

На правах рукописи

Цымбалова Виталия Александровна

**ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ И ИХ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ НА
ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ
ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Махачкала - 2023

Диссертационная работа выполнена в технологическом центре по земледелию Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка».

Научный руководитель: **Воронов Сергей Иванович**, доктор биологических наук, профессор, чл.-кор. РАН, директор ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»

Официальные оппоненты: **Мазиров Михаил Арнольдович**, доктор биологических наук, профессор, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / кафедра земледелия и методики опытного дела, профессор;

Фетюхин Игорь Викторович, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Донской государственный аграрный университет / кафедра земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции, заведующий

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»

Защита состоится « » _____ 2023 года в __:__ часов на заседании диссертационного совета 35.2.012.01, созданного на базе ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова» по адресу: 367032, РД, г. Махачкала, ул. Магомета Гаджиева, 180, тел./факс (8722)68-24-68/(8722) 68-24-19.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО Дагестанский ГАУ. Автореферат размещен на сайтах Министерства образования и науки РФ <http://vak3.ed.gov.ru> и Дагестанского ГАУ <http://daggau.ru>

Автореферат разослан почтой « » _____ 2023 г.

Отзывы на автореферат, заверенные печатью, просим направлять по адресу: 367032, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180, ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ», ученому секретарю диссертационного совета на электронную почту: isrigova@mail.ru.

Ученый секретарь диссертационного совета

Т.А. Исригова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Пшеница озимая является ценной стратегической культурой, которая поддерживает продовольственную безопасность страны и позволяет поддержать её экономику при продаже зерна на экспорт. Ежегодно перед сельхозпроизводителями ставится задача получения высоких урожаев с хорошими качественными показателями выходной продукции. Для выполнения поставленной задачи необходимо не только посеять высокопродуктивный и устойчивый сорт, но и грамотно подобрать комплекс агротехнических приемов его возделывания. Кроме того, для увеличения экономической эффективности необходимо сокращать расходы на выращивание пшеницы озимой, при этом не теряя уровень валового сбора. Одной из проблем, с которой сталкиваются сельхозпроизводители – засоренность полей сорными растениями, зачастую трудноискоренимыми. Наиболее эффективным решением данной проблемы является подбор пестицидов для подавления негативного влияния сорных растений на культуру. Химические прополки позволяют растениям пшеницы озимой в полной мере получать питательные вещества и влагу из почвы, способствуют увеличению фотосинтетической активности культуры за счет отсутствия притенения. Сокращение сорного компонента в посевах позволяет несколько снизить затраты на обработки фунгицидами и инсектицидами, так как сорные растения являются источниками заражения и заселения культурных растений патогенными организмами и насекомыми.

Несмотря на большое разнообразие гербицидов на отечественном рынке, в последние годы сельхозпроизводители сталкиваются со снижением их действия на сорные растения. Зачастую это связано с применением одних и тех же препаратов из года в год и, как следствие, появлению резистенции со стороны сорных растений к их действующему веществу. Применение баковых смесей позволяет охватить более широкий спектр имеющихся на полях сорных растений и предотвратить появление устойчивости к ним. Кроме того, в баковых смесях расход применения пестицидов может быть снижен, что также снижает затраты на обработки посевов гербицидами.

Полевые исследования в части оценки действия гербицидных препаратов на рост и развитие пшеницы озимой являются актуальными как с точки зрения экономической выгоды от возделывания культуры, так и с точки зрения экологической безопасности окружающей среды в части снижения пестицидной нагрузки.

Степень разработанности. Проблемами засоренности полей в разные годы занимались такие видные ученые, как И.Н. Шевелев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев, Н.Г. Власенко, В.А. Захаренко, Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков, К.С. Артрохин, И.И. Либерштейн, А.И. Мальцев и другие. В их трудах отражены такие важные показатели, как вредоносность сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур, их биологические особенности, методы учета и борьбы с ними, экономические пороги вредоносности.

Однако в этих исследованиях не изучалось влияние гербицидов и их баковых смесей в сочетании с антистрессовым регулятором роста растений в посевах пшеницы озимой на дерново-подзолистых почвах Московской области.

Целью исследования является выявление высокоэффективной, экологически безопасной, экономически оправданной нормы применения гербицидов и их баковых смесей (с уменьшением норм расхода препаратов от рекомендованных производителем) против комплекса малолетних и многолетних двудольных сорных растений в посевах пшеницы озимой в Центральном Нечерноземье России.

Для достижения поставленной цели был заложен полевой опыт, в котором решались следующие задачи:

1. Дать оценку биологической и хозяйственной эффективности многокомпонентных гербицидов и их баковых смесей против комплекса малолетних и многолетних сорных растений в посевах пшеницы озимой.
2. Изучить особенности роста и развития культуры в агрофитоценозе под влиянием применяемых гербицидов и их баковых смесей.
3. Определить влияние применяемых гербицидов с регулятором роста на показатели продуктивности пшеницы озимой.
4. Определить технологические свойства зерна пшеницы озимой в зависимости от используемых гербицидов и их баковых смесей
5. Определить экономическую эффективность изучаемых гербицидов и их баковых смесей.

Научная новизна. Впервые в условиях Московской области был заложен однофакторный опыт по определению биологической и экономической эффективности гербицидов и их баковых смесей в сочетании с антистрессовым регулятором роста растений в посевах пшеницы озимой сорта Немчиновская 17. Дана сравнительная оценка и выявлены наиболее эффективные баковые смеси гербицидов при возделывании пшеницы озимой на дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья. Определено, что применение гербицидов Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ и Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ способствовало эффективному подавлению двудольных сорняков, повышению рентабельности производства до 127 %. Добавление регулятора роста Атоник Плюс, ВР приводило к увеличению урожайности пшеницы озимой до 6,27 т/га, что оказалось на 1,0 т/га, или на 19 % больше по сравнению с контролем.

Теоретическая и практическая значимость. В результате проведенных исследований были получены данные, которые можно внедрить в технологии выращивания пшеницы озимой в сельскохозяйственных предприятиях для получения высокого урожая с хорошими качественными показателями. Кроме того, выявлена реакция конкретного сорта пшеницы озимой на применение гербицидов и их баковых смесей, что применимо в качестве сортовой технологии при выборе сортов для выращивания.

В ходе проведенных исследований была получена положительная реакция озимой пшеницы на снижение засоренности посевов, выражающаяся в динамике возрастания структурных показателей урожайности.

Для сельскохозяйственных предприятий Нечерноземья установлены оптимальные баковые смеси, позволяющие снижать засоренность полей и достигать урожайности зерна пшеницы озимой до 6,14 т/га.

Методология и методы исследования. При выполнении научно-исследовательской работы были использованы общепринятые методики

исследований, в том числе полевые, лабораторные и статистические. Были сделаны научно-обоснованные выводы на анализе полученных экспериментальных данных и их обобщения.

Положения, выносимые на защиту:

1. Влияние гербицидов и их баковых смесей на засоренность пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 двудольными сорными растениями.
2. Биологическая и экономическая эффективности применения изучаемых гербицидов (Аккурат Экстра, ВДГ, Эстерон, КЭ, Секатор Турбо, МД) и их баковых смесей в посевах пшеницы озимой.
3. Влияние гербицидных препаратов, а также их сочетания с антистрессовым регулятором роста растений (Атоник Плюс, ВР) на параметры роста и развития культуры.
4. Влияние засоренности посевов на урожайность и качество зерна пшеницы озимой сорта Немчиновская 17.

Степень достоверности и апробации результатов.

Достоверность научных результатов подтверждается объемом экспериментальных данных, полученных на опытном поле Технологического центра по земледелию Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка» за период 2013–2015 гг. с использованием общепринятых методик, ГОСТов, методов статистической обработки полученных результатов.

Результаты исследования были апробированы на производственных полях ООО «Агрофирма «Велес» Козловского района Чувашской республики на площади 100 га и на различных научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 7 статей, в том числе 3 из них в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК Минобрнауки РФ.

Личное участие автора. Опыты были заложены в 2013–2015 гг. на опытных полях Технологического центра по земледелию ФИЦ «Немчиновка». Автор принимал непосредственное участие в проведении полевых испытаний, сборе и анализе экспериментальных данных, их статистической обработке, а также в публикации результатов исследований и в написании диссертации.

Объем работы. Диссертация изложена на 147 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 42 рисунка, 25 таблиц, заключения, списка литературы (включает 164 наименований, в том числе 3 на иностранном языке) и 13 приложений.

Автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам лабораторий Технологического центра по земледелию ФИЦ «Немчиновка» за методическую поддержку и помощь, советы и замечания на всем протяжении выполнения моей диссертационной исследовательской работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проведения исследования, сформулированы цели и задачи, обозначены основные положения, выносимые на защиту, охарактеризована научная новизна и практическая значимость исследования.

В первой главе приводится обзор литературы, который раскрывает хозяйственную и экономическую значимость пшеницы озимой, её биологические и агротехнические особенности, описаны проблемы засоренности посевов культуры двудольными сорными растениями, их биологические особенности и меры борьбы.

Во второй главе даётся агрометеорологическая и почвенная характеристика места проведения исследования, дана характеристика объектам исследований, представлена схема опыта, определён объем задач и методов исследований.

Исследования проводились на опытном поле Технологического центра по земледелию ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка» (ФИЦ «Немчиновка»), расположенном в Московской области, д. Соколово с 2013 по 2015 гг. Объектом исследований являлись пшеница озимая сорта Немчиновская 17, гербициды Аккурат Экстра, ВДГ, Секатор Турбо, МД, Эстерон, КЭ и регулятор роста растений Атоник Плюс, ВР.

Сорт пшеницы озимой Немчиновская 17 районирован по Центрально-Нечерноземному региону в 2013 году. Сорт был получен методом индивидуального отбора из гибридной комбинации сортов Немчиновская 24 x Московская 39 коллективом селекционеров ФИЦ «Немчиновка» под руководством академика Б.И. Сандухадзе. Сорт относится к сильным пшеницам, обладает хорошими хлебопекарными качествами.

Аккурат Экстра, ВДГ – двухкомпонентный гербицид системного действия производства компании ООО «Кеминова», Дания. Препаративная форма – водно-диспергируемые гранулы, действующее вещество 70 г/кг метсульфурон-метил + 680 г/кг тифенсульфурон-метил, относящиеся к химическому классу сульфонилмочевин. Быстро поглощаясь листьями, способен свободно перемещаться с нисходящим и восходящим током питательных веществ по всему растению. Механизм действия препарата на биохимическом уровне – воздействие на фермент ацетолактатсинтазу (АЛС), который участвует в синтезе незаменимых аминокислот. Происходит нарушение синтеза белков и прекращение деления клеток в меристемных тканях.

Эстерон, КЭ – послевсходовый гербицид системного действия, производства Дау АгроСаенсес ВмбХ, США. Препаративная форма концентрат эмульсии, действующее вещество - 564 г/л 2,4-Д кислоты в форме сложного 2-этилгексилового эфира, относящиеся к химическому классу арилоксиалканкарбоновых кислот. Механизм действия производных 2,4-Д заключается в торможении процесса фотосинтеза. Происходит гидролитический распад белков, инулина и крахмала. Поступление в растения азота, калия и фосфора резко снижается. Кроме того наблюдается нарушение водного обмена, приводящего к потере тургора и увяданию растения.

Секатор Турбо, МД – послевсходовый гербицид системного действия, производства АО «БАЙЕР», Германия. Препаративная форма масляная дисперсия, действующее вещество - 100 г/л амидосульфурон + 25 г/л йодосульфурон-метил-

натрия + 250 г/л мефенпир-диэтил, относящиеся к химическому классу сульфонилмочевин. Гербицид быстро поглощается листовой поверхностью растений и в меньшей степени корневой системой. С питательными веществами способен свободно перемещаться по растению и накапливаться в точках роста. Амидосульфурон и йодосульфурон-метил-натрия ингибируют фермент ацетолактатсинтазу. Мефенпир-диэтил – антидот, который способствует быстрому распаду йодосульфурон-метил-натрия в озимой пшенице, при этом в тканях сорных растений, как правило, он не активен.

Атоник Плюс, ВР – регулятор роста растений, компании «Асахи Кемикал Юроп» с.р.о, Чешская Республика. Препаративная форма водный раствор, действующее вещество - 9 г/л пара-нитрофенолят натрия (p-NP) + 6 г/л орто-нитрофенолят натрия (o-NP) + 3 г/л 5-нитрогваяколят натрия (5-NG), относящиеся к фенольным соединениям. Препарат легко и быстро проникает в растительные клетки, в которых преобразуется в вещества, присутствующие в растительных клетках в естественных условиях. Оказывает влияние на процессы вегетативного и генеративного развития, на синтез фитогормонов, на транспортную функцию в тканях растений, на фотосинтез и защитные механизмы против разного рода стрессовых ситуаций.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая на морене в комплексе до 10% со слабосмытой. Мощность пахотного слоя 25–27 см. В годы проведения исследований (2013–2015 гг.) с опытного участка отбирались образцы почвы с горизонта 0-20 см для проведения агрохимического анализа почвы. Агрохимический анализ почвы в 2013–2015 гг. показал, что в пахотном слое содержание органического вещества варьировалось в пределах 3,1-4,0%, рН_{соль} около 5,6-6,0 (близка к нейтральной), подвижного Р₂О₅ по Кирсанову – 151-225 мг/кг (высокое), обменного К₂О – 81-120 мг/кг (среднее), содержание азота (NO₃) 9,1-10,2 мг/кг.

Схема опыта по изучению влияния гербицидов и их баковых смесей на продуктивность пшеницы озимой на дерново-подзолистых почвах

Центрального Нечерноземья в 2013–2015 гг.

1. Контроль, без обработки гербицидами и регулятором роста
2. Аккурат Экстра, ВДГ – 0,035 кг/га
3. Эстерон, КЭ – 0,8 л/га
4. Секатор Турбо, МД – 0,075 л/га
5. Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ (0,02 кг/га + 0,6 л/га)
6. Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ (0,05 л/га + 0,6 л/га)
7. Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК (0,02 кг/га + 0,6 л/га + 0,2 л/га)
8. Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК (0,05 л/га + 0,6 л/га + 0,2 л/га)

Опыт был заложен в 4-кратном повторении. Расположение делянок в опыте систематическое со смещением в 4 яруса. Размер делянок 2,5 м х 10 м, защита между делянками шириной 0,3 м. Общая площадь делянки 25 м², учетная – 20 м². Расстояние между ярусами составляло 2 метра. Общее количество делянок - 32.

Обработка препаратами проводилась в фазу весеннего кущения культуры ранцевым опрыскивателем Jacto-300D (расход рабочей жидкости 250–300 л/га).

В третьей главе представлены результаты исследований с 2013 по 2015 годы. Во все годы исследований проводилась оценка фотосинтетического потенциала растений пшеницы озимой сорта Немчиновская 17. В среднем за годы исследований прослеживалась положительная динамика повышения фотосинтетического потенциала в зависимости от применяемых препаратов как в отдельности, так и в баковых смесях. На вариантах опыта с обработкой препаратами по отдельности самый низкий показатель фотосинтетического потенциала отмечался на варианте с обработкой гербицидом Эстерон, КЭ и составил 2626 тыс.м² сут/га, а самый высокий отмечался на варианте с обработкой гербицидом Аккурат Экстра, ВДГ и составил 2655 тыс.м² сут/га, при показателе контроля без обработки препаратами - 2598 тыс.м² сут/га. Показатель фотосинтетического потенциала на вариантах опыта с обработкой растений баковыми смесями изучаемых препаратов в среднем за три года исследований варьировался в пределах от 2662 тыс.м² сут/га на варианте смеси Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ до 2684 тыс.м² сут/га на варианте смеси Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК (табл. 1).

Таблица 1 - Фотосинтетический потенциал растений пшеницы озимой в опыте по изучению влияния гербицидов и их баковых смесей в 2013-2015 гг., тыс.м² сут/га

№ п/п	Варианты опыта	Годы проведения исследований			
		2013 г	2014 г	2015 г	Среднее
1	Контроль	2380	2915	2499	2598
2	Аккурат Экстра, ВДГ	2433	2982	2549	2655
3	Эстерон, КЭ	2408	2957	2513	2626
4	Секатор Турбо, МД	2426	2995	2528	2650
5	Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ	2454	2974	2559	2662
6	Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ	2464	2998	2556	2673
7	Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК	2447	2999	2567	2671
8	Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК	2468	3011	2574	2684

Чистая продуктивность фотосинтеза пшеницы озимой за годы исследований приведена в таблице 2. Снижение конкуренции со стороны сорной растительности за счет действия на них гербицидных препаратов положительно сказалось на культуре. Значительное сокращение притенения и увеличение листовой поверхности позволило растениям пшеницы эффективней использовать солнечный свет. В среднем за три года исследований на вариантах с обработкой растений пшеницы препаратами по отдельности рост ЧПФ варьировался в пределах 0,25–0,48 г/м²·сут, при показателе контрольного варианта без обработки 3,57 г/м²·сут. Применение баковых смесей препаратов также позитивно отразилось на ЧПФ: на варианте Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ она составила 4,04 г/м²·сут и 4,11

г/м²·сут на варианте Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ. Добавление антистрессового регулятора роста растений Атоник Плюс, ВРК не способствовало резкому росту чистой продуктивности фотосинтеза, ЧПФ варьировалась в пределах 3,98–4,22 г/м²·сут.

Таблица 2 - Чистая продуктивность фотосинтеза пшеницы озимой в опыте по изучению влияния гербицидов и их баковых смесей в 2013–2015 гг., г/м²·сут

№ п/п	Варианты опыта	Годы проведения исследований			
		2013 г	2014 г	2015 г	Среднее
1	Контроль	3,45	3,61	3,66	3,57
2	Аккурат Экстра, ВДГ	4,08	3,90	3,81	3,93
3	Эстерон, КЭ	3,89	3,88	3,68	3,82
4	Секатор Турбо, МД	3,96	3,85	4,34	4,05
5	Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ	4,02	3,93	4,16	4,04
6	Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ	3,96	3,94	4,42	4,11
7	Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК	4,18	3,83	3,93	3,98
8	Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК	4,08	4,14	4,44	4,22

Во все годы исследования перед обработкой опытных делянок нами проводился учет двудольных сорных растений. В 2013 году исходная засоренность опытного участка была представлена тринадцатью видами малолетних сорных растений, относящихся к 10-ми семействам. Распределение сорного компонента по вариантам опыта было неравномерным и колебалось от 60 шт/м² до 73 шт/м². В 2014 году исходная засоренность опытного участка была представлена восемью видами малолетних сорных растений, относящихся к 8-ми семействам. Распределение сорного компонента по вариантам опыта также было неравномерным и колебалось от 57 шт/м² до 75 шт/м². В 2015 году исходная засоренность опытного участка варьировалась от 123 шт/м² до 145 шт/м², которая была представлена десятью видами малолетних сорных растений, относящихся к семи семействам.

Наиболее часто встречаемыми в посевах пшеницы озимой в 2013–2015 гг были следующие двудольные сорные растения: зимующие - пастушья сумка обыкновенная - *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (семейство Капустные *Brassicaceae* Burnett (*Cruciferae* Juss.)) и трехреберник непахучий - *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip. (семейство Астровые (Сложноцветные) *Asteraceae* Dumort.); яровые ранние - фиалка полевая - *Viola arvensis* Murr. (семейство Фиалковые *Violaceae* Batsch), пикульник обыкновенный - *Galeopsis tetrahit* L. (семейство Яснотковые *Lamiaceae* Lindl.) и горец птичий - *Polygonum aviculare* L. (семейство Гречишные *Polygonaceae* Juss), марь белая - *Chenopodium album* L. (семейство Маревые *Chenopodiaceae* Vent.), торица полевая - *Spergula arvensis* L. (семейство Гвоздичные *Caryophyllaceae* Juss.), редька дикая - *Raphanus raphanistrum* L. (Семейство Капустные *Brassicaceae* Burnett), ярутка полевая - *Thlaspi arvense* L.

(Семейство Капустные *Brassicaceae* Burnett). В меньшей мере встречались сорные растения семейства Мареновые *Rubiaceae* Juss.

Обработка посевов пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 гербицидами и их баковыми смесями позволила эффективно очистить посевы от сорных растений. На рисунке 1 отражена динамика снижения количества сорных растений на вариантах опыта по годам.

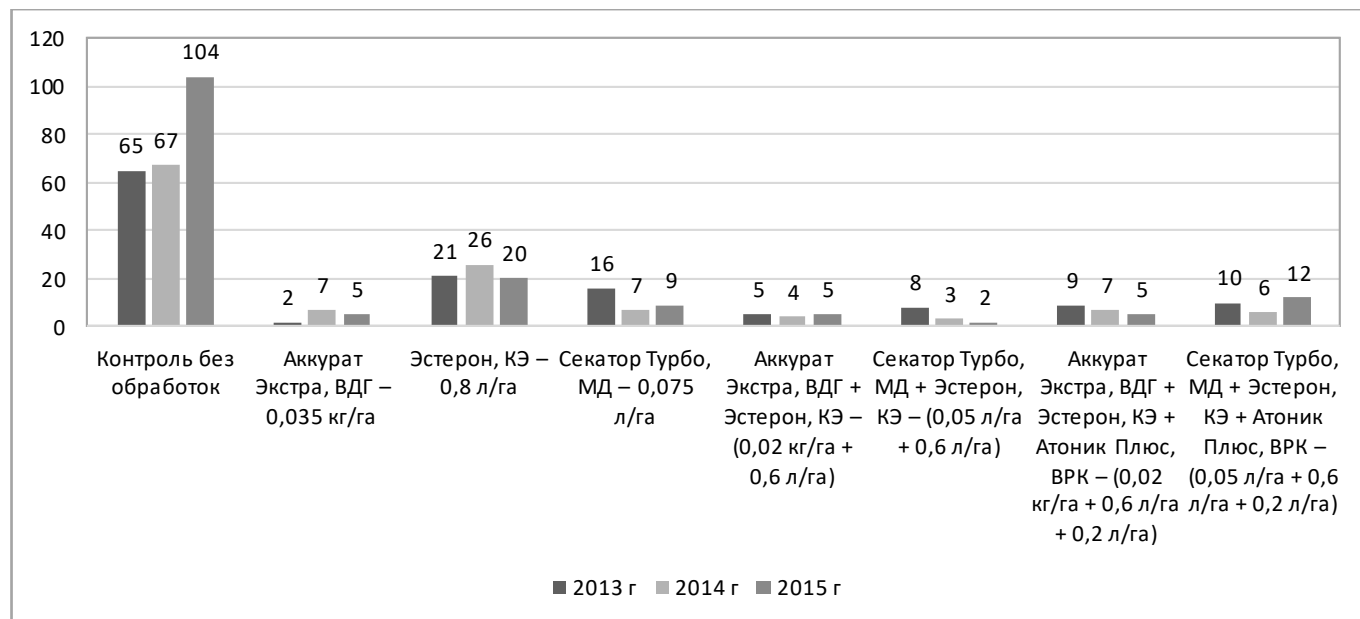


Рисунок 1 – Общее количество сорных растений после применения гербицидов в посевах пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 в 2013, 2014 и 2015 годах, шт/м².

В среднем за годы исследований наибольшую эффективность в посевах культуры показали два гербицида: Аккурат Экстра, ВДГ в дозе применения 0,035 кг/га с биологической эффективностью 93,7% и Секатор Турбо, МД в дозе применения 0,075 л/га с биологической эффективностью 86,6%, хозяйственная эффективность на этих вариантах достигла 112,3 и 115,7% соответственно.

Гербицид Эстерон, КЭ в дозе применения 0,8 л/га показал самую низкую биологическую эффективность – 70,0%, что в первую очередь связано с произрастанием в посевах пшеницы относительно устойчивых сорных растений к производным 2,4-Д: трехреберника непахучего, подмаренника цепкого и др. В результате этого в среднем за три года на данном варианте была получена самая низкая хозяйственная эффективность – 106,8%.

Совместное применение препаратов на основе сульфонилмочевин и производных 2,4-Д за годы исследований показало высокую эффективность в части подавления сорной растительности. При применении баковой смеси гербицидов Аккурат Экстра, ВДГ в дозе 0,02 кг/га и Эстерон, КЭ в дозе 0,6 л/га биологическая эффективность составила 93,5%, хозяйственная эффективность - 116,5%, баковая смесь препаратов Секатор Турбо, МД в дозе 0,05 л/га и Эстерон, КЭ в дозе 0,6 л/га

так же показала высокую биологическую эффективность – 94,0% и хозяйственную эффективность – 116,5%.

Добавление антистрессового регулятора роста растений Атоник Плюс, ВРК в дозе 0,2 л/га в баковые смеси гербицидов в среднем за годы исследований не оказывало влияния на биологическую эффективность смесей, она варьировалась в пределах 86,8 - 90,5%, хозяйственная эффективность при этом варьировалась в пределах 112,0 - 119,0% (табл. 3).

Таблица 3 – Эффективность гербицидов и их баковых смесей в посевах пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 в среднем за 2013–2015 годы исследований.

№ п/п	Показатель	Исходная засоренность, шт/м ²	Кол-во сорных растений после обработки, шт/м ²	Биологическая эффективность, %	Воздушная масса сорных растений, г	Снижение воздушной массы в % к контролю	Хозяйственная эффективность, %
Вариант							
1	Контроль без обработок	94	79	-	200,80	-	-
2	Аккурат Экстра, ВДГ – 0,035 кг/га	88	5	93,7	5,01	97,5	112,3
3	Эстерон, КЭ – 0,8 л/га	89	22	70,0	28,57	85,8	106,8
4	Секатор Турбо, МД – 0,075 л/га	95	11	86,6	10,47	94,8	115,7
5	Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ – (0,02 кг/га + 0,6 л/га)	86	5	93,5	6,10	97,0	116,5
6	Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ – (0,05 л/га + 0,6 л/га)	87	4	94,0	3,40	98,3	116,5
7	Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК – (0,02 кг/га + 0,6 л/га + 0,2 л/га)	88	7	90,5	3,01	98,5	112,0
8	Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК – (0,05 л/га + 0,6 л/га + 0,2 л/га)	85	9	86,8	8,40	95,8	119,0

Исследуемые в опыте гербициды обладают системным действием, легко проникают через листовую пластинку в растения, свободно перемещаются по ксилеме и флоэме, накапливаясь в точках роста. Для изучения влияния препаратов и их баковых смесей на ростовые процессы растений пшеницы нами были проведены замеры высоты стеблестоя, а также длина колоса. На рисунке 2 представлена высота растений пшеницы в среднем за 3 года.

В среднем за годы исследований наименьший показатель в 77,3 см отмечался на варианте с обработкой препаратом Эстерон, КЭ в дозе 0,8 л/га, при среднем показателе контроля – 82,8 см. На вариантах с пестицидами Аккурат Экстра, ВДГ с

дозой 35 г/га и Секатор Турбо, МД с дозой 0,075 л/га высота растений в среднем за три года составила 78,2 см и 79,4 см соответственно. Длина стеблей растений на варианте с обработкой баковой смесью препаратов Аккурат Экстра, ВДГ в дозе 20 г/га + Эстерон, КЭ в дозе 0,6 л/га на 0,6 см превышала показатель контрольного варианта без обработки, а на варианте баковой смеси препаратов Секатор Турбо, МД в дозе 0,05 л/га + Эстерон, КЭ в дозе 0,6 л/га превышала показатель контроля на 0,9 см. Добавление антистрессового регулятора роста растений в баковые смеси гербицидов в среднем за три года не оказало существенного влияния на рост стеблей пшеницы озимой сорта.

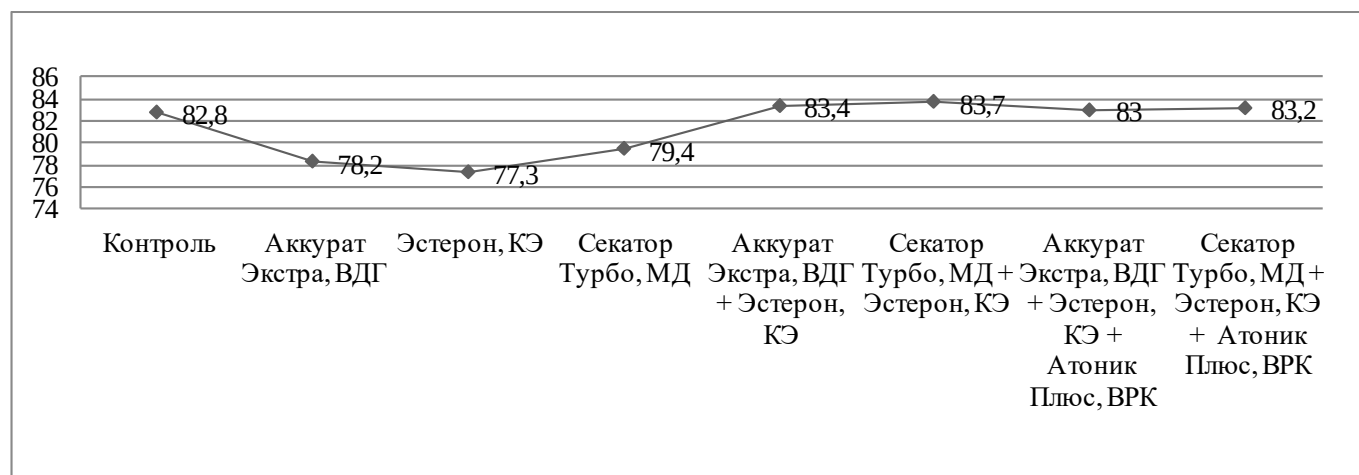


Рисунок 2 - Высота растений пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 перед уборкой культуры в среднем за годы исследований (2013-2015 гг), см

Наблюдения за параметрами колоса пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 показали, что в среднем за три года на вариантах применения гербицидов по отдельности в максимально рекомендованных дозах длина колоса варьировалась в пределах 8,2-8,3 см, при аналогичном показателе контрольного варианта без обработки – 8,5 см (рис.3).

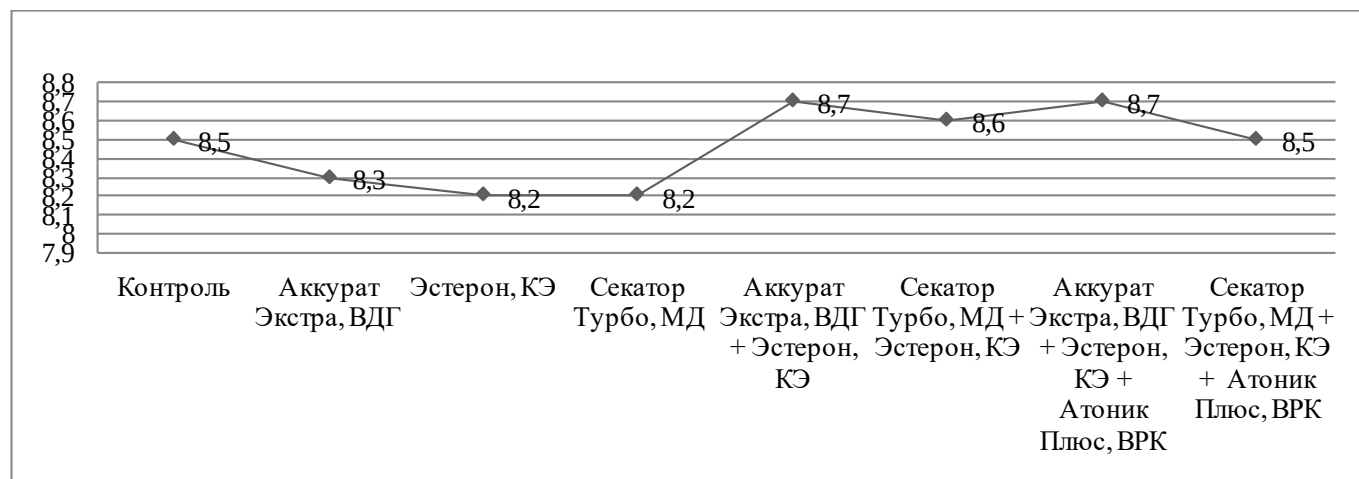


Рисунок 3 – Длина колоса пшеницы озимой Немчиновская 17 перед уборкой культуры в среднем за годы исследований (2013-2015 гг), см

Обработка баковой смесью гербицидов Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ в среднем за годы исследований позволила сформировать пшенице озимой колос длиной 8,7 см, а на варианте с баковой смесью Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ длина колоса составляла 8,6 см. Добавление в баковые смеси регулятора роста Атоник Плюс, ВР в дозе 0,2 л/га не способствовало увеличению длины колоса (рис. 3).

Полученные данные биометрических показателей растений пшеницы озимой позволяют сделать вывод, что, несмотря на небольшое угнетение линейного роста культуры, изучаемые препараты не оказывали негативного влияния на генеративные органы и позволили культуре заложить колос, не уступающий по своим параметрам колосу контрольного варианта без обработок.

Одним из важнейших параметров для определения степени влияния применяемых препаратов на культуру является такой показатель, как структура урожая. Она определяется путем отбора проб растений с 1 м² с последующим их разбором на структурные элементы: количество растений, количество стеблей (общих и продуктивных), определение средней длины колоса, его озернённости, массы зерна с колоса, а также массы 1000 зёрен. Данные параметры также позволяют провести оценку биологической урожайности до уборки культуры.

Таблица 4 - Структурные показатели пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 перед уборкой культуры в среднем за годы исследований (2013–2015 гг.).

№ варианта	Варианты опыта	Количество растений, шт/м ²	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Продуктивная кустистость	Количество зёрен в колосе, шт	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зёрен, г
1	Контроль	236	411	1,7	32	1,36	43,0
2	Аккурат Экстра, ВДГ	248	424	1,7	34	1,55	45,6
3	Эстерон, КЭ	242	397	1,6	33	1,50	45,4
4	Секатор Турбо, МД	234	424	1,8	34	1,58	45,9
5	Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ	227	412	1,8	35	1,62	46,7
6	Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ	239	420	1,8	35	1,64	46,7
7	Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК	237	416	1,8	34	1,61	46,9
8	Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК	251	438	1,7	35	1,63	46,7

В таблице 4 представлены усредненные по годам структурные показатели. Обработка вегетирующих растений пшеницы озимой в фазе весеннего кущения

гербицидными препаратами как в отдельности, так и в баковых смесях не оказывала негативного влияния на структурные показатели культуры. Продуктивная кустиность была на уровне или несколько ниже показателя контрольного варианта (1,7) и варьировалась в пределах 1,6–1,8. На вариантах с обработкой гербицидами растения пшеницы озимой сформировали более мощный колос с крупным выполненным зерном. Особенно явно это было выражено на вариантах с применением баковых смесей препаратов Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ и Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ и вариантах, где к данным смесям добавляли антистрессовый регулятор роста растений – Атоник Плюс, ВРК.

Используя данные снопового анализа нами была рассчитана биологическая урожайность культуры. В среднем за три года испытаний на вариантах применения испытуемых препаратов по отдельности наименьшая урожайность на корню отмечалась на варианте Эстерон, КЭ в дозе 0,8 л/га и составила 5,96 т/га, при контрольном варианте без обработки – 5,62 т/га (рис. 4).

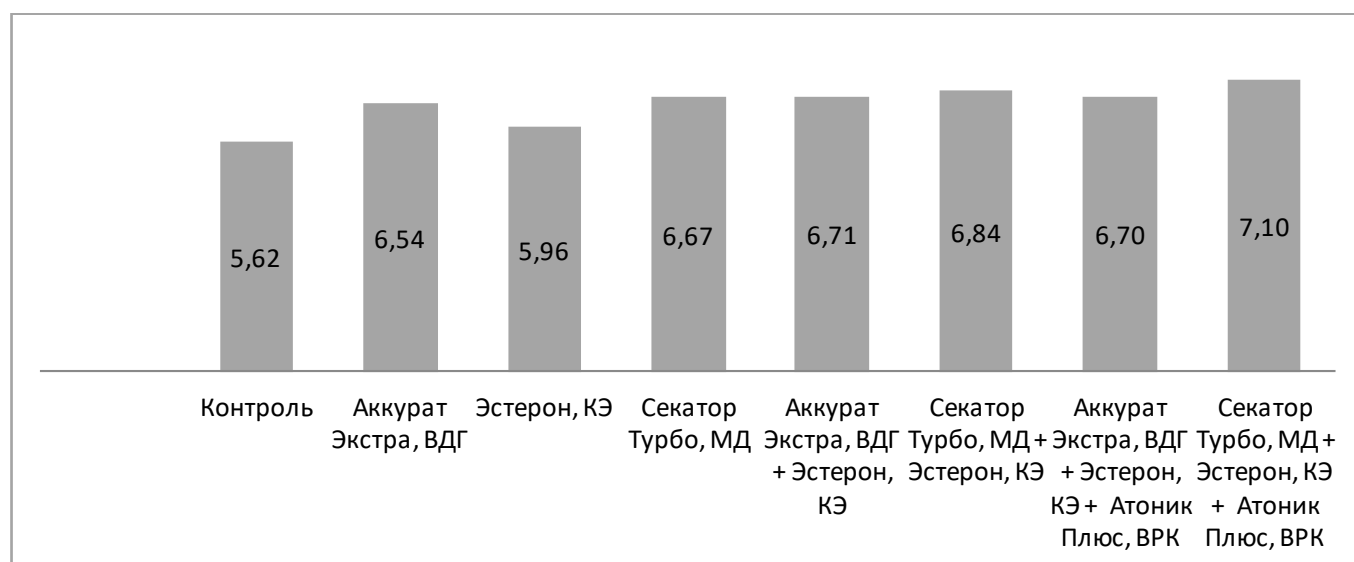


Рисунок 4 - Биологическая урожайность пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 в среднем за годы исследований (2013–2015 гг), т/га

Обработка гербицидами Аккурат Экстра, ВДГ в дозе 0,035 кг/га и Секатор Турбо, МД в дозе 0,075 л/га позволила пшенице озимой сформировать на корню 6,54 и 6,67 т/га соответственно. Применение изучаемых препаратов в баковых смесях показали хороший результат в формировании потенциального урожая на корню. Так на варианте Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ биологическая урожайность достигала 6,71 т/га, а на варианте Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ – 6,84 т/га. В среднем за три года отмечалось увеличение биологической урожайности на вариантах с добавлением в баковые смеси антистрессового регулятора роста растений Атоник Плюс, ВРК в дозе 0,2 л/га – от 6,70 до 7,10 т/га.

Урожайность культуры является одним из основных показателей эффективности проведенного исследования. Количество полученного с поля зерна зависит не только от агроклиматических условий вегетационного года, уровня

плодородия почвы, пораженности посевов вредителями и болезнями, конкуренции сорных растений в агрофитоценозе, но и влияния применяемых пестицидов.

В агрометеорологических условиях 2013–2015 годов наблюдалась положительная динамика в увеличении урожайности зерна пшеницы озимой сорта Немчиновская 17. Это говорит о том, что применяемые препараты не только эффективно подавляли сорную растительность в посевах культуры, позволяя ей в полной мере использовать природные ресурсы для роста и развития, но и не оказывали токсического воздействия на неё (табл. 5).

Таблица 5 - Урожайность зерна пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 в 2013–2015 гг.

Наименование варианта	Урожайность, т/га			Средняя урожайность за 2013–2015 гг.
	2013 г	2014 г	2015 г	
Контроль	4,56	6,18	5,08	5,27
Аккурат Экстра, ВДГ	5,36	6,76	5,65	5,92
Эстерон, КЭ	4,94	6,60	5,35	5,63
Секатор Турбо, МД	5,28	6,59	6,42	6,10
Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ	5,48	6,71	6,23	6,14
Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ	5,33	6,68	6,42	6,14
Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК	5,39	6,53	5,77	5,90
Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК	5,38	7,09	6,35	6,27
НСР _{0,05} , т/га	0,22	0,24	0,30	-

Наименьшая урожайность зерна культуры была получена на варианте с применением гербицида Эстерон, МД в дозе 0,8 л/га и составила 5,63 т/га при контрольном варианте с показателем 5,27 т/га. Такой результат обусловлен в первую очередь тем, что в посевах пшеницы озимой оставались сорные растения, проявляющие устойчивость к производным 2,4-Д, такие как фиалка полевая, пикульник обыкновенный, подмаренник цепкий, трехреберник непахучий и т.п. Применение препаратов на основе сульфонилмочевин эффективно подавляли сорные растения, устойчивые к производным 2,4-Д, тем самым было значительно снижено негативное влияние со стороны сорной растительности на культуру.

Совместное применение в баковой смеси препаратов на основе сульфонилмочевин и производных 2,4-Д с пониженной нормой расхода на 1 га в посевах пшеницы озимой в среднем за три года показали хороший результат, урожайность на вариантах применения смеси Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ и

Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ была 6,14 т/га. Прибавка была обусловлена более широким охватом подавляемых сорных растений данными баковыми смесями. Стоит отметить, что в среднем за годы исследований прибавка зерна на вариантах баковых смесей с добавлением антистрессового регулятора роста растений Атоник Плюс, ВРК не была существенной или вообще не наблюдалась. Так на варианте с Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК урожайность составляла 5,90 т/га, что на 0,24 т/га ниже аналогичного варианта без применения регулятора роста растений, на варианте с Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК урожайность составила 6,27 т/га, что на 0,13 т/га превышало показатель аналогичного варианта без регулятора роста растений.

На рисунке 5 представлены основные показатели качества зерна пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 в среднем за годы исследований. Применение изучаемых гербицидных препаратов не оказывало негативного влияния на содержание в зерне белка и клейковины. Количество белка на испытуемых вариантах варьировалось от 12,89 до 13,67%, при контроле 12,68%, количество клейковины варьировалось в пределах 25,07–27,37%, при контроле 24,63%.

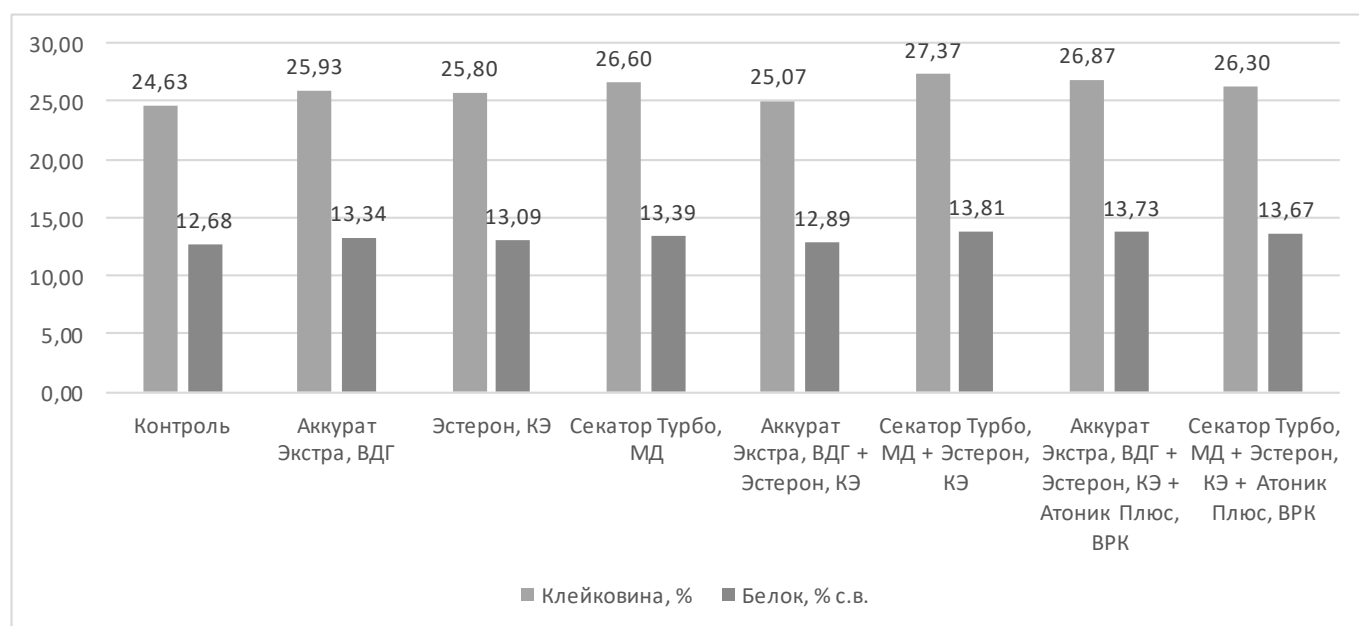


Рисунок 5 - Качественные показатели зерна пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 в среднем за годы исследований (2013–2015 гг), %.

В нашем опыте также была дана оценка эффективности применения гербицидных препаратов и их баковых смесей на посевах пшеницы озимой. Сокращение сорного компонента на опытных делянках позволило получить прибавку урожайности зерна на всех вариантах опыта. Для определения наиболее экономически оправданной схемы защиты посевов культуры от сорных растений в среднем за три года была оценена себестоимость полученной продукции, а также затраты на её производство, чистый доход полученный с 1 га сельхозугодий и рентабельность.

По результатам оценки экономических показателей в среднем за три года на вариантах с обработкой гербицидными препаратами по отдельности наибольшая рентабельность наблюдалась на варианте с Аккурат Экстра, ВДГ и Секатор Турбо, МД и составила 121,4 и 127,3% соответственно, вариант с Эстерон, КЭ показал рентабельность 109,3%. Препараты на основе сульфонилмочевин по ценовой политике значительно дороже препаратов на основе 2,4-Д, но за счет малых норм применения на 1 гектар достаточно конкурентоспособны. Кроме того сульфонилмочевины охватывают больший спектр сорных растений, что в свою очередь позволяет получить дополнительный объем продукции, компенсирующий расходы на приобретение препаратов (табл. 6).

Таблица 6 - Экономическая эффективность применения гербицидов и их баковых смесей в посевах озимой пшеницы сорта Немчиновская 17 в среднем за годы исследований (2013–2015 гг.).

Показатель Вариант	Урожай ность, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Затраты, руб./га	Себесто имость, руб./га	Чистый доход, руб./га	Рента бельность, %
Контроль	5,27	36890	18500	3510	18390	99,4
Аккурат Экстра, ВДГ	5,92	41440	18720	3162	22720	121,4
Эстерон, КЭ	5,63	39410	18823	3343	20587	109,3
Секатор Турбо, МД	6,10	42700	18784	3079	23916	127,3
Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ	6,14	42980	18868	3073	24112	127,8
Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ	6,14	42980	18931	3083	24049	127,0
Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК	5,90	41300	20048	3398	21252	106,0
Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК	6,27	43890	20111	3207	23779	118,2

Стоит отметить, что баковые смеси препаратов Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ и Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ по своей рентабельности почти не отличались друг от друга – 127,8 и 127,0% соответственно, а добавление в эти баковые смеси регулятора роста растений не способствовало окупаемости затрат. Так вариант с баковой смесью Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК в среднем за три года показал рентабельность 106,0 %, а вариант Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК показал рентабельность 118,2 %. Такая низкая рентабельность обусловлена в первую очередь высокой стоимостью регулятора роста растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных в 2013–2015 гг. исследований по изучению влияния гербицидных препаратов и их баковых смесей в сочетании с антистрессовым регулятором роста растений на рост и развитие растений пшеницы

озимой сорта Немчиновская 17 в условиях Нечерноземной зоны России можно сделать следующие выводы:

1. Применение гербицидных препаратов в посевах пшеницы озимой весной в фазу кущения способствовало эффективному подавлению таких двудольных сорных растений как пастушья сумка, подмаренник цепкий, пикульник обыкновенный, марь белая, трехреберник непахучий, редька дикая.

2. Обработка растений культуры препаратами на основе сульфонилмочевин и производных 2,4-Д в максимально рекомендованных нормах, а также их совместное применение при уменьшении норм, не оказала негативного действия как на вегетативные органы пшеницы озимой, так и на репродуктивные органы. Несмотря на то, что на вариантах с обработкой гербицидами Аккурат Экстра, ВДГ в дозе 0,035 кг/га, Секатор Турбо, МД в дозе 0,075 л/га и Эстерон, КЭ в дозе 0,8 л/га наблюдалось небольшое угнетение линейного роста растений культуры, это не сказалось на количестве и качестве полученного зерна.

3. Высокую биологическую эффективность в борьбе с комплексом двудольных сорных растений в посевах пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 в условиях Нечерноземной зоны России показали препараты Аккурат Экстра, ВДГ в дозе применения 0,035 кг/га (93,7 %) и Секатор Турбо, МД в дозе 0,075 л/га (86,6 %), а так же баковые смеси этих препаратов с гербицидом Эстерон, КЭ, биологическая эффективность при этом достигала максимального значения до 94 %.

4. Высокая хозяйственная эффективность за годы исследований отмечалась как на вариантах с применением гербицидов Аккурат Экстра, ВДГ в дозе 0,035 кг/га и Секатор Турбо, МД в дозе 0,075 л/га – 112,3 и 115,7 % соответственно, так и при совместном внесении этих препаратов с Эстерон, КЭ, хозяйственная эффективность при этом достигала 116,5 % на обоих вариантах.

5. Наибольшая урожайность в среднем за годы исследований была нами получена на варианте применения баковой смеси Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ + Атоник Плюс, ВРК в дозах 0,05 л/га, 0,6 л/га и 0,2 л/га соответственно – 6,27 т/га, однако рентабельность данной баковой смеси составляла всего 118,2 %, что на 8,8 % ниже аналогичного показателя с вариантом смеси препаратов Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ в дозах 0,05 л/га, 0,6 л/га соответственно. Низкая рентабельность смеси обусловлена высокой стоимостью регулятора роста растений Атоник Плюс, ВРК, что ставит под сомнение целесообразность его использования с данными гербицидными препаратами.

6. По результатам биохимического анализа зерна все испытываемые препараты не оказали негативного воздействия на его качественные показатели. В среднем за годы исследований количество белка на вариантах с обработкой гербицидами варьировалось от 13,09 до 13,81 % с.в. при аналогичном показателе контрольного варианта – 12,68 % с.в, количество клейковины варьировалось в пределах 25,07–27,37 % при показателе контроля 24,63 %. Стоит отметить, что антистрессовый регулятор роста растений Атоник Плюс, ВРК не оказывал значительного влияния на качественные показатели зерна.

Рекомендации производству

При возделывании пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 в условиях Нечерноземной зоны России для эффективной борьбы с сорной растительностью,

представленной двудольными сорными растениями, такими как пастушья сумка, трехреберник непахучий, фиалка полевая, пикульник обыкновенный, горец птичий, марь белая, торица полевая, редька дикая, ярутка полевая, целесообразна обработка растений в фазу весеннего кущения гербицидными препаратами на основе сульфонилмочевин – Аккурат Экстра, ВДГ в дозе 0,035 кг/га и Секатор Турбо, МД в дозе 0,075 л/га.

Для предотвращения возникновения резистентности со стороны сорного компонента, а также для снижения пестицидной нагрузки, целесообразна обработка растений пшеницы в фазу весеннего кущения баковыми смесями препаратов на основе сульфонилмочевин и 2,4-Д: Аккурат Экстра, ВДГ + Эстерон, КЭ в дозах 0,02кг/га + 0,6 л/га и Секатор Турбо, МД + Эстерон, КЭ в дозах 0,05 л/га + 0,6 л/га.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи и журналы, рекомендованные ВАК Минобрнауки РФ

1. Цымбалова В.А. Влияние гербицидов на почвенные микроорганизмы при разных фонах минерального питания / Гафуров Р.М., Митрофанов Э.В., Коршунов А.П., Цымбалова В.А., Тучкина Ю.В. // Агрохимический вестник. 2016. № 6. С. 50–52.
2. Цымбалова В.А. Влияние гербицидов на продуктивность озимой пшеницы. / Воронов С.И., Плескачëв Ю. Н., Калабашкина Е.В., Цымбалова В.А. // Проблемы развития АПК региона №2 (54). 2023 г. С.40-44.
3. Цымбалова В.А. Борьба с сорной растительностью в посевах озимой пшеницы / Воронов С.И., Плескачëв Ю.Н., Калабашкина Е.В., Цымбалова В.А. // Проблемы развития АПК региона №3 (55). 2023 г. С.44-49.

Статьи в журналах, тематических сборниках и материалах конференций

4. Цымбалова В.А. Экономическая эффективность опрыскивания гербицидами посевов зимой пшеницы сорта Немчиновская 17 / Калабашкина Е.В., Абрамкина Л.П., Ульдина С.В., Цымбалова В.А., Меднов А.В., Ручков Е.Р., Иванушенков И.А., Яшина Н.А., Мавлютова Л.И. // Вестник Тувинского государственного университета. №2 Естественные и сельскохозяйственные науки. 2020. № 2 (61). С. 49–59.
5. Цымбалова В.А. Эффективность гербицидов и их баковых смесей в посевах пшеницы озимой / Калабашкина Е.В., Говоркова С.Б., Абрамкина Л.П., Меднов А.В., Цымбалова В.А., Ульдина С.В., Ручков Е.Р., Иванушенков И.А., Яшина Н.А., Мавлютова Л.И., Коршунов А.П. // Вестник Тувинского государственного университета. №2 Естественные и сельскохозяйственные науки. 2020. № 3 (65). С. 27–39.
6. Цымбалова В.А. Влияние гербицидов нового поколения и их баковых смесей с регулятором роста растений на засоренность посевов пшеницы озимой / Гафуров Р.М., Цымбалова В.А., Тучкина Ю.В., Пивкин А.Ю. // Перспективы использования новых форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Материалы докладов участников

8-ой конференции "Анапа-2014". Под редакцией В.Г. Сычева; составители: Шаповал О.А., Вережкина Т.М., Можарова И.П., Бражникова Н.В., г. Анапа, 2014. С. 86–88.

7. Цымбалова В.А. Влияние регулятора роста растений агростимулин на показатели продуктивности и качества пшеницы озимой в условиях центрального Нечерноземья // Гафуров Р.М., Цымбалова В.А., Тучкина Ю.В., Коршунов А.А. // Перспективы использования новых форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Материалы докладов участников 8-ой конференции "Анапа-2014". Под редакцией В.Г. Сычева; составители: Шаповал О.А., Вережкина Т.М., Можарова И.П., Бражникова Н.В..г.Анапа, 2014. С. 89–91.