

На правах рукописи

ПОТАПОВ ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ
СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ
ПОД ВЛИЯНИЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ,
РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
В СЕМЕНОВОДСТВЕ**

Специальность: 06.01.05 – Селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2021

Диссертационная работа выполнена в Азово-Черноморском инженерном институте – филиале федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет» в г. Зернограде (Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ) в 2016 – 2018 гг.

Научный руководитель:

Кувшинова Елена Константиновна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры «Агротомия и селекция
сельскохозяйственных культур» Азово-
Черноморского инженерного института
ФГБОУ ВО Донской ГАУ

Официальные оппоненты:

Фоменко Марина Анатольевна,
доктор сельскохозяйственных наук, глав-
ный научный сотрудник, заведующая ла-
бораторией селекции и семеноводства
пшениц ФГБНУ «Федеральный Ростов-
ский аграрный научный центр»

Чижикова Светлана Сергеевна,
кандидат биологических наук, старший
научный сотрудник лаборатории каче-
ства ФГБНУ «Федеральный научный
центр риса»

Ведущая организация:

**ФГБНУ «Аграрный научный центр
«Донской».**

Защита состоится «06» апреля 2021 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 006.026.01, созданного на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», по адресу: 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3.

Тел. (факс): 8(861) 205-15-55, E-mail: arrri_kub@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», а также на сайте – <http://vniirice.ru>, с авторефератом на сайтах: Высшей аттестационной комиссии – <http://www.vak.minobrnauki.gov.ru> и ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» – <http://vniirice.ru>.

Автореферат разослан «_____» марта 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Л.В. Есаулова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Продовольственная безопасность страны тесно связана с устойчивостью зернового производства, поэтому проблеме повышения и стабилизации валовых сборов зерна уделяется большое внимание.

Озимая мягкая пшеница – важнейшая продовольственная и товарная культура как в целом по России, так и в Южном федеральном округе. Ростовская область является крупнейшим производителем сельскохозяйственной продукции и в первую очередь озимой пшеницы. В настоящее время Ростовская область лидирует среди всех субъектов Российской Федерации по валовым сборам зерна. Так, в 2020 году было собрано 11,68 млн тонн высококачественного зерна при средней урожайности 3,5 т/га. Основу сбора в Донском регионе составила пшеница – это более 10,2 млн тонн зерна. Урожай ранних зерновых в регионе превысил показатели 2019 года примерно на 4,5% и на 95% состоит из продовольственного зерна.

Одним из способов увеличения урожайности, улучшения качества и оптимизации себестоимости выращиваемой продукции является внедрение в производство новых сортов этой культуры, обеспечивающих рост урожайности на 40–50%, а также разработка технологии производства за счет микробиологических препаратов и регуляторов роста.

Для получения стабильно высокой урожайности озимой мягкой пшеницы имеет значение использование кондиционных семян, отвечающих требованиям посевного стандарта. Поэтому изучение особенностей формирования семян с высокими посевными качествами для новых сортов является одним из главных вопросов в семеноводстве озимой мягкой пшеницы.

Степень разработанности темы. Использование биологических препаратов в растениеводстве стало актуальным недавно, но стремительно растет. По мнению целого ряда авторов, введение приемов биологизации способствует улучшению экологического состояния агрофитоценозов, оказывает активное воздействие на рост, развитие, изменение количественных и качественных признаков растений, повышает их устойчивость к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам, увеличивает продуктивность и обеспечивает ресурсо- и энергосбережение их выращивания (Шаповалов Л.В., 1992; Петрова Л.Н., 2008; Квасов Н.А., 2010; Петров Н.Ю., 2010; Винокурова К.А., 2011; Калмыкова Е.В., 2011; Бутузов А.С., 2012; Исайчев В.А., 2012; Костин В.И., 2012; Кузина Е.В., 2013; Никитин С.Н., 2014, 2017; Завалин А.А., 2016 и другие).

Цель исследований: оценка изменчивости количественных признаков растений озимой мягкой пшеницы под влиянием микробиологических препаратов и регуляторов роста в условиях южной зоны Ростовской области.

Задачи исследований:

1. Выявить влияние биопрепаратов на динамику роста и развития растений озимой мягкой пшеницы.
2. Изучить действие биопрепаратов на формирование элементов структуры, урожайность и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы.
3. Определить влияние биопрепаратов на посевные качества семян.
4. Оценить экономическую эффективность применения биопрепаратов при производстве семян высших репродукций.

Научная новизна проведенных исследований заключается в том, что впервые в условиях Ростовской области при возделывании сортов озимой мягкой пшеницы Ермак, Юка и Гром проведена комплексная оценка эффективности микробиологических препаратов Эмистим, Ризоагрин, Флавобактерин, Экстрасол и регуляторов роста Росток и Гумат. Дана экономическая оценка возделывания сортов озимой мягкой пшеницы с использованием различных биопрепаратов на семенные и продовольственные цели.

Практическая значимость состоит в том, что при возделывании сортов озимой мягкой пшеницы Ермак, Юка и Гром на семенные цели применение микробиологических препаратов и регуляторов роста обеспечит получение высококачественных семян и высокую урожайность. У сортов Ермак и Юка стабильно высокую урожайность обеспечил микробиологический препарат Гумат – 8,89 и 9,03 т/га соответственно сортам, а максимальную урожайность у сорта Гром – 9,24 т/га – препарат Эмистим.

Методология и методы исследований. Теоретическую и методологическую основу исследований составили труды отечественных и зарубежных ученых, научные статьи и монографии по оценке эффективности различных биопрепаратов в посевах озимой мягкой пшеницы. Для решения поставленных задач были использованы методы планирования и проведения опытов, результаты полевых и лабораторных исследований, проведенные с использованием современных методик и ГОСТов. Полученные экспериментальные данные подвергали статистической обработке.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Результаты изменчивости морфологических признаков растений озимой мягкой пшеницы после применения микробиологических препаратов и регуляторов роста.
2. Анализ влияния биопрепаратов на растения озимой мягкой пшеницы при формировании количественных признаков, определяющих продуктивность сортов.
3. Изменчивость урожайности и признаков сортов озимой мягкой пшеницы, формирующих качество семян и зерна.
4. Корреляционная взаимосвязь между урожайностью и признаками, формирующими продуктивность растений.
5. Экономическая эффективность применения микробиологических препаратов и регуляторов роста на сортах мягкой озимой пшеницы.

Степень достоверности результатов. Работа выполнена на кафедре «Агронмия и селекции сельскохозяйственных культур» Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ в соответствии с программой подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и тематическим планом-заданием на выполнение НИР по заказу МСХ РФ за счет средств федерального бюджета на 2016–2018 гг. Результаты исследований полностью подтверждаются данными многолетних полевых опытов и лабораторных анализов. Сформулированные в работе заключение, предложения селекции и семеноводству научно обоснованы, оригинальны и получены на основании экспериментальных данных.

Личный вклад автора заключается в том, что аспирант самостоятельно разработал план и программу исследований, подбирал соответствующую этому литературу, а также участвовал в проведении всех работ на каждом этапе их выполнения, анализировал и обобщал полученные результаты, оформив их в виде диссертационной работы.

Апробация результатов исследований. Основные положения диссертационной работы ежегодно доложены на заседаниях кафедры «Агрономия и селекция сельскохозяйственных культур», а также на различных научно-практических конференциях: Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Зерноград, 2017; 2018; 2019); Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 120-летию со дня рождения А.В. Альбенского (Волгоград, 2019); Международная научно-практическая конференция, посвященная 90-летию Азово-Черноморского инженерного института «Научно-техническое обеспечение АПК Юга России» (Зерноград, 2020); 71-я Международная научно-практическая конференция «Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения» (Рязань, 2020); Международная научно-практическая конференция «От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение сельского хозяйства» (Персиановский, 2020).

Публикации. По результатам проведенных исследований опубликовано 6 научных работ, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из 6 глав, заключения и предложений селекции и семеноводству. Изложена на 167 страницах компьютерного текста, содержит 46 таблиц, 9 рисунков, 30 приложений. Список литературы включает 215 источников, в том числе 7 иностранных авторов и 10 ссылок на Интернет-ресурсы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Изменчивость количественных признаков сортов озимой пшеницы под влиянием биологических препаратов (обзор литературы)

В главе рассмотрены вопросы значения и распространения озимой мягкой пшеницы на юге России, приведен анализ и доля Ростовской области по производству зерна озимой пшеницы среди регионов России. Освещена роль современных сортов в стабилизации зерновой отрасли и проанализированы пути повышения эффективности семеноводства озимой мягкой пшеницы при использовании микробиологических препаратов и регуляторов роста.

2. Условия, объекты и методика исследований

Исследования проводили в 2016–2018 гг. на полях Агротехнологического центра Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ, расположенного в южной зоне Ростовской области.

Почва опытного участка чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый. Почвы характеризуются как очень теплые, кратковременно и периодически промерзающие. Агрохимические показатели пахотного слоя: содержание гумуса (по методу Тюринга) – 3,1%; содержание подвижного фосфора (P_2O_5) среднее – 18–25 мг/кг; обменного калия (K_2O) повышенное – 350–400 мг/кг почвы (по методу Мачигина); $pH=7,61$.

По климатическим условиям землепользование относится к зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения. Среднеголетняя сумма температур воздуха выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет $3304\text{ }^{\circ}\text{C}$, среднегодовая температура воздуха $+9,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, максимальная температура июля $+23,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, минимальная января – минус $3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Среднеголетняя сумма осадков за сельскохозяйственный год составляет $582,4\text{ мм}$, в т.ч. за вегетационный период – $290\text{--}300\text{ мм}$. Осадки носят преимущественно ливневый харак-

тер, особенно в летний период. Гидротермический коэффициент варьирует в пределах 0,7–0,8 и характеризует степень засухи как слабую (Гриценко А.А., 2005; Алабушев А.В., 2017). В зимний период высота снежного покрова не превышает 10–20 см. Максимальное промерзание почвы достигает 20–40 см, хотя в отдельные годы оно полностью отсутствует (Овсянникова Г.В., 2016).

В годы исследований температурный режим в зимний период складывался вполне благоприятно, а минимальная температура почвы на глубине залегания узла кущения не превышала критических значений. Наиболее благоприятным по периодам и характеру распределения осадков в течение вегетации озимой пшеницы был 2016–2017 с.-х. год, что подтверждается более высокой урожайностью.

Объектом исследований являлись сорта озимой мягкой пшеницы. Сорт озимой мягкой пшеницы Ермак селекции Аграрного научного центра «Донской» (г. Зерноград) был взят в качестве стандарта. Для Ростовской области сорт является стандартом по предшественнику пар. Сорта Юка и Гром селекции Национального центра зерна им. П.П. Лукьяненко (г. Краснодар), внесенные в государственный реестр селекционных достижений и допущенные к использованию в Северо-Кавказском регионе, были взяты в качестве исследуемых сортов. *Предметом изучения* стали микробиологические препараты Эмистим, Ризоагрин, Флавобактерин, Экстрасол и регуляторы роста Росток и Гумат.

Схема опыта включала два фактора: фактор А – сорт озимой пшеницы, фактор В – препараты для обработки семян и растений по вегетации. Площадь опытных делянок – 25 м². Повторность – четырехкратная. Размещение вариантов – систематическое. Предшественник – пар.

Посев осуществляли сеялкой СН-16 при норме 450 всхожих семян на 1 м² в оптимальные и допустимые для южной зоны Ростовской области сроки: в 2015 году 30 сентября, в 2016 году – 7 октября, в 2017 году – 30 сентября. Способ посева – рядовой. Глубина заделки семян мягкой озимой пшеницы 5–6 см.

Протравливание семян осуществляли препаратом Скарлет в дозе 1,2 л/т. Обработку семян изучаемыми биопрепаратами проводили за один день до посева, а листовые подкормки весной в период «кущение – выход в трубку». В качестве контроля использовали семена и посева озимой пшеницы, обработанные водой.

Уборку делянок проводили в первой половине июля в фазе полной спелости зерна однофазным способом малогабаритным комбайном «Terriop 2010». С двух несмежных повторений отбирали пробы для оценки посевных свойств и качества зерна.

Биометрический анализ, оценку посевных качеств семян и анализ качества зерна проводили в Учебно-научно-производственной агротехнологической лаборатории Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ согласно методике госсортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989) и действующим ГОСТам:

ГОСТ 12042-80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

Фракционный состав и выравненность семян озимой мягкой пшеницы по Ступину А.С. (2014).

ГОСТ 13586.5-2015. Зерно. Метод определения влажности.

ГОСТ 13586.1-2014. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.

ГОСТ Р 54895-2012. Зерно. Метод определения натуры.

ГОСТ 10840-2017. Зерно. Метод определения натуры.

ГОСТ 10987-76. Зерно. Методы определения стекловидности.

ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.

Статистическую обработку полученных результатов проводили согласно методике Б.А. Доспехова (2011), В.А. Дзюба (2010), а также с помощью компьютерной программы Microsoft Excel. Экономическую эффективность возделывания озимой мягкой пшеницы рассчитывали на основе результатов финансовой деятельности Агротехнологического центра (Нечаев В.И., 2000).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3. Влияние биопрепаратов на изменчивость морфологических признаков сортов озимой мягкой пшеницы

Полевая всхожесть и сохранность растений. На интенсивность прорастания семян и полноценность всходов озимой мягкой пшеницы влияет, прежде всего, наличие влаги в почве и сумма положительных температур в осенний период. В условиях опыта полевая всхожесть была достаточно высокой и в среднем за три года составила 91,4%. Этот факт имеет значение для уменьшения затрат на приобретение семенного материала.

Обработка семян микробиологическими препаратами и регуляторами роста перед посевом способствовала увеличению полевой всхожести у всех изучаемых сортов. У стандартного сорта Ермак она по сравнению с контролем увеличивалась на 0,1–2,8%, и наибольшей была при обработке семян Флавобактерином (93,2%).

Самым отзывчивым был сорт Юка, полевая всхожесть которого по сравнению с контролем повышалась на 1,2–12,6%, и в среднем за три года максимальную полевую всхожесть в опыте этому сорту обеспечил препарат Ризоагрин (97,7%).

У сорта Гром превышение над контрольным вариантом составило 0,6–7,8%, и наибольшая полевая всхожесть отмечена в варианте с протравителем семян Скарлет (95,9%) (таблица 1).

Сохранность растений к весне изменялась незначительно как по годам, так и по вариантам опыта. В среднем большинство препаратов оказывали очень слабое, но положительное влияние на сохранность растений по сравнению с контролем у стандартного сорта Ермак и у сорта Юка. У сорта Гром такой динамики не установлено. Корреляционный анализ между числом растений на единице площади ко времени возобновления весенней вегетации и урожайностью сортов доказывает, что зависимость между этими признаками была ничтожно мала ($r = 0,0032$).

Таблица 1 – Полевая всхожесть и сохранность растений озимой мягкой пшеницы под влиянием микробиологических препаратов и регуляторов роста (среднее 2016–2018 гг.)

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Полевая всхожесть		Растений к ВВВВ*		Выживаемость к уборке, %
		шт./м ²	%	шт./м ²	%	
Ермак, st	Контроль	407	90,4	385	94,7	85,7
	Скарлет	407	90,4	395	97,1	86,3
	Росток	411	91,3	391	95,1	83,9
	Эмистим	414	92,0	390	94,2	83,6
	Гумат	407	90,5	385	94,6	85,8
	Ризоагрин	417	92,6	400	96,0	87,8
	Флавобактерин	419	93,2	393	93,9	85,1
	Экстрасол	419	93,1	391	93,3	81,9
Юка	Контроль	383	85,1	340	88,9	84,3
	Скарлет	410	91,1	376	91,7	88,5
	Росток	420	93,3	388	92,4	87,7
	Эмистим	401	89,0	364	90,8	87,8
	Гумат	409	91,0	371	90,6	83,0
	Ризоагрин	440	97,7	382	86,9	82,3
	Флавобактерин	388	86,3	367	94,6	91,4
	Экстрасол	414	92,1	362	87,4	82,4
Гром	Контроль	396	88,1	378	95,5	92,8
	Скарлет	431	95,9	405	94,0	85,7
	Росток	415	92,2	382	92,1	88,4
	Эмистим	412	91,6	395	95,8	93,2
	Гумат	399	88,7	355	88,9	81,9
	Ризоагрин	396	88,1	373	94,3	90,6
	Флавобактерин	419	93,2	382	91,2	82,2
	Экстрасол	430	95,5	391	90,9	83,0
НСР ₀₅		6,85		8,16		11,76
НСР ₀₅ А		Fф < Fт		Fф < Fт		Fф < Fт
НСР ₀₅ (В, АВ)		Fф < Fт		Fф < Fт		Fф < Fт

*время возобновления весенней вегетации.

По годам исследований четкой закономерности между сохранностью растений к уборке и применением биопрепаратов не установлено. Однако в среднем за три года самую высокую выживаемость у сорта Ермак обеспечивало применение препарата Ризоагрин (87,8%). На сорт Юка свое положительное влияние оказывало применение Флавобактерина за счет стабильности по годам (91,4%), а на сорте Гром высокую эффективность проявил препарат Эмистим (93,2%), и этот результат был самым высоким за все годы исследований. Таким образом, эти препараты целесообразно применять для повышения выживаемости растений к уборке.

Продуктивная кустистость является немаловажным признаком, влияющим на урожайность. И как показали исследования, влияние на этот признак оказывали генотип сорта и условия года, а влияние биопрепаратов было очень слабым.

Среди сортов самой высокой продуктивной кустистостью, как в отдельные годы, так и в среднем за три года (2,67), отличался сорт озимой мягкой пшеницы Гром с варьированием признака от 2,50 в варианте с препаратом Эмистим до 2,92 в варианте с Гуматом и достоверным превышением над другими сортами. Но, не смотря на то, что регулятор роста Гумат способствовал формированию наибольшей продуктивной кустистости в опыте (2,32), достоверность его по сравнению с другими вариантами не доказана (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние микробиологических препаратов и регуляторов роста на продуктивную кустистость озимой мягкой пшеницы (среднее 2016–2018 гг.)

№	Вариант (фактор В)	Сорт (фактор А)			Среднее по препарату
		Ермак, st	Юка	Гром	
1	Контроль	1,99	1,82	2,65	2,15
2	Скарлет	1,96	1,74	2,59	2,10
3	Росток	2,06	1,79	2,58	2,14
4	Эмистим	2,01	1,84	2,50	2,12
5	Гумат	2,03	2,00	2,92	2,32
6	Ризоагрин	1,94	1,80	2,51	2,08
7	Флавобактерин	1,97	1,81	2,83	2,20
8	Экстрасол	2,07	1,92	2,78	2,26
Среднее по сорту		2,00	1,84	2,67	-
НСР ₀₅		0,57			
НСР ₀₅ А		0,20			
НСР ₀₅ (В, АВ)		F _φ < F _T			

Самой высокой продуктивной кустистостью для всех сортов был отмечен 2017 год, когда в среднем по опыту она составила 2,59. В другие годы значения этого признака были очень близкими: 1,98 в 2016 году и 1,96 в 2018 году.

Число продуктивных стеблей на 1 м². Важнейшим элементом структуры урожая является густота продуктивного стеблестоя, формирование которого было практически аналогичным продуктивной кустистости растений озимой пшеницы.

В разрезе изучаемых лет наиболее продуктивной стеблестой сорта формировали в 2017 году, что и подтвердилось самой высокой урожайностью. У стандартного сорта было 825–840, у сорта Юка – 601–782, у сорта Гром – 1125–1180 шт./м² продуктивных стеблей.

Среди сортов во все годы наибольшее число продуктивных стеблей формировал сорт Гром (929–987 шт./м²), а наименьшее – сорт Юка (582–660 шт./м²).

В среднем по опыту стандартный сорт Ермак сформировал 703 продуктивных стебля на единицу площади, сорт Юка – 635. За счет высокой продуктивной кустистости сорт Гром сформировал самый густой агроценоз, чем у ранее названных сортов, насчитывающий 956 шт./м² продуктивных стеблей.

В разрезе изучаемых препаратов наиболее продуктивный стеблестой сорт Ермак сформировал в вариантах с применением препаратов Росток, Гумат и Экстрасол – по 709 шт./м², а сорт Юка положительно реагировал на Гумат – 660 шт./м². Максимальное количество стеблей с колосьями у сорта Гром было сформировано на контроле – 987 шт./м², а среди вариантов с препаратами стоит выделить Эмистим – 960, Флавобактерин – 961 и Экстрасол – 962 шт./м² (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние микробиологических препаратов и регуляторов роста на количество продуктивных стеблей, шт./м² (среднее 2016–2018 гг.)

№	Вариант (фактор В)	Сорт (фактор А)			Среднее по препарату
		Ермак, st	Юка	Гром	
1	Контроль	693	582	987	754
2	Скарлет	689	633	950	757
3	Росток	709	652	949	770
4	Эмистим	698	643	960	767
5	Гумат	709	660	949	773
6	Ризоагрин	706	634	929	756
7	Флавобактерин	703	641	961	768
8	Экстрасол	709	637	962	769
Среднее по сорту		703	635	956	-
НСР ₀₅		125,90			
НСР ₀₅ А		44,51			
НСР ₀₅ (В, АВ)		F _φ < F _T			

Достоверное преимущество по числу продуктивных стеблей в сравнении со стандартным сортом имел только сорт Гром, а среди препаратов – вариант с Гуматом, используемым на сорте Юка. Результаты таблицы свидетельствуют о том, что формирование продуктивного стеблестоя слабо изменялось от применения биопрепаратов и определялось, прежде всего, генотипом сортов и влиянием факторов окружающей среды.

Высота растений имеет большое значение и напрямую связана с устойчивостью растений к полеганию, влияет на архитектуру посева и определяет соотношение зерновой части и побочной продукции.

В годы исследований по всем вариантам опытов наиболее высокорослым был сорт Юка (90,7–95,7 см). В зависимости от применяемых микробиологических препаратов и регуляторов роста высота растений варьировала очень слабо.

У стандартного сорта Ермак (91,0 см) и у сорта Юка (95,7 см) высота растений по сравнению с контролем увеличивалась при использовании препарата Росток на 3,3 и 5,0 см соответственно. У сорта Гром наибольшая высота растения (86,7 см) отмечалась в варианте с применением Флавобактерина. Коэффициент вариации у сорта Ермак был самым низким среди сортов - 1,09%, у сорта Юка он был равен 1,72%, у сорта Гром – 2,07%.

Согласно классификации озимой пшеницы по высоте растений, стандарт Ермак и сорт Юка во все годы, а сорт Гром в 2018 году относились к группе короткосте-

бельных генотипов. У сорта Гром в 2016 году растения всех, а в 2017 году 50% изучаемых вариантов опыта относились к полукарликам.

Низкостебельность и отсутствие полегания на таком высоком агрофоне, как черный пар, позволяют сделать вывод о том, что их следует продолжать использовать в селекционном процессе на устойчивость к полеганию.

Длина колоса. Оценка данного признака свидетельствует о том, что самым длинным он был у всех сортов в 2017 году. У сортов Ермак и Гром в среднем по вариантам опыта длина колоса составила 8,2 см, у сорта Юка – 8,5 см.

В среднем за три года исследований длина колоса у стандартного сорта Ермак составила 7,9 см. Самым длинным колосом отмечен генотип Юка – 8,2 см, а самым коротким генотип Гром – 7,6 см (таблица 4).

Таблица 4 – Морфологические признаки сортов озимой мягкой пшеницы (среднее 2016–2018 гг.)

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Высота растений, см	Длина колоса, см	Колосков в колосе, шт.	Плотность колоса, кол./см*
Ермак, st	Контроль	87,7	7,7	17,6	21,5
	Скарлет	89,7	7,8	17,6	21,2
	Росток	91,0	7,9	17,8	21,3
	Эмистим	90,7	7,9	17,8	21,2
	Гумат	90,7	7,9	17,7	21,2
	Ризоагрин	89,7	7,9	17,9	21,5
	Флавобактерин	89,3	7,9	18,1	21,5
	Экстрасол	89,0	7,9	18,0	21,5
Юка	Контроль	90,7	8,2	20,0	22,7
	Скарлет	93,3	8,2	18,8	21,5
	Росток	95,7	8,1	18,9	22,0
	Эмистим	93,0	8,4	19,3	21,4
	Гумат	92,3	8,2	18,7	21,6
	Ризоагрин	91,0	8,1	19,2	22,3
	Флавобактерин	93,3	8,4	19,1	21,3
	Экстрасол	91,7	7,9	19,8	23,8
Гром	Контроль	82,0	7,6	13,7	16,9
	Скарлет	85,0	7,8	14,3	17,3
	Росток	84,3	7,6	15,0	18,4
	Эмистим	82,3	7,4	14,9	19,0
	Гумат	82,3	7,4	15,0	19,0
	Ризоагрин	82,0	7,8	15,4	18,8
	Флавобактерин	86,7	7,7	14,7	18,0
	Экстрасол	84,3	7,8	14,4	17,4
НСР ₀₅		6,87	0,45	2,13	3,09
НСР ₀₅ А		2,43	0,16	0,75	1,03
НСР ₀₅ (В, АВ)		Fф < Fт	Fф < Fт	Fф < Fт	Fф < Fт

*число колосков на 10 см длины колоса

Применение изучаемых препаратов практически не оказывало влияния на изменчивость длины колоса. Степень варьирования этого признака в условиях опыта была незначительной: у стандарта Ермак от 0,96 до 1,65%; у сорта Юка от 1,62 до 4,83%; у сорта Гром от 1,91 до 5,22%.

Количество колосков в колосе. Формируемое на стержне озимой мягкой пшеницы количество колосков характеризует потенциальную продуктивность сорта. Оно определяется не только генотипом сорта, но и влиянием факторов окружающей среды. В годы исследований количество колосков в колосе под влиянием изучаемых препаратов изменялось очень слабо.

У стандартного сорта Ермак этот признак варьировал от 17,6 на контроле до 18,1 шт. в варианте с Флавобактерином; у сорта Гром от 13,7 на контроле до 15,4 шт. в варианте с Ризоагрином. У сорта Юка влияния биопрепаратов не установлено, так как на контроле количество колосков в колосе было наибольшим – 20,0 шт.

Плотность колоса у пшеницы определяется числом колосков на 10 см длины колосового стержня. Различают типы плотности колоса: рыхлый – меньше 17 колосков, средней плотности – 17-20, выше средней – 20-23, плотный – 23-26, очень плотный (булавовидный) – больше 26 колосков.

Согласно этой классификации, у сортов Ермак (21,2-21,5 кол./см) и Юка (21,3–22,7 кол./см) плотность колоса была выше средней как по годам, так и в среднем за три года. Исключением у сорта Юка во все годы был вариант с Экстрасолом, когда признак варьировал от 23,2 до 24,4, а в среднем за три года составил 23,8 колосков и характеризовался как плотный.

У сорта Гром в 2017 году плотность колоса была рыхлая (12,7–16,5 колосков на 10 см колосового стержня), но несмотря на это, в среднем за годы исследований она была средней и составила 16,9–19,0 колосков.

Дисперсионный анализ результатов морфологических характеристик сортов озимой мягкой пшеницы свидетельствует лишь о достоверности различий между стандартным сортом и изучаемыми сортами и не доказывает существенного влияния биопрепаратов по сравнению с контролем.

4. Влияние биопрепаратов на изменчивость признаков, формирующих элементы урожайности сортов озимой мягкой пшеницы

Количество зерен в колосе. Важным элементом продуктивности пшеничного растения считают массу зерна с колоса, тесным образом связанную с количеством зерен в нем. В среднем за три года у сорта Ермак сформировалось по 31,8 зерен в колосе. Максимальное значение этого признака было у сорта Юка – по 36,8 зерен, а минимальное у сорта Гром – по 26,6 зерен.

С помощью дисперсионного анализа двухфакторного опыта статистически была доказана достоверность значений признака «количество зерен в колосе» у сорта Юка по сравнению со стандартом Ермак. У сорта Гром все значения были достоверно ниже стандарта. Это позволяет сделать вывод о том, что изменчивость данного признака обусловлена генотипом сорта.

Наибольшее количество зерен в колосе у сорта Ермак было сформировано под влиянием Ризоагрина, Флавобактерина и Экстрасола – по 32,1 шт., но статистически эти значения недостоверны. Реакция сорта Юка на применение биопрепаратов была отрицательной, так как количество зерен в колосе было достоверно ниже контроля

(39,1 шт.). У сорта Гром по всем вариантам отмечено увеличение этого признака на 0,9–2,6 шт. Самое высокое значение было в варианте с применением Ризоагрин – 27,6 шт., и только оно достоверно превышало контрольный вариант. В других вариантах опыта количество зерен в колосе было близким к контролю и достоверность их увеличения статистически не доказана (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние микробиологических препаратов и регуляторов роста на количество зерен в колосе, шт. (среднее 2016–2018 гг.)

№	Вариант (фактор В)	Сорт (фактор А)				
		Ермак, st	Юка	± к st	Гром	± к st
1	Контроль	31,0	39,1	+8,1	25,0	-6,0
2	Скарлет	31,5	35,9	+4,4	25,9	-5,6
3	Росток	31,8	36,1	+4,3	27,1	-4,7
4	Эмистим	31,8	36,8	+5,0	27,2	-4,6
5	Гумат	31,7	35,7	+4,0	27,2	-4,5
6	Ризоагрин	32,1	36,5	+4,4	27,6	-4,5
7	Флавобактерин	32,1	36,5	+4,4	27,0	-5,1
8	Экстрасол	32,1	37,7	+5,6	26,0	-6,1
\bar{x}		31,8	36,8		26,6	
V, %		1,19	3,05		3,34	
НСР ₀₅			3,86			
НСР ₀₅ А			1,36			
НСР ₀₅ (В, АВ)			Fф < Fт			

Анализ статистической характеристики признака «количество зерен в колосе» доказывает незначительное его варьирование в зависимости от применяемых препаратов: 1,19% у стандарта Ермак, 3,05% у сорта Юка, 3,34% у сорта Гром.

Озерненность агрофитоценоза. Анализ густоты продуктивного стеблестоя и озерненности колоса позволил установить емкость агрофитоценоза. Среди сортов в среднем за три года исследований максимальную озерненность агрофитоценоза обеспечил сорт Гром – 24,3–25,9 тыс. шт./м² за счет густоты продуктивного стеблестоя. У стандартного сорта Ермак этот показатель варьировал от 21,4 до 22,7 и у сорта Юка – от 22,8 до 24,2 тыс. шт./м².

Среди препаратов слабое, но положительное влияние на озерненность агрофитоценоза оказал препарат Экстрасол у сортов Ермак (22,7 тыс. шт./м²) и Юка (24,2 тыс. шт./м²) и препараты Эмистим и Флавобактерин у сорта Гром (по 25,9 тыс. шт./м²). В результате двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что доля вклада (влияния) общего варьирования при формировании озерненности агрофитоценоза составляет 60,2% и доля вклада повторений 47,4%. Доля фактора «сорт» составила только 1,4%, а влияние препаратов и совместное взаимодействие факторов «сорт – препарат» оказалось отрицательным (-4,3 и -4,7%).

Масса зерна с колоса сильно зависела от количества зерен в нем. В среднем за три года у сорта Ермак она изменялась от 1,22 до 1,26 г; у сорта Юка она была самой высокой и варьировала от 1,46 до 1,56 г; а у сорта Гром была самой низкой – 0,96–1,10 г. Изменчивость признака «масса зерна с колоса» под влиянием микробиологических препаратов и регуляторов роста была незначительной. Этот факт подтвер-

жден коэффициентом вариации: у сорта Ермак он был равен 1,0; у сорта Юка – 2,45, у сорта Гром – 4,52%. Дисперсионный анализ доказал отсутствие у сортов достоверного увеличения массы зерна с колоса по сравнению с контролем (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние биопрепаратов на изменчивость признаков, формирующих элементы урожайности (среднее 2016–2018 гг.)

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Озерненность агрофитоценоза, тыс. шт./м ²	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Продуктивность агрофитоценоза, г/м ²
Ермак, st	Контроль	21,4	1,22	39,2	843,4
	Скарлет	21,6	1,25	39,6	859,3
	Росток	22,5	1,25	39,2	887,0
	Эмистим	22,2	1,26	39,6	881,4
	Гумат	22,4	1,26	39,8	896,9
	Ризоагрин	22,6	1,25	38,9	883,7
	Флавобактерин	22,6	1,25	39,0	881,7
	Экстрасол	22,7	1,25	38,9	887,0
Юка	Контроль	22,8	1,56	32,6	909,1
	Скарлет	22,8	1,46	32,6	929,4
	Росток	23,6	1,49	32,8	980,1
	Эмистим	23,7	1,50	32,8	972,3
	Гумат	23,6	1,47	32,4	976,0
	Ризоагрин	23,1	1,47	33,2	936,5
	Флавобактерин	23,4	1,47	32,7	945,4
	Экстрасол	24,2	1,54	32,7	991,6
Гром	Контроль	24,3	0,96	32,2	934,0
	Скарлет	24,3	1,04	32,6	969,4
	Росток	25,5	1,09	32,6	1016,4
	Эмистим	25,9	1,09	32,3	1034,7
	Гумат	25,6	1,10	32,6	1036,9
	Ризоагрин	25,2	1,10	32,2	1010,9
	Флавобактерин	25,9	1,09	32,5	1033,5
	Экстрасол	24,7	1,05	31,9	990,7
НСР ₀₅		2,20	0,14	-	135,67
НСР ₀₅ А		0,78	0,05	-	47,97
НСР ₀₅ (В, АВ)		Fф < Fт	Fф < Fт	-	Fф < Fт

Масса 1000 зерен. Во все годы стандарт Ермак формировал наибольшую массу 1000 зерен по сравнению с другими сортами – 38,9–39,6 г. В среднем за три года значение этого признака у сорта Ермак было максимальным при применении Гумата (39,8 г). Наибольшая масса 1000 зерен у сорта Юка была отмечена под влиянием Ризоагрина (33,2 г), а у сорта Гром с применением препаратов Скарлет, Росток и Гумат (по 32,6 г). Коэффициент вариации во все годы был очень низким и соответственно изучаемым сортам в среднем составил 1,75; 0,71 и 0,79%.

Продуктивность агрофитоценоза в научных исследованиях и в агрономической практике отождествляют с биологической урожайностью растений. Этот показатель позволяет судить о потенциальной продуктивности сорта и характеризует условия её формирования (Дзюба В.А., 2010).

Максимальную биологическую урожайность сорта сформировали в 2017 году. У сорта Ермак варьирование этого признака составило 1075,2–1103,9 г/м², у сорта Юка – 1141,9–1301,3 г/м², у сорта Гром – 1176,3–1305,0 г/м².

Наименьшая продуктивность агрофитоценоза была выявлена в 2016 году, когда в среднем без учета влияния препаратов она составила: у сорта Ермак 719,4; у сорта Юка 749,1; у сорта Гром 856,6 г/м². Биологическая продуктивность сортов в 2018 году была выше, чем в 2016, но ниже, чем в 2017 году.

Среди сортов наибольшая продуктивность агрофитоценоза была у сорта Гром – 934,0–1036,9 г/м². У сорта Юка продуктивность агрофитоценоза составила 909,1–991,6 г/м², а у сорта Ермак она была наименьшей – 843,4–896,9 г/м².

Среди препаратов положительное влияние на продуктивность агрофитоценоза у сортов Ермак (896,9 г/м²) и Гром (1036,9 г/м²) оказывал регулятор роста Гумат, у сорта Юка – микробиологический препарат Экстрасол (991,6 г/м²).

Варьирование признака «продуктивность агрофитоценоза» в зависимости от биопрепаратов, в основном, было слабым (у сорта Ермак 0,93–4,61; у сорта Юка 1,90–4,83; у сорта Гром 3,40–5,97%); а по годам исследований – значительным и даже высоким (у сорта Ермак 20,46–24,08; у сорта Юка 21,47–28,63; у сорта Гром 14,20–23,09%).

Уборочный индекс. Увеличение доли зерна в общей продуктивности растений давно является важнейшей задачей в селекции зерновых культур. Установлено, что распределение пластических веществ между вегетативной и генеративной частями растения в пользу последней было более высоким в 2017 году, причем у всех изучаемых сортов. Этот факт был в дальнейшем подтвержден более высокой фактической урожайностью зерна за все годы исследований.

Самым высоким среди сортов уборочный индекс был у сорта Гром в 2017 году. Его значения изменялись от 42,3% на контроле до 49,8% при использовании препарата Эмистим. Самые низкие значения отмечены у сорта Юка в 2016 году, когда доля зерновой части в урожае варьировала от 35,4% до 37,6%.

Уборочный индекс очень слабо варьировал в зависимости от применяемых биопрепаратов. При оценке их влияния никаких зависимостей не установлено, а вот изменчивость этого признака у сортов имела определенную закономерность, сохраняющуюся во все годы исследований: самым высоким уборочный индекс был у сорта Гром (41,4–44,4%), средним у стандартного сорта Ермак (38,7–41,2%), а наименьшим у сорта Юка (38,4–39,2%) (рисунок 1).

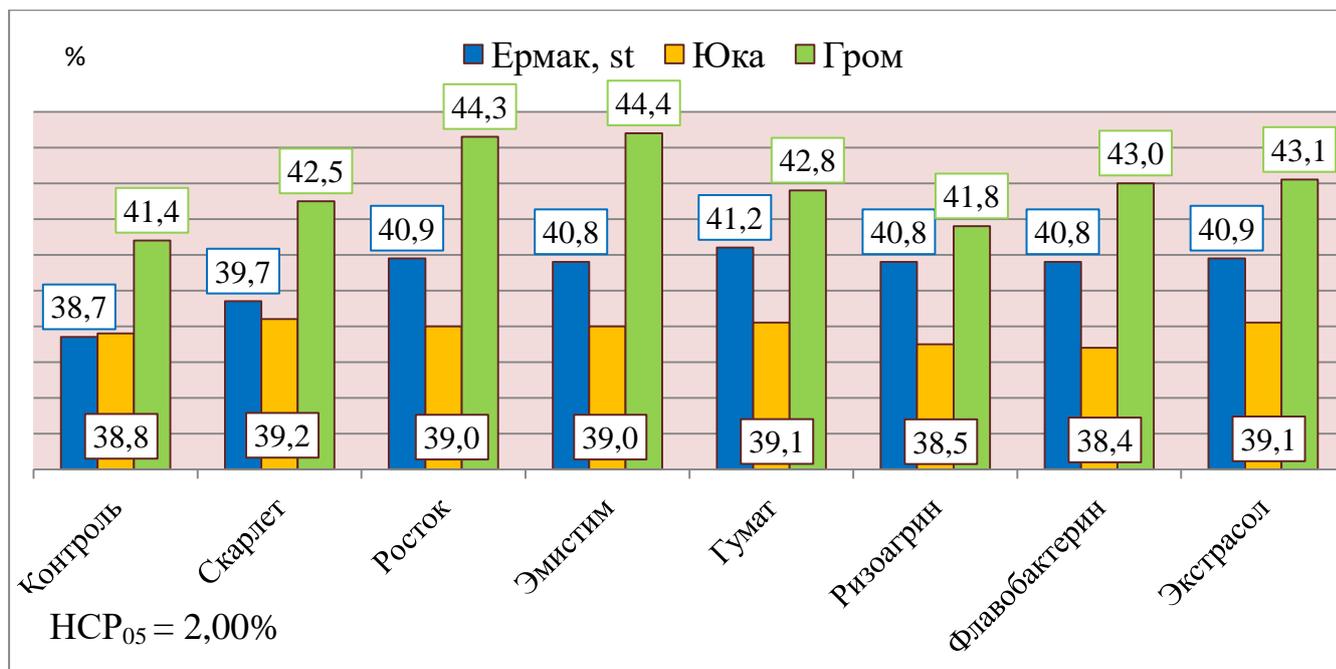


Рисунок 1 – Уборочный индекс сортов озимой мягкой пшеницы под влиянием микробиологических препаратов и регуляторов роста, % (среднее 2016–2018 гг.)

Увеличение уборочного индекса у озимой пшеницы проходило параллельно с повышением зерновой продуктивности, о чем свидетельствует сильная положительная корреляционная связь ($r=0,77$). Поэтому в селекционной работе улучшение признаков «масса зерна с колоса», «масса зерна с растения» и снижение высоты растений будет обуславливать и оптимизацию уборочного индекса.

Урожайность сортов озимой мягкой пшеницы зависела от применения изучаемых препаратов, причем их эффективность была различной. Анализ урожайности представим по сортам, препаратам и в целом по опыту.

В 2016 году самым урожайным был сорт Гром (8,24 т/га), в 2017 году – сорт Юка (11,01 т/га), существенно превысившие стандарт Ермак. Урожайность у всех сортов в 2018 году была примерно одинаковой: у стандарта Ермак 8,58 т/га, у сорта Юка 8,62 т/га, у сорта Гром 8,48 т/га. У сорта Юка превышение по сравнению со стандартом составило, в среднем за год всего 0,04 т/га (НСР₀₅=0,16 т/га), а у сорта Гром прибавка была отрицательной (-0,10 т/га). В среднем по опыту самая высокая урожайность была получена в 2017 году – 10,78 т/га, а самым урожайным среди сортов был Гром – 9,12 т/га (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние сортов на урожайность озимой мягкой пшеницы, т/га (фактор А)

Сорт (фактор А)	2016 год	2017 год	2018 год	Среднее
Ермак, st	7,06	10,69	8,58	8,78
Юка	7,04	11,01	8,62	8,89
Гром	8,24	10,66	8,48	9,12
Среднее по сортам	7,45	10,78	8,56	8,93
НСР ₀₅ А	0,08	0,14	0,16	-

Биопрепараты в большинстве случаев оказывали положительное влияние на урожайность, но не во все годы эти прибавки были достоверными.

Так, в условиях 2016 года в среднем по сортам достоверные прибавки к контролю (7,34 т/га) обеспечили препараты Росток (7,50 т/га), Эмистим (7,53 т/га), Гумат (7,55 т/га) и Ризоагрин (7,51 т/га). В 2017 году урожайность варьировала от 10,70 до 10,84 т/га, на контроле она составила 10,76 т/га. В пяти вариантах отмечено увеличение урожайности, но прибавки были недостоверными (таблица 8).

Таблица 8 – Влияние микробиологических препаратов и регуляторов роста на урожайность озимой мягкой пшеницы, т/га (фактор В)

Вариант (фактор В)	2016 год	2017 год	2018 год	Среднее
Контроль	7,34	10,76	8,08	8,73
Скарлет	7,38	10,78	8,35	8,84
Росток	7,50	10,84	8,71	9,02
Эмистим	7,53	10,81	8,69	9,01
Гумат	7,55	10,82	8,75	9,04
Ризоагрин	7,51	10,70	8,66	8,96
Флавобактерин	7,42	10,79	8,64	8,95
Экстрасол	7,34	10,76	8,60	8,90
Среднее по препаратам	7,45	10,79	8,56	8,93
НСР ₀₅ В	0,12	0,23	0,28	-

В 2018 году на контроле урожайность составила 8,08 т/га. Во всех вариантах, за исключением варианта с протравителем Скарлет (8,35 т/га), урожайность составила 8,60–8,75 т/га, и прибавки были достоверными. В среднем за годы исследований в опыте выделился вариант с регулятором роста Гумат и урожайностью 9,04 т/га.

Анализ урожайности *в целом по опыту*. В условиях 2016 года урожайность в опыте варьировала от 6,86 до 8,40 т/га; в 2017 году она изменялась от 10,45 до 11,19 т/га; а в 2018 году – от 7,82 до 8,86 т/га. Самой высокой она была в 2017 благоприятном году, а самой низкой в 2016 году.

В 2016 году уровень урожайности у сорта Ермак составил 6,94–7,13 т/га; у сорта Юка 6,86–7,19 т/га и у сорта Гром 8,07–8,40 т/га. Достоверные прибавки у стандарта Ермак на 0,13–0,19 т/га обеспечили препараты Росток, Эмистим, Гумат, Флавобактерин и Экстрасол. У сорта Юка превышение над контролем на 0,16–0,19 т/га было отмечено при применении препаратов Росток, Эмистим и Гумат; а сорт Гром положительно отзывался на все биопрепараты, за исключением Экстрасола, прибавкой урожайности на 0,15–0,31 т/га.

В 2017 году все сорта сформировали самую высокую урожайность за годы исследований: стандарт Ермак 10,57–10,81 т/га; сорт Юка 10,85–11,19 т/га; сорт Гром 10,45–10,86 т/га.

В 2018 году урожайность озимой мягкой пшеницы была ниже, чем в предыдущем, но выше, чем в 2016 году. У стандартного сорта она варьировала от 8,31 до 8,73 т/га, у сорта Юка – от 8,10 до 8,86 и у сорта Гром – от 7,82 до 8,70 т/га.

В 2018 году была зафиксирована самая высокая эффективность изучаемых биопрепаратов, по которым прибавка урожайности по всем сортам была существенной и

составила у сорта Ермак 0,32–0,42; у сорта Юка 0,28–0,76 и у сорта Гром 0,44–0,88 т/га в сравнении с контролем (таблица 9).

Таблица 9 – Урожайность озимой мягкой пшеницы в зависимости от сортов и биопрепаратов, т/га (2016-2018 гг.)

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Урожайность, т/га				
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	средняя	± к контролю
Ермак, st	Контроль	6,94	10,57	8,31	8,61	-
	Скарлет	7,00	10,62	8,42	8,68	0,07
	Росток	7,10	10,70	8,64	8,81	0,20
	Эмистим	7,08	10,75	8,63	8,82	0,21
	Гумат	7,13	10,81	8,73	8,89	0,27
	Ризоагрин	7,05	10,68	8,63	8,79	0,18
	Флавобактерин	7,07	10,70	8,63	8,80	0,19
	Экстрасол	7,10	10,65	8,65	8,80	0,19
	<i>Среднее по сорту</i>	<i>7,06</i>	<i>10,69</i>	<i>8,58</i>	<i>8,78</i>	-
Юка	Контроль	7,00	10,85	8,10	8,65	-
	Скарлет	6,97	10,89	8,38	8,75	0,10
	Росток	7,16	11,05	8,86	9,02	0,37
	Эмистим	7,18	10,96	8,75	8,96	0,31
	Гумат	7,19	11,04	8,85	9,03	0,38
	Ризоагрин	7,08	10,92	8,71	8,90	0,25
	Флавобактерин	6,91	11,18	8,68	8,92	0,27
	Экстрасол	6,86	11,19	8,60	8,88	0,23
	<i>Среднее по сорту</i>	<i>7,04</i>	<i>11,01</i>	<i>8,62</i>	<i>8,89</i>	-
Гром	Контроль	8,09	10,86	7,82	8,92	-
	Скарлет	8,18	10,84	8,26	9,09	0,17
	Росток	8,24	10,78	8,62	9,21	0,29
	Эмистим	8,32	10,71	8,70	9,24	0,32
	Гумат	8,33	10,62	8,68	9,21	0,29
	Ризоагрин	8,40	10,51	8,63	9,18	0,26
	Флавобактерин	8,29	10,48	8,60	9,12	0,20
	Экстрасол	8,07	10,45	8,55	9,02	0,10
	<i>Среднее по сорту</i>	<i>8,24</i>	<i>10,66</i>	<i>8,48</i>	<i>9,12</i>	-
НСР ₀₅	0,21	0,40	0,49	-	-	

Урожайность в среднем за три года имела слабую изменчивость под влиянием изучаемых препаратов. Это было обусловлено благоприятными по влагообеспеченности условиями и высоким агрофоном по предшественнику черный пар.

Самым урожайным был сорт Гром, средняя урожайность которого по всем вариантам опыта составила 9,12 т/га, а превышение над стандартом Ермак составило 0,34 т/га, или почти 104%. У стандартного сорта Ермак – 8,78 т/га, у сорта озимой мягкой пшеницы Юка – 8,89 т/га.

Оценивая влияние препаратов *в среднем за годы исследований*, следует отметить положительный эффект Гумата для стандартного сорта Ермак, обеспечившего максимальную прибавку 0,27 т/га и наибольшую урожайность зерна этого сорта 8,89 т/га. У сорта Юка высокая урожайность была получена также в варианте с Гуматом – 9,03 т/га и почти такая же в варианте с препаратом Росток – 9,02 т/га, прибавки к контролю составили соответственно 0,38 и 0,37 т/га.

По сорту Гром в варианте с применением микробиологического препарата Эмистим была получена максимальная урожайность в опыте 9,24 т/га, в том числе прибавка к контролю составила 0,32 т/га.

Оценка доли влияния изучаемых факторов показала, что в условиях 2016 года на урожайность в большей мере оказывали влияние экологические факторы и генотип сорта, в 2017 году – препараты (46,1%), а в 2018 году – сорта (90,9%) и их взаимодействие с препаратами (88,6%) (таблица 10).

Таблица 10 – Доля влияния изучаемых факторов на урожайность озимой мягкой пшеницы, %

Фактор	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Общее варьирование	55,5	-45,3	-139,3
Повторения	-2,3	35,9	16,6
Сорт (фактор А)	50,6	26,2	90,9
Препарат (фактор В)	-1,7	46,1	43,2
Взаимодействие АВ	-2,1	37,1	88,6

Таким образом, за годы исследований по всем изучаемым сортам была получена достаточно высокая урожайность зерна, что вполне объяснимо размещением их по черному пару для производства семян, когда в значительной степени может быть реализована потенциальная продуктивность сортов озимой мягкой пшеницы, и положительным влиянием микробиологических препаратов и регуляторов роста.

При оценке качества зерна было установлено, что варьирование признаков изучаемых сортов было слабым. Все зерно отвечало требованиям третьего класса на продовольственную пшеницу.

Корреляционный анализ свидетельствует о тесной связи урожайности с количеством продуктивных стеблей на единицу площади ($r=0,72$). Установлена высокая связь урожайности озимой мягкой пшеницы с продуктивностью агрофитоценоза ($r=0,92$). Средняя связь выявлена между урожайностью и уборочным индексом ($r=0,69$) (рисунок 2). Более подробно результаты корреляционного анализа изложены в диссертационной работе.

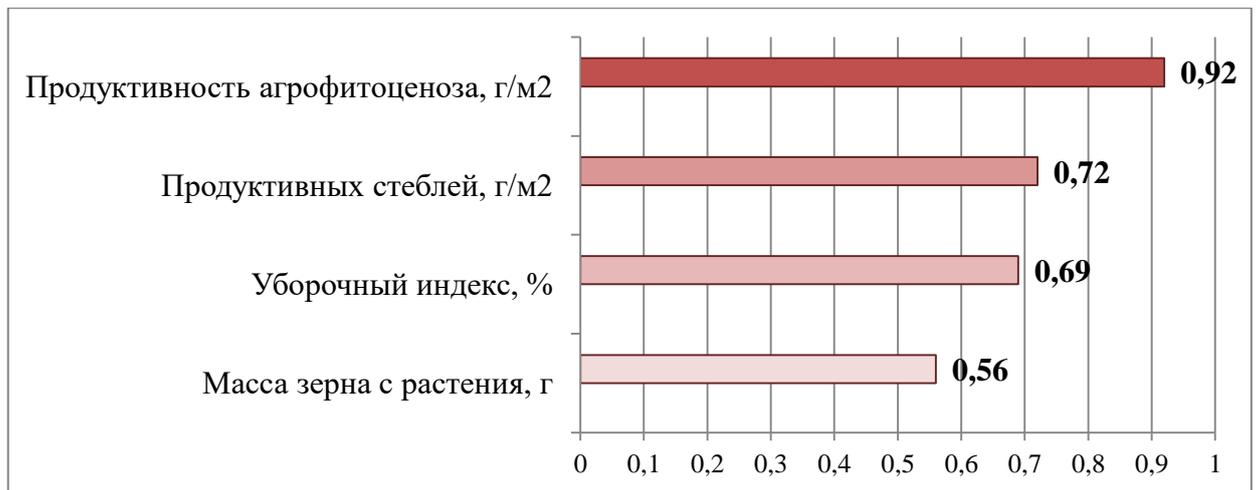


Рисунок 2 – Корреляционные положительные связи урожайности и некоторых изученных признаков (среднее 2016-2018 гг.)

Установленные нами коэффициенты детерминации указывают на то, что урожайность заметно зависела от продуктивного стеблестоя на единицу площади ($R^2=0,518$), т.е. в 51,8% случаев она была обусловлена количеством продуктивных стеблей. Тесная взаимосвязь между количеством продуктивных стеблей и уборочным индексом ($r=0,89$; $R^2=0,79$) указывает на то, что в 79,0% случаев урожайность контролируется именно этими признаками, в остальных 21,0% случаях влияние оказывают другие факторы: год, препараты, экологические факторы. Тесная взаимосвязь между урожайностью и продуктивностью агрофитоценоза ($R^2=0,828$) доказывает, что в 82,8% случаев урожайность озимой мягкой пшеницы обусловлена биологической урожайностью. Доля зерновой части ($K_{хоз}$) в общей биологической урожайности ($R^2=0,476$) подтверждает свое умеренное влияние на этот признак в 47,6% случаев.

5. Посевные качества семян сортов озимой мягкой пшеницы

Технологии возделывания озимой мягкой пшеницы требуют использования наиболее полноценных семян. Получение наивысшего урожая при посеве крупными семенами настолько общеизвестно и общепризнано, что доказывать это не приходится.

Анализ фракционного состава семян по толщине позволил нам выделить у изучаемых сортов содержание крупных, средних, мелких и очень мелких семян. К крупной фракции были отнесены семена с толщиной более 2,8–2,4 мм; к средней – с толщиной 2,8–2,4 мм; к мелкой фракции – с толщиной 2,4–2,2 мм; а к самой мелкой – семена с толщиной менее 2,2 мм, т.е. щуплые и не участвующие в формировании посевных партий семена.

Сумма семян крупной и средней фракций у изучаемых сортов преобладала в 2016 году и в 2018 году.

В среднем за годы исследований у изучаемых сортов при формировании семян наибольшую удельную массу составляла средняя фракция (2,8–2,4 мм): у сорта-стандарта Ермак – 56,4, у сорта Юка – 54,1, а у сорта Гром она была наибольшей – 60,5% (таблица 11).

Таблица 11 – Изменчивость сортов по крупности семян (2016–2018 гг.)

Сорт	Фракция семян, мм		Содержание фракции, %			
			2016 год	2017 год	2018 год	среднее
Ермак, st	3,0-2,8	крупная	18,7	16,1	19,1	18,0
	2,8-2,4	средняя	69,9	42,0	57,4	56,4
	2,4-2,2	мелкая	4,2	35,0	14,7	18,0
	менее 2,2	очень мелкая	7,2	6,9	8,8	7,6
Юка	3,0-2,8	крупная	20,9	12,6	22,6	18,7
	2,8-2,4	средняя	65,6	40,4	56,2	54,1
	2,4-2,2	мелкая	4,9	39,2	13,1	19,1
	менее 2,2	очень мелкая	8,6	7,8	8,1	8,2
Гром	3,0-2,8	крупная	11,9	14,7	23,7	16,8
	2,8-2,4	средняя	77,3	47,5	56,7	60,5
	2,4-2,2	мелкая	5,3	31,8	11,7	16,3
	менее 2,2	очень мелкая	5,5	6,0	7,9	6,5

Для посева необходимо использовать не только более крупные семена, но и более выравненные. Посев такими семенами обеспечивает, как правило, более дружные всходы и урожайность озимой мягкой пшеницы.

Самые выравненные семена все сорта формировали в 2016 году – 86,4–89,2%. В другие годы выравненность была несколько ниже, но примерно одинаковой и в 2017 году составила 77,0–80,2, в 2018 году 76,5–80,3%.

Среди сортов наиболее выравненные семена формировали сорта Юка – 83,3% и Гром – 82,9%. У стандарта Ермак выравненность составила 80,7% (таблица 12).

Таблица 12 – Выравненность семян озимой пшеницы, % (среднее 2016–2018 гг.)

№	Вариант (фактор В)	Сорт (фактор А)		
		Ермак, st	Юка	Гром
1	Контроль	78,5	80,3	81,3
2	Скарлет	79,9	84,4	83,3
3	Росток	81,7	84,5	82,8
4	Эмистим	81,8	84,2	84,4
5	Гумат	80,7	83,9	82,8
6	Ризоагрин	80,9	84,3	82,2
7	Флавобактерин	80,7	82,6	83,1
8	Экстрасол	81,0	82,5	83,5
\bar{x}		80,7	83,3	82,9
$V, \%$		1,31	1,75	1,10

Влияние изучаемых биопрепаратов на выравненность было очень слабым как в отдельные годы, так и в среднем за три года исследований. Коэффициент вариации в среднем изменялся от 1,10% у сорта Гром до 1,75% у сорта Юка.

Оценка лабораторной всхожести свидетельствовала о том, что под влиянием биопрепаратов она изменялась очень слабо, коэффициент вариации изменялся от 0,31 до 2,20%. Лабораторная всхожесть в 2016 году по сортам варьировала от 91,8 до

93,5% и была самой низкой за годы исследований. Самая высокая лабораторная всхожесть была отмечена в 2017 году – 98,2–99,0%, а в варианте с препаратом Ризоагрин у сорта Юка она была даже 100-процентной. В 2018 году всхожесть семян варьировала от 96,3 до 98,7%. В опыте все сорта характеризовались высокой лабораторной всхожестью, отвечающей требованиям на кондиционные семена.

6. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы

При оценке экономической эффективности мы учитывали выход кондиционных семян. В среднем за годы исследований самый высокий выход кондиционных семян по всем вариантам опыта отмечался у сорта Гром – 75,4–79,3%, средним он был у сорта Ермак – 71,9–75,5% и самый низкий у сорта Юка – 70,7–74,3%.

При оценке экономической эффективности закупочная цена на семенную пшеницу была принята за 18000 руб./т. В условиях проводимого опыта у сорта Ермак наибольшую прибыль обеспечил препарат Эмистим – 74160 руб./га при уровне рентабельности 156%. У сорта Юка наибольший экономический эффект был получен в варианте с применением Гумата – 72680 руб./га и рентабельность 152%. Наибольшая стоимость продукции с 1 га была отмечена по сорту Гром при производстве семян элиты с применением биопрепарата Флавобактерин – 130140 руб./га. Именно этот препарат обеспечил сорту Гром самый высокий доход – 82130 руб./га и рентабельность производства –171%.

В связи с тем, что главное назначение пшеничного зерна - продовольственное, мы рассчитывали экономическую эффективность не только производства семян, но и товарного зерна. При этом доход от реализации товарного зерна снизился более чем в 2 раза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях южной зоны Ростовской области применение микробиологических препаратов и регуляторов роста оказывало положительное влияние на урожайные и посевные качества семян сортов озимой мягкой пшеницы, и в среднем за годы исследований установлено следующее.

1. Повышению полевой всхожести способствовали: на 2,8% у стандарта Ермак препарат Экстрасол; на 7,8% у сорта Гром – протравитель Скарлет; на 12,6% у сорта Юка – препарат Ризоагрин.
2. Высокую сохранность растений к весне у стандарта Ермак обеспечил препарат Скарлет (97,1%), у сорта Юка – Флавобактерин (94,6%), у сорта Гром – Эмистим (95,8%).
3. Наибольшая выживаемость растений к уборке установлена: у стандарта Ермак в варианте с препаратом Ризоагрин (87,8%), у сорта Юка – с препаратом Флавобактерин (91,4%); у сорта Гром – с препаратом Эмистим (93,2%).
4. Максимальная продуктивная кустистость отмечена у сорта озимой мягкой пшеницы Гром – 2,50–2,92.
5. Максимальное количество зерен в колосе (36,8 шт.) и массу зерна с колоса (1,56 г) сформировал сорт Юка.
6. Самая высокая озерненность агрофитоценоза выявлена у сорта Гром при применении препаратов Эмистим и Флавобактерин (25,9 тыс. шт./м²).
7. Максимальную биологическую урожайность сорта сформировали в 2017 году. Среди сортов наибольшая продуктивность отмечена у сорта Гром – 934,0-1036,9

- г/м². Среди препаратов положительное влияние на продуктивность агрофитоценоза у сортов Ермак (896,9 г/м²) и Гром (1036,9 г/м²) оказывал регулятор роста Гумат, у сорта Юка – микробиологический препарат Экстрасол (991,6 г/м²).
8. Уборочный индекс очень слабо варьировал от применяемых микробиологических препаратов и регуляторов роста и наивысшим в опыте был у сорта Гром 42,9%. Установлена сильная положительная корреляционная связь между уборочным индексом и урожайностью зерна ($r=0,77$).
 9. Самую высокую урожайность в опыте сорту Гром обеспечил препарат Эмистим – 9,24 т/га. Стабильно высокую урожайность сорту Юка обеспечил регулятор роста Гумат – 9,03 т/га.
 10. Оценка доли влияния изучаемых факторов показала, что в условиях 2016 года на урожайность в большей мере оказывали влияние экологические факторы и генотип сорта (50,6%), в 2017 году – препараты (46,1%), а в 2018 году – сорта (90,9%) и их взаимодействие с препаратами (88,6%).
 11. Корреляционный анализ доказывает, что основной вклад в формирование урожайности оказали следующие признаки: продуктивность агрофитоценоза ($r=0,92$), количество продуктивных стеблей ($r=0,72$), доля зерновой части в урожае или уборочный индекс ($r=0,69$) и масса зерна с растения ($r=0,56$).
 12. Увеличению содержания крупных фракций семян у сортов способствовали препараты Росток, Экстрасол, Флавобактерин и Эмистим. У сортов Ермак и Гром преобладающими были крупные и средние, а у сорта Юка – средняя и мелкая фракции. При формировании семенных партий наибольший удельный вес составляла средняя фракция 2,8–2,4 мм.
 13. Максимальную всхожесть семян сорта проявили в 2017 году. Среди препаратов повышению лабораторной всхожести способствовали препараты Гумат и Эмистим.
 14. Самую высокую прибыль при производстве и реализации семян обеспечил сорт озимой мягкой пшеницы Гром в варианте с применением препарата Флавобактерин – 82130 руб./га при уровне рентабельности 171%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВУ

Для повышения эффективности селекционной работы вовлекать в скрещивания сорт озимой мягкой пшеницы Юка как источник высокой озерненности и массы зерна с колоса, а сорт Гром как источник высокой продуктивности.

В условиях южной зоны Ростовской области и сходных по агроклиматическим условиям районах при размещении озимой мягкой пшеницы по предшественнику черный пар на семенные цели целесообразно использовать для сорта Юка препарат Гумат, а при возделывании сорта Гром препараты Эмистим, Росток и Гумат для увеличения урожайных и посевных свойств этих сортов.

Для увеличения содержания крупных фракций семян у сортов Ермак, Юка и Гром необходимо использовать препараты Росток, Экстрасол, Флавобактерин и Эмистим для обработки семян перед посевом и растений в период «кущение – выход в трубку».

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Список статей в рецензируемых изданиях ВАК:

1. **Потапов, Е.А.** Влияние биопрепаратов на элементы структуры и урожайность сортов озимой пшеницы в посевах по черному пару / **Е.А. Потапов**, Е.К. Кувшинова, Л.П. Бельтюков // Вестник Алтайского ГАУ. – 2019. – № 12 (182). – С. 5–10.
2. Эффективность применения биопрепаратов на сортах озимой пшеницы в условиях Ростовской области / Д.А. Репка, Л.П. Бельтюков, Е.К. Кувшинова, **Е.А. Потапов** // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 1 (67). – С. 72-76.

Список статей в других изданиях

1. Головки, А.С. Комплексное влияние протравителя семян Ламадор и удобрений на прорастание семян зерновых культур / А.С. Головки, **Е.А. Потапов**, Е.К. Кувшинова // Науч. журнал «Активная Честолюбивая Интеллектуальная Молодежь – Сельскому Хозяйству (АЧИМСХ)». – 2017. – № 2. – С. 88–93. – 100 с.
2. Кувшинова, Е.К. Продуктивность сортов озимой пшеницы в производственных условиях / Е.К. Кувшинова, **Е.А. Потапов** // В сб.: Экология и мелиорация агроландшафтов: перспективы и достижения молодых ученых: материалы VII Международной научно-практической конференции молодых ученых, посв. 120-летию со дня рождения А.В. Альбенского. – Волгоград, 2019. – С. 181–182.
3. Биоэнергетическая оценка использования микробиологических препаратов и регуляторов роста при выращивании озимой пшеницы/ **Е.А. Потапов**, Е.К. Кувшинова, Л.П. Бельтюков, Р.Г. Бершанский // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: материалы 71-й Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2020. – С. 38–41.
4. Перспективы производства зерна при использовании инновационных технологий в условиях недостаточного увлажнения Ростовской области / В.Б. Хронюк, Е.В. Хронюк, **Е.А. Потапов**, Е.К. Кувшинова // Современные аспекты управления плодородием агроландшафтов и обеспечения экологической устойчивости производства сельскохозяйственной продукции: материалы Международной научно-практической конференции «От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение сельского хозяйства», 21–22 сентября 2020 г. – Персиановский: Донской ГАУ, 2020. – С. 249–258. – 408 с.