

Бабушкин Денис Дмитриевич

Агrobiологическое обоснование химической защиты кукурузы на зерно от сорной растительности в условиях степи Нижнего Поволжья

Специальность 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение,
защита и карантин растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

Научный руководитель –

Еськов Иван Дмитриевич
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Официальные оппоненты:

Виноградов Дмитрий Валерьевич, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», заведующий кафедрой агрономии и защиты растений
Никольский Александр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», доцент кафедры агрономии и ландшафтной архитектуры

Ведущая организация –

ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2026 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета 35.2.035.05, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина, зд. 4, стр. 3.

E-mail: dissovet01@vavilovsar.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Вавиловский университет»

Ученый секретарь
диссертационного совета

И.С. Полетаев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В агропромышленном комплексе Нижнего Поволжья кукуруза занимает одну из ведущих позиций среди значимых сельскохозяйственных культур. Однако, успешное выращивание этой культуры сопряжено с рядом существенных рисков, среди которых наиболее критичным является высокая степень засоренности посевов.

В рамках современных интенсивных агротехнологий, химический контроль над сорной растительностью, наряду с применением агротехнических приемов, является широко распространенным методом. Данный подход подразумевает рациональное и экологически безопасное использование гербицидов, что обусловлено его экономической целесообразностью.

Высокое видовое разнообразие и специфические биологические характеристики сорных растений, произрастающие в агроценозе кукурузы, усложняют разработку и внедрение мероприятий по борьбе с ними. Кукуруза может демонстрировать выраженную чувствительность к гербицидам из различных химических классов, особенно, начиная с стадии 5-7 листьев, что негативно отражается на формировании урожая зерна и его качестве. Это обуславливает необходимость применения дифференцированных стратегий выбора гербицидных препаратов в зависимости от сорта и гибрида кукурузы.

В последние годы в регионе наблюдается не только привычное распространение сорняков, но и заметное увеличение их видового разнообразия. В связи с этим, для каждого гибрида кукурузы требуется разработка индивидуальных стратегий применения гербицидов, направленных на максимальную их эффективность в условия региона возделывания. Данный аспект является ключевым для определения актуальности проводимых исследований.

Степень её разработанности. Исследования по выращиванию зерновой кукурузы и увеличению её урожайности проводились такими учеными, как Дружкиным А.Ф. (2004), Беляевой А.А. (2003), Семиной С.А. (2016, 2017, 2020, 2023), Солодовниковым А.П. (2017), Кошелевой И.К. (2018), Будариной В.С. (2025). Изучением видового состава и контролем его динамики численности при химических обработках сельскохозяйственных культур изучались Стрижковым Н.И. (2007), Даулетовым М.А. (2007), Казаковым Г.В. (2007), Андриевской Л.П. и Бородиной Н.Н. (2019), Захаровым В.Н. и др. (2009). Такими учеными как Костюк А.В. (2020, 2022), Кузнецова С.В. (2021-2022), Левшаков Л.В. (2023) Филипенко А.В. (2024) установлено, что кукуруза может демонстрировать выраженную чувствительность к гербицидам, что влечет за собой снижение её продуктивности и качества зерна. Изучением показателей продуктивности кукурузы при химической защите её посевов занимались Березов Т.А. (2021-2024), Носов С.С. (2015), Корнева О.Г. (2015), Кузнецова С.В. (2021), Доронина О.М. (2009-2013), Багринцева (2022). Многие ученые подтвердили региональные особенности видового состава сорных растений в агроценозах, а также его снижение при химической защите. Но несмотря на

давнее возделывание кукурузы на зерно в условиях степи Нижнего Поволжья, по-прежнему недостаточно данных по вопросам подбора гибридов при химической защите посевов кукурузы в регионе. Это и послужило основанием для выбора направления, цели и задач данного диссертационного исследования.

Цели и задачи.

Целью научных исследований было оценить эффективность применения гербицидов для повышения урожайности и качества зерна кукурузы в степи Нижнего Поволжья.

В задачи исследований входило:

- установить видовой состав и динамику численности сорной флоры в агроценозе кукурузы, выращиваемую на зерно в степи Нижнего Поволжья;
- изучить гербицидную активность препаратов, применяемых для защиты кукурузы на зерно, в борьбе с основным спектром сорняков;
- определить потенциальную урожайность гибридов кукурузы, выращиваемых на зерно, на фоне применения гербицидов;
- выполнить исследования по установлению морфометрических показателей гибридов кукурузы в системе защитных мероприятий, направленных на подавление сорной растительности;
- провести биохимический анализ зерна гибридов кукурузы на фоне использования гербицидов, применяемых с целью устранения конкуренции со стороны сорных растений;
- обосновать экономическую целесообразность использования гербицидов в посевах кукурузы на зерно, применяемых для снижения плотности сорняков до хозяйственно неощутимого уровня.

Научная новизна. Проведено определение видового состава сорных растений и показана биологическая эффективность гербицидов в снижении их численности на посевах гибридов кукурузы селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»; впервые дана оценка гербицидной активности препаратов, применяемых для снижения засоренности посевов культуры, на морфометрические показатели и урожайность гибридов кукурузы; установлен биохимический состав зерна гибридов кукурузы на фоне использования гербицидов.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате исследований установлено, что в посевах кукурузы в условиях Нижнего Поволжья преобладали Мятликовые, Амарантовые, а также многолетние корнеотпрысковые сорняки (Астровые, Вьюнковые), что говорит о том, что стратегия и тактика защитных мероприятий должна быть направлена именно на эти группы сорняков. В опыте регламентируемое применение препарата Ранголи-Тиран, ВДГ способствовало получению урожайности зерна кукурузы у гибрида ЮВ 170-41 (4,63 т/га), при этом прибавка к контрольному варианту по гибриду составила 2,2 т/га, также данный показатель превзошел значение стандарта на 0,44 т/га, уровень рентабельности составил 96,9%.

Методология и методы исследований. В основе методологии исследования лежит комплексный анализ отечественной и зарубежной научной

литературы по проблематике, а также постановка цели, определение задач и формирование программы исследований. Исследовательская деятельность включала применение полевых опытов, учетных и наблюдательных мероприятий, лабораторных анализов, а также статистической и математической обработки полученных результатов. Экспериментальные данные представлены в диссертации в цифровом, текстовом и графическом форматах.

Положения, выносимые на защиту:

- динамика видового состава и показатели обилия сорных растений на фоне использования гербицидов из разных химических классов в условиях Нижнего Поволжья;
- биологическая и хозяйственная эффективность применяемых гербицидов в подавлении сорной растительности в посевах гибридов кукурузы, выращиваемых на зерно;
- урожайность зерна гибридов кукурузы при гербицидных обработках для сдерживания сорных растений;
- особенности морфометрических показатели гибридов кукурузы, возделываемых на зерно, на фоне применения гербицидов для борьбы с сорняками;
- изменения биохимического состава зерна гибридов кукурузы, при использовании гербицидов для борьбы с сорняками встречающихся в этой культуры;
- экономическая целесообразность применения гербицидов при защите посевов кукурузы от сорняков, обеспечивающих рентабельность производства зерна.

Степень достоверности результатов подтверждена комплексным подходом, включающим многолетние исследования, достаточный объем экспериментальных данных, собранных и проанализированных согласно общепринятым методикам и статистическими обработками, а также их апробацию в виде публикаций в рецензируемых ВАК изданиях.

Апробация результатов. Информация о проведенных исследованиях была широко распространена через доклады на научных мероприятиях различного уровня. В частности, она была представлена на Международной научно-практической конференции, посвященной 136-138-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова (Саратов, 2023-2025); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата» (Саратов, 2023-2025); Национальной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Г.К. Мейстера (Саратов, 2023); а также на Национальной научно-практической конференции «молодых ученых и специалистов на иностранных языках» (Воронеж, 2023).

Публикации. На базе диссертационного исследования было опубликовано 13 научных трудов, из которых 3 статьи в журналах, рецензируемых ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, предложения производству, списка литературы и приложений. Общий объем составляет 193 страницы. Экспериментальные данные представлены в виде 41 таблиц и 18 рисунков, 36 приложений. Список литературы включает 196 публикаций, в т.ч. 12 – иностранных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Условия, материал и методика проведения исследований. Стационарные полевые опыты по изучению эффективности применения препаратов проводились в 2023-2025 гг. на опытном поле Федерального государственного бюджетного научного учреждения РосНИИСК «Россорго», расположенном в южной правобережной микронеоне Саратовской области РФ.

Почва опытного поля ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» представляет собой слабовыщелоченный маломощный тяжелосуглинистый чернозем южный с низким содержанием гумуса. Параметры пахотного слоя почвы опытного поля: содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,5...4,2%, гидролизуемого азота – 10...15 мг, подвижного фосфора – 2,0...12,0 мг, подвижного калия – 210...32 мг, кальция – до 8 мг на 100 г почвы, pH в солевой вытяжке – 6,6.

Годовая сумма атмосферных осадков составляет 420...480 мм, за вегетационный период выпадает 200...250 мм осадков. Сумма активных температур выше +10°C составляет 2400...2800°C. Среднегодовая температура воздуха в черноземной степи 4,1...5,2°C.

Учетный период (2023-2025 гг.) характеризовался недостаточной влагообеспеченностью. ГТК в 2023 году составил 0,63 (средняя засушливость). Средняя температура мая была на 1,2°C выше среднего многолетнего значения, составив 16,2°C. За май выпало 36 мм осадков, что было на 7 мм меньше нормы. В течение последующих месяцев сохранялся высокий уровень засухи, за исключением июня, когда выпало 60 мм осадков, что на 15 мм больше среднего многолетнего уровня, а температура воздуха была ниже среднемноголетней на 1,1°C и выявила 18,3°C. В 2024 году ГТК составил 0,30. Сумма осадков в мае составила 5,9 мм; в июне – 56 мм, в июле – 9 мм, в августе – 12 мм, в сентябре – 0,0 мм. Среднемесячные показатели температуры воздуха июнь, июль, сентябрь были выше на 2,1-2,6°C. ГТК за 2025 год – 0,61. Сумма осадков в мае составила 53,6 мм (149% от нормы); в июне – 53,0 мм (105% от нормы), в июле – 34,9 мм (90% от нормы), в августе – 35,9 мм (144% от нормы). В сентябре выпало 4,1 мм (9% от нормы).

Схема опытов и методика исследований. Схема опыта включала в себя двухфакторный опыт:

Фактор А: гибридные формы кукурузы, селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»: Радикал(st); ЮВ 100-39; ЮВ 140-39; ЮВ 140-40; ЮВ 170-40; ЮВ 170-41; ЮВ 200-39; ЮВ 200-40.

Фактор В (гербициды):

Вариант 1 – Контроль;

Вариант 2 – Аминопелик ВР (2,4-Д (диметиламинная соль 600 г/л));

Вариант 3 – Ранголи – Тиран, ВДГ (Римсульфурон 250 г/кг);

Вариант 4 – Аминка ФЛО, КЭ ((2,4-Д (малолетучие эфиры C7-C9) 550 г/л); (Флорасулам 7,4 г/л).

Общее количество делянок 96 (рендомизированное размещение), площадь учетной делянки – 28 м^2 , повторность трехкратная.

В рамках исследований проводилась оценка засоренности посевов гибридов кукурузы количественно-весовым методом, руководствуясь методическими рекомендациями по проведению регистрационных испытаний гербицидов, составленных под редакцией Долженко В.И., 2024. Объектом исследования являлась гибридная форма ЮВ 170-41.

Фактическая урожайность зерна определялась для каждой повторности эксперимента путем ручного сбора початков со всех растений на делянке. Полученные результаты пересчитывались в единицы урожайности – тонны на гектар, массу 1000 семян – по ГОСТ 12042-80.

Наряду с урожайностью, оценивалась и хозяйственная эффективность применения гербицидов, которая рассчитывалась по отношению к необработанному контролю по формуле: $\text{Э} = \text{В}/\text{К} \cdot 100$ (Голубев А.С., 2020)

Проведена оценка морфометрических показателей гибридов кукурузы при применении гербицидов, руководствуясь методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989).

Данный материал был оценен с использованием биохимических методов в лаборатории биохимии ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Оценка биохимического состава зерна культуры проведена на инфракрасном анализаторе Spectra Star ХТ модификации 2600ХТ-1 (Unity Scientific, США) методом спектроскопирования в трехкратной повторности. Питательная ценность семян оценивается по содержанию сухого вещества, протеина, жира, золы, клетчатки, БЭВ.

Математическая обработка результатов исследований проведена методами дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием пакета прикладных программ для статистической обработки Excel, Агрос 2.09 (1999).

Изучение видового состава и динамики численности сорной растительности в посевах кукурузы

Исследование видового состава сорной растительности выявило доминирование семейства Мятликовых (*Poaceae*) в посевах на протяжении трех лет наблюдений, со средней численностью 14,9 экз./м². Семейства Амарантовых (*Amaranthaceae*), Астровых (*Asteraceae*) и Вьюнковых (*Convolvulaceae*) были представлены значительно меньшим количеством

растений, составляя в среднем 8,9 экз./м², 1,3 экз./м² и 0,7 экз./м² соответственно. При этом долевое соотношение составило: 57,4% по Мятликовым (*Poaceae*); 34,8% по Амарантовым (*Amaranthaceae*); 5,1% по Астровым (*Asteraceae*); 2,7% по Вьюнковым (*Convolvulaceae*).

Изучение эффективности применения гербицидов на снижение динамики сорных растений в посевах кукурузы

В ходе исследований влияния гербицидных обработок на фитосанитарное состояние гибридов кукурузы было установлено, что препараты по-разному воздействуют на численность сорных растений различных семейств. Корреляционный анализ также выявил сильную обратную зависимость между урожайностью гибридов кукурузы и снижении динамики численности сорняков в их посевах, коэффициент корреляции варьировал от 0,75 до 0,92, в зависимости от вида сорняков.

Результаты трехлетних исследований свидетельствуют о высокой эффективности препарата Ранголи-Тиран, ВДГ, в борьбе с Мятликовыми. Показатель эффективности данного препарата составил 85,5%, что превышает аналогичные показатели для Аминопелик, ВР (на 31,5%) и Аминка Фло, КЭ (на 43,8%). В предварительный учет, численность засоренности на опытных участках составила в среднем 12,3 экз./м². После обработки препаратом Ранголи-Тиран, численность снизилась до 1,8 экз./м², что соответствует эффективности 88,9%. Несмотря на последующее увеличение численности до 3,6 экз./м² в заключительном учете, общий показатель эффективности остался на уровне 85,5%. Это обусловлено значительным ростом численности вредителей в контрольном варианте (до 31,5 экз./м²), что нивелировало относительное увеличение численности в контроле и подтвердило стабильность действия препарата (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность препаратов против сорных растений семейства Мятликовых (2023-2025гг.)

Вариант опыта	Количество сорных растений, экз./м ²				Биологическая эффективность, %		
	1 учет	2 учет	3 учет	4 учет	2 учет	3 учет	4 учет
Вариант 1 – Контроль	15,6	20,6	27,8	31,5	–	–	–
Вариант 2 – Аминопелик, ВР	14,0	7,3	11,6	13,0	60,5	53,5	54,0
Вариант 3 – Ранголи-Тиран, ВДГ	12,3	1,8	1,9	3,6	88,9	91,3	85,5
Вариант 4 – Аминка Фло, КЭ	18,0	11,4	17,2	21,2	52,0	46,4	41,7
F _{теор} = 4,76.					–		
F _{факт} (1 учет) = 134,364*; F _{факт} (2 учет) = 1466,001*; F _{факт} (3 учет) = 2821,111*; F _{факт} (4 учет) = 2333,689*.							
НСР ₀₅ (1 учет) = 0,720; НСР ₀₅ (2 учет) = 0,715; НСР ₀₅ (3 учет) = 0,705; НСР ₀₅ (4 учет) = 0,853.							

Примечание: * достоверно превосходит F_{теор.}; **1 учет** – до обработки; **2 учет** – через 30 дней после обработки; **3 учет** – через 45 дней; **4 учет** – учет перед уборкой.

Применение гербицида Ранголи-Тиран, ВДГ, против представителей семейства Амарантовых, продемонстрировало высокую начальную эффективность 85,3%. К моменту заключительного учета этот показатель

снизились до 78,5%. Исходная численность вредителей составляла 8,4 экз./м². После обработки, во время второго учета, численность снизилась до 1,5 экз./м², а в заключительном учете составила 2,9 экз./м². По сравнению с другими препаратами, Ранголи-Тиран показал превосходство: его эффективность оказалась на 19,7% выше, чем у Аминопелика, ВР, и на 13,3% выше, чем у Аминки Фло, КЭ (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность препаратов против сорных растений семейства Амарантовых (2023-2025гг.)

Вариант опыта	Количество сорных растений, экз./м ²				Биологическая эффективность, %		
	1 учет	2 учет	3 учет	4 учет	2 учет	3 учет	4 учет
Вариант 1 – Контроль	10,2	12,4	14,6	16,4	–	–	–
Вариант 2 – Аминопелик, ВР	7,1	1,3	3,4	4,7	77,7	66,5	58,8
Вариант 3 – Ранголи-Тиран, ВДГ	8,4	1,5	1,9	2,9	85,3	84,2	78,5
Вариант 4 – Аминка Фло, КЭ	10,0	3,5	5,0	5,6	71,2	65,1	65,2
F _{теор} = 4,76.					–		
F _{факт} (1 учет) = 231,705*; F _{факт} (2 учет) = 1000,374*; F _{факт} (3 учет) = 1633,931*; F _{факт} (4 учет) = 1351,797*.							
НСР ₀₅ (1 учет) = 0,333; НСР ₀₅ (2 учет) = 0,574; НСР ₀₅ (3 учет) = 0,488; НСР ₀₅ (4 учет) = 0,574.							

В отношении Астровых, которые можно отметить как высоко вредоносные и трудноискоренимые сорные растения, наблюдалось значительное снижение эффективности применяемых препаратов к заключительному учету по сравнению с другими представителями сорной флоры. Тем не менее, во второй учет после обработки, эффективность Аминопелик, ВР и Аминка ФЛО, КЭ (100% и 82,2% соответственно) превосходила показатели Ранголи-Тиран, ВДГ. Однако к заключительному учету эффективность Ранголи-Тиран, ВДГ составила 60,8%, что на 11,3% выше, чем у Аминопелик, ВР, и на 7,6% выше, чем у Аминка Фло, КЭ (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность препаратов против сорных растений семейства Астровых (2023-2025гг.)

Вариант опыта	Количество сорных растений, экз./м ²				Биологическая эффективность, %		
	1 учет	2 учет	3 учет	4 учет	2 учет	3 учет	4 учет
Вариант 1 – Контроль	1,6	3,0	6,1	7,4	–	–	–
Вариант 2 – Аминопелик, ВР	0,7	0,0	1,4	1,4	100,0	38,8	49,5
Вариант 3 – Ранголи-Тиран, ВДГ	1,6	1,2	2,2	2,9	60,0	63,9	60,8
Вариант 4 – Аминка Фло, КЭ	1,2	0,4	2,0	2,6	82,2	56,3	53,2
F _{теор} = 4,76.					–		
F _{факт} (1 учет) = 3,980; F _{факт} (2 учет) = 27,074; F _{факт} (3 учет) = 50,187; F _{факт} (4 учет) = 35,924.							
НСР ₀₅ (1 учет) = F _ф <F _т ; НСР ₀₅ (2 учет) = 0,881; НСР ₀₅ (3 учет) = 1,051; НСР ₀₅ (4 учет) = 1,526.							

В ходе борьбы с сорняками семейства Бьюнковые все испытанные препараты показали высокую эффективность. Особо следует отметить препарат

Ранголи – Тиран, ВДГ, который продемонстрировал абсолютную эффективность (100%) на протяжении всех учетных периодов. Исходная численность сорняков составляла в среднем 0,5 экз./м², а после обработки представители данного семейства не были обнаружены (таблица 4).

Таблица 4 – Эффективность препаратов против сорных растений семейства Вьюнковых (2023-2025гг.)

Вариант опыта	Количество сорных растений, экз./м ²				Биологическая эффективность, %		
	1 учет	2 учет	3 учет	4 учет	2 учет	3 учет	4 учет
Вариант 1 – Контроль	0,2	0,3	0,4	1,0	–	–	–
Вариант 2 – Аминопелик, ВР	0,9	0,1	0,1	0,1	92,6	94,4	97,8
Вариант 3 – Ранголи-Тиран, ВДГ	0,5	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0
Вариант 4 – Аминка Фло, КЭ	1,1	0,2	0,3	0,3	87,9	86,4	94,5
F _{теор} = 4,76.					–		
F _{факт} (1 учет) = 2,256; F _{факт} (2 учет) = 4,000; F _{факт} (3 учет) = 8,059*; F _{факт} (4 учет) = 6,879*.							
НСР ₀₅ (1 учет) = Fφ<Fт; НСР ₀₅ (2 учет) = Fφ<Fт; НСР ₀₅ (3 учет) = 0,238; НСР ₀₅ (4 учет) = 0,574.							

Изучение эффективности применения гербицидов на снижение воздушно-сухой массы сорных растений в посевах кукурузы

Статистическая обработка данных зависимости урожайности от снижения воздушно-сухой массы сорных растений, показала обратную корреляционную связь высокой степени, коэффициент корреляции варьировал от 0,76 до 0,92 в зависимости от вида сорняков. Исследование воздушно-сухой массы сорняков из семейства Мятликовых, проведенное в период 2023-2025 годов, показало, что применение препарата Ранголи-Тиран, ВДГ обеспечивало наиболее значительное снижение данного показателя на всех этапах учёта. Так, во втором учётном периоде, при контрольном значении 61,7 г/м², обработка Ранголи-Тираном, ВДГ снизила массу сорняков до 8,1 г/м², что соответствует эффективности 84,9%. К заключительному учёту эффективность препарата увеличилась до 88,1%, превзойдя результаты варианта с Аминопеликом, ВР на 26,8% и варианта с Аминкой Фло, КЭ на 41,8%.

Исследование эффективности гербицидов в отношении воздушно-сухой массы сорняков семейства Амарантовых показало, что препарат Ранголи-Тиран, ВДГ, обеспечил наиболее выраженное и стабильное снижение данного показателя на протяжении всех учетных периодов, превосходя по результативности альтернативные варианты обработки. Во второй учетный период, на фоне значительного увеличения массы сорняков в контроле (с 4,1 г/м² до 106,6 г/м²), применение Ранголи-Тирана, ВДГ, привело к относительно умеренному росту (с 3,5 г/м² до 13,5 г/м²), демонстрируя эффективность 85,2%. К заключительному учёту, наименьшее значение массы сорняков данного семейства (51,6 г/м²) было зафиксировано при использовании Ранголи-Тирана, ВДГ. Разница с показателями, полученными при обработке Аминопеликом, ВР и Аминкой Фло, КЭ, составила 11,5 г/м² и 51,6 г/м² соответственно. Общая оценка эффективности Ранголи-Тирана, ВДГ, показала значимое снижение

массы на 261,3 г/м² по сравнению с контролем, что эквивалентно 80,7% эффективности.

Анализ данных по воздушно-сухой массе сорных растений семейства Астровых, собранных за годы исследований, выявил значительное преимущество препарата Аминопелик, ВР. Во втором учетном периоде обработка Аминопеликом, ВР привела к полному уничтожению сорняков данного семейства (снижение с 1,3 г/м² до 0,0 г/м², эффективность 100%), в то время как на контрольных участках наблюдался рост их массы с 2,7 г/м² до 20,7 г/м². К заключительному учету Аминопелик, ВР также обеспечил сдерживание сорных растений данного семейства, что в свою очередь способствовало сдерживанию массы до 24,3 г/м². Это значение было значительно ниже, чем при применении Ранголи-тирана, ВДГ (разница 27,0 г/м²) и Аминки Фло, КЭ (разница 15,4 г/м²). В целом, Аминопелик, ВР обеспечил существенное сокращение массы сорняков по сравнению с контролем – на 89,3 г/м²

Анализ воздействия гербицидов на воздушно-сухую массу вьюнковых сорняков выявил, что Ранголи-Тиран, ВДГ, является наиболее эффективным, так как обеспечил полное (100%) уничтожение сорняков. До его применения масса сорняков составляла 0,03 г/м², а после обработки они полностью отсутствовали. Когда на контрольном участке наблюдался значительный рост массы сорняков: с 0,01 г/м² до 0,3 г/м² к первому учету и до 4,4 г/м² к заключительному. Препарат Аминопелик, ВР, продемонстрировал высокую, но не полную эффективность (94,4-98,1%), снизив массу сорняков с 0,06 г/м² до 0,1 г/м² в начальный период и до 0,5 г/м² к заключительному учету. Аминка Фло, КЭ, также показал хорошие результаты (94,5-96,7% эффективности), поддерживая массу сорняков на уровне 0,1 г/м² во второй учет и 2,4 г/м² в заключительный, что свидетельствует о значительном подавлении их роста по сравнению с контролем.

Влияние гербицидных обработок на продуктивность зерна экспериментальных гибридов кукурузы

Анализируя трехлетние исследования, можно сделать вывод о том, что все изучаемые в опыте гербициды имели относительно высокую биологическую эффективность в снижении численности сорных растений, что способствовало повышению урожайности. Также стоит выделить, что в годы исследований показатели урожайности кукурузы были разными в зависимости как от обработок, так и от самих гибридов.

Так среди обработок стоит отметить 3 вариант опыта (Ранголи-Тиран, ВДГ), где отмечались наиболее высокие показатели урожайности среди исследуемых гибридов кукурузы. Диапазон варьирования составил от 3,54 до 4,63 т/га; высокоурожайной формой был отмечен гибрид ЮВ 170-41 превышающий стандарт на 0,44 т/га. Кроме того, данный гибрид характеризовался максимальной прибавкой урожайности по отношению к контролю, как в данном варианте опыта, так и в исследовании в целом, что составило 2,20 т/га (90,5 %). У гибрида ЮВ 140-40 урожайность зерна

фиксировалась ниже и составила 4,46 т/га, с прибавкой 1,71 т/га (62,2 %), что также превосходит значение стандарта на 0,27 т/га (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние гербицидных обработок на урожайность экспериментальных гибридов кукурузы, т/га (2023-2025гг).

Гибриды (Фактор А)	Вариант опыта (Фактор В)			
	Вариант 1 Контроль	Вариант 2 Аминопелик, ВР	Вариант 3 Ранголи-Тиран, ВДГ	Вариант 4 Аминка Фло, КЭ
Радикал (st)	2,42	3,51	4,19	3,75
ЮВ 100-39	2,63	3,26	3,79	3,27
ЮВ 140-39	2,18	3,06	3,83	3,05
ЮВ 140-40	2,75	3,88	4,46	3,88
ЮВ 170-40	2,01	3,27	3,54	2,82
ЮВ 170-41	2,43	4,06	4,63	3,79
ЮВ 200-39	2,64	3,78	4,02	3,69
ЮВ 200-40	2,28	3,14	3,54	3,51
$F_{\text{теор}} (\text{для част. средних}) = 1,74; F_{\text{теор}} (A) = 2,20; F_{\text{теор}} (B) = 2,79; F_{\text{теор}} (AB) = 1,95.$ $F_{\text{факт}} (\text{для част. средних}) = 16,312*; F_{\text{факт}}(A) = 14,362*; F_{\text{факт}}(B) = 125,897*; F_{\text{факт}}(AB) = 1,306.$ $HCP_{05}(\text{для част. средних}) = 0,473; HCP_{05}(A) = 0,236; HCP_{05}(B) = 0,167; HCP_{05}(AB) = F_{\Phi} < F_T.$				

Из представленных данных за три изучаемых года, по массе 1000 семян экспериментальных гибридов кукурузы можно выделить, что с самым высоким показателем отмечен гибрид в 3 варианте опыта (Ранголи-Тиран, ВДГ) – ЮВ 170-41 (243,70 г). Данный показатель превысил аналогичный показатель стандарта в данном варианте опыта на 28,87 г. Сравнительный анализ этого параметра в рамках 3 варианта опыта с другими вариантами обработок показал, что полученное значение превосходит показатель 2 варианта (Аминопелик, ВР) на 16,33 г и показатель 4 варианта (Аминка Фло, КЭ) на 8,10 г. По сравнению с контролем, разница составила 27,47 г.

Стоит также учесть, что у гибридной формы ЮВ 170-41 отмечались самые высокие значения данного показателя по всем обработкам среди гибридов, включая контрольный вариант.

Хозяйственная эффективность применения гербицидов на гибридах кукурузы

По усредненным данным за исследуемые года установлено, что самое высокое значение хозяйственной эффективности отмечено при применении Ранголи-Тиран, ВДГ (3 вариант), изучаемый признак варьировал от 146,5 до 191,7%, наименьшее значение отмечено на гибриде ЮВ 100-39, а наибольшее на ЮВ 170-41, когда на стандарте данный показатель фиксировался 175,0%, разница составила 16,7%. При этом показатель на гибриде ЮВ 170-41 в 3 варианте опыта (Ранголи-Тиран, ВДГ) отмечен выше чем во 2 варианте опыта (Аминопелик, ВР) на 20,9%, а также выше чем в 4 варианте опыта (Аминка Фло, КЭ) на 37,5%.

Оценка влияния применения гербицидов на морфометрические параметры растений экспериментальных гибридов кукурузы

Анализ трехлетних данных показал значительное увеличение высоты растений в опытных вариантах относительно контроля. Максимальные показатели высоты для большинства исследуемых гибридов были зафиксированы в варианте 3 (с применением Ранголи-Тирана, ВДГ). Средняя высота растений в этом варианте варьировалась от 183,9 см до 207,5 см. Гибрид 140-39 продемонстрировал наибольшую высоту, превысив стандарт на 16,2 см. Гибрид ЮВ 170-41 также продемонстрировал значительные результаты. При обработке гербицидами из третьего варианта опыта, его показатель составил 205,1 см, что превышает значения других вариантов. В рамках этого же третьего варианта, разница со стандартом составила 13,8 см.

Анализ данных трехлетних исследований показал, что применение гербицидных обработок приводит к статистически значимому увеличению высоты прикрепления початка у кукурузы в сравнении с контролем. Наиболее выраженное повышение данного показателя наблюдалось в варианте 3, где использовался гербицид Ранголи-Тиран, ВДГ. В этом варианте были зафиксированы следующие значения высоты прикрепления початка: ЮВ 140-39 – 84,3 см; ЮВ 170-41 – 84,0 см; ЮВ 200-39 – 80,6 см; ЮВ 200-40 – 75,8 см. Средняя высота прикрепления початка для гибридов в данном варианте варьировалась от 70,2 до 84,3 см. Гибрид ЮВ 140-39 продемонстрировал максимальное значение, превысив стандартный показатель на 6,9 см. Кроме того, этот показатель для ЮВ 140-39 был выше, чем в контрольном варианте, на 30,4 см, в варианте 2 – на 12,1 см, и в варианте 4 – на 16,7 см. Гибрид ЮВ 170-41 показал сопоставимый результат – 84,0 см.

Биохимический анализ зерна гибридов кукурузы при использовании гербицидных обработок

Оценка биохимического состава зерна гибридов кукурузы является ключевым показателем для определения его качества и селекции перспективных сортов для дальнейшего использования в агропромышленном комплексе. При анализе биохимических параметров зерна кукурузы, нами было принято решение представить наиболее значимые показатели, такие как жир, протеин и крахмал.

Многолетние исследования биохимического состава зерна выявили значительную вариабельность показателей, обусловленную как гибридами, так и применяемыми гербицидными обработками. В частности, было зафиксировано, что использование препарата Ранголи-Тиран, ВДГ показывало снижение содержания жира в зерне у исследуемых гибридов, причем это снижение наблюдалось как относительно других вариантов обработок, так и по сравнению с контролем.

Диапазон варьирования содержания жира в зерне кукурузы среди гибридов составил 2,58-3,57%. Максимальное значение (3,57%) наблюдалось у гибрида ЮВ 100-39 при применении Аминка Фло, КЭ. При этом стандартный гибрид, обработанный тем же препаратом, демонстрировал 2,58% жира, что на 0,99% меньше.

Диапазон содержания протеина в зерне гибридных форм кукурузы, согласно усредненным данным, составлял от 7,04% до 8,31%. Максимальное значение было отмечено для гибрида ЮВ 170-41 в четвертом варианте опыта (Аминка Фло, КЭ), что на 0,51% превышало уровень стандартного образца и на 0,2% — по данному гибриду в контроле.

Анализ данных показал, что содержание крахмала в зерне колебалось в пределах 60,06–65,75%. Максимальный показатель (65,75%) был зафиксирован у гибрида ЮВ 140-39 в 4-м варианте, что на 1,63% превышает значение стандарта и на 1,54% – контрольный показатель для этого же гибрида.

Экономическая эффективность применения гербицидов

В ходе исследований установлено, что применение гербицидов в опыте является экономически выгодным, так самые высокие показатели рентабельности у большинства гибридов отмечалось в варианте с обработкой Ранголи-Тираном, ВДГ, самым рентабельным гибридов отмечен ЮВ 170-41, показатель у которого составил 96,9%, что выше чем во 2 и 4 вариантах опыта на 11,2 и 21,0%, соответственно, а разница с контролем составила 74,0%. Также у данного гибрида уровень рентабельности отмечен выше, чем у стандарта, на 18,7%. Исключением отмечены гибрид ЮВ 200-39, у которого максимальная рентабельность фиксировалась при обработке Аминопеликом, ВР – 72,9%, что отмечалось выше чем у стандарта в данном варианте опыта на 12,4%, и гибрид ЮВ 200-40 при обработке Аминкой Фло, КЭ – 62,9 %, но при этом уровень рентабельности у стандарта в данном варианте опыта на 11,2% отмечен выше. В контрольном варианте уровень рентабельности фиксировался с наименьшими показателями, которые варьировали от 1,2 до 39,1 %, в зависимости от гибридов).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На опытных участках обнаружены сорные растения, относящиеся к четырем ботаническим семействам: Мятликовые (*Poaceae*) – 57,4 %, Амарантовые (*Amaranthaceae*) – 34,8 %, Астровые (*Asteraceae*) – 5,1 %, Вьюнковые (*Convolvulaceae*) – 2,7 %. Учетная доля однолетних сорняков составила 92,2 %, доля многолетних 7,8 %, из них однодольные составили 57,2 %, а двудольные 42,8 %.

Более эффективным препаратом в снижении динамики численности сорняков семейства Мятликовых является препарат Ранголи Тиран, ВДГ, гербицидная активность которого после второго учета достигала 88,9%. Несмотря на то, что к моменту проведения третьего учета эффективность его применения снизилась до 85,5%, в сравнении с другими применяемыми гербицидами этот показатель был самым высоким. Аналогичные результаты получены и при учете воздушно-сухой массы с делянок, обработанных этим препаратом. Ко времени проведения второго учета снижение этого показателя в опытах с гербицидом Ранголи-Тиран, ВДГ в отношении представителей Мятликовых достигало 84,9%, тогда как к заключительному учету эта цифра

возросла до 88,1%, что во многом связано со значительным повышением засоренности посевов в контрольном варианте.

В отношении представителей семейства Амарантовых гербицидная активность препарата Ранголи-Тиран, ВДГ, по данным второго учета, оставалась на уровне 85,3 %. при этом его эффективность в снижении воздушно-сухой массы сорных растений также была высокой - 85,2%. Ко времени выполнения заключительного учета показатели его гербицидной активности несколько снизились, оставаясь на уровне 78,5% по снижению засоренности и 80,7% по воздушно-сухой массе, но по-прежнему оставались самыми высокими в сравнении с другими вариантами опыта.

Применение в системе защиты кукурузы от сорняков семейства Астровых препарата Аминопелик, ВР показало его 100% эффективность по обоим учитываем показателям. Однако, по данным заключительного учета, его гербицидная активность заметно уменьшилась: до 56,8% по снижению численности и до 55,6% по воздушно-сухой массе сорных растений, что на 4,0 и 3,0% было ниже, чем в варианте опыта с препаратом Ранголи-Тиран, ВДГ и на 8,5 и 1,5% в сравнении с делянками, обработанными гербицидом Аминка Фло, КЭ, соответственно.

Исследования, выполненные по оценке значимости препаратов против сорняков семейства Бьюнковых, показали высокую эффективность всех применяемых гербицидов, что нашло отражение в существенном снижении засоренности опытных делянок как численности, так и по воздушно-сухой массы сорняков. Однако, особо стоит отметить, применение только препарата Ранголи-Тиран, ВДГ, обеспечивало 100% подавление сорных растений, независимо от их видовой принадлежности, полностью устраняя конкуренцию для кукурузы на протяжении всего учетного периода.

Использование изучаемых гербицидов в подавлении численности сорных растений в посевах кукурузы положительно сказалось на формировании урожая зерна. Так, в опытах с препаратом Ранголи-Тиран, ВДГ получена прибавка урожая у большинства изучаемых гибридов кукурузы, включённых в эксперимент. Однако, лучший результат отмечен у гибрида ЮВ 170-41, где прибавка составила 4,63 т/га, что было выше контрольного на 2,20 т/га. При этом максимальное значение массы 1000 семян у этого гибрида оставалась на уровне 243,7 г.

Оценка морфометрических показателей гибридов кукурузы показала, что применение гербицидов не оказало отрицательного влияния на их рост и развитие. Так, в варианте опыта с применением гербицида Ранголи-Тираном, ВДГ высота растений гибрида ЮВ 140 достигала 207,5 см, а также отмечена максимальная высота прикрепления початка – 84,3 см.

Анализ биохимического состава зерна по вариантам опыта показал, что по содержанию жира в зерне можно выделить гибрид ЮВ 100-39 (3,57%) при обработке Аминкой Фло, КЭ. По содержанию клетчатки выделен гибрид ЮВ 200-40 (2,53%) с обработкой Аминопеликом, ВР. По содержанию протеина в

зерне отмечен гибрид ЮВ 170-41 (8,31 %) в обработке Аминкой Фло, КЭ. По содержанию крахмала в зерне выделен гибрид ЮВ 140-39 (65,75%).

Выполненными исследованиями установлено, что использование всех гербицидов, включенных в эксперимент, против сорных растений в посевах гибридов кукурузы экономически выгодно. Высокие результаты по формированию урожая зерна для большинства гибридов были получены в варианте опыта с применением препарата Ранголи-Тиран, ВДГ. Однако наиболее рентабельным оказалось возделывание гибрида ЮВ 170-41, у которого этот показатель составил 96,9 %.

Анализ хозяйственно-ценных признаков и их изменение на фоне использования гербицидов из разных химических классов, выполненный в рамках нашей работы, позволил разработать систему защиты от сорной растительности для наиболее продуктивной формы (ЮВ 170-41). Данная форма прошла Государственное сортоиспытание и запатентована под наименованием РСК Гарант. (патент № 14482 от 16 января 2026г).

Предложения производству

– для возделывания кукурузы в Нижнем Поволжье рекомендуем запатентованную перспективную форму ЮВ 170-41 под наименованием РСК Гарант.

– с целью сдерживания нарастания численности сорных растений в посевах кукурузы против однолетних сорных растений, как однодольных, так и двудольных, следует использовать гербицид Ранголи-Тиран, ВДГ, с нормой применения 0,05 г/га, в смеси с ПАВ тренд 90, в концентрации 0,1% (100 мл/100 л воды), ссылаясь на регламентированное применение в две обработки.

– регулирование численности многолетних двудольных сорняков в посевах кукурузы следует осуществлять путём применения гербицида Аминопелик, ВР, с нормой 1,5 л/га.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшие исследования будут направлены на расширение спектра изучаемых препаратов для определения эффективной модели системного применения гербицидов, обеспечивающей высокую урожайность и качество зерна кукурузы в условиях Нижневолжского региона Российской Федерации.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Оценка влияния современных гербицидов на видовой состав сорных растений в посевах кукурузы / Д. Д. Бабушкин, И. Д. Еськов, А. Ю. Левкина, В. В. Дубровин // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 9. – С. 4-8. (0,6 п.л.; авт. – 0,2). К1.

2. Бабушкин Д.Д. Влияние гербицидных обработок на видовой состав сорной растительности и урожайность экспериментальных гибридов кукурузы /

Д. Д. Бабушкин, И.Д. Еськов, В.С. Бударина // Аграрный научный журнал. – 2025. – № 12. – С. 14-19. (0,7 п.л.; авт. – 0,3). К1.

3. Реакция экспериментальных гибридов кукурузы на гербициды с точки зрения урожайности и морфометрических признаков / Д.Д. Бабушкин, И.Д. Еськов, В.В. Дубровин, А.Н. Астахов // Аграрный научный журнал. – 2026. – № 5. – С. 5-10. (0,7 п.л.; авт. – 0,2). К1.

В прочих изданиях:

1. **Бабушкин Д.Д.** Изменчивость морфометрических показателей гибридов кукурузы в зависимости от гербицидных обработок / Д. Д. Бабушкин, И. Д. Еськов, С. А. Зайцев, Д. П. Волков // Вавиловские чтения - 2023: Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 136-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова, Саратов, 23–25 ноября 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 31-36. (0,4 п.л.; авт. – 0,1).

2. **Babushkin, D.D.** Systemic herbicides in the fight against weeds in corn crops / D. D. Babushkin // Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования: Материалы IX национальной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (на иностранных языках), Воронеж, 01–30 апреля 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2023. – Р. 30-32. (0,2 п.л.; авт. – 0,2).

3. **Бабушкин, Д.Д.** Влияние гербицидов на фитосанитарное состояние посевов кукурузы в Нижнем Поволжье / Д. Д. Бабушкин // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: Сборник материалов III Международной научно-практической конференции, Саратов, 23–24 марта 2023 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2023. – С. 272-275. (0,3 п.л.; авт. – 0,3).

4. **Бабушкин, Д.Д.** Влияние гербицидных обработок на численность видового состава сорной растительности в посевах кукурузы / Д. Д. Бабушкин // Вавиловские чтения - 2023: Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 136-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова, Саратов, 23–25 ноября 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 25-30. (0,4 п.л.; авт. – 0,4).

5. **Бабушкин, Д.Д.** Влияние гербицидных обработок на продуктивность зерна кукурузы / Д. Д. Бабушкин, А. Ю. Левкина, Г. А. Маслова // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений: Сборник статей IV Национальной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Г.К. Мейстера, Саратов, 20 апреля 2023 года. – Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», 2023. – С. 18-23. (0,4 п.л.; авт. – 0,1).

6. **Бабушкин, Д.Д.** Контроль плотности сорняков в посевах кукурузы современным гербицидом в условиях лесостепной зоны Поволжья / Д. Д. Бабушкин, П. Ю. Рожков, А. А. Садова // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: Материалы XV Международной научно-практической конференции, р.п. Правдинский, Московская обл., 08 июня 2023 года. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2023. – С. 180-185. (0,4 п.л.; авт. – 0,1).
7. **Бабушкин, Д.Д.** Применение гербицида Аминопелик, ВР на посевах кукурузы / Д. Д. Бабушкин, С. А. Зайцев // Актуальные проблемы развития научных исследований и инноваций в сельскохозяйственном производстве: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием и Всероссийской Школы молодых учёных, Белгород, 28–30 июня 2023 года. – Белгород: ООО "КОНСТАНТА", 2023. – С. 14-18. (0,3 п.л.; авт. – 0,2).
8. **Бабушкин, Д.Д.** Влияние гербицидных обработок на динамику численности сорных растений в посевах кукурузы / Д. Д. Бабушкин, И. Д. Еськов, В. В. Дубровин // Вавиловские чтения - 2024: Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 137-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова, Саратов, 25–29 ноября 2024 года. – Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова", 2024. – С. 136-139. (0,3 п.л.; авт. – 0,1).
9. **Бабушкин Д.Д.** Влияние применения гербицидов на урожайность кукурузы в условиях Нижнего Поволжья / Бабушкин Д.Д., Гусева С.А., Пронудин К.А. // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, 20-21 марта 2025года. – Иркутск, ООО «Медиамир». – 2025. – с. 391-394. (0,3 п.л.; авт. – 0,1).
10. **Бабушкин Д.Д.** Влияние гербицидов на морфометрические показатели гибридов кукурузы. /Бабушкин Д.Д., Асташов А.Н., Асташова Т.В. // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, 20-21 марта 2025года. – Иркутск, ООО «Медиамир». – 2025. – с. 446-470. (0,3 п.л.; авт. – 0,1).