

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР» (ФГБНУ ФРАНЦ)



**ЭКОЛОГО-АДАПТИВНАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ
ПШЕНИЦЫ
ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ
АГРОЛАНДШАФТОВ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

(рекомендации)

п. Рассвет, 2022 г.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»
(ФГБНУ ФРАНЦ)



ЭКОЛОГО-АДАПТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ АГРОЛАНДШАФТОВ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

(рекомендации)



п. Рассвет, 2022 г.

УДК 631.11 «324»:631.5:631.445.4

ББК 42.113

Э 76

Э 76 **Эколого-адаптивная технология возделывания новых сортов озимой пшеницы для различных типов агроландшафтов Ростовской области: рекомендации** / Вошедский Н.Н. Ильинская И.Н., Целуйко О.А., Кулыгин В.А., Пасько С.В., Федюшкин А.В., Гаевая Э.А., Тарадин С.А., Рычкова М.И., Нежинская Е.Н., Мищенко А.В., Канцуров М.В. – ФГБНУ ФРАНЦ. п. Рассвет: Изд-во ООО «Азов-Принт», 2022. – 68 с.
ISBN 978-5-6049320-0-1
DOI: 10.34924/FRARC.2022.62.94.003

Ответственные редакторы: Н.Н. Вошедский, И.Н. Ильинская.

Рецензенты:

М.А. Фоменко, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства пшеницы ФГБНУ ФРАНЦ, доктор с.-х. наук.

Б.В. Романов, старший научный сотрудник лаборатории селекции и генетики сельскохозяйственных культур ФГБНУ ФРАНЦ, канд. биол. наук

Эколого-адаптивная агротехнология разработана на основе результатов научных исследований, проведённых в отделе земледелия и растениеводства ФГБНУ ФРАНЦ в 2020-2022 гг., при которых изучались различные способы основной обработки почвы, нормы применения минеральных удобрений и нормы высева семян при возделывании новых сортов озимой пшеницы селекции ФГБНУ ФРАНЦ в различных агроландшафтных условиях.

Эколого-адаптивная технология предназначена для руководителей и специалистов агрономической службы сельскохозяйственных предприятий всех форм собственности, научных сотрудников и студентов сельскохозяйственных высших учебных заведений.

Материалы рассмотрены и одобрены на заседании секции Объединённого учёного совета по научно-методической работе и редакционно-издательской деятельности ФГБНУ ФРАНЦ (протокол № 3 от 1 декабря 2022 г.)

УДК 631.11(324):631.5:631.445.4

ББК 42.113

ISBN 978-5-6049320-0-1

DOI: 10.34924/FRARC.2022.62.94.003

© Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», 2022.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Описание и биологические особенности новых сортов озимой пшеницы Былина Дона и Акапелла	5
2 Основные элементы агротехнологии возделывания озимой пшеницы	7
2.1 Размещение в севообороте	7
2.2 Система обработки почвы	7
2.3 Посев, уход за посевами и уборка озимой пшеницы	10
2.4 Система удобрений	12
2.5 Система защиты растений	13
3 Особенности технологии возделывания новых сортов озимой пшеницы в условиях плакорно-равнинного агроландшафта	37
4 Особенности технологии возделывания новых сортов озимой пшеницы в условиях эрозионно-опасного агроландшафта	48
5 Экономическая оценка возделывания озимой пшеницы в различных условиях агроландшафта	59
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	65

ВВЕДЕНИЕ

Озимая пшеница – наиболее важная культура для Ростовской области и России в целом. Это главная продовольственная культура страны, которая обеспечивает продовольственную безопасность государства.

В условиях аридизации климата в Ростовской области, повышения среднегодовой температуры воздуха, увеличения количества дней с максимально высокими среднесуточными температурами воздуха в весенне-летний период, неравномерности выпадения осадков, как за период вегетации, так и за год в целом, значимость озимой пшеницы, как наиболее адаптивной культуры, значительно возрастает. Озимая пшеница эффективно использует осадки осенне-зимнего и ранневесеннего периодов и в меньшей степени подвержена летним засухам.

Согласно Зональным системам земледелия Ростовской области в период до 2026 года площадь озимых культур возрастет до 2,94 млн. га за счет увеличения площади посева озимой пшеницы до 2,80 млн. га [1].

Озимую пшеницу рекомендуется возделывать по интенсивной и ресурсосберегающей технологиям примерно с одинаковым соотношением по сельскохозяйственным зонам. Интенсивные технологии применяются на землях с уклоном не более 1° за счёт большего применения удобрений, стимуляторов роста, ретардантов и пестицидов, посева высокоурожайных сортов интенсивного типа. На землях с уклоном более 1°, ввиду повышенной эрозионной опасности, рекомендуется применять почвозащитную технологию, которая должна быть энерго- и ресурсосберегающей, природоохранной, и в то же время эффективной.

Формирование эколого-адаптивных и ресурсосберегающих технологий должно вестись с учетом следующих принципов [2]:

- технологии должны быть адаптированы к местным почвенно-климатическим условиям, обеспечивать снижение материальных затрат и устойчивость к природным и антропогенным стрессовым ситуациям;
- технологии должны быть ориентированы на получение оптимальных размеров продукции высокого качества, не ведущих к деградации отдельных элементов агроэкосистем, прежде всего почвы;
- все основные элементы технологии должны быть дифференцированы в зависимости от множества влияющих факторов природного и антропогенного характера с учетом предшественника, типа почв, элементов рельефа, конструкции севооборота, уровня использования удобрений и гербицидов, степени засоренности поля, способов уборки.

Эколого-адаптивная технология должна иметь целью более полное и эффективное использование биоклиматического потенциала культуры, материальных и природных ресурсов.

1 ОПИСАНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ БЫЛИНА ДОНА И АКАПЕЛЛА

Для посева используют семена сортов, внесенных в Госреестр, наиболее полно отвечающих требованиям современного производства, обладающих стабильной урожайностью, отличающихся адаптивностью и пластичностью, со всхожестью не ниже 95 % (первого класса).

Характеристика сортов озимой пшеницы селекции ФГБНУ ФРАНЦ:

Акапелла. Оригинатор: ФГБНУ ФРАНЦ. Авторы: А.И. Грабовец, М.А. Фоменко, В.П. Кадушкина, К.Н. Бирюков, Е.А. Железняк [3].

Сорт Акапелла создан методом ступенчатой гибридизации. Сорт среднеранний. Высота растений в различных условиях варьирует от 85 до 105 см, устойчив к полеганию. Длина колоса 9,0-10,5 см. Разновидность – эритроспермум. Зерно средней крупности, выполненное, стекловидное, красное. Масса 1000 зерен варьирует в пределах 32-45 г.

Потенциальная урожайность 9-10 т/га. Реализован урожай 10,1 т/га. Сорт предназначен для посева по всем предшественникам по интенсивным фонам. Обеспечивает прибавку урожая по пару в КСИ 1,2 т/га при урожайности 7,8 т/га, по зернобобовым 1,16 т/га при урожайности 8,38 т/га. По засухоустойчивости превосходит стандарт. Морозостойкость растений – 73-77 % (t -19 °С, экспозиция 20 часов).

Сорт слабовосприимчив к поражению основным болезням злаков, в частности в полевых условиях устойчив к поражению желтой ржавчиной (0,5 %), снежной плесенью (0,1 балла), септориозом (0,5-1,0 балла). Устойчив к вирусу желтой карликовости ячменя (8,5 балла), полосатой мозаике пшеницы (9 баллов). Среднеустойчив к бурой ржавчине (0-ед. пустулы), мучнистой росе (0-10 %). Поражение вредителями (злаковой мухой, хлебным пилильщиком) ниже, чем у стандарта Дон 107.

Содержание в зерне белка – 12,6-16,9 %, клейковины – 22,8-33,3 %. Объем хлеба 750-940 мл при оценке 4,6-4,9.

Основные достоинства. Имеет высокий потенциал урожайности, лучше других сортов использует средний и низкий агрофон. Имеет неплохую комплексную устойчивость к болезням. Рекомендованная для выращивания, как по пару, так и по непаровым предшественникам. Норма высева и сроки сева, общепринятые для зоны выращивания. Наибольшую урожайность сорт обеспечивает при оптимальных сроках сева в зоне выращивания. Он также толерантен к поздним срокам сева.

Былина Дона. Оригинатор: ФГБНУ ФРАНЦ. Авторы: А.И. Грабовец, М.А. Фоменко, В.П. Кадушкина [3].

Родословная сорта. Создан методом двукратного индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной скрещиванием сорта Донская лира и линии 1607/07, полученной индивидуальным отбором из сорта Тарасовская 97. Сорт среднеранний. Высота растений в различных условиях варьирует от 82 до 109 см, устойчив к полеганию. Длина колоса 8,0-9,5 см. Разновидность – лютеценс. Зерно средней крупности, выполненное, стекловидное, красное. Высокопродуктивный, способен формировать агрофитоценоз с высокой плотностью (670-800 продуктивных стеблей на 1 м²), продуктивность колоса средняя, масса 1000 зерен 30,2-42,3 г.

Характеризуется стабильной урожайностью в различных эконишах. Сорт предназначен для посева по всем предшественникам по интенсивным фонам. Максимальная урожайность получена по пару 10,2 т/га, по нуту 8,6 т/га, превышение к стандарту 1,5 т/га и 1,08 т/га соответственно. В среднем за три года конкурсных испытаний его урожайность по пару составила 7,92 т/га (+1,3 т/га к стандарту Дон 107).

Устойчив к полеганию, осыпанию зерна и прорастанию его в колосе. Высокоморозостойкий и засухоустойчив. Сорт слабовосприимчив к поражению основным болезням злаков. В частности в полевых условиях устойчив к поражению желтой ржавчиной (0 %), бурой ржавчиной (0 %) снежной плесенью (0,1 балл). Он устойчив к поражению корневыми гнилями (6-20 %). Среднеустойчив к мучнистой росе (0-20 %), к септориозу (1-1,5 балла). Вынослив к поражению вирусом полосатой мозаики пшеницы (9 баллов). Поражение вредителями (злаковой мухой, хлебным пилльщиком) на уровне стандартного сорта.

Содержание в зерне белка – 13,3-15,5 %, клейковины – 24,1-30,3 %. Объем хлеба 880-930 мл при оценке 4,6-4,7.

Сорт вынослив к предуборочному прорастанию зерна, вызванное температурным шоком (понижение среднесуточных температур из-за ливней). Число падения в зерне в оптимальных условиях и в зерне, попавшем под осадки, составляет 496 и 178 сек. соответственно. У стандарта сорта Дон 107-554 и 62 сек.

Сорт предназначен для посева по всем предшественникам по интенсивным фонам. Агротехника общепринятая для зоны выращивания. Сроки посева – оптимальные для зоны. В северо-западной зоне Ростовской области формирует максимальный урожай при посеве 25 августа – 15 сентября. Толерантен к поздним срокам посева. Норма высева 4 млн всхожих семян на 1 га, в поздние сроки посева норму высева следует увеличивать до 5,5 млн.

Основные достоинства. Стабильная урожайность и показатели качества зерна в разных почвенно-климатических зонах, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам среды, выносливость к предуборочному прорастанию зерна на корню.

Оба сорта внесены в Госреестр по 6 и 8 регионам.

2 ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ АГРОТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

2.1. Размещение в севообороте

Однако биологическое преимущество озимой пшеницы проявляется при хорошем развитии с осени. Поэтому большое значение для озимой пшеницы имеет предшественник, лучший из них – чистый пар, который даже в неблагоприятные по погодным условиям годы гарантирует получение своевременных всходов, хорошее их развитие, успешную перезимовку. Кроме чистого пара, озимая пшеница размещается по занятым парам (кроме северо-восточной и восточной зоны), по пласту многолетних трав, гороху, кукурузе на зелёный корм и силос, льну масличному, просу [1].

На чистых парах изменение влажности происходит в результате испарения воды с поверхности почвы и пополнения ее выпадающими осадками. Однако чистые пары не везде экономически выгодны. Исследования показывают, что в ряде районов при правильной агротехнике можно получать высокие урожаи озимой пшеницы и по занятым парам. Эффективность занятых паров следует рассматривать с учетом уровня культуры земледелия в хозяйствах, энергетической оснащенности, плодородия и окультуренности полей. Нужно в каждом хозяйстве найти правильное соотношение чистых и занятых паров, обеспечивающее получение гарантированных урожаев озимой пшеницы высокого качества.

Необходимо строго соблюдать рекомендации и размещать сорта по тем предшественникам, к которым они приспособлены. Нельзя высевать сорта полуинтенсивного типа по черным парам, а сорта интенсивного типа (полукарлики) – по рядовым непаровым предшественникам, так как в первом случае они могут полежать, а во втором – значительно снижают соломину и в конечном итоге в обоих случаях снижают урожайность и качество зерна [1].

2.2 Система обработки почвы

Обработка почвы – наиболее энергозатратная операция во всем технологическом процессе, и качество ее проведения во многом зависит от своевременности и оперативности. Обработку почвы необходимо начинать немедленно после уборки предшественника лущением стерни, создавая на поверхности почвы рыхлый слой не менее 6-8 см [1].

В условиях жаркой погоды под посев озимых культур после непаровых предшественников следует вести только поверхностную или мелкую обработку почвы. Хорошую разделку непаровых полей обеспечивают дисковые бороны БДМ 2х4 П, АКМ – 6, АКП – 6,5, а также дискаторы. Если образуется глыба, следом необходимо пускать БИГ – 3А или кольчатые катки ЗКК – 6.

Влага лучше сохраняется при такой обработке, но с обязательной хорошей разделкой взрыхленного слоя до мелкокомковатого состояния и последующим прикатыванием. Даже при небольших осадках влага хорошо удерживается в разрыхленном и уплотненном верхнем слое, что обеспечивает качественный посев и дружные всходы.

Полупар, обработанный до посева озимых, надо содержать, как и чистые пары, уничтожать сорняки, а после дождей проводить боронование, перед севом закультивировать на глубину заделки семян 5-6 см. Особое внимание требует подготовка почвы под озимые культуры после кукурузы на силос. Следует начинать обработку при освобождении отдельных участков поля. Для того, чтобы не оставлять необработанные развальные борозды, лущение целесообразно проводить в два следа, в одном направлении, т.е. перекрытием на ползахвата. Если необходимая глубина обработанного слоя не обеспечивается, то обработку надо провести еще и в перпендикулярном направлении или по диагонали с увеличением угла атаки дисков и добавлением груза на лущильник.

Применение поверхностной обработки под озимые после поздних предшественников не исключает культивации на глубину заделки семян для выравнивания ложа, а так же борьбы с сорняками.

Почва поля, предназначенного под чистый пар, после сравнительно ранеубираемых предшественников, один-два раза дискуется, затем обрабатывается отвальными или плоскорезущими орудиями (восточная зона) на 25-27 см (до 30 см). На смытых, малогумусных почвах глубина обработки зависит от мощности гумусового горизонта. Для уничтожения сорной растительности и падалицы, разуплотнения почвы, сохранения ее водопроницаемости проводится осенняя культивация. После уборки поздних культур проводится дискование тяжелыми боронами типа БДТ-3,0, БДТ-7,0 и дискаторами и др. на глубину 6-8 см с целью измельчения стеблей для обеспечения качественной вспашки [1].

На невыровненной вспашке весенние работы на паровом поле начинают с боронования тяжелыми зубowymi боронами. Далее следует культивация: первая – на глубину 12-14 см культиваторами КПК-8, КПС-4,0 с боронами БЗСС-1,0 или БЗСТ-1,0; вторая – на глубину 10-12 см; третья – на 8-10 см, и далее, по мере выпадения осадков и наличия сорняков, культивацию проводят на глубину 6-8 см, чередуя ее с боронованием.

При наличии многолетней сорной растительности возможно использование пропашных культиваторов КРН-4,2, КРН-5,6, где всплошную выставлены бритвы и полностью убраны стрельчатые лапы, но применять их надо в конце июля – августа с целью сохранения продуктивной влаги выпадающих осадков в верхнем слое (0-10 см). Проводится она на глубину 4-6 см.

С целью уничтожения многолетних сорняков в паровом поле следует проводить обработку гербицидами группы 2,4 Д и глифосата.

В предпосевной период обработка парового поля заключается в предпосевной культивации за день до начала сева культиватором КПС – 4,0 на глубину 6-8 см, а при крайне засушливой погоде и наличии влажного слоя на глубине 8-9 см культивацию следует проводить только в ночное время, предварительно за 2-3 дня прикатав поле кольчато-шпоровыми катками ЗККШ – 6А с ящиками, наполненными песком.

Наиболее распространенным способом обработки пласта люцерны под озимую пшеницу является немедленное после уборки первого укоса дискование на 10-12 см, последующая отвальная вспашка на 20-22 см и дальнейшая обработка по типу полупара с культивацией на 7-8 см.

Культуры, убираемые на зеленую массу, это так называемые занятые пары. После их уборки до посева озимой пшеницы остается, в среднем, два месяца. В такие сроки имеется реальная возможность сохранить остаточную влагу и накопить ее в результате выпадающих осадков.

В пользу занятых паров свидетельствует и то обстоятельство, что при их возделывании более эффективно используется пашня – получают урожай, который отсутствует в чистом пару. Обработка может проводиться при помощи АКП – 2,5 и АКП – 5,0 на глубину 12-14 см, а также КПЭ – 3,8, АКВ – 4 на ту же глубину с последующим лущением или культивацией КПС-4,0 в зависимости от степени увлажнения почвы. Возможна и отвальная вспашка на глубину 18-20 см, при этом почву предварительно дискуюют, а после вспашки боронуют тяжелыми боронами в два следа и прикатывают кольчато-шпоровыми катками. Этот вид обработки применяют на полях с высоким уровнем засоренности многолетними сорняками.

Вполне приемлемым вариантом обработки почвы после эспарцета может быть обработка КПШ-9,0 с последующим дискованием БДТ-7,0 или ЛДГ-15 и в дальнейшем по типу полупара культивация КПС-4,0 в чередовании с прикатыванием в засушливые периоды в августе или боронованием после выпадающих осадков. Неплохие результаты показывает и безотвальное рыхление плугостойками СИБИМЭ и ПараПлау на глубину 16-18 см [1].

2.3 Посев, уход за посевами и уборка озимой пшеницы

Посев. На чистых парах, если наличие влаги в почве обеспечивает гарантированное появление всходов, сев озимой пшеницы следует проводить в оптимальные сроки. После непаровых предшественников при наличии более 20 мм влаги в слое 0-20 см возможен посев раньше оптимальных сроков на 5-10 дней, при условии обеспечения борьбы со злаковыми мухами и тлями путем протравливания семян с инсектицидами типа круйзер, табу, имидалит. Если продуктивная влага в верхнем слое почвы отсутствует или ее недостаточно для получения нормальных всходов (провокационная влага), от посева следует воздержаться до выпадения осадков или снижения температуры до 14-15 °С. Предельно допустимый срок посева озимых может продлиться не более чем на 10-15 дней позже оптимального в каждой сельскохозяйственной зоне области (таблица 1) [1,4].

Наиболее распространенный способ – рядовой, с междурядьем 15 см.

Обязательным приемом после посева озимой пшеницы является прикатывание, которое способствует сохранению влаги, дружному появлению всходов, интенсивному развитию растений. Уплотнение почвы способствует лучшей перезимовке посевов и предотвращает гибель озимых от выпирания.

Таблица 1 – Сроки посева озимой пшеницы в Ростовской области [1].

Зона	Начало допустимых сроков	Оптимальные сроки	Конец допустимых сроков	Подзимний посев
Северо-западная	25-31 VIII	1-15IX	16-25IX	5-15XI
Северо-восточная	30VIII-4 IX	5-20 IX	21-30 IX	5-20 XI
Восточная	1-9 IX	10-25 IX	26 IX-5 X	10-20 XI
Центральная	5-14 IX	15-30 IX	1-10 X	10-25 XI
Южная	10-19 IX	20 IX-5 X	6-15 IX	15-25 XI
Приазовская	5-14 IX	15-30 IX	1-10 X	15-25 XI

В каждом конкретном случае глубина заделки корректируется в зависимости от степени увлажнения почвы, ее механического состава, срока посева, крупности высеваемых семян. При хорошей разделке почвы и ее увлажнении и при посеве в начале допустимых сроков глубина заделки семян составляет 7-8 см, а при массе 1000 зерен более 40 г возможна глубина заделки до 9-10 см. В оптимальные и второй половине допустимых сроков – 5-6 см, в поздние сроки – до 3-4 см с целью ускорения прорастания. При иссушении слоя почвы глубину заделки семян во второй половине допустимых сроков следует уменьшить до 3 см, с увеличением нормы

высева – на 10-15 %. Семена, заделанные на глубину 5 см и глубже, пролежавшие в сухой почве более месяца, значительно теряют всхожесть.

В начальные сроки сева норма высева должна составлять в зависимости от предшественника от 3,5 до 5,0 млн. шт./га, затем ее несколько повышают по мере смещения сроков сева на более позднее время. По непаровым предшественникам целесообразно высевать 4,5-5,0 млн. шт./га.

Норма высева озимой пшеницы зависит от условий обеспеченности в посевной период влагой и подвижными формами элементов питания. Посев в допустимые сроки с запасами влаги менее 10 мм проводится нормой, увеличенной на 10-15 %. В оптимальные сроки норма высева составляет 3,8-5,5 млн. шт./га, а в конце допустимых сроков – 4,2-6,0 млн. шт./га всхожих семян (таблица 2).

Таблица 2 – Нормы высева озимой пшеницы, млн. шт./га. [1,4,5].

Срок посева	Предшественники		
	пар	колосовые	пропашные
Начало допустимых сроков	3,5-3,8	4,2-4,5	4,6-5,0
Оптимальные сроки	3,9-4,2	4,6-5,0	5,1-5,5
Конец допустимых сроков	4,3-4,5	5,1-5,5	5,6-6,5
Поздний посев	5,0-5,2	5,6-6,0	6,6-7,0

При острой засухе осенью эффективным является применение сеялок прямого сева, обеспечивающих гарантированное получение всходов. Норма высева при этом увеличивается на 15 %.

Уборка озимой пшеницы. Прямое комбайнирование является основным способом уборки зерновых, и его в первую очередь следует применять на низкорослых посевах, незасоренных полях, а также в ненастную погоду. В Ростовской области более 80-85 % зерновых и зернобобовых убираются прямым комбайнированием. Раздельный способ уборки применяется при высоком уровне засоренности, на семенных участках и для получения более высококачественного зерна [1,4].

Опыт показал, что очень важно правильно установить срок уборки. Доказано, что наибольшую урожайность зерна высокого качества получают при раздельной уборке в фазе восковой спелости. В это время в основном заканчивается налив зерна, в нем накапливается 95-100 % сухих веществ от полной спелости. При влажности зерна 16-17 % можно приступать к уборке озимой пшеницы прямым комбайнированием [1,4].

Уборку посевов с высокоценной пшеницей проводят в первоочередном порядке в предельно сжатые сроки, преимущественно раздельным способом. Хранить свежубранное сухое зерно следует на крытых токах, под навесами, в вентилируемых помещениях. Обязательна первичная очи-

стка и после нее предварительная проверка качества зерна. В том случае, когда показатели качества дают основание считать зерно сильным или ценным, проводится повторная сортировка на зерноочистительных машинах [1,4].

2.4 Система удобрений

Система удобрений представлена в Зональных системах земледелия Ростовской области на период 2022-2026 гг. [1,4]. Применение удобрений должно быть основано на результатах почвенной диагностики, которую следует проводить в пахотном слое сразу после уборки предшественника до проведения основной обработки почвы. Количество удобрений под озимую пшеницу зависит от избранной технологии возделывания, содержания элементов питания в почве, предшественника, возделываемого сорта.

Система удобрения озимой пшеницы состоит из допосевного (основного), припосевного (рядкового) и подкормочного удобрения.

Основная задача комплекса приемов внесения удобрений – обеспечить для растений оптимальные условия в течение всей вегетации.

Эффективность и состав дополнительного удобрения предопределяются предшествующей культурой. После раноубираемых и бобовых предшественников в почве к моменту посева озимой пшеницы накапливается достаточное количество азота. В этом случае нет необходимости вводить азот в состав удобрения, а можно ограничиться внесением фосфорсодержащих удобрений (30-60 кг/га). Азотно-фосфорное удобрение наиболее эффективно после занятых паров в равновеликих дозах (30-45 кг/га).

После непаровых предшественников (кукурузы на зерно, подсолнечника, свеклы, особенно озимой пшеницы, суданской травы и др.) необходимо полное минеральное удобрение с преобладанием азота ($N_{90}P_{60}N_{40}$), так как в этих случаях в почве содержится незначительное количество минеральных форм азота, особенно нитратов, крайне необходимых для начального питания растений, что приводит к снижению эффективности фосфорно-калийных удобрений. Поэтому получить хороший урожай озимой пшеницы по этим предшественникам без азотных удобрений не представляется возможным.

При достаточных условиях увлажнения и обеспеченности хозяйства удобрениями для различных типов почв и в зависимости от предшественника рекомендуются удобрения, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Примерная система удобрения озимой пшеницы на разных почвах (основное + припосевное + ранневесеннее + поздняя подкормка), кг/га д.в. [1]

Почва	Предшественник			
	Чистый пар	Занятый пар	Лен, просо, рапс	Пропашные культуры
Чернозем обыкновенный, южный	$P_{60}^* + 0 + 0 + N_{30}^*$	$N_{30} P_{60} K_{30}^* + 0 + 0 + N_{30}^*$	$N_{60} P_{40} K_{40}^* + P_{20} + N_{30} + N_{30}^*$	$N_{60} P_{40} K_{40}^* + N_0 P_{20} + N_{30} + N_{30}^*$
Темно-каштановая	$P_{90}^* + 0 + N_{30} + N_{30}^*$	$0 + P_{20}^* + N_{30} + N_{30}^*$	$0 + P_{20}^* + N_{30} + N_{30}^*$	$P_{40} K_{40}^* + 0 + N_{20} + N_{30}^*$
Каштановая	$P_{60}^* + 0 + N_{30} + N_{30}^*$	$P_{30} K_{40}^* + 0 + 0 + N_{30}^*$	$P_{30} + P_{20}^* + 0 + N_{30}^*$	$P_{50} + P_{20}^* + 0 + N_{30}^*$
Светло-каштановая	$P_{40}^* + 0 + 0 + N_{30}^*$	$0 + P_{20}^* + 0 + N_{30}^*$	$0 + P_{20}^* + 0 + N_{30}^*$	-
Примечание: * по результатам почвенной и растительной диагностики				

Принятая система удобрения в хозяйстве корректируется с учетом обеспеченности растений питательными веществами почвы, в зависимости от планируемого урожая, а также экономических возможностей хозяйства.

Подкормки проводятся с учетом почвенной и растительной диагностики в следующие сроки: ранневесенняя (возобновление вегетации), конец кушения – начало трубкавания, колошение, начало формирования зерновки. Подкормку озимой пшеницы следует проводить только расчетными дозами по результатам почвенной и растительной диагностики в фазе кушения, выхода в трубку и колошения.

Дробное внесение азота при высоких нормах по сравнению с одноразовыми устраняет такие нежелательные явления, как полегание хлебов, увеличение соотношения соломы к зерну, худшее использование веществ в вегетативных органах, потери азота из почвы и т.д.

2.5 Система защиты растений

Площадь посевов пшеницы занимает самую большую территорию среди всех сельскохозяйственных культур. Именно поэтому так остро стоит вопрос урожайности и защиты данной культуры от различных болезней, вредителей, которые при обширном распространении могут погубить все посевы. По данным ООН, ежегодные мировые потери урожая сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков составляют более 30%. По официальным данным ФАО, потенциальные потери урожая от

болезней, вредителей растений ежегодно в мире составляют 75 млрд. долларов, или 34,9 % урожая, в том числе от вредителей 13,8 %, болезней – 1,6 %, сорняков – 9,5 %. Своевременное и эффективное проведение защитных мероприятий позволяет сохранить большие объемы урожая и улучшение его качества.

Болезни. Болезни, поражающие озимую пшеницу классифицируются по основным категориям: грибные, бактериальные, вирусные, нематодные.

Грибные болезни озимой пшеницы [6,7,8].

Твёрдая головня пшеницы. Такое заболевание вызывается развитием фитопатогенных грибов. Грибы паразитируют на растении, поглощая из него питательные вещества. В результате жизненный цикл тормозится, растение замедляется в развитии, теряя продуктивный потенциал (рисунок 1).

Твердая головня пшеницы – очень опасное заболевание. Отчетливо заметить симптомы этой болезни можно только в самом начале молочной степени зерна. Основными признаками такой головни являются: небольшая сплюснутость колосьев; синеватый оттенок у зеленой части растения.

Процесс заражения, как правило, происходит при обмолоте зерна, головнёвые мешочки легко разрушаются. Попадая на здоровые семена, они задерживаются в их бороздках. Таким образом, происходит инфицирование посевного материала.

Упавшие в землю при уборке пшеницы споры этого грибка к тому же в большинстве случаев быстро нейтрализуются почвенными микроорганизмами. Произойти заражение таким путем может в основном только тогда, когда новая пшеница на поле высевается не позднее чем через 3 недели после уборки старой. Но иногда при благоприятных условиях споры головни могут сохраняться в почве и до 2 лет.

Вред это заболевание пшенице может нанести просто колоссальный. Урожайность на поле, зараженном твердой головней, падает не только из-за потери зерна, но и из-за гибели растений. Риск заражения зерновых твердой головней значительно повышается при слишком глубокой заделке семян при посеве, во время длительной осенней засухи, при несоблюдении сроков посева. При глубокой заделке семена этой зерновой культуры долго прорастают, в результате увеличивается риск проникновения в них грибки под землей.

Пыльная головня пшеницы. Пыльная головня – частое заболевание на пшеничном поле. Оно имеет грибковую природу и способно уничтожить достаточно большую часть урожая. Вместо зерен в колосе только черная пыль, да и растение вообще мало чем напоминает пшеницу. В запущенных случаях такое зрелище можно наблюдать почти на половине поля (рисунок 2) [6,7].

Первые признаки этого заболевания пшеницы можно заметить только во время формирования колоса. Пораженные растения обычно колосятся раньше, остаются невысокими, а затем темнеют и разрушаются. Целым остается только стержень. До этого, на ранних стадиях, пшеница ничем не отличается от здоровой. Колосья, пораженные пыльной головней, уже не спасти.

Меры борьбы с головнёвыми заболеваниями [6,7]:

- использование здорового семенного материала;

- протравливание – обязательный прием для борьбы с твёрдой и пыльной головней. Так как при пыльной головне возбудитель находится внутри семени, необходимо использовать препараты, обладающие системным действием. Обработываться при этом посадочный материал должен не позже, чем за 15 дней до высева.
- пространственная изоляция посевов не менее 1 км;
- соблюдение технологии возделывания, сев в оптимальные сроки. Поздний сев увеличивает вероятность заражения пыльной головней.
- использование устойчивых сортов.

Корневые гнили озимой пшеницы. В последние годы корневые гнили приобрели широкое распространение и наносят значительный ущерб озимому полю. Потери от них тем выше, чем ниже культура земледелия. Неправильные севообороты, наличие монокультуры того или другого вида хлебного злака, низкая агротехника приводят к ухудшению структуры почвы, к истощению плодородия, создают неблагоприятные условия для развития растений, способствуют накоплению в почве патогенных грибов. В отдельных случаях корневые гнили бывают причиной массовой гибели посевов [6,7].

Источниками первичной инфекции являются семена, почва и растительные остатки. Патогенные грибы способны сохраняться в почве в течение нескольких лет. Продолжительность выживания при отсутствии основных хозяев зависит от того, в какой форме грибок сохраняется. Так, конидии видов рода *Helminthosporium* сохраняют жизнеспособность до 3-5 лет.

Гельминтоспориозная (обыкновенная) корневая гниль (рисунок 3).

Встречается на пшенице, ячмене, ржи, овсе, а также многолетних злаковых травах и сорных растениях (кострец безостый, тимофеевка луговая, щетинник, осот розовый, осот обыкновенный). Возбудитель сохраняется в почве на инфицированных растительных остатках, на поверхности и внутри семян. В течение вегетационного сезона инфекция распространяется при помощи конидий воздушно-капельным путем. Болезнь проявляется на проростках и всходах побурением coleoptilya, пожелтением и деформацией листьев, общим угнетением растений; у взрослых растений – загниванием, побурением и почернением первичных и вторичных корней, узла кущения и приземной части стебля. На листьях образуются светло-бурые пятна, вытянутые вдоль пластинок, часто окруженные хлорозом, сливающиеся. Растения отстают в росте, наблюдается белоколосость и гибель продуктивных стеблей. Иногда зерна в колосе буреют, сморщиваются. Возбудитель является одной из причин черного зародыша. Развитию болезни способствуют: длительная засуха, температура воздуха 22-26 °С (оптимальная для развития возбудителя), глубокая заделка семян, загущенные посевы, повышенные дозы азотных удобрений, особенно нитратных форм, засоренность посевов злаковыми сорняками – резервуарами инфекции [6,7].

Фузариозная корневая гниль (рисунок 4). Заражение происходит при температуре +3-27 °С и влажности почвы 40-80 % НВ. Основной причиной заражения является наличие растительных остатков предшественника на поверхности и в корнеобитаемом слое почвы. В условиях засухи фузариозы не проявляются или не вредоносны [6,7].

Основными симптомами поражения растений пшеницы фузариозом являются: побурение и последующее загнивание корней, побурение влагалищ нижних листьев, а затем и основания стебля. На озимых после снеготаяния весной на растениях заметен белый или розовый налет мицелия, при этом пораженные листья желтеют и отмирают (снежная плесень).

Офиоболезная корневая гниль. Не выявляется фитозэкспертизой семян. Заражение происходит при температуре 20-26 °С и наличии осадков за период май-июнь более 40 мм. Симптомы видны только на прикорневой зоне с фазы колошения. При офиоболезе происходит отмирание продуктивных стеблей в течение всего вегетационного периода. Характерные признаки заболевания: почернение корней, затем влагалищ прикорневых листьев в нижней части стебля, а затем их постепенное отмирание (рисунок 5) [6,7].

Растения отстают в росте, легко выдергиваются из почвы. Наблюдается белостебельность и пустоколосость. Проявляется в виде четко выраженных очагов. Накоплению инфекции в почве способствует насыщение севооборота колосовыми культурами. В период вегетации возбудитель распространяется грибницей с помощью дождевой и поливной воды, насекомых.

Церкоспореллезная прикорневая гниль (ломкость стеблей).

Распространению болезни способствуют холодная сырая осень, мягкая с оттепелями зима и дождливая прохладная весна. Болезнь проявляется на внешней поверхности листовых влагалищ на уровне почвы или немного выше (на первом и втором междоузлиях) в виде эллипсовидных продольных светлых, с дымчатым налетом конидиального спороношения пятен с темно-каштановой каймой. При сильном развитии болезни пятна сливаются и опоясывают стебель. В месте поражения внутренняя полость стебля заполнена серой ватообразной грибницей. Позже в центре пятна формируются черные микросклероции. Ткань стеблей разрушается, во время налива зерна стебли переламываются, что приводит к беспорядочному полеганию посевов. Болезнь может также проявляться на coleoptиле, подземном междоузлии и даже на корнях, что приводит к их отмиранию. Особенно интенсивное поражение посевов наблюдается ранней весной. Основным источником инфекции – пораженные растительные остатки в почве, где патоген в виде грибницы, микросклероций и конидий сохраняется в течение 18 месяцев [6,7].

Снежная плесень, выпревание озимых. После схода снега на растениях озимой пшеницы и ржи можно заметить нежный серовато-беловатый паутинистый налет гриба (рисунок 7). Пораженные листья отмирают, буреют, приобретают розовато-оранжевую окраску. Сильно пораженные растения погибают [6,7].

Тифулез. Возбудитель – *Typhula incarnata* Lasch. На листьях перезимовавших озимых обращают на себя внимание неестественно темно-зеленые пятна. Листья склеиваются, узел кущения разрушается, и надземная часть растений легко отрывается от корня. В нижней части листьев, между влагалищами, а также на листовых пластинках можно обнаружить шаровидные или приплюснутые темно-бурые с красноватым оттенком или почти черные склероции диаметром от 0,5 до 4,5 мм. Осенью склероции прорастают, образуя булавовидные бледно-розовые плодоносцы [6,7].

Меры борьбы с корневыми гнилями. Борьба с корневыми гнилями должна вестись в комплексе с уничтожением прочих вредных объектов, либо целенаправленно в зависимости от вида болезни. Дважды в сезон необходимо проводить обследование посевов для определения степени вредоносности корневых гнилей. При этом необходимо соблюдать:

- правильный севооборот, размещение посевов пшеницы после пропашных, зернобобовых культур или по пару; выращивание устойчивых сортов;
- своевременную уборку урожая и немедленную сортировку и сушку семян до кондиционной влажности;
- посев пшеницы в оптимальные сроки для ухода растений на зимовку в начале фазы кущения;
- тщательную заделку растительных остатков и соломы, глубокая вспашка с оборотом пласта, особенно перед посевом по стерневому предшественнику;
- обязательное проведение фитоэкспертизы семян перед посевом, подбор протравителей;
- внесение органических и фосфорно-калийных удобрений;

- оптимальные нормы высева и глубина заделки семян;
- борьба с сорняками – резерваторами инфекции.

Ржавчина и ее виды. Ржавчина считается одним из основных и самых опасных заболеваний пшеницы. Поражаются все надземные части растения: листья, стебли, колосья (рисунки 8,9,10). Внешние признаки проявления болезни: на верхней стороне листовой пластины появляются пустулы (сыпь) в виде округлых или овальных оранжево-коричневых пятен, не сливающихся между собой. Источники заражения: – всходы падалицы, злаковые сорняки, пораженные растения, промежуточные хозяева грибов, такие как лещина. Заражение приводит к уменьшению количества зерен в колосе, ухудшение их качества и, как следствие, резкому снижению урожайности [6,7].

Признаки проявления стеблевой ржавчины: на стеблях появляются продолговатые коричневые сорусы – группы расположенных кучно спор. Вредоносность очень велика. Болезнь развивается быстро, к концу вегетации стебли становятся черными, а зерна сморщенными, уменьшается их количество и масса. Ослабленные стебли полегают. Это одна из самых опасных болезней озимой пшеницы. Она может погубить до 100% урожая.

Желтая (полосатая) ржавчина распространяется при низких температурах. На листьях вдоль жил появляются длинные желтые полосы, которые к концу вегетации буреют и чернеют. Потери урожая могут составлять до 50 %, так как уменьшается вес зерна и количество зерен в колосе [6,7].

Мучнистая роса. Одна из самых распространенных болезней зерновых культур. На листьях, стеблях, колосьях появляется характерный белый налет, похожий на муку или вату. С развитием растения налет уплотняется и становится подушкообразным. Пораженная ткань отмирает (рисунок 11) [5].

Источники зараженные посевы озимой пшеницы, почва, растительные остатки. Заражение мучнистой росой вызывает снижение кустистости растений, замедляет колошение. Потери урожая могут достигать до 15 и более %.

Септориоз пшеницы. Поражаются все надземные органы растений (листья, листовые влагалища, стебли, стержень колоса, колосковые чешуйки, зерно). На листьях и стеблях, начиная с фазы всходов-кущения, появляются светло-бежевые, светло-бурые пятна с хлоротичным ободком или без него. В центре или на всей поверхности пятен образуются черные мел-

кие пикниды со спороношением возбудителя [7]. На стеблях болезнь проявляется в период созревания в виде буроватых, расплывчатых пятен без каймы (рисунок 12).

На колосовых чешуях пятна темно-бурые или темно-фиолетовые, позднее светлющие с обильными пикнидами в виде черных точек. С колосковых чешуй болезнь переходит на зерно. Источниками инфекции септориоза могут быть семена, а также пожнивные остатки растений из семейства злаковых. Способствуют развитию болезни: сильные росы, полегание культур, частые осадки в сочетании с температурой 20-25 °С, высокие дозы азотных удобрений, несоблюдение норм применения гербицидов, регуляторов роста.

Бактериальные болезни. Встречаются 3 вида бактериоза: черный, базальный и бурый, которые различаются по симптомам проявления и видовому составу возбудителей (рисунок 13) [6,7].

Черный или базальный бактериоз. Возбудитель болезни – *Pseudomonas syringae* pv. *Atrofaciens*. Признаки болезни на колосках проявляются у основания чешуи в виде полупрозрачных пятен. При сильном её развитии чернеет и деформируется весь колос, искривляется стебель, формируется шуплое зерно. Всходы от пораженных семян отстают в росте, часто погибают. Урожай у пораженных черным бактериозом растений может снижаться от 15 до 90 %. Основной источник инфекции – зараженные семена и пожнивные остатки, где возбудитель сохраняется до следующего года.

Бактериальная пятнистость. Возбудитель болезни – *Xanthomonas campestris* pv. *translucens*. Проявляется на листьях в виде водянистых пятен, которые позже становятся коричневыми. В распространении инфекции оп-

ределенную роль играют насекомые, особенно сосущие вредители: злаковые тли, пшеничный трипс, цикады [6,7].

Слизистый или желтый бактериоз. Возбудитель болезни – бактерия *Rathayibacter tritici*. Поражаются листья и их влагалище, где появляются продолговатые белые или желтые полосы, позже они скручиваются. У больных растений сильно деформируются колосья, часто они остаются в пазухе листьев, превращаясь в бесформенную слизистую массу. Больные растения часто не выколашиваются и погибают. Инфекция передается семенами, распространяется нематодой *Anguina tritici*. При обнаружении очага болезни нужно сжигать посевы пшеницы или обработать их гербицидом сплошного действия, вспахать почву с оборотом пласта на глубину не менее 20-25 см [6,7].

Вирусные болезни. На пшенице встречаются русская мозаика озимой. По способу передачи вирусы делятся на 3 группы: персистентные, полуперсистентные и непersistентные, которые легко распространяются механическим путем. Переносчиками многих вирусных болезней являются тли при непродолжительном контакте (1-2 мин.) с больным растением.

Персистентные вирусы переносятся цикадами, которые инфицируются при продолжительном питании на больном растении и переносят инфекцию после определенного инкубационного периода. Полуперсистентные вирусы занимают промежуточное положение. Установлено, что возбудителями некоторых болезней типа желтухи являются не вирусы, а микоплазменные тела.

Полосатая мозаика пшеницы. Характерный признак болезни – слабые хлоротичные полосы и штрихи вдоль жилок листьев, часто расширяющиеся и сливающиеся (рисунок 14). При сильном поражении растений зерно не формируется. Переносчики болезни – клещи *Aceria tulipae* Keif. и *A. tritici* Schev., инфекция передается при контакте с больными растениями [6-8].

Закукливание злаков. Характерный признак болезни – усиленное кущение больных растений, сильное отставание в росте, карликовость. Переносчиком болезни является цикада, зимующая на стерне диких злаков [6-8].

Микоплазменные – бледно-зеленая карликовость пшеницы. Вредоносность вирусных и микоплазменных болезней зависит от ряда факторов, одним из основных является время заражения растений. При проявлении их в фазе 2-3 листьев происходит значительный недобор урожая, иногда полная гибель растений. Заражение озимых зерновых проявляется в весенний период, как правило, в виде мозаичности листьев, из-за шуплости зерна и частичной стерильности цветков колоса продуктивность больных растений заметно снижается. Переносчиками вирусных болезней в основном являются разные виды тлей, микоплазменных – цикады, одной из главных причин вспышки указанных болезней являются высокая их численность. Поэтому главное значение имеет химическая защита посевов пшеницы от насекомых, пространственная изоляция посевов, оптимальные сроки и нормы посева [6-8].

Нематодные болезни. Нематоды или круглые черви, в основном обитают в почве, некоторые виды паразитируют на растениях, образуя галлы или цисты, различные наросты.

Галловая или пшеничная нематода зерна. Возбудитель болезни – *Anguina tritici* (Stein.) Chitwood – переносчик слизистого бактериоза пшеницы. В период её вегетации проявляется в виде искривления стеблей и деформации листьев. Заражение зерна происходит в период формирования, внутри колоска образуются темно-коричневые галлы, не отличающиеся по форме от семян пшеницы. Внутри них находятся личинки нематод, которые попадают в почву при уборке и сохраняются в виде примесей к семенам. Осенью или весной при посеве семян из галлов выходят тысячи личинок нематод и заселяют розетки листьев и нижнюю часть стебля. Далее они проникают в завязь пшеницы, где откладывают яйца, превращая зерновку в галлы [6-8].

Вредители озимой пшеницы.

Злаковые мухи. Среди вредителей зерновых культур злаковые мухи занимают особое место. Понятие «злаковые мухи» объединяет экологическую группу вредных видов из семейств: *Chloropidae*, *Cecidomyiidae*, *Opomyzidae*, *Anthomyiidae*, *Agromizidae*. При массовом размножении они охватывают значительные территории и наносят существенный урон урожаю. Вредят личинки мух, находящиеся внутри стеблей растений. Повреждения тканевых структур конуса нарастания в результате жизнедеятельности личинок оказывают влияние на гормональный статус растений, что вызывает нарушение процессов роста и развития вегетативных и репродуктивных органов [9,10].

Шведская муха. Шведская муха является обычным представителем энтомофауны на посевах зерновых культур, имеет огромный ареал, встречаясь практически во всех зонах возделывания этих культур (рисунок 15).

Многочисленными исследованиями установлено, что осенью и весной личинки шведской мухи повреждают только молодые стебли. Наиболее оптимальным периодом откладки яиц является фаза 2-3-х листьев. Растения с 4-мя листьями малопривлекательны, а на стеблях с 5-6-ю листьями самки яиц не откладывают. При повреждении главного стебля урожай снижается в среднем на 50 %, одного бокового – на 13-26 %, а двух – на 33-41 %. Установлено, что растения, устойчивые к корневым гнилям, меньше повреждаются шведскими мухами [9,10].

Гессенская муха. Гессенская муха имеет менее обширный ареал, чем шведская, и в большой численности размножается не каждый год (рисунок 16). Наиболее сильно повреждается гессенской мухой озимая пшеница, меньше – мягкая яровая пшеница. Растения, заселенные в фазе всходов, отстают в росте, выделяются более темной окраской листьев и большим числом боковых побегов. При заселении в фазе выхода в трубку стебель в месте сосания становится тоньше, изгибается и часто обламывается [9,10].

При откладке яиц в фазе 1-го листа от повреждения личинками погибает 76,8 % всходов, в фазе 2-го листа – 51,4 %, 3-го листа – 15,5 %, в начале кущения – 8,9 %.

На один стебель мухи откладывают от 2-3 до 20-30 яиц, в отдельных случаях на одном стебле питается 60-70 личинок. Высокая температура в сентябре-октябре увеличивает период откладки яиц на озимых и их поврежденность. Коэффициент вредоносности при повреждении главного стебля выше, чем при повреждении бокового стебля почти в 3 раза. При повреждении растений в фазе трубкования коэффициент вредоносности на 20-30 % меньше, чем при раннем сроке их развития.

Озимая муха (Delia coarctata Fll.) За период развития личинка озимой мухи повреждает 3-5 стеблей, что приводит к выпадам озимых (рисунок 17). Поврежденный центральный лист желтеет и засыхает, остальные листья остаются зелеными. На поврежденность растений существенное влияние оказывают погодные условия во время откладки яиц и зараженность личинок паразитами, которая достигает иногда 50 %. Потери урожая с одного растения при гибели главного стебля составляют 40-60 %, при повреждении боковых стеблей – 18-22 %. [9,10].

Краевые полосы полей повреждаются и страдают от озимой мухи сильнее, чем остальная часть поля (если рядом нет лесополос).

Меромиза (Meromyza nigriventris Meg.) и *зеленоглазка (Chlorops pumilionis Vjerk)* относятся к вредителям, массовое размножение которых бывает редко и заселяют они небольшие территории (рисунок 18) [9,10].

Поврежденность стеблей пшеницы этим видом может достигать 65 %.

Зеленоглазка (рисунок 19). Личинка зеленоглазки вызывает два типа повреждений. Осенью, находясь внутри стебля озимой пшеницы и ржи, личинки питаются эмбриональными тканями, в результате поврежденные стебли утолщаются, листья расширяются и гофрируются. Такие стебли (преимущественно главные) в течение зимы обычно погибают [9,10].

Черная пшеничная муха (Phorbia secura), Следует учесть, что осенью повреждаются в основном главные стебли растений пшеницы. Это ведет или к гибели растений или к потере ими 50-53 % урожая (рисунок 20).

По данным А.Г. Махоткина (2002), если повреждения нанесены до начала кущения в условиях недостатка влаги, то гибель растений достигает 40-80 %. У выживших поврежденных растений в условиях Приазовской зоны в 2 раза уменьшается количество вторичных корней, на 8-10 % снижается содержание сахаров, в 2,2 раза понижается зимостойкость, на 30-35 % кустистость, в 1,5 раза усиливается их поражение корневыми гнилями [9,10].

Приемы защиты колосовых культур от злаковых мух. Надежным приемом в защите посевов от злаковых мух служит правильная система обработки почвы. После уборки озимых и яровых колосовых культур основная масса пупариев гессенской и пшеничной мух остается в стерне. При благоприятных условиях лета и осени на падалице наблюдается довольно большая численность вредителей. В Ростовской области в отдельные годы заражение падалицы пшеничной мухой достигает 90 % растений, шведской – 65 %, гессенской – 60 %. Уничтожение падалицы путем лущения стерни и ранняя глубокая зяблевая вспашка являются весьма эффективными мерами для снижения численности этих вредителей [10,11].

Большая роль отводится вопросу влияния предшественников на численность и вредоносность злаковых мух. По данным Н.Н. Вошедского и А.Г. Махоткина (2002), в наибольшей степени пшеничной мухой повреждаются посевы озимой пшеницы после кукурузы на силос, черного пара и гороха. Заселенность посевов пшеницы вредителями по разным предшественникам в значительной мере определяется погодными условиями. Поэтому роль предшественников в ограничении численности злаковых мух на посевах должна существенно корректироваться с учетом влияния погодных условий вегетации.

Внесение сбалансированных по элементам питания минеральных удобрений способствует как снижению поврежденности растений за счет ускоренного прохождения ими критических фаз, уплотнения и упрочения растительных тканей под влиянием фосфора и калия, так и усилению их компенсаторных возможностей в виде увеличения числа продуктивных стеблей и массы зерна с одного растения. Внесение минеральных удобрений при возделывании различных сортов озимой пшеницы снижает поврежденность растений внутрестеблевыми вредителями в 2,3-4,7 раза в сравнении с контролем.

Сроки сева оказывают также выраженное влияние на поврежденность растений внутрестеблевыми двукрылыми вредителями. Такие виды мух, как шведская и гессенская, в большей степени заселяют посевы озимых ранних сроков сева. Лет и кладка яиц пшеничной мухи осенью проходят позже, чем гессенской и шведской, и, как правило, совпадают с появлением всходов озимой пшеницы. Поэтому этот вид сильнее всего повреждает посевы ранних и оптимальных сроков посева. Рекомендуется в качестве профилактического мероприятия сдвиг сева пшеницы ближе к концу оптимальных сроков.

В настоящее время имеются определенные данные, указывающие на наличие избирательной способности у злаковых мух при откладке яиц на различные виды и сорта зерновых культур [10,11].

Установлено влияние опушенности листьев пшеницы на устойчивость к шведской и гессенской мухам. Результаты исследований показали, что наличие опушения основания и средней части листовой пластинки оказывает неблагоприятное воздействие на развитие яиц шведской мухи и препятствует продвижению личинок этого вида к месту питания.

Разработка химического метода борьбы со злаковыми мухами в нашей стране и за рубежом осуществлялась, главным образом, в направлении токсикации всходов и обработки посевов контактными и системными инсектицидами в период массового лета насекомых. При необходимости рекомендуется прибегать к химической защите посевов. Эффективно проводить предпосевную обработку системными инсектицидами: Квартет, КС (1,0 – 1,5 л/т), Кинг Комби, КС (1,2 – 1,5 л/т), Моспилан, РП (0,5 – 0,7 л/т), Селест Топ, КС (1,2 – 1,5 л/т). При протравливании семян колосовых культур комбинированными препаратами прибавка урожая зерна составляет 1-2 ц/га по сравнению с обычным протравливанием, а также повышается полевая всхожесть семян по сравнению с контролем на 14-27 % [10,11]. Эффективна обработка по всходам препаратами Протеус, МД; Террадим, КЭ; Фаскорд, КЭ, в период вегетации – препаратами Беретта, МД; Борей Нео, СК; Гарпун, КС; Диметрон, КЭ; Евродим, КЭ.

Хлебная жужелица. Поле с проплешинами, измочаленные кустики пшеницы с обглоданными до жилок листьями – такова картина заражения обыкновенной хлебной жужелицей. Этот вредитель распространен на всей территории Ростовской области и является одним из главных врагов озимой пшеницы. Обыкновенная хлебная жужелица – это жук, длина тела которого достигает 12-17 миллиметров, окраска – смоляно-черный, надкрылья выпуклые с девятью продольными полосками (рисунок 21).

Причиной массового распространения хлебной жужелицы в первую очередь является посев зерновых по колосовым предшественникам либо по предшественникам, которые были засорены злаковыми сорняками. Так,

пшеница может заразиться на полях, где ранее росли ячмень и кукуруза, если ими были пересеяны погибшие от хлебной жужелицы озимые [7,11].

Оптимальная температура для развития личинок хлебной жужелицы – около 10 градусов С. Основанием для применения инсектицидов в борьбе с хлебной жужелицей является наличие на озимой пшенице в фазе всходов 3-4 личинок первого-второго возраста на 1 квадратный метр. Массовый выход жуков на посевы приходится на середину – конец июня и совпадает с молочно-восковой спелостью озимой пшеницы. Жуки питаются колосьями до конца июня – начала июля, после чего уходят в почву на глубину 25-40 сантиметров, где остаются до середины августа – начала сентября.

Защитные мероприятия озимых посевов от хлебной жужелицы [7,11]:

- сокращать площади повторных посевов озимой пшеницы;
- обязательно своевременно, учитывая жизненный цикл насекомого и погодные условия, проводить обследование полей и всходов на предмет наличия хлебной жужелицы;
- поле обрабатывают, если численность личинок превышает эпидемиологический порог вредоносности, и в популяции преобладают питающиеся личинки;
- своевременная уборка зерна с минимальными потерями ухудшает кормовую базу жуков и личинок вредителя, что сокращает их количество;
- всходы падалицы уничтожаются путем культиваций и глубокой пахоты;
- немедленно после уборки следует провести лушение стерни и тщательную заделку в почву растительных остатков, привлекающих самок хлебной жужелицы при откладке яиц.

При планировании сева по колосовым предшественникам рекомендуется провести предпосевную обработку семян инсектицидом. Рекомендуется обработку семян и посевов проводить разрешенными к применению препаратами. Для обработки семян используют Круйзер,СК;(или его аналоги), Моспилан, СП. Для обработки посевов – Эфория, СК; Кинфос, КЭ; Данадим, КЭ и другие разрешенные препараты. Наиболее эффективны препараты на основе диазинона.

Мышевидные грызуны. В отличие от большинства вредных организмов, мышевидные грызуны имеют очень широкую специализацию в питании. Грызуны способны поедать как вегетирующие растения, так и их семена, находящиеся на хранении. Причем вредят мыши круглый год. Один грызун за сутки способен съесть до 300 % от массы своего тела, а если учесть огромную плодовитость этого вредителя (до 10 выводков за год по 4-7 мышат) то масштабы вредоносности просто ужасают. Наибольший

вред мышевидные грызуны наносят зерновым культурам. Высеянные семена мыши вырывают и поедают, что приводит к изреженности посевов. В зимний период мыши поедают под снегом озимые культуры. Но самый большой вред от мышей происходит в период созревания зерновых культур. При численности около 100 полевок на 1 га потери урожая зерна достигают 50 %. В осенне-зимний и ранневесенний период мыши поедают надземную часть растений и повреждают их корневую систему [7].

Факторы, способствующие увеличению численности грызунов: потери зерна при уборке; нарушение севооборота; тёплые зимы (не промерзшая земля под снегом); отсутствие заделки пожнивных остатков в почву; отсутствие глубокого рыхления или вспашки; поздняя основная обработка почвы.

Меры борьбы с мышевидными грызунами. Решающую роль в контроле численности мышевидных грызунов является своевременное и качественное выполнение агротехнических мероприятий, уборка урожая без потерь и качественная вспашка или глубокое лущение стерни, лишают грызунов корма и убежищ. Пестициды, позволяющие бороться с мышевидными грызунами, называются родентицидами. В качестве зерновой приманки используется препарат Изоцин БФК, МК. Период защитного действия от одного месяца и более в зависимости от разновидности и численности популяции вредителя [7,11].

Клоп «вредная черепашка» является опасным вредителем, поскольку питается зерновыми культурами. Особенную вредоносность насекомое проявляет во время активного роста и созревания растений, повреждая посевы пшеницы (как озимой, так и яровой), и прочие злаковые [7,11].

Клоп имеет коричневый (с различными оттенками) покров тела, который часто украшен светлым орнаментом с полосками и точками, но встре-

чаются особи с серым и даже бежевым окрасом. Покров спинки у клопа состоит из крепкого, как броня хитина. С помощью хоботка вредитель легко прокусывает стебель злака и добирается до свежего сока.

Клоп повреждает злаковые в течение всего срока вегетации, отчего они на различных этапах получают характерные виды повреждений: гибель центрального листа, засыхание и пустозерность колоса. Наиболее значимые повреждения клопы приносят в период молочной спелости колоса (когда личинка прокусывает и высасывает содержимое невызревшего зерна, отчего оно ссыхается и сморщивается). Это вызывает полную потерю всхожести, делая зерно непригодным для посева. Поврежденные зерна влияют на свойства муки, понижая ее качество. Мука становится непригодной для производства хлебобулочных изделий, поскольку содержит ферменты слюнных желез насекомого, которые разрушают свойства клейковины и качество готового теста получается низким.

Меры борьбы с клопом черепашкой. Агротехнические способы борьбы с клопом. Большую роль в борьбе с клопом играет тщательность обработки почвы, выполнение точных норм внесения удобрений, высокое качество семян (желательно использование раннеспелых и быстро созревающих сортов) и выверенные сроки посевной кампании. Установлено, что своевременная раздельная уборка зерна – это наиболее эффективное оружие в борьбе с клопом. После уборки урожая необходимо произвести лушение и раннюю зяблевую вспашку почвы для уничтожения кормовой базы вредителя [11].

Биологические способы борьбы. Как было сказано выше, для хищников и яйцеедов, которые уничтожают черепашку желательно создавать условия, которые будут способствовать их быстрому размножению и поддержанию высокой численности. Особенное внимание необходимо обратить на обеспечение их надежной зимовки рядом с посевами зерновых [1,10,11].

Химические способы борьбы. Обработку химикатами весной (против перезимовавших клопов) лучше проводить только в том случае, если численность вредителей является критичной. Если численность вредителя не превышает двух насекомых на метр квадратный посева, обработку не проводят, поскольку борьба с клопом эффективна, лишь при массовом выходе черепашек на поверхность. Особая роль отводится в борьбе с клопом по личинкам.

Производить опрыскивание нужно, когда личинки находятся во втором возрасте и 10 % третьего, используя средства защиты и строго соблюдая инструкцию, чтобы не превысить рекомендованную дозу [7,10,11].

Злаковые тли. Злаковые тли (лат. сем Aphididae) относятся к отряду Homoptera, равнокрылые хоботные, в котором насчитывается около 20 ви-

дов. Наиболее вредоносны 2 вида (большая злаковая тля, обыкновенная черёмуховая), которые могут размножаться в больших количествах. Потери урожая могут составить до 60 %.

Трипсы – отряд мелких насекомых с колюще-сосущим ротовым аппаратом и крупными глазками. Наибольший ущерб именно хлебным злакам наносят пшеничный и овсяный вредители. Помимо этого, трипсы и их личинки могут являться переносчиками различных вирусных заболеваний.

Пшеничный трипс-вредитель высасывает свежий сок из нежной обертки колоса или из основания сочной листовой пластины или из молодых колосковых чешуек, отчего злак перестает расти и это впоследствии приводит к недоразвитию зерна в колосе (рисунок 23).

Защита посевов против трипсов. Применяют два способа борьбы: *агротехнический и химический* (обработка инсектицидами в случае превышения ЭПВ).

Агротехнический предусматривает проведение даже самой минимальной (не нулевой) обработки почвы в осенний период, она уничтожит личинок трипсов, находящихся в почве на глубине до 20 см. Оказавшись на поверхности почвы, личинки гибнут от низких температур.

Химические обработки против трипса проводят в фазу выхода в трубку или колошения, так как в эти фазы пшеничный трипс наносит наибольший урон. При сильном развитии численности личинок трипса в поздние фазы роста пшеницы лучше провести обработку системным инсектицидом на основе тиаметоксама или имидаклоприда. Эта обработка совпадает с борьбой против личинок вредного клопа черепашка [11].

Пьявица. Вредят жуки и личинки. Жуки на листьях растений выгрызают продольные сквозные отверстия на однодольных культурах, личинки

скелетируют листья твердых сортов яровой и озимой пшеницы, ржи, кукурузы, риса, многих луговых и дикорастущих злаков.

Личинки питаются мякотью листа, не затрагивая жилок, скелетируя листья. Наиболее существенный вред наносят личинки 3-4-го возрастов. Поврежденные листья выделяются среди неповрежденных белесоватыми продольными полосами. При большой численности личинок повреждения сливаются и весь лист белеет Жуки нового поколения появляются в период созревания зерновок в колосе [11]. (рисунок 24)

Меры борьбы против пьявицы обыкновенной. Агротехнические: послеуборочное лушение стерни и ранняя вспашка, а также приманочный посев в первые дни перелёта жуков на культуру (овёс, яровой ячмень или смесь с участием этих культур скашивается на кормовые цели при массовом отрождении личинок пьявицы) на два или более проходов сеялки по периметру посева озимой пшеницы. *Химические меры борьбы:* краевые обработки посевов, одним из разрешенных инсектицидов против имаго в первые дни перелёта жуков на культуру, а также опрыскивание после отрождения личинок.

3 ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПЛАКОРНО-РАВНИННОГО АГРОЛАНДШАФТА

Схема опыта. В опытах по возделыванию новых сортов озимой пшеницы Былина Дона и Акапелла на чернозёмах обыкновенных исследовались три способа основной обработки почвы: отвальная вспашка на 25-27 см (контроль); комбинированная обработка, включающая поверхностную обработку на 14-16 см в сочетании со щелеванием на 40-45 см; чизельная обработка на 25-27 см, наложенные на три нормы высева семян (4,0; 4,4 (контроль) и 5,0 млн шт./га) и три фона минерального питания: без удобрений (б/у), умеренный фон $N_{80}P_{60}K_{60}$ кг/га д. в. и $N_{120}P_{80}K_{80}$ кг/га д. в.

Метеорологические условия. Условия вегетации озимой пшеницы по разным периодам роста и развития растений в годы исследований имели существенные отличия, как по продолжительности характерных фаз, так и по суммам выпавших атмосферных осадков и активных температур (Т), из отношения которых складывается гидротермический коэффициент периода (ГТК) [12]. Разные приемы основной обработки почвы и уровни минерального питания оказывали определенное влияние на сроки наступления и продолжительность фаз развития растений, но различия не превышали 1-3 суток. Характерны показатели тепловлагообеспеченности вегетационных периодов озимой пшеницы сорта Былина Дона на варианте со вспашкой и высоким фоном удобрений (таблица 4).

В 2019 г. посев сортов озимой пшеницы был произведен 9 сентября. Период посев-всходы составил 18 дней и характеризовался умеренным количеством осадков и тепла, ГТК составил 0,58. Недостаточно благоприятные метеоусловия после всходов культуры привели к наступлению фазы кущения только через 22 дня, а еще через 12 дней, ввиду резкого снижения температуры воздуха, осенний период вегетации был завершен.

Метеорологические условия перезимовки для культуры оказались достаточно благоприятными. В ноябре, декабре и январе количество осадков составило, соответственно 21,6, 15,4 и 20,4 мм, а среднесуточная температура воздуха самого холодного месяца января не превышала 0,9 °С. Два следующих месяца резко отличались по своим метеорологическим характеристикам: обилием осадков в феврале (102,8 мм при среднесуточной температуре воздуха 0,4 °С) и их минимумом в марте (2,4 мм при средней температуре 7,3 °С). Возобновление вегетации озимой пшеницы было ранним (21 марта), но дефицит тепла при наличии влаги обусловил наступле-

ние фазы «выход в трубку» только через 31 день, ГТК за период составил 0,60. В целом ГТК вегетационного периода 2019–2020 гг. озимой пшеницы Былина Дона не превысил 0,52, что характеризует его, как «среднесухой».

Таблица 4 – Основные метеорологические показатели за период вегетации озимой пшеницы, 2019-2022 гг.

Периоды вегетации	Дни	Сумма Т, °С	Осадки, м ³ /га	ГТК
2019–2020 гг.				
Посев – всходы	17	260,8	152	0,58
Всходы – кущение	22	298,4	73	0,24
Кущение – прекращение вегетации (31.10.19)	12	138,2	30	0,22
Возобновление вегетации (21.03.20) – выход в трубку	31	241,5	144	0,60
Выход в трубку – конец цветения	30	408,4	276	0,68
Созревание – полная спелость	37	759,6	418	0,55
Вегетационный период	149	2106,9	1093	0,52
2020–2021 гг.				
Посев – всходы	34	543,3	38	0,07
Всходы – прекращение вегетации (11.11.20)	20	219,6	292	1,33
Возобновление вегетации (31.03.21) – кущение	8	91,9	298	3,24
Кущение – выход в трубку	26	260,9	304	1,17
Выход в трубку – конец цветения	31	527,7	780	1,48
Созревание – полная спелость	35	809,4	258	0,32
Вегетационный период	154	2452,8	1970	0,80
2021–2022 гг.				
Посев – всходы	17	187,0	104	0,56
Всходы – кущение	22	198,3	60	0,30
Кущение – прекращение вегетации (10.11.21)	11	103,1	212	2,05
Возобновление вегетации (29.03.20) – выход в трубку	31	375,7	578	1,54
Выход в трубку – конец цветения	26	346,2	182	0,53
Созревание – полная спелость	33	784,8	8	0,01
Вегетационный период	140	1995,3	1144	0,57

В 2020 г. после посева пшеницы (18 сентября) длительный период отмечали полное отсутствие атмосферных осадков. Это привело к появлению полных всходов только на 34 день, а о неблагоприятных условиях теплоты и влагообеспеченности свидетельствует крайне низкий ГТК периода – 0,07. Поздние всходы не способствовали наступлению фазы кущения пшеницы осенью. Однако в период от полных всходов до прекращения вегетации растений отмечали обильное выпадение осадков, что в сочетании с благоприятной суммой температур обеспечило оптимальные условия тепло-

и влагообеспеченности (ГТК=1,33). Условия перезимовки были благоприятными для озимой пшеницы. В декабре сумма атмосферных осадков составила 15,0 мм, в январе 46,6 мм, а в феврале – 15,8 мм. При этом среднесуточная температура воздуха в зимние месяцы была отрицательной (минус 1,2-3,1 °С), что способствовало устойчивому сохранению снежного покрова и улучшило условия перезимовки пшеницы. В марте выпало 84,4 мм осадков, что сдвинуло срок возобновления вегетации растений (31 марта). После возобновления вегетации до наступления фазы кущения потребовалось 8 дней, за которые ГТК составил 3,24. Благоприятные условия вегетации пшеницы отмечены в периоды «кущение – выход в трубку» и «выход в трубку – конец цветения» (критический период водопотребления), в которые ГТК были близки к оптимальным значениям – 1,17 и 1,48. Но за время от конца цветения до полного созревания культуры этот показатель не превысил 0,32. В целом ГТК всего вегетационного периода озимой пшеницы Былина Дона в 2020-2021 гг. составил 0,80, что характеризует его, как «средневлажный».

Посев озимой пшеницы в 2021 г. проведен 21 сентября, а всходы появились через 17 дней. Этот период характеризовался относительно прохладной погодой, с суммой активных температур 187,0 °С, что при умеренном количестве осадков отразилось на величине ГТК, составившей 0,56. Период «всходы – кущение» составил 22 дня с ГТК=0,30, а от кущения до прекращения вегетации не превысил 11 дней с высоким количеством осадков (ГТК = 2,05). Условия перезимовки культуры были благоприятными с обилием осадков (226,8 мм), наличием снежного покрова, приемлемым тепловым режимом. Период от возобновления вегетации (29 марта 2022 г.) до выхода растений в трубку продлился 31 день и характеризовался обилием осадков при умеренных среднесуточных температурах воздуха (ГТК=1,54). Относительно благоприятные условия вегетации продолжались до конца цветения пшеницы при низких среднесуточных температурах воздуха (13,3 °С) и некотором дефиците осадков (18,2 мм). Дефицит почвенной влаги и вызванные им определенные стрессовые условия для роста растений отмечались в период созревания пшеницы. ГТК вегетационного периода 2021-2022 гг. озимой пшеницы Былина Дона составил 0,57, что позволяет его оценить, как «среднесухой».

Метеорологические условия после возобновления весенней вегетации в годы исследований были благоприятными для роста и развития озимой пшеницы в 2021 и 2022 гг. В период выхода растений в трубку, который считается у этой культуры критическим по отношению к влаге, условия тепло- и влагообеспеченности растений в годы исследований существенно отличались (ГТК = 0,60; 1,17; 1,54).

Тенденции распределения показателей тепловлагообеспеченности по периодам роста озимой пшеницы сорта Акапелла были практически одинаковы с вышеприведенными.

Результаты исследований. По результатам исследований установлено, что вспашка способствовала получению несколько большей урожайности озимой пшеницы. На вариантах опыта этот показатель возрастал по мере увеличения нормы высева и фона удобрений (таблица 5) [13].

Таблица 5 – Урожайность новых сортов озимой пшеницы в зависимости от способа обработки почвы. ФГБНУ ФРАНЦ, 2019-2022 гг., среднее

Способ основной обработки	Норма семян, млн. шт./га	Урожайность, т/га			Изменение урожайности по сравнению с контролем					
		б/у	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	б/у		N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	
			т/га	%	т/га	%	т/га	%		
Сорт Былина Дона										
Вспашка	4,0	3,12	4,02	4,61	-	-	-	-	-	-
Комбинированный		2,99	3,79	4,31	0,13	4,2	0,23	5,7	0,30	6,5
Чизельный		2,98	3,87	4,40	0,14	4,5	0,15	3,7	0,21	4,6
Вспашка	4,5	3,77	5,06	5,59	-	-	-	-	-	-
Комбинированный		3,56	4,70	5,29	0,21	5,6	0,36	7,1	0,30	5,4
Чизельный		3,53	4,69	5,27	0,24	6,4	0,37	7,3	0,32	5,7
Вспашка	5,0	4,02	5,34	6,07	-	-	-	-	-	-
Комбинированный		3,81	5,00	5,70	0,21	5,2	0,34	6,4	0,37	6,1
Чизельный		3,87	5,06	5,75	0,15	3,7	0,28	5,0	0,32	5,3
НСР ₀₅ = 0,10 т/га										
Сорт Акапелла										
Вспашка	4,0	3,40	4,36	4,96	-	-	-	-	-	-
Комбинированный		3,25	4,12	4,64	0,15	4,4	0,24	5,5	0,32	6,5
Чизельный		3,27	4,18	4,71	0,13	3,8	0,18	4,1	0,25	5,0
Вспашка	4,5	3,98	5,23	5,88	-	-	-	-	-	-
Комбинированный		3,77	4,91	5,49	0,21	5,3	0,32	6,1	0,39	6,63
Чизельный		3,82	4,98	5,59	0,16	4,0	0,25	4,8	0,29	4,9
Вспашка	5,0	4,27	5,70	6,41	-	-	-	-	-	-
Комбинированный		4,06	5,35	5,99	0,21	4,9	0,35	6,1	0,42	6,6
Чизельный		4,07	5,40	6,09	0,20	4,7	0,30	5,3	0,32	5,0
НСР ₀₅ = 0,11 т/га										

Примечание. За 100% принята урожайность на варианте отвальной обработки (контроль)

Отвальная вспашка способствовала получению несколько большей урожайности озимой пшеницы при норме высева семян 5,0 млн шт./га, не-

зависимо от норм внесения удобрений, составив по сорту Былина Дона – 4,02-6,07 т/га, Акапелла – 4,27-6,41 т/га.

На фоне комбинированной обработки эти показатели снижались по сорту Былина Дона на 0,21-0,37 т/га (5,2-6,4%), сорту Акапелла – на 0,21-0,42 т/га (4,9-6,6%), а в условиях чизелевания аналогичное снижение у названных сортов составило, соответственно 0,15-0,32 т/га (3,7-5,3%) и 0,20-0,32 т/га (4,7-5,3%), в сравнении со вспашкой.

На основании опытных данных установлено, что при разных нормах высева семян новых сортов пшеницы наблюдалось повышение урожайности зерна по мере увеличения плотности посева, независимо от фона удобрений и способа основной обработки почвы (таблица 6).

Таблица 6 – Урожайность новых сортов озимой пшеницы в зависимости от нормы высева семян, ФГБНУ ФРАНЦ, п. Рассвет, 2019-2022 гг.

Норма высева, млн шт./га	Способ основной обработки	Урожайность, т/га			Изменений урожайности в зависимости от нормы высева					
		б/у	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	б/у		N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		
			т/га	%	т/га	%	т/га	%		
Сорт Былина Дона										
4,0	Вспашка	3,12	4,02	4,61	0,65	17,2	1,04	20,6	0,98	17,5
4,5		3,77	5,06	5,59	-	-	-	-	-	-
5,0		4,02	5,34	6,07	0,25	6,6	0,28	5,5	0,48	8,6
4,0	Комбинированный	2,99	3,79	4,31	0,57	16,0	0,91	19,4	0,98	18,5
4,5		3,56	4,70	5,29	-	-	-	-	-	-
5,0		3,81	5,00	5,70	0,25	7,0	0,30	7,9	0,41	7,8
4,0	Чизельный	2,98	3,87	4,40	0,55	15,6	0,82	17,5	0,87	16,5
4,5		3,53	4,69	5,27	-	-	-	-	-	-
5,0		3,87	5,06	5,75	0,34	9,6	0,37	7,9	0,48	9,1
НСР ₀₅ = 0,11 т/га										
Сорт Акапелла										
4,0	Вспашка	3,40	4,36	4,96	0,58	14,6	0,89	16,6	0,92	15,7
4,5		3,98	5,23	5,88	-	-	-	-	-	-
5,0		4,27	5,70	6,41	0,29	7,3	0,47	9,0	0,53	9,0
4,0	Комбинированный	3,25	4,12	4,64	0,52	13,8	0,79	16,1	0,85	15,5
4,5		3,77	4,91	5,49	-	-	-	-	-	-
5,0		4,06	5,35	5,99	0,29	7,7	0,44	9,0	0,50	9,1
4,0	Чизельный	3,27	4,18	4,71	0,55	14,4	0,80	16,1	0,88	15,7
4,5		3,82	4,98	5,59	-	-	-	-	-	-
5,0		4,07	5,40	6,09	0,25	6,5	0,42	8,4	0,50	8,9
НСР ₀₅ = 0,12 т/га										

Примечание. За 100% принята урожайность при норме высева 4,5 млн шт./га (контроль).

Уменьшение нормы высева с 4,5 млн шт./га, принятой за контроль, до 4,0 млн шт./га, независимо от способа основной обработки почвы и фона удобрений, привело к снижению урожайности зерна сорта Былина Дона на 0,55-1,04 т/га (15,6-20,6 %), Акапелла – на 0,52-0,92 т/га (13,8-16,6 %). Увеличение нормы высева семян до 5,0 млн шт./га в аналогичных условиях увеличило урожайность зерна изучаемых сортов, соответственно, на 0,25-0,48 т/га, или на 5,5-9,6 % и 0,25-0,53 т/га, или на 6,5-9,0 %, по сравнению с контролем.

Таким образом, оптимальной нормой высева для рассматриваемых сортов следует признать 5,0 млн шт./га.

Результаты исследований показывают, что эффективность влияния минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы при разных способах обработки почвы, возрастала по мере повышения нормы высева (таблица 7).

Применение умеренной нормы удобрений ($N_{80}P_{60}K_{60}$ кг/га д. в.) при разных способах основной обработки и густоте стеблестоя давало возможность увеличить урожайность озимой пшеницы сорта Былина Дона на 0,80-1,32 т/га, что составило 26,8-32,8 %, сорта Акапелла на 0,87-1,43 т/га, или на 26,8-33,5 %, по сравнению с условиями естественного плодородия. Высокий фон питания ($N_{120}P_{80}K_{80}$ кг/га д. в.) обеспечивал аналогичные прибавки сорта по сорту Былина Дона на 1,32-2,05 т/га (44,2-51,0 %), Акапелла – на 1,39-2,14 т/га (42,8-50,1 %).

Агрохимическая эффективность. Самая высокая окупаемость удобрений прибавкой урожая у новых сортов озимой пшеницы отмечена при высоком фоне минерального питания $N_{120}P_{80}K_{80}$ кг/га д. в., независимо от нормы высева семян и способов обработки почвы. Лучший показатель получен по сорту Акапелла на варианте с нормой высева 5,0 млн. шт./га на фоне вспашки, составив 7,64 кг дополнительной продукции на 1 кг внесённых удобрений. При возделывании сорта Былина Дона лучший показатель также отмечен в аналогичных условиях выращивания – 7,32 кг/кг.

Таким образом, самое большое влияние на урожайность новых сортов озимой пшеницы в опыте оказал уровень применения удобрений. Также существенно влияли на изменение производства зерна и разные нормы высева семян. Меньшее воздействие на продуктивность озимой пшеницы оказал способ основной обработки почвы. Наибольшая в опыте урожайность озимой пшеницы получена при высокой дозе удобрений ($N_{120}P_{80}K_{80}$), норме высева 5,0 млн шт./га на фоне отвальной вспашки, составив по сорту Акапелла 6,41 т/га, по сорту Былина Дона – 6,07 т/га.

Водопотребление озимой пшеницы. Различие метеорологических условий и показателей тепловлагообеспеченности вегетационного периода новых сортов озимой пшеницы в годы исследований обусловили особенности элементов водного баланса, которые включали осадки, расход влаги

из почвы в слое 1 м и суммарное водопотребление, а также зависящий от урожайности коэффициент водопотребления культуры (K_B), характеризующий эффективность использования влаги растениями [14,15]. Грунтовые воды на опытных полях залежали на глубине более 5 м, и в водном балансе культуры не участвовало.

Таблица 7 – Урожайность новых сортов озимой пшеницы в зависимости от фона удобрений, ФГБНУ ФРАНЦ, п. Рассвет, 2019-2022 гг.

Способ основной обработки	Норма высева семян, млн. шт./га	Урожайность, т/га			Изменение урожайности по сравнению с контролем				Окупаемость удобрений прибавкой урожая кг/кг	
		б/у	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀		N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀
					т/га	%	т/га	%		
Сорт Былина Дона										
Вспашка	4,0	3,12	4,02	4,61	0,90	28,9	1,49	47,8	4,50	5,32
Комбинированный		2,99	3,79	4,31	0,80	26,8	1,32	44,2	4,00	4,71
Чизельный		2,98	3,87	4,40	0,89	29,9	1,42	47,7	4,45	5,07
Вспашка	4,5	3,77	5,06	5,59	1,29	34,2	1,82	48,3	6,45	6,50
Комбинированный		3,56	4,70	5,29	1,14	32,0	1,73	48,6	5,70	6,18
Чизельный		3,53	4,69	5,27	1,16	32,9	1,74	49,3	5,80	6,21
Вспашка	5,0	4,02	5,34	6,07	1,32	32,8	2,05	51,0	6,60	7,32
Комбинированный		3,81	5,00	5,70	1,19	31,2	1,89	49,6	5,95	6,75
Чизельный		3,87	5,06	5,75	1,19	30,8	1,88	48,6	5,95	6,71
НСР ₀₅ = 0,13 т/га										
Сорт Акапелла										
Вспашка	4,0	3,40	4,36	4,96	0,96	28,2	1,56	45,9	4,80	5,57
Комбинированный		3,25	4,12	4,64	0,87	26,8	1,39	42,8	4,35	4,96
Чизельный		3,27	4,18	4,71	0,91	27,8	1,44	44,0	4,55	5,14
Вспашка	4,5	3,98	5,23	5,88	1,25	31,4	1,90	47,7	6,25	6,79
Комбинированный		3,77	4,91	5,49	1,14	30,2	1,72	45,6	5,70	6,14
Чизельный		3,82	4,98	5,59	1,16	30,4	1,77	46,3	5,80	6,32
Вспашка	5,0	4,27	5,70	6,41	1,43	33,5	2,14	50,1	7,15	7,64
Комбинированный		4,06	5,35	5,99	1,29	31,8	1,93	47,5	6,45	6,89
Чизельный		4,07	5,40	6,09	1,33	32,7	2,02	49,6	6,65	7,21
НСР ₀₅ = 0,14 т/га										

Примечание. За 100% принята урожайность на варианте без удобрений (контроль)

Наглядными представляются данные по сорту Былина Дона с нормой высева 5 млн шт./га и высоким фоном удобрений (N₁₂₀P₈₀K₈₀) (таблица 8).

Таблица 8 – Водопотребление нового сорта озимой пшеницы Былина Дона в зависимости от способа основной обработки почвы на плакорных землях (фон удобрений N₁₂₀P₈₀K₈₀, норма высева 5,0 млн шт./га), 2019-2022 гг.

Основная обработка	Год	Расход влаги из почвы, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	K _в , м ³ /т
Вспашка	2019/20	360	1093	1453	4,45	327
	2020/21	-135	1970	1835	5,64	325
	2021/22	545	1144	1689	8,12	208
	среднее	257	1402	1659	6,07	273
Комбинированная	2019/20	374	1093	1467	4,12	356
	2020/21	-154	1970	1816	5,28	344
	2021/22	568	1144	1712	7,69	223
	среднее	263	1402	1665	5,70	292
Чизельная	2019/20	386	1093	1479	4,16	355
	2020/21	-146	1970	1824	5,33	342
	2021/22	572	1144	1716	7,76	221
	среднее	271	1402	1673	5,75	291

Общей закономерностью формирования элементов водного баланса озимой пшеницы в годы наблюдений явилась высокая доля атмосферных осадков. Этот показатель в суммарном водопотреблении растений при разных способах основной обработки почвы составлял в 2019/2020 гг. 73,9-75,2 %, в 2021/22 гг. – 66,7-67,7%. Еще большая доля осадков в суммарном водопотреблении пшеницы отмечалась в 2020/2021 гг., когда запасы продуктивной почвенной влаги в слое 1 м в конце вегетации оказались выше, чем перед посевом, что обусловило их отрицательное значение. Наиболее рациональное использование почвенной влаги на получение единицы продукции отмечалось на фоне отвальной вспашки, где имели место самые низкие коэффициенты водопотребления культуры – 208-325 м³/т (средний 273 м³/т). Несколько выше эти показатели были при чизельной и комбинированной обработках, соответственно 221-355 м³/т (средний 291 м³/т) и 223-356 м³/т (средний 292 м³/т). Лучшие в опыте коэффициенты водопотребления озимой пшеницы сорта Былина Дона получены в наиболее урожайном 2022 г. Это отражает существенные отличия условий тепло-влагообеспеченности вегетационных периодов озимой пшеницы, оказавших значительное влия-

ние на показатели урожайности. Аналогичные показатели по сорту Акапелла имели минимальные отличия от показателей рассмотренного выше сорта.

Новые сорта озимой пшеницы проявили хорошую отзывчивость на применение минеральных удобрений в различных их сочетаниях в севообороте. Проведённые исследования показали, что изучаемые дозы минеральных удобрений оказывают значительное влияние на урожайность сортов озимой пшеницы (таблица 9).

Таблица 9 – Урожайность озимой пшеницы на фоне дифференцированных норм минеральных удобрений при отвальной обработке и норме высева 5,0 млн. шт./га на плакорно-равнинном агроландшафте, т/га. Рассвет, 2021-2022 гг.

Вариант	Акапелла		Былина Дона	
	урожайность, т/га	прибавка урожая, т/га	урожайность, т/га	прибавка урожая, т/га
Контроль	4,61	-	3,71	-
N ₃₀	4,95	0,34	4,19	0,48
N ₃₀ P ₄₀ K ₄₀	5,88	1,27	5,25	1,55
N ₃₀ P ₂₀ K ₂₀	5,60	0,99	5,11	1,41
N ₆₀	5,30	0,69	4,74	1,03
N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀	6,34	1,73	6,31	2,60
N ₆₀ P ₂₀ K ₂₀	5,84	1,23	5,71	2,00
N ₉₀	5,73	1,12	4,80	1,10
N ₉₀ P ₄₀ K ₄₀	6,35	1,74	5,52	1,82
N ₉₀ P ₂₀ K ₂₀	5,96	1,35	4,82	1,11
N ₁₂₀	5,81	1,20	5,00	1,29
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₄₀	6,61	2,00	6,42	2,72
N ₁₂₀ P ₂₀ K ₂₀	6,09	1,48	5,60	1,89
HCP ₀₅	0,33	-	0,42	-

Так, у сорта Акапелла при посеве без применения удобрений урожайность составляла 4,61 т/га, у сорта Былина Дона урожайность на контроле была существенно ниже и составила 3,71 т/га. Внесение только азотных удобрений по изучаемым сортам приводило к достоверному увеличению урожайности пшеницы, при этом максимальная прибавка была получена при внесении 120 кг д. в. азота составив соответственно 1,20 и 1,29 т/га. Внесение полного минерального удобрения приводило к существенному увеличению урожайности как у сорта Акапелла, так и Былины Дона. Максимальная прибавка была получена при внесении полного минерального удобрения дозой N₁₂₀P₄₀K₄₀, составив 2,0 т/га у сорта Акапелла и 2,72 т/га у Былины Дона.

Расчёт агрохимической эффективности применяемых удобрений показал, что максимальная отзывчивость озимой пшеницы на вносимые удобрения зависит непосредственно от сорта. Так, у сорта Акапелла максимальная окупаемость удобрений была получена на варианте с внесением $N_{30}P_{20}K_{20}$, составив 14,1 кг/кг д. в (таблица 10).

Таблица 10 – Эффективность применения дифференцированных норм удобрений под новые сорта озимой пшеницы при отвальной обработке почвы и норме высева 5,0 млн. шт./га в условиях плакорно-равнинного агроландшафта. Рассвет, 2021-2022 гг.

Сорт	Вариант	Сумма удобрений в кг д.в.	Прибавка от удобрений, т/га	Окупаемость 1 кг удобрений прибавкой урожая, кг
Акапелла	N_{30}	30	0,34	11,3
	$N_{30}P_{40}K_{40}$	110	1,27	11,5
	$N_{30}P_{20}K_{20}$	70	0,99	14,1
	N_{60}	60	0,69	11,5
	$N_{60}P_{40}K_{40}$	140	1,73	12,4
	$N_{60}P_{20}K_{20}$	100	1,23	12,3
	N_{90}	90	1,12	12,4
	$N_{90}P_{40}K_{40}$	170	1,74	10,2
	$N_{90}P_{20}K_{20}$	130	1,35	10,4
	N_{120}	120	1,20	10,0
	$N_{120}P_{40}K_{40}$	200	2,00	10,0
$N_{120}P_{20}K_{20}$	160	1,48	9,3	
Былина Дона	N_{30}	30	0,48	16,0
	$N_{30}P_{40}K_{40}$	110	1,55	14,1
	$N_{30}P_{20}K_{20}$	70	1,41	20,1
	N_{60}	60	1,03	17,2
	$N_{60}P_{40}K_{40}$	140	2,60	18,6
	$N_{60}P_{20}K_{20}$	100	2,00	20,0
	N_{90}	90	1,10	12,2
	$N_{90}P_{40}K_{40}$	170	1,82	10,7
	$N_{90}P_{20}K_{20}$	130	1,11	8,5
	N_{120}	120	1,29	10,8
	$N_{120}P_{40}K_{40}$	200	2,72	13,6
	$N_{120}P_{20}K_{20}$	160	1,89	11,8
N_{30}	30	0,48	16,0	

Внесение полного минерального удобрения дозой $N_{120}P_{40}K_{40}$ позволяет получить максимальную прибавку урожая, однако за счет более чем двукратного повышения нормы вносимых удобрений их окупаемость

снижалась до 10,0 кг/кг д. в. При этом минимальная их окупаемость отмечалась на варианте с применением полного минерального удобрения нормой $N_{120}P_{20}K_{20}$, составив 9,3 кг/кг д. в.

У сорта Былина Дона окупаемость вносимых удобрений была значительно выше, что непосредственно связано с более эффективным использованием питательных веществ из удобрений, позволяя получить более высокую прибавку урожая (таблица 10). Так, максимальная окупаемость удобрений составила 20,1 кг/кг д. в. при внесении $N_{30}P_{20}K_{20}$, незначительно ниже их окупаемость (20,0 кг/кг д. в.) наблюдалась при внесении $N_{60}P_{20}K_{20}$. На варианте с внесением полного минерального удобрения дозой $N_{120}P_{40}K_{40}$ где была получена максимальная прибавка, окупаемость удобрений урожаем составила всего 13,6 кг/кг д. в., что показало агрохимическую нецелесообразность столь высокой нормы в сложившихся условиях. Минимальная окупаемость удобрений составила 8,5 кг/кг д. в. и наблюдалась на варианте с применением $N_{90}P_{20}K_{20}$.

Таким образом, при возделывании сортов озимой пшеницы Акапелла и Былина Дона рекомендуется вносить полное минеральное удобрение нормой $N_{120}P_{40}K_{40}$, что позволяет получить урожай зерна до 6,61 и 6,42 т/га с максимальной прибавкой урожая, при этом окупаемость применяемых удобрений составляет 10,0 и 13,6 кг/кг д. в.

4 ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЭРОЗИОННО-ОПАСНОГО АГРОЛАНДШАФТА

Схема опыта. В исследованиях ФГБНУ ФРАНЦ по разработке элементов эколого-адаптивной агротехнологии возделывания новых сортов озимой пшеницы на эрозионно-опасных склонах черноземов обыкновенных в течение трех лет (2020-2022 гг.) изучалась озимая пшеница (сорт Былина Дона). Она представлена в системе севооборотов после разных предшественников на склонах крутизной до 3,5-4°, норма высева семян 5,0 млн шт./га.

Исследования проводили по 3-м вариантам обработки почвы в севооборотах: почвозащитная (чизельная и комбинированная) и отвальная вспашка, принятая за контроль.

Севообороты:

Севооборот «А»	Севооборот «Б»	Севооборот «В»
1. Пар чистый	1. Горох	1. Кукуруза на зерно
2. Озимая пшеница	2. Озимая пшеница	2. Озимая пшеница
3. Озимая пшеница	3. Подсолнечник	3. Яровой ячмень
4. Подсолнечник	4. Яровой ячмень	4. Эспарцет (выводное поле)
5. Яровой ячмень	5. Эспарцет (выводное поле)	5. Эспарцет (выводное поле)

Чизельную обработку осуществляли чизельным плугом ПЧ – 2,5 и ПЧ – 4,5, как основную обработку на глубину 27-30 см в паровом поле, предпосевная обработка – под яровые культуры и озимую пшеницу.

Комбинированную обработку осуществляли дисковой бороной БДМ-3х4, затем проводилась обработка щелерезом ЩН-2 на глубину 40-45 см, под озимые после непаровых предшественников.

Отвальную обработку (отвальную вспашку) вели под паровое поле и кукурузу на зерно на глубину 27-30 см. Уходные работы за паровым полем заключались в культивации на глубину от 10-12 до 7-8 см. Дискование под посев озимых после непаровых предшественников проводилось на глубину 7-8 (до 10) см – дискатором любой модификации или тяжелыми дисками.

Нормы удобрений были различны и варьировали в зависимости от предшественника и заданного варианта: по пару $N_{80} - 120$, после гороха $N_{120} - N_{180} K_{90} - K_{120}$, после озимой пшеницы $N_{90} P_{30} K_{20} - N_{180} P_{40} K_{40}$, после кукурузы на зерно $N_{120} P_{60} K_{40} - N_{180} P_{70} K_{80}$ кг/га д. в.

Метеорологические условия. Формирование урожайности озимой пшеницы в годы исследований в значительной мере зависит от сложившихся метеорологических условий и влияющих факторов – способов обработки почвы и уровня минерального питания [16-23].

Так за вегетацию озимой пшеницы в исследуемый период выпало от 101,0 до 123,8 мм осадков, что в полтора раза меньше среднееголетних значений. При относительно засушливой осени основное количество осадков выпадало в апреле – мае (рисунок 25). Соответственно сумма температур составила 2030, 2225 и 1979 °С (таблица 11).

Таблица 11 – Условия тепловлагообеспеченности вегетационного периода озимой пшеницы за 2020-2022 гг.

Годы	Сумма осадков, мм	Сумма температур, °С	ГТК	
			за вегетационный период	среднееголетний
2020	101,0	2030	0,52	0,96
2021	123,8	2225	0,55	0,96
2022	104,0	1979	0,64	0,96

Примечание – ГТК рассчитан для части вегетационного периода со среднесуточной температурой воздуха выше +10 °С.

При этом гидротермический коэффициент составил по годам 0,52; 0,55 и 0,64 при среднееголетнем значении 0,9, что характеризует вегетационный период по степени влагообеспеченности, как очень засушливый [12].

Результаты исследований. Такие колебания условий влагообеспеченности отразились на уровне урожайности. Вместе с тем, определяющее влияние на урожайность оказало внутрисезонное их распределение, которое наиболее благоприятным оказалось в 2021 году, что создало более благоприятные условия для формирования урожая как при посеве, так и при возобновлении весенней вегетации растений, чем в 2020 и 2022 годах (таблица 12).

Таблица 12 – Урожайность озимой пшеницы на склоне в годы исследований в зависимости от предшественника и способа обработки почвы на повышенном фоне питания в разные по влагообеспеченности годы, т/га. 2020-2022 гг.

Предшественник	Обработка	Годы			Средняя урожайность
		2020	2021	2022	
Чистый пар	Чизельная	5,29	6,20	6,11	5,87
	Отвальная	5,04	6,34	6,17	5,85
Озимая пшеница	Чизельная	4,21	5,79	5,54	5,18
	Отвальная	4,06	5,90	5,57	5,18
Зернобобовые (горох)	Чизельная	4,84	5,60	5,89	5,45
	Отвальная	4,60	5,73	5,93	5,42
Кукуруза на зерно	Чизельная	4,16	5,58	5,62	5,12
	Отвальная	4,03	5,62	5,60	5,08

Наибольшая урожайность озимой пшеницы была получена по чистому пару в 2021 г. и составляла 6,20-6,34 т/га, что на 14,6-20,5 % больше среднеголетних значений. По предшественнику озимая пшеница урожайность была несколько меньше и составила 5,79-5,90 т/га, что меньше на 27,2-31,1 % усредненной урожайности за период исследования. По непаровым предшественникам урожайность колебалась в пределах 5,58-5,73 т/га, и была меньше на 13,5-28,2 %.

Влияние предшественника. Озимая пшеница в опыте возделывалась после пара, после озимой пшеницы по пару, после гороха и после кукурузы на зерно. Все изучаемые способы обработки почвы проводились под предшествующую культуру или пар, непосредственно под культуру проводили поверхностную обработку, что отразилось на урожайности озимой пшеницы.

Влияние предшественника более резко проявлялось на естественном фоне питания. Урожайность озимой пшеницы по отвальной обработке на естественном уровне плодородия почвы изменялась от 3,46 т/га по предшественнику озимая пшеница до 4,44 т/га по предшественнику чистый

пар. После предшественников горох и кукуруза на зерно произошло снижение урожайности на 10-22 % (таблица 13).

С повышением уровня питания влияние предшественников проявляется слабее и урожайность изменяется в пределах 7-20 %.

Таблица 13 – Урожайность озимой пшеницы сорт Былина Дона в севооборотах на склоне в зависимости от предшественника, способа обработки почвы и фона питания, ц/га. 2020-2022 гг., среднее

Предшественник (Фактор А)	Обработка почвы (Фактор Б)	Уровень питания (Фактор С)		
		0	1	2
Чистый пар	Чизельная	4,42	5,29	5,87
	Отвальная	4,44	5,31	5,85
Озимая пшеница	Чизельная	3,49	4,21	5,18
	Отвальная	3,46	4,19	5,18
Горох	Чизельная	3,95	4,83	5,45
	Отвальная	3,98	4,83	5,42
Кукуруза на зерно	Чизельная	3,73	4,51	5,12
	Отвальная	3,79	4,50	5,08

НСР₀₅ = 0,45 – 0,54 т/га; Фактор А НСР₀₅ = 0,19 – 0,22 т/га;
Фактор Б НСР₀₅ = 0,13 – 0,16 т/га; Фактор С НСР₀₅ = 0,16 – 0,19 т/га.

При этом бесспорным преимуществом обладает чистый пар, затем в порядке убывания следуют горох, озимая пшеница и кукуруза на зерно, урожайность после которых составила 5,85; 5,42; 5,18 и 5,08 т/га.

Влияние способа основной обработки почвы. По данным исследований, приведенным в таблице 13 выявлено, что способы основной обработки в меньшей степени влияют на урожайность озимой пшеницы, чем остальные факторы, изменяя ее в пределах 1,5 % при всех уровнях питания.

Чизельная обработка почвы зарекомендовала себя лучше после предшественников озимая пшеница и кукуруза на зерно, в то время как отвальная обработка – после чистого пара и гороха.

Влияние уровня питания озимой пшеницы. Анализ полученных результатов позволил выявить, что удобрения значительно влияют на урожайность озимой пшеницы, причем сильнее по непаровым предшественникам. Если после пара при отвальной основной обработке урожайность зерна без удобрений составила 4,44 т/га, на среднем фоне удобрений она возросла на 19,6 %, а на повышенном на 31 %. После гороха прибавка урожайности составила 21,9 – 38,0 %, а после озимой пшеницы и кукурузы на зерно урожайность зерна возросла более, чем вдвое.

Таким образом, установлено, что на урожайность озимой пшеницы в севообороте на склоне из трех факторов в порядке убывания влияют следующие: уровень питания, предшественник, обработка почвы.

Агрохимическая эффективность. Эффективность применения удобрений при возделывании озимой пшеницы характеризуется показателем окупаемости удобрений, затраченных на формирование урожая. Сумма удобрений по среднему и повышенному фону удобрений дифференцирована в соответствии с предшествующей культурой и варьирует от 80 до 330 кг/га д.в. (таблица 14).

Таблица 14 – Эффективность удобрений при возделывании озимой пшеницы сорт Былина Дона на склоне в зависимости от предшественника, способов обработки почвы и фона питания в среднем за 2020-2022 гг.

Предшественник	Обработка почвы	Норма удобрений	Суммарная норма удобрений, кг/га д.в.	Прибавка урожая от удобрений, т/га	Окупаемость 1 кг удобрений прибавкой урожая, кг
Чистый пар	Чизельная	N ₈₀	80	0,88	11,0
		N ₁₂₀	120	1,45	12,1
	Отвальная	N ₈₀	80	0,87	10,9
		N ₁₂₀	120	1,41	11,7
Озимая пшеница	Чизельная	N ₉₀ P ₃₀ K ₂₀	140	0,72	5,1
		N ₁₈₀ K ₄₀	220	1,69	7,7
	Отвальная	N ₉₀ P ₃₀ K ₂₀	140	0,72	5,2
		N ₁₈₀ K ₄₀	220	1,71	7,8
Горох	Чизельная	N ₁₂₀ K ₉₀	210	0,88	4,2
		N ₁₈₀ K ₁₂₀	300	1,50	5,0
	Отвальная	N ₁₂₀ K ₉₀	210	0,85	4,0
		N ₁₈₀ K ₁₂₀	300	1,44	4,8
Кукуруза на зерно	Чизельная	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₄₀	220	0,77	3,5
		N ₁₈₀ P ₇₀ K ₈₀	330	1,39	4,2
	Отвальная	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₄₀	220	0,71	3,2
		N ₁₈₀ P ₇₀ K ₈₀	330	1,30	3,9

Наибольшая прибавка урожая от внесения удобрений получена при внесении повышенных норм удобрений под озимую пшеницу, посеянную по предшественнику озимая пшеница (1,69-1,71 т/га). По остальным предшественникам на этом же уровне минерального питания прибавка урожая составила 1,30-1,50 т/га. Однако наибольшая окупаемость удобрений прибавкой урожая получена по паровой озимой пшенице. На среднем уровне

применения удобрений она составила 10,9-11,0 кг/кг, а на повышенном уровне – 11,7-12,1 кг/кг с преимуществом по чизельной обработке. Роль обработки почвы сказывается в получении большей прибавки урожая и более высокой окупаемости удобрений прибавкой урожая. Чизельная обработка в сравнении с отвальной является не только почвозащитной, но и влагосберегающей. Помимо этого, на вариантах с чизельной обработкой растения лучше обеспечены элементами питания за счет сокращения потерь почвы от стока и смыва.

Влагозапасы и водопотребление озимой пшеницы. Ко времени посева озимой пшеницы запасы почвенной влаги по разным предшественникам в севообороте были различны (таблица 15). Практически по всем предшественникам озимой пшеницы и способам основной обработки почвы как в слое 0-30 см, так и в слое 0-100 см накопилось различное количество почвенной влаги. Для важного при прорастании семян, слоя 0-10 см в сложившихся условиях периода наблюдения запас продуктивной влаги по всем предшественникам был неудовлетворительный и составлял 1,6-3,8 мм с преимуществом в чистом пару.

В слое 0-30 см при чизельной обработке почвы накоплены наибольшие влагозапасы как после пара, так и после непаровых предшественников, составившие (9,0-14,0 мм), однако в последнем случае они на 23-50 % ниже.

Таблица 15 – Запас продуктивной влаги в почве под посевами озимой пшеницы при различных способах обработки почвы, мм, 2020-2022 гг.

Предшественник	Обработка почвы	Слой почвы, см			
		0-10	0-30	0-50	0-100:
Озимая по пару	Чизельная	3,8	18,2	33,3	72,4
	Отвальная	2,5	15,2	27,5	65,6
Озимая по озимой	Чизельная	1,9	5,7	10,5	28,1
	Отвальная	2,1	7,5	11,0	23,3
Озимая по гороху	Чизельная	1,6	9,0	15,6	23,9
	Отвальная	1,8	8,9	13,9	23,4
Озимая по кукурузе	Чизельная	3,3	14,0	21,0	31,2
	Отвальная	2,8	10,7	17,7	30,3

В метровом слое к этому моменту максимальные запасы влаги были накоплены при чизельной обработке после чистого пара (72,4 мм), наименьшие – после озимой пшеницы и гороха (23,3-23,9 мм). Однако даже максимальные из накопленных в метровом слое почвы запасов влаги оценены как недостаточные.

Во время возобновления весенней вегетации самые высокие почвенные влагозапасы наблюдались во всех слоях почвы при чизельной основной обработке почвы после пара и озимой пшеницы, составив в метровом слое почвы 125 и 134 мм соответственно, что также является недостаточным для нормального развития культуры (таблица 16).

Таблица 16 – Усвоение осадков холодного периода в почве под посевами озимой пшеницы при различных способах обработки почвы, мм. 2020-2022 гг.

Предшественник	обработка	Запас продуктивной влаги при посеве, мм	Запас продуктивной влаги в начале возобновления весенней вегетации, мм	Прирост запасов влаги за осенне-зимний период, мм	Усвоение осадков холодного периода, %
Чистый пар	Чизельная	72,4	125,3	52,9	16,0
	Отвальная	65,6	115,2	49,7	15,0
Озимая пшеница	Чизельная	28,1	134,1	106,1	32,0
	Отвальная	23,3	121,9	98,7	29,8
Горох	Чизельная	23,9	132,2	108,3	32,7
	Отвальная	23,4	122,4	99,0	29,9
Кукуруза на зерно	Чизельная	31,2	121,2	90,0	27,2
	Отвальная	30,3	118,5	88,2	26,7

Наибольшему накоплению влаги в почве в метровом слое почвы в осеннее – зимний период способствовала чизельная обработка после непаровых предшественников (озимой пшеницы, гороха и кукурузы). За этот период в почве была усвоено 27-32 % влаги от осадков, выпавших за осеннее-зимний период. По предшественнику чистый пар усвоение осадков холодного периода составило 15-16 % с незначительным преимуществом по чизельной обработки.

Водный баланс складывался из таких элементов, как расход влаги из почвы и атмосферные осадки за вегетационный период (таблица 17).

При одинаковом количестве атмосферных осадков за период вегетации (311 мм) суммарное водопотребление озимой пшеницы составило 314-356 мм при чизельной обработке, 317-356 мм при отвальной. Баланс продуктивной влаги, израсходованной на формирование как зерновой части урожая, так и побочной продукции, рассчитаны для среднего уровня питания озимой пшеницы. Эффективность использования влаги характеризует коэффициент водопотребления культуры, выраженный отношением суммарного водопотребления к полученному урожаю. Наиболее экономно расход влаги был отмечен по предшественникам чистый пар и горох 652-672 м³/т, чем по

непаровым предшественникам 713-758 м³/т. Полученные данные подтверждают результаты исследований, проведенных ранее [21-24].

Таблица 17 – Баланс продуктивной влаги и водопотребление озимой пшеницы на рекомендованном для зоны фоне питания в зависимости от способа основной обработки почвы после различных предшественников, среднее за 2020-2022 гг.

Предшественник	Способ обработки почвы	Запас продуктивной влаги, мм		Осадки за вегетационный период, мм	Суммарное водопотребление, мм	Выход продукции, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
		посев	уборка				
Чистый пар	Чизельная	72,4	27,8	311	356	5,29	672
	Отвальная	65,6	20,7	311	356	5,31	670
Озимая пшеница	Чизельная	28,1	25,2	311	314	4,21	745
	Отвальная	23,3	17,1	311	317	4,19	758
Горох	Чизельная	23,9	19,8	311	315	4,83	652
	Отвальная	23,4	16,4	311	318	4,83	659
Кукуруза на зерно	Чизельная	31,2	20,6	311	322	4,51	713
	Отвальная	30,3	17,2	311	324	4,50	721

Эрозионные процессы на посевах озимой пшеницы в севооборотах. Исследования, осуществленные на эрозионно-опасном склоне крутизной 3,5-4°, где среднегодовой нерегулируемый смыв почвы достигал 18 т/га при полосном размещении полей, обладающих различной возможностью противостоять смыву (пар – озимая пшеница), его удалось сократить до 5,0-6,0 т/га и менее. Использование на эрозионно-опасном склоне почвозащитных севооборотов с содержанием 20 % и 40 % многолетних трав позволило сократить смыв почвы на 21-44 % (таблица 18) [24].

Таблица 18 – Поверхностный сток и смыв почвы в период весеннего снеготаяния и летних ливней с 1 га севооборотной площади (т/га), 2011–2021 гг., среднее

Севооборот	Способ обработки почвы	Смыв почвы, т/га	Сток, мм	Коэффициент подверженности эрозионным процессам
«А»	Чизельная	5,0	20,0	1,4
	Отвальная	6,0	20,1	1,7
«Б»	Чизельная	3,6	19,1	1,0
	Отвальная	4,7	18,3	1,4
«В»	Чизельная	2,8	17,4	0,8
	Отвальная	3,5	17,1	1,0

В то же время применение чизельной обработки позволило сократить величину смыва почвы до экологически допустимой величины 2,8-3,6 т/га в отличие от отвальной, где он составил 4,7 т/га. С увеличением степени защиты от эрозии в системе контурно – полосного земледелия величина смыва при чизельной обработке почвы снизилась на 22-25 %. Это подтверждается коэффициентом подверженности эрозионным процессам по отношению фактического смыва к предельно допустимому (3,5 т/га), составившим при чизельной обработке почвы в севообороте Б – 1,0, а в севообороте В – 0,8.

В среднем за годы исследования наименьший сток талых вод в севооборотах отмечен при отвальной основной обработке почвы, которая за счет гребнистости способствовала сокращению величины стока до 17,1-20,1 мм. При этом смыв почвы имел место, как правило, с паровых полей и на зяби, причем наибольший смыв отмечен в севообороте «А», наименее защищенном от водной эрозии.

Установлено, что в севообороте «А» с наличием чистого пара имеет место максимальный коэффициент эрозионной опасности 0,6. С повышением доли многолетних трав в севооборотах «Б» и «В» данный коэффициент снижается до 0,5-0,4, достигая минимальных значений при 40 % многолетних трав в структуре севооборота, о чем свидетельствуют данные таблицы 19.

**Таблица 19 – Коэффициент эрозионной опасности
(по М.И. Лопыреву и Е.И. Рябову) [1,24]**

Агрофон	Севооборот		
	А	Б	В
Чистый пар	1	-	-
Озимая пшеница	0,3	0,3	0,3
Озимая пшеница	0,3	-	-
Яровой ячмень	0,6	0,6	0,6
Зернобобовые		0,6	
Подсолнечник	0,8	0,8	
Кукуруза на зерно	-	-	0,9
Многолетние травы 1 го года пользования	-	0,4	0,4
Многолетние травы 2 го года пользования	-	0,03	0,03
Итого на 1 га севооборотной площади:	0,6	0,5	0,4

Мониторинг состояния почвенного плодородия ежегодно проводился в полях под озимой пшеницей. Одним из показателей плодородия является содержание гумуса и элементов питания в почве. Систематический вынос питательных веществ из почвы с урожаем без пополнения их запасов при-

водит к снижению содержания всех элементов питания. Так содержание гумуса на естественном уровне питания за последние 35 лет снизилось на 4-9 %, подвижного фосфора на – 15-29 %, обменного калия на 26-44 % с преимуществом в севообороте А, как севооборота, наиболее подверженно-го эрозионным процессам (таблица 20).

Таблица 20 – Содержание основных элементов питания в почве под посевами озимой пшеницы при различных предшественниках, способах обработки почвы и уровнях минерального питания, 1986-2022 гг.

Предшественник	Способ обработки	Уровень почвенного плодородия		
		без удобрений «0» (контроль)	средний «1» N ₄₆ P ₂₄ K ₃₀	повышенный «2» N ₈₄ P ₃₀ K ₄₈
Гумус, % (исходное содержание – 3,8-3,83 %)				
Чистый пар (севооборот А)	Чизельная	3,47	3,66	3,91
	Отвальная	3,46	3,45	3,86
Горох (севооборот Б)	Чизельная	3,61	3,76	3,93
	Отвальная	3,56	3,74	3,88
Кукуруза на зерно (севооборот В)	Чизельная	3,72	3,92	3,98
	Отвальная	3,65	3,84	3,97
Подвижный фосфор, мг/кг (исходное содержание – 16,8-18,8 мг/кг)				
Чистый пар (севооборот А)	Чизельная	13,3	32,9	42,2
	Отвальная	14,7	32,1	41,7
Горох (севооборот Б)	Чизельная	15,1	35,0	55,7
	Отвальная	15,3	33,3	57,7
Кукуруза на зерно (севооборот В)	Чизельная	15,3	37,2	58,7
	Отвальная	16,0	43,9	57,6
Обменный калий, мг/кг (исходное содержание – 347-393 мг/кг)				
Чистый пар (севооборот А)	Чизельная	218	328	449
	Отвальная	244	347	383
Горох (севооборот Б)	Чизельная	280	347	373
	Отвальная	275	337	378
Кукуруза на зерно (севооборот В)	Чизельная	290	352	458
	Отвальная	286	337	416

Применение удобрений в нормах, рекомендованных для зоны, позволило сдержать темпы снижения плодородия и уменьшения количества гумуса только в севообороте В (+0,12-0,04 %) за счет сокращения эрозионных процессов. В остальных севооборотах отмечено уменьшение содержания гумуса. Внесение рекомендованной нормы удобрений под озимую пшеницу позволило увеличить содержание подвижного фосфора на 70-100 %. При этом содержание обменного калия уменьшилось на 11-16 % (45-65 мг/кг).

Увеличение нормы внесения удобрений в полтора раза способствовало расширенному воспроизводству почвенного плодородия. Содержание гумуса и основных элементов питания под озимой пшеницей в различных севооборотах увеличилось: гумуса – на 2-5, подвижного фосфора – на 120-200, обменного калия – на 5-16 %.

Таким образом, внесение повышенной нормы удобрений $N_{84}P_{30}K_{48}$ на 1 га севооборотной площади позволяет сохранить расширенное воспроизводство почвенного плодородия и сохранить содержание гумуса на уровне 3,88-3,98 %; подвижного фосфора – 41,7-58,7 мг/га; обменного калия – 378-458 мг/кг.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ АГРОЛАНДШАФТА

Экономическая оценка возделывания озимой пшеницы проведена на основе полученных данных прямых производственных затрат на семена, удобрения, средства защиты растений, уходные работы, заработную плату, текущий ремонт техники, а также реализации полученного урожая [25].

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от способа основной обработки почвы имела тенденции к повышению по мере интенсификации приема. Но разница в показателях на изучаемых вариантах не превышала 7 %. Так на при высоких нормах минерального питания ($N_{120}P_{80}K_{80}$) и высева семян (5 млн шт./га) на участках чизельной и комбинированной обработок снижение урожайности, по сравнению с вспашкой, взятой за контроль, не превысило по сорту Былина Дона 0,32-0,37 т/га (5,3-6,1 %), сорту Акапелла – 0,32-0,42 т/га (5,0-6,6%). С учетом неодинаковых прямых затрат на изучаемых вариантах (уровень которых обусловлен интенсивным фоном минерального питания), проведена экономическая оценка способов основной обработки почвы (таблица 21).

Таблица 21 – Экономическая эффективность способов основной обработки почвы при возделывании новых сортов озимой пшеницы на плакорных землях при фоне питания $N_{120}P_{80}K_{80}$ кг/га д.в. и норме высева 5,0 млн шт./га, 2019-2022 гг.

Показатель	Сорт	Способ обработки почвы		
		чизельная	комбинированная	отвальная
Прямые затраты, тыс. руб./га	Былина Дона	48,39	48,21	48,82
	Акапелла			
Урожайность, т/га	Былина Дона	5,75	5,70	6,07
	Акапелла	6,09	5,99	6,41
Стоимость продукции, тыс. руб./га	Былина Дона	115,0	114,0	121,4
	Акапелла	121,8	119,8	128,2
Себестоимость 1 т продукции тыс. руб.	Былина Дона	8,42	8,46	8,04
	Акапелла	7,95	8,05	7,62
Условный чистый доход, тыс. руб. /га	Былина Дона	66,61	65,79	72,58
	Акапелла	73,41	71,59	79,38
Рентабельность, %	Былина Дона	137,7	136,5	148,7
	Акапелла	151,7	148,5	162,6
Окупаемость прямых затрат урожаем, руб./руб.	Былина Дона	2,38	2,36	2,49
	Акапелла	2,52	2,49	2,63

Анализ приведенных данных разных способов обработки отражает преимущество отвальной вспашки. При несколько больших прямых затратах на проведение работ (48,82 тыс. руб./га), в условиях этой обработки отмечалась самая низкая себестоимость: по сорту Былина Дона – 8,04 тыс. руб., сорту Акапелла 7,62 тыс. руб. на тонну продукции. При вспашке на посевах Былины Дона и Акапеллы получены самые высокие условный чистый доход (72,58 и 79,38 тыс. руб./га), рентабельность (148,7 и 162,6 %), окупаемость прямых затрат урожаем (2,49 и 2,63 руб./руб.). На вариантах других способов основной обработки результаты оказались ниже. Например, условный чистый доход при чизелевании и комбинированной обработке оказался ниже по сорту Былина Дона, соответственно на 5,97 тыс. руб./га (8,2 %) и 6,79 тыс. руб./га (9,4 %), сорту Акапелла – на 5,97 тыс. руб./га (7,5 %) и 7,79 тыс. руб./га (9,8 %), по сравнению с отвальной вспашкой.

Расчет экономической эффективности возделывания озимой пшеницы изучаемых сортов с применением дифференцированных норм удобрений в севообороте показал следующие результаты. У сорта Акапелла применение полного минерального удобрения приводит к существенному увеличению прямых затрат и снижению рентабельности, но за счет повышения урожайности условный чистый доход возрастает, максимальное значение которого было получено на варианте с внесением $N_{120}P_{40}K_{40}$ составив 89,7 тыс. руб./га, рентабельность составила 211,1%, окупаемость прямых затрат урожаем – 3,1 руб. В то же время наибольшая рентабельность (230 %) и окупаемость затрат урожаем (3,3 руб.) получены на фоне $N_{60}P_{40}K_{40}$ (таблица 22).

У сорта Былина Дона применение полного минерального удобрения позволяет получить высокую прибавку урожая, а соответственно и увеличить условный чистый доход. Максимальное значение дохода было получено на варианте с внесением $N_{60}P_{40}K_{40}$ составив 88,3 тыс. руб./га, при этом рентабельность и окупаемость прямых затрат урожаем составили соответственно 233,0% и 3,3 руб., достигнув максимума среди изучаемых вариантов опыта.

Таким образом, для получения максимального условного чистого дохода при высоких показателях рентабельности и окупаемости прямых затрат следует возделывать озимую пшеницу сортов Акапелла и Былина Дона с внесением полного минерального удобрения дозой $N_{60}P_{40}K_{40}$.

Оценка экономического эффекта от применения обработок на эрозивно-опасных склонах проводится с учетом экономии ресурсов на основную обработку почвы и дизельное топливо, окупаемости затрат на удобрения и экономии затрат на восстановлении плодородия почв, утраченного в результате процессов водной эрозии [26,27].

Таблица 22 – Экономическая эффективность возделывания новых сортов озимой пшеницы в севообороте на плакорных землях с дифференцированным уровнем минерального питания, 2021-2022 гг.

Норма удобрений, кг/га д.в.	Показатели						
	прямые производственные затраты, тыс. руб./га	стоимость урожая, тыс. руб./га	урожайность, т/га	себестоимость 1 т урожая, тыс. руб.	условный чистый доход, тыс. руб./га	рентабельность, %	окупаемость прямых затрат урожаем, руб.
Акапелла							
N ₃₀ P ₄₀ K ₄₀	36,5	117,6	5,88	6,2	81,1	222,2	3,2
N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀	38,4	126,8	6,34	6,1	88,4	230,2	3,3
N ₉₀ P ₄₀ K ₄₀	40,5	127,0	6,35	6,4	86,5	213,6	3,1
N ₁₂₀ P ₄₀ K ₄₀	42,5	132,2	6,61	6,4	89,7	211,1	3,1
Былина Дона							
N ₃₀ P ₄₀ K ₄₀	36,1	105,0	5,25	6,9	68,9	190,9	2,9
N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀	37,8	126,2	6,31	6,0	88,3	233,0	3,3
N ₉₀ P ₄₀ K ₄₀	40,1	110,4	5,52	7,3	70,3	175,3	2,8
N ₁₂₀ P ₂₀ K ₂₀	37,6	128,4	6,42	6,7	76,3	146,4	2,5

В сумме прямые затраты с учетом затрат на компенсацию годового ущерба от водной эрозии составили 29,6-42,5 тыс. руб. с меньшими значениями по паровому полю и при чизельной обработке почвы.

Стоимость произведенной продукции считалась из расчета 20 тыс. руб. за 1 тонну и составила 69,3-117,4 тыс. руб.

Наименьшая себестоимость 1 т зерна получена после предшественника чистый пар на среднем уровне применения удобрений при чизельной обработке почвы (6,4 руб.), что на 10-52 % меньше, чем после непаровых предшественников. Наибольший условный чистый доход также был отмечен после чистого пара и составил 78,8 тыс. руб., что в 1,3-1,5 раза больше, чем после других предшественников (таблица 23).

Аналогичная тенденция отмечена при расчете рентабельности, составив после пара 212,8 % против 159,0 % после гороха, 171,8 %, после кукурузы и 117,9 % после озимой пшеницы.

Одной из характеристик, используемых для оценки эффективности технологии возделывания озимой пшеницы является окупаемость прямых затрат урожаем (таблица 24).

**Таблица 23 – Эколого-экономическая эффективность
возделывания озимой пшеницы после различных предшественников,
в зависимости от фона удобрений и способа обработки почвы.
Среднее за 2020-2022 гг.**

Предшественник	Обработка почвы	Уровень применений удобрений	Производственные затраты, тыс. руб./га	Затраты на возмещение ущерба от эрозии, тыс. руб./га	Всего затрат, тыс. руб./га	Урожайность, т/га	Себестоимость 1 т, тыс. руб.	Стоимость произведенной продукции, тыс.руб.	Условный чистый доход, тыс. руб. /га	Рентабельность, %
Чистый пар	Чизельная	0	19,9	9,7	29,6	4,42	6,7	88,3	58,7	198,5
		1	23,3	10,5	33,8	5,29	6,4	105,9	72,0	212,8
		2	26,9	11,6	38,5	5,87	6,6	117,4	78,8	204,5
	Отвальная	0	19,9	11,7	31,5	4,44	7,1	88,8	57,3	181,7
		1	23,3	12,6	35,9	5,31	6,8	106,2	70,3	195,5
		2	26,9	13,9	40,9	5,85	7,0	117,0	76,1	186,2
Озимая пшеница	Чизельная	0	19,8	9,7	29,5	3,49	8,5	69,8	40,3	136,4
		1	28,1	10,5	38,6	4,21	9,2	84,2	45,6	117,9
		2	34,9	11,6	46,5	5,18	9,0	103,6	57,1	122,8
	Отвальная	0	19,8	11,7	31,5	3,46	9,1	69,3	37,8	120,1
		1	28,1	12,6	40,7	4,19	9,7	83,7	43,0	105,5
		2	34,9	13,9	48,8	5,18	9,4	103,6	54,7	112,1
Горох	Чизельная	0	18,9	7,0	26,0	3,95	6,6	79,0	53,0	203,9
		1	29,7	7,6	37,3	4,83	7,7	96,6	59,3	159,0
		2	36,4	8,4	44,8	5,45	8,2	108,9	64,1	142,9
	Отвальная	0	18,9	9,2	28,1	3,98	7,1	79,5	51,4	182,7
		1	29,7	9,9	39,6	4,83	8,2	96,5	56,9	143,6
		2	36,4	11,0	47,4	5,42	8,7	108,4	61,0	128,7
Кукуруза	Чизельная	0	19,8	5,5	25,3	3,73	6,8	74,7	49,4	195,2
		1	27,2	6,0	33,2	4,51	7,4	90,1	57,0	171,8
		2	34,3	6,5	40,8	5,12	8,0	102,4	61,6	150,8
	Отвальная	0	19,8	6,8	26,7	3,79	7,0	75,8	49,1	184,2
		1	27,2	7,4	34,6	4,50	7,7	89,9	55,3	159,6
		2	34,3	8,2	42,5	5,08	8,4	101,7	59,2	139,5

Таблица 24 – Окупаемость прямых затрат урожаем при возделывании озимой пшеницы после различных предшественников, уровней применения удобрений и способов обработки почвы, руб./руб. Среднее за 2020-2022 гг.

Обработка почвы	Уровень применений удобрений	Предшественник			
		Чистый пар	Озимая пшеница	Горох	Кукуруза
Чизельная	1	3,1	2,2	2,6	2,7
	2	3,0	2,2	2,4	2,5
Отвальная	1	3,0	2,1	2,4	2,6
	2	2,9	2,1	2,3	2,4

Наибольшая окупаемость прямых затрат урожаем при возделывании озимой пшеницы отмечена на среднем фоне минеральных удобрений по предшественникам чистый пар, горох и кукуруза на зерно с преимуществом чизельной обработки почвы (2,6-3,1 руб./руб.). При отвальной обработке окупаемость прямых затрат урожаем несколько ниже и составляет на том же фоне 2,4-3,0 руб./руб.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

По результатам исследований разработана эколого-адаптивная технология возделывания новых сортов озимой пшеницы для различных агроландшафтов Ростовской области.

На основании результатов исследований установлено, что в условиях плакорно-равнинного агроландшафта чернозёмов обыкновенных наибольшая продуктивность озимой пшеницы обеспечивалась высоким фоном минерального питания $N_{120}P_{80}K_{80}$ кг/га д. в., нормой высева семян 5,0 млн шт./га при отвальной вспашке, составив по сортам Былина Дона 6,07 т/га, Акапелла – 6,41 т/га. В этих условиях отмечены наименьшие затраты влаги ($273 \text{ м}^3/\text{т}$) и окупаемости удобрений прибавкой урожая (7,32 и 7,64 кг/кг).

При несколько больших прямых затратах на проведение работ (48,82 тыс. руб./га), в условиях отвальной обработки отмечалась самая низкая себестоимость: по сорту Былина Дона – 8,04 тыс. руб., сорту Акапелла 7,62 тыс. руб. на тонну продукции. При вспашке на посевах Былины Дона и Акапеллы получены самые высокие условный чистый

доход (72,58 и 79,38 тыс. руб./га), рентабельность (148,7 и 162,6 %), окупаемость прямых затрат урожаем (2,49 и 2,63 руб./руб.).

В севообороте при прочих равных условиях, включающих предшественник чистый пар, отвальную вспашку почвы и норму высева семян 5 млн шт./га, внесение минеральных удобрений нормой $N_{120}P_{40}K_{40}$ позволяет получить урожай зерна сортов озимой пшеницы Акапелла и Былина Дона соответственно 6,61 и 6,42 т/га с максимальной прибавкой урожая, при этом окупаемость применяемых удобрений составляет 10,0 и 13,6 кг/кг д. в.

Для получения максимального условного чистого дохода на плакорно-равнинных землях при высоких показателях рентабельности и окупаемости прямых затрат следует возделывать озимую пшеницу сорта Акапелла с внесением $N_{120}P_{40}K_{40}$, а сорт Былина Дона – с внесением полного минерального удобрения дозой $N_{60}P_{40}K_{40}$, что позволяет увеличить условный чистый доход до 89,7-88,3 тыс. руб./га, при окупаемости прямых затрат урожаем 3,1 и 3,3 руб. соответственно.

При возделывании новых сортов озимой пшеницы на эрозионно-опасных склоновых землях при той же норме высева среди ряда предшественников бесспорным преимуществом обладает чистый пар, затем в порядке убывания следуют горох, озимая пшеница и кукуруза на зерно, урожайность после которых составила 5,85; 5,42; 5,18 и 5,08 т/га.

Наибольшая окупаемость удобрений прибавкой урожая получена по паровой озимой пшенице. На среднем уровне применения удобрений она составила 10,9-11,0 кг/кг, а на повышенном уровне – 11,7-12,1 кг/кг с преимуществом при чизельной обработке.

Чизельная обработка почвы зарекомендовала себя лучше после предшественников озимая пшеница и кукуруза на зерно, в то время как отвальная обработка – после чистого пара и гороха. Чизельная обработка почвы на склонах является не только почвозащитной, но и влагосберегающей. Наиболее экономный расход влаги был отмечен по предшественникам чистый пар и горох 652-672 м³/т, чем по непаровым предшественникам 713-758 м³/т.

При возделывании новых сортов озимой пшеницы на эрозионно-опасных склонах наибольший условный чистый доход также был отмечен после чистого пара и составил 78,8 тыс. руб., что в 1,3-1,5 раза больше, чем после других предшественников. Аналогичная тенденция отмечена при расчете рентабельности, составив после пара 212,8 % против 159,0 % после гороха, 171,8 %, после кукурузы и 117,9 % после озимой пшеницы.

Наибольшая окупаемость прямых затрат урожаем при возделывании озимой пшеницы отмечена на среднем фоне минеральных удобрений по предшественникам чистый пар, горох и кукуруза на зерно с преимуществом чизельной обработки почвы (2,6-3,1 руб./руб.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2022-2026 гг.). Ростов-на Дону: ООО «Альтаир», 2022. 736 с.
2. Научные основы формирования ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур в ландшафтном земледелии / Г.Н. Черкасов, И.Г. Пыхтин, А.Г. Рожков и др. // ГНУ ВНИИЗ и ЗПЭ. Курск: ПБОЮЛ Киселева, 2004. 35 с.
3. Сорты полевых культур (каталог) / А.И. Клименко, А.И. Грабовец, А.В. Гринько, М.А. Фоменко и др. // ФГБНУ ФРАНЦ: ООО «Изд-во «Юг», 2021. 186 с.
4. Озимая пшеница: характеристика, посев, уборка и хранение урожая // Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/zernovye/zernovye-tehnologija-vozdelyvanija/ozimaja-pshenica-harakteristika-posev-uborka-i-hranenie-urozhaja.html>
5. Грабовец А.И. Технология возделывания озимых пшениц и тритикале на Дону в условиях нарастания засух / А.И. Грабовец, В.Е. Зинченко, К.Н. Бирюков, М.А. Фоменко и др. // ФГБНУ «ДЗНИИСХ»: ООО «Изд-во «Юг», 2015. 140 с.
6. Вредители и болезни полевых культур в Ростовской области / Н.Н. Вошедский, Н.С. Сорокин, А.Г. Махоткин и др. // Ростов-на-Дону: ООО «ВУД», 2005. 187 с.
7. Основные болезни и вредители пшеницы // Режим доступа: <https://ferma.expert/rasteniya/kultury/pshenica/bolezni-i-vrediteli/>
8. Дитер Шпаар. Зерновые культуры. М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008. 656 с.
9. Злаковые мухи: распространение, вредоносность и приемы ограничения их численности // Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/zlakovye-muhi-rasprostranenie-vredonosnost-i-priemy-ogranicheniya-ih-chislennosti>
10. Рекомендации по защите озимой пшеницы от пшеничной мухи в степной зоне юга России / А.Г. Махоткин, Н.Н. Вошедский, Н.С. Сорокин и др. // Краснодар: «Агропромполиграфист», 2002. 47 с.
11. Рекомендации по защите озимой пшеницы от комплекса вредных организмов в Ростовской области / В.И. Долженко, Н.Н. Вошедский, Н.Р. Гончаров, и др. // Санкт-Петербург: ВИЗР, 2002. 40 с.
12. Агроклиматические ресурсы Ростовской области / Л.: Гидрометеиздат, 1972. 250 с.

13. Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А., Целуйко О.А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность новых сортов озимой пшеницы в Ростовской области // Известия НВ АУК. 2022. 3(67). С. 125-134.
14. Костяков А.Н. Основы мелиорации. М.: Сельхозгиз, 1957. 750 с.
15. Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А. Влияние приемов возделывания на урожайность и водопотребление новых сортов озимой пшеницы в Ростовской области // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 4. С. 286-303.
16. Гаевая Э.А. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от климатических факторов в эрозионно опасных условиях Ростовской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 73-75.
17. Парахин Н.В., Мельник А.Ф. Влияние предшественника на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 4 (20). С. 248-252.
18. Гаевая Э.А. Влияние тепловлагообеспеченности на эффективность использования почвенной влаги озимой пшеницей, возделываемой на эрозионно опасных склонах Ростовской области // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2016. № 1 (21). С. 155-167.
19. Гаевая Э.А. Влияние различных норм удобрений и способов обработки почвы на урожайность озимой пшеницы в приазовской зоне Ростовской области // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (9). С. 11-16.
20. Рычкова М.И., Ильинская И.Н. Влияние способа основной обработки почвы и уровня минеральных удобрений на водный режим почв и урожайность озимой пшеницы в условиях эрозионно опасного склона // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 2 (76). С. 58-61.
21. Ильинская И.Н., Гаевая Э.А., Рычкова М.И., Тарадин С.А., Нежинская Е.Н. Эффективность почвозащитных мероприятий при возделывании озимой пшеницы на эрозионно-опасных склонах // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 6. С. 17-22.
22. Гаевая Э.А. Водный баланс и водопотребление озимой пшеницы, возделываемой на эродированных склонах Ростовской области // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4 (74). С. 3-8.
23. Ильинская И.Н. Накопление влаги в почве при возделывании озимой пшеницы на склонах черноземов обыкновенных Ростовской области // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 2. С. 34-38.
24. Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почв при изучении водной эрозии / – Л.: Гидрометеиздат, 1975. 88 с.

25. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники /А.В. Шпилько, И.В. Драгайцев, П.Ф. Тулапин и др. – М.: ГП УСЗ Минсельхозпрома России, 1998. 219 с.
26. Полуэктов Е.В. Эколого-экономическая оценка систем земледелия с комплексом противоэрозионных мероприятий. Методические указания для дипломного проектирования / Е.В. Полуэктов, М.В. Техина, И.И. Техин – Новочеркасск: Изд-во НГМА, 2002. 48 с.
27. Ильинская И.Н. Эффективность использования ресурсов при возделывании озимой пшеницы на черноземах обыкновенных // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 65-68.

Научно-производственное издание

**ЭКОЛОГО-АДАПТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ
ТИПОВ АГРОЛАНДШАФТОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Вошедский Николай Николаевич
Ильинская Изиди Николаевна
Целуйко Оксана Анатольевна
Кулыгин Владимир Анатольевич
Пасько Сергей Валентинович
Федюшкин Андрей Владимирович
Гаевая Эмма Анатольевна
Тарадин Сергей Андреевич
Рычкова Марина Ивановна
Нежинская Екатерина Николаевна
Мищенко Анна Владимировна
Канцуров Максим Васильевич

Подписано в печать 19.12.2022 г.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Гарнитура Times.
Объем 3,0 уч.изд.л. Усл. печ. л. 4,5. Формат 60x84/16.
Заказ № 1012. Тираж 100 экз.

Типография ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»
Адрес: 346735, Ростовская область, Аксайский район, пос. Рассвет,
ул. Институтская 1.

Издательство: ООО «АзовПринт»
г. Азов, ул. Привокзальная, 6а.
Тел.: (86342) 5-37-57.

Отпечатано: ООО «АзовПринт»