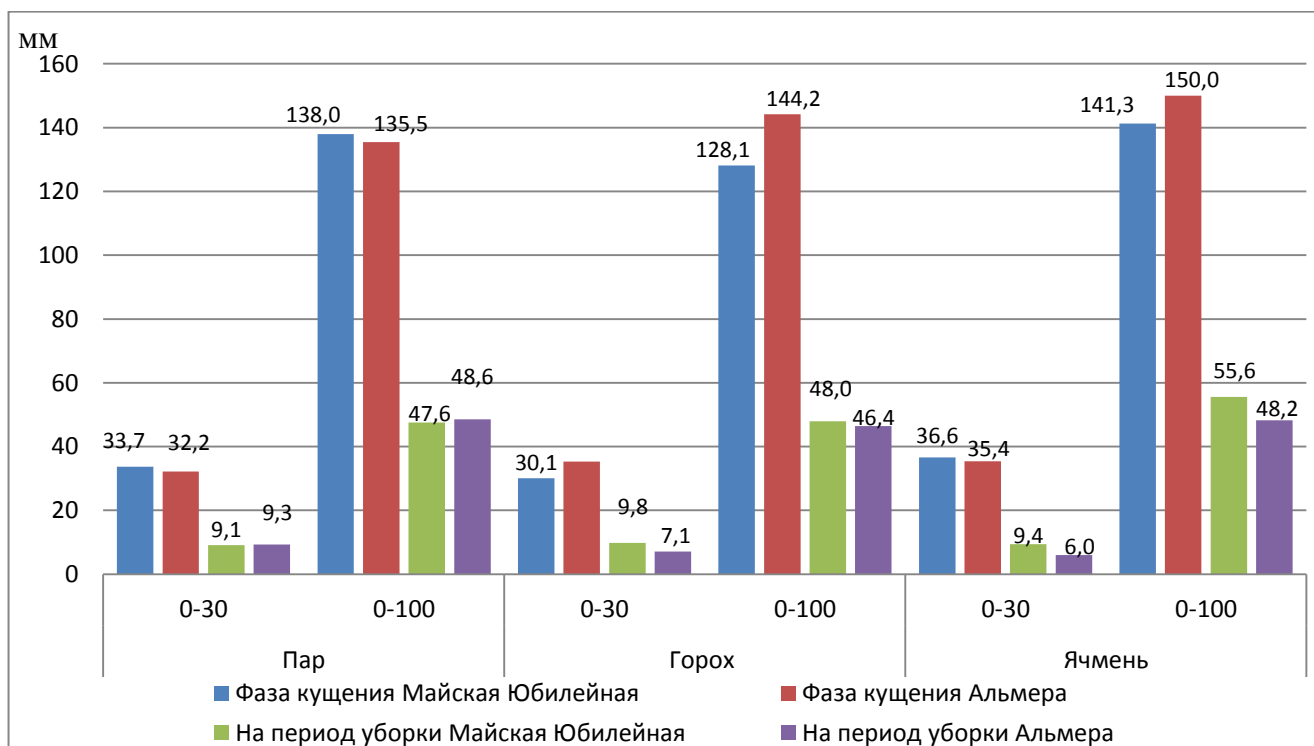


Рисунок 21 – Влияние предшественников озимой пшеницы на запасы продуктивной влаги в почве в период вегетации, мм (2017–2019 гг.)

При выращивании 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.

При выращивании сорта Майская Юбилейная запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см на варианте предшественника чистый пар превышали показатели варианта предшественника горох – на 9,9 мм, или 7,2 %, но были меньше показателя варианта предшественника ячмень – на 3,3 мм, или 2,4 %. При выращивании сорта Альмера запасы влаги в почве на варианте предшественника

чистый пар уступали показателям вариантов таких предшественников, как горох и ячмень – соответственно на 8,7 мм (6,4 %) и 14,5 мм (10,7 %).

На вариантах предшественника горох в посевах сорта Альмера отмечены более высокие запасы влаги по сравнению с посевами сорта Майская Юбилейная – на 16,1 мм, или 11,2 %; на вариантах предшественника чистый пар значения данного показателя были без существенных различий; на вариантах предшественника ячмень запасы влаги были выше в посевах сорта Альмера – на 8,7 мм, или 5,8 %.

Максимальными запасами влаги характеризовалась почва в фазе кушения озимой пшеницы в 2018 г. благодаря атмосферным осадкам периода октябрь (2017 г.) – март (2018 г.), которые превышали среднемноголетние значения на 95,0 мм, или на 40,6 %. В 2019 г. за счет накопления осадков в предшествующем году (особенно в июле 2018 г., когда количество осадков превысило норму в 2,9 раза) запасы влаги в почве также характеризовались как высокие (Таблица 9).

Таблица 9 – Влияние предшественников и сортов озимой пшеницы на запасы продуктивной влаги в почве в фазе кушения, мм

| Предшественник                | Слой почвы, см | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|-------------------------------|----------------|---------|---------|---------|
| <i>Сорт Майская Юбилейная</i> |                |         |         |         |
| Чистый пар                    | 0–30           | 23,2    | 42,2    | 35,9    |
|                               | 0–100          | 111,0   | 138,9   | 164,1   |
| Горох                         | 0–30           | 18,7    | 41,8    | 29,8    |
|                               | 0–100          | 87,4    | 149,9   | 147,0   |
| Ячмень                        | 0–30           | 28,7    | 46,1    | 35,0    |
|                               | 0–100          | 110,1   | 162,3   | 151,5   |
| НСР <sub>05</sub>             | 0–30           | 4,1     | 4,7     | 7,2     |
|                               | 0–100          | 9,2     | 12,5    | 10,2    |
| <i>Сорт Альмера</i>           |                |         |         |         |
| Чистый пар                    | 0–30           | 20,7    | 42,7    | 33,2    |
|                               | 0–100          | 95,1    | 147,3   | 164,0   |
| Горох                         | 0–30           | 21,8    | 51,7    | 32,6    |
|                               | 0–100          | 103,2   | 165,2   | 164,1   |
| Ячмень                        | 0–30           | 20,5    | 44,7    | 41,2    |
|                               | 0–100          | 119,1   | 146,7   | 184,3   |
| НСР <sub>05</sub>             | 0–30           | 4,1     | 4,7     | 7,2     |
|                               | 0–100          | 9,2     | 12,5    | 10,2    |

В пахотном слое 0–30 см запасы продуктивной влаги в почве были максимальными в 2018 г. в посевах озимой пшеницы обоих сортов и на вариантах всех предшественников, что можно объяснить большим количеством осадков зимне-весеннего периода. На вариантах посева озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по чистому пару запасы продуктивной влаги были выше, чем на вариантах предшественника горох в условиях нормального увлажнения и при дефиците атмосферных осадков, но ниже, чем на вариантах предшественника ячмень при нормальном и избыточном увлажнении.

В посевах озимой пшеницы сорта Альмера в условиях нормального увлажнения показатели запасов продуктивной влаги на вариантах различных предшественников были равнозначными, при избыточном увлажнении более высокими были показатели на варианте предшественника горох, при недостатке влаги – на варианте предшественника ячмень.

К началу уборки урожая озимой пшеницы значения запасов продуктивной влаги снижались в 3–4 раза по сравнению со значениями этого показателя в фазе кущения (Таблица 10). Так, запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–30 см на вариантах всех предшественников характеризовались как неудовлетворительные: при выращивании сорта Майская Юбилейная они составляли 9,1, 9,8, 9,4 мм соответственно по предшественникам чистый пар, горох и ячмень; при выращивании сорта Альмера – 9,3, 7,1, 6,0 мм. В метровом слое запасы продуктивной влаги характеризовались как очень плохие: при выращивании сорта Майская Юбилейная они составляли соответственно 47,6, 48,0 и 55,6 мм; при выращивании сорта Альмера – 48,6, 46,4 и 48,2 мм.

Наиболее заметное преимущество предшественника ячмень по сравнению с такими предшественниками, как пар (8,0 мм, или 14,4 %) и горох (7,6 мм, или 13,7 %) в формировании запасов продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см к началу уборки урожая озимой пшеницы в среднем за годы проведения исследования в посевах сорта Майская Юбилейная, скорее всего, обусловлено более высокими значениями этого показателя в 2018 г. в условиях благоприятного увлажнения в зимне-весенний период (Таблица 10).

Таблица 10 – Влияние предшественников и сортов озимой пшеницы на запасы продуктивной влаги в почве к началу уборки урожая, мм

| Предшественник                | Слой почвы, см | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|-------------------------------|----------------|---------|---------|---------|
| <i>Сорт Майская Юбилейная</i> |                |         |         |         |
| Чистый пар                    | 0–30           | 2,2     | 9,3     | 15,8    |
|                               | 0–100          | 23,8    | 74,92   | 44,0    |
| Горох                         | 0–30           | 1,2     | 9,9     | 18,5    |
|                               | 0–100          | 11,0    | 99,2    | 33,8    |
| Ячмень                        | 0–30           | 1,6     | 13,1    | 13,5    |
|                               | 0–100          | 15,9    | 109,2   | 41,7    |
| НСР <sub>05</sub>             | 0–30           | 4,1     | 4,7     | 7,2     |
|                               | 0–100          | 9,2     | 12,5    | 10,2    |
| <i>Сорт Альмера</i>           |                |         |         |         |
| Чистый пар                    | 0–30           | 2,9     | 14,1    | 10,8    |
|                               | 0–100          | 6,1     | 98,3    | 41,3    |
| Горох                         | 0–30           | 2,6     | 3,9     | 14,8    |
|                               | 0–100          | 10,3    | 82,1    | 46,8    |
| Ячмень                        | 0–30           | 2,9     | 11,8    | 3,2     |
|                               | 0–100          | 8,7     | 109,6   | 26,4    |
| НСР <sub>05</sub>             | 0–30           | 4,1     | 4,7     | 7,2     |
|                               | 0–100          | 9,2     | 12,5    | 10,2    |

Аналогичная закономерность складывалась и в посевах озимой пшеницы сорта Альмера за исключением того, что при равных значениях запасов влаги в среднем за годы проведения исследования, их количество на варианте предшественника ячмень в острозасушливом 2019 году было значительно ниже, чем на вариантах предшественников чистый пар и горох.

### 3.7 Влияние предшественников на биологические показатели плодородия почвы при выращивании разных сортов озимой пшеницы

#### 3.7.1 Целлюлозоразрушающая активность почвы

Для анализа биологической активности почвы как одного из показателей почвенного плодородия был применен метод исследования интенсивности разложения микроорганизмами льняного полотна, заложенного в почву в трех слоях пахотного горизонта на определенное время.

По нашим наблюдениям, целлюлозоразрушающая способность микроорганизмов была очень низкой на всех изучаемых вариантах, что можно объяснить невысоким содержанием влаги в почве. По слоям почвы четкой закономерности активности микроорганизмов по разрушению целлюлозы не было выявлено.

Целлюлозоразрушающая способность почвенных микроорганизмов в посевах озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в среднем за 2017–2019 гг. в слое почвы 0–30 см по всем предшественникам характеризовалась как очень низкая. В почве контрольного варианта (без микроудобрений) биологическая активность составила 3,3 % на варианте предшественника чистый пар, на вариантах таких предшественников, как горох и ячмень она была незначительно выше – соответственно на 1,7 и 0,9 % (Рисунок 22). Это превышение можно объяснить более высокими значениями разложения льняного полотна в почве вариантов таких предшественников, как горох и ячмень в год с влагообеспеченностью (2018 г.), превышающей среднегодовую величину (Приложение Е, Таблица 1).

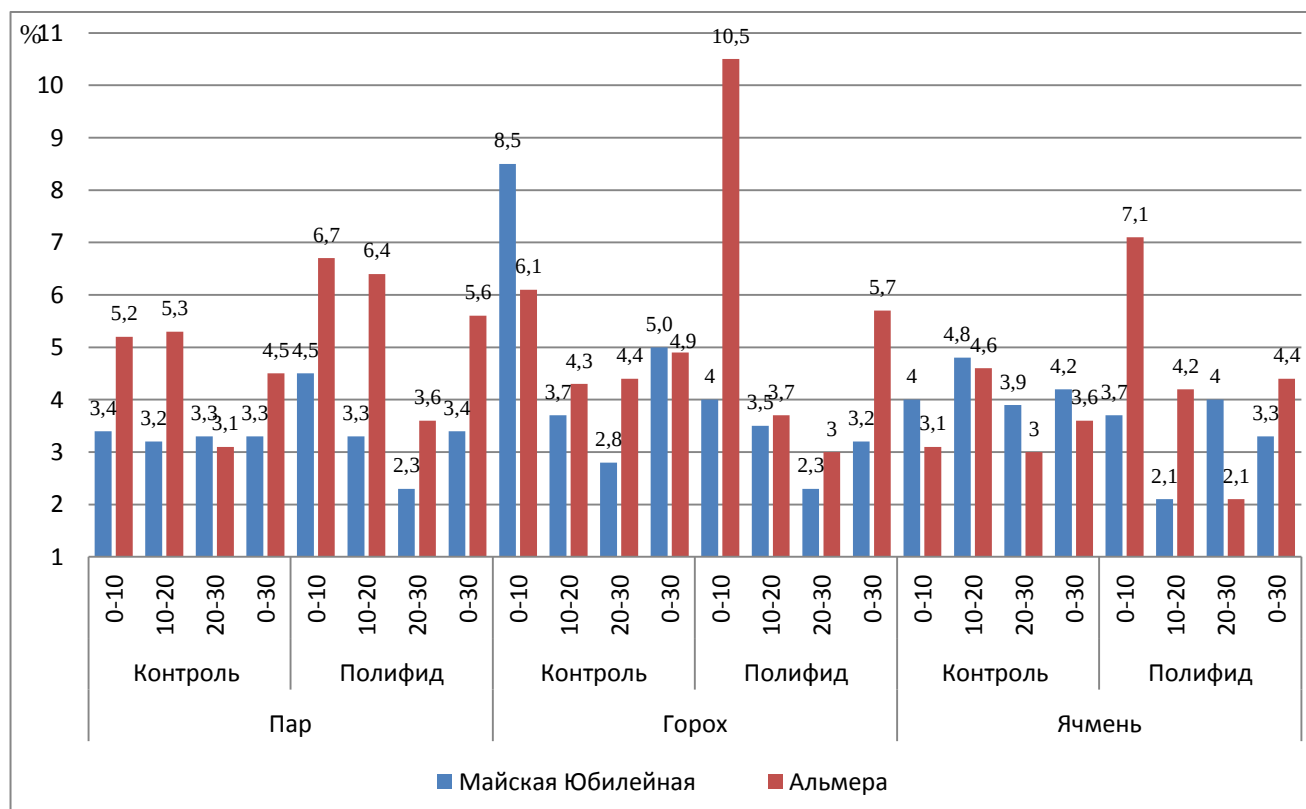


Рисунок 22 – Влияние предшественников озимой пшеницы и препарата Полифид на целлюлозоразрушающую активность почвы, % (2017–2019 гг.)

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 можно объяснить повышенной влагообеспеченностью, аналогично вышеописанным процессам, которые наблюдали в посевах озимой пшеницы без применения препарата.

В посевах озимой пшеницы сорта Альмера без применения препарата Полифид активность микроорганизмов, разрушающих целлюлозу, незначительно варьировала по вариантам и составляла 4,5, 4,9 и 3,6 % соответственно по предшественникам пар, горох и ячмень. Применение препарата Полифид способствовало повышению биологической активности почвы на 1,1 % на варианте предшественника чистый пар и на 0,8 % на вариантах предшественников горох и ячмень (Приложение Е, Таблица 2).

Таким образом, максимальные значения биологической активности почвы в посевах озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная и сорта Альмера выявлены на варианте предшественника горох.

Применение препарата Полифид в посевах озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная оказалось не эффективным с точки зрения повышения биологической активности почвы, в то время как в посевах сорта Альмера наметилась тенденция роста этого показателя на вариантах таких предшественников, как чистый пар и горох.

### **3.7.2 Токсичность почвы**

Как известно, интенсивное землепользование, пришедшее на смену традиционному ведению сельского хозяйства, сопровождается фитотоксикозом почвы, так как характеризуется низкими севооборотами и интенсивным использованием пестицидов и химических удобрений. Фитотоксичность – это свойство почвы, обусловленное наличием загрязняющих веществ и токсинов

подавлять рост и развитие высших растений. Почвы считаются токсичными, если они снижают всхожесть семян, либо угнетают развитие проростков и корешков тест-растения не менее чем на 20–30 %.

Токсичность почвы определяли с помощью растительного теста по методу, применяемому в Лаборатории экотоксикологического анализа почв Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (ЛЭТАП МГУ; сертификаты № 01.19.229/2000 и № 03.13.331/2001).

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 %:

- при выращивании озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная – 17,9 %;
- при выращивании озимой пшеницы сорта Альмера – 15,3 % (Таблица 11).

На вариантах предшественников горох и ячмень почва классифицировалась как токсичная, где значения интенсивности снижения всхожести семян соответственно увеличивались:

- при выращивании озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная – на 12,2 и 13,1 %;
- при выращивании озимой пшеницы сорта Альмера – на 12,0 и 15,3 %.

Таблица 11 – Токсичность почвы под озимой пшеницей в зависимости от предшественников, слой 0–20 см (2017–2019 гг.)

| Предшественник    | Интенсивность снижения относительно контроля, % |         |                   |         |                   |         |
|-------------------|-------------------------------------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|
|                   | всхожести семян                                 |         | длины проростков  |         | длины корешков    |         |
|                   | Сорт                                            |         |                   |         |                   |         |
|                   | Майская Юбилейная                               | Альмера | Майская Юбилейная | Альмера | Майская Юбилейная | Альмера |
| Чистый пар        | 17,9                                            | 15,3    | 31,6              | 36,2    | 18,7              | 21,3    |
| Горох             | 30,1                                            | 27,3    | 39,3              | 33,5    | 37,1              | 40,8    |
| Ячмень            | 31,0                                            | 30,6    | 42,8              | 34,6    | 35,6              | 43,8    |
| НСР <sub>05</sub> | 3,8–5,2                                         | 4,3–6,1 | 4,2–6,2           | 4,9–5,9 | 6,0–6,1           | 4,8–5,2 |

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 увеличение 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.

Таким образом, в посевах озимой пшеницы обоих сортов на варианте предшественника чистый пар почва классифицировалась как нетоксичная по показателям снижения всхожести семян и длины корешков и незначительно превысила порог токсичности по показателю снижения длины проростков.

Такие предшественники, как горох и ячмень обусловили усиление токсических свойств 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. В посевах сорта Майская Юбилейная показатель снижения длины проростков по этим предшественникам свидетельствует о повышении токсичности на 7,7 и 11,2 %. Наиболее интенсивно возрастала токсичность почвы по данным оценки степени снижения длины корешков при выращивании озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по таким предшественникам, как горох и ячмень – соответственно на 18,4 и 16,9 % и сорта Альмера – на 19,5 и 22,8 %.

## 4 ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

### 4.1 Урожайность зерна разных сортов озимой пшеницы

Итогом проведения любых исследований является полученный результат в виде повышения урожайности культуры и улучшения качества растениеводческой продукции.

В среднем за 2017–2019 гг. урожайность зерна озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная без применения удобрений 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 23). 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 %).

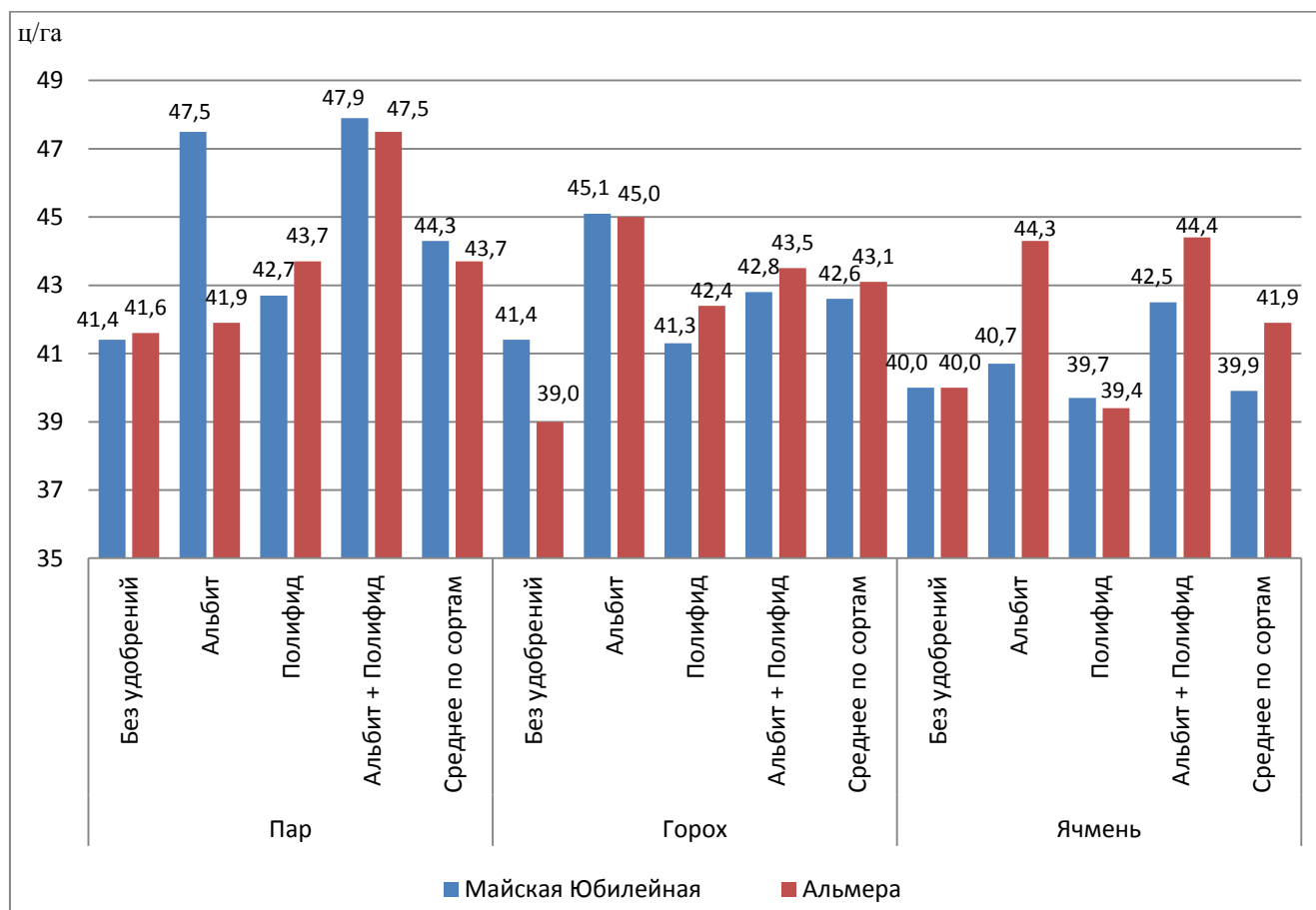


Рисунок 23 – Влияние предшественников и удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы разных сортов, ц/га (2017–2019 гг.)

Варьирование урожайности в зависимости от предшественников в год с большим на 19,1 % количеством атмосферных осадков (2018 г.) не достоверно (Приложение Л, Таблица 1).

В среднем за годы проведения исследования урожайность зерна озимой пшеницы сорта Альмера при размещении по чистому пару была выше, 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 условиях 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.

В среднем за 2017–2019 гг. достоверное повышение урожайности зерна (+6,1 ц/га, или 14,7 %) 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 гороху эффективность препарата Альбит наблюдалась в экстремальных условиях (переувлажнение, засуха), а по предшественнику ячмень при нормальных погодных условиях (Приложение Л, Таблица 2).

В среднем 2017–2019 гг. препарат Полифид проявил достоверную эффективность 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 %.

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 %.

Таким образом, в посевах озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная наиболее предпочтительными предшественниками являются чистый пар и горох, преимущество которых по урожайности зерна над ячменем проявляется в основном в условиях со среднемноголетней увлажненностью (соответственно на 13,7 и 20,7 %) и при остром дефиците атмосферных осадков (на 12,7 и 9,5 %).

Урожайность зерна озимой пшеницы сорта Альмера отмечена выше при размещении по чистому пару, особенно в условиях недостаточной увлажненности почвы, по сравнению с урожайностью вариантов предшественников горох (на 13,0 %) и ячмень (на 16,5 %). Однако при значительном превышении количества атмосферных осадков от среднемноголетних значений при размещении по ячменю урожайность была выше, чем по чистому пару (на 15,7 %) и гороху (на 24,4 %).

Эффективность препарата Альбит проявилась в большей степени при выращивании озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по чистому пару, а горох в качестве предшественника предпочтителен для сорта Альмера.

Применение препарата Полифид наиболее целесообразно при размещении сорта Альмера по гороху и сорта Майская Юбилейная по ячменю. Сочетание препаратов Полифид + Альбит более эффективно при посеве обоих сортов по чистому пару.

#### **4.2 Качество зерна разных сортов озимой пшеницы**

Анализ качества зерна озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная выявил преимущественное влияние на содержание сырого протеина предшественника чистый пар по сравнению с предшественниками горох и ячмень на варианте выращивания без удобрений – соответственно на 1,3 и 1,0 % (Таблица 12).

Таблица 12 – Влияние предшественников (фактор Б) и удобрений (фактор В) на показатели качества зерна озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная (2017–2019 гг.

| Удобрения              | Сырой протеин, % | Сбор протеина, кг/га | Клейковина, % | ИДК, ед. | Группа качества клейковины* |
|------------------------|------------------|----------------------|---------------|----------|-----------------------------|
| <i>Чистый пар</i>      |                  |                      |               |          |                             |
| Без удобрений          | 15,1             | 625                  | 27,7          | 80,8     | II                          |
| Альбит                 | 14,6             | 694                  | 29,4          | 77,9     | I                           |
| Полифид                | 14,8             | 632                  | 29,8          | 84,3     | II                          |
| Альбит + Полифид       | 14,6             | 699                  | 29,9          | 81,8     | II                          |
| <i>Горох</i>           |                  |                      |               |          |                             |
| Без удобрений          | 13,8             | 571                  | 26,1          | 85,5     | II                          |
| Альбит                 | 13,5             | 609                  | 25,8          | 82,3     | II                          |
| Полифид                | 14,1             | 582                  | 26,4          | 85,7     | II                          |
| Альбит + Полифид       | 13,5             | 578                  | 25,7          | 81,7     | II                          |
| <i>Ячмень</i>          |                  |                      |               |          |                             |
| Без удобрений          | 14,1             | 522                  | 26,1          | 81,8     | II                          |
| Альбит                 | 13,1             | 533                  | 25,0          | 85,8     | II                          |
| Полифид                | 13,3             | 528                  | 25,2          | 82,1     | II                          |
| Альбит + Полифид       | 12,9             | 548                  | 24,9          | 79,7     | I                           |
| НСР <sub>05</sub> (Б)  | 0,11             | 13,4                 | 0,25          | –        | –                           |
| НСР <sub>05</sub> (В)  | 0,09             | 11,6                 | 0,22          | –        | –                           |
| НСР <sub>05</sub> (БВ) | 0,18             | 23,2                 | 0,45          | –        | –                           |

Примечание: I – хорошая, II – удовлетворительная слабая.

В зерне сорта Альмера наблюдалась аналогичная закономерность, где снижение содержания протеина в посевах по этим предшественникам составило соответственно 0,9 и 1,1 % (Таблица 13).

Значения варьирования сбора протеина как интегрального показателя урожайности зерна и содержания в нем сырого протеина и их направленность были обусловлены согласно составляющим показателям. Так, при размещении озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по гороху и ячменю сбор протеина оказался ниже, чем по чистому пару, соответственно на 54 и 103 кг/га. У сорта Альмера такая же направленность изменений, но разница значений несколько иная – 72 и 67 кг/га.

Таблица 13 – Влияние предшественников (фактор Б) и удобрений (фактор В) на показатели качества зерна озимой пшеницы сорта Альмера (2017–2019 гг.)

| Удобрения              | Сырой протеин, % | Сбор протеина, кг/га | Клейковина, % | ИДК, ед. | Группа качества клейковины* |
|------------------------|------------------|----------------------|---------------|----------|-----------------------------|
| <i>Чистый пар</i>      |                  |                      |               |          |                             |
| Без удобрений          | 14,1             | 587                  | 28,9          | 75,1     | I                           |
| Альбит                 | 14,5             | 608                  | 29,2          | 80,6     | II                          |
| Полифид                | 15,3             | 669                  | 28,5          | 80,1     | II                          |
| Альбит + Полифид       | 15,1             | 717                  | 29,0          | 78,0     | I                           |
| <i>Горох</i>           |                  |                      |               |          |                             |
| Без удобрений          | 13,2             | 515                  | 24,8          | 85,3     | II                          |
| Альбит                 | 13,1             | 590                  | 24,7          | 85,2     | II                          |
| Полифид                | 13,5             | 572                  | 25,8          | 90,5     | II                          |
| Альбит + Полифид       | 13,7             | 596                  | 26,8          | 88,2     | II                          |
| <i>Ячмень</i>          |                  |                      |               |          |                             |
| Без удобрений          | 13,0             | 520                  | 23,0          | 75,8     | I                           |
| Альбит                 | 11,6             | 514                  | 22,3          | 73,8     | I                           |
| Полифид                | 11,8             | 465                  | 22,9          | 73,6     | I                           |
| Альбит + Полифид       | 12,3             | 546                  | 20,9          | 73,4     | I                           |
| НСР <sub>05</sub> (Б)  | 0,07             | 10,6                 | 0,16          | –        | –                           |
| НСР <sub>05</sub> (В)  | 0,06             | 9,1                  | 0,14          | –        | –                           |
| НСР <sub>05</sub> (БВ) | 0,11             | 18,4                 | 0,28          | –        | –                           |

Примечание: I – хорошая, II – удовлетворительная слабая.

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 %.

Примечательно, что содержание клейковины в зерне сорта Альмера превышало этот показатель сорта Майская Юбилейная при выращивании по чистому пару на 1,2 %, но было более низким при выращивании по гороху на 1,3 % и по ячменю на 3,1 %.

Более высокие индексы клейковины (ИДК) в зерне озимой пшеницы обоих сортов отмечены при выращивании по предшественнику горох – 88,3–88,5 ед., практически одинаковые значения – при выращивании по чистому пару и ячменю: в зерне сорта Майская Юбилейная – 80,8–81,8 ед., сорта Альмера 75,1–75,8 ед.

Значения ИДК в зерне озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная не повлияли на варьирование группы качества, клейковина относилась к группе II – удовлетворительная слабая, тогда как при посеве сорта Альмера по гороху она относилась к группе II – удовлетворительная слабая, а по чистому пару и ячменю – к группе I – хорошая.

Как следует из данных, приведенных в таблице 12, применение препарата Альбит привело к снижению содержания протеина в зерне озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная 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 вариантах предшественников горох и ячмень снижалось соответственно на 0,3 и 1,1 %, а на варианте предшественника чистый пар повышалось на 1,7 %. Индекс деформации клейковины (ИДК) оставался на уровне контроля (II группа) на вариантах предшественников горох и ячмень, а на варианте предшественника чистый пар повышался до I группы.

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 этом группа качества ИДК оставалась на уровне контроля – II группа. При размещении озимой пшеницы по гороху увеличилось и содержание протеина на 0,3 %, и содержание клейковины на 0,3 %, группа качества клейковины оставалась без изменений. При размещении озимой пшеницы по ячменю содержание и протеина, и клейковины снижалось – на 0,8 и 0,9 % без варьирования ИДК. 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 выращивании озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная привело к снижению содержания протеина в зерне по чистому пару, гороху и ячменю – соответственно на 0,5, 0,3 и 1,2 %, но способствовало повышению его сбора – на 74, 7 и 26 кг/га (11,8, 1,2 и 5,0 %). Содержание клейковины в зерне пшеницы при размещении по гороху и ячменю снижалось – на 0,35 и 1,2 %, но увеличивалось при размещении по

чистому пару – на 2,2 %. ИДК на вариантах предшественников чистый пар и горох соответствовал контрольному варианту (II группа) и повышался до I группы на варианте предшественника ячмень.

Применение препарата Альбит в посевах озимой пшеницы сорта Альмера снижало содержание протеина в зерне на вариантах предшественников горох и ячмень – на 0,1 и 1,4 % и содержание клейковины – на 0,1 и 0,7 % (Таблица 13). ИДК оставался на уровне контроля – II группа при размещении по гороху и I группа – при размещении по ячменю. На варианте предшественника чистый пар содержание и протеина, и клейковины увеличивалось – соответственно на 0,4 и 0,3 % при снижении ИДК до II группы. 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 % при снижении группы качества ИДК – до II группы. На варианте предшественника горох содержание и протеина, и клейковины увеличилось – на 0,3 и 1,0 %, при этом группа качества по ИДК оставалась без изменений – II как на контроле. При размещении озимой пшеницы по ячменю содержание и протеина, и клейковины снижалось – на 1,2 и 0,1 %, при этом группа качества по ИДК оставалась без изменений – I группа как на контроле. 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.

Совместное применение препаратов Альбит и Полифид в посевах озимой пшеницы сорта Альмера обусловило как повышение содержания протеина в зерне при размещении по чистому пару и гороху – соответственно на 1,0 и 0,5 %, так и снижение этого показателя при размещении по ячменю – на 0,7 %. При этом содержание клейковины на варианте предшественника горох повышалось на

2,5 %, снижалось на 2,1 % на варианте предшественника ячмень и оставалось без изменений на варианте предшественника чистый пар. ИДК оставался на уровне контроля: на вариантах предшественников чистый пар и ячмень – I группа, на варианте предшественника горох – II группа. Сбор протеина возрастал при размещении по чистому пару, гороху и ячменю соответственно на 130, 81 и 26 кг/га (22,1, 15,7 и 5,0 %).

#### **4.3 Химический состав зерна разных сортов озимой пшеницы**

Анализ полученных данных о влиянии удобрений, которые применялись по вегетирующим растениям озимой пшеницы, на химический состав зерна озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная выявил, что применение препарата Альбит привело к снижению содержания азота (N) на 0,08, 0,05 и 0,08 %, фосфора ( $P_2O_5$ ) на 0,009, 0,042 и 0,023 % по предшественникам соответственно чистый пар, горох и ячмень и к снижению содержания калия ( $K_2O$ ) на 0,026 и 0,039 % по таким предшественникам, как горох и ячмень при увеличении на 0,012 % при размещении по чистому пару (Приложение Б, Таблица 1).

Влияние препарата Полифид на содержание элементов питания в зерне озимой пшеницы в зависимости от предшественников было различным. В посевах озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по чистому пару отмечено снижение содержания азота и калия – на 0,05 и 0,002 %, но повышение содержания фосфора – на 0,004 %. При размещении по гороху отмечено повышение содержания азота – на 0,06 %, но снижение содержания фосфора и калия – соответственно на 0,041 и 0,024 %. На вариантах предшественника ячмень снижалось содержание и азота, и фосфора, и калия – соответственно на 0,04, 0,032 и 0,025 %.

При совместном применении препаратов Альбит и Полифид на вариантах предшественников чистый пар, горох и ячмень наблюдалось снижение содержания азота – соответственно на 0,08, 0,04 и 0,11 % и фосфора – на 0,023, 0,035, 0,046 %. Снижение содержания калия отмечено по таким предшественникам, как чистый пар и горох – на 0,015 и 0,022 %, но повышение на варианте предшественника ячмень – на 0,041 %.

Применение препарата Альбит в посевах озимой пшеницы сорта Альмера при размещении по чистому пару привело к повышению содержания азота и фосфора – соответственно на 0,06 и 0,004 %, но к снижению содержания калия – на 0,009 % (Приложение Б, Таблица 2). При размещении по гороху содержание азота не изменялось, а содержание фосфора и калия снижалось – на 0,004 и 0,009 %. На варианте предшественника ячмень содержание азота и фосфора снижалось – на 0,24 и 0,002 %, а содержание калия увеличивалось – на 0,039 %.

При применении препарата Полифид в посевах озимой пшеницы сорта Альмера по чистому пару и гороху наблюдалось увеличение содержания азота – на 0,20 и 0,06 %, но снижение содержания фосфора – на 0,024 и 0,005 %, а также содержания калия – на 0,060 и 0,051 %. На варианте предшественника ячмень содержание азота снижалось – на 0,20 %, а содержание фосфора и калия увеличивалось – на 0,013 и 0,055 %. Совместное применение препаратов Альбит и Полифид обусловило увеличение содержания азота на вариантах таких предшественников, как пар и горох – на 0,16 и 0,09 % и снижение на варианте предшественника ячмень – на 0,12 %. Совместное применение этих препаратов привело к увеличению содержания фосфора при размещении озимой пшеницы по чистому пару и ячменю – на 0,002 и 0,034 %, а также к снижению его содержания при размещении по гороху – на 0,022 %. Содержание калия снижалось при посеве по таким предшественникам, как чистый пар и горох – на 0,010 и 0,058 %, но повышалось на варианте предшественника ячмень – на 0,035 %.

## **5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ РАЗНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ПРИМЕНЕНИЯ УДОБЕНИЙ ПО РАЗНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ**

Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства в основном зависит от наличия и использования производственного потенциала и предусматривает наиболее рациональное использование производственных ресурсов, входящих в его состав. Недостаточная обеспеченность средствами труда может привести к нарушению технологий и сокращению производства продукции, снижению производительности труда и росту издержек производства. В то же время наличие избыточных и неиспользуемых основных средств ведет к увеличению затрат на производство продукции.

Важнейшим при определении экономической эффективности является соотношение между количеством получаемой сельскохозяйственной продукции, прибылью и затратами при выращивании сельскохозяйственных культур имеющимися ресурсами. Рекомендуемые для применения агротехнические приемы рассматриваются, прежде всего, с точки зрения экономической эффективности. Производство оправдано в том случае, когда выручка от реализации зерна озимой пшеницы превышает понесенные затраты и получен дополнительный чистый доход. В этом случае выращивание культуры можно считать рентабельным и производство оправдывает себя.

Расчет экономической эффективности включает в себя определение прибыли с единицы площади, затрат при выращивании культуры, себестоимости полученной продукции и уровня рентабельности производства. Высокая культура производства и, как следствие, производительность труда являются основой эффективного ведения сельского хозяйства.

### **5.1 Оценка экономической эффективности выращивания разных сортов озимой пшеницы по разным предшественникам**

При анализе экономической эффективности сельскохозяйственного производства важно знать, в какой мере среди многих агротехнических приемов, предшественники озимой пшеницы оказывают влияние на основные экономические показатели.

Нами выявлено, что наиболее высокий условно чистый доход получен при размещении посевов озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по предшественнику горох – 27 293 руб./га при уровне рентабельности 121,9 % (Таблица 14). Более низкие показатели условно чистого дохода отмечены на вариантах таких предшественников, как чистый пар и ячмень – соответственно на 2 805 и 2 285 руб./га (10,3 и 8,4 %) при более низких значениях уровня рентабельности – на 24,7 и 13,1 %.

Таблица 14 – Экономическая эффективность выращивания изучаемых сортов озимой пшеницы по разным предшественникам (2017–2019 гг.)

| Предшественник           | Урожайность, т/га | Прибыль от реализации, руб./га | Общие затраты, руб./га | Условно чистый доход, руб./га | Уровень рентабельности, % |
|--------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| <i>Майская Юбилейная</i> |                   |                                |                        |                               |                           |
| Чистый пар               | 4,14              | 49 680                         | 25 192                 | 24 488                        | 97,2                      |
| Горох                    | 4,14              | 49 680                         | 22 387                 | 27 293                        | 121,9                     |
| Ячмень                   | 4,00              | 48 000                         | 22 992                 | 25 008                        | 108,8                     |
| <i>Альмера</i>           |                   |                                |                        |                               |                           |
| Чистый пар               | 4,16              | 49 920                         | 25 192                 | 24 728                        | 98,2                      |
| Горох                    | 3,90              | 46 800                         | 22 387                 | 24 413                        | 109,0                     |
| Ячмень                   | 4,00              | 48 000                         | 22 992                 | 25 008                        | 108,8                     |

При размещении сорта Альмера по предшественнику ячмень условно чистый доход был наибольшим – 25 008 руб./га, этот показатель был выше, чем показатели вариантов таких предшественников, как чистый пар и горох – соответственно на 280 руб./га (1,1 %) и 595 руб./га (2,4 %).

Таким образом, наиболее предпочтительным предшественником озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная является горох, обеспечивший получение условного чистого дохода 27 293 руб./га при уровне рентабельности 121,9 %. Для озимой пшеницы сорта Альмера лучшим предшественником явился ячмень: при размещении посевов по которому был получен условно чистый доход, равный 25 008 руб./га, при уровне рентабельности 108,8 %.

## 5.2 Оценка экономической эффективности применения удобрений при выращивании сортов озимой пшеницы по разным предшественникам

Расчеты экономической эффективности применения регулятора роста и удобрений показали следующие результаты.

Выращивание озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в посевах по чистому пару с применением препарата Альбит способствовало получению наиболее высокого условно чистого дохода – 5 520 руб./га при уровне рентабельности 306,7 % (Таблица 15). Эффект от внесения препарата Полифид оказался очень низким – условно чистый доход составил 188 руб./га при уровне рентабельности 13,7 %. Совместная обработка препаратами Альбит и Полифид привела к существенному снижению условно чистого дохода – на 812 руб./га (на 14,7 %) по сравнению с вариантом применения препарата Альбит. Уровень рентабельности при этом снизился на 154,4 %.

Таблица 15 – Экономическая эффективность применения удобрений при выращивании озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по разным предшественникам (2017–2019 гг.)

| Варианты удобрений | Урожайность, т/га | Прибыль от реализации, руб./га | Общие затраты, руб./га | Условно чистый доход, руб./га | Уровень рентабельности, % |
|--------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| <i>Чистый пар</i>  |                   |                                |                        |                               |                           |
| Без удобрений      | 4,14              | –                              | –                      | –                             | –                         |
| Альбит             | 4,75              | 7 320                          | 1 800                  | 5 520                         | 306,7                     |
| Полифид            | 4,27              | 1 560                          | 1 372                  | 188                           | 13,7                      |
| Альбит + Полифид   | 4,79              | 7 800                          | 3 092                  | 4 708                         | 152,3                     |
| <i>Горох</i>       |                   |                                |                        |                               |                           |
| Без удобрений      | 4,14              | –                              | –                      | –                             | –                         |
| Альбит             | 4,51              | 4 440                          | 1 220                  | 3 220                         | 263,9                     |
| Полифид            | 4,18              | 480                            | 1 192                  | –712                          | –59,7                     |
| Альбит + Полифид   | 4,28              | 1 680                          | 2 072                  | –392                          | –18,9                     |
| <i>Ячмень</i>      |                   |                                |                        |                               |                           |
| Без удобрений      | 4,00              | –                              | –                      | –                             | –                         |
| Альбит             | 4,07              | 840                            | 720                    | 120                           | 16,7                      |
| Полифид            | 3,97              | –360                           | 1 112                  | –1 472                        | –132,3                    |
| Альбит + Полифид   | 4,25              | 3 000                          | 2 292                  | 708                           | 30,9                      |

Применение препарата Альбит оказалось менее эффективным в посевах по предшественнику горох, чем по предшественнику чистый пар, где условно чистый доход составил 3 220 руб./га (ниже на 2 300 руб./га, или 41,7 %), а уровень рентабельности – 263,9 % (ниже на 42,8 %). Использование только препарата Полифид привело к убытку (–712 руб./га) так же, как и совместная обработка двумя этими препаратами (–392 руб./га).

При размещении озимой пшеницы по предшественнику ячмень эффект от применения препарата Альбит оказался весьма невысоким: условно чистый доход составил всего 120 руб./га, а уровень рентабельности 16,7 %. Использование только препарата Полифид было убыточным 1 472 руб./га. При совместном применении препаратов Альбит и Полифид значения эффективности были выше, но так же невысокими – соответственно 708 руб./га при уровне рентабельности 30,9 %.

При выращивании озимой пшеницы сорта Альмера эффективность препарата Альбит наблюдалась по таким предшественникам, как горох и ячмень: на этих вариантах условно чистый доход составил соответственно 5 420 и 3 720 руб./га при уровне рентабельности 304,5 и 258,3 % (Таблица 16). Внесение препарата Альбит на варианте предшественника чистый пар было неэффективным – убыток составил 280 руб./га.

Заметный эффект от использования препарата Полифид наблюдался в посевах по предшественнику горох, где условно чистый доход составил 2 288 руб./га при уровне рентабельности 127,7 %. Менее значимыми показатели эффективности были при размещении озимой пшеницы по чистому пару – соответственно 988 руб./га и 64,5 %. В посевах по предшественнику ячмень использование препарата Полифид было убыточным в 1 832 руб./га.

Комплексное применение препаратов Альбит и Полифид было однозначно эффективно в посевах по чистому пару, где условно чистый доход составил 4 088 руб./га при уровне рентабельности 136,6 %, При размещении озимой пшеницы по гороху и ячменю хотя и были выявлены довольно высокие показатели экономической эффективности – условно чистый доход соответственно 2 708 и

2 608 руб./га и уровень рентабельности 100,6 и 97,6 %, однако они оказались заметно ниже показателей, которые были получены на варианте применения только препарата Альбит, – соответственно на 2 712 и 1 112 руб./га.

Таблица 16 – Экономическая эффективность применения удобрений при выращивании озимой пшеницы сорта Альмера по разным предшественникам (2017–2019 гг.)

| Варианты удобрений | Урожайность, т/га | Прибыль от реализации, руб./га | Общие затраты, руб./га | Условно чистый доход, руб./га | Уровень рентабельности, % |
|--------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| <i>Чистый пар</i>  |                   |                                |                        |                               |                           |
| Без удобрений      | 4,16              | –                              | –                      | –                             | –                         |
| Альбит             | 4,19              | 360                            | 640                    | –280                          | –43,8                     |
| Полифид            | 4,37              | 2 520                          | 1 532                  | 988                           | 64,5                      |
| Альбит + Полифид   | 4,75              | 7 080                          | 2 992                  | 4 088                         | 136,6                     |
| <i>Горох</i>       |                   |                                |                        |                               |                           |
| Без удобрений      | 3,90              | –                              | –                      | –                             | –                         |
| Альбит             | 4,50              | 7 200                          | 1 780                  | 5 420                         | 304,5                     |
| Полифид            | 4,24              | 4 080                          | 1 792                  | 2 288                         | 127,7                     |
| Альбит + Полифид   | 4,35              | 5 400                          | 2 692                  | 2 708                         | 100,6                     |
| <i>Ячмень</i>      |                   |                                |                        |                               |                           |
| Без удобрений      | 4,00              | –                              | –                      | –                             | –                         |
| Альбит             | 4,43              | 5 160                          | 1 440                  | 3 720                         | 258,3                     |
| Полифид            | 3,94              | –720                           | 1 112                  | –1 832                        | –164,7                    |
| Альбит + Полифид   | 4,44              | 5 280                          | 2 672                  | 2 608                         | 97,6                      |

Таким образом, 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 %.

## 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./м<sup>2</sup> (75,5 и 21,5 %), а к началу уборки урожая зерна – на вариантах выращивания по таким предшественникам, как горох и ячмень – на 39 шт./м<sup>2</sup> (54,2 %) и 18–31 шт./м<sup>2</sup> (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 – возрастание 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 кущения 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/см<sup>3</sup> превышали значения варианта предшественника чистый пар по сравнению с вариантами предшественников горох и ячмень. В фазе кущения превышение составило 0,03–0,05 г/см<sup>3</sup>. 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 кущения 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 не эффективным, 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 при оценке степени снижения длины корешков растений сорта Майская Юбилейная: на вариантах предшественников горох и ячмень – соответственно на 18,4 и 16,9 %, а у сорта Альмера – на 19,5 и 22,8 %.

9. Более высокая урожайность зерна озимой пшеницы отмечена при дефиците атмосферных осадков и их среднегодовых 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 ЦЧР на черноземе типичном в семеноводческих севооборотах следует размещать посевы озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная по предшественнику чистый пар, а сорта Альмера – по предшественнику горох.

2. Для получения зерна на продовольственные и фуражные цели озимую пшеницу следует высевать по таким предшественникам, как ячмень и горох при условии внесения программированных доз основного удобрения и применении прикорневых и листовых подкормок.

3. При размещении озимой пшеницы в зависимости от разных предшественников 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 кущения 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 ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Айдиев, А.Я. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области / А.Я. Айдиев, В.И. Лазарев, М.Н. Котельникова // Земледелие. – 2017. – № 1. – С. 37–39.
2. Ален, Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы; пер. с англ. М.Ф. Пушкарева. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 208 с.
3. Асыка, Н.Р. Об эффективности чистых и занятых паров в Белгородской области : матер. зонального научно-методического совещания НИИСХ ЦЧП. – Каменная Степь, 1975. – 25 с.
4. Бабич, А.А. Борьба с сорняками с учетом конкурентной способности культур / А.А. Бабич, В.П. Борона // Земледелие. – 1986. – № 2. – С. 41–42.
5. Баздырев, Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии / Г.И. Баздырев. – Москва: Изд-во МСХА, 1995. – 345 с.
6. Баздырев, Г.И. Борьба с сорняками при минимализации обработки почвы на склонах / Г.И. Баздырев // Земледелие. – 1987. – № 10. – С. 28–30.
7. Баздырев, Г.И. Почвозащитные системы обработки почвы плюс гербициды / Г.И. Баздырев // Земледелие. – 1990. – № 2. – С. 45–48.
8. Банькин, В. Будущее земледелия за ресурсосберегающими технологиями / В. Банькин // Зерновое хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 5–8.
9. Беляев, Н.Н. Продуктивность и качество сортов озимой пшеницы различной селекции в условиях Тамбовской области / Н.Н. Беляев, Е.А. Дубинкина // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 2(14). – С. 5–9.
10. Беляк, В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика): монография / В.Б. Беляк. – Пенза: ИПК «Пензенская правда», 2008. – 320 с.
11. Беляков, И.И. Агротехника важнейших зерновых культур: учеб. пособие для сред. сел. проф.-тех. училищ / И.И. Беляков. – Москва: Высшая школа, 1983. – 207 с.
12. Боева, Н.Н. Структурно-агрегатное состояние чернозема типичного в зависимости от систем основной обработки почвы при возделывании яровой

пшеницы / Н.Н. Боева, В.И. Лазарев // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: сборник докладов XV Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск, 2020. – С. 59–63.

13. Бойко, П.И. Нужны длительные многофакторные опыты / П.И. Бойко, М.С. Гаврилюк, И.С. Шаповал // Земледелие. – 1987. – № 3. – С. 11–14.

14. Боровская, И.Ю. Влияние No-till на водопрочность почвенных агрегатов / И.Ю. Боровская, А.В. Ширяев // Материалы международной студенческой научной конференции (Белгород, 6–7 апреля 2013 г.). – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2013. – С. 10.

15. Боронтов, О.К. Влияние основной обработки почвы и удобрений на содержание гумуса и питательных веществ в черноземе выщелоченном ЦЧР / О.К. Боронтов, П.А. Косякин, Е.Н. Манаенкова // Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: матер. Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием и Всероссийской Школы молодых ученых. – Белгород: ООО «Принт», 2019. – С. 250–256.

16. Булыгин, С.Ю. Принципы оценки агрегатного состава почвы для целей управления и мониторинга / С.Ю. Булыгин, Ф.Н. Лисецкий // Аграрная наука. – 1993. – № 5. – С. 47.

17. Бурячковский, В.Г. Резервы Южной Степи Украины / В.Г. Бурячковский // Земледелие. – 1982. – № 2. – С. 10–13.

18. Бутов, А.К. Минимализация обработки почвы под рис / А.К. Бутов // Минимализация обработки почвы. – Москва: Колос, 1984. – С. 11–13.

19. Вавилов, П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др.; под ред. П.П. Вавилова. – 4-е изд., доп. и перераб. – Москва: Колос, 1979. – 519 с.

20. Васильев, И.П. Практикум по земледелию / И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев и др. – Москва: КолосС, 2004. – 424 с.

21. Воробьев, Г.Я. Беречь почву от переуплотнения техникой / Г.Я. Воробьев // Земледелие. – 1987. – № 9. – С. 15–17.

22. Воробьев, Н.Е. Агроэкологический комплекс мер борьбы с сорняками / Н.Е. Воробьев, Е.В. Николаев, А.М. Изотов и др. // Земледелие. – 1985. – № 1. – С. 10–12.
23. Герасимов, Н.М. Влияние условий возделывания на урожай зерна и урожайные качества семян озимой пшеницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Н.М. Герасимов. – Харьков, 1970. – 21 с.
24. Головки, И.М. В борьбе за качество зерна / И.М. Головки, В.В. Немешкалов // Земледелие. – 1982. – № 2. – С. 23–24.
25. Горин, В.Я. Управление агропромышленным производством (теория и практика) / В.Я. Горин – Белгород: Крестьянское дело, 2004 – 376 с.
26. Гринев, В.М. Сочетание обработок в севообороте / В.М. Гринев // Земледелие. – 1986. – № 10. – С. 33–34.
27. Губанов, Я.В. Озимая пшеница / Я.В. Губанов, Н.Н. Иванов. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 303 с.
28. Гудзь, В.П. Обработка почвы и предшественник озимой пшеницы / В.П. Гудзь, А.А. Цюк, В.Н. Дудченко // Земледелие. – 1998. – № 2. – С. 22.
29. Гуз, Г.В. Повысить стабильность земледелия в Приуралье / Г.В. Гуз, В.С. Кучеров // Земледелие. – 1987. – № 3. – С. 26–28.
30. Гусейнов, Р.К. Влияние калийных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы на эродированных почвах / Р.К. Гусейнов, Д.З. Шабандаев // Агрохимия. – 1978. – № 7. – С. 23–27.
31. Добруцкая, Е.Г. Экологическая роль сорта в XXI веке / Е.Г. Добруцкая, В.Ф. Пивоваров // Селекция и семеноводство. – 2000. – № 1. – С. 28–30.
32. Доспехов, Б.И. Минимализация обработки почвы: направления исследований и перспективы внедрения в производство / Б.И. Доспехов // Земледелие. – 1978. – № 9. – С. 26–31.
33. Достижения и перспективы селекции озимой пшеницы Белгородской ГСХА / М.И. Павлов, В.Т. Городов, И.В. Оразаева и др. // Достижения науки и техники в АПК. – 2009. – № 11. – С. 27–29.
34. Емцев, В.Т. Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – Москва: Дрофа, 2005. – 445 с.

35. Ершов, С.А. Влияние предшественников и обработки почвы на урожай озимой пшеницы / С.А. Ершов, В.Г. Бурячковский, В.В. Коваленко // Земледелие. – 1980. – № 11. – С. 24–26.
36. Животков, Л.А. Пшеница / Л.А. Животков, С.В. Бирюков, А.Я. Степаненко и др.; под ред. Л.А. Животкова. – Киев: Урожай, 1989. – 320 с.
37. Жуков, А.В. Эффективность применения минеральных удобрений под озимую пшеницу по различным предшественникам / А.В. Жуков, Н.А. Пресняков, Л.И. Гридяева // Науч. труды Воронежского СХИ. – 1975. – Т. 72. – С. 42–46.
38. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России / А.А. Жученко. – Москва: Агрорус, 2004. – 1109 с.
39. Зайцев, В.С. Система обработки почвы в хлопковолюцерновом севообороте в условиях Азербайджанской ССР: автореферат дисс. ... д-ра с.-х. наук. – Ташкент: 1971. – 63 с.
40. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – Москва: Изд-во Московского ун-та, 1987. – 256 с.
41. Иванов, Н.Н. Озимые в Центрально-Черноземной полосе / Н.Н. Иванов, В.А. Федоров, А.В. Жуков и др. под ред. Н.Н. Иванова. – Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд-во, 1975. – 104 с.
42. Ивенин, В.В. Обработка почвы в зависимости от предшественника / В.В. Ивенин, В.П. Заикин // Земледелие. – 1986. – № 11. – С. 57.
43. Ионин, П.Ф. Засоренность посевов при минимализации обработки почвы / П.Ф. Ионин, В.С. Мокшин // Земледелие. – 1981. – № 7. – С. 18–19.
44. Ионин, П.Ф. Обработка почвы – главный способ борьбы с сорняками / П.Ф. Ионин // Земледелие. – 1987. – № 10. – С. 30–32.
45. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – Москва: Мир, 1989. – 439 с.
46. Кабелко, Г.Н. Полевая всхожесть семян озимой пшеницы / Г.Н. Кабелко // Селекция и семеноводство. – 1969. – № 6. – С. 15.
47. Кидин, В.В. Агрохимия / В.В. Кидин, С.П. Торшин. – Москва: Проспект, 2017. – 608 с.

48. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия: учеб. для с.-х. вузов / В.И. Кирюшин. – Москв : Колос, 1996. – 365 с.
49. Клостер, Н.И. Исходный материал в селекции пшеницы в юго-западной части ЦЧЗ / Н.И. Клостер, М.И. Павлов // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 6. – С. 33–34.
50. Ключник, В.И. Агротехника в борьбе с сорняками / В.И. Ключник, М.А. Парфенов // Земледелие. – 1990. – № 3. – С. 11–12.
51. Коваленко, А.П. Размещение зерновых культур в интенсивных севооборотах / А.П. Коваленко // Земледелие. – 1987. – № 10. – С. 25–27.
52. Коломиец, Н.В. Агрономические аспекты уплотнения почв Украины / Н.В. Коломиец, Н.И. Драган // Земледелие. – 1991. – № 5. – С. 29–31.
53. Коробков, Н.Ф. Эффективность минеральных удобрений / Н.Ф. Коробков // Земледелие. – 1982. – № 4. – С. 45.
54. Косякин, П.А. Влияние агротехники и условий увлажнения на дифференциацию слоев чернозема по содержанию питательных веществ в ЦЧР / П.А. Косякин, О.К. Боронтов, Е.Н. Манаенкова // АгроФорум. – 2020. – № 1. – С. 29–31.
55. Котлярова, Е.Г. Обработка почвы: учебное пособие / Е.Г. Котлярова, С.Д. Лицуков, А.И. Титовская, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, С.А. Линков, А.В. Акинчин. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2013. – 126 с.
56. Котлярова, О.Г. Ландшафтная система земледелия Центрально-Черноземной зоны / О.Г. Котлярова. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 1995. – 294 с.
57. Кошкин, П.Д. Обработка почвы и продуктивность пашни / П.Д. Кошкин // Земледелие. – 1990. – № 8. – С. 40–41.
58. Кузнецова, Л.Н. Биологическая активность чернозема типичного в зависимости от способа обработки / Л.Н. Кузнецова, А.В. Ширяев, А.Г. Ступаков // Сахарная свекла – 2016. – № 1. – С. 36–38.
59. Кузнецова, Л.Н. Влияние последствий основной обработки почвы на засоренность посевов и продуктивность озимой пшеницы / Л.Н. Кузнецова, А.В. Ширяев, А.И. Титовская, С.И. Смуров // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2016. – № 3 (11). – С. 72–78.

60. Лазарев, В.И. Агробιοлогическое и экономическое обоснование использования комплексных удобрений с микроэлементами при возделывании озимой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области / В.И. Лазарев, З.С. Маслова, О.М. Шершнева // Московский экономический журнал. – 2017. – № 3. – С. 12.

61. Лазарев, В.И. Влияние предшественников, удобрений и метеорологических условий на качество зерна озимой пшеницы / В.И. Лазарев // Зерновые культуры. – 1996. – № 1. – С. 7–9.

62. Лазарев, В.И. Зависимость урожайности озимой пшеницы от основных природных и антропогенных факторов / В.И. Лазарев // Зерновые культуры. – 1997. – № 3. – С. 16–17.

63. Лазарев, В.И. Оценка влияния микробиологических препаратов при возделывании озимой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области / В.И. Лазарев, Н.Н. Боева, Ж.Н. Минченко // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: сборник докладов Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: Изд-во ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр, 2019. – С. 204–209.

64. Линков, С.А. Влияние систем обработки почвы на агрофизические свойства черноземов / С.А. Линков, А.В. Ширяев, А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 4. – С. 211–219.

65. Линков, С.А. Изменение плодородия почвы в зависимости от факторов интенсификации земледелия: монография / С.А. Линков, Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин, А.В. Ширяев. – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2016. – 197 с.

66. Листопадов, И.Н. Плодородие почвы в интенсивном земледелии / И.Н. Листопадов, И.М. Шапошникова. – Москва: Россельхозиздат, 1984. – 205 с.

67. Лицуков, С.Д. Изменение агрофизических показателей плодородия в зависимости от способа обработки почвы / С.Д. Лицуков, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова // Сахарная свекла. – 2016. – № 2. – С. 30–33.

68. Лыхман, В.А. Влияние на агрегатный состав чернозема обработки

посевов баковой смесью гуминового препарата и гербицида / В.А. Лыхман, А.И. Клименко, М.Н. Дубинина и др. // Земледелие. – 2020. – № 8. – С. 3–7.

69. Лыхман, В.А. Влияние совместного применения пестицидов и гуминовых препаратов на плодородие и структурные свойства черноземных почв / В.А. Лыхма, О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3 (66). – С. 97–107.

70. Макаров, И.П. Долг ученых / И.П. Макаров // Земледелие. – 1987. – № 9. – С. 17–18.

71. Макаров, И.П. Пути совершенствования обработок почвы / И.П. Макаров, Н.И. Картамышев // Земледелие. – 1998. – № 5. – С. 17.

72. Медведев, В.В. Изменение физических свойств почв под действием ходовых систем машин. Черноземы / В.В. Медведев, В.Г. Цыбулько, П.И. Слободюк // Земледелие. – 1987. – № 9. – С. 27–28.

73. Мельник, А.Ф. Влияние агротехнических приемов на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы / А.Ф. Мельник // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 4 (16). – С. 68–75.

74. Мельникова, О.В. Агроэкологическое обоснование биологизации растениеводства на юго-западе Центрального региона России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09; 03.00.16 / О.В. Мельникова. – Брянск, 2009. – 46 с.

75. Минакова, О.А. Влияние удобрений на плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность зерносвекловичного севооборота в ЦЧР / О.А. Минакова, Л.В. Александрова, Т.Н. Подвигина // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: сборник докладов Международной научно-практической конференции (Курск, 11–13 сентября 2019 г.). – Курск: Изд-во ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр, 2019. – С. 345–343.

76. Минакова, О.А. Длительное применение удобрений – основа повышения урожайности культур зерносвекловичного севооборота в ЦЧР / О.А. Минакова, Л.В. Александрова, Т.Н. Подвигина // АгроФорум. – 2020. – №1. –С. 22–24.

77. Минакова, О.А. Урожайность зерновых культур и трав при

последствия удобрений в зерносвекловичном севообороте / О.А. Минакова, Л.В. Александрова, Т.Н. Подвигина // Сахар. – 2020. – № 3. – С. 38–41.

78. Минакова, О.А. Физико-химические свойства чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений в ЦЧР / О.А. Минакова, Л.В. Александрова, Т.Н. Подвигина // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: сборник докладов XV Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева» (Курск, 28–29 мая 2020 г.). – Курск: Изд-во ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 2020. – С. 243–246.

79. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – Москва: Изд-во Московского государственного ун-та, 2004. – 753 с.

80. Минеев, В.Г. Влияние азотных удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы при посеве ее по различным предшественникам / В.Г. Минеев, Г.Т. Остапенко. – Труды ВИУА, 1974. – Вып. 23. – С. 49–56.

81. Минеев, В.Г. Влияние приемов внесения азотных удобрений на белковость зерна озимой пшеницы в условиях ЦЧО / В.Г. Минеев, Г.Д. Копцева, Л.Ю. Лукин // Сборник науч.-исслед. работ аспирантов и молодых ученых Ставропольского НИИСХ, 1970. – Вып. 3, Ч. 1. – С. 116–118.

82. Минеев, В.Г. Пути повышения урожая и улучшения качества зерна озимой пшеницы на черноземе / В.Г. Минеев, Н.А. Пресняков // Агрохимия. – 1967. – № 8. – С. 3–9.

83. Морозова, Т.С. Агроэкологическая оценка фитотоксичности почв естественных ценозов и агроценоза / Т.С. Морозова, А.В. Ширяев, Т.А. Тимофеев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – № 2 (26). – С. 185–189.

84. Мотузова, Г.В. Соединение микроэлементов в почвах: системная организация, экологическое значение, мониторинг / Г.В. Мотузова. – Москва: Эдиториал УПСС, 1999. – 166 с.

85. Музычкин, Е.Т. Результаты исследований по продуктивности севооборотов с различными видами пара в стационарном опыте на Курской с.-х. опыт. станции / Е.Т. Музычкин, В.М. Кахута, Н.М. Кахута // Материалы

зонального научно-методического совещания НИИСХ ЦЧП. – Каменная Степь, 1975. – С. 10–13.

86. Мухина, С.В. Технология возделывания озимой пшеницы / С.В. Мухина, Н.И. Юрьева, В.В. Авдеева // *Зерновое хозяйство России*. – 2011. – № 1(13). – С. 56–58.

87. Навольнева, Е.В. Влияние агротехнических приемов на агрофизические свойства чернозема типичного / Е.В. Навольнева, В.Д. Соловиченко, А.Г. Ступаков, С.А. Дмитриенко // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. – 2014. – № 4. – С. 81–86.

88. Навольнева, Е.В. Изменение свойств чернозема типичного и урожайности культур в зависимости от удобрений, способов обработки почвы и севооборотов в юго-западной части ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Е.В. Навольнева. – Брянск, 2018. – 24 с.

89. Наумкин, В.Н. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе / В.Н. Наумкин, А.М. Хлопяников, А.В. Наумкин // *Земледелие*. – 2010 – № 4. – С. 5–7.

90. Небольсин, И.М. К освоению полевых севооборотов / И.М. Небольсин // *Материалы в помощь с.-х. пр-ву*. – Воронеж, 1973. – Вып. 3, Ч. 2. – С. 12–14.

91. Небольсин, И.М. Соблюдать основную агротехнику / И.М. Небольсин // *Зерновое хозяйство*. – 1974. – № 9. – С. 10.

92. Никульников, И.М. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от агротехники в зерно-свекловичном севообороте / И.М. Никульников, О.К. Боронтов, В.В. Ситникова и др. // *Зерновые культуры*. – 1998. – № 1. – С. 9–10.

93. Оразаева, И.В. Районированные и перспективные сорта озимой мягкой пшеницы селекции БелГСХА им. В.Я. Горина / И.В. Оразаева, М.И. Павлов, И.В. Кулишов и др. // *Белгородский агромир*. – 2012. – № 1 (68). – С. 23–24.

94. Оразаева, И.В. Сравнительная оценка урожайности и качества зерна новых районированных и перспективных сортов озимой мягкой пшеницы селекции Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина / И.В. Оразаева, И.В. Кулишова // *Аграрная Россия*. – 2015. – № 10. – С. 7–9.

95. Ореховская, А.А. Азотный режим чернозема типичного и продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений, способов обработки почвы и видов севооборотов в условиях юго-западной части ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / А.А. Ореховская. – Брянск, 2019. – 20 с.

96. Ореховская, А.А. Изменение содержания нитратного азота в черноземе типичном при длительном землепользовании / А.А. Ореховская, А.Г. Ступаков, М.А. Куликова // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее: матер. XXIV международной научно-производственной конференции (п. Майский, 27–28 мая 2020 г.): в 2 т. – п. Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. – Т. 1. – С. 31–32.

97. Павлов, М.И. Итоги селекционной работы с озимой пшеницей в Белгородской ГСХА им. В.Я. Горина / М.И. Павлов, А.И. Бабакин, Н.М. Гончарова и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2(37). – С. 41–43.

98. Павлов, М.И. Селекция мягкой озимой пшеницы в ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ / М.И. Павлов, А.И. Бабакин, И.В. Оразаева и др. // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2015. – № 4(8). – С. 76–83.

99. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 512 с.

100. Петелько, А.И. Эффективность удобрений на смытых почвах / А.И. Петелько, Н.Е. Петелько // Земледелие. – 1987. – № 10. – С. 42–43.

101. Петербургский, А.В. Удобрение озимой пшеницы на черноземах Тамбовской области / А.В. Петербургский, Г.А. Булаткин // Агрохимия. – 1971. – № 12. – С. 56–60.

102. Пикуш, Г. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна орошаемой озимой пшеницы в северных районах степи УССР / Г. Пикуш, Л. Демишев // Рациональное использование удобрений в Степи УССР. – Днепропетровск, 1977. – С. 88–92.

103. Полифид. Описание // Энергия Роста. Профессиональная агрохимия.

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://stavseed.narod.ru/olderfiles/1/Opisanie\\_polifid.pdf](http://stavseed.narod.ru/olderfiles/1/Opisanie_polifid.pdf) (дата обращения: 20.11.2020).

104. Полуэктов, Г.Н. Эффективность почвозащитной технологии возделывания озимой пшеницы / Г.Н. Полуэктов, Н.Е. Богатырев, А.Н. Краевский // Земледелие. – 1982. – № 4. – С. 23.

105. Пруцков, Ф.М. Озимая пшеница / Ф.М. Пруцков. – Москва: Колос, 1970. – 344 с.

106. Пупонин, А.И. Влияние удобрения, обработки почвы и погодных условий на урожай / А.И. Пупонин, В.Н. Маймусов, А.Е. Алексеева и др. // Земледелие. – 1983. – № 4. – С. 24–26.

107. Пупонин, А.И. Снижение уплотнения дерново-подзолистой почвы чизелеванием / А.И. Пупонин, Н.С. Матюк // Земледелие. – 1980. – № 12. – С. 30–32.

108. Пшеница озимая сорт Альмера // Каталог продукции АПК Колос [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.apk-kolos.ru/pshenica-ozimaja/c489.html> (дата обращения: 11.12.2020).

109. Пшеничный, А.Е. Как повысить качество зерна пшеницы в Центрально-Черноземной зоне / А.Е. Пшеничный. – Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд-во, 1978. – 84 с.

110. Рабочев, И.С. Расширенное воспроизводство почвенного плодородия / И.С. Рабочев, И.Е. Королева. – Москва: Знание, 1983. – 64 с.

111. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коренев и др.; под ред. Г.С. Посыпанова. – Москва: Колос, 1997. – 447 с.

112. Рекомендации по применению препарата Альбит [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.albit.ru/1/1.php> (дата обращения: 12.12.2020).

113. Ремесло, В.Н. Об одном важном резерве повышения урожайности и качества озимой пшеницы / В.Н. Ремесло, В.Ф. Сайко // Зерновое хозяйство. – 1979. – № 8. – С. 30–31.

114. Ремесло, В.Н. Урожай и качество озимой пшеницы в зависимости от сорта, нормы высева и доз удобрений / В.Н. Ремесло, В.Ф. Сайко, А.И. Шевченко // Вестник с.-х. науки. – 1978. – № 10. – С. 63–69.

115. Рябов, Е.И. Особенности почвозащитного земледелия на склоновых землях Северного Кавказа / Е.И. Рябов // Почвозащитное земледелие на склонах. – Москва: Колос, 1983. – С. 130–137.

116. Селекция озимой пшеницы в БелГАУ им. В.Я. Горина // Хостинг презентаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ppt4web.ru/medicina/selekcija-ozimojj-pshenicy-belgau.html> (дата обращения: 11.12.2020).

117. Сидоров, М.И. Освоение занятых паров – важнейшая задача колхозов и совхозов ЦЧП / М.И. Сидоров // Материалы в помощь с.-х. пр-ву. – Воронеж: ВСХИ, 1973. – Вып. 3, Ч. 2. – С. 28–30.

118. Смирнов, Б.А. Минимализация основной обработки почвы и засоренность посевов / Б.А. Смирнов, А.С. Мазохин // Земледелие. – 1990. – № 2. – С. 43–45.

119. Соловиченко, В.Д. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование / В.Д. Соловиченко, С.И. Тютюнов – Белгород: Отчий дом, 2013. – 372 с.

120. Стифеев, А.И. Экология пахотных земель Центрального Черноземья в условиях антропогенного воздействия / А.И. Стифеев, О.В. Никитина, В.И. Лазарев, Р.А. Зиновьев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 5. – С. 37–45.

121. Стрельникова, М.М. Повышение качества зерна пшеницы / М.М. Стрельникова. – Киев: Урожай, 1971. – 178 с.

122. Ступаков, А.Г. Агрохимическое обоснование системы удобрения зерносвекловичного севооборота на черноземе выщелоченном в условиях западной части ЦЧЗ: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / А.Г. Ступаков. – Москва, 1998. – 36 с.

123. Ступаков, А.Г. Воспроизводство плодородия почв в системах земледелия: учебное пособие по дисциплине «Воспроизводство плодородия почв в системах земледелия» для направления подготовки 35.04.03 «Агрохимия и агропочвоведение» / А.Г. Ступаков, А.И. Титовская, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова – Белгород: Изд-во БелГАУ, 2016. – 79 с.

124. Ступаков, А.Г. Продуктивная влага чернозема типичного в

зависимости от предшественников озимой пшеницы / А.Г. Ступаков, Х.Х. Аль Дхухайбави, С.И. Смуров, С.Н. Зюба, М.А. Куликова // Вестник Курской государственной с.-х. академии. – 2020. – № 2. – С. 6–12.

125. 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.

126. Суднов, П.Е. Повышение качества зерна пшеницы. – Москва: Россельхозиздат, 1986. – 96 с.

127. Тарчоков, Х.Ш. Преимущество – за минимальной обработкой / Х.Ш. Тарчоков, Ф.Х. Бжинаев // Земледелие. – 1998. – № 6. – С. 22.

128. 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.

129. Трутаева, Н.Н. Эффективность применения биопрепарата Гумистим и микроэлементного удобрения Микрофид комплекс при возделывании озимой пшеницы / Н.Н. Трутаева, В.И. Лазарев // Инновации в научно-техническом обеспечении АПК России: матер. Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курск: ФГБОУ ВО Курская ГСХА, 2020. – С. 169–173.

130. Турусов, В.И. Изменение водно-физических свойств почвы и урожайности озимой пшеницы в зависимости от предшественников / В.И. Турусов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова и др. // Земледелие. – 2021. – № 2. – С. 10–13.

131. Тютюнов, С.И. Биологизация земледелия как фактор роста плодородия почв, продуктивности культур и сохранения окружающей среды / С.И. Тютюнов, В.Д. Соловиченко // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: коллективная монография; под ред. В.В. Окоркова. – Иваново: Изд-во ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», 2019. – С. 13–17.

132. Тютюнов, С.И. Биологизация земледелия, как фактор повышения содержания органического вещества в почве и роста продуктивности культур /

С.И. Тютюнов, А.Н. Воронин, В.Д. Соловиченко // Сахарная свекла. – 2019. – № 7. – С. 32–35.

133. Тютюнов, С.И. Диагностические основы оптимизации минерального питания культур зерносвекловичного севооборота на черноземе типичном / С.И. Тютюнов, В.В. Никитин, В.Д. Соловиченко, А.П. Карабутов // Агрохимия. – 2019. – № 8. – С. 77–82.

134. Тютюнов, С.И. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность озимой пшеницы / С.И. Тютюнов, П.И. Солнцев, Ю.В. Хорошилова и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 5. – С. 18–23.

135. Тютюнов, С.И. Влияние способов обработки почвы, минеральных и органических удобрений в различных севооборотах на содержание гумуса в черноземе типичном / С.И. Тютюнов, В.Д. Соловиченко, А.С. Цыгуткин, И.В. Логвинов // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 5. – С. 7–12.

136. Тютюнов, С.И. Диагностические основы программирования урожаев культур зерносвекловичного севооборота на черноземах ЦЧЗ / С.И. Тютюнов. – Белгород: Отчий дом, 2016. – 236 с.

137. Тютюнов, С.И. Динамика урожайности озимой пшеницы по ротациям севооборота в зависимости от применяемых удобрений и способов основной обработки почвы / С.И. Тютюнов, П.И. Солнцев // Сахарная свекла. – 2019. – № 7. – С. 39–44.

138. Тютюнов, С.И. Комплексное применение средств химизации – главный фактор увеличения продуктивности культур / С.И. Тютюнов, П.И. Солнцев, Ю.В. Хорошилова и др. // Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: матер. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием и Всероссийской Школы молодых ученых. – Белгород: ФАНЦ РАН «Белгородский», 2019. – С. 114–125.

139. Уваров, Г.И. Динамика нитратов при почвозащитных способах обработки эродированного чернозема в зоне влияния лесной полосы / Г.И. Уваров // Агрохимия. – 1997. – № 4. – С. 23–27.

140. Фатьянов, В.А. Учебно-методическое пособие по земледелию / В.А. Фатьянов, О.Г. Котлярова. – Белгород: Изд-во БелГСХА. – 2004. – 124 с.
141. Федоров, В.А. О предшественниках озимых в Тамбовской области / В.А. Федоро // Материалы зонального научно-методического совещания НИИСХ ЦЧП. – Каменная Степь, 1975. – С. 12.
142. Федоров, В.А. Продуктивность звеньев севооборота в зависимости от предшественников озимых на северо-востоке ЦЧП: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / В.А. Федоров. – Воронеж, 1974. – 20 с.
143. Фисюнов, А.В. Сорные растения / А.В. Фисюнов. – Москва: Колос, 1984. – 320 с.
144. Хомко, Л.С. Определение порога вредоносности сорняков / Л.С. Хомко // Земледелие. – 1986. – № 10. – С. 50–51.
145. Шапошников, Ю.Ф. Эффективность возделывания озимой пшеницы по чистым и занятым парам на юге Воронежской области / Ю.Ф. Шапошников // Материалы зонального научно-методического совещания НИИСХ ЦЧП. – Каменная Степь, 1975. – С. 14.
146. Ширяев, А.В. Влияние систем обработки на водопрочность структуры почвы при возделывании кукурузы на зерно / А.В. Ширяев // Вестник Курской государственной с.-х. академии. – 2014. – № 7. – С. 53–55.
147. Ширяев, А.В. Влияние технологии No-till на водный режим и структурное состояние почвы / А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, С.Д. Лицуков, А.И. Титовская // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: сборник докладов научно-практической конференции с международным участием Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2016. – С. 333–335.
148. Ширяев, А.В. Водопрочность почвенных агрегатов в зависимости от системы обработки почвы / А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова // Проблемы и перспективы инновационного развития животноводства: матер. XVII международной научно-производственной конференции (Белгород, 15–16 мая 2013 г.). – Белгород: БелГСХА, 2013. – С. 36.

149. 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 научно-производственной конференции (Белгород, 28–29 мая 2019 г.): в 2 т. – п. Майский: Изд-во БелГАУ, 2019. – Т. 1. – С. 58–59.

150. 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. 114–121.

151. Ширяева, Н.В. Структурное состояние почвы при возделывании озимой пшеницы по разным предшественникам / Н.В. Ширяева, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова и др. // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2018. – № 3 (19). – С. 116–122.

152. Яровенко, В.В. Ресурсосберегающая технология / В.В. Яровенко, Н.Г. Осенний, П.К. Терещенко // Земледелие. – 1990. – № 3. – С. 55–57.

153. Bayer, D.E. Mechanisms for weed seed survival / D.E. Bayer // Annual California weed conference. – 1985. – Vol. 37. – Pp. 50–52.

154. Bhaskar, V. Exploring the differences between organic and conventional breeding in early vigour traits of winter wheat / V. Bhaskar, O.D. Weedon, M.R. Finckh // European Journal of Agronomy. – 2019. – Vol. 105. – Pp. 86–95. DOI: 10.1016/j.eja.2019.01.008.

155. Bilsborrow, P. The effect of organic and conventional management on the yield and quality of wheat grown in a long-term field trial / P. Bilsborrow, J. Cooper, ..., S. Wilcockson // European Journal of Agronomy. – 2013. – Vol. 51. – Pp. 71–80. DOI: 10.1016/j.eja.2013.06.003.

156. Che, H. Long-term inorganic plus organic fertilization increases yield and yield stability of winter wheat / H. Chen, A. Deng, W. Zhang, F. Chen // The Crop Journal. – 2018. – Vol. 6. – Pp. 589–599.

157. Dao, T.H. Crop residues and management of annual grass weeds in continuous no-till wheat (*Triticum aestivum*) // Weed Science. – 1987. – Vol. 35(3). – Pp. 395–400.

158. Kotlyarova, E. The balance of organic matter and soil nutrients, depending on fertilization level of soybean varieties / E. Kotlyarova, V. Gritsina, S. Litsukov, A. Stupakov // E3S Web of Conferences 254, 05006 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125405006> FARBA 2021.

159. Espeby, L. Influence of fertilizer placement on germination and competition outcome in stands of barley and annual weeds // Weeds and weed control. 28th Swedish weed conference, Uppsala. – 28-29 January 1987. – Vol. 1. Reports. – 1987. – Pp. 59–60.

160. Fantin, V. Environmental assessment of wheat and maize production in an Italian farmers' cooperative / V. Fantin, S. Righi, I. Rondini, P. Masoni // Journal of Cleaner Production. – 2017. – Vol. 140(21). – Pp. 631–643.

161. Fawcett, R.S. Overview of pest management for conservation tillage systems / R.S. Fawcett // In: Effect of conservation tillage on groundwater quality. – Lewis Publishers Inc., Chelsea. Michigan, 1987. – Pp. 19–37.

162. Fawcett, R.S. Weed control systems for conservation tillage / R.S. Fawcett // Hoard's Dairyman. – 1984. – Vol. 129 (6). – Pp. 390–408.

163. Frye, W.W. Zero-tillage research priorities / W.W. Frye, C.W. Lindwall // Soil and Tillage Research. – 1986. – Vol. 8(1–4). – Pp. 311–316.

164. Gall, H. Einfluss der Fahrspur auf das Bodengefüge und der Ertrag bei Kartoffeln / H. Gall, U. Peterson. – Tagungsbericht. – 1981. – Vol. 194. – S. 25–33.

165. Harris, B.L. Conservation tillage systems in Texas. Conservation tillage today and tomorrow / B.L. Harris, E.C.A. Runge, G.K. Westmoreland // Texas Agricultural Experimental Station. MR-1636. – 1987. – Pp. 1–7.

166. Heming, S.D. Soil structure and potassium supply. II. The effect of ped size and root density on the supply to plants of exchangeable potassium from a chalky boulder clay soils / S.D. Heming, D.L. Rowell // Journal of Soil Science. – 1985. – Vol. 36(1). – Pp. 61–69.

167. Holm, F.A. Annual broadleaved weed control in wheat in Western Canada. Wheat Production in Canada – a Review / F.A. Holm, K.J. Kirkland // Proceedings of the Canadian Wheat Production Symposium. March 3–5, 1986. – Saskatoon, Saskatchewan, 1986. – Pp. 375–390.

168. Hu, X.-H. Effects of applying potassium at different growth stages on dry matter accumulation and yield of winter wheat in different soil-texture fields / X.-H. Hu, S.-B. Gu, J.-K. Zhu, D. Wang // *Acta Agronomica Sinica (China)*. – 2021. – Vol. 47(11). – Pp. 2258–2267. DOI:10.3724/SP.J.1006.2021.01081.
169. Hubbard, K. Big wheat yields in perspective / K. Hubbard // *Arable Farming*. – 1977. – Vol. 49(4). – Pp. 13–17.
170. Klarhölter, T. Den Boden festhalten / T. Klarhölter // *Acker+ plus*. – 2011. – Vol. 11. – S. 9–13.
171. Kryukov, A.N. Cultivation technology elements influence on the harvest structure and quality of crops products / A.N. Kryukov, V.N. Naumkin, N.V. Kotsareva, I.V. Orazova, T.S. Morozova, T.P. Shulpekova // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – Vol. 848(1). – 012103. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012103.
172. Lafever, H. Spelt a new look at an old crop / H. Lafever, L. Campbell // *Crops and Soils*. – 1977. – Vol. 29(9). – Pp. 15–16.
173. Lessiter, F. Weed control does change / F. Lessiter // *No-till Farmer*. – 1987. – Vol. 6. – P. 3–4.
174. Litsukov, S.D. Ecological and agrochemical features of chemical agents use on soils contaminated with cadmium and copper in the link of vegetable rotation / S.D. Litsukov, E.G. Kotlyarova, S.A. Linkov, L.N. Kuznetsova, T.S. Morozova, A.V. Shiryaev // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – Vol. 839. – 042059. DOI: 10.1088/1755-1315/839/4/042059.
175. Lu, J. 2021 Sustainable high grain yield, nitrogen use efficiency and water productivity can be achieved in wheat-maize rotation system by changing irrigation and fertilization strategy / J. Lu, Y. Xiang, J. Fan, F. Zhang, T. Hu // *Agricultural Water Management*. – 2021. – Vol. 258. – Pp. 107177. DOI: 10.1016/j.agwat.2021.107177.
176. Marti, M. Effect of soil compaction and lime on yield and soil parameters of three silty clay loam soils in South Eastern Norway / M. Marti. – *Meldinger fra Norges Landbrukshogskole*. – 1983. – Vol. 62(24). – Pp. 0025–8946.
177. Miller, S.D. Weed spectrum change and control in reduced-till wheat / S.D. Miller, J.D. Nalewaja // *North Dakota Farm Research*. – 1985. – Vol. 43(1). – P. 11–14.

178. O'Donovan, J.T. Wild oats competition and crop losses / J.T. O'Donovan, M.P. Sharma // Wild oat symposium, Proceedings, October 18–19, 1983. – Regina, Saskatchewan. – 1984. – Vol. 1. – Pp. 27–42.

179. Orekhovskaya, A.A. Modeling of humus content in chernozem typical in conditions of long-term land use / A.A Orekhovskaya, A.G. Stupakov, V.D. Solovichenko, E.G. Kotlyarova, M.A. Kulikova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 839. – 042050. DOI: 10.1088/1755-1315/839/4/042050.

180. Panchenko, T. Change of yield and baking qualities of winter wheat grain depending on the year of growing and predecessor in the central forestry of Ukraine / T. Panchenko, M. Lozinskiy, V. Gamayunova et al. // Plant Archives. – 2019. – Vol. 19(1). – Pp. 1107–1112.

181. Shirazi, S.Z. Estimating potential yield and change in water budget for wheat and maize across Huang-Huai-Hai Plain in the future / S.Z. Shirazi, X. Mei, B. Liu, Y. Liu // Agricultural Water Management. – 2022. – Vol. 260. – DOI: 10.1016/j.agwat.2021.10728.

182. Stupakov, A.G. Complex of agrotechnical methods for different varieties of winter wheat / A.G. Stupakov, A.V. Shiryaev, M.A. Kulikova, T.V. Oliva, V.I. Zheltukhina, N.V. Shiryaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 848. – 012102. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012102.

183. Todd, B.D. Perennial weed control in wheat in Western Canada. Wheat Production in Canada – a Review / B.D. Todd, D.A. Derksen // Proceedings of the Canadian Wheat Production Symposium. March 3–5, 1986. – Saskatoon, Saskatchewan, 1986. – Pp. 375–390.

184. Verstraeten, L. Effect of a combined formula of slow-release N-fertilizers on winter wheat / L. Verstraeten, J. Livens // International Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture. – 1977. – Pp. 433–440.

185. Vlasova, O.I. Previous crop – as an element of organic farming in the cultivation of winter wheat in the Central Pre-Caucasus / O.I. Vlasova, V.M. Perederieva, I.A. Volters et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9(6). – Pp. 1272–1276.

186. Volters, I.A. Influence of traditional technology and direct sowing the winter wheat on agrophysical factors of fertility the dark chestnut soils / I.A. Volters, O.I. Vlasova, V.M. Perederieva // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9(4). – P. 718–726.

187. Witt, H. Die Bedeutung der Winterweizensortenaus Mironovska fur den Anbau in der DDR / H. Witt, G. Beese // Getreidewirtschaft. – 1977. – Vol. 11(8). – S. 172–176.

188. Wójcik-Gron, E. Variables influencing yield-scaled Global Warming Potential and yield of winter wheat production / E. Wójcik-Gron // Field Crops Research. – 2018. – Vol. 2271. – Pp. 19–29.

189. Wormell, P. Revolution in wheat growing / P. Wormell // Big Farm Management. – 1977. – Vol. 25. – Pp. 21–22.

190. Worsham, A.D. Weed management: key to no-tillage crop production / A.D. Worshman, W.M. Lewis // Proceedings Southern Region No-till Conference. – Griffin, GA University of Georgia, 1985. – Pp. 177–188.

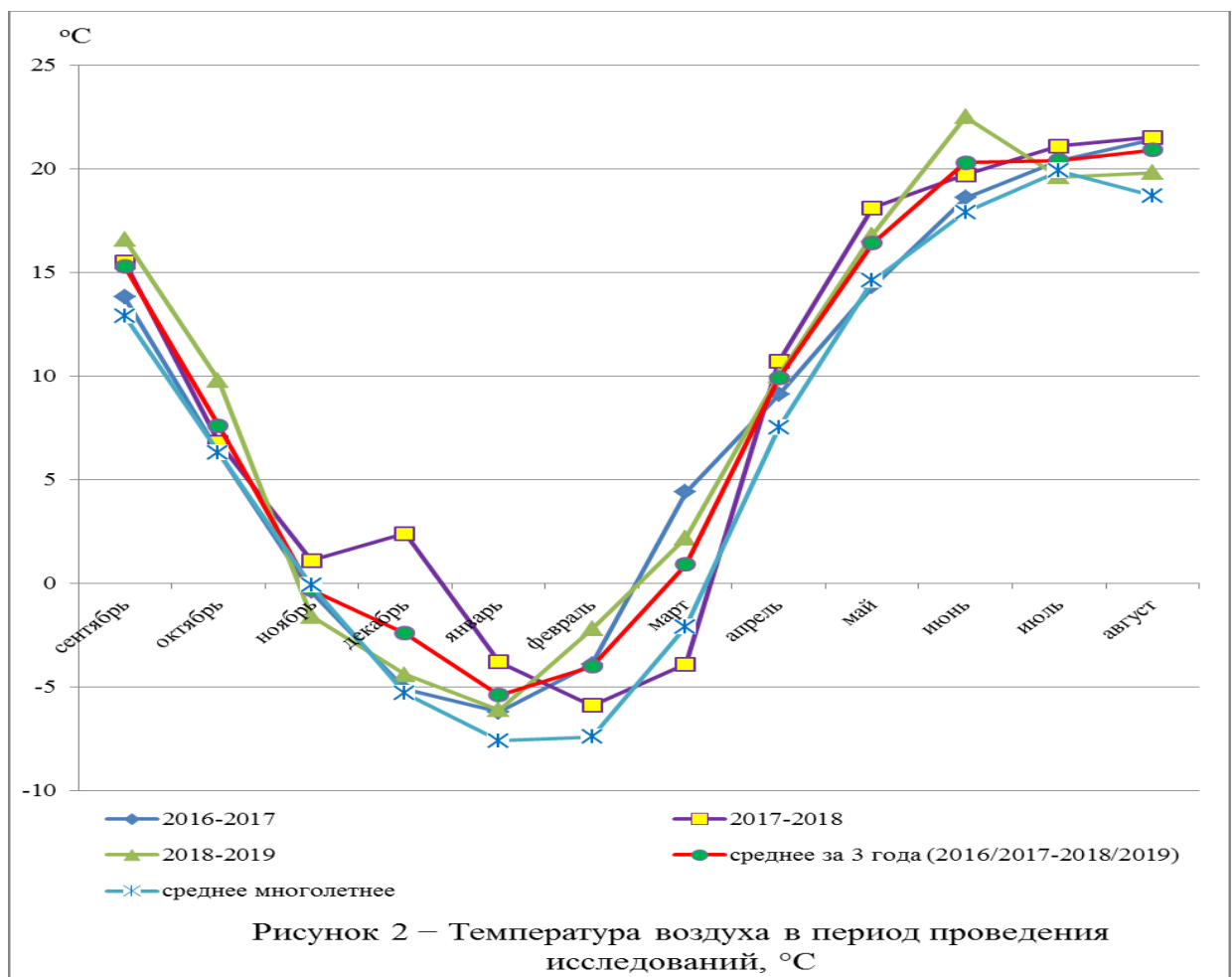
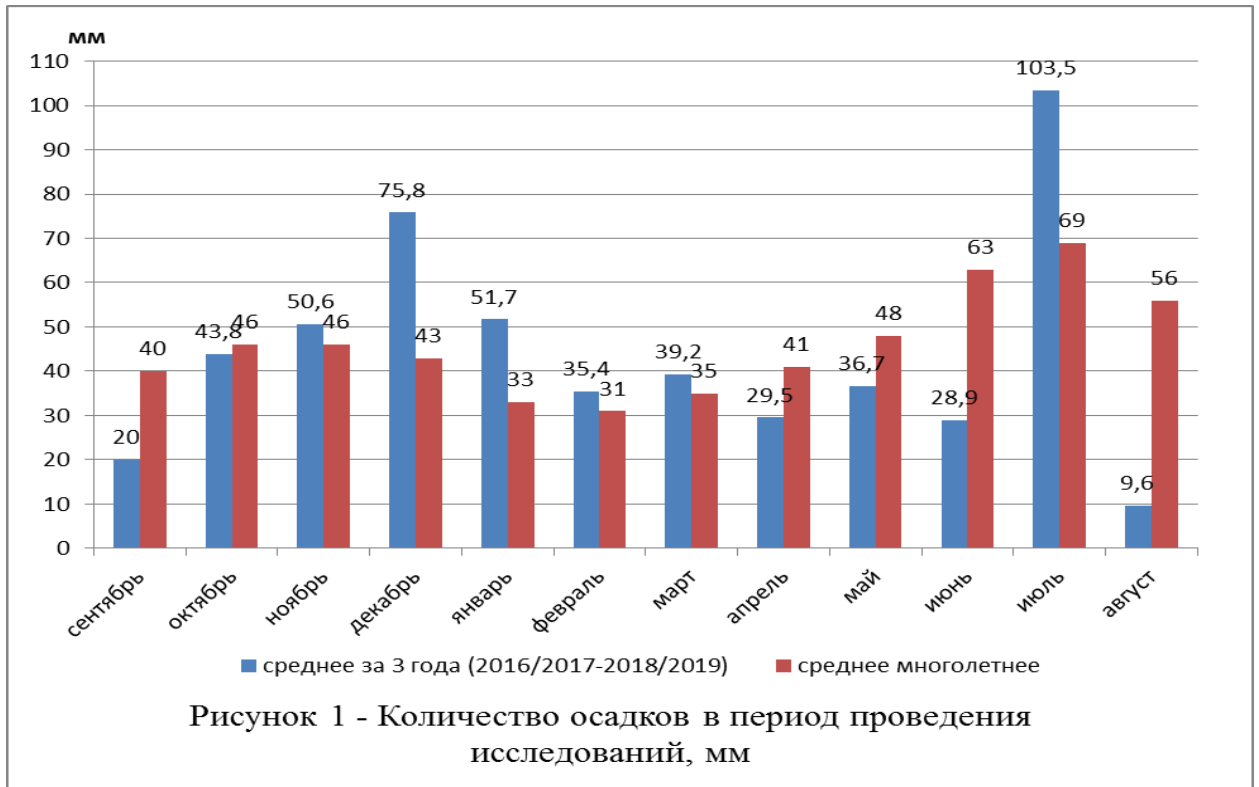
191. Xu, H. Integrated management strategy for improving the grain yield and nitrogen-use efficiency of winter wheat / H. Xu, X. Dai, J. Chu, et al. // Journal of Integrative Agriculture. – 2018. – Vol. 17(2). – Pp. 315–327. DOI: 10.1016/s2095-3119(17)61805-7.

192. Zekalo, M. The organic production of cereals in the EU countries and the profitability of winter wheat and winter rye in organic farms in Poland / M. Zekalo // Scientific Papers. Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development». – 2018. – Vol. 18(2). – Pp. 493–498.

193. Zhichkina, L.N. Ecological aspects of seasonal dynamics of wheat thrips and trophic relationships in wheat agroecosystems / L.N. Zhichkina, V.V. Nosov, K.A. Zhichkin, et al. // Agriculture Digitalization and Organic Production. Series «Smart Innovation, Systems and Technologies». Proceedings of the First International Conference, ADOP 2021. St. Petersburg, Russia. – 2021. – Vol. 245. – Pp. 125–135. DOI: 10.1007/978-981-16-3349-2\_11.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

# Приложение А. Метеорологические условия проведения опытов



**Приложение Б. Влияние предшественников и удобрений на химический состав  
зерна разных сортов озимой пшеницы**

**Таблица 1 – Влияние предшественников и удобрений на химический состав зерна озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная, % (2017–2019 гг.)**

| Удобрения              | Сухое вещество | Сырая зола | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|------------------------|----------------|------------|------|-------------------------------|------------------|
| <b>Чистый пар</b>      |                |            |      |                               |                  |
| Без удобрений          | 89,5           | 1,46       | 2,59 | 0,302                         | 0,382            |
| Альбит                 | 89,0           | 1,38       | 2,51 | 0,293                         | 0,394            |
| Полифид                | 89,6           | 1,45       | 2,54 | 0,306                         | 0,380            |
| Альбит + Полифид       | 89,7           | 1,31       | 2,51 | 0,279                         | 0,367            |
| <b>Горох</b>           |                |            |      |                               |                  |
| Без удобрений          | 89,3           | 1,56       | 2,36 | 0,315                         | 0,395            |
| Альбит                 | 90,2           | 1,32       | 2,31 | 0,273                         | 0,369            |
| Полифид                | 89,7           | 1,38       | 2,42 | 0,274                         | 0,371            |
| Альбит + Полифид       | 89,6           | 1,28       | 2,32 | 0,280                         | 0,373            |
| <b>Ячмень</b>          |                |            |      |                               |                  |
| Без удобрений          | 89,3           | 1,63       | 2,32 | 0,343                         | 0,394            |
| Альбит                 | 89,3           | 1,53       | 2,24 | 0,320                         | 0,355            |
| Полифид                | 89,5           | 1,48       | 2,28 | 0,311                         | 0,369            |
| Альбит + Полифид       | 89,5           | 1,43       | 2,21 | 0,297                         | 0,435            |
| НСР <sub>05</sub> (А)  | -              | -          | 0,07 | 0,005                         | 0,008            |
| НСР <sub>05</sub> (Б)  | -              | -          | 0,06 | 0,006                         | 0,011            |
| НСР <sub>05</sub> (АБ) | -              | -          | 0,11 | 0,015                         | 0,021            |

**Таблица 2 – Влияние предшественников и удобрений на химический состав зерна озимой пшеницы сорта Альмера, % (2017–2019 гг.)**

| Удобрения              | Сухое вещество | Сырая зола | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|------------------------|----------------|------------|------|-------------------------------|------------------|
| <b>Чистый пар</b>      |                |            |      |                               |                  |
| Без удобрений          | 89,7           | 1,42       | 2,42 | 0,317                         | 0,438            |
| Альбит                 | 89,4           | 1,51       | 2,48 | 0,321                         | 0,429            |
| Полифид                | 89,5           | 1,34       | 2,62 | 0,293                         | 0,378            |
| Альбит + Полифид       | 89,6           | 1,40       | 2,58 | 0,319                         | 0,428            |
| <b>Горох</b>           |                |            |      |                               |                  |
| Без удобрений          | 89,3           | 1,47       | 2,26 | 0,316                         | 0,409            |
| Альбит                 | 89,3           | 1,36       | 2,26 | 0,305                         | 0,387            |
| Полифид                | 89,6           | 1,37       | 2,32 | 0,311                         | 0,358            |
| Альбит + Полифид       | 89,3           | 1,46       | 2,35 | 0,294                         | 0,351            |
| <b>Ячмень</b>          |                |            |      |                               |                  |
| Без удобрений          | 89,8           | 1,46       | 2,23 | 0,312                         | 0,330            |
| Альбит                 | 89,6           | 1,56       | 1,99 | 0,310                         | 0,369            |
| Полифид                | 89,7           | 1,62       | 2,03 | 0,325                         | 0,385            |
| Альбит + Полифид       | 89,6           | 1,58       | 2,11 | 0,346                         | 0,365            |
| НСР <sub>05</sub> (А)  | -              | -          | 0,07 | 0,005                         | 0,008            |
| НСР <sub>05</sub> (Б)  | -              | -          | 0,06 | 0,006                         | 0,011            |
| НСР <sub>05</sub> (АБ) | -              | -          | 0,11 | 0,015                         | 0,021            |

**Приложение В. Влияние предшественников разных сортов озимой пшеницы  
на токсичность почвы**

**Таблица 1 – Влияние предшественников разных сортов озимой пшеницы на токсичность почвы, слой 0–20 см (2017 г.)**

| Предшественник    | Интенсивность снижения относительно контроля, % |         |                   |         |
|-------------------|-------------------------------------------------|---------|-------------------|---------|
|                   | всхожести семян                                 |         | длины проростков  |         |
|                   | Майская Юбилейная                               | Альмера | Майская Юбилейная | Альмера |
| Пар               | 32,0                                            | 26,7    | 28,2              | 33,7    |
| Горох             | 34,7                                            | 26,7    | 31,1              | 28,3    |
| Ячмень            | 36,0                                            | 36,0    | 44,7              | 38,0    |
| НСР <sub>05</sub> | 3,8                                             | 5,2     | 6,2               | 5,9     |

**Таблица 2 – Влияние предшественников разных сортов озимой пшеницы на токсичность почвы, слой 0–20 см (2018 г.)**

| Предшественник    | Интенсивность снижения относительно контроля, % |         |                   |         |                   |         |
|-------------------|-------------------------------------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|
|                   | всхожести семян                                 |         | длины проростков  |         | длины корешков    |         |
|                   | Майская Юбилейная                               | Альмера | Майская Юбилейная | Альмера | Майская Юбилейная | Альмера |
| Пар               | 4,4                                             | 4,4     | 27,0              | 32,0    | 19,4              | 21,7    |
| Горох             | 30,4                                            | 26,1    | 28,0              | 26,0    | 32,3              | 51,7    |
| Ячмень            | 26,1                                            | 37,1    | 44,0              | 30,0    | 51,7              | 60,0    |
| НСР <sub>05</sub> | 5,2                                             | 6,1     | 4,2               | 5,8     | 6,0               | 4,8     |

**Таблица 3 – Влияние предшественников разных сортов озимой пшеницы на токсичность почвы, слой 0–20 см (2019 г.)**

| Предшественник    | Интенсивность снижения относительно контроля, % |         |                   |         |                   |         |
|-------------------|-------------------------------------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|
|                   | всхожести семян                                 |         | длины проростков  |         | длины корешков    |         |
|                   | Майская Юбилейная                               | Альмера | Майская Юбилейная | Альмера | Майская Юбилейная | Альмера |
| Пар               | 17,2                                            | 14,8    | 39,7              | 43,0    | 17,9              | 20,9    |
| Горох             | 25,2                                            | 29,2    | 58,7              | 46,3    | 41,8              | 29,9    |
| Ячмень            | 30,8                                            | 18,8    | 39,7              | 35,8    | 19,4              | 27,5    |
| НСР <sub>05</sub> | 5,0                                             | 4,3     | 6,2               | 4,9     | 6,1               | 5,2     |

Приложение Г. Определение биометрических показателей  
растений озимой пшеницы



Определение массы и длины растений озимой пшеницы

## Приложение Д. Определение агрофизических свойств почвы

Таблица 1 – Агрегатный состав почвы до посева озимой пшеницы в зависимости от предшественников

| Предшественник | Слой<br>почвы,<br>см | Содержание агрегатов, %   |      |      |            |      |      |           |      |      |
|----------------|----------------------|---------------------------|------|------|------------|------|------|-----------|------|------|
|                |                      | > 10 мм                   |      |      | 10–0,25 мм |      |      | < 0,25 мм |      |      |
|                |                      | Сельскохозяйственные годы |      |      |            |      |      |           |      |      |
|                |                      | 2016                      | 2017 | 2018 | 2016       | 2017 | 2018 | 2016      | 2017 | 2018 |
| Чистый пар     | 0–10                 | 21,1                      | 15,9 | 9,8  | 71,0       | 72,6 | 78,2 | 7,9       | 11,5 | 12,0 |
|                | 10–20                | 19,0                      | 31,5 | 14,8 | 77,6       | 66,9 | 77,6 | 3,4       | 1,6  | 7,6  |
|                | 20–30                | 11,2                      | 27,6 | 21,2 | 85,3       | 67,6 | 73,0 | 3,5       | 4,8  | 5,8  |
|                | 0–30                 | 17,1                      | 25,0 | 15,3 | 78,0       | 69,0 | 76,3 | 4,9       | 6,0  | 8,4  |
| Горох          | 0–10                 | 14,2                      | 9,8  | 13,9 | 77,2       | 76,0 | 72,2 | 8,6       | 14,2 | 13,9 |
|                | 10–20                | 35,7                      | 30,0 | 17,5 | 61,6       | 67,3 | 74,6 | 2,7       | 2,7  | 7,9  |
|                | 20–30                | 31,0                      | 24,7 | 14,7 | 67,2       | 72,3 | 77,4 | 1,8       | 3,0  | 7,9  |
|                | 0–30                 | 27,0                      | 21,3 | 15,4 | 68,6       | 72,1 | 74,7 | 4,4       | 6,6  | 9,9  |
| Ячмень         | 0–10                 | 17,2                      | 20,4 | 11,9 | 75,0       | 70,2 | 77,0 | 7,8       | 9,4  | 11,1 |
|                | 10–20                | 35,4                      | 37,1 | 22,5 | 63,0       | 60,1 | 69,9 | 1,6       | 2,8  | 7,6  |
|                | 20–30                | 31,0                      | 32,1 | 15,9 | 67,2       | 65,8 | 77,7 | 1,8       | 2,1  | 6,4  |
|                | 0–30                 | 27,9                      | 29,9 | 16,8 | 68,4       | 65,3 | 74,7 | 3,7       | 4,8  | 8,5  |

Таблица 2 – Коэффициент структурности почвенных агрегатов до посева озимой пшеницы в зависимости от предшественников

| Предшественник | Слой почвы, см | Годы |      |      |
|----------------|----------------|------|------|------|
|                |                | 2016 | 2017 | 2018 |
| Чистый пар     | 0–10           | 2,45 | 2,77 | 3,59 |
|                | 10–20          | 3,46 | 2,02 | 3,46 |
|                | 20–30          | 5,80 | 2,09 | 2,70 |
|                | 0–30           | 3,90 | 2,29 | 3,22 |
| Горох          | 0–10           | 3,39 | 3,19 | 2,60 |
|                | 10–20          | 1,60 | 2,09 | 2,94 |
|                | 20–30          | 2,05 | 2,62 | 3,42 |
|                | 0–30           | 2,35 | 2,63 | 2,95 |
| Ячмень         | 0–10           | 3,00 | 2,49 | 3,35 |
|                | 10–20          | 1,70 | 1,50 | 2,32 |
|                | 20–30          | 2,05 | 1,95 | 3,48 |
|                | 0–30           | 2,25 | 1,98 | 2,95 |

Таблица 3 – Агрегатный состав почвы под озимой пшеницей сорта Майская Юбилейная в зависимости от предшественников в фазе кушения

| Предшественник | Слой<br>почвы,<br>см | Содержание агрегатов, % |      |      |            |      |      |           |      |      |
|----------------|----------------------|-------------------------|------|------|------------|------|------|-----------|------|------|
|                |                      | > 10 мм                 |      |      | 10–0,25 мм |      |      | < 0,25 мм |      |      |
|                |                      | Годы                    |      |      |            |      |      |           |      |      |
|                |                      | 2017                    | 2018 | 2019 | 2017       | 2018 | 2019 | 2017      | 2018 | 2019 |
| Чистый пар     | 0–10                 | 11,2                    | 11,8 | 13,0 | 78,2       | 78,3 | 80,1 | 10,6      | 9,9  | 6,9  |
|                | 10–20                | 15,9                    | 15,3 | 21,0 | 80,3       | 79,2 | 75,7 | 3,8       | 5,5  | 3,3  |
|                | 20–30                | 9,8                     | 16,5 | 24,1 | 84,3       | 80,9 | 73,5 | 5,9       | 2,6  | 2,4  |
|                | 0–30                 | 12,3                    | 14,5 | 19,4 | 80,9       | 79,5 | 76,4 | 6,8       | 6,0  | 4,2  |
| Горох          | 0–10                 | 11,9                    | 8,9  | 17,9 | 77,3       | 75,1 | 78,2 | 10,8      | 16,0 | 3,9  |
|                | 10–20                | 11,0                    | 12,0 | 24,7 | 84,3       | 82,1 | 73,7 | 4,7       | 5,9  | 1,6  |
|                | 20–30                | 17,5                    | 18,6 | 29,4 | 78,6       | 79,0 | 69,1 | 3,9       | 2,4  | 1,5  |
|                | 0–30                 | 13,4                    | 13,0 | 24,0 | 80,1       | 79,0 | 73,6 | 6,5       | 8,0  | 2,4  |
| Ячмень         | 0–10                 | 11,1                    | 6,9  | 22,4 | 80,3       | 79,8 | 71,0 | 8,6       | 13,3 | 6,6  |
|                | 10–20                | 15,5                    | 11,7 | 28,3 | 80,8       | 83,1 | 69,7 | 3,7       | 5,2  | 2,0  |
|                | 20–30                | 10,2                    | 12,0 | 22,5 | 83,5       | 85,3 | 73,9 | 6,3       | 2,7  | 3,6  |
|                | 0–30                 | 12,3                    | 10,1 | 24,4 | 81,5       | 82,9 | 71,5 | 6,2       | 7,0  | 4,1  |

Таблица 4 – Агрегатный состав почвы под озимой пшеницей сорта Альмера в зависимости от предшественников в фазе кушения

| Предшественник | Слой<br>почвы,<br>см | Содержание агрегатов, % |      |      |            |      |      |          |      |      |
|----------------|----------------------|-------------------------|------|------|------------|------|------|----------|------|------|
|                |                      | > 10 мм                 |      |      | 10–0,25 мм |      |      | <0,25 мм |      |      |
|                |                      | Годы                    |      |      |            |      |      |          |      |      |
|                |                      | 2017                    | 2018 | 2019 | 2017       | 2018 | 2019 | 2017     | 2018 | 2019 |
| Чистый пар     | 0–10                 | 7,3                     | 5,8  | 12,5 | 82,1       | 78,7 | 80,8 | 10,6     | 15,5 | 6,7  |
|                | 10–20                | 9,9                     | 12,0 | 20,3 | 85,8       | 82,6 | 77,1 | 4,3      | 5,4  | 2,6  |
|                | 20–30                | 8,0                     | 16,1 | 25,0 | 87,7       | 81,3 | 72,4 | 4,3      | 2,6  | 2,6  |
|                | 0–30                 | 8,4                     | 11,2 | 19,3 | 85,2       | 81,0 | 76,8 | 6,4      | 7,8  | 3,9  |
| Горох          | 0–10                 | 18,2                    | 7,4  | 22,4 | 72,4       | 79,7 | 75,0 | 9,4      | 12,9 | 2,6  |
|                | 10–20                | 20,1                    | 11,3 | 24,5 | 75,7       | 83,9 | 72,9 | 4,2      | 4,8  | 2,6  |
|                | 20–30                | 12,8                    | 12,4 | 26,7 | 80,5       | 85,2 | 71,0 | 6,7      | 2,4  | 2,3  |
|                | 0–30                 | 17,0                    | 10,2 | 24,6 | 76,2       | 83,2 | 72,9 | 6,8      | 6,6  | 2,5  |
| Ячмень         | 0–10                 | 9,7                     | 7,5  | 13,3 | 80,6       | 77,9 | 78,0 | 9,7      | 14,6 | 8,7  |
|                | 10–20                | 10,2                    | 12,9 | 30,6 | 84,8       | 81,7 | 67,4 | 5,0      | 5,4  | 2,0  |
|                | 20–30                | 7,8                     | 13,4 | 22,5 | 86,3       | 84,6 | 73,3 | 5,9      | 2,0  | 4,2  |
|                | 0–30                 | 9,2                     | 11,2 | 22,1 | 83,9       | 81,6 | 72,9 | 6,9      | 7,2  | 5,0  |

Таблица 5 – Агрегатный состав почвы под озимой пшеницей сорта Майская Юбилейная в зависимости от предшественников в период уборки урожая

| Предшественник | Слой<br>почвы,<br>см | Содержание агрегатов, % |      |      |            |      |      |           |      |      |
|----------------|----------------------|-------------------------|------|------|------------|------|------|-----------|------|------|
|                |                      | > 10 мм                 |      |      | 10–0,25 мм |      |      | < 0,25 мм |      |      |
|                |                      | Годы                    |      |      |            |      |      |           |      |      |
|                |                      | 2017                    | 2018 | 2019 | 2017       | 2018 | 2019 | 2017      | 2018 | 2019 |
| Чистый пар     | 0–10                 | 7,2                     | 6,8  | 11,5 | 77,8       | 79,0 | 79,9 | 15,0      | 14,2 | 8,6  |
|                | 10–20                | 18,7                    | 14,8 | 19,1 | 76,5       | 80,2 | 77,0 | 4,8       | 5,0  | 3,9  |
|                | 20–30                | 20,4                    | 15,8 | 34,0 | 75,2       | 76,6 | 62,6 | 4,4       | 7,6  | 3,4  |
|                | 0–30                 | 15,4                    | 12,4 | 21,5 | 76,5       | 78,7 | 73,2 | 8,1       | 8,9  | 5,3  |
| Горох          | 0–10                 | 10,5                    | 4,9  | 16,9 | 74,8       | 78,8 | 77,1 | 14,7      | 16,3 | 6,0  |
|                | 10–20                | 19,4                    | 8,9  | 27,5 | 77,5       | 84,7 | 70,0 | 3,1       | 6,4  | 2,5  |
|                | 20–30                | 26,7                    | 19,4 | 17,0 | 67,0       | 76,5 | 75,9 | 6,3       | 4,1  | 7,1  |
|                | 0–30                 | 18,9                    | 11,0 | 20,4 | 73,1       | 80,2 | 74,4 | 8,0       | 8,8  | 5,2  |
| Ячмень         | 0–10                 | 21,7                    | 6,5  | 15,5 | 70,7       | 81,2 | 78,9 | 7,6       | 12,3 | 5,6  |
|                | 10–20                | 26,4                    | 20,9 | 28,6 | 70,3       | 74,9 | 68,3 | 3,3       | 4,2  | 2,8  |
|                | 20–30                | 15,7                    | 22,6 | 27,4 | 77,5       | 75,8 | 68,6 | 6,8       | 1,6  | 4,0  |
|                | 0–30                 | 21,3                    | 16,7 | 23,8 | 72,8       | 77,3 | 72,0 | 5,9       | 6,0  | 4,2  |

Таблица 6 – Агрегатный состав почвы под озимой пшеницей сорта Альмера в зависимости от предшественников в период уборки урожая

| Предшественник | Слой<br>почвы,<br>см | Содержание агрегатов, % |      |      |            |      |      |           |      |      |
|----------------|----------------------|-------------------------|------|------|------------|------|------|-----------|------|------|
|                |                      | > 10 мм                 |      |      | 10–0,25 мм |      |      | < 0,25 мм |      |      |
|                |                      | Годы                    |      |      |            |      |      |           |      |      |
|                |                      | 2017                    | 2018 | 2019 | 2017       | 2018 | 2019 | 2017      | 2018 | 2019 |
| Чистый пар     | 0–10                 | 9,8                     | 4,5  | 9,3  | 76,0       | 77,2 | 81,1 | 14,2      | 18,3 | 9,6  |
|                | 10–20                | 26,9                    | 15,4 | 20,4 | 67,4       | 77,8 | 72,6 | 5,7       | 6,8  | 7,0  |
|                | 20–30                | 16,9                    | 10,7 | 22,6 | 77,1       | 85,1 | 71,8 | 6,0       | 4,2  | 5,6  |
|                | 0–30                 | 17,9                    | 10,1 | 17,4 | 73,5       | 80,3 | 75,2 | 8,6       | 9,6  | 7,4  |
| Горох          | 0–10                 | 15,1                    | 4,0  | 12,9 | 73,7       | 78,8 | 77,8 | 11,2      | 17,2 | 9,3  |
|                | 10–20                | 17,1                    | 10,1 | 19,9 | 78,7       | 82,1 | 75,7 | 4,2       | 7,8  | 4,4  |
|                | 20–30                | 19,1                    | 16,6 | 24,6 | 74,7       | 76,4 | 72,1 | 6,2       | 7,0  | 3,3  |
|                | 0–30                 | 17,1                    | 10,2 | 19,1 | 75,7       | 79,2 | 75,2 | 7,2       | 10,6 | 5,7  |
| Ячмень         | 0–10                 | 9,6                     | 3,3  | 18,8 | 76,6       | 84,8 | 71,8 | 13,8      | 11,9 | 9,4  |
|                | 10–20                | 26,9                    | 15,3 | 29,2 | 66,8       | 77,5 | 67,7 | 6,3       | 7,2  | 3,1  |
|                | 20–30                | 18,5                    | 17,3 | 28,2 | 74,2       | 79,5 | 63,4 | 7,3       | 3,2  | 8,4  |
|                | 0–30                 | 18,3                    | 11,9 | 25,4 | 72,6       | 80,7 | 67,6 | 9,1       | 7,4  | 7,0  |

Таблица 7 – Количество водоустойчивых агрегатов почвы перед посевом озимой пшеницы в зависимости от предшественников, %

| Предшественник    | Слой почвы, см | Почвенные фракции 3–10 мм |         |         |
|-------------------|----------------|---------------------------|---------|---------|
|                   |                | 2016 г.                   | 2017 г. | 2018 г. |
| Чистый пар        | 0–10           | 22,3                      | 13,9    | 13,3    |
|                   | 10–20          | 14,3                      | 6,7     | 13,3    |
|                   | 20–30          | 13,3                      | 3,3     | 6,1     |
|                   | 0–30           | 16,7                      | 7,9     | 10,9    |
| Горох             | 0–10           | 28,3                      | 20,1    | 21,1    |
|                   | 10–20          | 1,7                       | 12,8    | 22,8    |
|                   | 20–30          | 6,8                       | 5,0     | 11,1    |
|                   | 0–30           | 12,3                      | 12,6    | 18,3    |
| Ячмень            | 0–10           | 39,0                      | 20,5    | 37,8    |
|                   | 10–20          | 5,0                       | 23,9    | 22,8    |
|                   | 20–30          | 2,7                       | 6,1     | 15,0    |
|                   | 0–30           | 15,6                      | 16,8    | 25,2    |
| НСР <sub>05</sub> |                | 9,8                       | 6,3     | 8,7     |

Таблица 8 – Влажность почвы до посева озимой пшеницы в зависимости от предшественников до посева, %

| Предшественник | Слой почвы, см | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. |
|----------------|----------------|---------|---------|---------|
| Чистый пар     | 0–10           | 14,11   | 19,49   | 18,69   |
|                | 10–20          | 15,78   | 13,56   | 19,53   |
|                | 20–30          | 19,17   | 18,76   | 23,15   |
|                | 0–30           | 16,35   | 17,27   | 20,46   |
|                | 30–50          | 19,98   | 19,14   | 20,82   |
|                | 50–70          | 20,21   | 15,90   | 20,85   |
|                | 70–100         | 20,23   | 15,39   | 19,71   |
|                | 0–100          | 19,01   | 16,81   | 20,39   |
| Горох          | 0–10           | 11,62   | 13,49   | 15,92   |
|                | 10–20          | 11,55   | 11,24   | 16,05   |
|                | 20–30          | 12,70   | 11,11   | 16,55   |
|                | 0–30           | 11,96   | 11,95   | 16,17   |
|                | 30–50          | 14,18   | 12,60   | 18,57   |
|                | 50–70          | 16,26   | 11,68   | 18,83   |
|                | 70–100         | 15,69   | 10,83   | 16,44   |
|                | 0–100          | 14,38   | 14,09   | 17,26   |
| Ячмень         | 0–10           | 11,17   | 12,25   | 17,82   |
|                | 10–20          | 11,67   | 10,66   | 18,02   |
|                | 20–30          | 13,33   | 11,01   | 19,15   |
|                | 0–30           | 12,06   | 11,31   | 18,33   |
|                | 30–50          | 15,79   | 11,78   | 20,97   |
|                | 50–70          | 17,29   | 12,93   | 19,89   |
|                | 70–100         | 16,99   | 15,66   | 19,69   |
|                | 0–100          | 15,33   | 13,03   | 19,58   |

Таблица 9 – Влажность почвы под озимой пшеницей сорта Майская Юбилейная в зависимости от предшественников в фазе кущения, %

| Предшественник | Слой почвы, см | 2017 г.      | 2018 г.      | 2019 г.      |
|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| Чистый пар     | 0–10           | 16,62        | 23,38        | 18,67        |
|                | 10–20          | 16,09        | 22,41        | 19,06        |
|                | 20–30          | 18,49        | 18,97        | 19,88        |
|                | <i>0–30</i>    | <i>17,07</i> | <i>21,59</i> | <i>19,20</i> |
|                | 30–50          | 17,07        | 20,81        | 20,45        |
|                | 50–70          | 18,07        | 18,02        | 19,37        |
|                | 70–100         | 19,87        | 17,54        | 19,57        |
|                | <i>0–100</i>   | <i>18,11</i> | <i>19,50</i> | <i>19,60</i> |
| Горох          | 0–10           | 15,61        | 20,85        | 17,50        |
|                | 10–20          | 15,38        | 22,16        | 17,56        |
|                | 20–30          | 15,86        | 21,55        | 18,30        |
|                | <i>0–30</i>    | <i>15,62</i> | <i>21,52</i> | <i>17,79</i> |
|                | 30–50          | 15,62        | 22,34        | 20,01        |
|                | 50–70          | 19,00        | 20,15        | 19,14        |
|                | 70–100         | 14,17        | 19,81        | 18,13        |
|                | <i>0–100</i>   | <i>15,86</i> | <i>20,90</i> | <i>18,63</i> |
| Ячмень         | 0–10           | 15,57        | 23,93        | 18,34        |
|                | 10–20          | 17,78        | 22,95        | 17,28        |
|                | 20–30          | 21,54        | 21,57        | 19,10        |
|                | <i>0–30</i>    | <i>18,30</i> | <i>22,82</i> | <i>18,24</i> |
|                | 30–50          | 18,30        | 20,84        | 20,81        |
|                | 50–70          | 19,72        | 22,89        | 19,00        |
|                | 70–100         | 20,21        | 19,94        | 17,88        |
|                | <i>0–100</i>   | <i>19,16</i> | <i>21,57</i> | <i>18,80</i> |

Таблица 10 – Влажность почвы под озимой пшеницей сорта Альмера в зависимости от предшественников в фазе кущения, %

| Предшественник | Слой почвы, см | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|----------------|----------------|---------|---------|---------|
| Чистый пар     | 0–10           | 13,92   | 22,89   | 18,21   |
|                | 10–20          | 17,76   | 21,59   | 17,69   |
|                | 20–30          | 18,08   | 21,55   | 18,51   |
|                | 0–30           | 16,59   | 22,01   | 18,14   |
|                | 30–50          | 19,06   | 22,34   | 19,59   |
|                | 50–70          | 21,56   | 20,15   | 17,96   |
|                | 70–100         | 19,35   | 19,81   | 19,02   |
|                | 0–100          | 18,91   | 21,04   | 18,66   |
| Горох          | 0–10           | 15,74   | 26,76   | 18,08   |
|                | 10–20          | 17,13   | 21,81   | 17,95   |
|                | 20–30          | 16,78   | 25,00   | 18,94   |
|                | 0–30           | 16,55   | 24,52   | 18,32   |
|                | 30–50          | 18,16   | 21,50   | 20,66   |
|                | 50–70          | 18,75   | 19,19   | 19,60   |
|                | 70–100         | 18,26   | 18,96   | 18,29   |
|                | 0–100          | 17,83   | 21,18   | 20,01   |
| Ячмень         | 0–10           | 13,90   | 24,67   | 19,71   |
|                | 10–20          | 17,12   | 22,59   | 20,27   |
|                | 20–30          | 16,93   | 21,17   | 20,18   |
|                | 0–30           | 15,98   | 22,81   | 20,05   |
|                | 30–50          | 17,83   | 22,36   | 22,82   |
|                | 50–70          | 19,79   | 21,67   | 20,06   |
|                | 70–100         | 20,68   | 20,21   | 19,09   |
|                | 0–100          | 18,52   | 21,71   | 20,32   |

Таблица 11 – Плотность почвы до посева озимой пшеницы в зависимости от предшественников, г/см<sup>3</sup>

| Предшественник    | Слой почвы, см | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. |
|-------------------|----------------|---------|---------|---------|
| Чистый пар        | 0–10           | 1,06    | 1,20    | 1,08    |
|                   | 10–20          | 1,17    | 1,30    | 1,11    |
|                   | 20–30          | 1,21    | 1,31    | 1,29    |
|                   | 0–30           | 1,15    | 1,27    | 1,16    |
| Горох             | 0–10           | 1,04    | 1,05    | 1,15    |
|                   | 10–20          | 1,09    | 1,20    | 1,20    |
|                   | 20–30          | 1,31    | 1,28    | 1,26    |
|                   | 0–30           | 1,15    | 1,18    | 1,20    |
| Ячмень            | 0–10           | 1,03    | 1,20    | 0,97    |
|                   | 10–20          | 1,27    | 1,30    | 1,10    |
|                   | 20–30          | 1,37    | 1,25    | 1,23    |
|                   | 0–30           | 1,22    | 1,25    | 1,10    |
| НСР <sub>05</sub> |                | 0,03    | 0,05    | 0,04    |

Таблица 12 – Плотность почвы в фазе кущения озимой пшеницы в зависимости от предшественников, г/см<sup>3</sup>

| Предшественник         | Слой почвы, см | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|------------------------|----------------|---------|---------|---------|
| Сорт Майская Юбилейная |                |         |         |         |
| Чистый пар             | 0–10           | 1,01    | 1,12    | 1,20    |
|                        | 10–20          | 1,23    | 1,36    | 1,40    |
|                        | 20–30          | 1,27    | 1,36    | 1,49    |
|                        | 0–30           | 1,17    | 1,28    | 1,36    |
| Горох                  | 0–10           | 0,97    | 1,14    | 1,18    |
|                        | 10–20          | 1,36    | 1,33    | 1,43    |
|                        | 20–30          | 1,33    | 1,31    | 1,47    |
|                        | 0–30           | 1,22    | 1,26    | 1,36    |
| Ячмень                 | 0–10           | 1,10    | 1,10    | 1,24    |
|                        | 10–20          | 1,28    | 1,33    | 1,39    |
|                        | 20–30          | 1,25    | 1,34    | 1,48    |
|                        | 0–30           | 1,21    | 1,26    | 1,37    |
| НСР <sub>05</sub>      |                | 0,04    | 0,05    | 0,07    |
| Сорт Альмера           |                |         |         |         |
| Чистый пар             | 0–10           | 1,00    | 1,13    | 1,30    |
|                        | 10–20          | 1,18    | 1,30    | 1,47    |
|                        | 20–30          | 1,15    | 1,29    | 1,56    |
|                        | 0–30           | 1,11    | 1,24    | 1,44    |
| Горох                  | 0–10           | 1,02    | 1,00    | 1,22    |
|                        | 10–20          | 1,27    | 1,33    | 1,40    |
|                        | 20–30          | 1,28    | 1,41    | 1,54    |
|                        | 0–30           | 1,19    | 1,25    | 1,39    |
| Ячмень                 | 0–10           | 0,96    | 1,15    | 1,24    |
|                        | 10–20          | 1,34    | 1,26    | 1,54    |
|                        | 20–30          | 1,32    | 1,24    | 1,53    |
|                        | 0–30           | 1,21    | 1,22    | 1,44    |
| НСР <sub>05</sub>      |                | 0,05    | 0,06    | 0,08    |

Таблица 13 – Плотность почвы в период уборки урожая озимой пшеницы в зависимости от предшественников, г/см<sup>3</sup>

| Предшественник         | Слой почвы, см | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|------------------------|----------------|---------|---------|---------|
| Сорт Майская Юбилейная |                |         |         |         |
| Чистый пар             | 0–10           | 1,10    | 1,18    | 1,24    |
|                        | 10–20          | 1,28    | 1,21    | 1,25    |
|                        | 20–30          | 1,25    | 1,22    | 1,33    |
|                        | 0–30           | 1,21    | 1,20    | 1,27    |
| Горох                  | 0–10           | 1,12    | 1,11    | 1,26    |
|                        | 10–20          | 1,38    | 1,17    | 1,24    |
|                        | 20–30          | 1,33    | 1,30    | 1,28    |
|                        | 0–30           | 1,28    | 1,19    | 1,26    |
| Ячмень                 | 0–10           | 1,05    | 1,15    | 1,16    |
|                        | 10–20          | 1,28    | 1,17    | 1,38    |
|                        | 20–30          | 1,24    | 1,31    | 1,38    |
|                        | 0–30           | 1,19    | 1,21    | 1,30    |
| НСР <sub>05</sub>      |                | 0,04    | 0,06    | 0,07    |
| Сорт Альмера           |                |         |         |         |
| Чистый пар             | 0–10           | 1,10    | 1,16    | 1,28    |
|                        | 10–20          | 1,10    | 1,16    | 1,42    |
|                        | 20–30          | 1,21    | 1,24    | 1,34    |
|                        | 0–30           | 1,14    | 1,19    | 1,35    |
| Горох                  | 0–10           | 1,08    | 1,10    | 1,19    |
|                        | 10–20          | 1,29    | 1,22    | 1,38    |
|                        | 20–30          | 1,25    | 1,23    | 1,44    |
|                        | 0–30           | 1,21    | 1,18    | 1,34    |
| Ячмень                 | 0–10           | 1,08    | 1,06    | 1,20    |
|                        | 10–20          | 1,21    | 1,31    | 1,22    |
|                        | 20–30          | 1,23    | 1,34    | 1,33    |
|                        | 0–30           | 1,17    | 1,24    | 1,25    |
| НСР <sub>05</sub>      |                | 0,05    | 0,07    | 0,09    |

Таблица 14 – Запасы продуктивной влаги в почве до посева озимой пшеницы в зависимости от предшественников, мм

| Предшественник    | Слой почвы, см | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. |
|-------------------|----------------|---------|---------|---------|
| Чистый пар        | 0–30           | 20,2    | 16,5    | 19,9    |
|                   | 0–100          | 105,8   | 97,2    | 134,8   |
| Горох             | 0–30           | 4,9     | 4,7     | 20,6    |
|                   | 0–100          | 62,0    | 42,9    | 123,9   |
| Ячмень            | 0–30           | 5,8     | 3,0     | 26,0    |
|                   | 0–100          | 83,3    | 42,1    | 109,4   |
| НСР <sub>05</sub> | 0–30           | 4,1     | 4,7     | 7,2     |
|                   | 0–100          | 9,2     | 12,5    | 10,2    |

Таблица 15 – Содержание водоустойчивых агрегатов почвы под влиянием предшественников озимой пшеницы сорта Альмера в период вегетации, фракция 3–10 мм, %

| Предшественник       | Слой почвы, см | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|----------------------|----------------|---------|---------|---------|
| Фаза кущения         |                |         |         |         |
| Чистый пар           | 0–10           | 6,0     | 5,0     | 16,6    |
|                      | 10–20          | 15,0    | 9,4     | 20,0    |
|                      | 20–30          | 7,7     | 8,9     | 18,4    |
|                      | 0–30           | 9,6     | 7,7     | 18,6    |
| Горох                | 0–10           | 7,7     | 8,3     | 25,5    |
|                      | 10–20          | 11,0    | 16,1    | 36,1    |
|                      | 20–30          | 6,2     | 7,2     | 21,2    |
|                      | 0–30           | 8,3     | 10,5    | 27,5    |
| Ячмень               | 0–10           | 9,5     | 15,6    | 16,6    |
|                      | 10–20          | 21,0    | 15,0    | 30,5    |
|                      | 20–30          | 1,0     | 18,3    | 16,1    |
|                      | 0–30           | 10,5    | 16,3    | 21,1    |
| НСР <sub>05</sub>    |                | 5,4     | 6,2     | 9,2     |
| Период уборки урожая |                |         |         |         |
| Чистый пар           | 0–10           | 19,5    | 12,2    | 33,3    |
|                      | 10–20          | 12,7    | 17,8    | 22,2    |
|                      | 20–30          | 14,5    | 10,5    | 11,1    |
|                      | 0–30           | 15,5    | 13,5    | 22,2    |
| Горох                | 0–10           | 31,2    | 10,0    | 29,4    |
|                      | 10–20          | 19,3    | 25,0    | 34,4    |
|                      | 20–30          | 11,7    | 9,4     | 21,6    |
|                      | 0–30           | 20,7    | 14,8    | 28,4    |
| Ячмень               | 0–10           | 25,7    | 13,3    | 22,2    |
|                      | 10–20          | 21,7    | 23,3    | 32,7    |
|                      | 20–30          | 10,7    | 24,4    | 32,8    |
|                      | 0–30           | 19,3    | 20,3    | 29,2    |
| НСР <sub>05</sub>    |                | 6,2     | 8,3     | 15,1    |

Таблица 16 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная на влажность почвы в период уборки урожая, %

| Предшественник | Слой почвы, см | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|----------------|----------------|---------|---------|---------|
| Чистый пар     | 0–10           | 10,84   | 10,07   | 13,88   |
|                | 10–20          | 10,57   | 13,67   | 15,13   |
|                | 20–30          | 11,03   | 15,27   | 13,87   |
|                | 0–30           | 10,81   | 13,00   | 14,29   |
|                | 30–50          | 12,08   | 17,26   | 12,07   |
|                | 50–70          | 11,89   | 17,51   | 11,19   |
|                | 70–100         | 11,39   | 17,43   | 11,00   |
|                | 0–100          | 11,45   | 18,86   | 12,24   |
| Горох          | 0–10           | 10,54   | 11,44   | 17,87   |
|                | 10–20          | 10,86   | 11,32   | 15,10   |
|                | 20–30          | 11,04   | 16,45   | 13,26   |
|                | 0–30           | 10,81   | 13,07   | 15,41   |
|                | 30–50          | 10,99   | 18,11   | 12,11   |
|                | 50–70          | 9,72    | 18,56   | 10,52   |
|                | 70–100         | 8,82    | 19,80   | 10,00   |
|                | 0–100          | 10,03   | 17,20   | 12,15   |
| Ячмень         | 0–10           | 11,13   | 12,26   | 17,67   |
|                | 10–20          | 10,93   | 12,25   | 12,48   |
|                | 20–30          | 10,83   | 17,36   | 12,15   |
|                | 0–30           | 10,96   | 13,96   | 14,10   |
|                | 30–50          | 10,44   | 17,83   | 12,20   |
|                | 50–70          | 11,07   | 20,16   | 10,91   |
|                | 70–100         | 11,89   | 20,61   | 10,67   |
|                | 0–100          | 11,16   | 17,97   | 12,05   |

Таблица 17 – Влияние предшественников озимой пшеницы сорта Альмера на влажность почвы в период уборки урожая, %

| Предшественник | Слой почвы, см | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|----------------|----------------|---------|---------|---------|
| Чистый пар     | 0–10           | 8,73    | 12,98   | 13,91   |
|                | 10–20          | 9,51    | 13,83   | 12,61   |
|                | 20–30          | 10,73   | 16,52   | 13,17   |
|                | 0–30           | 9,66    | 14,44   | 13,23   |
|                | 30–50          | 10,96   | 18,00   | 11,77   |
|                | 50–70          | 11,16   | 18,28   | 11,58   |
|                | 70–100         | 11,09   | 20,84   | 11,48   |
|                | 0–100          | 10,65   | 17,84   | 12,08   |
| Горох          | 0–10           | 10,42   | 9,49    | 15,20   |
|                | 10–20          | 10,46   | 9,94    | 13,00   |
|                | 20–30          | 11,20   | 15,02   | 11,91   |
|                | 0–30           | 10,69   | 11,48   | 13,37   |
|                | 30–50          | 11,11   | 18,78   | 11,73   |
|                | 50–70          | 10,93   | 18,74   | 11,26   |
|                | 70–100         | 9,93    | 18,91   | 11,15   |
|                | 0–100          | 10,60   | 16,62   | 11,95   |
| Ячмень         | 0–10           | 9,36    | 10,72   | 11,05   |
|                | 10–20          | 9,72    | 13,23   | 11,84   |
|                | 20–30          | 11,64   | 16,52   | 11,38   |
|                | 0–30           | 10,24   | 13,49   | 11,42   |
|                | 30–50          | 11,50   | 17,87   | 12,24   |
|                | 50–70          | 11,98   | 20,31   | 11,16   |
|                | 70–100         | 12,21   | 19,20   | 10,84   |
|                | 0–100          | 11,43   | 17,44   | 11,36   |



Рисунок 1 – Отбор почвенных образцов и подготовка к определению влажности почвы



Рисунок 2 – Определение водоустойчивости почвенных образцов



Рисунок 3 – Отбор почвенных образцов для определения плотности почвы



Рисунок 4 – Отбор почвенных образцов для определения структуры почвы



Рисунок 5 – Определение структуры почвы

## Приложение Е. Определение биологической активности почвы

Таблица 1 – Влияние предшественников и препарата Полифид на целлюлозоразрушающую активность почвы в посевах озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная, %

| Предшественник | Удобрения | Слой почвы, см | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|----------------|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| Чистый пар     | Контроль  | 0–10           | 3,4     | 4,4     | 2,3     |
|                |           | 10–20          | 1,7     | 6,1     | 1,9     |
|                |           | 20–30          | 2,6     | 5,8     | 1,4     |
|                |           | 0–30           | 2,6     | 5,4     | 1,9     |
|                | Полифид   | 0–10           | 4,3     | 6,1     | 3,0     |
|                |           | 10–20          | 2,6     | 5,4     | 2,0     |
|                |           | 20–30          | 2,1     | 3,7     | 1,0     |
|                |           | 0–30           | 3,0     | 5,1     | 2,0     |
| Горох          | Контроль  | 0–10           | 9,8     | 13,4    | 2,2     |
|                |           | 10–20          | 1,7     | 6,5     | 2,8     |
|                |           | 20–30          | 1,7     | 3,4     | 3,4     |
|                |           | 0–30           | 4,4     | 7,8     | 2,8     |
|                | Полифид   | 0–10           | 2,6     | 6,8     | 2,6     |
|                |           | 10–20          | 1,3     | 5,8     | 3,4     |
|                |           | 20–30          | 1,3     | 3,0     | 2,5     |
|                |           | 0–30           | 1,7     | 5,2     | 2,8     |
| Ячмень         | Контроль  | 0–10           | 3,0     | 6,6     | 2,4     |
|                |           | 10–20          | 3,9     | 8,3     | 2,3     |
|                |           | 20–30          | 4,7     | 4,9     | 2,0     |
|                |           | 0–30           | 3,9     | 6,6     | 2,2     |
|                | Полифид   | 0–10           | 2,1     | 6,2     | 2,7     |
|                |           | 10–20          | 2,6     | 2,8     | 1,0     |
|                |           | 20–30          | 8,1     | 2,2     | 1,7     |
|                |           | 0–30           | 4,3     | 3,7     | 1,8     |

Таблица 2 – Влияние предшественников и препарата Полифид на целлюлозо-разрушающую активность почвы в посевах озимой пшеницы сорта Альмера, %

| Предшественник | Удобрения | Слой почвы, см | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
|----------------|-----------|----------------|---------|---------|---------|
| Чистый пар     | Контроль  | 0–10           | 3,0     | 7,4     | 5,1     |
|                |           | 10–20          | 1,3     | 7,4     | 7,2     |
|                |           | 20–30          | 0,9     | 3,5     | 4,8     |
|                |           | 0–30           | 1,7     | 6,1     | 5,7     |
|                | Полифид   | 0–10           | 6,0     | 8,0     | 6,0     |
|                |           | 10–20          | 2,1     | 10,3    | 6,7     |
|                |           | 20–30          | 2,1     | 4,1     | 4,7     |
|                |           | 0–30           | 3,4     | 7,5     | 5,8     |
| Горох          | Контроль  | 0–10           | 10,2    | 4,0     | 4,2     |
|                |           | 10–20          | 6,8     | 3,4     | 2,6     |
|                |           | 20–30          | 5,8     | 3,7     | 3,7     |
|                |           | 0–30           | 7,6     | 3,7     | 3,5     |
|                | Полифид   | 0–10           | 16,6    | 8,2     | 6,7     |
|                |           | 10–20          | 2,6     | 3,8     | 4,8     |
|                |           | 20–30          | 3,0     | 2,8     | 3,2     |
|                |           | 0–30           | 7,4     | 4,9     | 4,9     |
| Ячмень         | Контроль  | 0–10           | 2,1     | 4,5     | 2,7     |
|                |           | 10–20          | 2,6     | 8,3     | 2,9     |
|                |           | 20–30          | 3,8     | 4,0     | 1,3     |
|                |           | 0–30           | 2,8     | 5,6     | 2,3     |
|                | Полифид   | 0–10           | 1,3     | 14,9    | 5,0     |
|                |           | 10–20          | 1,3     | 8,1     | 3,2     |
|                |           | 20–30          | 1,3     | 3,4     | 1,5     |
|                |           | 0–30           | 1,3     | 8,8     | 3,2     |



Рисунок 6 – Закладка льняных полотен в почву

Приложение Ж. Обработка посевов озимой пшеницы препаратами  
Альбит и Полифид



а

б

Внесение препаратов Альбит и Полифид в фазе кушения (а)  
и молочной спелости (б)

### Приложение 3. Определение засоренности посевов озимой пшеницы



Подсчет сорной растительности в посевах озимой пшеницы

## Приложение И. Демонстрационный план опыта на озимой пшенице



Общий вид опыта на озимой пшенице

## Приложение К. Определение токсичности почвы в посевах озимой пшеницы



Рисунок 1 – Закладка опыта по изучению токсичности почвы



Рисунок 2 – Определение параметров растений озимой пшеницы при изучении токсичности почвы

## Приложение Л. Урожайность озимой пшеницы под влиянием агроприемов

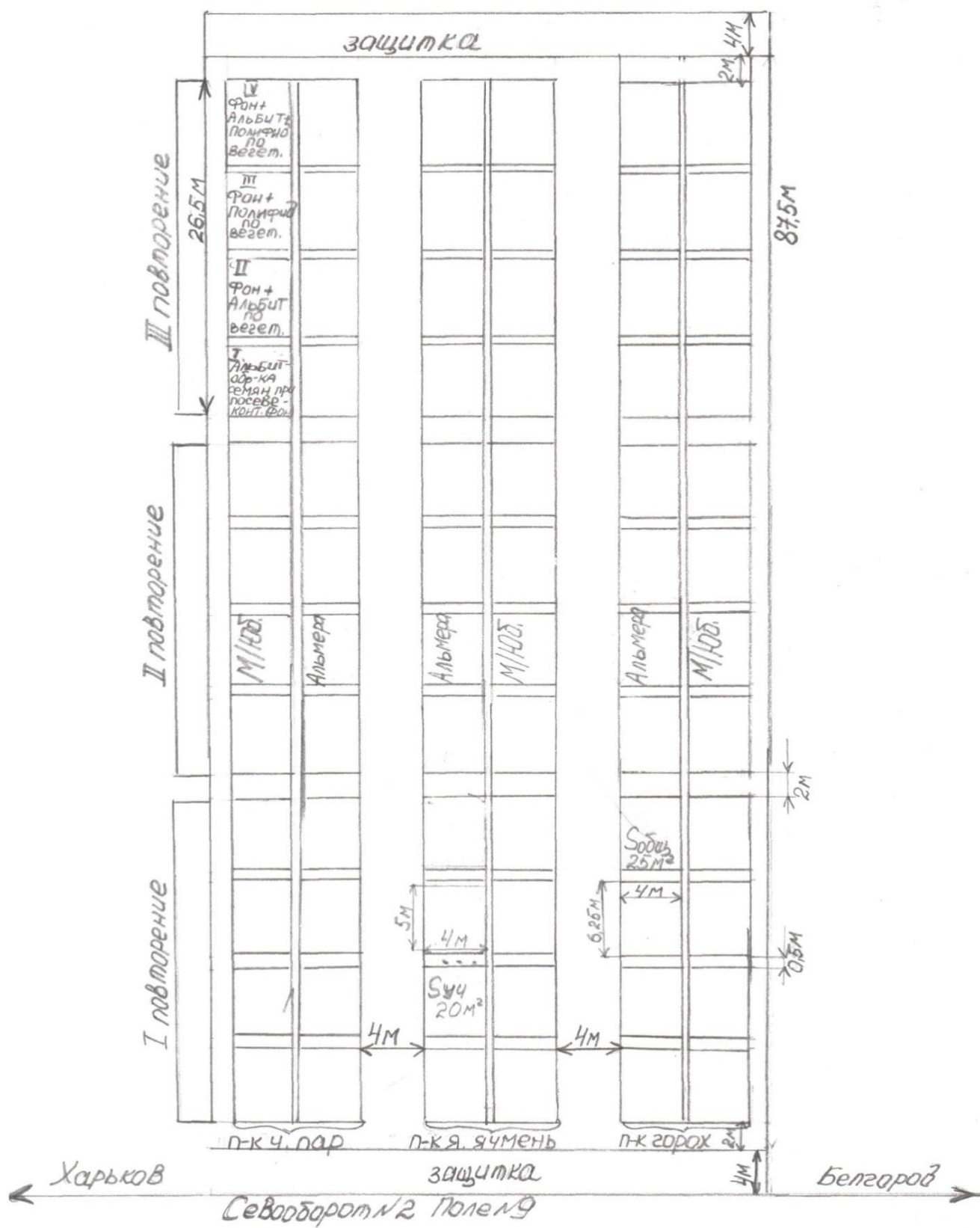
Таблица 1 – Урожайность зерна озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в зависимости от предшественников (фактор Б) и удобрений (фактор В)

| Удобрения              | 2017 г.     | 2018 г.     | 2019 г. |
|------------------------|-------------|-------------|---------|
| Чистый пар             |             |             |         |
| Без удобрений          | 45,2        | 34,2        | 44,8    |
| Альбит                 | 52,6        | 38,1        | 51,9    |
| Полифид                | 50,6        | 33,0        | 44,5    |
| Альбит + Полифид       | <b>56,8</b> | 38,1        | 48,8    |
| Горох                  |             |             |         |
| Без удобрений          | 49,2        | 31,7        | 43,2    |
| Альбит                 | 49,4        | <b>38,4</b> | 47,5    |
| Полифид                | 49,3        | 29,6        | 45,0    |
| Альбит + Полифид       | 48,6        | 31,6        | 48,1    |
| Ячмень                 |             |             |         |
| Без удобрений          | 39,0        | 32,8        | 39,1    |
| Альбит                 | 46,6        | 33,1        | 42,4    |
| Полифид                | 41,0        | 36,2        | 41,8    |
| Альбит + Полифид       | 45,4        | 33,6        | 48,4    |
| НСП <sub>05</sub> (Б)  | 3,1         | 1,6         | 2,0     |
| НСП <sub>05</sub> (В)  | 2,8         | 2,6         | 2,2     |
| НСП <sub>05</sub> (БВ) | 5,1         | 4,2         | 3,9     |

Таблица 2 – Урожайность зерна озимой пшеницы сорта Альмера в зависимости от предшественников (фактор Б) и удобрений (фактор В)

| Удобрения              | 2017 г.     | 2018 г.     | 2019 г.     |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Чистый пар             |             |             |             |
| Без удобрений          | 47,4        | 31,3        | 46,2        |
| Альбит                 | 46,2        | 33,6        | 45,9        |
| Полифид                | 46,7        | 31,2        | <b>53,1</b> |
| Альбит + Полифид       | <b>54,7</b> | 37,5        | 50,2        |
| Горох                  |             |             |             |
| Без удобрений          | 47,7        | 29,1        | 40,2        |
| Альбит                 | <b>52,2</b> | 33,2        | <b>49,6</b> |
| Полифид                | 45,9        | 34,6        | 46,6        |
| Альбит + Полифид       | 50,1        | 32,1        | 48,4        |
| Ячмень                 |             |             |             |
| Без удобрений          | 44,5        | 36,2        | 38,6        |
| Альбит                 | <b>54,9</b> | 36,2        | 41,7        |
| Полифид                | 44,5        | 33,3        | 40,3        |
| Альбит + Полифид       | 48,3        | <b>40,3</b> | 44,7        |
| НСП <sub>05</sub> (Б)  | 3,1         | 1,6         | 2,0         |
| НСП <sub>05</sub> (В)  | 2,9         | 2,4         | 1,9         |
| НСП <sub>05</sub> (БВ) | 4,0         | 3,2         | 3,8         |

## Приложение М. Схематический план опыта



Графическое размещение делянок в опыте

## Приложение Н. Акт внедрения результатов научно-исследовательских работ

СОГЛАСОВАНО:

Проректор по научной работе  
и инновациям

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

Дорофеев А.Ф.

«22» октября 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор

Горбунов В.П.

«26» октября 2020 г.

## АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и  
технологических работ в высших учебных заведениях

1. Учреждение-разработчик ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ  
Наименование законченной НИР, поставленной на производственную  
проверку: «ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ  
И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО И  
ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ  
В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧР»

2. Авторы законченной НИР: Ширяева Н.В., Ступаков А.Г.
3. Производственная проверка проводилась в ООО «Заречье»  
Грайворонского района Белгородской области село Косилово
4. Ответственный за проведение производственной  
проверки Горбунов В.П.
5. Объем производственной проверки: площадь посевов озимой  
пшеницы 120 га
6. Сроки проведения проверки: 2019-2020 гг.
7. Рекомендуемые варианты: Посев озимой пшеницы сорта Альмера  
проведен по предшественнику горох с внесением основного удобрения  
в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$  в виде азофоски и ранневесенней подкормки  $N_{30}$  в виде  
аммиачной селитры (фон). Согласно рекомендации семсна перед  
посевом были обработаны препаратом Альбит, а также посевы  
обработаны препаратом Альбит в сочетании препаратом Полифид. В  
результате проведенных мероприятий урожайность зерна озимой  
пшеницы составила 65,7 ц/га.
8. Ответственные исполнители: Ширяева Н.В., Ступаков А.Г.

Представители ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

Аспирантка \_\_\_\_\_ Ширяева Н.В.

Научный руководитель \_\_\_\_\_ Ступаков А.Г.

Акт составлен «20» октября 2020 г.

Результаты производственной проверки законченной НИР