

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко»

На правах рукописи



Команов Евгений Александрович

**УНИКАЛЬНОСТЬ СОРТА ТАНЯ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ В
СВЯЗИ С ЕЕ АДАПТИВНОСТЬЮ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений
(сельскохозяйственные науки)

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
академик РАН, доктор с.-х. наук,
профессор
Л.А. Беспалова

Краснодар – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

	С.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1 Сорта шедевры – это уникальный набор хозяйственно-ценных признаков.....	10
1.2 Пшеница ее уникальность в необходимости сочетания огромного набора хозяйственно-ценных признаков.....	13
1.3 Условия соответствия сорта оценке «шедевр».....	18
1.4 Сорта шедевры: Безостая 1, Мироновская 808, Саратовская 29...	36
1.5 Аврора и Кавказ – взрывной рост площадей и преимущества сортосмены.....	41
1.6 Тенденция ухода от универсальных сортов к научно обоснованным сортовым структурам.....	45
2 МЕСТО, УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	48
2.1 Место и агроклиматические условия.....	48
2.2 Материал, схема опыта и методика исследований.....	52
3 ВАРЬИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У СОРТА ТАНЯ.....	56
3.1 Вариационные ряды урожайности и элементов ее структуры.....	56
3.2 Вариационные ряды по признакам качества зерна.....	65
3.3 Вариационные ряды по высоте растений.....	69
3.4 Характеристика селекционного сдвига у сорта Таня по важнейшим хозяйственным признакам относительно Безостой 1.....	71
4 ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ГОДА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ВЗАИМОСВЯЗЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ.....	73
4.1 Корреляционная взаимосвязь урожайности с хозяйственно-ценными признаками.....	73

4.2 Экологическая пластичность и стабильность сорта Таня по урожайности и элементам ее структуры.....	76
4.3 Экологическая пластичность и стабильность сорта Таня по показателям качества зерна.....	82
5 АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ СОРТА ТАНЯ.....	87
5.1 Отношение к предшественникам.....	87
5.2 Отношение к срокам сева.....	91
5.3 Отношение к азотным подкормкам.....	92
5.4 Отношение к нормам высева.....	95
5.5 Реакция на внесение фунгицидов.....	97
5.6 Экономическая эффективность возделывания сорта Таня.....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	109
ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВУ.....	112
СПИСОК УПОТРЕБЛЯЕМЫХ В РАБОТЕ ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ.....	113
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	138

ВВЕДЕНИЕ

Большинство культурных растений являются продуктом длительного процесса эволюции, связанной с деятельностью человека, климатическими условиями. Они произошли от диких форм, которые отчасти хорошо известны науке и в настоящее время. Селекция ускоряла процесс улучшения растений. Ее название происходит от латинского «Selektion», т.е. отбор практическим способом для получения улучшенных или новых форм культивируемых растений [152].

Как отмечал Ч. Дарвин (1951), селекция в первоначальной форме служила для первобытного человека способом сохранения хорошего посевного материала, поэтому истоки селекции пшеницы, как и многих других сельскохозяйственных растений, уходят вглубь тысячелетий [38].

Как можно судить из нескольких цитат упомянутых великих ученых-натуралистов, философов естественных наук жизни растений и родоначальников изучения физиологии растения, рост развития человека и сельского хозяйства шел рука об руку на протяжении веков. «Одомашнивание» сельскохозяйственных растений позволяло человеку вести более оседлый образ жизни, и высвобождалось больше времени для развития «себя», нежели на поиски пропитания. Часто нехватка или неурожаи приводили к трагическим последствиям для человека. В свою очередь, отбирая более устойчивые растения, улучшались те или иные параметры растений. Таким образом, человечество стало задумываться об устройстве и принципах работы живых растений, о связях и взаимодействиях на различных уровнях. Только в последние столетия, еще не зная законов генетики, стали использовать отбор сознательно и целенаправленно, скрещивая экземпляры с ярко выраженными полезными свойствами. Однако при методе отбора невозможно добиться принципиальных новых свойств и признаков растений. Селекция как отрасль научно-практической деятельности и возникла потому, что появилась необходимость получить растения с новыми желаемыми качествами.

Теоретической основой селекции является генетика, основные положения которой стали фундаментом для селекционной практики.

Для успешного решения задач, стоящих перед селекцией, академик Н. И. Вавилов (1935) особо выделял значение изучения сортового, видового и родового разнообразия культур; изучения наследственной изменчивости; влияния среды на развитие интересующих селекционера признаков; знаний закономерностей наследования признаков при гибридизации [151].

В современном мире успешное развитие невозможно без развития сельского хозяйства, которое напрямую связано с продовольственной безопасностью. А развитие сельского хозяйства – с селекцией основных сельскохозяйственных культур, таких как пшеница. Пшеница – стратегическая культура, одна из самых распространенных продовольственных культур в мире. В России на 1 января 2023 года на ее долю приходится 35,8% от всей площади сельскохозяйственных культур [145].

Вероятно, спрос на продукты питания кратно увеличится к концу первой половины XXI века. На основании роста населения около 50% с одной стороны и роста благосостояния во многих странах мира, главным образом в развивающихся. В мире существует возможность ввода в сельскохозяйственное производство неиспользуемых земель, в том числе и в России, для увеличения получаемой продукции. Однако экономически целесообразно увеличивать производство сельхозпродукции за счет роста урожаев с единицы площади, развивать интенсивное производство. Одним из главных факторов увеличения урожайности является селекция – создание новых сортов [137].

Эволюция природы идет благодаря постоянно генерируемому генетическому разнообразию живых организмов и отбору наиболее приспособленных форм к многообразию средовых условий. Неуклонное развитие промышленного зернового производства невозможно без следования законам природы.

Актуальность исследований. По состоянию на 31 мая 2024 года в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию в Российской Федерации, было включено 432 сорта озимой мягкой пшеницы. В 2025 году в Государственный реестр входило 127 сортов озимой мягкой пшеницы селекции Национального центра зерна имени П.П. Лукьяненко. Множественность сортов, их генетическое разнообразие и различная реакция на широкий спектр средовых условий требуют научно обоснованной систематизации сортов, разработки для каждого из них точного агроэкологического паспорта, чтобы в максимальной степени использовать достоинства сорта и нивелировать его недостатки. Большое количество сортов в производстве увеличивает потенциальные возможности эффективного производства, при этом каждый сорт вносит определенный вклад в этот показатель. В производстве возделываются и сорта шедевры, которые являются системообразующими и занимают огромные площади, к таким относится сорт озимой мягкой пшеницы Таня, который был внесен в Государственный Реестр РФ в 2005 году и по сей день остается в числе самых востребованных селекционных достижений, последние четыре года ежегодно высевается более 170 тыс. тонн семян, что обеспечивает посевную площадь около 1 млн га. Этот сорт длительное время изучается в опытах по агроэкологической паспортизации, поэтому мы посчитали уместным провести глубокий систематический анализ накопленного богатого экспериментального материала, который мог бы использоваться в селекции и сельскохозяйственном производстве.

Степень разработанности темы исследований. Несмотря на то, что сорт Таня широко используется в производстве уже более 20 лет, изучение его особенностей до сего времени носило недостаточно комплексный характер. Недостаточно изучены особенности формирования сортом урожайности, качества зерна, его реакция на важнейшие агротехнические приемы, показатели экономической эффективности и пути ее повышения.

Цель исследований. На основе многолетних исследований показать уникальные особенности сорта озимой мягкой пшеницы Таня, потенциал его использования в селекции, сортоиспытании и производстве.

Задачи исследований:

- провести анализ стандартных статистических показателей выборки по важнейшим хозяйственно-ценным признакам у сорта Таня на основании 531 наблюдений по каждому показателю;
- оценить у сорта Таня экологическую взаимосвязь урожайности с важнейшими хозяйственно-ценными признаками;
- определить экологическую пластичность и стабильность сорта Таня по важнейшим хозяйственно-ценным признакам;
- оценить селекционный сдвиг относительно сорта Безостая 1;
- уточнить агроэкологический паспорт сорта Таня с учетом его реакции на предшественники, сроки сева, нормы высева, уровень минерального питания, реакции на защиту фунгицидами;
- провести анализ показателей экономической эффективности возделывания сорта Таня в зависимости от технологий возделывания.

Научная новизна исследований:

- впервые сделан анализ обширного экспериментального материала за многолетний период исследований, на примере создания сорта Таня показан сдвиг за 46-летний период селекции в НЦЗ имени П.П. Лукьяненко.
- установлены взаимосвязи урожайности с важнейшими хозяйственно-ценными признаками у сорта Таня.
- показана экономическая эффективность возделывания сорта Таня при различных элементах технологии возделывания.
- доказано влияние условий года на показатели экологической пластичности и стабильности сорта Таня по семи хозяйственно-ценным признакам

Практическая ценность работы. Усовершенствован точный агроэкологический паспорт сорта Таня, показаны особенности формирования

урожая в зависимости от элементов технологии, сделана оценка зависимости урожая от важнейших хозяйственно-ценных признаков.

Методология и методы исследований основаны на анализе научных публикаций, определении исследовательских приоритетов, разработке программы исследований, организации лабораторных и полевых экспериментов, наблюдений, учетов, статистическом анализе данных и интерпретации результатов.

Степень достоверности полученных результатов основана на строгом соблюдении методики закладки и изучения сортов пшеницы в многофакторном полевом опыте. Исследования сорта Таня проводились длительный период времени на 38 агровариантах, накоплен большой массив данных, отличающиеся высокими показателями статистической достоверности. Полученные результаты, соответствуют общемировым тенденциям.

Положения, выносимые на защиту:

- оценка селекционного сдвига относительно сорта Безостой 1, выраженного в изменчивости вариационных рядов урожайности, структурных элементов и качества зерна;
- обоснование селекционной ценности корреляционной модели сопряженности продуктивности сортов озимой пшеницы с хозяйственно-ценными признаками;
- влияние условий года на показатели экологической пластичности и стабильности сорта Таня по хозяйственно-ценным признакам;
- уточненный агроэкологический паспорт сорта Таня, как итоговый документ, регламентирующий оптимальные условия выращивания;
- экономическая эффективность, доказывающая рентабельность возделывания сорта Таня при различных элементах технологии возделывания;

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены на научно-методических советах в ФГБНУ «НЦЗ имени П.П. Лукьяненко» в 2010-2025 гг., на научно-производственных конференциях

всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС, Краснодар, 21 марта 2018 года, 6-й Международной конференции, Новосибирск, 23–25 ноября 2022 года, «День поля ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко» в 2010-2025 гг., «День поля в НПХ «Кореновское» Кореновского района Краснодарского края» в 2021-2025гг. Рекомендации полученные на основе анализа обширного экспериментального материала, успешно внедрены в НПХ «Кореновское» НПХ «Калинина» и НПХ «Кубань».

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 15 научных статей, в том числе 3 – в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, предложений селекционной практике и производству, списка литературы и приложений. Содержит 165 страницы компьютерного текста, 30 таблиц и 15 рисунков. Библиографический список включает 190 источник, из которых 22 – работы иностранных авторов.

Личный вклад автора отражен в применении методологии селекционно-сортоиспытательной работы: планировании и закладке многофакторного полевого опыта, проведения фенологических наблюдений и основных агротехнических мероприятий, сбора данных и интерпретации полученных результатов, оформление их в виде отчетов и научных публикаций, внедрения рекомендаций в сельскохозяйственное производство.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Сорта шедевры – это уникальный набор хозяйственно ценных признаков

Увеличение объемов производства зерна – важнейшая задача агропромышленного комплекса. Для решения этой задачи необходимо внедрение высокоурожайных сортов озимой пшеницы с комплексом хозяйственно – ценных признаков. Первенство сорта в формировании продуктивности определяется его генетическим потенциалом. По мнению большинства выдающихся селекционеров, а также ученых, занятых в изучении проблем сельского хозяйства, в системе производства зерна, сорту принадлежит первостепенное значение [39, 49, 61, 74].

Сорт по влиянию на продуктивность полей он стал одним из решающих факторов интенсификации зернового производства. Правильный подбор сортов, постоянное сортообновление и сортосмена – все это не только повышает урожайность, но и снижает затраты труда и средств на производство зерна [101]. Вне зависимости от агроэкологических условий выращивания и схем технологического производства продукции на долю сорта приходится 25-30% прироста урожая, имеются данные, что даже до 40 % [3, 69, 87, 98, 135].

Меняющиеся условия сельскохозяйственного производства предъявляют все новые требования к возделываемым сортам сельскохозяйственных культур. Сорт является фундаментом, на котором появляется возможность реализовать достижения селекционной науки, воплощаются достижения цифровых технологий в растениеводческой отрасли, является средством повышения урожайности и наращивания валовых сборов зерна. В сельскохозяйственном производстве новые сорта активизируют, в свою очередь, развитие новых технологий и выступают как биологические системы, пока ничем незаменимые [117].

Повышение урожайности является одним из самых сложных направлений селекции, поскольку этот признак «резльтирующий» сочетание элементов. Каждый из компонентов, в свою очередь, зависит от многочисленных генетических и средовых факторов на всех этапах органогенеза растения [7, 29, 90].

Селекция растений играет ключевую роль в совокупности мероприятий, направленных на дальнейшее расширение потенциала продуктивности озимой мягкой пшеницы, увеличение ее экологической адаптивности и улучшение качественных характеристик [13, 140].

При создании сорта необходимо учитывать взаимосвязь хозяйственно-ценных признаков между собой. Воздействуя на улучшение одних показателей, неизменно происходит снижение других. В связи с этим возникают определенные трудности. Все процессы гармонично связаны. Так, например, практически линейная отрицательная взаимосвязь количественных показателей урожайности и качественных характеристик готовой продукции. При увеличении продуктивности пшеницы снижаются показатели качества и наоборот. Большинство исследователей пришли к такому заключению за многолетний период наблюдений [165, 178].

Кроме того, внедрение новых сортов повышает и качество получаемой продукции. Повышаются не только технологические показатели зерна такие как: содержание белка и клейковины, натура зерна, содержание крахмала, но и другие. Это – приспособленность сортов к механизированной уборке, устойчивость к полеганию и прорастанию на корню, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам. В России роль сорта усиливает значение при возделывании пшеницы [112]. Это связано с тем, что большие территории нашей страны резко отличаются по погодным-климатическим, почвенным условиям. Различные регионы России, разнятся по уровню химизации, обеспеченности минеральными удобрениями, технической оснащенности [4, 46, 69, 141].

Одним из самых ярких примеров стал сорт Безостая 1 – его относят к сортам «шедеврам» мировой селекции. Когда академик П.П. Лукьяненко задавал направление своей селекционной программе, одним из важных элементов является, подбор исходного материала для скрещивания и дальнейшего изучения. На первых этапах отдавалось предпочтение устойчивым к различным видам ржавчинным сортам и коллекционному материалу. Болезни наносили большой ущерб сельскохозяйственному производству и в годы проявления эпифитотий могли приводить к недобору до 50% урожая. Для решения этих задач использовался разнообразный материал, в том числе и яровые пшеницы из Аргентины. Тут сработал метод отдаленного географического и экологического происхождения. Наряду с болезнями, одной из острых проблем того времени состояла в полегании хлебов. Высота растений того периода оставляла желать лучшего. Одним из первых решением, этой сложной задачи было воплощено, в сорте Безостая 1. Для Кубани это было особенно кстати: хлеба полегали, уборка шла тяжело, часть зерна терялась, а урожайность падала из-за того, что механизированная уборка затруднялась. Благодаря этой селекционной программе удалось получить новый материал, отвечающий заданным требованиям не только снизить высоту растения придать сорту прочную соломинку обеспечивающую устойчивость к полеганию, но и продвинутся в вопросе резистентности.

Безостая 1 представлял собой новую модель сортов интенсивного типа. Он был уникальным в своем роде, первым и лучшим представителем сортов нового поколения. Наряду с высокой продуктивностью удалось сочетать высокие технологические параметры зерна. По данным Госсортосети и производства в основных районах возделывания в СССР, данные за многолетний период, говорят, что сорт Безостая 1 являлся лидером по урожайности. В 70-х годах XX века в международном сортоиспытании во всех районах выращивания культуры признан лучшим сортом по урожайности, что говорит о высокой адаптивности сорта в разных климатических и почвенных условиях [136].

1.2 Пшеница ее уникальность в необходимости сочетать огромный набор хозяйственно-ценных признаков

При первых попытках в селекции на Кубани проводили отборы в местных сортах популяций, таких как Седоуска, Кособрюховка, Банатка и др. Отбирая более продуктивные формы урожайность сортов повышалась. Понимая недостаточность такой работы для получения стабильных урожаев и их увеличения, академик П.П. Лукьяненко разработал новые подходы и методы в селекции озимой пшеницы. Он провел основательный анализ факторов, лимитирующих продуктивность пшеницы в местных условиях, связь урожайности с основными хозяйственно ценными признаками. На первых этапах селекции он отмечал три наиболее важных и часто встречающихся фактора, отрицательно влияющих на продуктивность озимой пшеницы:

1. Почти ежегодные поражения озимой пшеницы ржавчинами. Развитие и распространение заболеваний часто носило характер сильнейших эпифитотий, урожай при этом снижался на 30% и более. Наблюдались все три вида ржавчины: бурая, желтая и стеблевая, каждая из которых была представлена большим количеством рас;

2. Полегание хлебов, обуславливаемое, главным образом, ливневым характером осадков и шквалистыми ветрами;

3. Неблагоприятная погода в период налива зерна, особенно, например, недостаточная или чрезмерная сухость воздуха и суховеи, запал, захват зерна. Избыточная относительная влажность воздуха при высокой температуре.

Важнейшая задача селекции озимых пшениц на Кубани – создание сортов, наименее страдающих от действий указанных неблагоприятных погодных факторов [88]. Конечно, перечисленными признаками не исчерпывается весь комплекс свойств, по которым ведется селекция в дальнейшие годы работы. Он ширится и полнится вместе с наработанным

опытом и пониманием проблем, стоящих перед селекционерами. К пшеницам все больше предъявляется запросов как со стороны сельхоз товаропроизводителей, так и со стороны конечных потребителей, требующих высоких показателей товарного качества главного продукта – хлеба. Поэтому селекцию приходится вести по очень большому количеству биологических и хозяйственно ценных признаков. Н.И. Вавилов определил 46 требований к сорту пшеницы, на которые необходимо обратить внимание при ведении селекционной работы. Только всесторонний подход в изучении растения как целого организма и взаимосвязи отдельных признаков между собой, способны привести к желаемому результату [22]. В свою очередь, академик П.П. Лукьяненко (1959) выделяет селекционно значимых 26 самых главных [85]:

1. Высокая продуктивность.
2. Продуктивный колос с высоким выходом зерна с колоса.
3. Соломина прочная, невысокая, стойкая к ветрам и ливням.
4. Узкое отношение зерна к соломе, в идеале 1:1.
5. Высокая натура и вес 1000 зерен.
6. Высокая стекловидность зерна (не ниже 70%) при посеве по не паровым предшественникам.
7. Темно-красная и красная окраска зерна при минимальном количестве «желтобоких» зерен (I и II подтипы).
8. Большое содержание белка и сырой клейковины (не ниже 28% в зерне) при высоких ее физических свойствах (1-я группа).
9. Высокие мукомольно-хлебопекарные качества зерна: хороший выход муки, высокий объем выхода хлеба, хлеб с тонкой пористостью и хорошим внешним видом, достаточная сила муки (не ниже 280 эргов) и др.
10. Неосыпаемость зерна.
11. Стебли выровненные, без подгонов, одновременно созревающие.
12. Устойчивость к бурой ржавчине.
13. Устойчивость к желтой ржавчине.
14. Устойчивость к стеблевой ржавчине.

15. Устойчивость к пыльной головне.
16. Устойчивость к твердой головне.
17. Устойчивость к мучнистой росе.
18. Устойчивость к фузариозу колоса.
19. Устойчивость к вирусам полосатой мозаики и др.
20. Устойчивость к гессенской мухе.
21. Устойчивость к вредной черепашке.
22. Зимостойкость в условиях резких колебаний температур в зимне-весенний период.
23. Устойчивость к атмосферной засухе, избыточной воздушной влаге и к туманам.
24. Сравнительно короткий вегетационный период (скоропелые и раннеспелые).
25. Высокая отзывчивость на удобрения, особенно азотные и другие приемы агротехники.
26. Наличие в сорте отличительных морфологических признаков для апробации.

Из-за этого, когда перед селекционером лежит огромный список признаков, по которым нужно вести отбор, ему приходится решать очень непростые задачи. Как в одном генотипе собрать столько хозяйственно-ценных признаков, если менять его за счет введения одного или нескольких генов, и при этом не потерять остальные?

Поэтому следует подобрать такие пути и методы повышения урожайности в процессе селекции, чтобы при отборе не нарушать оптимальное сочетание признаков. Необходимо четко представлять, что элементы, слагающие урожайность, есть лишь следствие определенных физиологических процессов, таких как, фотосинтез, аттракция, дыхание, адаптивность к неблагоприятным факторам среды и т.д. [43, 63, 77].

Использование отдаленных форм, отличающихся между собой различными признаками и характеристиками, позволило соединить в одном

генотипе лучшие качества родительских форм. В практике основным методом в селекционном процессе был использован метод внутривидовой гибридизации отдаленных эколого-географических форм пшениц и применением широкого индивидуального отбора. В гибридизацию вовлекались, в первую очередь, хорошо приспособленные к местным условиям лучшие селекционные сорта, а также сорта и линии зарубежных селекционных школ, выделяющихся хозяйственно-биологическими признаками. Далеко не при каждом скрещивании на выходе получается желаемый результат. Большая роль отводится проработке подбираемых пар и объему скрещиваний, обширный исходный материал и всесторонний отбор в гибридных популяциях [84].

Увеличение зерновой продуктивности, качество зерна – это основная роль селекции озимой пшеницы. По словам Н.И. Вавилова (1987), изучение исходного материала является одним из основных разделов селекции как науки [24]. Он указал, что местные сорта, созданные для конкретных агроклиматических условий, должны служить базовым материалом для дальнейшего развития новых сортов. Такие ученые, как А.П. Шехурдин (1961), В.Н. Мамонтова (1966), П.П. Лукьяненко (1973), В.Ф. Дорофеев (1987) и др. придерживались того же мнения [95, 87, 126, 164]. Местный исходный материал ценен, прежде всего, своими адаптивными возможностями к условиям выращивания. Чем более изменчивы факторы окружающей среды, тем больше роль исходного материала в практической селекции [113]. Это особенно важно при выборе наиболее адаптированных местных форм в качестве исходного материала [56]. Для дальнейшего продвижения селекции необходимо постоянно искать и широко включать в программы различных исходный материал, который отличается по своим характеристикам и свойствам [52, 149, 159].

Обзор достижений выдающихся селекционеров мира показывает, что те, кто используют генетически богатый и разнообразный исходный материал, а также применяют современные, научно обоснованные методы и подходы для

работы на всех этапах селекционного процесса, достигают особых и наиболее значимых успехов (Брежнев 1968, 1977, Дорофеев 1987, Ремесло 1982, Сухоруков 2017) [19, 20, 126, 133, 148]. Как показывает практика, зарубежные сорта часто ценны в роли доноров качественных показателей, отсутствующих у местных сортов – устойчивости к болезням, полеганию, засухе. Так, А.В. Кильчевский (1997) и Е.И. Малокустова (2017, 2018) отмечают, что при выборе компонента для скрещивания, ярко выраженное проявление чего-то интересного будет ценно только в том случае, если оно имеется в форме с выходом зерновой продуктивности не менее 70 % от стандарта [93, 94, 160].

Больших успехов в селекции озимой пшеницы добился В.Н. Ремесло, используя метод изменения яровых форм в озимые. Было доказано, что при использовании этого метода создавались формы с высокими показателями хозяйственно-биологических признаков. Как писал В.Н. Ремесло (1969), что «Практика селекционной работы с пшеницами убеждает нас в перспективности метода направленного изменения яровых в озимые с последующим воспитанием и отбором измененных форм по желаемым признакам [131]. Не вызывает сомнений актуальность применения данного метода в селекции, что способствует накоплению огромного количества генетически разнообразного исходного материала, используемого в качестве базовой основы для создания новых сортов пшеницы озимой». Академик Моргун В. В. объясняет превращение яровых сортов в озимые термическим мутагенезом. «Метод переделок... по существу является методом получения мутаций благодаря использованию пониженных температур, мутагенность которых доказана» [105].

Для получения высокоурожайных и высококачественных сортов существует острая необходимость изучения большого комплекса хозяйственно-ценных признаков, характерных для генотипа культуры. За последние 100 лет довольно подробно изученными считаются такие признаки как зимо- и морозоустойчивость, засухоустойчивость, устойчивость к биотическим стрессорам (болезни и вредители), элементы структуры

урожайности [41, 54, 104]. В понятие урожайность пшеницы интегрированы многие признаки, влияющие на рост и развитие растений в течение всего периода вегетации. При этом каждый признак изменяется в количественном отношении под влиянием факторов окружающей среды. Многие признаки находятся в сложных связях между собой, и тем самым складывается необходимость в изучении и получении общих закономерностей взаимоотношений между ними. Прямой отбор по урожайности в большинстве селекционных программ как таковой может вводить в заблуждение, а успешный отбор зависит от изучения генетической изменчивости и взаимосвязей между хозяйственно-полезными признаками с урожайностью зерна. Корреляционные исследования позволяют лучше понять связь различных признаков с урожайностью зерна. Изучение взаимосвязей между различными признаками необходимо селекционерам при отборе генотипов, обладающих группами искомых полезных свойств [34].

Н.И. Вавилов считает, что соединить в одном сорте все лучшие свойства трудно [23]. Поэтому необходимо создавать ряд сортов в соответствии с различными условиями. Одним из приоритетных направлений исследований является разработка и внедрение адаптивных сортов с отличной нормой реакции на условия внешней среды для разных зон и подзон различных территорий [14]. Что позволяет нивелировать совмещение в одном генотипе большого числа свойств, а работать непосредственно для получения заданных хозяйственно-ценных признаков для определенных условий. Тем самым повышать не только адаптивность отдельных сортов, но и культуры в целом.

1.3 Условия соответствия сорта оценке «шедевр»

В селекционной практике выявление особенностей формирования основных хозяйственно ценных признаков сортов озимой пшеницы в различных условиях внешней среды позволяет увеличить эффективность отбора ценных генотипов, выявить, использовать источники доноры ценных

признаков и более целенаправленно проводить селекцию на адаптивность к конкретным условиям среды.

Ключевым аспектом при разработке сортов является их способность адаптироваться к условиям внешней среды, к абиотическим и биотическим стрессам [69]. В этой связи выведение адаптивных сортов, особенно пшеницы, становится приоритетным направлением для формирования адаптивного земледелия [9, 185], направленного на стабилизацию получаемого урожая и планирование сельскохозяйственной деятельности. Получение надежных результатов позволяет уверенно развиваться не только сельхоз товаропроизводителям, но и отрасли в целом. Академик Жученко А.А. также подчеркивает значимость новых перспективных сортов, которые способствуют увеличению урожайности, уменьшают затраты энергии и улучшают качество продукции [43, 44, 47]. Адаптивные сорта должны отличаться пластичностью, что подразумевает умение обеспечивать стабильный урожай в различных почвенных и, прежде всего, климатических условиях. Кроме того, они должны быть устойчивыми к различным патогенам, вирусам и обладать высокой способностью к восстановлению после повреждения вредителями [10, 35, 42].

Экологическую пластичность растений можно охарактеризовать, как их умение адаптироваться к меняющимся условиям роста и развития, тогда как сорта должны обеспечивать высокий и качественный урожай в различных почвенно-климатических и агрономических обстоятельствах. В интерпретации В.А. Зыкина и его соавторов данное понятие описывается, как способность последовательно производить высокий урожай генетически унифицированного качества в разнообразных условиях и при наличии разнообразных погодных и агрономических факторов. Пластичность, ассоциируемая с изменчивостью признаков и стабильностью их реакции на экологические стрессы, считается ключевым аспектом адаптации [138]. Следовательно, помимо объема и качества урожая следует принимать во внимание адаптивные качества и стабильность их формирования под

воздействием экологических параметров. Применение экологически пластичных сортов с хорошими адаптационными способностями может значительно увеличить устойчивость и продуктивность пшеницы [48].

Адаптивные сорта должны обладать экологической пластичностью, то есть способностью в широком диапазоне почвенно-климатических условий формировать продуктивность, близкую к потенциальной и обладать устойчивостью к болезням и повреждениям вредителями [162]. В связи с этим, для селекции актуален поиск форм, отвечающих заявленным требованиям, по которым объективно можно осуществлять отбор и дальнейшее вовлечение в селекционный процесс. При изучении селекционного материала и новых сортов в разные годы можно получить информацию о пластичности, которая показывает особенности реакции генотипа на изменение климатических условий. Если показатель урожайности сортов различается по годам, значит есть взаимодействие «сорт – среда», эффект которого может быть проанализирован как дисперсионный комплекс. Показатели степени реакции генотипов на изменение условий среды характеризуют свойства сорта, его стрессоустойчивость, генетическую гибкость и гомеостатичность [108].

Одним из наиболее широко распространенных методов оценки генотип-средового взаимодействия (*ВГС*), является оценка экологической пластичности и стабильности сортов, предложенная Эберхартом и Расселом [173]. Этот метод основан на регрессионном подходе, впервые предложенном K.W.Finlay и G.N.Wilkinson [176]. Он позволяет вычленить суммарные эффекты *ВГС* на линейный и нелинейный компонент. Суть метода заключается в регрессионном анализе зависимости урожайности сортов от индексов среды. Индексы среды являются показателями степени благоприятности среды, они представляют собой отклонение средней урожайности всех сортов варианта от средней урожайности опыта. Коэффициент регрессии b_i служит для оценки экологической пластичности. Он показывает угол наклона линии регрессии, чем круче линия регрессии, тем более отзывчив сорт на улучшение условий выращивания. При $b_i = 1$, экологическая пластичность сорта идентична

среднему по сортовому набору, изучаемому в опыте, т.е. рост урожайности анализируемого сорта равен росту урожайности вариантов. При $b_i > 1$, рост урожайности сорта при улучшении условий выращивания опережает среднюю урожайность сортового набора, а при $b_i < 1$, уступает ему.

Для оценки экологической стабильности используется среднее квадратичное отклонение от линии регрессии, $s^2 d_i$. Чем меньше величина этого показателя, тем меньше расхождение между теоретическим и фактическим значением признака, тем более он устойчив во времени и пространстве.

Дополнительно, для более полной характеристики адаптивного потенциала сортов, рассчитывают коэффициент детерминации (R^2), показывающий долю изменчивости урожайности сорта, обусловленную линейной зависимостью от условий среды. Чем выше коэффициент детерминации, тем больше фенотипическая стабильность сорта обусловлена его генетическими особенностями, а не случайными факторами среды.

В практическом плане сорта с $b_i > 1$ и малым $s^2 d_i$ представляют интерес для интенсивного земледелия, так как обеспечивают высокую урожайность в благоприятных условиях. Сорта с $b_i < 1$ и малым $s^2 d_i$ характеризуются стабильной, хотя и невысокой урожайностью, и подходят для менее благоприятных условий. Сорта с $b_i = 1$ и малым $s^2 d_i$ обладают универсальной адаптивностью и могут успешно возделываться в различных условиях.

Однако, следует учитывать, что метод Эберхарта-Рассела имеет некоторые ограничения. Он предполагает линейную зависимость между урожайностью и условиями среды, что не всегда соответствует действительности. Кроме того, результаты анализа зависят от набора сортов, включенных в исследование, и от диапазона условий среды, в которых проводились испытания.

Несмотря на эти ограничения, метод Эберхарта-Рассела остается ценным инструментом в селекции растений, позволяющим оценить адаптивный потенциал сортов и рекомендовать их для возделывания в различных агроклиматических зонах. Он позволяет выявить сорта, наиболее

отзывчивые на улучшение условий выращивания, а также сорта, характеризующиеся стабильной урожайностью в широком диапазоне условий среды.

Большие результаты достигнуты по этому направлению работ, изучение ВГС оценка полученных результатов и применение накопленных данных в практической деятельности, учеными НЦЗ им. П.П. Лукьяненко [114].

В своей лекции еще в 1892 г. К.А. Тимирязев дает характеристику адаптивным приспособлениям, возникающим у растений для преодоления пагубного влияния на них засухи и рекомендует использовать эти особенности выращиваемых культур при разработке мероприятий по борьбе с ней. Работы Тимирязева сыграли большую роль в разработке представлений о природе засухоустойчивости растений и были положены в основу дальнейших исследований.

Засуха характеризуется комплексом неблагоприятных условий, приводящих к глубокому дефициту воды в почве и растении. Угнетающее действие засухи происходит из-за несоответствия потребности растения во влаге и поступления ее из почвы. Степень этого несоответствия отражает напряженность засухи [50].

Обычно различают почвенную, атмосферную, суховеи и комбинированную засухи. По времени возникновения выделяют три типа засухи: весенняя, летняя и осенняя. Разделяют засухи и по интенсивности: слабая, умеренная, сильная [62]. Различные типы засух и их комбинаций обуславливают многообразие защитных свойств растений.

По мнению П.А. Генкель «Засухоустойчивыми называются растения, способные в процессе своего онтогенеза приспосабливаться к действию засухи без значительного ущерба для себя и своего воспроизведения» [31, 32]. Растения формируют свою засухоустойчивость в процессе онтогенеза под влиянием условий существования. Сила воздействия засухи на растения на разных фазах его развития неодинакова, поэтому и вред, причиняемый засухой, проявляется по-разному. Действие засухи на растение

сопровождается нарушением процесса обмена, ведет к изменению как анатомической структуры органов и тканей, так и микроструктуры клеток. Засуха прежде всего приводит к потере воды растением, обезвоживанию клеток, что сопровождается нарушением водного режима [37], образованием водного дефицита. В засуху снижаются подвижность и скорость обновления воды всех ярусов листьев [156]. Водобмен у более засухоустойчивых сортов при ухудшении условий водоснабжения подвергается менее резким и менее значительным изменениям, чем у сортов менее устойчивых, требующих меньше энергетических затрат для поддержания структур протоплазмы в неблагоприятных условиях.

У некоторых сортов озимой пшеницы повышенная водоудерживающая способность листьев и более высокая их обводненность достигается свертыванием листовых пластинок в условиях засухи, что положительно сказывается на продуктивности [129].

Стабильность водного режима засухоустойчивых сортов обусловлена физиолого-биохимическими и анатомическими особенностями, определяет адаптационные свойства организма и его устойчивость к неблагоприятным условиям. Адаптируясь к действию засухи, растения сохраняют нормальный ход физиологических процессов и вследствие этого сохраняет свою репродуктивную способность [121].

Селекция на устойчивость к абиотическим стрессовым факторам отличается от селекции на устойчивость к вредителям и болезням. Поскольку нет взаимодействия двух организмов и улучшение толерантности, следовательно, длительное и постоянное, а с другой стороны, оно является более трудным, поскольку абиотические факторы стресса, такие как «холод» или «засуха» являются понятиями более сложными и менее определенными. Но работы селекционных программ ведутся, не смотря на сложность этих процессов и имеют большую важность [91].

Широкое распространение культуры придало ее агробиологическому изучению большой интерес. В онтогенезе пшеницы выделяют стадии

развития, этапы органогенеза и фенологические фазы. Для прохождения определенной стадии развития растений необходимы соответствующие условия среды. Решающим фактором для прохождения первой стадии – яровизация, является температурный режим от минус 5⁰С до плюс 16⁰С. Сложные природно-климатические условия ставят перед селекцией озимой пшеницы ряд важнейших задач. В отдельные годы наблюдается проявление неблагоприятных стрессовых факторов внешней среды, которые должны учитываться при селекции этой культуры [25, 41, 78, 118]. Наибольшую устойчивость к негативным факторам зимовки проявляют высокоморозостойкие и зимостойкие сорта озимых культур.

Зимостойкость – это универсальный совокупный показатель, который отражает способность растений проявлять устойчивость к различным неблагоприятным факторам. Зимостойкость – комплексный признак, включающий морозоустойчивость, устойчивость к выпреванию, ледяной корке, холодостойкость, весенним заморозкам и др. Их влияние может сопровождаться вымерзанием растений, вымоканием и изреженностью посевов и другими нежелательными последствиями [33]. Поврежденные, но не погибшие зимой растения, используют остаточные запасы пластических веществ, отложенные в тканях вегетативных органов, и при благоприятных условиях весной отрастают, но из-за повреждений узлов кущения плохо восстанавливают надземную массу и корневую систему, поэтому образуют много дегенеративных колосьев. Часть же растений вообще не выколашивается, что приводит к изреживанию продуктивного стеблестоя и к снижению урожая. Вследствие этого наиболее ответственными для озимой пшеницы являются осенний и зимний периоды. Состояние посевов в этот период предопределяет урожай [2, 53, 70 124].

Приобретение зимующими растениями устойчивости против морозов и других неблагоприятных условий является результатом торможения или полного прекращения роста и сложнейших физико-химических превращений в клетке, ведущих к накоплению защитных веществ и геллизации протоплазмы

[125]. В процессе перезимовки озимой мягкой пшеницы происходят изменения не только уровня морозоустойчивости, но и структуры этого признака. Вначале перезимовки устойчивость к низким температурам обусловлена процессами, связанными с глубокими изменениями метаболизма и развитием структурной устойчивости. С середины зимы в обеспечении устойчивости растений от мороза начинают играть все большую роль факторы, не допускающие повреждения без снижения уровня обменных процессов (переохлаждение), регенерации и репарации, обеспечивающие достаточный уровень энергообменных процессов в растениях. Такие качественные изменения являются отражением сложной генетической природы признака морозоустойчивости и обусловлены экспрессией разных групп генов в зависимости от этапа органогенеза и внешних факторов [157].

Вопросам зимостойкости пшеницы озимой уделяли большое внимание как российские, так и зарубежные ученые [68, 107, 182]. Совершенствование проблемы увеличения зимостойкости озимой пшеницы продолжает представлять значительные трудности в селекционном процессе из-за выявленных обратных корреляций между урожайностью и устойчивостью сорта к неблагоприятным условиям зимовки. Следовательно, необходимо создавать новые генотипы, объединяющие комплекс адаптивных признаков и свойств.

Сорта пшеницы наряду с высоким потенциалом продуктивности и хорошим качеством зерна должны обладать устойчивостью к фитопатогенам. Способность сортов противостоять поражению болезнями в условиях эпифитотий обеспечивает стабильность урожая по годам, тогда как у восприимчивых сортов в годы массового развития болезней урожай снижается до 30% и более [51, 100]. Около двух тысяч видов микроорганизмов паразитирует на пшеничном растении, более двух десятков из них являются наиболее опасными и вредоносными. Некоторые виды из второстепенных и редко встречающихся ранее переходят в разряд особо опасных и вредоносных. Так, например, поражение пшеницы фузариозом колоса в Краснодарском крае

и на Северном Кавказе было отмечено еще в 30-е годы XX века. Однако оно проявлялось спорадически и, в основном, в предгорной зоне. Распространение и вредоносность фузариоза колоса значительно усилилось с 1985 г. особенно большие потери зерна наблюдались в эпифитотийные 1987, 1988, 1992 годы [116].

Контроль фитосанитарного состояния пшеничного поля и его улучшение возможно осуществлять с помощью селекции. Для повышения фитосанитарной обстановки особое место в системе интегрированной защиты следует отводить сортам, устойчивым к различным заболеваниям, обеспечивающим снижение потерь продукции от вредных микроорганизмов и стабилизацию валовых сборов зерна. Создание и внедрение в производство устойчивых сортов является наиболее экологически и экономически выгодным методом борьбы с болезнями. Возделывание сортов, обладающих способностью к самозащите от фитопатогенов, значительно повышает эффективность химических и агротехнических мероприятий, направленных на подавление инфекции, позволяет применять менее токсичные препараты и в меньших количествах, что делает получение продукции более конкурентоспособной и безвредной [143].

Создание сортов, комплексно устойчивых к биотическим факторам среды, осложнено, в первую очередь, тем, что патогены эволюционируют совместно с хозяином с некоторым отставанием во времени. Многолетние исследования убедительно доказывают, что надежно защитить пшеницу от эпифитотий с помощью селекции можно, нарушив связь патогена с хозяином [26].

Буряя ржавчина (возбудитель *Puccinia triticina* Rob. ex Desm. f.sp.*Tritici* Erikss. et Henn.) – одна из наиболее распространенных и вредоносных болезней пшеницы в России и мире [184]. При умеренном поражении растений сбор зерна снижается до 10 %, в условиях сильной эпифитотии – до 50...70 % [128]. Потери от этой болезни носят не только количественный, но и качественный характер. Селекция пшеницы ускоряет микроэволюцию паразита. В популяции возбудителя непрерывно идут формообразовательные процессы,

приводящие к появлению новых и потенциально нарастающих вирулентностей. Как только растение обретает новый ген устойчивости, патоген противопоставляет ему новый ген вирулентности, за созданием устойчивого сорта следует потеря его устойчивости, и этот цикл может повторяться беспрерывно [28]. Необходимость селекции устойчивых к ржавчине сортов очевидна, но устойчивость вновь созданных сортов нестабильна и недолговечна. Уже через несколько лет агрессивные расы гриба способны преодолеть устойчивость сорта. Для подавления развития и распространения возбудителя бурой ржавчины необходимо повысить генетическое разнообразие сельскохозяйственной культуры [5].

Желтая ржавчина, вызываемая грибом *Puccinia striiformis* West. Sp. F. tritici – широко распространенная и очень вредоносная болезнь озимой пшеницы. Для возникновения эпифитотий необходимы влажная, теплая зима и весна и не жаркое лето. Высокая вредоносность обусловлена тем, что желтая ржавчина способна поражать растения пшеницы на протяжении всего периода вегетации и в зависимости от условий и способности генотипа противостоять патогену, может уничтожить до 100 % урожая. Семена растений, пораженных этим заболеванием, теряют всхожесть, слабо прорастают [170,188]. Патоген существует в виде множества физиологических рас, которые различаются по агрессивности и вирулентности на разных растениях-хозяевах [87].

Современная селекция позволяет развивать генетическую устойчивость (или задержать свойство толерантности) сортов пшеницы к расам ржавчины. Однако мутации и рекомбинации позволяют патогену формировать новые расы. Поэтому селекционеры используют как ранее созданные сорта для продления устойчивости к патогену, так и создают новые сорта с улучшенной устойчивостью к новым и ранее встречавшимся расам [174, 180].

Septoria tritici Desm – одна из наиболее распространенных болезней озимой пшеницы. Вызывает пятнистости на всех надземных органах растения во все фазы его развития. В период кущения поражаются лишь прикорневые отмирающие весной листья, что практически не сказывается на урожае зерна,

но влияет на накоплении инфекции и дальнейшее распространение болезни. Источниками инфекции являются пожнивные остатки, дикорастущие злаки. Характер проявления болезни и интенсивность ее развития в значительной степени зависят от погодных условий [8, 187].

Как показали раннее проведенные исследования, септориоз развивается на пшеничном растении не непрерывно, а скачкообразно. Все зависит от гидротермических показателей среды. При отсутствии влаги и низких температур развитие гриба сдерживается и для дальнейшего распространения болезни достаточно обильной росы или же небольшого дождя.

Сортов, высоко устойчивых к септориозу нет, равно как и нет химических средств защиты с высокой биологической эффективностью против болезни. Связано это в первую очередь с биологическими особенностями патогена, который относится к гембиотрофам. Редко встречаются генотипы с комплексной устойчивостью: сорта могут быть устойчивы к одному виду патогена и восприимчивы к другому [183].

Устойчивость к септориозу может быть, как количественной (горизонтальной), так и изолят-специфичной (вертикальной) [67, 154]. В настоящее время у пшеницы идентифицировано 17 генов устойчивости к *S. tritici* (Stb1 – Stb17). Благодаря генетическому анализу в патосистеме «пшеница – *M. graminicola*» было доказано взаимодействие «ген-на-ген» [170]. Многие сорта обладают толерантностью, т.е. при сильном поражении практически не снижают урожай или отдельные элементы структуры урожая, например массу 1000 зерен. Поэтому приоритетом в селекции на устойчивость к *S. tritici* является создание сортов с высокой толерантностью.

Сбор зерновых – ключевой момент аграрного цикла. Важно провести уборку так, чтобы минимизировать потери урожая и максимально сохранить его товарные свойства. Также необходимо оптимизировать расходы на технику и послеуборочную обработку зерна, снизив потребление энергии. Наилучшее время для уборки урожая озимой пшеницы, учитывая разнообразие сортов и их принадлежность к разным группам спелости, определяется несколькими

факторами. К ним относятся время достижения спелости, характеристики стебля, вероятность осыпания зерна, устойчивость к заболеваниям и прорастанию на корню, а также восприимчивость зерен к механическим повреждениям [21, 109, 155].

При наступлении фазы полной спелости зерна озимой пшеницы начинается его перестой. Зерно высыхает, уменьшается в объеме, начинает выпадать из чешуй колоса и сильно осыпаться (самоосыпаться), что ведет не только к потере урожайности, но и к снижению технологических качеств зерна. Так, в условиях влажной и теплой погоды при перестое зерна на корню происходят сложные процессы, которые приводят к механическим и биологическим потерям, уменьшению урожайности, снижению пищевого и технологического достоинства зерна: снижается объемная масса, зерно темнеет, выход муки и крупы уменьшается, качество семян и хлебопекарные качества ухудшаются [147].

Осыпаемость зерна – это генетически детерминированный комплексный признак, который зависит от абиотических факторов среды. То есть осыпание зерна напрямую зависит от погодных условий и сортовых особенностей колоса. Причем осыпается самое крупное и выполненное зерно. В результате этого снижается такой показатель, как масса 1000 зерен. Способность озимой мягкой пшеницы прочно удерживать зерно от осыпания зависит от формы колоса, анатомического строения колосковых чешуй, условий их формирования и развития механических тканей, крупности и натурности зерна, погодных условий, длительности перестоя после полного созревания и многого другого [161]. Устойчивые к осыпанию сорта имеют жесткие, грубые чешуи с широким основанием вместе их прикрепления к стержню колоса, киль и жилкование у них выражены более резко. Все эти признаки увеличивают сопротивляемость колосковых чешуй отгибу и способствуют тем самым более прочному удерживанию зерна [58].

В числе негативных факторов, снижающих качество зерна – склонность к прорастанию в колосе при неблагоприятных условиях в период созревания и

уборки, что одновременно отрицательно сказывается как на хлебопекарных, так и посевных свойствах. Снижается полевая и лабораторная всхожесть зерна, усиливается поражение различными болезнями, что сопровождается падением продуктивности будущего урожая [158].

В условиях ненастной погоды в период уборки урожая (частые дожди, росы, резкие колебания температуры воздуха) зерно может прорасти в колосе, что снижает его качество и урожай [30, 110]. Оно может происходить также при хранении зерна на открытых токах. Даже при едва заметном наклюнувшемся зерне, значительно уменьшается выход муки при помоле, резко ухудшаются физические свойства теста, которое становится клейким, недостаточно эластичным, а выпекаемый хлеб имеет крайне низкое качество [179, 190]. Это происходит в результате биохимического распада веществ зерна и в первую очередь перехода крахмала в более простые соединения – сахара.

Устойчивость пшеницы к прорастанию на корню определяется как сложный комплекс, который получил обозначение RCP (*robur contra pluvium*) [171]. Важнейшим фактором глубоких биохимических изменений в прорастающем зерне является повышение активности амилолитического комплекса, особенно альфа-амилазы [11].

В регулировании покоя и прорастания семян участвуют два основных гормона – абсцизовая кислота (АБК) и гиббереллин (Г). АБК – основной сигнальный фактор развития зародыша, вступления семян в покой и его поддержания [175, 177]. Противоположную роль играет гиббереллин, который индуцирует активность [189].

Распространение сорта на большие площади связано в первую очередь с его адаптивностью в широком смысле этого слова – умению противостоять многочисленным факторам, лимитирующим условия среды. Адаптивный сорт – это сорт экологически пластичный, приспособленный не только к оптимальным, но и к лимитированным внешним факторам [99, 167]. Сорта, которые сохраняют высокую урожайность независимо от влияния биотических и абиотических факторов среды являются экологически

пластичны [96, 103, 142]. В то же время происходит изменение климата с одновременным усилением размаха варьирования погодных факторов, которые полностью непредсказуемы. Зимние оттепели разной продолжительности сменяются низкими температурами воздуха. Участился возврат отрицательных температур в марте-апреле. Дни с достаточным выпадением осадков резко сменяются суховеями с высокими температурами. Число дней с температурой воздуха выше 35⁰ С повышается. Растения способны в течение нескольких часов выдерживать температуру 45⁰ С, но при температуре 50⁰С гибель наступает уже через 20-30 мин. Поврежденные ткани буреют и быстро подсыхают, так как протоплазма теряет способность удерживать воду. Особенно чувствительны к высоким температурам генеративные органы пшеницы. Их повреждения проявляются в период налива зерна в виде череззерницы и пустоколосицы [79]. Появляются новые расы ржавчинных болезней, усиливается частота проявления септориоза, фузариоза на растениях [144]. Поэтому стабильность урожаев в широком диапазоне сред – главная задача при селекции озимых культур. Это реально при создании запаса экологической надежности по основным негативным факторам [49]. При кажущейся простоте решения проблемы следует учитывать обусловленные физиологические взаимосвязи между признаками растения. Высокая резистентность к неблагоприятным условиям среды часто находится в отрицательной корреляции с урожайностью и другими признаками [18]. Но устойчивость не является первичной селекционной ценностью, она представляет селекционный интерес только тогда, когда ведет к повышению урожая или качества. И в то же время, биологически, экологически и экономически нецелесообразно создавать сорта с высоким состоянием тех адаптивно значимых признаков, которые не лимитируют урожай в определенной зоне. Сорта, предлагаемые для каждой зоны, отличаются высокой степенью надежности, обусловленной сочетанием и состоянием признаков, обеспечивающих высокую их адаптивность [146].

Достигнутый уровень адаптивности при определенном потенциале продуктивности пшеничного растения сохраняется у новых сортов за счет использования в системе сложной ступенчатой гибридизации хорошо приспособленного к условиям региона селекционного материала собственной селекции или/и созданного в сходных экологических зонах. За счет биологического разнообразия удастся не только обеспечить эффективную утилизацию благоприятных местных условий внешней среды, но одновременно и резко снизить отрицательные последствия действия экологических стрессоров в «критические» периоды онтогенеза растений [14].

Повышение и стабилизация производства высококачественного зерна одна из важнейших задач, стоящих перед сельскохозяйственным комплексом. Главное место в выполнении которой принадлежит селекции высокопродуктивных и высококачественных сортов, адаптированных для той или иной зоны возделывания. Известно, что все растения в процессе роста и развития вступают в сложные взаимоотношения с окружающей средой. Поэтому все морфологические, физиологические и другие адаптивные признаки и свойства как отдельных особей, так и ценоза в целом определяются их генотипом и комплексом воздействующих на организм факторов. Разнообразие по реакции на почвенные разности, предшественники и разные уровни агрофона в агроэкологических зонах и подзонах вступают в сложную систему отношений [139].

Важнейшим биологическим признаком является продолжительность вегетационного периода, который часто коррелирует с величиной урожая. Зачастую характер этих связей определяется погодными условиями. В условиях Кубани селекция озимой пшеницы традиционно велась на сокращения вегетационного периода, поскольку налив зерна происходит в более благоприятных условиях температурного режима воздуха, и они реже страдают от запала и захвата зерна [87]. В условиях же когда погодные условия отмечаются достаточным увлажнением преимущество в урожайности получают генотипы с более продолжительным периодом вегетации, поскольку

у них более продолжительный период формирования зерна [102]. Для стабилизации урожая необходимо иметь набор сортов с различными периодами вегетационного периода, не только с перечисленными выше факторами, но и в связи с растянутым созреванием озимого поля позволяет равномерно проводить уборку урожая.

В период роста и развития растений проходит целый ряд сменяющихся этапов, на протяжении которых формируется комплекс физиологических процессов, изменяются требования к факторам внешней среды и определяется величина урожая и его качество [3, 60, 106]. Проблема сочетания высокой урожайности с высокими показателями качества зерна продолжает оставаться одной из важных задач. Лимитирующими показателями высококачественного зерна являются содержание белка, клейковины, натуры, стекловидность, выполненность и др. Поэтому производство должно быть основано на использовании сортов, соответствующих требованиям стандартов на «ценную» и «сильную» пшеницу [66]. По мнению А.Н. Павлова, высокое содержание белка в зерне – признак изменчивый и может варьировать в зависимости от сорта, погодных условий и уровня обеспеченности элементами питания не непосредственно, а посредством физико-биологических процессов [115].

Наличие белка в зерне и качество клейковины – признак генетический и в значительной степени зависит от сорта, однако под воздействием внешних условий и агротехнических приемов он может быть изменен в сторону улучшения или же не соответствовать наследственным признакам. Ухудшение качества зерна довольно распространенное явление при не рациональном применении удобрений, нарушении условий выращивания и размещение данной культуры в севообороте [12]. Под воздействием агротехнических приемов изменение «белковости» зерна может достигать 8%.

Погодные условия каждого конкретного года влияют на качество пшеницы. При неблагоприятном сочетании гидротермических факторов в предуборочный и уборочный периоды биологические потери урожая и

запасных веществ из-за повышенной влажности могут достигать 25-30% [65]. Повышение гидролитической активности ферментов по достижению полной спелости зерна, при увлажнении дождем вызывает углеводно-белковое истощение, «стекание» зерна, что отрицательно сказывается не только на величине урожая, но и его качестве [71, 92].

Засушливые условия также негативно отражаются на формировании зерна с высоким содержанием белка и клейковины. Низкая влажность воздуха при высокой среднесуточной температуре в комплексе с недостаточной влагообеспеченностью почвы сдерживают отток пластических веществ из листьев в репродуктивные органы. Высокая температура воздуха в период от молочной до восковой спелости (выше 30 °С) при низкой относительной влажности (20-30%) вызывают быстрое отмирание листьев и преждевременное созревание зерна озимой пшеницы. В условиях жесткого водного стресса наблюдается увеличение массовой доли белка и клейковины в зерне, однако при этом качество этих показателей снижается. Снижается также натурная масса зерна, но происходит существенное повышение значений числа падения, что оказывает негативное влияние на технологические и хлебопекарные свойства зерна и муки [72].

Наряду с содержанием белка в зерне, определяющим хлебопекарные качества является содержание и качество клейковины. Количество этого показателя в зерне озимой пшеницы может варьировать в довольно широком диапазоне от 11% до 58% [59]. Для получения высококачественного хлеба содержание клейковины не должно быть менее 25%, поскольку клейковина – это в основном белковое вещество, и те условия, которые влияют на накопление белка в зерне, оказывают аналогичное влияние и на содержание клейковины.

Накопление белка и клейковины в зерне происходит за счет двух основных источников: поглощение азота из почвы и вторичного использования азотных веществ из вегетативных органов растения. При этом наибольшая часть азотных веществ поступает в зерно из листьев и только 19-18%

посредством корневой системы. В оптимальных условиях количество клейковины тесно связано с содержанием белка при соотношении этих показателей 2:1. Данное соотношение в зависимости от генетических особенностей сорта и условий его выращивания может варьировать 1,5-2,5:1 [135].

На содержание белка и клейковины в зерне одним из факторов, оказывающих наиболее сильное влияние, является уровень минерального питания [27]. На количество азотистых веществ, направляемых из вегетативной массы в зерновку, наряду с азотным, влияют условия фосфорного и калийного питания [73]. Своевременное применение удобрений, при оптимальном соотношении элементов питания, позволяют значительно повысить качество зерна, в том числе и содержание клейковины.

Как говорилось выше, качество зерна озимой пшеницы, прежде всего, зависит от биологических особенностей сорта, уровня минерального питания, технологических приемов возделывания и безусловно почвенно-климатических условий.

Установлено, что на создание и внедрение новых сортов зерновых культур обычно уходит около 10 лет. Важно, чтобы новые сорта демонстрировали высокую продуктивность, устойчивость к засухе и болезням, надежную зимостойкость, устойчивость к полеганию и осыпанию, стабильность урожая и качество зерна. Ввиду значительной площади Российских сельскохозяйственных территорий, характеризующихся разнообразием географических и экологических факторов, не существует единого сорта, оптимально подходящего для всех регионов и условий окружающей среды. Это обуславливает и настоятельно требует разработки эколого-эволюционных подходов в селекции, а также нацеливания селекционных программ на создание сортов, адаптированных к конкретным географическим и экологическим зонам. Сорт представляет собой ключевой элемент агроэкологической системы, формируемой для получения сельскохозяйственной продукции. В связи с этим, важнейшим свойством

современного сорта является размер его адаптивного потенциала, пластичности и стабильности урожайности [1].

1.4 Сорта шедевры: Безостая 1, Мироновская 808, Саратовская 29

Селекционер, работая с огромным генетическим разнообразием, часто выделяет уникальные генотипы, изучение которых могло бы значительно продвинуть фундаментальную науку. Однако, практические соображения нередко заставляют отказываться от перспективных линий, не соответствующих требованиям. Мимолетные гибридные комбинации, которые исчезают безвозвратно при малейшем изменении условий среды, лишает возможности их повторного изучения. В следствии чего, теряются ценные объекты? Основной результат селекционной работы – сорт, он подвержен старению и деградации. Со временем сорт утрачивает свои первоначальные качества. Исключение составляют сорта-долгожители, настоящие «шедевры» селекционного искусства. Один из таких примеров – сорт озимой мягкой пшеницы Безостая 1, созданный более 70 лет назад и до сих пор возделываемый в полях. В 1959 году П.П. Лукьяненко, П.А. Лукьяненко и Н.Д. Тарасенко получили авторское свидетельство на этот новый сорт. В результате, выдающийся селекционер XX века, дважды Герой Социалистического Труда, Академик Академии наук СССР, ВАСХНИЛ П.П. Лукьяненко создал «шедевр» мировой селекции – сорт озимой мягкой пшеницы Безостая 1. Этот сорт стал вершиной его научной деятельности, определив стратегию и тактику селекции озимой пшеницы на многие годы вперед, а также оказал влияние на "зеленую революцию" в селекции других культур. П.П. Лукьяненко удалось выделить уникальный генотип в огромном массиве генетического разнообразия озимой пшеницы и создать сорт, демонстрирующий высокую продуктивность в различных регионах. По мнению многих ученых, в т. ч. Марка Таугера [150], это была «зеленая революция»

П.П. Лукьяненко параллельно с «зеленой революцией» нобелевского лауреата Нормана Борлауга. П.П. Лукьяненко взял за основу сходные сорта, в том числе гибридные карликовые и полукарликовые пшеницы из Японии, Италии, Аргентины и СССР. Работы велись в одном направлении, не пересекаясь друг с другом. Импульсом к Зеленой революции стали хронические неурожаи и зависимость от импорта продовольствия. Работы селекционеров включали скрещивания различных местных и зарубежных сортов пшеницы для создания сортов с коротким крепким стеблем, устойчивым к полеганию и болезням, к суровым погодным условиям и другим неблагоприятным явлениям. Эти характеристики необходимы для создания высокоурожайных сортов.

После внедрения этого сорта и значительного повышения урожайности создание нового более продуктивного сорта стало сложной задачей. Безостая 1 была получена путем скрещивания сортов, имеющих различное эколого-географическое происхождение, в ее создании участвовало 17 сортов и гибридов пшеницы. В своей работе П.П. Лукьяненко отмечал, что при селекции устойчивых к ржавчине и полеганию сортов использовались аргентинские яровые пшеницы, в частности сорт Клейн 33, привезенные в СССР

Н.И. Вавиловым. В результате скрещиваний этого сорта с североамериканским сортом Канред Фулькастер были отобраны три сорта озимой пшеницы: Скороспелка 1, Скороспелка 2 и Скороспелка 3. В 1953 году П.П. Лукьяненко на Краснодарской Госселекстанции был получен сорт озимой пшеницы Безостая 4, который послужил исходным материалом для создания Безостой 1 [136]. Безостая 1 получена вследствие метода индивидуального отбора из восьмого поколения гибридного сорта Безостая4, полученного от скрещивания Лютесценс 17 со Скороспелкой 2 [83]. Посевы Безостой 1 занимали большие площади: в конце 1960-х гг. по крайней мере 13 млн га в СССР, Восточной Европе, Иране, Турции, а также в других засушливых регионах. К 1972 г., как сообщается, Безостая 1 занимала 18 млн га [172]. Западные ученые часто писали о ее высокой продуктивности и пластичности, признав П.П.

Лукьяненко одним из ведущих селекционеров мира [80]. Вот какие характеристики давали зарубежные ученые, которым задавались вопросы на международном конгрессе в 1971г., организованным Н. Борлаугом и посвященный селекции растений. Virgil Johnson: «...это озимая пшеница, Безостая, самый высокоурожайный сорт по данным международных испытаний, с тех пор как испытания начались в 1969 г. Он имеет самую высокую продуктивность и устойчивость среди всех сортов, участвовавших в испытании, и кроме того, он имеет очень высокую пластичность. Морфологически он похож на пшеницы CIMMYT...» Norman Borlaug: «...Хотя этот сорт был создан небольшой местной селекционной станцией для определенного региона, его способность давать стабильные высокие урожаи и в других условиях просто поразительна...».

Сорт Безостая 1 стал базой для селекции не только в Краснодаре, но и в других зонах и странах мира [18, 40, 119, 127] и положил начало новому этапу селекции. Анализ результатов селекции пшеницы в институте показывает, что новые сорта удавалось создавать только, опираясь на адаптивный потенциал этого сорта. На основе сорта Безостая 1 и ее потомков в институте создано около 50 новых сортов озимой пшеницы [134].

Этот сорт оказался редким долгожителем. Таких долгожителей советской и российской селекции наберется не более 4-5 сортов. Среди них знаменитые пшеницы: озимая Мироновская 808 и яровая Саратовская 29.

В.Н. Ремесло, работая еще в начале своей трудовой деятельности под непосредственным руководством известного селекционера академика ВАСХНИЛ П.Н. Константинова, у которого он учился ведению селекционного процесса, общался с известными корифеями сельскохозяйственной науки – академиками Н.И. Вавиловым, В.Я. Юрьевым, А.А. Сапегиним. Каждая такая встреча обогащала знаниями в области селекционно-генетической науки. Уже тогда он вынашивал идею создать сорт, который по продуктивности превзошел бы известную Украинку, занимавшую в те годы основные площади посевов озимой пшеницы в стране. Этот сорт впервые убедил земледельцев в

возможности получения стопудовых урожаев с большой площади. Урожайность Украинки 100-150 пудов, полученной путем отбора из венгерского сорта Банатка, была ее потенциальным пределом. Производство требовало от ученых новых сортов, отвечающих возрастающему уровню культуры земледелия. Основными методами сначала селекционной работы на Мироновской станции были отборы из местной популяции и гибридизация. Почти во всех скрещиваниях участвовал сорт Украинка и разнообразный материал, но создать сорт, превосходящий по зерновой продуктивности и зимостойкости, не удавалось. Отбор давал возможность выделить лучшее, то, что имелось в местном или селекционном сорте. Незначительные прибавки урожая новых сортов, выведенных методом отбора, не могли удовлетворить сельскохозяйственное производство. Надо было искать новые пути селекции. Тщательно изучив причины неудач, там стали на путь создания озимых пшениц из яровых.

Изучив условия формирования свойств озимости, генетическая наука того времени установила пути направленного изменения этих свойств. В результате воздействия на яровые сорта в конце стадии яровизации пониженными температурами преодолевается консервативная наследственность. Создается организм с так называемой расшатанной наследственностью, который затем для создания озимости необходимо воспитывать в осенних условиях. Посеянная осенью яровая пшеница начинает свое развитие в несвойственных для нее условиях, под влиянием которых меняется и тип питания, и характер обмена веществ. Повторение этих условий закрепляет новую наследственность. Методика получения сортов этим методом была детально разработана В.Н. Ремесло [80].

Широкое изучение закономерностей наследования признаков морозостойкости у форм и линий, полученных путем изменения ярового типа растений в озимые, в сочетании с направленным отбором позволил создать качественно новый сорт интенсивного типа – Мироновская 808, обладающий высокой зимостойкостью, жизнеспособностью и мощным кущением весной.

Достаточно отметить его широкое распространение в самых различных природных зонах не только нашей страны, но и зарубежных стран. Занимаемая им площадь на пике популярности составляла порядка 8-9 млн га. Благодаря своей высокой зимостойкости он продвинулся далеко в восточные регионы страны [153].

Большая селекционно-семеноводческая и методическая работа по озимым пшеницам проводится в научно-исследовательских институтах. В то же время большие площади нашей страны в силу климатических условий не позволяют выращивать озимые пшеницы. Велась активная работа по селекции и семеноводству яровых пшениц. Одним из ярких примеров успешной работы по этому направлению является создание ряда сортов, характеризующихся комплексом положительных признаков на Саратовской с.-х. опытная станция. В начале своей работы в 20-30 гг. XX века, А.П. Шехурдин, как и многие другие селекционеры путем индивидуального отбора из местных сортов – популяций вывел свои первые сорта. Все эти сорта использовались производством, отличались экологической пластичностью и технологическими свойствами зерна. Создание принципиально новых сортов связано с развертыванием работ по гибридизации. Главным являлось стабильность в высоком сборе полноценного зерна в условиях засух. Одной из целей, которые ставил себе селекционер, было совмещение высокого качества зерна твердой пшеницы с урожайностью мягкой пшеницы. Для этого он проводил межвидовые скрещивания, затем многолетний отбор лучших семей этих гибридов и отбор лучших растений. Благодаря этой работе первые сорта отличались очень высоким уровнем качества зерна [6]. Сорт Саратовская-29 получил особенно широкое распространение и большое признание у производителей. По занимаемым площадям этот «шедевр» не имеет равного себе аналога в истории отечественного земледелия. В 1976 г. Саратовская-29 возделывалась на площади 21,2 млн га, что составляло 50% всех сортовых посевов яровой пшеницы в СССР. Непреходящее значение имеют сорта яровой пшеницы, созданные Алексеем Павловичем, как доноры

засухоустойчивости, высокой пластичности и отличных технологических свойств зерна. Они используются фактически всеми селекционными учреждениями страны, занимающимися селекцией пшеницы. Эти сорта входят в родословную очень многих отечественных сортов яровой пшеницы [97].

Применялась внутривидовая и межвидовая гибридизация, с использованием местных сортов культуры, как наиболее адаптивных к суровым засушливым условиям края. Одними из первых проводились работы по скрещиванию географически отдаленных форм пшеницы. В определенной мере это было связано с планами ирригации огромных площадей, что выдвинуло перед селекционерами задачу по созданию устойчивых сортов к грибным болезням и полеганию [57].

Для решения поставленных задач, академики Лукьяненко П.П., Ремесло В.М., Шехурдин А.И. и многие другие, применяли в своей работе мичуринский принцип скрещивания географически и экологически отдаленных форм [84, 132, 163]. На основе его в 1959 году П.П. Лукьяненко был выведен первый в России короткостебельный сорт Безостая 1. П.П. Лукьяненко обосновал новую модель полукарликового сорта, как путь увеличения урожайности пшеницы мягкой озимой, которая должна характеризоваться низким прочным стеблем (70-80 см), повышенной массой зерна с одного колоса (до 2 г.), продуктивным стеблестоем (400-500 колосьев на 1 м²), высоким $K_{хоз}$ (до 60%), обладать хорошей экологической пластичностью [86].

1.5 Аврора и Кавказ – взрывной рост площадей и преимущества сортосмены

Планомерная селекционная работа П.П. Лукьяненко давала новые, более урожайные сорта. Это позволило осуществить несколько сортосмен озимой пшеницы, при этом внедрялись в производство новые, высокоурожайные и

высококачественные сорта. Первым представителем нового интенсивного сортотипа пшеницы явился сорт Безостая 1, прекрасно приспособленный к различным агроусловиям, пригодный для возделывания на орошении и внесении высоких доз минеральных удобрений. Благодаря внедрению его в производство за период возделывания (1959-1973 гг.) прибавка урожая зерна составила

30,2 млн тонн, благодаря чему был получен высокий экономический эффект от возделывания сорта Безостая 1.

В 1971 г. были районированы сорта Аврора и Кавказ, имеющие более высокие потенциальные возможности. Они выделялись более продуктивным колосом и устойчивостью к полеганию, а также высокой отзывчивостью на удобрения и орошение. Они имели среднюю зимостойкость на уровне Безостая 1. По иммунологической характеристике они были высокоустойчивы к желтой и стеблевой ржавчинам, устойчивы к бурой ржавчине, но в 1973 г. поразились ее новой расой. Сорта Аврора и Кавказ формировали более крупное высоконатурное зерно, стекловидное, превосходящие по содержанию белка и клейковине Безостую 1. Эти сорта за годы изучения (1967-1973 гг.) превзошли Безостую 1 по урожаю зерна на 4-5 ц/га при урожае в 58-59 ц с га [123]. Сорта Аврора и Кавказ очень отзывчивы на условия орошения. В отдельных сортоопытах получены рекордные урожаи. Размножение этих сортов и внедрение в производство проводилось ускоренными темпами. Они получили широкое распространение не только в Российской Федерации, а также в Средней Азии, Закавказье и странах восточной Европы. В 1973 г. сорт Кавказ занимал около 2,4 млн га, Аврора около 1,4 млн га. В этот период сорта Безостая 1, Аврора и Кавказ вместе занимали от 40 до 55% всей площади сортовых посевов. Введение этих сортов в производство позволило перешагнуть барьер урожайности в 50 ц/га.

В 70-е годы, намечалось ускоренное развитие орошаемых земель, что позволяло существенно расширить посевы зерновых культур на поливе. Озимая пшеница относится к числу самых отзывчивых на орошение среди

зерновых культур. Сорты прежнего экстенсивного типа с высокой полегаемостью соломины не способны отвечать новым условиям. Необходимы сорта с более короткой и устойчивой соломиной к полеганию и лучше приспособленные для посева в условиях орошения. Несомненно, что создание неполегающих низкостебельных сортов озимой пшеницы позволит добиться наиболее эффективного использования оросительной системы и высоких доз минеральных удобрений, резко повысив ее урожай на поливе [89]. Как известно, невозможно добиться высокого результата, не двигаясь вперед, углубляясь и расширяя знания в изучении стоящих проблем перед сельскохозяйственным производством. Все более возрастающая потребность в обеспечении сельхоз товаропроизводителями готовой продукцией высокого качества, задает высокий спрос на введение в работу научно-обоснованных решений.

Каждая последующая сортосмена привносила с собой новые решения, стоявшие перед селекционерами. Разрабатывались и вводились в селекционный процесс новые научные методы. Вовлекались в работу более разнообразные формы, имеющие разную генетическую природу. Все это позволяло решать поставленные задачи – получение высокого урожая качественного зерна во времени и пространстве. Практика распространения «моносорта», размещения нескольких генотипов на большой площади сменялась разнообразием современных сортов. Такой подход позволял ввести в производство сорта, отвечающие запросам времени. С выведением сортов Аврора и Кавказ практически стала реальной задача получения урожая в 70-80 ц зерна с 1 га. Новые сорта эффективно использовали питательные вещества на формировании хозяйственно-ценной части урожая, и выход зерна по отношению к общему урожаю достигал 45-50% и более. Для сравнения: у старых экстенсивных длинностебельных сортов этот показатель не превышает 25% [120].

Одним из таких примеров может послужить разработка и ввод в производства полукарликовых сортов. С повышением культуры земледелия, и

как следствие, ростом урожайности между сортом и агротехникой возникает противоречие, которое становится тормозом дальнейшего увеличения урожайности. Благодаря снижению высоты и укреплению соломины генотипы отличались отличными показателями устойчивости к полеганию, но и возможностью отвечать повышением урожайности при улучшении условий среды. Новые сортотипы позволяли получать прибавки на орошении и положительно отзывались на повышенные дозы минеральных удобрений. Короткостебельные формы, несущие рецессивные аллели генов Rht1 и Rht2, увеличивают продуктивность по сравнению с высокорослыми за счет большего числа фертильных цветков в колосе, числа зерен в колосе и продуктивной кустистости [81, 168, 169 181].

Разработанная теоретическая модель была в значительной степени воплощена в сорте Полукарликовая 49. С использованием ускоренных схем селекции были уточнены теоретические модели сортов. Большое внимание уделялось синхронности кущения, архитектонике растений, оптимизации ценоза в целом, как одного из путей повышения урожайности с единицы площади (Пучков Ю.М., Гилл К.С., 1984, Беспалова Л.А.) [15, 17, 122, 130].

С введением генов редукции высоты растений (Rht) открылись новые возможности увеличения урожайности за счет снижения высоты растений и перераспределения пластических веществ между вегетативными и генеративными органами. Проведенный корреляционный анализ между высотой растений и элементами продуктивности свидетельствовал о наличии положительной связи между ними [16].

На кратком примере развития селекции сельскохозяйственных культур в направлении создания короткостебельных и полукарликовых сортов интенсивного типа, можно проследить, как стремительно развивалась и усложнялась селекция пшениц. За относительно короткие сроки селекционной работы с конца XIX века до середины XX века удалось кратно увеличить валовые сборы зерна высокого качества. С каждым годом увеличивался рост использования сельхозмашин, внедрялись новые агротехнические приемы, что

способствовало высокому уровню земледелия. Создавалось противоречие: рост урожая отставал от производства. Ликвидировать его могла только селекция. Увеличение конечного результата сельскохозяйственного производства напрямую связано с процветанием и укреплением общего хозяйственного экономического комплекса страны. Введение генов редукции высоты сопряжено с изменением всего организма растения, что усложняет работу. Гены контролируемые признак высоты растения, могут обладать свойствами плейотропии, а также эффектами эпистаза и генетического сцепления с признаками и свойствами, влияющими на онтогенез [64, 82]. Селекционную работу можно охарактеризовать неумолимым законом движения: остановиться – значит отстать.

1.6 Тенденция ухода от универсальных сортов к научно обоснованным сортовым структурам

По-существу, большинство созданных сортов зерновых культур это результат постепенного накопления и улучшения хозяйственно-ценных признаков путем последовательных скрещиваний и отборов лучших. Родословная любого сорта уходит корнями в далекое прошлое, включает сорта из разных стран. Для получения новых сортов необходим материал с определенными свойствами, которым не всегда отвечали местные генотипы.

Современное сельское хозяйство часто сталкивается с ситуацией, когда возделываемые сорта зерновых культур обладают схожим потенциалом продуктивности. Это связано с тем, что в производстве преобладают новые, передовые сорта, являющиеся последними достижениями селекции, отвечающие последним запросам сельхозтоваропроизводителей как по технологическим показателям, так и удовлетворяющие требованиям переработчиков сырья. В результате, их урожайность оказывается близкой, что может приводить к ошибочному выводу некоторых исследователей о незначительной роли самого сорта в общем урожае, по сравнению с

агротехническими приемами. Однако, если взглянуть на историю селекции в более широкой перспективе, когда каждый новый сорт приносил существенный прирост урожайности, становится очевидным, что вклад селекции в повышение продуктивности весьма значителен. Движение селекционной науки и современных технологий позволяют добиваться уверенного и планомерного увеличения получаемой продукции.

Ключевым фактором для увеличения урожайности и общего объема производства зерна является своевременное обновление сортов, а также грамотный подбор их количества и качественных характеристик для выращивания. Считается, что максимальную отдачу сорта демонстрируют в первые годы их использования. Это объясняется не только новизной сорта, но и тем, что в этот период он, как правило, реализует свой генетический потенциал в полной мере, поскольку негативные признаки, которые могут накапливаться в процессе размножения, еще не достигли критического уровня. [111].

Для полного раскрытия потенциала новых сортов озимой пшеницы необходимо понимать, какие факторы на него влияют [36]. Современные сорта обладают настолько высоким потенциалом, что их эффективное использование могло бы полностью обеспечить потребности страны в зерне. Для достижения этой цели крайне важно изучать взаимосвязь между продуктивностью растений и условиями окружающей среды, а также применять полученные знания на практике [55].

При выращивании одного сорта (моносортности) возрастает риск негативного воздействия факторов окружающей среды, особенно при их частых изменениях, что сказывается на всей площади посевов. В то же время, "мозаичное" размещение различных сортов позволяет локализовать неблагоприятное воздействие среды, ограничивая его влияние на участки, где конкретный сорт наименее устойчив к данному фактору [75].

Сорта, обладающие различными биологическими особенностями, при изменении условий среды практически ежегодно меняют свои рейтинги по

урожайности. Это происходит из-за различий в продолжительности вегетационного периода: критические фазы развития (цветение, налив зерна, созревание) у разных сортов приходятся на разные условия, что и определяет их урожайность [76].

Важную роль в изменении рангов урожайности играет реакция сортов на условия увлажнения, температурный режим, устойчивость к грибным заболеваниям и другие факторы.

Внедрение адаптивных систем использования сортов, основанных на использовании положительных взаимодействий между генотипом и средой, позволяет еще больше усилить преимущества новых сортов, делая производство озимой пшеницы более эффективным и конкурентоспособным [166].

В основу адаптивной интенсификации сельского хозяйства, по мнению академика А.А. Жученко [45], должна быть положена многофакторность, многовариантность, широкое использование качественно новых факторов и их интегративных эффектов. В этой связи дальнейший рост урожайности, помимо селекции и совершенствования агротехники возделывания озимой пшеницы, должен осуществляться за счет оптимизации соответствия генетических особенностей сортов условиям их выращивания.

2 МЕСТО, УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Место и агроклиматические условия

Исследования проводили в г. Краснодар на опытных полях Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Национальный центр зерна им П.П. Лукьяненко», расположенного в центральной зоне Краснодарского края. Почвенный покров характеризуется следующим типом почвы – черноземы выщелоченные, слабогумусные, сверхмощные. Содержание органического вещества в пахотном слое почвы среднее: от 3,1% до 4,0% (по Тюрину). Гранулометрический состав – легкоглинистый, со среднекислой реакцией pH 4,6...5,0. Содержание общего азота – 0,20 %, подвижного фосфора очень высокое, более 61,0 мг/кг почвы (по Мачигину), обменного калия – высокое 401-600 мг/кг (по Мачигину). Нитрификационная способность почвы низкая: 5,1-8,0 мг/кг (по Кракову). Обеспеченность мезоэлементами: S – низкое, меньше 6,0 мг/кг почвы; Са – высокое, 15,1-20,0 мг/100г, Mg – очень высокое, более 4,1 мг/100г. Почва благоприятна для выращивания большинства сельскохозяйственных культур: зерновые (пшеница, ячмень, кукуруза), бобовые (горох, соя, нут, чечевица), технические (подсолнечник, сахарная свекла) и др. Центральная зона Краснодарского края характеризуется умеренным увлажнением с избыточной солнечной радиацией. Отмечается неустойчивость погодных условий, часто засушливые годы сменяются влажными, холодные зимы сменяются теплыми. Среднегодовое количество осадков (550-700 мм) распределяется по месяцам не равномерно. Осенние заморозки начинаются во второй – третьей декадах ноября. Зимний период с частыми оттепелями и незначительным снежным покровом. Средняя многолетняя температура января – 0,6 °С, февраля – 0,5 °С. Отличительной особенностью осеннего периода является недостаточная влажность и

получение неравномерных ослабленных всходов. Весенние заморозки заканчиваются обычно в первой декаде марта, хотя угроза возврата сохраняется до середины мая месяца далее быстрое нарастание температур. Нередки случаи стремительного перехода от зимы в лето, минуя постепенное нарастание температур с выпадением осадков. Самые теплые и засушливые месяца за вегетационный период озимой пшеницы являются июнь и июль, среднемноголетняя температура +21,0 °С и +23,5 °С, соответственно. В последние годы наметилась тенденция увеличения абсолютных температур летних периодов в совокупности с низкими показателями влажности воздуха. Вследствие этого объявляются чрезвычайные положения о засухе. Накопления осадков в почве не происходит, и засуха из одного сельскохозяйственного года перетекает в следующий год. Недостаток доступной влаги в критические периоды развития сельскохозяйственных культур приводит к значительному недобору урожая.

В итоге, климат района расположения опытных полей центра характеризуется мягкой непродолжительной зимой, длительным безморозным периодом, большой суммой положительных температур за вегетационный период и неравномерным распределением осадков в течение года.

Для характеристики погодных условий использовались данные метеопоста НЦЗ им П.П. Лукьяненко. Очерк о состоянии плодородия почв в НЦЗ им П.П. Лукьяненко г. Краснодар посредством проведения комплексного агрохимического и эколого-токсикологического обследования земель сельскохозяйственного назначения выполнил ФГБУ «Центр агрохимической службы «Краснодарский». Метеорологические условия за годы проведения исследований были различны.

2010-2011 сельскохозяйственный год. За осенне-весенний период среднемесячное выпадение осадков превышало среднемноголетние показатели. В апреле сумма осадков превышала месячную норму в три раза и составила 120мм. Температура воздуха осенних и первых месяцев зимы были

выше средне многолетних, что позволило получить дружные всходы и уйти в состояние покоя хорошо раскустившимися.

2011–2012 сельскохозяйственный год. По количеству выпавших в целом осадков соответствовал среднемноголетним показателям. Температура воздуха можно описать как «температурные качели». В ноябре составляла 2°C, в декабре была выше 5°C, затем понижение температур и в феврале опускалась до -5°C. Затем стремительное нарастание температур и происходит переход из зимы в лето, минуя плавный переход весной.

2012–2013 сельскохозяйственный год. Можно охарактеризовать как недостаточное количество осадков весенних месяцев апреля-мая, когда пшеница активно развивается, наряду с более высокими температурами воздуха, превышающие значения всего периода.

2013–2014 сельскохозяйственный год. В целом копировал показатели осадков и температурный режим среднемноголетних данных, однако дождливая погода июня-июля затрудняла уборочную компанию, а так же снижало получение высокого урожая и качество зерна.

2014–2015 сельскохозяйственный год. Не выделялся значительными колебаниями осадков, но в тоже время температура воздуха периода декабрь-март превышал среднемноголетние значения на 2-3°C.

2015–2016 сельскохозяйственный год. Продолжил тенденцию на более теплый зимний период, в феврале температура воздуха превышала на 7°C среднемноголетние значения.

2016–2017 сельскохозяйственный год. Полученные результаты метеорологического наблюдения совпадают с данными среднемноголетних значений за исключением мая, когда осадки выпали практически больше месячной нормы в 2 раза, что способствовало развитию эпифитотии фузариоза колоса.

2017–2018 сельскохозяйственный год. Температура воздуха была выше среднемноголетних значений за весь период и недостаток влаги с суховейным явлениями и в июне привел запалу зерна.

2018–2019 сельскохозяйственный год. Характеризовался резким набором температур мая-июня, превышавших 20°C и 25°C соответственно, наибольшие значения за весь летний период.

2019–2020 сельскохозяйственный год. Высокие температуры воздуха осенних и зимних месяцев наряду с наличием достаточного увлажнения приводили к перерастанию посевов, а сухая и теплая погода весенних и летних периодов приводила к реутилизации ценозов.

2020–2021 сельскохозяйственный год. Осенний период во время посева был сухой и теплый, вследствие чего всходы были получены в январе-феврале. Благодаря прохладной и влажной весне состояние полей поправилось. Затем резкий набор температур (до 26,5°C) в июле.

2021–2022 сельскохозяйственный год. Отличался высокими температурами воздуха апреля-июля и недостатком влаги этих же месяцев.

2022–2023 сельскохозяйственный год. Осенние месяцы характеризовались сухой и теплой погодой. В Зимний период наблюдалось превышение на 2-3°C среднемноголетних значений. Весна с обильными осадками и температурой воздуха в пределах среднемноголетних значений.

2023–2024 сельскохозяйственный год. Период ноябрь-январь превышал среднемноголетние показатели по осадкам в 2 раза, далее осадков выпадало меньше среднемноголетних значений. Температура воздуха была выше многолетних значений за исключением мая, где температуры соответствовали.

2024–2025 сельскохозяйственный год. Характеризуется как соответствующий среднемноголетним данным, как по уровню осадков, так и по температуре воздуха с незначительными отклонениями.

Метеорологические условия за годы проведения исследований были различны, что способствовало всесторонне проанализировать полученные данные за годы изучения. Погодные данные размещены в приложениях 2-16.

2.2 Материал, схема опыта и методика исследований

В данной работе проводится анализ многолетних полевых и лабораторных исследований в ФГБНУ «НЦЗ имени П.П. Лукьяненко» на полях 8-ми польного севооборота группы паспортизации сортов таблица 1.

Таблица 1 – Полевой севооборот группы паспортизации сортов отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале

№ пп	Культура севооборота
1	Эспарцет 1-го года
2	Эспарцет 2-го года
3	Озимая пшеница
4	Озимая пшеница
5	Кукуруза на зерно
6	Озимая пшеница
7	Подсолнечник
8	Озимая пшеница

Ежегодно в полевом опыте изучалось 24 сорта озимой пшеницы в 38 агровариантах таблица 2. Это позволяет проводить статистическую обработку полученных данных по схеме двухфакторного дисперсионного анализа, в качестве факторов изучаются сорта и средовые условия. Если же опыт фрагментировать, то возможен анализ полнофакторных схем 3-х, 4-х и даже 5 факторов. По предшественникам кукуруза на зерно и подсолнечник схема опыта идентична, что позволяет использовать схему трехфакторного дисперсионного анализа: Сорта x Предшественники x Варианты. Если же из схемы этих предшественников вычленим 9 вариантов оптимального срока сева с азотными подкормками, то возможна обработка полученных результатов по схеме пятифакторного дисперсионного анализа: Годы x Предшественники x Сорта x 1-я подкормка x 2-я подкормка.

Используемая нами схема с достаточно большим количеством сортов в опыте (24 сорта) и средовых условий (38 агровариантов) позволяет получать высокую вариабельность изучаемых в опыте хозяйственно ценных признаков, проводить оценку сортов по экологической пластичности и экологической

стабильности, адаптивности и отзывчивости на агроприемы, урожайному потенциалу.

Таблица 2 – Варианты полевого опыта по паспортизации сортов озимой пшеницы

№№ пп	Исучаемые факторы					
	Предшест-венники	Срок сева*	Норма высева, млн/га	1-я под-кормка	2-я под-кормка	Фаза внесения фунгицида
1	Колосовой	К.опт.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Трубка+флаг
2	Колосовой	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Трубка+флаг
3	Кукуруза	Опт.	3,5	N ₀	N ₀	Нет
4	Кукуруза	Опт.	3,5	N ₀	N ₀	Флаг
5	Кукуруза	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₀	Флаг
6	Кукуруза	Опт.	3,5	N ₇₀	N ₀	Флаг
7	Кукуруза	Опт.	3,5	N ₀	N ₃₅	Флаг
8	Кукуруза	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Флаг
9	Кукуруза	Опт.	3,5	N ₇₀	N ₇₀	Флаг
10	Кукуруза	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₇₀	Флаг
11	Кукуруза	Опт.	3,5	N ₇₀	N ₃₅	Флаг
12	Кукуруза	Опт.	3,5	N ₀	N ₇₀	Флаг
13	Кукуруза	Поздн.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Флаг
14	Кукуруза	К.опт.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Флаг
15	Эспарцет	К.опт.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Трубка+флаг
16	Эспарцет	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Флаг
17	Эспарцет	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Трубка
18	Эспарцет	Опт.	3,5	N ₇₀	N ₀	Трубка+флаг
19	Эспарцет	Опт.	3,5	N ₀	N ₃₅	Трубка+флаг
20	Эспарцет	Опт.	1,5	N ₃₅	N ₃₅	Трубка+флаг
21	Эспарцет	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Трубка+флаг
22	Эспарцет	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Трубка+флаг
23	Эспарцет	Опт.	3,5	N ₀	N ₇₀	Трубка+флаг
24	Эспарцет	Опт.	3,5	N ₀	N ₀	Трубка+флаг
25	Эспарцет	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₀	Трубка+флаг
26	Эспарцет	Поздн.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Трубка+флаг
27	Подсолнечник	Опт.	3,5	N ₀	N ₀	Нет
28	Подсолнечник	Опт.	3,5	N ₀	N ₀	Флаг
29	Подсолнечник	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₀	Флаг
30	Подсолнечник	Опт.	3,5	N ₇₀	N ₀	Флаг
31	Подсолнечник	Опт.	3,5	N ₀	N ₃₅	Флаг
32	Подсолнечник	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Флаг
33	Подсолнечник	Опт.	3,5	N ₇₀	N ₇₀	Флаг
34	Подсолнечник	Опт.	3,5	N ₃₅	N ₇₀	Флаг
35	Подсолнечник	Опт.	3,5	N ₇₀	N ₃₅	Флаг
36	Подсолнечник	Опт.	3,5	N ₀		Флаг
37	Подсолнечник	Поздн.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Флаг
38	Подсолнечник	К.опт.	3,5	N ₃₅	N ₃₅	Флаг

* Примечание: Срок сева (Опт. – оптимальный; К.опт. – конец оптимального; Поздн. – поздний)

Схема полевого опыта позволяет оценить статистически достоверные корреляционные связи не только на фенотипическом уровне, но на экологическом (средовом) и генотипическом при средних и высоких уровнях связи.

Посев проводили рядовым способом, учетная площадь 14,85 м². Повторность четырехратная, расположение повторностей систематическое. На опытных посевах осуществляли необходимые полевые наблюдения, в том числе фенологические, оценку устойчивости растений к болезням и вредителям. При этом использовали методику госсортоиспытания зерновых культур (2019). Уборку зерновых культур осуществляли прямым комбайнированием комбайном Winterschteiger с модулем взвешивания и определения уборочной влажности зерна. Содержание белка и клейковины в зерне, натуру зерна определяли в лабораторных условиях на приборе Infratek-1241. Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась методами дисперсионного, дисперсионно-регрессионного и корреляционно-регрессионного анализа, с помощью лицензионного статистического пакета *Statgraphics plus 4.0 for Windows*, интерпретацию полученных результатов проводили по методике, изложенной Б.А. Доспеховым (Доспехов, 1985). Оценку ВГС проводили путем расчета коэффициентов пластичности b_i и стабильности $s^2 d_i$ по методике Эберхарта и Рассела [173].

В качестве объекта исследований был взят сорт пшеницы мягкой озимой Таня. Сорт пшеницы мягкой озимой Таня включен в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию в РФ в 2005 году. Это один из наиболее популярных и распространенных сортов в производстве. Важным достоинством этого сорта является умеренное поражение его в течение вегетации комплексом листовых болезней и болезней колоса, устойчивость к полеганию, отзывчивость на интенсификацию технологии возделывания.

В качестве стандартов были взяты сорта Гром и Юка. Сорт Гром отличается широкой адаптацией, допущен к использованию в производстве по пяти регионам РФ, один из самых распространенных сортов селекции Центра. Сорт Юка является также одним из самых популярных сортов, допущен к использованию в производстве по Северо-Кавказскому и Средневолжскому регионам РФ, отличается высокой адаптивностью к неблагоприятным условиям среды.

Легендарный сорт Безостая 1 использовался нами в качестве исторического контроля. Он был районирован еще в 1959 году, высевался на миллионах гектаров в нашей стране и за рубежом, в Турции его высевают и в настоящее время. Сравнение с этим сортом позволяет оценить прогресс селекции за почти полувековой период времени.

3 ВАРЬИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У СОРТА ТАНЯ

За 14-летний период изучения сорта Тanya в опытах по паспортизации накоплен большой объем экспериментальных данных, который целесообразно представить в виде анализа вариационных рядов основных хозяйственно-ценных признаков, ниже приводятся показатели первичной статистической обработки. К основным характеристикам вариационного ряда относятся средняя арифметическая ($\bar{x}$), дисперсия (s^2), стандартное отклонение (s), ошибка выборочной средней ($s_{\bar{x}}$), коэффициент вариации (V) и относительная ошибка выборочной средней ($s_{\bar{x}}\%$). К дополнительным параметрам, характеризующим выборку, относятся минимальные и максимальные значения. Важными показателями являются значения на $1/6$ и $5/6$ выборки, которые соответствуют одному значению стандартного отклонения от среднего в меньшую или соответственно в большую сторону. В этот интервал при нормальном распределении выборки укладывается 68,3 % всех вариантов, т.е. основное ядро изучаемых величин. Вариационные ряды сорта Тanya по хозяйственным признакам даются в сравнении с сортом Безостая 1, который был районирован в далеком 1959 году, за 46 лет до включения сорта Тanya в Государственный реестр сортов РФ. Это позволяет оценить селекционный сдвиг основных хозяйственных признаков на протяжении почти полувекового периода.

3.1 Вариационные ряды урожайности и элементов ее структуры

Урожайность – основной хозяйственный признак, на который ведется селекция и в наибольшей мере характеризующий ценность сорта. Сорт Тanya относится к группе полукарликовых сортов и имеет очень высокую урожайность. Его урожайность в среднем за 14 лет по 531 сортоопыту

составила 82,0 ц/га, что на 19,3 ц/га выше, чем у сорта Безостая 1 (таблица 3). Поскольку изучение сорта проводилось в широком спектре средовых условий, наблюдался широкий размах варьирования урожайности. Минимальная урожайность, которая отмечалась в экстремальных условиях, составила 28,9 ц/га, что на 4,0 ц выше, чем у сорта Безостая 1. При благоприятных условиях урожайность росла, достигнув у сорта Таня максимального значения – 109,6 ц/га, что уже на 22,2 ц/га превышает сорт Безостая 1.

Таблица 3 – Характеристика вариационного ряда урожайности сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1 (2010-2023 гг.)

Показатель вариационного ряда	Таня	Безостая 1
Количество сортоопытов, шт.	531	531
Среднее, ц/га	82,0 $\pm$ 1,29	62,7 $\pm$ 0,82
Медиана, ц/га	85,0	63,1
Дисперсия, s ²	229,33	92,08
Стандартное отклонение, s, ц/га	15,14	9,60
Коэффициент вариации, V, %	18,5	15,3
Стандартная ошибка	0,66	0,42
Точность опыта, %	0,80	0,67
Минимальное значение, ц/га	28,9	24,9
Максимальное значение, ц/га	109,6	87,4
Размах варьирования выборки, ц/га	80,7	62,5
1/6 вариационного ряда, ц/га	67,5	54,0
5/6 вариационного ряда, ц/га	96,1	71,7
Разница между значениями 1/6 и 5/6 вариационного ряда, ц/га	28,6	17,7

Большинство всех значений урожайности сорта Таня уложилось в интервал от 67,5 до 96,1 ц/га, т.е. отклонение от средней близко к величине стандартного отклонения, что указывает на нормальный характер распределения этого признака. Широкий спектр средовых условий обусловил достаточно высокий коэффициент вариации, который, во-первых, указывает на разнообразие средовых условий в опыте, а во-вторых – на высокую зависимость урожайности сорта от применяемых агроприемов и погодных условий. Следует отметить, что вариабельность урожайности сорта Таня выше чем у сорта Безостая 1, что говорит о его большей технологичности и способности лучше отзываться на агротехнические приемы.

Графическое отображение вариационных рядов двух сравниваемых сортов показывает, что у сорта Таня практически все варианты с превышением средней урожайности в опыте имели преимущество перед всеми вариантами изучения сорта Безостая 1 (рисунок1).

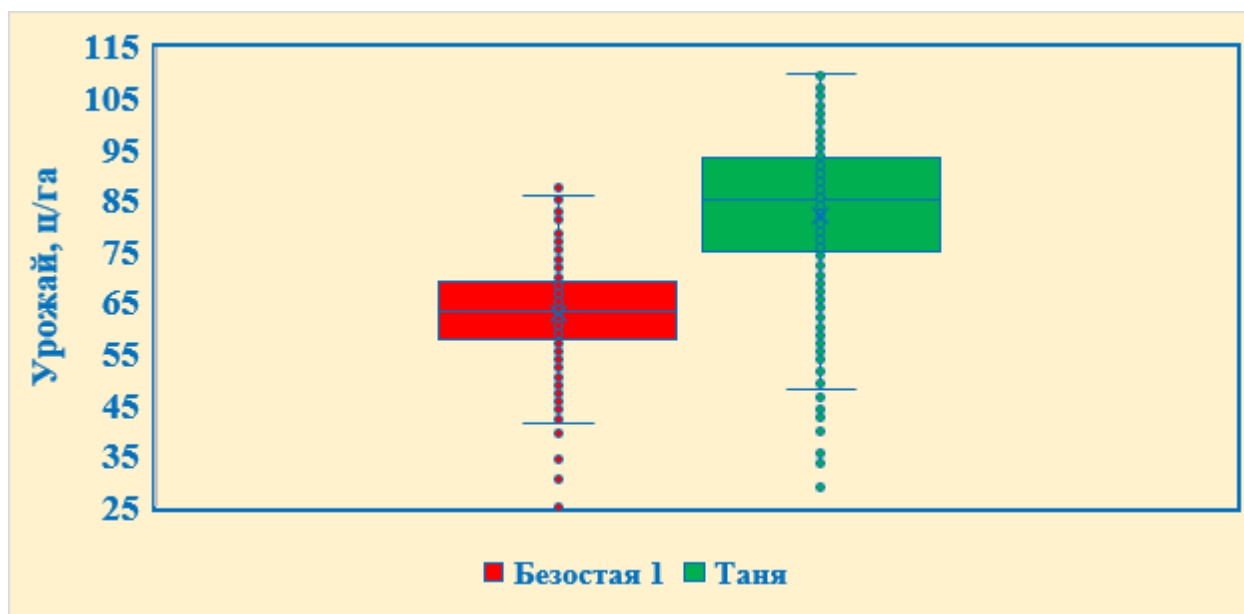


Рисунок 1 – Вариационные ряды урожайности сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

Первый элемент структуры урожая, количество колосьев на единице площади играет главную роль в формировании величины результирующего признака у сорта Таня. В период изучения сорт Таня сформировал в среднем по 531 сортоопыту 689,8 колоса на 1 м², превывсив сорт Безостая 1 на 82,8 колоса, что является статистически значимой величиной (таблица 4).

Плотность колосостоя у сорта Таня варьировала от 328 до 1150 шт./м², размах варьирования составил 822 колоса/м², что обусловило высокий коэффициент вариации – 23 %. Следовательно, этот признак в сильной степени изменяется в зависимости от средовых условий, на него можно успешно воздействовать с помощью различных агроприемов. У сорта Безостая 1 коэффициент вариации этого признака был на 2 % ниже. 2/3 всех значений плотности колосостоя у сорта Таня уложилось в интервал от 536 до 842 колоса

на 1 м², что свидетельствует о нормальном распределении значений этого признака в опыте.

Таблица 4 – Характеристика вариационного ряда количества колосьев у сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1 (2010-2023 гг.)

Показатель вариационного ряда	Таня	Безостая 1
Количество сортоопытов, шт.	531	531
Среднее, шт./м ²	689,8±13,50	607,0±10,66
Медиана, шт./м ²	683,0	600,0
Дисперсия, s ²	25196,7	16324,3
Стандартное отклонение, s, шт./м ²	158,7	127,8
Коэффициент вариации, V, %	23,0	21,0
Стандартная ошибка, шт./м ²	6,89	5,44
Точность опыта, %	1,00	0,90
Минимальное значение, шт./м ²	328	232
Максимальное значение, шт./м ²	1150,0	1094,0
Размах варьирования выборки, шт./м ²	822,0	862,0
1/6 вариационного ряда, шт./м ²	536,0	487,0
5/6 вариационного ряда, шт./м ²	842,0	723,0
Разница между значениями 1/6 и 5/6 вариационного ряда, шт./м ²	306,0	236,0

Сорт Таня в среднем в опытах по паспортизации сформировал на 82,3 колоса/м² больше, чем у сорта Безостая 1, это значение является статистически достоверным. Можно констатировать, что в процессе создания сорта Таня произошел существенный положительный селекционный сдвиг этого элемента структуры урожая по сравнению с сортом Безостая 1. Это наглядно видно при графическом сравнении двух сортов (рисунок 2).

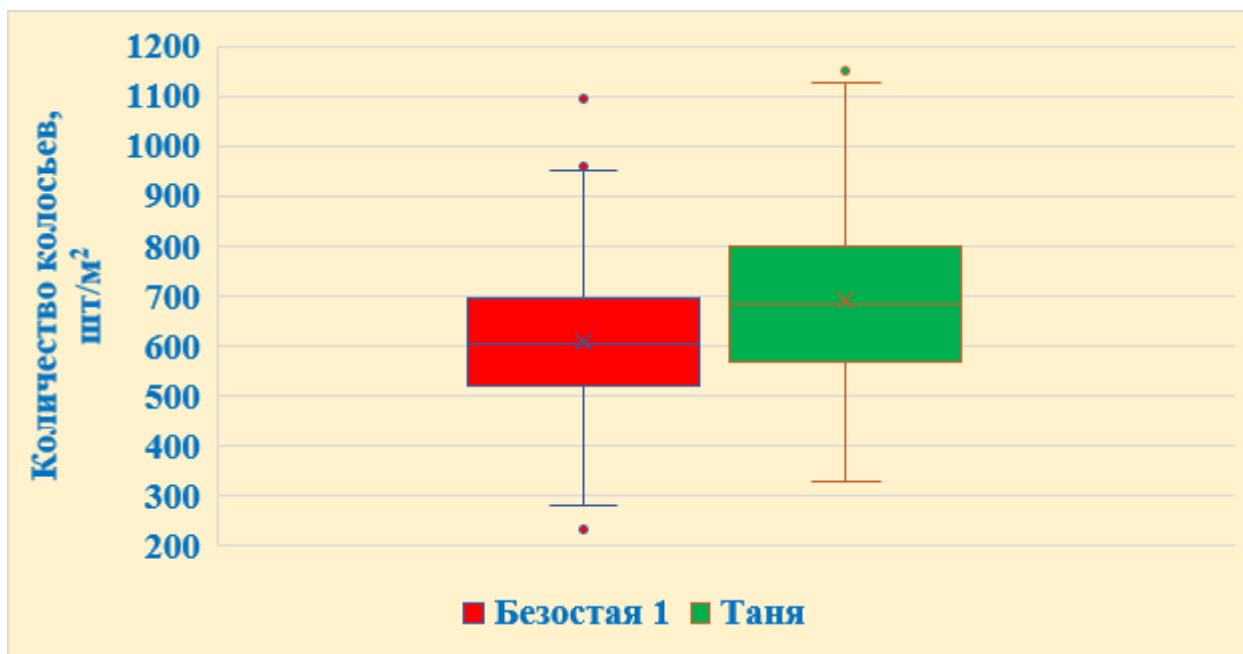


Рисунок 2 – Вариационные ряды количества колосьев на 1 м² сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

Сорт Таня отличается высокой озерненностью колоса. В среднем за 14 лет по 531 сортоопыту он сформировал 32,6 зерна в колосе, что на 5,5 зерен превышает показатель сорта Безостая 1, это превышение является статистически значимой величиной (таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика вариационного ряда количества зерен в колосе у сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

Показатель вариационного ряда	Таня	Безостая 1
Количество сортоопытов, шт.	531	531
Среднее, шт.	32,6 $\pm$ 0,49	27,1 $\pm$ 0,43
Медиана, шт.	32,5	26,4
Дисперсия, s ²	34,24	25,72
Стандартное отклонение, s, шт.	5,85	5,07
Коэффициент вариации, V, %	18,0	18,7
Стандартная ошибка, шт.	0,25	0,22
Точность опыта, %	0,77	0,81
Минимальное значение, шт.	18,7	13,9
Максимальное значение, шт.	60,5	47,7
Размах варьирования выборки, шт.	41,8	33,8
1/6 вариационного ряда, шт.	27,1	23,0
5/6 вариационного ряда, шт.	37,6	31,5
Разница между значениями 1/6 и 5/6 вариационного ряда, шт.	10,5	8,5

В зависимости от агроварианта и условий года сорт Таня формировал от 18,7 до 60,5 зерен на колос, в то время как у Безостой 1 эти значения варьировали соответственно от 13,9 до 47,7 зерен на колос. Коэффициент вариации этого признака у Тани составил 18,0 %, соответствуя среднему, близко к высокому уровню изменчивости. Следовательно, на этот признак можно достаточно эффективно воздействовать с помощью агротехнических приемов.

Нами изучено, что озерненность колоса у сорта Таня уложилось в интервал от 27,1 до 37,6 зерен на колос, разница составила 10,5 зерен – 1,8 величины стандартного отклонения, что указывает на нормальный характер распределения этого признака. Таким образом, сорт Таня превзошел Безостую 1 по большинству показателей вариационного ряда значений озерненности колоса: по среднему, минимальному и максимальному значениям, что наглядно видно на рисунке 3.

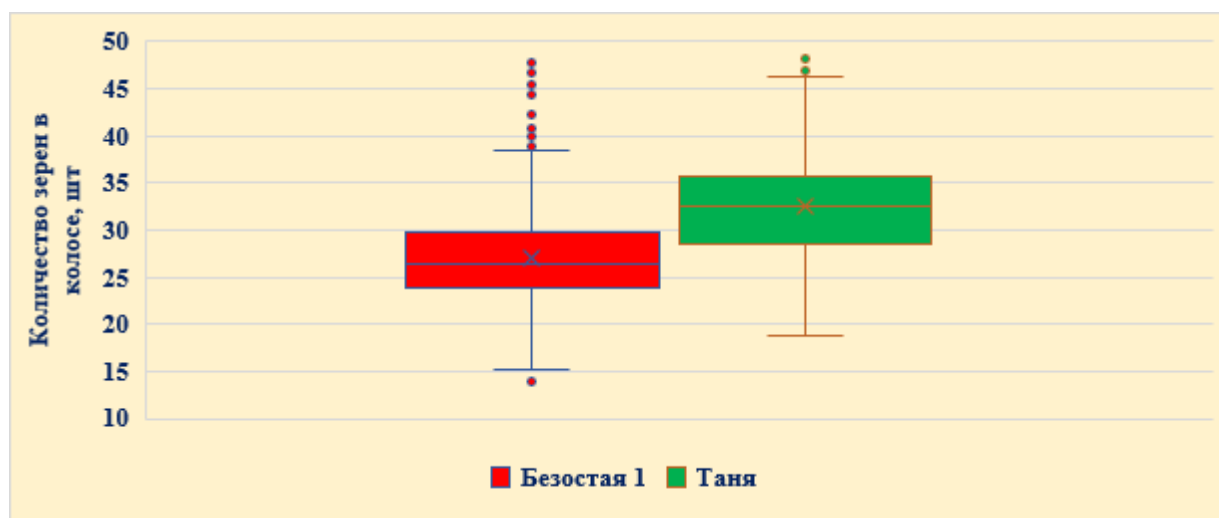


Рисунок 3 – Вариационные ряды озерненности колоса сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

Крупность зерна. Сорт Таня формирует достаточно крупное зерно. Так в среднем по 531 сортоопыту масса 1000 зерен у него составила 37,5±0,31 г, что статистически достоверно уступает на 1,8 г сорту Безостая 1 (таблица 6).

Таблица 6 – Характеристика вариационного ряда массы 1000 зерен у сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

Показатель вариационного ряда	Таня	Безостая 1
Количество сортоопытов, шт.	531	531
Среднее, г	37,5±0,31	39,3±0,31
Медиана, г	37,6	39,6
Дисперсия, s^2	13,17	14,41
Стандартное отклонение, s , г	3,63	3,80
Коэффициент вариации, V , %	9,7	9,7
Стандартная ошибка, г	0,16	0,16
Точность опыта, %	0,43	0,41
Минимальное значение, г	26,5	26,6
Максимальное значение, г	54,1	54,5
Размах варьирования выборки, г	27,6	27,9
1/6 вариационного ряда, г	33,8	35,6
5/6 вариационного ряда, г	40,7	42,6
Разница между значениями 1/6 и 5/6 вариационного ряда, г	6,9	7,0

В зависимости от агроварианта и условий года масса 1000 зерен у сорта Таня варьировала от 26,5 до 54,1 г, что близко к значениям сорта Безостая 1 и свидетельствует о более интенсивном наливе сорта Таня. Коэффициент вариации этого признака у обоих сортов составил 9,7 %, что свидетельствует о низком уровне вариабельности крупности зерна, обусловленном средовыми условиями. Крупность зерна завершает процесс формирования урожая. Поэтому, учитывая слабую модификационную изменчивость этого признака, в арсенале агронома имеется мало рычагов влияния на него. Однако поскольку этот признак завершает процесс формирования урожая, его снижение уже не может быть компенсировано за счет других элементов структуры урожая, формирующихся на более ранних этапах органогенеза, а потери урожая за счет получения щуплого зерна при развитии болезней могут быть существенными.

У сорта Таня по признаку масса 1000 зерен уложилось в интервал от 33,8 до 40,7 грамма, что свидетельствует о нормальном характере распределения этого признака. Сорт Таня имел сходные с Безостой 1 пределы варьирования крупности зерна, при несколько меньшем значении средней по опыту (рисунок 4), что можно объяснить более высокой плотностью ее агрофитоценоза.

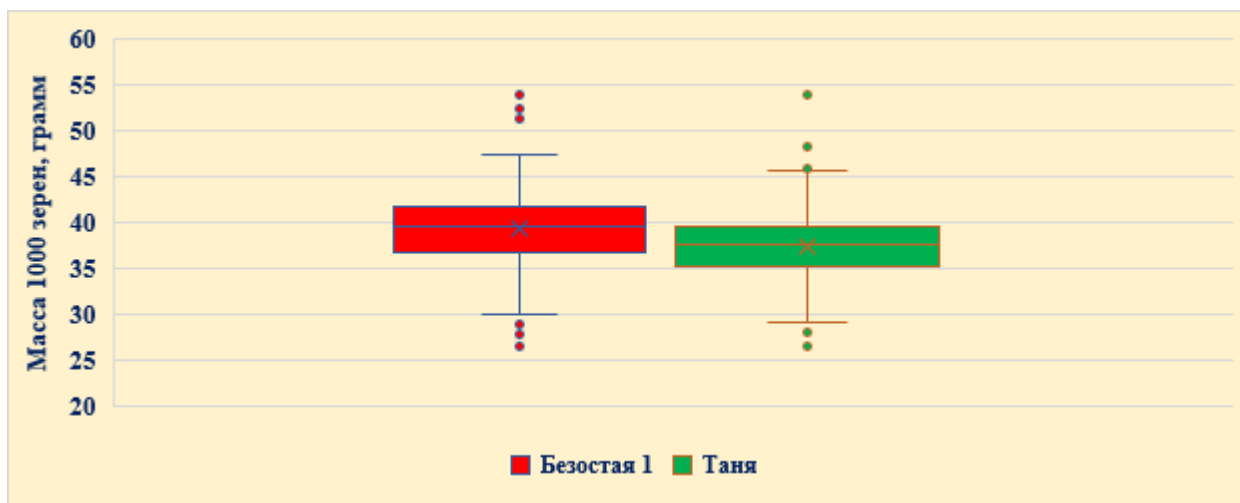


Рисунок 4 – Вариационные ряды массы 1000 зерен у сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1 2010-2023 гг.

Емкость ценоза (ЕЦ). Величина этого признака позволяет судить о плотности агрофитоценоза. У сорта Таня в среднем за годы изучения в 531 сортоопыте показатель ЕЦ составил $22148 \pm 410,0$ зерен на 1 м^2 , что на 6114 зерен/ м^2 превышает статистически достоверно сорт Безостая 1 (таблица 7).

Таблица 7 – Характеристика вариационного ряда ЕЦ у сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

Показатель вариационного ряда	Таня	Безостая 1
Количество сортоопытов, шт.	531	531
Среднее, шт./ м^2	$22148 \pm 410,0$	$16034 \pm 208,5$
Медиана, шт./ м^2	23151	16402
Дисперсия, s^2	23242500	6007650
Стандартное отклонение, s, шт./ м^2	4821,1	2451,1
Коэффициент вариации, V, %	21,8	15,3
Стандартная ошибка, шт./ м^2	209,2	106,4
Точность опыта, %	0,94	0,65
Минимальное значение, шт./ м^2	8524	6259
Максимальное значение, шт./ м^2	31413	22777
Размах варьирования выборки, шт./ м^2	22889	16518
1/6 вариационного ряда, шт./ м^2	17053	13673
5/6 вариационного ряда, шт./ м^2	26869	18185
Разница между значениями 1/6 и 5/6 вариационного ряда, шт./ м^2	9816	4512

На 1 см^2 посева сорт Таня формировал в среднем за годы изучения 2,2 зерна, а сорт Безостая 1 только 1,6 зерен. Показатель количества зерен на 1 см^2

удобно использовать при раннем прогнозе урожайности, поскольку она является произведением этого показателя на массу 1000 зерен. Варьирование ЕЦ сорта Таня за период изучения находилось в пределах от 8524 до 31413 зерен/м², а у сорта Безостая 1 от 6259 до 22777 зерен/м². Для достижения высоких урожаев необходимо формировать не менее 2 зерен на 1 см² (20000 зерен/м²), а для получения рекордных урожаев более 100 ц зерна с 1 га, необходимо формировать более 3 зерен на 1 см² посева (30000 зерен/м²).

В ходе исследований показано, что 2/3 вариационного ряда сорта Таня по ЕЦ находилось в интервале от 17053 до 26869 зерен/м². Коэффициент вариации составил 21,8 %, что указывает на высокую вариабельность признака, в то время как у сорта Безостая 1 коэффициент вариации составил 15,3 %, что соответствует средней степени изменчивости. Следовательно, у сорта Таня в большей степени можно управлять величиной этого признака с помощью комплекса агротехнических приемов. Преимущество сорта Таня над Безостой 1 по величине ЕЦ наглядно видно на рисунке 5.

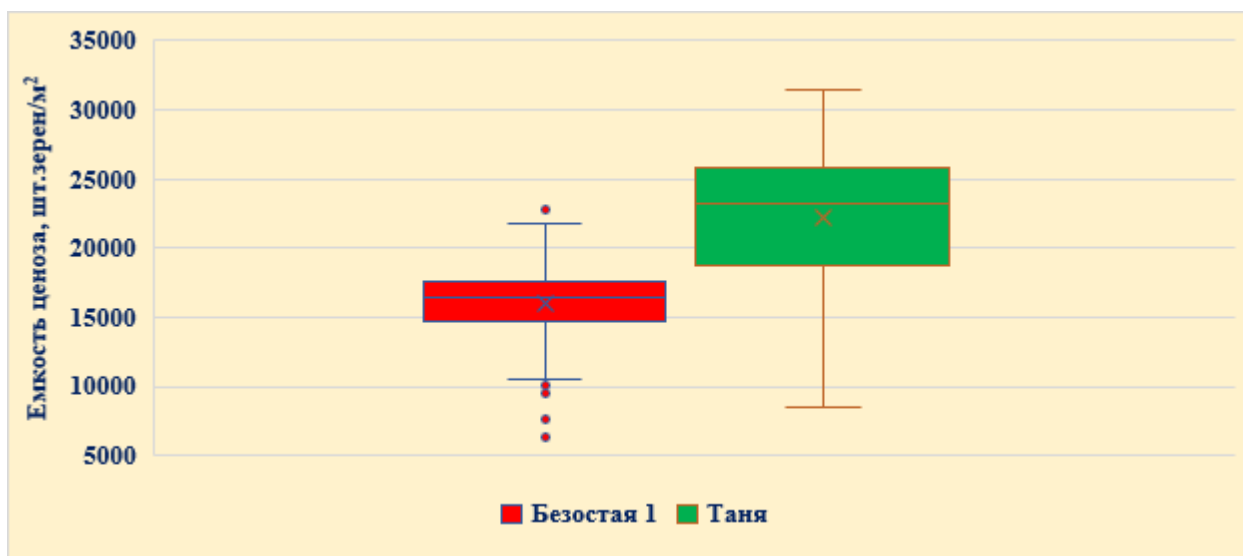


Рисунок 5 – Вариационные ряды ЕЦ у сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

У нее имеется значительное преимущество по минимальным, средним и максимальным значениям признака, а более половины значений

вариационного ряда превышает максимальный показатель сорта Безостая 1 – 22777 зерен/м².

3.2 Вариационные ряды по признакам качества зерна

Общеизвестно, что урожайность и качество зерна имеют высокую отрицательную зависимость. Полевая схема опытов по паспортизации сортов включает широкий спектр средовых условий, есть варианты как на низком, так и на среднем и высоком агрофонах. На бедном агрофоне, как правило, формируется низкий урожай фуражного зерна. На высоком агрофоне наблюдается существенный рост как урожайности, так и качественных показателей зерна, поэтому общеизвестная тенденция отрицательной зависимости этих признаков может быть нарушена с помощью точных агротехнических приемов, которые будут эффективно работать при выращивании сортов с генетически обусловленным высоким качеством зерна.

Содержание белка в зерне. Сорт Таня отнесен Государственной комиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур к группе филлеров, т.е. к сортам, формирующим продовольственное зерно, позволяющее получать высококачественные хлебобулочные изделия. Одной из важнейших характеристик качества зерна является показатель содержания в нем белка. У сорта Таня в среднем по 531 сортоопыту показатель содержания белка в зерне составил $13,0 \pm 0,09$ %, что соответствует критерию «ценного» зерна, но, однако на 1,6 %, статистически достоверно, меньше показателя сорта Безостая 1 (таблица 8).

Границы варьирования этого показателя у сорта Таня в зависимости от агроварианта и условий года варьировали от 9,7 % (фуражное зерно) до 17,3 % («сильное» зерно). А значит, у сорта Таня за счет агротехнологических приемов можно сформировать высококачественное зерно, хотя коэффициент вариации этого признака у сорта составляет всего 8,96 %, что мало отличается

от аналогичного показателя сорта Безостая 1 и свидетельствует о низкой вариабельности признака.

Таблица 8 – Характеристика вариационного ряда по содержанию белка в зерне у сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

Показатель вариационного ряда	Таня	Безостая 1
Количество сортоопытов, шт.	531	531
Среднее, %	13,0 $\pm$ 0,09	14,6 $\pm$ 0,11
Медиана, %	13,1	14,7
Дисперсия, s ²	1,35	1,67
Стандартное отклонение, s, %	1,16	1,29
Коэффициент вариации, V, %	8,96	8,86
Стандартная ошибка, %	0,05	0,06
Точность опыта, %	0,38	0,41
Минимальное значение, %	9,7	10,1
Максимальное значение, %	17,3	18,6
Размах варьирования выборки, %	7,6	8,5
1/6 вариационного ряда, %	11,8	13,4
5/6 вариационного ряда, %	14,0	15,8
Разница между значениями 1/6 и 5/6 вариационного ряда, %	2,2	2,4

Установлено, что 2/3 значений вариационного ряда у сорта Таня по содержанию белка в зерне уложились в интервал от 11,8 до 14 %, что свидетельствует о нормальном характере распределения этого признака. Хотя по содержанию белка в зерне сорт Таня и уступает Безостой 1, что наглядно видно на рисунке 6, однако ниже показателя 12 % белка у него формировалось только на 25 % вариантов, 25 % вариантов формировали зерно с содержанием белка от 12 до 13 %, еще 25 % вариантов имели зерно с содержанием белка от 13 до 14 % (ценная пшеница) и еще почти 25 % вариантов формировали зерно с содержанием белка выше 14 % что соответствует «сильной» пшенице.

Из чего следует, сорт Таня, отличающийся высокой отзывчивостью урожайности на интенсификацию технологии возделывания, может формировать при высокой урожайности и очень качественное зерно, отвечающее требованиям, предъявляемым к зерну «сильной» пшеницы.

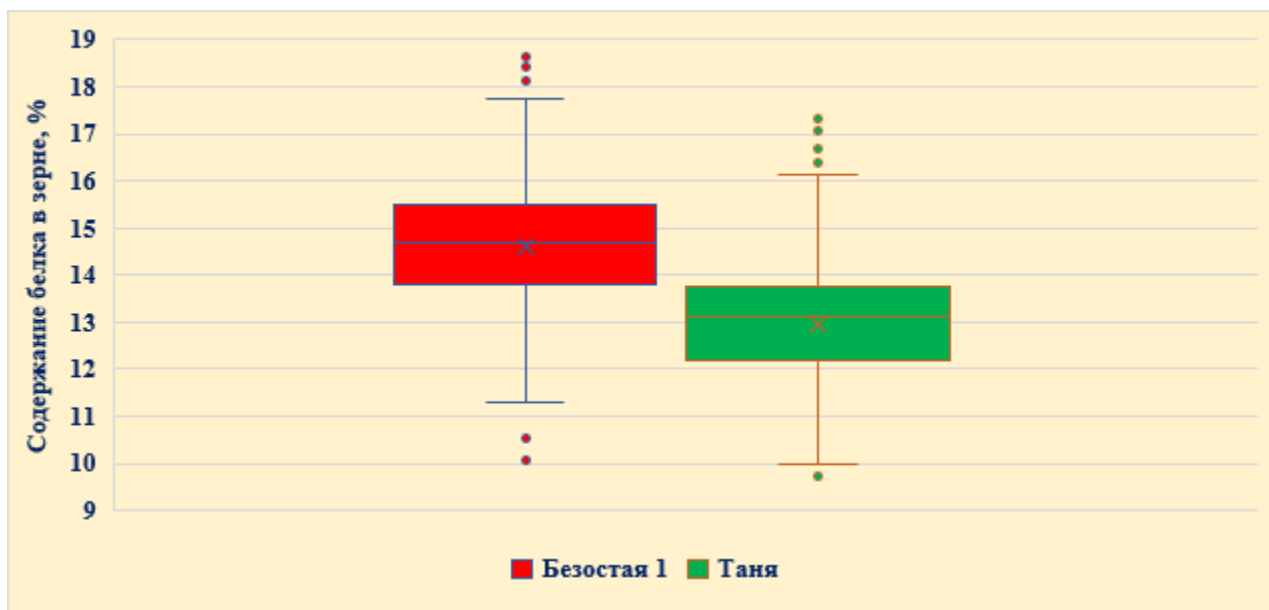


Рисунок 6 – Вариационные ряды содержания белка в зерне у сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

Натура зерна. Важный показатель, характеризующий как качество зерна, так и благоприятность условий его налива. Сорт Таня в среднем за годы изучения в 529 сортоопытах сформировал показатель натуры зерна $775 \pm 2,3$ г/л, что статистически достоверно на 29 г/л ниже показателя чем у сорта Безостая 1 (таблица 9).

Таблица 9 – Характеристика вариационного ряда по натуре зерна у сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

Показатель вариационного ряда	Таня	Безостая 1
Количество сортоопытов, шт.	529	528
Среднее, г/л	$775 \pm 2,3$	$804 \pm 2,6$
Медиана, г/л	778	806
Дисперсия, s^2	745,6	933,8
Стандартное отклонение, s, г/л	27,3	30,6
Коэффициент вариации, V, %	3,5	3,8
Стандартная ошибка, г/л	1,19	1,33
Точность опыта, %	0,15	0,17
Минимальное значение, г/л	644	670
Максимальное значение, г/л	823	859
Размах варьирования выборки, г/л	179	189
1/6 вариационного ряда, г/л	754	780
5/6 вариационного ряда, г/л	801	834
Разница между значениями 1/6 и 5/6 вариационного ряда, г/л	47	54

Это можно объяснить большей озерненностью колоса у сорта Таня, у которого формируется большее количество дополнительных зерен в колоске, которые, как правило, более легковесны. Этот признак относится к высоконаследуемым, о чем свидетельствует и рассчитанный по результатам опыта коэффициент вариации, который составил всего 3,5 %. Варьирование natyры зерна у сорта Таня изменялось в пределах от 644 до 823 г/л. Основная часть вариационного ряда уложились в интервал от 754 до 801 г/л, что свидетельствует о нормальном характере распределения этого признака.

Преимущество по натуре зерна сорта Безостая 1, который формирует обычно не более двух полновесных зерен в колоске средней части колоса, над сортом Таня наглядно видно на рисунке 7. У сорта Безостая 1 минимальное количество сортоопытов с показателями natyры зерна ниже стандарта на высококачественную пшеницу – 760 г/л. У сорта Таня количество таких значений составляет примерно 25 % от вариационного ряда, но 75 % значений соответствуют стандарту на зерно высокого качества, а почти 25 % значений вариационного ряда превышают показатель 800 г/л.



Рисунок 7 – Вариационные ряды natyры зерна у сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

3.3 Вариационные ряды по высоте растений

Высота растений имеет большое значение при характеристике сорта, его физиологической эффективности, устойчивости к полеганию и отзывчивости на повышение агрофона. Сорт Таня относится к группе полукарликовых сортов, его высота растений за 13 лет изучения в 494 сортопытах составила $84,7 \pm 0,88$ см, что статистически достоверно на 24,4 см меньше показателя у сорта Безостая 1, (таблица 10).

В зависимости от условий года и агроварианта высота растений сорта Таня варьировала от 49 до 104 см, т.е. в отдельных случаях он может соответствовать карликам или короткостебельным сортам. Коэффициент вариации высоты растений сорта Таня составил 11,9 %, а Безостой 1 – 10,8 %. Поэтому уровень изменчивости этого признака соответствует начальным значениям среднего уровня. Размах варьирования между крайними значениями выборки у сорта Таня составил 55 см, а у Безостой 1 – 64 см, поэтому на высоком агрофоне и в благоприятные по осадкам годы есть вероятность увеличения длины соломины и повышение вероятности полегания растений.

Таблица 10 – Характеристика вариационного ряда по высоте растений у сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2011-2023 гг.

Показатель вариационного ряда	Таня	Безостая 1
Количество сортоопытов, шт.	494	494
Среднее, см	$84,7 \pm 0,88$	$109,1 \pm 1,03$
Медиана, см	86,7	111,7
Дисперсия, s^2	102,1	137,8
Стандартное отклонение, s, см	10,11	11,74
Коэффициент вариации, V, %	11,9	10,8
Стандартная ошибка, см	0,45	0,53
Точность опыта, %	0,53	0,49
Минимальное значение, см	49,0	67,7
Максимальное значение, см	104,0	131,7
Размах варьирования выборки, см	55,0	64,0
1/6 вариационного ряда, см	75,0	101,0
5/6 вариационного ряда, см	93,3	118,3

Разница между значениями 1/6 и 5/6 вариационного ряда, см	18,3	17,3
---	------	------

Анализ показывает, что 2/3 всех значений вариационного ряда сорта Таня по высоте растений уложилось в интервал от 75,0 до 93,3 см, что соответствует параметрам нормального распределения. Огромный селекционный сдвиг у сорта Таня по высоте растений относительно Безостой 1 наглядно виден на рисунке 8.

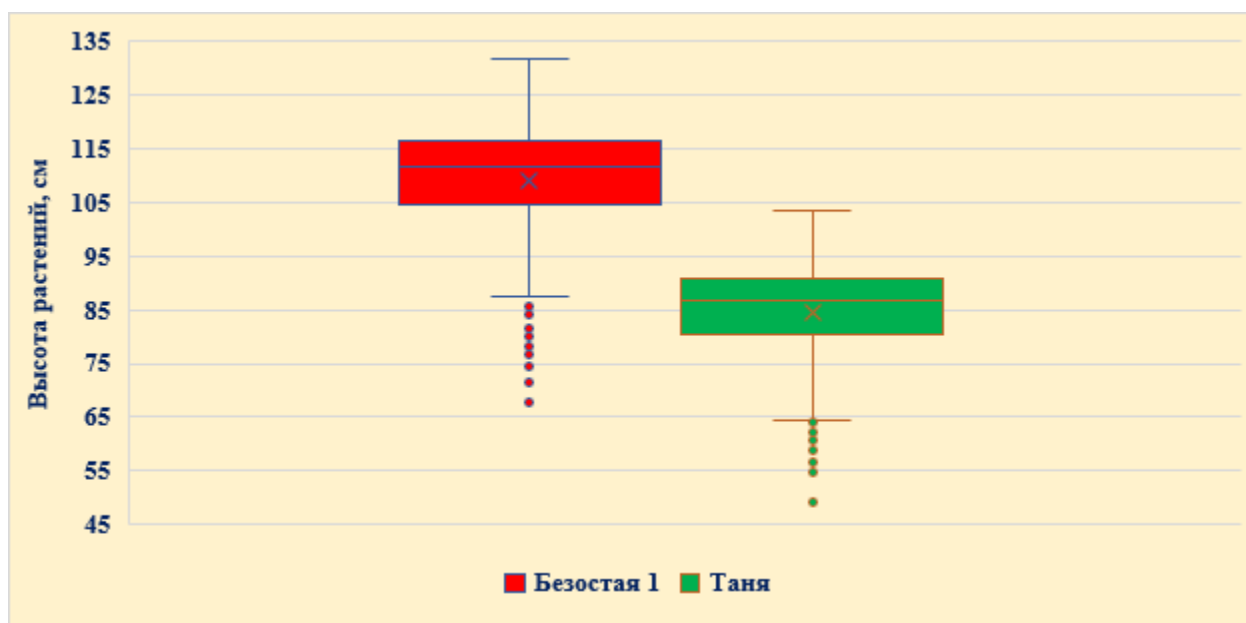


Рисунок 8 – Вариационные ряды высоты растений сорта Таня в сравнении с сортом Безостая 1, 2010-2023 гг.

У сорта Безостая 1, значительное количество – 75 % от всех данных вариационного ряда превышают максимальное значение высоты растений у сорта Таня в опыте – 104 см. На основании данных по высоте растений, сорт Таня можно охарактеризовать в сравнении с Безостой 1 как более низкорослый, более устойчивый к полеганию, физиологически более эффективный и значительно более отзывчивый на повышение уровня агрофона.

3.4 Характеристика селекционного сдвига у сорта Таня по важнейшим хозяйственным признакам относительно Безостой 1

Характеризуя селекционный сдвиг важнейших хозяйственно-ценных признаков у сорта Таня относительно Безостой 1, следует отметить, что в результате длительной селекционной работы произошло существенное их изменение (сорт шедевр Безостая 1 был районирован в 1959 году, а сорт Таня через 46 лет в 2005 году). На основании статистического анализа по многолетним данным, охватывающих 531 сортоопыт по каждому сорту, получены статистически достоверные различия по всем приведенным ниже признакам рисунок 9. На нем все анализируемые признаки у сорта Безостая 1 приняты за 100 %, а значения сорта Таня рассчитывались относительно этого контрольного сорта.

Сорт Таня в результате многолетнего испытания превысил Безостую 1 по урожайности на 30,8 %. Это связано с формированием большего количества колосьев на единице площади – на 13,6 %, большей озерненности колоса – на 20,3 % и соответственно большей емкости ценоза – на 38,1 %. По массе 1000 зерен произошло снижение показателя на 4,6 %. Несколько снизилось также содержание белка в зерне – на 11,0 % от сорта Безостая 1 и натуры зерна на 3,6 %. При этом снижение показателя качества зерна у сорта Таня можно компенсировать до заданных значений с помощью использования точного агроэкологического паспорта и ряда агротехнических приемов. Изменение комплекса хозяйственно-ценных признаков у сорта Таня произошло в первую очередь в связи со значительным, на 22,4 % снижением высоты растений относительно сорта Безостая 1.

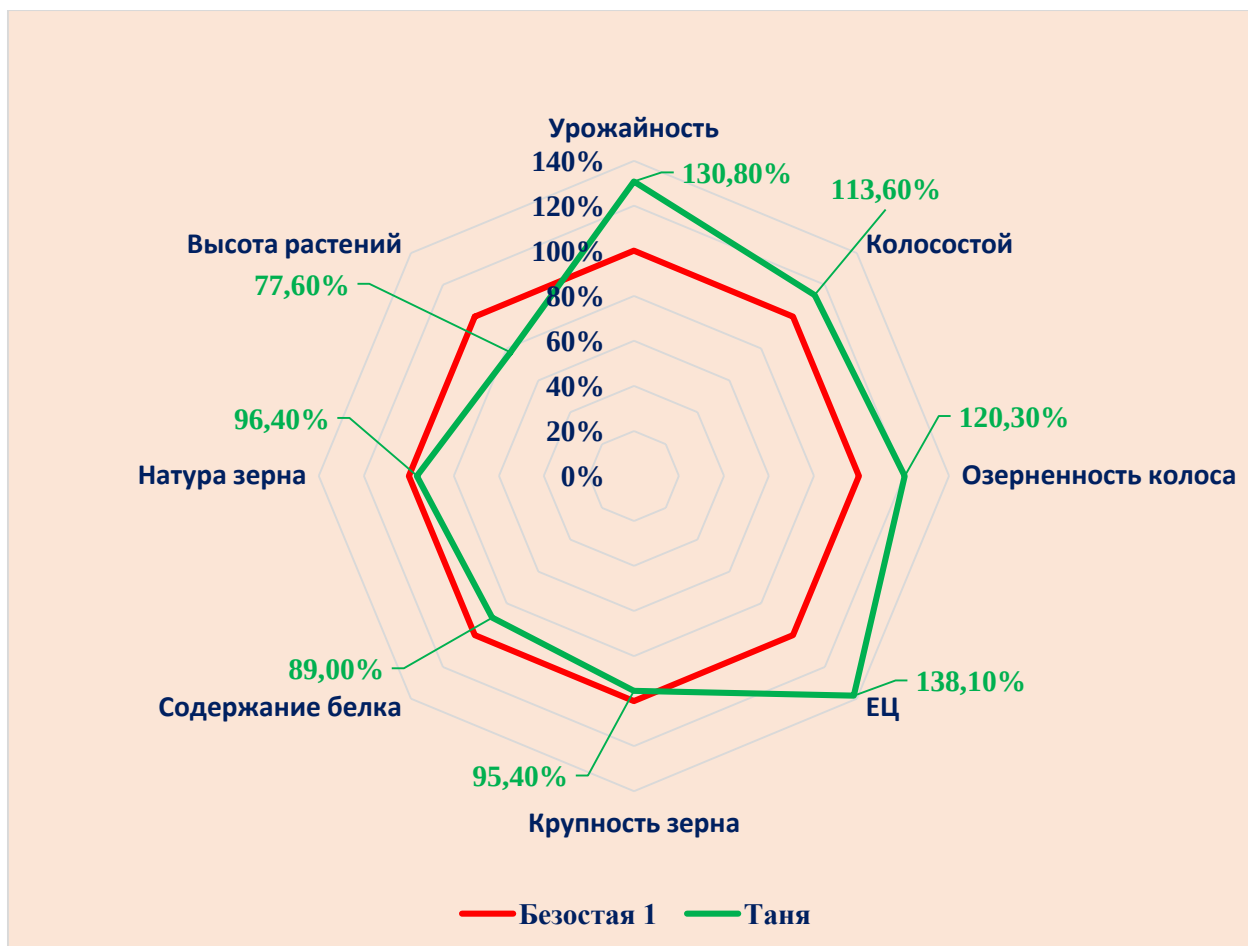


Рисунок 9 – Селекционный сдвиг важнейших хозяйственных признаков у сорта Таня относительно Безостая 1, средние значения по 531 сортоопыту в 2010-2023 гг. (показатели сорта Безостая 1 приняты за 100 %)

4 ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ГОДА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ВЗАИМОСВЯЗЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

4.1 Корреляционная взаимосвязь урожайности с хозяйственно-ценными признаками

Как известно, урожайность – это сложный признак, формирование которого зависит не только от элементов ее структуры (колосостоя, озерненности колоса и крупности зерна), но и большинства признаков, имеющих, как правило, большое хозяйственное значение. В связи с этим, большой интерес представляет анализ взаимосвязи урожайности с важнейшими хозяйственно-ценными признаками, особенно если эта зависимость прослеживается на протяжении длительного времени. В полевых исследованиях важнейшим критерием достоверности является повторяемость установленных закономерностей, для чего рекомендуется проводить полевые опыты не менее трех лет. В таблице 11 представлены исследования корреляционных связей урожайности с рядом хозяйственно-ценных признаков с 2011 по 2023 годы. Ежегодно каждый сорт высевался в 38 агровариантах, поэтому по каждому сорту коэффициент корреляции был рассчитан по 494 парам признаков, поэтому все их значения, превышающие 0,09 статистически достоверны на 5 % уровне значимости, а превышающие 0,12 статистически достоверны на 1 % уровне.

Коэффициенты корреляции, представленные в таблице 11, рассчитаны в отдельности для каждого из четырех сортов и дают представление об экологической (средовой) взаимосвязи урожайности с хозяйственно-ценными признаками. Анализируя влияние элементов структуры на урожайность, следует отметить наибольшую роль признака «количество колосьев на единице площади» у сорта Таня, коэффициент корреляции составил +0,66. У сортов Гром и Юка эта связь зафиксирована на более низком уровне, r составил

соответственно +0,64 и +0,52. У сорта Безостая 1 зафиксирована самая низкая зависимость, $r=+0,36$.

Таблица 11 – Взаимосвязь урожайности с хозяйственно-ценными признаками у сортов озимой пшеницы (2011-2023 гг., N=494)

Признак	Коэффициент корреляции в зависимости от сорта			
	Таня	Гром	Юка	Безостая 1
Колосистой	+0,66**	+0,64**	+0,52**	+0,36**
Озерненность колоса	+0,25**	+0,18**	+0,11*	+0,17**
Емкость ценоза	+0,90**	+0,90**	+0,87**	+0,81**
Масса 1000 зерен	-0,09*	+0,02	+0,22**	+0,33**
Масса зерна с колоса	+0,22**	+0,21**	+0,22**	+0,31**
Содержание протеина	+0,16**	+0,18**	0,00	-0,14**
Содержание клейковины	+0,18**	+0,18**	0,03	-0,16**
Нагура зерна	+0,07	+0,10*	+0,19**	+0,32**
Высота растений	+0,82**	+0,72**	+0,74**	+0,66**

Достоверно с вероятностью: *-95%; **-99 %.

Озерненность колоса – второй по влиянию на уровень урожая элемент структуры за рассматриваемый период. Самое высокое значение коэффициента корреляции отмечено у сорта Таня +0,25. У остальных сортов это значение меньше: Гром +0,18; Юка +0,11; Безостая 1 +0,17.

Если величину связи урожайности с колосостоем можно охарактеризовать для всех сортов как среднюю, а с озерненностью колоса как слабую, то показатель емкости ценоза (ЕЦ), рассчитываемый как произведение этих двух признаков, имеет очень высокую, практически функциональную взаимосвязь. У сортов Таня и Гром $r=+0,90$ (величина детерминации $R^2=0,81$), т.е. можно сделать вывод, что величина урожайности этих сортов на протяжении 13 лет на 81 % определялась количеством сформированных на единице площади зерен, и только 19 % приходится на неучтенные факторы. У сортов Юка и Безостая 1 также была отмечена высокая зависимость, r составил соответственно +0,87 и +0,81.

Контроль первых двух элементов структуры урожая посредством показателя ЕЦ дает, по сути, синергический эффект по контролю над величиной урожая. Усилия, направленные на регулирование только одного

показателя приводят к негативному изменению второго и в результате итоговый признак изменяется не столь существенно.

Связь урожайности с крупностью зерна, признака формирующегося на завершающих этапах органогенеза, была у сортов Таня и Гром статистически недостоверной, r составил соответственно $-0,09$ и $+0,02$. Этот факт может свидетельствовать о значительно меньшей зависимости сорта Таня от погодных условий на последнем этапе формирования урожайности. У сорта Юка можно отметить слабую положительную зависимость, $r = +0,22$. Самым требовательным к условиям налива оказался сорт Безостая 1, у которого связь крупности зерна с урожайностью зафиксирована на среднем уровне, $r = +0,31$. У остальных сортов эта зависимость слабая, хотя и статистически достоверна. Требовательность к условиям налива зерна у этого сорта подтверждается средним уровнем связи урожайности с натурой зерна, $r = +0,32$. У сорта Юка этот показатель снизился до $+0,19$. У сортов Таня и Гром связь была слабой и статистически недостоверной. У сорта Безостая 1 можно отметить среднюю зависимость урожайности с массой зерна колоса, $r = +0,31$. У остальных сортов эта зависимость слабая, хотя и статистически достоверна.

У полукарликовых сортов Таня и Гром отмечалась слабая положительная, статистически достоверная связь между показателями качества и урожайностью, т.е. для получения высокого урожая качественного зерна им требуется высокий агрофон. У сорта Юка связь между уровнем урожайности и качества зерна отсутствовала. Сорт Безостая 1 имел отрицательную зависимость этих признаков при слабом уровне связи. Это связано с более низкой устойчивостью сорта к полеганию на высоком агрофоне, где отмечаются самые высокие показатели качества, но может происходить снижение урожайности.

У современных сортов была отмечена высокая положительная связь урожайности с высотой растений, у сорта Таня коэффициент корреляции составил $+0,82$. Следовательно сорта имеют высокую отзывчивость на

повышение уровня агрофона. Та же закономерность наблюдалась и у сорта Безостая 1, хотя и на более низком уровне связи, $r = +0,66$.

И так, для достижения высоких показателей урожайности у всех рассмотренных сортов, необходимо с помощью агротехнических приемов (азотные подкормки, внесение гербицидов, фунгицидная защита и др.) способствовать повышению двух элементов урожайности – количества колосьев на единице площади и озерненности колоса, которые формируют показатель ЕЦ, имеющий практически функциональную экологическую (средовую) связь с итоговым признаком. ЕЦ формируется начиная с фазы цветения пшеницы, в дальнейшем в период налива зерна возможности агротехнически влиять на уровень урожайности резко снижаются. Сорт Таня, имеющий высокую устойчивость к полеганию растений, отзывчив на повышение агрофона и при его улучшении формирует высокий урожай зерна более высокого качества.

4.2 Экологическая пластичность и стабильность сорта Таня по урожайности и элементам ее структуры

Урожайность. Нами был проведен анализ урожайности сорта Таня в течение продолжительного изучения, когда она высевалась в 569 сортоопыте в сравнении с другими сортами. Выдающиеся показатели этого сорта согласуются с его популярностью в производстве и широким ареалом возделывания. Средняя урожайность сорта в зависимости от условий года варьировала от 49,7 до 95,8 ц/га, при этом 11 лет он входил в восьмерку самых урожайных сортов (из 24 в испытании). Самая низкая урожайность сорта Таня – 49,7 ц/га была зафиксирована в 2012 году, который характеризовался очень сложными условиями осенью (отсутствием своевременных всходов, отсутствием условий для роста растений зимой и весной, т.е. фактически отсутствием кущения и в связи с этим скудным колосостоем) и сорт Таня занял по этому показателю 17-е место из 24-х изучавшихся сортов. В 2019 году

урожайность сорта в среднем по 38 агровариантам составила 82,5 ц/га и он занял 9-е место в опыте. В 2021 году при губительном воздействии апрельских заморозков урожайность сорта в среднем по опыту составила 76,2 ц/га, опустив его на 13 место (таблица 12).

Таблица 12 – Экологическая пластичность и стабильность урожайности сорта Таня ,2010-2023 гг.

Год	Количество сортотыпов	Урожайность, ц/га	Рейтинг урожайности	b_i	Sd_i
2010	37	70,2	4	1,10	2,47
2011	38	90,8	3	1,05	3,97
2012	38	49,7	17	1,00	1,92
2013	38	84,1	8	0,96	3,51
2014	38	86,7	3	1,03	2,70
2015	38	93,6	5	0,86	3,10
2016	38	94,7	1	0,86	2,83
2017	38	95,8	3	1,11	3,21
2018	38	80,0	7	1,18	3,18
2019	38	82,5	9	1,06	2,63
2020	38	72,9	4	1,19	2,24
2021	38	76,2	13	0,98	2,14
2022	38	92,4	3	1,08	2,81
2023	38	78,7	7	1,15	2,55
2024	38	82,8	10	1,16	3,22

Показатели экологической пластичности (b_i) и экологической стабильности (sd_i) позволяют оценить реакцию сорта на повышение агрофона и стабильность этой реакции. Два года из 15 анализируемых, показатель b_i сорта Таня составил 0,86 – это позволяет отнести сорт в эти годы к низкопластичным, поскольку при общем росте урожайности в опыте на каждые 10 ц/га прироста, он прибавлял только 8,6 ц/га. Однако в эти годы сорт Таня имел очень высокий рейтинг урожайности. Во все годы исследований сорт Таня соревновался с новыми, в селекционном плане более продвинутыми сортами. В 2015 году его урожайность составила 93,6 ц/га (5 место в рейтинге), а в 2016 году он занял первое место в рейтинге с урожайностью в среднем по 38 агровариантам – 94,7 ц/га. Поэтому низкая экологическая пластичность сорта при высокой средней урожайности свидетельствует о более низких

темпах снижения этого показателя при ухудшении условий возделывания и безусловном лидерстве даже на низком агрофоне. Семь лет, половину анализируемого срока, сорт Таня имел показатель экологической пластичности от 0,96 до 1,08. В эти годы он соответствовал определению как среднепластичный сорт, что при высоком уровне урожайности делает его очень привлекательным для возделывания в производстве. Показатели среднего уровня b_i отмечены и в самые неблагоприятные для него 2012 и 2021 годы.

Шесть лет изучения сорта Таня характеризовались его значениями b_i от 1,10 до 1,19 при высоком рейтинге урожайности, 3-7 ранг из 24 сортов. В эти годы сорт характеризуется как высоко пластичный, имея показатель прироста урожайности на 10-19 % выше, по сравнению со средним приростом по опыту.

Показатель экологической стабильности сорта Таня варьировал от 1,92 ц/га в 2012 году до 3,97 ц/га в 2011 году, что позволяет сделать заключение о высокой достоверности полученных закономерностей.

Из сказанного выше можно сделать заключение, что сорт Таня при высоком уровне урожайности, превышающем средние показатели всего опыта, в годы с высокими показателями экологической пластичности имеет особое преимущество над изучавшимися сортами на высоком агрофоне, а при низком значении экологической пластичности – на низком агрофоне. В целом же уровень агрофона не является обязательным условием для определения точного агроэкологического адреса сорта Таня, поскольку он обычно имеет высокий уровень урожайности на большинстве изучаемых агрофонов.

Плотность колосостоя. Как отмечалось выше, показатель количества колосьев на единице площади – это элемент структуры урожая, в наибольшей степени влияющий на его величину. Сорт Таня является одним из лидеров по этому показателю среди изучавшихся сортов. Так, в 15-ти годах изучения его рейтинг по этому показателю составил от 2 до 7, при варьировании показателя от 548 до 910 колосьев на квадратный метр посева. Минимальные показатели

сорта по этому признаку отмечены в 2012 году – 511 колосьев/м² (10 место) и в 2021 году – 522 колоса/м² (9 место) (таблица 13).

Стрессовые условия 2012 года обусловили низкий показатель экологической пластичности сорта Таня по плотности колосостоя, b_i составил 0,88. В наибольшее количество лет – 8 из 14 зафиксированы средние показатели пластичности, от 0,94 до 1,04. Еще шесть лет значения показателя экологической пластичности варьировали на высоком уровне от 1,13 до 1,34.

Высокие значения показателя экологической пластичности сорта Таня по плотности колосостоя были, как правило, в сочетании с высокими значениями этого признака в опыте, а также в сравнении с другими сортами. Высокие значения экологической стабильности сорта Таня по плотности колосостоя свидетельствуют о низком уровне этого показателя, что согласуется с литературными данными о его высокой модификационной изменчивости (таблица 13).

Таблица 13 – Экологическая пластичность и стабильность плотности колосостоя сорта озимой мягкой пшеницы Таня, 2010-2024 гг.

Год	Количество сортотыпов	Количество колосьев, шт./м ²	Рейтинг количества колосьев	b_i	Sd_i
2010	37	601	5	0,99	57,3
2011	38	910	6	0,94	58,6
2012	38	511	10	0,88	38,1
2013	38	677	4	0,99	60,0
2014	38	791	3	1,26	70,9
2015	38	753	3	1,04	65,9
2016	38	725	3	0,97	49,6
2017	38	711	2	1,16	62,3
2018	38	643	7	0,96	41,1
2019	38	799	4	1,27	64,2
2020	38	548	5	1,13	41,3
2021	38	522	9	1,03	30,8
2022	38	788	3	1,19	64,3
2023	38	680	4	0,96	55,2
2024	38	555	3	1,34	53,3

Озерненность колоса. Этот элемент структуры урожая, как мы уже отмечали, является вторым по степени влияния на величину урожая. По

результатам исследований признак количество зерен в колосе у сорта Таня варьировало от 25,4 экстремальном 2012 году до 41,6 в 2020 году, когда сформировался изреженный колосистой и сорт за счет своих компенсаторных свойств, увеличил озерненность колоса и занял 9-е место в рейтинге, что является самым высоким значением за годы изучения. В целом же сорт Таня соответствовал сортам со средним показателем озерненности, его рейтинг среди 24 сортов варьировали от 11 до 20 места (таблица 14).

Таблица 14 – Экологическая пластичность и стабильность озерненности колоса у сорта Таня, 2010-2024 гг.

Год	Количество сортотыпов	Количество зерен в колосе, шт.	Рейтинг количества зерен	b_i	Sd_i
2010	37	28,4	13	0,82	3,24
2011	38	26,8	14	0,63	2,39
2012	38	25,4	16	0,99	1,69
2013	38	32,7	15	0,71	0,54
2014	38	30,4	11	1,04	2,59
2015	38	35,8	15	1,02	3,38
2016	38	36,6	17	0,71	2,35
2017	38	35,5	14	0,60	3,24
2018	38	32,4	19	1,12	2,46
2019	38	31,2	14	1,22	2,83
2020	38	41,6	9	1,06	3,45
2021	38	34,2	20	0,74	2,21
2022	38	31,6	14	0,97	2,80
2023	38	33,6	15	0,97	3,38
2024	38	33,4	22	0,96	3,14

Показатель экологической пластичности b_i сорта Таня по озерненности колоса 6 раз имели низкий показатель от 0,60 до 0,82. Еще 7 лет характеризовали сорт как среднепластичный, b_i варьировал от 0,96 до 1,06. В 2018 и 2019 годах сорт характеризовался высокими показателями экологической пластичности, b_i составил соответственно 1,12 и 1,22.

Показатели экологической стабильности варьировали от 0,54 до 3,45 – это позволяет сделать заключение о высокой достоверности проведенного многолетнего анализа.

Как известно, признак «количество зерен в колосе» формируется на протяжении IV-IX этапов органогенеза, после окончания фазы выхода в трубку. Поэтому сочетание у сорта Таня высокой экологической пластичности по колосостоя со средней или низкой пластичностью по озерненности колоса, указывает на приоритет агротехнических приемов, которые применяются до выхода растений в трубку, влияющих преимущественно на формирование плотности колосостоя.

Масса 1000 зерен. Этот признак является характеристикой крупности зерна. Он формируется в период налива на завершающих этапах органогенеза, но также зависит от признаков, формирующих показатель ЕЦ. За период изучения сорта Таня в опытах по паспортизации, его масса 1000 зерен в зависимости от условий года варьировала от 33,0 до 45,1 грамма, занимая по этому показателю от 9 до 20 места среди 24 сортов (таблица 15).

Таблица 15 – Экологическая пластичность и стабильность массы 1000 зерен у сорта Таня, 2010-2023 гг.

Год	Количество сортоопытов	Масса 1000 зерен, г	Рейтинг массы 1000 зерен	b_i	Sd_i , г
2010	37	41,6	12	1,10	2,47
2011	38	37,8	9	0,91	1,38
2012	38	38,4	11	1,33	1,61
2013	38	38,2	17	0,80	1,08
2014	38	37,3	18	1,02	0,91
2015	38	35,3	15	1,21	1,37
2016	38	36,3	15	0,88	0,99
2017	38	38,8	20	1,07	1,45
2018	38	38,4	9	0,80	0,92
2019	38	33,9	16	1,09	1,10
2020	38	33,0	15	0,76	1,09
2021	38	43,2	9	0,87	0,80
2022	38	37,7	16	1,18	0,91
2023	38	35,1	21	1,04	0,93
2024	38	45,1	8	0,84	0,80

Экологическая пластичность сорта Таня по признаку масса 1000 зерен равномерно распределилась по годам по степени проявления: четыре года характеризовали сорт как высокопластичный, b_i изменялся от 1,10 до 1,33;

пять лет как среднепластичный, b_i изменялся от 0,91 до 1,09 и шесть лет как низкопластичный, b_i изменялся от 0,76 до 0,88.

Поскольку признак «масса 1000 зерен» принято относить к высоконаследуемым, со слабой модификационной изменчивостью, нами были получены значения экологической стабильности от 0,80 до 2,47 граммов, что соответствует высокой степени ее проявления.

4.3 Экологические пластичность и стабильность сорта Таня по показателям качества зерна

Содержание белка в зерне. Является одним из базовых показателей качества, имеет высокую функциональную связь с показателем содержания в зерне клейковины. Количество в зерне белка и клейковины функционально связано с обеспеченностью почвы азотом и зависит от количества внесенных азотных удобрений. Сорт Таня, как отмечалось выше, один из лучших по урожайности, но содержание белка в зерне варьировало от 12,2 до 13,8%, уступая по этому показателю большинству сортов (таблица 16.)

Показатели экологической пластичности сорта Таня по количеству белка в зерне менялись по годам от низкой пластичности (четыре года) до средней пластичности (девять лет). В 2019 году b_i составил 1,12 – что соответствует высокой пластичности.

Низкие показатели Sd_i варьирующие от 0,20 до 0,44 %, характеризуют высокую экологическую стабильность у сорта Таня признака содержание белка в зерне. Поэтому можно делать вывод об отзывчивости сорта на агроприемы по повышению качества зерна и высокую предсказуемость показателей качества при их проведении.

Таблица 16 – Экологическая пластичность и стабильность по содержанию белка в зерне у сорта Таня, 2010-2024 гг.

Год	Количество сортотыпов	Содержание белка, %	Рейтинг по протеину	b_i	Sd_i
2010	37	13,2	22	0,81	0,32
2011	38	13,0	20	0,85	0,33
2012	38	13,8	21	0,98	0,33
2013	38	12,9	13	1,01	0,44
2014	38	13,5	16	0,96	0,37
2015	38	13,1	12	0,94	0,32
2016	38	12,9	16	1,02	0,22
2017	38	13,1	17	0,91	0,20
2018	38	12,6	17	0,89	0,20
2019	38	13,7	20	1,12	0,28
2020	38	12,7	21	0,88	0,28
2021	38	12,0	22	0,96	0,26
2022	38	12,4	19	0,92	0,26
2023	38	12,2	19	1,02	0,22
2024	38	11,3	20	0,79	0,16

Натура зерна. Формирование этого показателя определяется условиями среды в период налива зерна. Поскольку у сорта Таня в колосках формируется 3-5 зерен, по натуре зерна она уступает большинству сортов, хотя в большинстве случаев этот показатель соответствует требованиям, предъявляемым к высококачественным пшеницам. Только два года сорт Таня формировал низконатурное зерно: в 2013 году натура в опытах по паспортизации составила в среднем 750 г/л, а в 2019 году этот показатель составил 715 г/л. В остальные 12 лет изучения показатели натуры в среднем по опыту у сорта варьировали от 760 до 805 г/л (таблица 17.)

В большинстве лет изучения, сорт Таня характеризовался как низкопластичный по показателю натура зерна, показатель экологической пластичности b_i за 10 лет варьировал от 0,63 до 0,89. Два года (2012 и 2020 годы) сорт характеризовался средней экологической пластичностью по этому показателю и еще два года (2019 и 2022 годы) как высокопластичный.

Таблица 17 - Экологическая пластичность и стабильность по натуре зерна у сорта Таня, 2010-2024 гг.

Год	Количество сортоопытов	Натура зерна, г/л	Рейтинг по натуре зерна	b_i	Sd_i
2010	37	760	24	0,77	3,99
2011	38	786	15	0,86	5,30
2012	38	786	22	1,08	5,47
2013	38	750	23	0,63	8,02
2014	38	791	19	0,88	6,10
2015	38	776	21	0,84	5,31
2016	38	760	12	0,76	8,20
2017	38	790	20	0,89	6,47
2018	38	801	19	0,82	7,96
2019	38	715	19	1,16	6,42
2020	38	778	16	1,07	5,86
2021	38	782	20	1,01	4,24
2022	38	805	22	1,25	4,24
2023	38	774	19	0,72	9,00
2024	38	827	20	1,39	4,63

Показатели Sd_i варьировали от 3,99 до 9,00 г/л, что позволяет отнести сорт Таня по признаку натура зерна к группе сортов с высокой экологической стабильностью.

Сорт Таня, уступая большинству сортов по показателю натура зерна, тем не менее обеспечивает получение зерна, соответствующее ГОСТу на высококачественную продукцию. В большинстве лет изучения сорт относился к низкопластичной группе, т.е. слабо реагировал изменением этого признака как при улучшении, так и при ухудшении условий среды.

Высота растений. Этот признак имеет очень большое значение в селекции пшеницы на урожайность. Использование генов карликовости в геном пшеницы обусловило резкий рост урожайности пшеницы во второй половине XX века, что известно под термином «Зеленая революция», как за рубежом, так и у нас в стране. Сорта, несущие гены карликовости, наряду с повышением продуктивности, существенно изменяют большинство хозяйственно-ценных признаков. При возделывании сорта в производстве, важным параметром является не только высота, но и его экологическая пластичность, которая характеризует реакцию сорта на изменение условий его

произрастания. Нами показано, что сорт Таня относится к группе полукарликовых сортов. В опытах по паспортизации в зависимости от условий года его высота растений варьировала в среднем по 38 агровариантам от 62,5 до 96,2 см, при этом в 10 лет из 14 меньшая высота растений была только у 2-4 сортов из общего количества в изучении 24 сортов. В 2019-2022 годы рейтинг его высоты был от 15 до 18, т.е. в эти годы от 6 до 9 сортов в опыте имели меньшую высоту растений (таблица 18.)

Таблица 18 – Экологическая пластичность и стабильность по высоте растений у сорта Таня, 2011-2024 гг.

Год	Количество сортоопытов	Высота растений, см	Рейтинг по высоте растений	b_i	Sd_i
2011	38	91,3	20	1,08	2,44
2012	38	62,5	20	0,79	2,74
2013	38	81,4	23	0,84	3,18
2014	38	86,4	22	0,99	2,40
2015	38	87,4	22	0,87	2,21
2016	38	95,0	21	1,15	2,10
2017	38	85,5	22	0,98	1,86
2018	38	78,9	21	0,92	2,90
2019	38	89,5	17	1,05	2,14
2020	38	75,3	18	0,96	2,24
2021	38	84,0	15	0,81	2,38
2022	38	96,2	16	0,95	1,67
2023	38	87,3	21	0,88	2,00
2024	38	77,8	22	1,04	2,44

По пяти годам изучения (2012, 2013, 2015, 2021 и 2023) сорт Таня характеризовался как низкопластичный, поскольку показатель экологической пластичности b_i был от 0,79 до 0,88. По восьми годам изучения (2011, 2014, 2017, 2018, 2019, 2020, 2022 и 2024) он характеризовался как среднепластичный, показатель экологической пластичности b_i варьировал от 0,92 до 1,08. В 2016 году сорт Таня характеризовался как высокопластичный сорт с $b_i=1,15$. Показатели экологической стабильности, которые задаются отклонениями от экспериментальной линии регрессии между высотой растений и индексами среды указывают на высокую экологическую стабильность этого признака. Сорт Таня, как правило, при изменении условий

для формирования признака высота растений, имеет сходную реакцию изменения признака или несколько меньшую по сравнению с большинством сортов изучавшихся в опыте. Поэтому сорт Таня может рекомендоваться для возделывания на высоком агрофоне, который способствует удлинению соломины и снижению ее механической прочности.

5 АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ СОРТА ТАНЯ

Точный агротехнологический паспорт позволяет в максимальной степени использовать потенциал сорта, подбирать технологию возделывания, обеспечивающую сочетание максимальных значений урожайности, качества зерна и экономических показателей. При разработке агротехнологического паспорта важным критерием является реакция сорта на важнейшие агротехнические факторы, в наибольшей степени влияющие на формирование хозяйственно-ценных признаков: предшественника, срока сева, уровня минерального питания, химических средств защиты, нормы высева и других факторов.

5.1 Отношение к предшественникам

Как известно, предшественники относятся к наиболее значимым агротехническим факторам. В наших опытах изучалась реакция сорта Таня на четыре предшественника. Колосовой предшественник принято относить к неблагоприятным для выращивания озимой пшеницы. Но поскольку в наших опытах этот предшественник размещается по пшенице после пласта многолетних трав, урожайность озимой пшеницы формируется достаточно высокая. В среднем за семь лет сорт Таня сформировал по колосовому предшественнику урожайность 84,3 ц/га (таблица 19.)

Сорт Таня по урожайности по колосовому предшественнику уступил Грому на 1,7 ц/га (только потому, что в 2024 году посеги подверглись градобою), что является статистически достоверной величиной и на 6,9 ц/га превысил сорт Юка. Эти результаты свидетельствуют о нецелесообразности размещения сорта Таня по этому предшественнику. Данные наших опытов показывают, что можно рекомендовать размещение сорта по колосовому предшественнику в районах умеренного и недостаточного увлажнения при определенных технологиях выращивания.

Таблица 19 – Урожайность сортов по колосовому предшественнику, ц/га
(2018-2024 гг.)

Год	Гром, st.	Юка st.	Таня			НСР ₀₅
			сорт	+ к Грому	+ к Юке	
2018	86,1	69,7	77,0	-9,1	+7,3	2,10
2019	92,5	82,5	90,0	-2,5	+7,5	2,69
2020	78,1	79,6	83,1	+5,0	+3,5	2,68
2021	81,4	78,3	79,3	-2,1	+1,0	2,30
2022	94,9	82,6	95,2	+0,3	+12,6	3,49
2023	82,4	80,5	93,1	+10,7	+12,6	2,20
2024	86,8	68,7	72,4	-14,4	+3,7	2,75
Среднее	86,0	77,4	84,3	-1,7	+6,9	1,28

Предшественник эспарцет позволяет раскрыть урожайный потенциал сортов и сформировать наиболее качественное зерно. К недостаткам этого предшественника следует отнести более высокие риски полегания растений и поражения их комплексом листовых болезней, что компенсируется более интенсивной защитой, а также устойчивостью сорта Таня к полеганию и к грибным болезням. В среднем за семь лет сорт Таня сформировал по эспарцету высокую урожайность – 87,3 ц/га (таблица 20). Это на 0,7 ц превышает урожайность сорта Гром и на 4,4 ц/га превышает урожайность сорта Юка. Эти превышения являются статистически достоверными величинами, поскольку сорта изучались семь лет по 12 агровариантам в четырехкратной повторности.

Таблица 20 – Урожайность сортов по предшественнику эспарцет, ц/га
(2018-2024 гг.)

Год	Гром, st.	Юка st.	Таня			НСР ₀₅
			Сорта	+ к Грому	+ к Юке	
2018	93,4	88,5	92,7	-0,7	+4,2	0,89
2019	82,7	72,4	77,5	-5,2	+5,1	1,00
2020	79,6	74,5	81,0	+1,4	+6,5	1,31
2021	85,3	85,6	83,2	-2,1	-2,4	1,02
2022	92,6	92,3	100,0	+7,4	+7,7	1,37
2023	74,7	69,4	79,4	+4,7	+10,0	1,04
2024	98,2	97,5	97,2	-0,7	+0,3	0,99
Среднее	86,6	82,9	87,3	+0,7	+4,4	0,43

Предшественник эспарцет является одним из лучших для размещения сорта Таня, поскольку формируется очень высокий уровень его урожая, при этом показатели качества зерна, как правило, соответствуют требованиям, предъявляемым к ценным пшеницам. Устойчивость сорта к комплексу болезней позволяют минимизировать использование химических средств защиты, а особенности предшественника – ограничение использования минеральных удобрений.

По предшественнику подсолнечник пшеница испытывает недостаточное количество элементов минерального питания и влаги. Поэтому на нем обычно формируется более низкий уровень урожайности, а также низкие показатели содержания белка и клейковины в зерне. В среднем за семь лет сорт Таня сформировал по подсолнечнику высокую урожайность – 74,6 ц/га, на уровне сорта Гром и статистически достоверно превысив урожайность сорта Юка на 1,3 ц/га (таблица 21).

Таблица 21 – Урожайность сортов по предшественнику подсолнечник, ц/га (2018-2024 гг.)

Год	Гром, st.	Юка st.	Таня			НСР ₀₅
			Сорта	+ к Грому	+ к Юке	
2018	71,7	66,7	67,2	-4,5	+0,5	0,94
2019	85,7	78,1	81,3	-4,4	+3,2	0,86
2020	58,4	55,3	58,1	-0,3	+2,8	0,89
2021	74,0	74,3	73,2	-0,8	-1,1	1,20
2022	79,2	82,8	83,8	+4,6	+1,0	1,28
2023	74,0	75,9	81,3	+7,3	+5,4	0,75
2024	79,2	80,0	77,6	-1,6	-2,4	1,14
Среднее	74,6	73,3	74,6	0	+1,3	0,40

Размещение сорта Таня по предшественнику подсолнечник экономически целесообразно на высоком или среднем агрофоне, поскольку сорт отзывчив прибавкой урожая и улучшением качества зерна на применение минеральных удобрений. На бедном агрофоне, несмотря на достаточно высокую урожайность, высевать сорт нецелесообразно из-за резкого снижения качества зерна.

Посев озимой пшеницы после кукурузы на зерно резко увеличивает вероятность ее поражения фузариозом колоса. Сорт Таня отличается устойчивостью к этому заболеванию и рекомендован для посева по этому предшественнику. В среднем за семь лет сорт Таня сформировал высокую урожайность по предшественнику кукуруза на зерно – 79,9 ц/га, статистически достоверно – на 1,7 ц/га превысив урожайность сорта Юка (таблица 22). Несмотря на то, что Таня уступила по урожайности сорту Гром на 0,7 ц/га, что является незначительной, но статистически достоверной величиной, ее размещение по этому предшественнику более предпочтительно из-за значительно меньшего риска развития фузариоза колоса.

Таблица 22 – Урожайность сортов по предшественнику кукуруза на зерно, ц/га (2018-2024 гг.)

Год	Гром, st.	Юка st.	Таня			НСР ₀₅
			Сорта	+ к Грому	+ к Юке	
2018	86,3	82,0	80,8	-5,5	-1,2	1,10
2019	89,5	82,7	87,4	-2,1	4,7	0,89
2020	75,6	73,8	78,1	2,5	4,3	1,34
2021	73,1	72,7	71,8	-1,3	-0,9	1,10
2022	89,7	88,6	92,6	2,9	4,0	1,32
2023	69,3	71,2	73,1	3,8	1,9	0,96
2024	80,4	76,4	75,4	-5,0	-1,0	1,04
Среднее	80,6	78,2	79,9	-0,7	+1,7	0,44

В среднем за семь лет изучения максимальная урожайность сорта Таня по предшественнику кукуруза на зерно составила 86,9 ц/га на варианте при посеве в оптимальный срок (10 октября), системе минерального питания $N_{48}P_{48}K_{48}+N_{70}+N_{70}$, защите фунгицидами по флаг-листу. Практически такая же урожайность зафиксирована в варианте с уровнем минерального питания $N_{48}P_{48}K_{48}+N_{70}+N_{35}$ – 86,8 ц/га, превысив сорт Гром на 3,6 ц/га. Минимальная урожайность сорта Таня зафиксирована в варианте без азотных подкормок – 70,2 ц/га, что на 2,5 ц/га уступает сорту Гром – максимальное отставание от лучшего стандарта. Поэтому для получения высоких урожаев качественного

зерна возделывание сорта Таня по кукурузе на зерно должно осуществляться на высоком или среднем агрофоне.

5.2 Отношение к срокам сева

Сроки сева относятся к наиболее значимым по влиянию на величину хозяйственно-ценных признаков озимой пшеницы факторам. Срок сева определяет сумма эффективных температур, которые растения пшеницы получают перед уходом в зиму. По данным Н.Г. Малюги (2004) считается, что пшеница должна уйти в зиму с 2-4 побегами кущения, что соответствует сумме эффективных температур около 600⁰С. В соответствии с этим, в прошлом веке были рассчитаны оптимальные сроки сева в зависимости от агроклиматических зон возделывания озимой пшеницы.

В центральной зоне, к которой относится г. Краснодар, началом оптимального срока посева озимой пшеницы принято считать 1 октября. Однако в связи с глобальным потеплением границы оптимальных сроков сева сдвинулись на более поздний период, в Краснодаре наиболее высокий уровень урожайности достигается при посеве озимой пшеницы в районе 10 октября. В среднем за шесть лет при посеве сорта Таня по трем предшественникам получена урожайность 83,0 ц/га (таблица 23).

Таблица 23 – Урожайность сортов в зависимости от сроков сева, в среднем по четырем предшественникам кукуруза на зерно, подсолнечник, эспарцет, ц/га (2018-2024 гг.)

Срок сева	Таня	Гром, st.	Юка st.	Безостая 1, к.
Оптимальный	83,0	82,4	80,6	64,3
Конец оптимального	82,3	82,2	79,9	64,7
Поздний	77,5	78,2	72,7	58,7
НСР ₀₅	0,89			

При посеве сорта 20 октября, что можно считать концом оптимального срока, урожайность снизилась на 0,7 ц/га, что является статистически недостоверной величиной. При посеве сорта 1 ноября, что можно отнести к позднему сроку сева, урожайность его снизилась по сравнению с оптимальным сроком на 5,5 ц/га, а по сравнению с посевом в конце оптимальных сроков на 4,8 ц/га, что является статистически значимыми величинами.

При всех сроках сева урожайность сорта Таня статистически достоверно не отличалась от стандартного сорта Гром. По сравнению же со стандартным сортом Юка она во всех вариантах многолетнего опыта статистически достоверно превосходила его по урожайности в оптимальный и в конце оптимального сроков сева на 2,4 ц/га, в поздний срок на 4,8 ц/га. По сравнению с историческим стандартным сортом Безостая 1 это превышение по срокам составило соответственно 18,7; 17,6 и 18,8 ц/га.

Исходя из выше изложенного, сорт Таня рекомендуется для посева в оптимальные и конце оптимальных сроков сева, для наиболее полной реализации высокого потенциала продуктивности. Этот сорт формирует высокий урожай и при поздних сроках сева.

5.3 Отношение к азотным подкормкам

Азотные подкормки усиливают рост и развитие растений озимой пшеницы. Содержание азота в растениях функционально связано с содержанием в зерне белка и клейковины. Дозы и сроки внесения азотных удобрений зависят от содержания в почве не только азота, но и других минеральных элементов, а также запасами продуктивной влаги. Предшественник эспарцет отличается достаточно высокими запасами доступного для растений пшеницы азота, поэтому на варианте без азотных подкормок сорт Таня сформировал в среднем за семь лет высокий уровень урожайности – 85,4 ц/га (таблица 24).

Внесение 1 ц аммиачной селитры в раннюю весеннюю подкормку увеличивало урожайность на 3,0 ц/га, а внесение этой же дозы в фазу трубкования растений увеличило урожайность на 3,2 ц/га, т.е. эти два варианта по влиянию на урожайность статистически достоверно не отличались друг от друга. Двукратное увеличение дозы, до 2 ц аммиачной селитры также не выявили преимуществ срока внесения, урожайность в сравнении с дозой 1 ц также статистически была недостоверной. Дробное же внесение двух центнеров аммиачной селитры способствовало получению самого высокого урожая —

90,6 ц/га, что на 5,2 ц/га выше по сравнению с контролем и на 2,7 ц/га выше по сравнению с однократным внесением этой дозы в первую подкормку и на 2,1 ц/га выше при внесении подкормки в фазу трубкования.

Таблица 24 – Урожайность сорта Таня по предшественнику эспарцет, $N_{32}P_{32}K_{32}$ в зависимости от доз азотных подкормок

Дозы азотных подкормок	Урожайность по годам, ц/га							среднее
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
N_0+N_0	91,2	75,6	83,3	72,4	102,2	79,9	93,2	85,4
$N_{35}+N_0$	88,8	84,4	87,0	83,5	104,8	77,0	93,3	88,4
N_0+N_{35}	95,9	76,9	87,7	81,1	100,4	74,3	104,0	88,6
$N_{35}+N_{35}$	97,9	84,1	80,4	88,3	103,5	83,0	96,7	90,6
$N_{70}+N_0$	94,0	76,4	83,0	87,3	100,6	76,3	97,6	87,9
N_0+N_{70}	101,9	81,1	80,6	79,0	96,2	81,9	99,3	88,5
HCP_{05}	3,76							1,42

Следовательно, на предшественниках с высоким содержанием азота в почве при возделывании сорта Таня можно ограничиться дозой 1 ц аммиачной селитры. Максимальное увеличение дозы целесообразно до 2-х ц аммиачной селитры при обязательном дробном ее внесении. Внесение подкормки в фазу трубкования не имеет преимуществ по урожайности перед внесением ранневесенней подкормки в период возобновления весенней вегетации, но более предпочтительно в связи с большим положительным влиянием на качественные показатели зерна.

Предшественник подсолнечник в отличие от эспарцета характеризуется дефицитом основных элементов питания, в особенности содержанием азота в почве, а также более напряженным водным балансом. Поэтому с одной стороны для получения высоких урожаев качественного зерна требуются более высокие дозы азотных удобрений, а с другой стороны дефицит влаги может вызывать негативное действие на растения удобрений.

В среднем за семь лет изучения по предшественнику подсолнечник сорта Таня он показал минимальную урожайность в контрольном варианте без внесения азотных подкормок – 58,9 ц/га. Внесение 1 ц аммиачной селитры в период возобновления весенней вегетации увеличило урожайность по сравнению с контролем на 11,9 ц/га, а при внесении в фазу трубкования на 12,9 ц/га, однако эти два варианта статистически недостоверно отличались друг от друга (таблица 25).

Таблица 25 – Урожайность сорта Таня по предшественнику подсолнечник, $N_{48}P_{48}K_{48}$ в зависимости от доз азотных подкормок

Дозы азотных подкормок	Урожайность по годам, ц/га							Среднее
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
N_0+N_0 , к.	52,8	76,0	45,4	55,4	55,9	76,6	50,1	58,9
$N_{35}+N_0$	65,6	83,1	55,2	63,4	81,7	77,5	68,8	70,8
N_0+N_{35}	61,7	80,5	51,6	69,2	87,9	80,6	71,0	71,8
$N_{35}+N_{35}$	63,9	82,0	56,9	78,4	80,8	86,7	87,8	76,6
$N_{70}+N_0$	66,4	85,2	62,2	74,5	98,0	82,1	80,5	78,4
N_0+N_{70}	70,0	81,8	57,1	74,5	93,9	82,2	82,2	77,4
$N_{35}+N_{70}$	78,6	87,1	66,5	80,0	90,8	86,8	93,1	83,3
$N_{70}+N_{35}$	79,6	80,6	64,4	79,9	102,8	81,5	86,6	82,2
$N_{70}+N_{70}$	76,1	85,4	67,3	81,7	95,5	87,5	85,9	82,8
НСР ₀₅	3,80							1,43

Увеличение дозы азота до 2 ц аммиачной селитры при однократном внесении увеличивало урожайность при ранневесеннем внесении по сравнению с контролем на 17,5 ц/га, а при внесении в фазу трубкования на 18,5 ц/га. Эти два варианта по влиянию на урожайность статистически достоверно не отличались друг от друга. Дробное внесение способствовало снижению урожая до 76,6 ц/га, что статистически достоверно на 1,8 ц/га ниже варианта с

ранневесенним внесением и статистически недостоверно на 0,8 ц/га ниже варианта с однократным внесением азота в фазу трубкования.

Максимальный урожай сорта Таня в среднем за семь лет при возделывании по предшественнику подсолнечник получен в варианте $N_{35}+N_{70}$ – 83,3 ц/га, что на 24,4 ц/га превышает контрольный вариант. В варианте $N_{70}+N_{35}$ сорт сформировал несколько меньший урожай, статистически недостоверно отличающийся от варианта с максимальным урожаем – 82,2 ц/га. Вариант с максимальной урожайностью имел и более высокие показатели качества зерна. Доза азотных подкормок $N_{70}+N_{70}$ была максимальной в нашем многолетнем опыте, в этом варианте урожайность сорта Таня составила в среднем за семь лет 82,8 ц/га, что статистически недостоверно ниже по сравнению с вариантами $N_{35}+N_{70}$ и $N_{70}+N_{35}$, однако в варианте с максимальными дозами азота были наиболее высокие показатели содержания в зерне белка и клейковины.

5.4 Отношение к нормам высева

Поскольку озимая пшеница при увеличении площади питания растений может сильно куститься, нормы высева, в отличие от выше рассмотренных факторов, обычно слабо влияют на урожайность озимой пшеницы. В наших опытах при посеве озимой пшеницы в оптимальные сроки для большинства сортов оптимальной является норма высева 3,5 млн всхожих семян на 1 га. Однако важной характеристикой сорта является его реакция на снижение нормы высева. Посев озимой пшеницы низкими нормами высева – это специфический агроприем, который целесообразно использовать в семеноводческих посевах, особенно при размножении остродефицитных сортов.

Биологические особенности большинства сортов озимой пшеницы селекции НЦЗ им П.П. Лукьяненко позволяют рекомендовать в товарных посевах переход от общепринятой нормы высева 5,0 млн всхожих семян к 3,5

млн при посеве в оптимальные сроки на высоком агрофоне. При этом достигается экономия на гектар порядка 66 кг семян (1888 руб. при цене 1 кг семян 1-й репродукции 18 руб.) и качественных протравителей 277,34 руб. (Максим Форте 4200 руб. на 1 тонну семян). При использовании комплекса качественных протравителей экономия составляет порядка 614 руб. на 1 га. Исходя из этого, общая экономия составляет 1465-2502 руб. на 1 га посева. Снижение норм высева – творческий процесс, который неразрывно связан с передовыми технологиями, качественной техникой и технологической дисциплиной.

За пять лет изучения четырех сортов озимой пшеницы, более высокая урожайность зафиксирована в среднем при норме высева 3,5 млн всхожих семян на 1 га – 83,6 ц/га, что на 1,8 ц/га превышает урожайность при норме высева 1,5 млн всхожих семян на 1 га. Преимущество более высокой нормы высева наблюдалось в четырех годах из пяти, при этом разница в урожайности варьировала от 0,7 до 7,3 ц/га. Только в 2020 году урожайность при норме высева 1,5 млн всхожих семян на 1 га составила 78,2 ц/га, превысив показатель при норме высева 3,5 млн всхожих семян на 4,1 ц/га, что является статистически достоверной величиной (таблица 26).

Таблица 26 – Урожайность сортов в зависимости от норм высева по предшественнику эспарцет, на фоне минеральных удобрений $N_{32}P_{32}K_{32}+N_{35}+N_{35}$

Сорт	Норма высева, млн зерен на 1 га	Урожайность по годам, ц/га					
		2020	2021	2022	2023	2024	среднее
Гром, st	3,5	77,5	89,8	95,6	75,8	93,9	86,5
Юка, st		75,1	88,9	95,9	75,2	98,9	86,8
Безостая 1, к.		63,5	71,7	81,2	60,4	76,8	70,7
Таня		80,4	88,3	103,5	83,0	96,7	90,4
Гром, st	1,5	83,9	78,4	96,4	77,9	96,6	86,6
Юка, st		78,8	83,9	93,1	69,7	96,5	84,4
Безостая 1, к.		64,9	68,8	76,8	59,4	75,5	69,1
Таня		85,0	78,6	98,9	78,7	95,0	87,2
НСР ₀₅		4,25					1,90
Среднее	3,5	74,1	84,7	94,1	73,6	91,6	83,6
	1,5	78,2	77,4	91,3	71,4	90,9	81,8
НСР ₀₅		2,12					0,95

Сорт Таня также в среднем за пять лет формировал большую урожайность при норме высева 3,5 млн всхожих семян на 1 га – 90,4 ц/га, что на 3,2 ц/га превышает урожайность при норме высева 1,5 млн всхожих семян на 1 га. Преимущество более высокой нормы высева статистически достоверно зафиксировано в 2021-2023 годы, в 2024 превышение в 0,7 ц/га было статистически недостоверным. В 2020 году более высокий урожай Таня сформировала при норме высева 1,5 млн всхожих семян на 1 га – 85,0 ц/га, что на 4,6 ц/га превышает показатель 3,5 млн и является статистически достоверной величиной.

Следовательно, сорт Таня при посеве в оптимальные сроки целесообразно высевать с нормой высева 3,5 млн всхожих семян на 1 га, а в семеноводческих посевах норму высева целесообразно снижать до 1,5 млн всхожих семян на 1 га, при которой коэффициент размножения дефицитных семян, несмотря на некоторое снижение урожайности, увеличивается более чем в два раза.

5.5 Реакция на внесение фунгицидов

Фунгициды оказывают большое влияние на урожайность озимой пшеницы, особенно при сильном развитии болезней. Наибольшее развитие болезней озимой пшеницы наблюдалось в наших опытах по предшественнику эспарцет, поэтому в этих вариантах опыта наблюдался и наибольший эффект защитного действия фунгицидов. В сравнении со стандартными сортами Гром, Юка и Безостая 1, сорт Таня имеет лучшую устойчивость к комплексу листовых заболеваний, поэтому в варианте без фунгицидных обработок по предшественнику эспарцет у него был сформирован самый высокий урожай, в среднем за шесть лет – 85,8 ц/га (таблица 27).

Превышение урожайности сорта Таня над Громом в контрольном варианте в среднем за шесть лет составило 3,9 ц/га, над Юкой 9,0 ц/га,

Безостой 1 22,3 ц/га, все эти прибавки имеют статистически достоверное значение.

Однократное внесение фунгицида в фазу трубкования увеличивало у сорта Таня урожайность до 88,3 ц/га, что статистически достоверно, на 1,9 ц/га превышает контрольный вариант. Превышение Тани в этом варианте над стандартными сортами было несколько меньше, чем в контрольном варианте, но также статистически достоверно, над Громом на 2,9 ц/га, над Юкой на 5,2 ц/га, над Безостой 1 на 23,6 ц/га. Вариант с однократным внесением фунгицида по флаговому листу у всех сортов по урожайности статистически достоверно не отличался от варианта с внесением фунгицида в фазу трубкования.

Таблица 27 – Влияние фунгицидной защиты на урожайность сорта Таня на фоне минеральных удобрений $N_{32}P_{32}K_{32}+N_{35}+N_{35}$, ц/га (2018-2023 гг.)

Вариант защиты	Безостая 1	Гром, st.	Юка st.	Таня			
				сорта	+ к Безостая 1	+ к Грому	+ к Юке
Без защиты, контроль	63,5	81,9	76,8	85,8	+22,3	+3,9	+9,0
Защита в трубкование	64,7	85,4	83,1	88,3	+23,6	+2,9	+5,2
Защита по флаг-листу	63,5	85,5	83,5	87,8	+24,3	+2,3	+4,3
двукратная защита	66,4	88,5	86,9	90,6	+24,2	+2,1	+3,7
НСР ₀₅	1,44						

Максимальная урожайность у всех сортов была получена в варианте с двукратным внесением фунгицидов. В этом варианте максимальная урожайность была зафиксирована также у сорта Таня – 90,6 ц/га, что на 2,1 ц/га превышает урожайность сорта Гром, на 3,7 ц/га сорт Юка и на 24,2 ц/га сорт Безостая 1. Эти значения являются статистически значимыми величинами. Экономическая эффективность использования фунгицидов на сорте Тане будет рассмотрена ниже.

5.6 Экономическая эффективность возделывания сорта Таня

Показатели экономической эффективности являются важным критерием при выборе технологии возделывания сорта. Обоснованность применения того или иного агроприема должна исходить из анализа соотношения дополнительных затрат и полученного чистого дохода от его применения. Особое внимание по анализу экономической эффективности должно уделяться затратным агроприемам, к которым относятся минеральные удобрения и средства химической защиты растений.

Как уже отмечалось ранее, минимальная урожайность сорта Таня по подсолнечнику в среднем за три года зафиксирована на контрольном варианте без внесения азотных подкормок – 60,8 ц/га (таблица 28, рисунок 10).

Таблица 28 – Экономические показатели производства зерна сорта Таня по предшественнику подсолнечник, $N_{48}P_{48}K_{48}+N_0+N_0$ (2022-2024 гг.)

Показатель	Сорт	
	Таня	Безостая 1, контроль
Урожайность, ц/га	60,8	53,4
Содержание белка в зерне, %	10,4	11,7
Цена произведенного зерна, руб./т	15808	16065
Стоимость полученного зерна, руб./га	96110	85786
Себестоимость полученного зерна, руб./т	6850	7803
Затраты на 1 га, руб.	41668	41668
Чистый доход, руб./га	54400	46118
Рентабельность, %	130,7	110,7

В контрольном варианте содержание белка в зерне у сорта Таня составило в среднем за три года всего 10,4 %, что соответствует показателю фуражного зерна, которое имеет самую низкую цену – 15808 руб. за тонну. Стоимость полученного зерна составила 96110 руб. на 1 га посева, что на 100324 руб. превышает показатель высококачественного сорта Безостая 1.

Несмотря на самые низкие затраты в контрольном варианте, которые при выращивании сорта Таня составили 41668 руб. на 1 га, он характеризовался самым низким показателем чистого дохода – 54400 руб. на га и самым низким уровнем рентабельности – 130,7 % (рисунок 11).

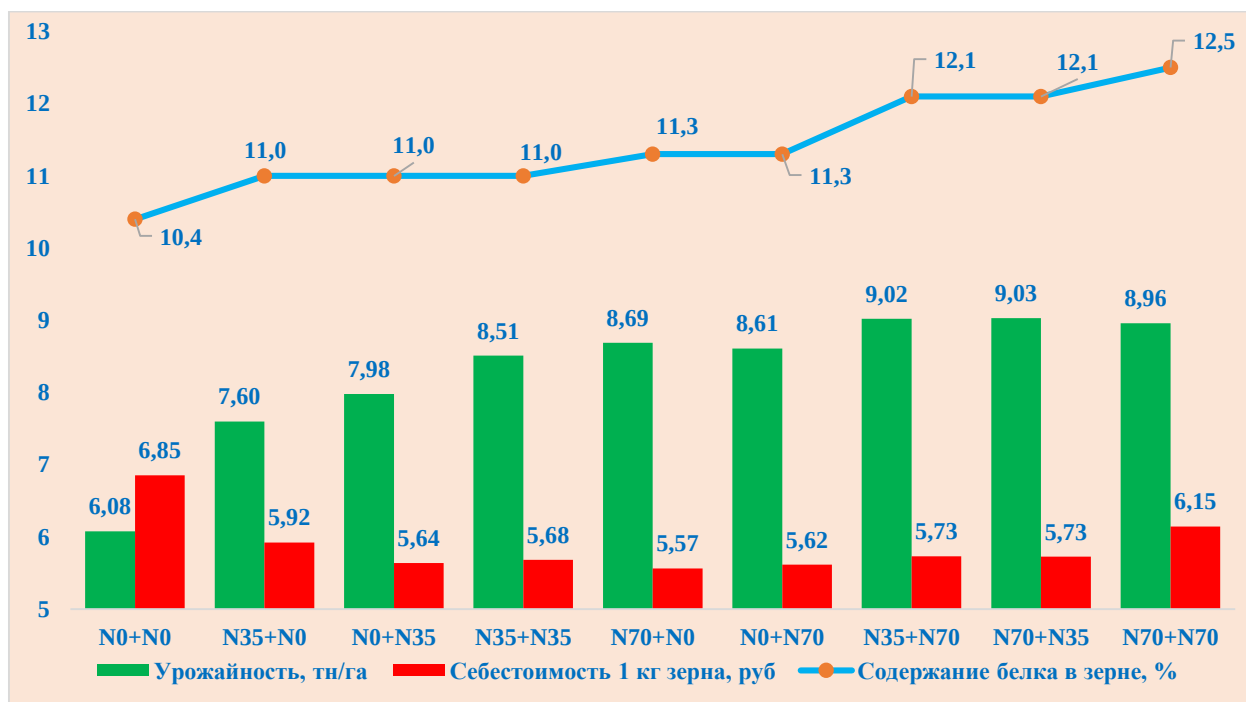


Рисунок 10 – Влияние азотных подкормок на урожайность, качество и себестоимость зерна сорта Таня по предшественнику подсолнечник, 2022-2024 гг.

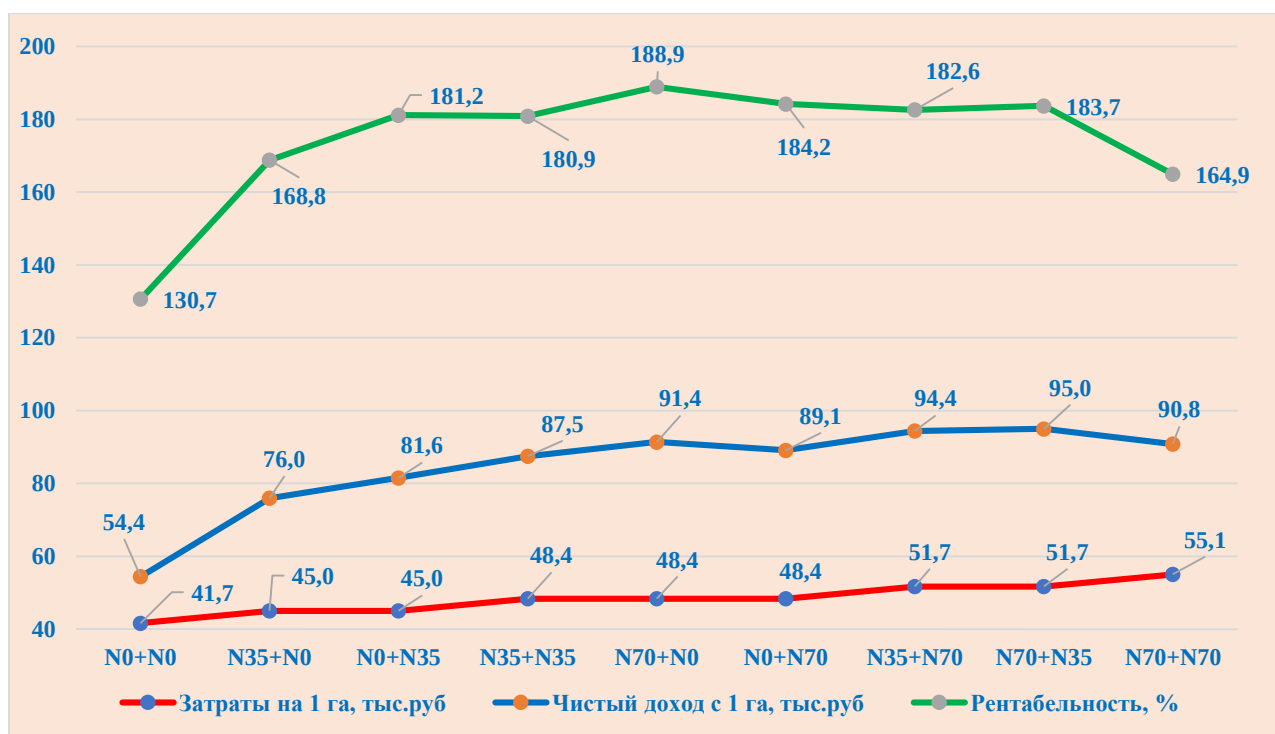


Рисунок 11 – Влияние азотных подкормок на экономические показатели производства зерна сорта Таня по предшественнику подсолнечник, 2022-2024 гг.

За счет более высокой урожайности, сорт Таня, несмотря на более низкие показатели качества зерна по сравнению с сортом Безостая 1, имел меньшую себестоимость произведенного зерна и превосходил стандартный сорт по величине чистого дохода на 8282 руб. на 1 га и по уровню рентабельности 130,7 % против 110,7 % у Безостой 1. Наиболее высокая урожайность сорта Таня в среднем за три года зафиксирована в варианте азотных подкормок в дозах $N_{70}+N_{35}$ – 90,3 ц/га, что на 29,5 ц/га превышает урожайность сорта в контрольном варианте и на 23,5 ц/га превышает урожайность сорта Безостая 1 (таблица 29).

Таблица 29 – Экономические показатели производства зерна сорта Таня при внесении азотных подкормок по предшественнику подсолнечник, $N_{48}P_{48}K_{48}+N_{70}+N_{35}$ (2022-2024 гг.)

Показатель	Сорт	
	Таня	Безостая 1, контроль
Урожайность, ц/га	90,3	66,8
Содержание белка в зерне, %	12,1	13,9
Цена произведенного зерна, руб./т	16248	16521
Стоимость полученного зерна, руб./га	146720	110359
Себестоимость полученного зерна, руб./т	5730	7740
Затраты на 1 га, руб.	51700	51700
Чистый доход, руб./га	95020	58659
Рентабельность, %	183,8	113,5

Высокие дозы азота, вносимые в две подкормки, обусловили повышение содержания белка у сорта Таня до 12,1 %, т.е. зерно из фуражного в контрольном варианте достигло показателей «ценной» пшеницы. Это способствовало повышению закупочной цены зерна в среднем за три года с 15,81 руб./кг в контрольном варианте до 16,25 руб./кг при дозах внесения $N_{70}+N_{35}$. Себестоимость полученного зерна за счет прироста урожая снизилась по сравнению с контрольным вариантом на 1,12 руб./кг, а чистый доход повысился на 40620 руб./га, до 95020 руб./га, что на 36361 руб./га превышает чистый доход, полученный при выращивании сорта Безостая 1. При высоких дозах азотных подкормок контрольный сорт в значительно меньшей степени увеличил величину чистого дохода по сравнению с сортом Таня. Уровень рентабельности его выращивания увеличился по сравнению с контрольным вариантом всего на 2,8 %, в то время как у сорта Таня он повысился на 53,1 %, до 183,8 %.

Максимальные дозы азотных подкормок, используемые в опыте – $N_{70}+N_{70}$, соответствуя самому высокому содержанию белка в зерне у сорта Таня – 12,5 %, формировали не самый высокий урожай, поэтому величина чистого дохода в этом варианте снизилась до 90800 руб./га, а уровень

рентабельности до 164,9 %, т.е. этот вариант по рентабельности был лучше только контроля.

Исходя из представленного материала, внесение азотных подкормок повышает экономические показатели при возделывании сорта Таня по предшественнику подсолнечник. Наибольшую урожайность сорт формирует при внесении трех центнеров аммиачной селитры в два приема, в дозах $N_{70}+N_{35}$ или $N_{35}+N_{70}$, при этом достигается наибольшая урожайность, зерно соответствует «ценной» пшенице, достигаются высокие показатели чистого дохода и рентабельности. При сравнении сорта Таня с Безостой 1 достоверен селекционный сдвиг за полувековой период между годами районирования этих сортов, выражающийся в лучших показателях сорта Таня по урожайности, его отзывчивости на интенсивные технологии и повышение экономических показателей при их применении.

Оценка экономической эффективности фунгицидных обработок. Они оказывали слабое влияние на содержание белка в зерне у сорта Таня (рисунок 12). Ввиду их небольшого влияния на урожайность, себестоимость произведенного зерна росла по мере роста затрат минимальная себестоимость была в варианте без защиты 5,06 руб./кг, при однократном внесении фунгицида она возросла до 5,25 и 5,28 руб./кг, а максимальный ее уровень соответствовал варианту с двукратной защитой – 5,42 руб./кг.

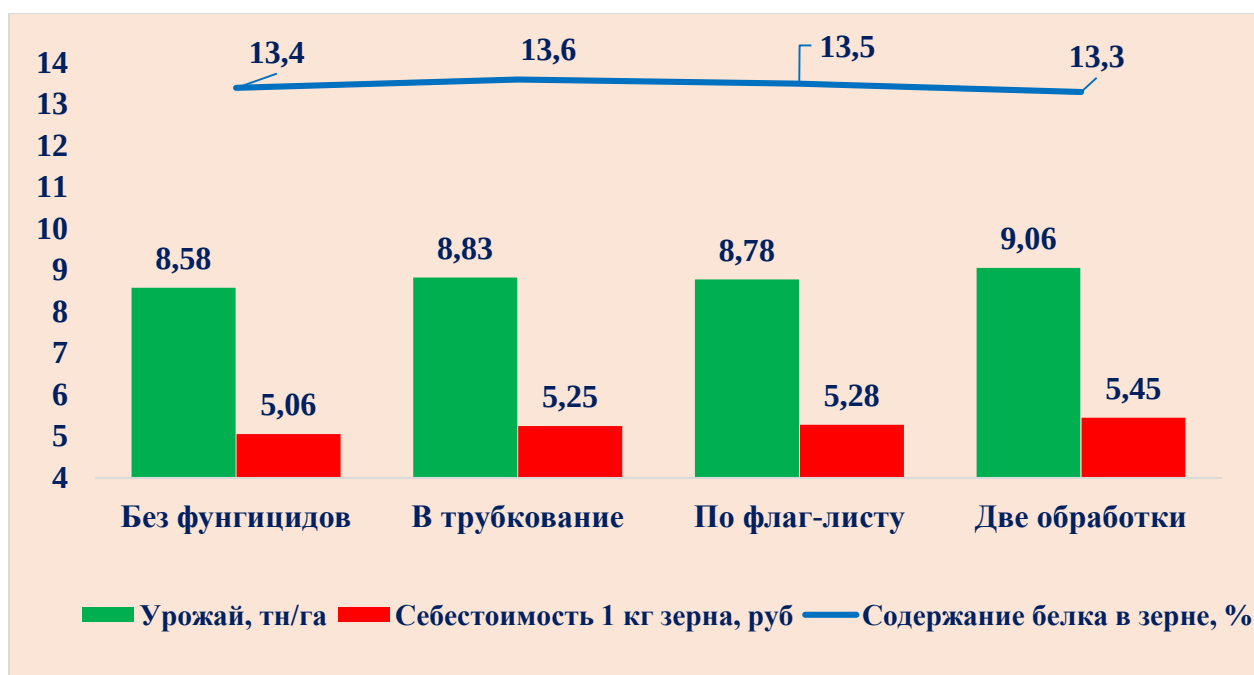


Рисунок 12 – Влияние сроков и кратности внесения фунгицидов на урожайность, себестоимость зерна и содержания белка сорта Таня по эспарцету с нормой высева 3,5 млн/га, $N_{32}P_{32}K_{32}+N_{35}+N_{35}$ (2022-2024 гг.)

Контрольный вариант имел наименьшие затраты при возделывании сорта Таня – 43,43 тыс. руб./га, ему соответствовал самый высокий уровень рентабельности в опыте – 226,7 %, однако по величине чистого дохода составлял 98,44 тыс. руб./га он уступал варианту с внесением фунгицида в трубкувание – 99,59 тыс. руб./га, (рисунок 13). Наибольшая величина чистого дохода равнялась 99,93 тыс. руб./га и отмечена в варианте с двухкратным внесением фунгицидов, который требовал самых высоких затрат – 49,41 тыс. руб./га, поэтому этот вариант имел самую низкую рентабельность в опыте – 202,3 %. Тем не менее, такой уровень рентабельности позволяет рекомендовать при выращивании сорта Таня на высоком уровне агрофона двухкратную защиту посевов фунгицидами, тем более что этому агроприему соответствовал в среднем за семь лет самый высокий уровень чистого дохода.

Если по многолетним травмам на высоком агрофоне фунгицидная защита посевов озимой пшеницы даже устойчивых сортов является обязательным технологическим приемом, то по пропашным предшественникам на низком

агрофоне опасность развития эпифитотий листовых болезней снижается, соответственно потребность в защитных мероприятиях снижается. В наших опытах по предшественнику подсолнечник без азотных подкормок в контрольном варианте без фунгицидов урожайность сорта Таня в среднем за семь лет составила 59,7 ц/га. Внесение фунгицида по флаг-листу снизило урожай на 0,8 ц/га, что является статистически недостоверной величиной. По кукурузе на зерно урожайность сорта в контроле составило 70,2 ц/га, а внесение фунгицида снизило урожай на 1,6 ц/га, что математически не достоверно (таблица 30).



Рисунок 13 – Влияние сроков и кратности внесения фунгицидов на экономические показатели производства зерна озимой пшеницы сорта Таня по предшественнику эспарцет, 2018-2024 гг.

У сортов Гром и Юка вариант с внесением фунгицида по флаг-листу не имел достоверно значимого преимущества перед контрольным вариантом. У сорта Безостая 1 однократное внесение фунгицида статистически достоверно повышало по сравнению с контролем урожайность на 1,8 ц/га, а по кукурузе на зерно снижало на 1,9 ц/га.

Таблица 30 – Влияние фунгицидной обработки на урожайность сорта Таня по пропашным предшественникам на фоне N₄₈P₄₈K₄₈, без азотных подкормок (2018-2024 гг.)

Предшественник, вариант защиты	Урожайность сортов по вариантам, ц/га				
	Таня	Гром, st.	Юка, st.	Безостая 1, к.	среднее
Подсолнечник, без защиты, контроль	59,7	61,1	60,4	49,3	57,6
Подсолнечник, фунгицид по флаг листу	58,9	60,9	61,8	51,1	58,2
Кукуруза, без защиты, контроль	70,2	71,7	67,2	57,5	66,7
Кукуруза, фунгицид по флаг листу	68,6	72,5	67,7	55,6	66,1
НСР ₀₅	1,59				0,79

Низкий агрофон по пропашным предшественникам, обусловленный отсутствием азотных подкормок, отрицательно влиял на величину урожая и качество получаемого зерна. По предшественнику подсолнечник сорт Таня формировал зерно с содержанием белка 10,5-10,6 %, а по кукурузе – 11,2 %, что соответствует фуражному зерну, которое имеет самую низкую цену. Поскольку фунгицид слабо влиял на урожайность и качество зерна, но существенно увеличивал затраты, при его применении росла себестоимость производимого зерна, по подсолнечнику с 6,47 руб./кг до 7,07 руб./кг, а по кукурузе на зерно с 5,50 руб./кг до 6,07 руб./кг (рисунок 14).

При изучении влияния фунгицидов на урожайность озимой пшеницы без внесения азотных подкормок самые минимальные затраты были в контрольных вариантах по предшественникам подсолнечник и кукуруза на зерно – 38,68 тыс. руб./га (рисунок 15).

Однократное внесение фунгицида увеличивало затраты до 41,67 тыс. руб./га. Поскольку фунгицидные обработки на низком агрофоне отрицательно влияли на урожайность сорта Таня, их экономические показатели были существенно хуже контрольного варианта. Чистый доход снизился по предшественнику подсолнечник с 55,4 до 51,4 тыс. руб./га, по предшественнику кукуруза на зерно с 73,7 до 67,8 тыс. руб./га. Уровень

рентабельности также при внесении фунгицида снижался по подсолнечнику с 143,3 до 123,2 %, по кукурузе на зерно с 190,4 до 162,6 %.

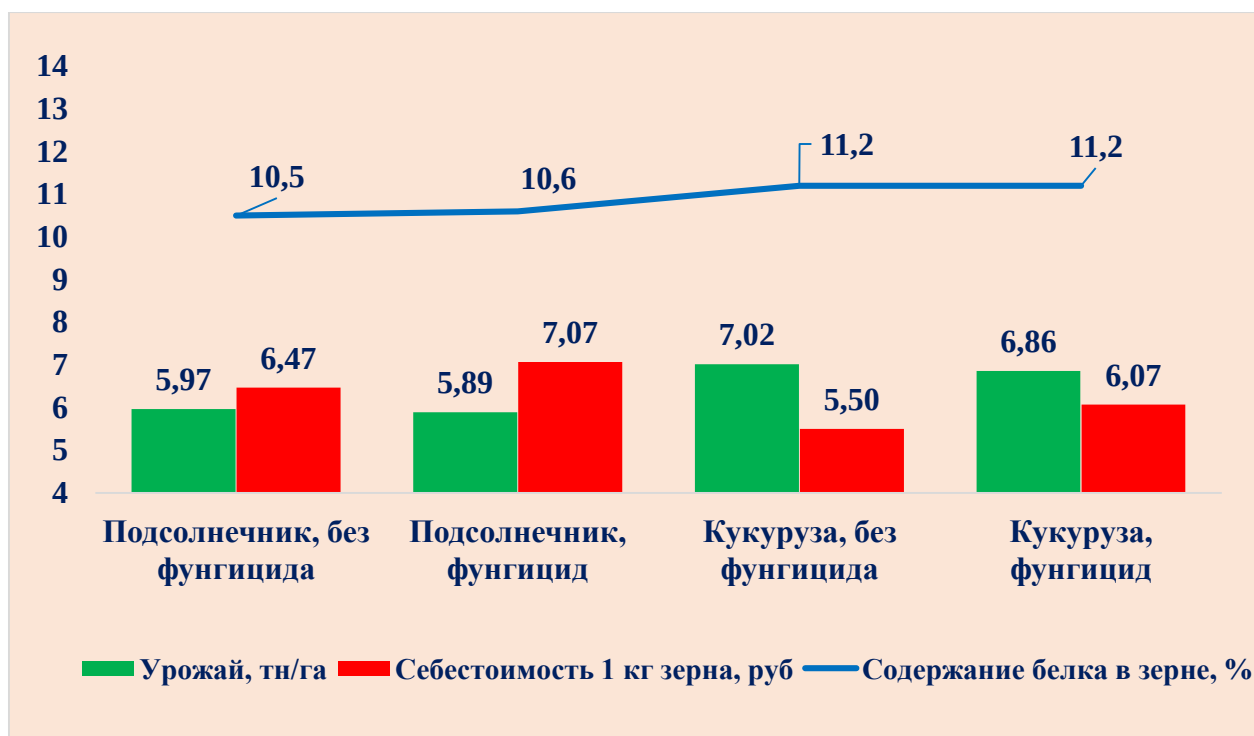


Рисунок 14 – Влияние фунгицидов на урожайность, себестоимость и содержание белка в зерне у сорта Таня на фоне N₄₈P₄₈K₄₈, без азотных подкормок (2018-2024 гг.)

По результатам семилетних опытов можно сделать выводы о целесообразности проведения фунгицидных обработок при выращивании озимой пшеницы сорта Таня:

- на высоком агрофоне по предшественнику эспарцет однократное внесение фунгицида как в фазу трубкования, так и по флаг-листу достоверно увеличивало урожайность на 2,5 и 2,0 ц/га. Двукратное внесение фунгицидов в эту фазу увеличивало прибавку урожая до 4,8 ц/га;

- фунгицидные обработки практически не оказывали влияния на качество зерна, увеличение затрат сопровождалось ростом себестоимости зерна с 5,06 до 5,45 руб./кг по предшественнику эспарцет.

- на высоком агрофоне по лучшим предшественникам при выращивании сорта Таня целесообразно двукратное внесение фунгицидов, этот вариант,

несмотря на самые высокие затраты, имел и самый высокий чистый доход – 99,93 тыс. руб./га. Вариант внесения фунгицида в фазу трубкования имел преимущество перед внесением по флаг-листу по величине чистого дохода и уровню рентабельности.

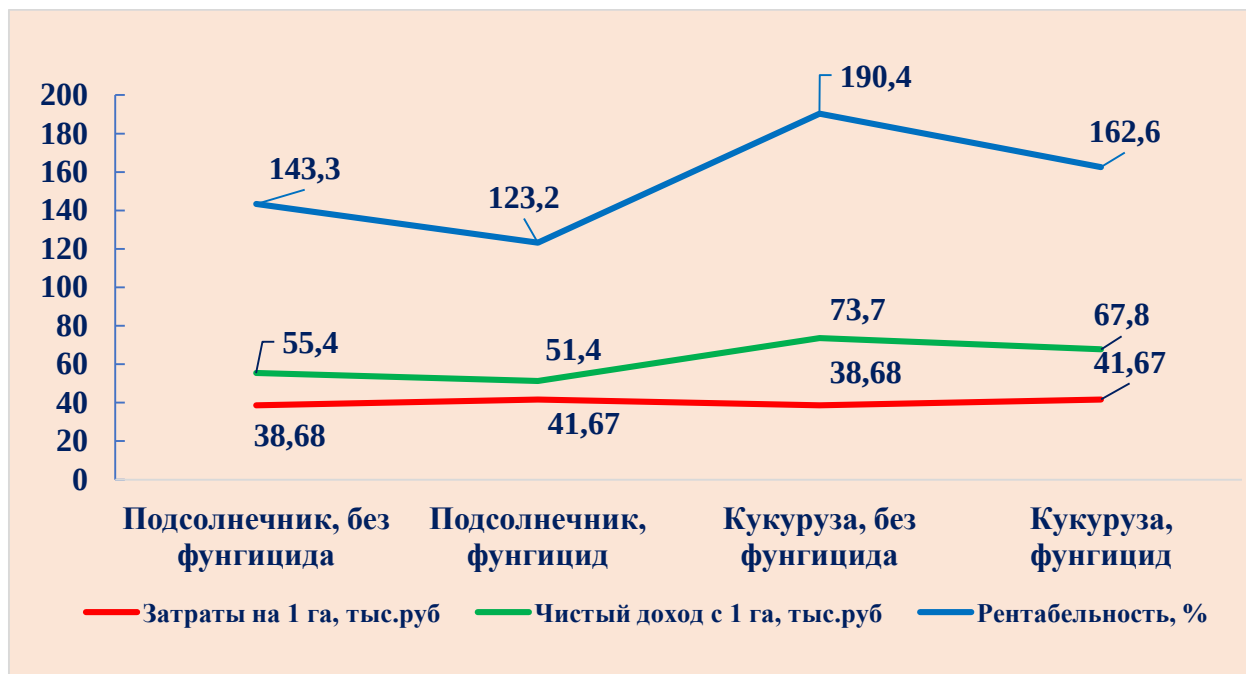


Рисунок 15 – Влияние фунгицидов на экономические показатели производства зерна озимой пшеницы сорта Таня по пропашным предшественникам на фоне $N_{48}P_{48}K_{48}$, без азотных подкормок (2018-2024 гг.)

– на низком агрофоне по пропашным предшественникам фунгицидные обработки не влияли на урожайность, но существенно снижали показатели чистого дохода и уровня рентабельности. Поэтому по пропашным предшественникам при отсутствии азотных подкормок и уровне ожидаемого урожая ниже 50 ц с 1 га, сорт Таня обычно не требует фунгицидной защиты. При высоком уровне агрофона на этом сорте можно ограничиться одной фунгицидной обработкой эффективным препаратом по флаг-листу или в начале фазы колошения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сорт озимой пшеницы Таня создан с использованием тритикального «моста». Несет ржаную транслокацию 1В/1R, которая обеспечивает широкую адаптивность и стабильность. Таня – высокоинтенсивный сорт чем лучше агротехнические условия, естественные и техногенные, тем выше его урожайность, качество зерна и преимущество перед стандартными сортами. В среднем за годы изучения по 531 сортоопыту урожайность сорта составила 82,0 ц/га, что на 19,3 ц/га превышает сорт Безостая 1. Максимальная урожайность в опыте составила 109,6 ц/га, а минимальная 28,9 ц/га, что соответственно на 22,2 и 4,0 и ц/га выше сорта контроля.

2. Успешному внедрению в производство сорта Таня способствовал значительный положительный селекционный сдвиг относительно сорта Безостая 1 по важнейшим хозяйственно-ценным признакам: урожайности 130,8 %, колосостоя – 113,6 %, озерненности колоса – 120,3 %, емкости ценоза – 138,1 %, высоте растений – 77,6 %. Масса 1000 зерен составила 95,4 %, содержание белка в зерне – 89,0 %, натура зерна – 96,4 % от стандартного сорта Безостая 1. В результате селекции у сорта Таня значительно снизилась высота растений. По данным опыта она составила 84,7 см, что на 24,4 см ниже показателя сорта Безостая 1, что способствовало повышению устойчивости к полеганию, урожайности и отзывчивости на высокий агрофон.

3. Сорт Таня формировал высокие значения элементов урожайности: плотности колосостоя – 690 колосьев/м², количество зерен в колосе – 32,6 шт., что обусловило высокое значение показателя емкость ценоза – 22148 зерен/м². По этим показателям изучаемый сорт значительно превосходил сорт Безостая 1. Его масса 1000 зерен составила 37,5 грамм, что на 2,1 грамма меньше контроля.

4. У сорта Таня наиболее тесную положительную связь с урожайностью имели признаки: емкость ценоза, $r = +0,90$; высота растений, $r = +0,82$ и количество колосьев на единицу площади, $r = +0,66$. Слабый уровень

связи с урожайностью имели признаки: озерненность колоса, масса 1000 зерен, масса зерна с колоса, содержание белка и клейковины, натура зерна.

5. При одинаковой норме высева сорт Таня формирует более плотные агрофитоценозы за счет более высокого продуктивного кущения (в среднем преимущество в колосостое составляет 83 колоса/м², а максимальное количество колосьев достигает 1150 на 1 м²).

6. По результатам анализа экологической пластичности Таню можно отнести к средне и высокопластичным сортам по признакам: урожайность, озерненность колоса, масса 1000 зерен; к среднепластичным сортам по признакам содержание белка в зерне и высоты растений; к низкопластичным сортам по натуре зерна. Натура зерна у сорта Таня в среднем по опыту составила 775 г/л, что соответствует ГОСТу на «сильную» пшеницу. Более 75 % вариационного ряда превышает показатель 760 г/л, а почти 25 % значений вариационного ряда превышает показатель 800 г/л.

7. В сравнении со стандартными сортами Гром, Юка и Безостая 1, сорт Таня имеет лучшую устойчивость к комплексу листовых заболеваний, поэтому в варианте без фунгицидных обработок по предшественнику эспарцет у него был сформирован самый высокий урожай, в среднем – 85,8 ц/га. На среднем агрофоне для получения высокого урожая сорта Таня достаточно одной фунгицидной обработки в фазу трубкования растений. На высоком агрофоне и семеноводческих посевах лучше использовать двукратное внесение фунгицида в фазу трубкования и по флаг-листу.

8. Сорт Таня имеет преимущество перед другими сортами по большинству предшественников, формирует максимальные урожаи при посеве в оптимальные и в конце оптимальных сроков сева, на высоком агрофоне. Наибольшую урожайность в среднем по предшественнику подсолнечник за 2022-2024 гг. сорт Таня имел при дозе азотной подкормки N₇₀+N₃₅ – 90,3 ц/га, что на 29,5 ц/га превышает контрольный вариант. В наиболее урожайном варианте формируется 12,1 % белка в зерне,

себестоимость 1 кг зерна составляет 5,73 руб., получен наибольший чистый доход – 95000 руб. на 1 га, а уровень рентабельности составил 183,7 %.

9. В среднем по 531 сортоопыту сорт Таня сформировал 13,1 % белка в зерне, что соответствует требованиям предъявляемым к «ценной» пшенице, но уступает «сильному» сорту контролю на 1,6 %. Более 75 % вариационного ряда по содержанию белка превышает 12%, а у 25 % вариационного ряда превышает показатель 14 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВУ

Использовать сорт Таня в качестве стандартного сорта в селекционном процессе, как эталонного образца по урожайности, адаптивности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды, высокой экологической пластичности по большинству хозяйственно ценных признаков, отзывчивости на интенсификацию технологий возделывания.

В товарных посевах высевать сорт Таня преимущественно по лучшим предшественникам. По пропашным предшественникам в оптимальные и конце оптимальных сроков сева, на высоком или среднем агрофоне.

При посеве в оптимальные сроки норма высева на производственных посевах должна составлять 350 семян/м² или 3,5 млн всхожих семян на 1 га. На семеноводческих посевах для получения оригинальных и элитных семян целесообразно снижать норму высева до 150 семян/м² или 1,5 млн всхожих семян на 1 га.

СПИСОК УПОТРЕБЛЯЕМЫХ В РАБОТЕ ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ

Термин, сокращение	Полное название
ВГС	Взаимодействие генотип x среда
КСИ	Конкурсное сортоиспытание
ЕЦ	Емкость ценоза (количество формируемых зерен на единице площади, чаще всего на 1 м кв.)
b_i	Экологическая пластичность по Эберхарту и Расселю
S_{di}	Экологическая пластичность по Эберхарту и Расселю
r	Коэффициент корреляции
R^2	Коэффициент детерминации
r_ϕ	Фенотипический коэффициент корреляции
r_g	Генотипический коэффициент корреляции
r_e	Экологический (средовой) коэффициент корреляции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 20 лет вместе: результаты и перспективы селекции / Л.А. Беспалова, Б.А. Гольдварг, В.Я. Ковтуненко [и др.] // Селекция и семеноводство - основа продуктивности полей. Сборник научных трудов. – Краснодар: ЭДВИ, 2017. – С. 6-17.
2. Академик П. П. Лукьяненко и селекция зимостойких сортов озимой пшеницы / Ю. М. Пучков, Г. Д. Набоков, Н. П. Фоменко [и др.] // Научные труды. Юбилейный выпуск, посвященный 95-летию со дня рождения академика П.П. Лукьяненко. – Краснодар : Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко, 1996. – С. 71-86. – EDN VWQNBW.
3. Акимова О.И. Осенний рост и развитие озимых зерновых / О.И. Акимова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2006. – №. 11. – С. 77-80. - EDN: KYNTYP.
4. Алабушев А.В. Стабилизация производства зерна в условиях изменения климата / А.В. Алабушев // Зерновое хозяйство России. – Зеленоград: Аграрный научный центр "Донской", 2011. –№ 4. – С. 8–13. - EDN: OJCYCX.
5. Алабушев А.В. Научное обеспечение продуктивности, устойчивости и рентабельности зерновой отрасли России / А.В. Алабушев, Л.Н. Анипенко // Вестник аграрной науки. – 2008. – Т. 10. – №. 1. – С. 2-10.
6. Алексей Павлович Шехурдин (к 130-летию со дня рождения) / Р.Г. Сайфуллин, Г.А. Бекетова, Т.Ш. Мустафина // Аграрный вестник Юго-Востока. – Саратов: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», 2016. – № 1-2(14-15). – С. 14-21. – EDN: WMUEQF.
7. Багавиева Э.З., Особенности сортов яровой мягкой пшеницы по элементам структуры урожая. / Э.З. Багавиева, Н.З. Василова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Казанский

государственный аграрный университет, 2009 – Т.4 – №1(11) – С.101-105. – EDN: KXYITF.

8. Бакулина А.В. Септориоз листьев и колоса пшеницы: генетический контроль устойчивости хозяина (обзор) / А.В. Бакулина, А.В. Харина, А.А. Широких // Теоретическая и прикладная экология. – Киров: ООО Издательский дом "Камертон", 2020. – №. 2. – С. 26-35. - EDN: TELANX.

9. Бебякин В.М. Пластичность и стабильность сортов яровой мягкой пшеницы по качеству зерна / В.М. Бебякин, Т.Б. Рогожина // Вестник РАСХН. Москва, 1995. – №5. – С.40–43.

10. Беляев Н. Н. Оценка адаптации сортов озимой мягкой пшеницы в условиях центрального черноземья / Н.Н. Беляев, Е.А. Дубинкина // Зернобобовые и крупяные культуры. – Орел: Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, 2018. – № 3 (27). – С. 91–95. – EDN: XZCLCX.

11. Беркутова Н.С. Оценка и отбор зерновых культур на устойчивость к прорастанию в колосе. / Н.С. Беркутова, О.Л. Буко. – Москва, 1982 – 60 с.

12. Беспалова Л.А. Влияние агротехники возделывания на урожайность и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы / Л.А. Беспалова, И.Н. Кудряшов, С.О. Конопкин // Решение проблемы увеличения и стабилизации производства высококачественного зерна в России : Тезисы докладов совместного заседания проблемного Совета по качеству зерна и селекции озимой пшеницы Отделения растениеводства РАСХН. – Краснодар: Краснодарский НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко, 1998. – С. 77-78. – EDN: ZTBCLL.

13. Беспалова Л.А. Достижения и направления дальнейшего развития селекции, семеноводства и размножения растений / Л.А. Беспалова, Ю.К. Гончарова, В.А. Драгавцев [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2017. – № 66. – С. 8-14. – EDN: ZDPEGL.

14. Беспалова Л.А. Многоуровневая система адаптивной селекции в адаптивном растениеводстве // Современные проблемы адаптации (Жученковские чтения IV): Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Том Часть I. – Белгород: ИД "Белгород", Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2018. – С. 23-34. – EDN: PXAWCR.

15. Беспалова Л.А. О наследовании высоты растений гибридами озимой мягкой пшеницы // Селекция и генетика пшеницы: Сборник статей к 80-летию со дня рождения академика П.П. Лукьяненко. – Краснодар: КНИИСХ, 1982. – С. 103-120.

16. Беспалова Л.А. Реализация модели полукарликового сорта академика П.П. Лукьяненко и ее дальнейшее развитие / Л.А. Беспалова // Пшеницы и тритикале: Материалы научно-практической конференции «Зеленая революция П.П. Лукьяненко» Краснодар: «Советская Кубань». – 2001. – С. 60-71.

17. Беспалова Л.А. Селекция полукарликовых сортов озимой пшеницы: автореферат дис. ... доктора с. х. наук. Краснодар, 1998. – С. 50.

18. Борович С. Принципы и методы селекции растений / Пер. с сербохорв. к. с.-х. н. В.В. Иноземцева; Под ред. и с предисл. д.б.н. А.К. Федорова. – М.: Колос, 1984. – 344 с.

19. Брежнев Д.Д. Использование мировых растительных ресурсов в селекции сельскохозяйственных культур / Д.Д. Брежнев // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Ленинград : Всесоюзный институт ботаники и новых культур при СНК СССР, 1968. – Т. 39. – Вып. 1. – С. 42-64.

20. Брежнев Д.Д. Мировые растительные ресурсы на службе социалистического хозяйства / Д.Д. Брежнев // Вестник сельскохозяйственной науки. – Москва: Наука, 1977. – №8. – С. 6-17.

21. Бурьянов А.И. Результаты исследований по определению влияния продолжительности проведения уборки на величину биологических потерь

зерна / А.И. Бурьянов, М.А. Бурьянов, О.А. Костыленко // Техника и оборудование для села. – Правдинский: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2015. – № 11. – С. 11–14. – EDN: VCQGQX.

22. Вавилов Н.И. Избранные сочинения. / Н.И.Вавилов. – М.: Колос, 1966. С.9-56.

23. Вавилов Н.И. Избранные сочинения. Генетика и селекция : сборник научных трудов / Н.И. Вавилов. - Москва: Колос, 1966. - С. 430-440.

24. Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции / Н.И. Вавилов // Москва: Наука, 1987. – С. 4-68

25. Васильева А.М. Особенности адаптивной селекции озимой пшеницы на зимостойкость и продуктивность : диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук. - Краснодар, 2012. – 166 с.

26. Велигодская А.В. Исходный материал для селекции на устойчивость озимой пшеницы к грибным листовым заболеваниям в условиях Центрального Предкавказья / А.В. Велигодская, Л.Р. Михайлова // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2012. – №. 3. – С. 15-19.

27. Влияние различных доз минеральных удобрений на изменение величины урожайности и содержания сырой клейковины в зерне озимой пшеницы / С.И. Тютюнов, И.О. Шестопалов, Г.И. Шестопалов [и др.] // Сахарная свекла. – М.: ООО редакция журнала "Сахарная свекла", 2022. – № 7. – С. 22-24. – EDN: PNXQKQ.

28. Волкова Г.В. Научно обоснованные принципы создания и использования устойчивых к вредоносным болезням сортов пшеницы для стабилизации фитосанитарного состояния агроценозов на юге России / Г.В. Волкова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №. 91. – С. 964-985.

29. Волкова Л.В. Наследуемость и изменчивость признаков продуктивности у гибридов яровой мягкой пшеницы первого-четвертого поколений./ Л.В. Волкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров: Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, 2019;Т. 20. – №3. – С. 207-218.
30. Генетические ресурсы селекции озимой пшеницы на устойчивость к предуборочному прорастанию зерна / А.В. Пухальский, И.Л. Максимов, Т.Д. Черемисова // Докл. ВАСХНИ. – Л, 1986. – № 2. - С. 15-17.
31. Генкель П.А. Основные пути изучения физиологии засухоустойчивости растений / П.А. Генкель // Физиология засухоустойчивости растений. – М.: Наука. – 1971. – С. 5-27.
32. Генкель П.А. Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения. / П.А. Генкель // Труды института физиологии растений имени К.А. Тимирязева – Москва: Издательство Академии Наук СССР, 1946. – 238 с.
33. Голик Л.Н. Результаты селекции и зимостойкость новых сортов и линий пшеницы мягкой озимой / Л.Н. Голик [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – Беларусь, Горки: БГСХА (Белорусская государственная сельскохозяйственная академия), 2018. – №. 3. – С. 88-92.
34. Грабовец А.И. Озимая пшеница. Монография./ А.И. Грабовец, М.А. Фоменко – Ростов-на-Дону: ООО «ИздательствоЮг», 2007. – 600 с.
35. Гуляев Г.В. Генетические основы семеноводства зерновых культур / Г.В. Гуляев // Семеноводство зерновых культур: агроэкология, организация, технология. Сборник научных трудов. –Москва: Агропромиздат, 1988. –С. 3–7.
36. Гуляев Г.В. Концепция современного семеноводства полевых культур / Г.В. Гуляев // Аграрная наука. – 1996. – № 1. – С. 12 – 14.
37. Гусев Н.А. Водобмен и засухоустойчивость растений / Н.А. Гусев, Ф.Г. Каримова // Развитие теоретических и экспериментальных исследований в борьбе с засухой. – 1982. – С. 78-79.

38. Дарвин Ч. Изменение животных и растений в домашнем состоянии / Ч. Дарвин. – Москва-Ленинград: Государственное издательство колхозной и совхозной литературы «Сельхозгиз», 1941.- 619 с.
39. Дорофеев В.Ф. Мировой генофонд озимой пшеницы на службу селекции / В.Ф. Дорофеев //Селекция, семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы. Сборник научных трудов. – Москва: Агропромиздат, 1989. – С. 11.
40. Дорофеев В.Ф. Перспективы селекции пшеницы / В.Ф. Дорофеев // Научные труды Северо-Западного НИИСХ, 1976. - Вып. XXXVII. – С. 53-67.
41. Дубинина О.А. Устойчивость озимой пшеницы к основным стрессовым факторам окружающей среды и погодных условий (обзор) / О.А. Дубинина // Зерновое хозяйство России. – зерноград: Аграрный научный центр "Донской", 2017. – №. 1 (49). – С. 23-26. – EDN: YGUJPZ.
42. Животков Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» / Л.А. Животков, З.А. Морозова, Л.И. Секутаев // Селекция и семеноводство. – Москва: Колос, 1994. – № 2. – С. 3–7.
43. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): Монография. / А.А. Жученко - М.: Изд-во РУДН, 2001. – Т. I. -780 с.
44. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика / А.А. Жученко. – Москва: Агрорус, 2009. – 958с.
45. Жученко А.А. К адаптивной стратегии сельского хозяйства / А.А. Жученко // Экономика сельского хозяйства России. – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – Т. 1. – 146 с.
46. Жученко А.А. Проблемы адаптации в современном сельском хозяйстве / А.А. Жученко // Сельскохозяйственная биология. – Москва: АНО Редакция журнала "Сельскохозяйственная биология", 1993. – Т. 28. – № 5. – С. 3–4. - EDN: UKNKAL.

47. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция) / А.А. Жученко – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 148 с.
48. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика) / А.А. Жученко. – Москва: Агрорус, 2004. – Т. 2. – 466 с.
49. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина: теория и практика / А.А. Жученко. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2010.- 485 с.
50. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы) / Е.В. ИONOва, В.А. Лиховидова, И.А. Лобунская // Зерновое хозяйство России. – 2019. – №. 6. – С. 18-22.
51. Захаренко В.А. Экономическая целесообразность системы защиты зерновых культур в России / В.А. Захаренко // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – №. 7. – С. 5-8.
52. Захарова Н.Н. Исходный материал для селекции озимой мягкой пшеницы на урожайность и низкостебельность в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Н.Н. Захарова, Н.Г. Захаров, В.А. Исaiчев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2023. – Т. 18. – №. 1 (69). – С. 17-22. – EDN: RQWVQW.
53. Захарова Н.Н., Экологическая адаптивность сортов озимой мягкой пшеницы / Н.Н. Захарова, Н.Г. Захаров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2015. – №. 1 (29). – С. 15-21. – EDN: UCTCOR
54. Зеленева Ю.В. Создание источников устойчивости яровой пшеницы к опасным болезням и вредителям в условиях Центрального Черноземья / Ю.В. Зеленева [и др.] // Вопросы современной науки и практики.

Университет им. В.И Вернадского. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2015. – № 3 (57). – С. 20-27. – EDN: UMDZFI

55. Зеленский Н.А. Результаты экологического испытания сортов озимой пшеницы по разным видам паров на южных черноземах Ростовской области / Зеленский, Г.М. Зеленская, В.М. Лукомец // Пшеница и тритикале: Материалы научно-практической конференции «Зеленая революция П.П. Лукьяненко» - Краснодар: Советская Кубань, 2001. – С. 671-677. – EDN: VMXBTN.

56. Зыкин В.А. Подбор и результативность исходного материала в селекции яровой мягкой пшеницы / В.А. Зыкин, И.А. Белан // Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. – Москва: Колос, 2002. – №3. – С.50-52.

57. Изменения схем гибридизации яровой мягкой пшеницы в ходе развития саратовской селекционной школы / Р.Г. Сайфуллин, К.Ф. Гурьянова, В.А. Данилова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 5. – С. 24-26. - EDN: MTXLDV

58. Ильинская-Центилович, М. А. Анатомическая оценка сортов озимой пшеницы на осыпаемость // М.А. Ильинская-Центилович, А.В. Солошенко // Селекция и семеноводство, 1972. – № 3. – С. 15–17.

59. Казарцева А.Т., Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна. / А.Т. Казарцева, А.Х. Шеуджен, Н.Н. Нецадим – Майкоп: Адыгея, 2004. – 424 с. – EDN: QKWKQZ.

60. Калинин И. Г. Новое в агротехнике (технологии) возделывания озимой пшеницы в засушливых условиях Ростовской области. – 1999.

61. Калинин И.Г. Селекция озимой пшеницы. / И.Г. Калинин – Москва: ИК" Родник", 1995. – 220 с.

62. Каргин И. Ф. и др. Засуха и борьба с ней: ретроспектива и современность. – 2011.

63. Ковалев В.М. Совершенствование методов исследований и задачи моделирования в растениеводстве / В.М. Ковалев // Вестник сельскохозяйственных наук. – Москва: Наука, 1986. – №. 10. – С. 17-24.

64. Коваль С.Ф. Генетические факторы, влияющие на архитектуру посева и продуктивность мягкой яровой пшеницы / С.Ф. Коваль // Аграрная Россия. – М.: ООО ИД "Фолиум", 2002. – № 1. – С. 18-24. – EDN TUPZJB.

65. Ковтун И.И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии / И.И. Ковтун, Н.И. Гойса, Б.А. Митрофанов– Ленинград: Гидрометеиздат. – 1990. – 287 с.

66. Колесников Ф.А. Новые сорта как фактор стабильного роста производства зерна / Ф.А. Колесников [и др.] // Аграрный вестник Урала. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2014. – №. 10 (128). – С. 22-24. - EDN: SXRGAZ.

67. Коломиец Т.М. Сорта пшеницы (*Triticum* L.) из коллекции GRIN (США) для использования в селекции на длительную устойчивость к септориозу. / Т.М. Коломиец, Л.Ф. Панкратова, Е.В. Пахолкова // Сельскохозяйственная биология, 2017. – №52(3). – С. 561-569.

68. Кононенко Л.А. Параметры адаптивности сортов и биотипов озимой мягкой пшеницы в условиях северо-востока Республики Беларусь / Л.А. Кононенко, С.В. Егоров, Н.А. Дуктова // Вестник белорусской государственной сельскохозяйственной академии – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – № 2. – С. 22–29. - EDN: YLCPIQ.

69. Корзун О.С Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений / О.С. Корзун, А.С. Бруйло. – Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, – 2011. – 140с. – EDN: UHBENT.

70. Костин, В.В. О создании исходного материала и сортов озимой пшеницы при селекции на зимостойкость / В.В. Костин, А.А. Мудрова // Научные труды. Юбилейный выпуск, посвященный 100-летию со дня

рождения академика М.И. Хаджинова. – Майкоп: РИПО «Адыгея», 1999. – С. 64-68.

71. Кравченко М.Л. Методы оценки зерновых культур на устойчивость к стеканию зерна от избыточного увлажнения / М.Л. Кравченко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1981. – № 4. – С. 78-95.

72. Кравченко Н.С. Влияние условий выращивания на урожайность и качество зерна образцов озимой мягкой пшеницы / Н.С. Кравченко, Е.В. ИONOва, В.Л. Газе // Зерновое хозяйство России. – зерноград: Аграрный научный центр "Донской", 2019. – №. 4 (64). – С. 31-35. – EDN: ASAEGT.

73. Кубасов И.А. Формирование продуктивности и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от степени обеспеченности луговой черноземовидной почвы подвижным фосфором / И.А. Кубасов // Таврический вестник аграрной науки. – Симферополь: Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, 2022. – № 4(32). – С. 122-129. – EDN: AMSJMF.

74. Кудряшов И.Н. Сорт, как основополагающий фактор интенсификации производства зерна озимой пшеницы / И.Н. Кудряшов, Л.А. Беспалова, В.А. Гусев // Пшеница и тритикале. Материалы научно-практической конференции "Зеленая революция П. П. Лукьяненко". – Краснодар: Советская кубань, 2001. – С. 464-469. – EDN: XMJRYD.

75. Кудряшов, И.Н. Актуальность сортовых структур при производстве озимой пшеницы в современных условиях / И.Н. Кудряшов, Л.А. Беспалова, Д.А. Пономарев // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 1. – С. 9-13. – EDN: VQAVIX.

76. Кудряшов, И.Н. Влияние агроэкологических условий на показатели продуктивности озимой пшеницы / И.Н. Кудряшов, Д.А. Пономарев, А.Н. Аулов // 100 лет на службе АПК: традиции, достижения, инновации: Сборник научных трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. – Краснодар: Издательство "ЭДВИ", 2014. – С. 113-120. – EDN: ZSTCNR.

77. Кумаков В.А. Физиологические подходы к селекции растений на продуктивность и засухоустойчивость / В.А. Кумаков // Сельскохозяйственная биология. – Москва, 1986. – №. 6. – С. 27-34.
78. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений. / Ф.М. Куперман – Москва: Высшая школа, 1968. – 223 с.
79. Лебедев С.И. Физиология растений. / С.И. Лебедев – М.: Колос, 1982. – 463 с
80. Лобанов П.П. Выдающийся ученый-селекционер академик Василий Николаевич Ремесло / П.П. Лобанов // Селекция, семеноводство и сортовая агротехника пшеницы.–М.: Колос. – 1977. – С. 3-13.
81. Лобачев Ю.В. Низкорослость и засухоустойчивость яровой мягкой пшеницы / Ю.В. Лобачев, Л.А. Германцев // Генетика, физиология и селекция зерновых культур на Юго-Востоке. – Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 1987. – С.39-45.
82. Лоскутова Н.П. Гены короткостебельности пшеницы / Н.П. Лоскутова // Аграрная Россия. – М.: ООО ИД "Фолиум", 2002. – № 1. – С. 25-30. – EDN TUPZJL.
83. Лукьяненко П. П. Озимая пшеница Безостая 1 / П.П. Лукьяненко. // Избранные труды. Селекция и семеноводство озимой пшеницы. – Москва: "Колос", 1973. – С. 191-197.
84. Лукьяненко П.П. Гибридизация отдаленных эколого-географических форм озимой пшеницы / П.П. Лукьяненко // Селекция самоопыляющихся культур. Труды советско-шведского симпозиума. – М. – Колос, 1969. – С. 9 – 21. – EDN: FLFNIB.
85. Лукьяненко П.П. Методы и результаты селекции озимой пшеницы / П.П. Лукьяненко // Избранные труды. – М. – Колос, 1973. – С. 254-287.

86. Лукьяненко П.П. О селекции низкостебельных сортов озимой пшеницы / П.П. Лукьяненко // Селекция и семеноводство. – 1971. – Т. 2. – С. 12-19.

87. Лукьяненко П.П. Основные результаты работы по селекции озимой пшеницы / П.П. Лукьяненко // Избранные Труды. – М.: Колос, 1973. – С. 137-144.

88. Лукьяненко П.П. Селекция новых сортов озимой пшеницы для Кубани / П.П. Лукьяненко // Селекция и семеноводство. – 1946. – С. 70-75.

89. Лукьяненко П.П. Состояние работ по селекции низкостебельных сортов озимой пшеницы для условий орошения и мероприятия по улучшению координации и повышению эффективности работы с ними / П.П. Лукьяненко // Сборник научных трудов: Селекция. Выпуск IX. – Краснодар: "Советская Кубань", 1975. – С. 10-22.

90. Лысенко А.А. Оценка коллекционных образцов гороха по элементам продуктивности / А.А. Лысенко, Н.А. Коробова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – Новосибирск: ООО Капитал, 2019. – № 7-1. - С. 107-112. – EDN: XILDBT.

91. Маймистов В.В. Проблемы селекции озимой пшеницы на засухоустойчивость / В.В. Маймистов, Ф.А. Колесников, Л.А. Беспалова // Селекция озимой пшеницы: Сборник докладов на научно-практической конференции "Научное наследие академика И.Г. Калининко". – Зерноград: Закрытое акционерное общество "Книга", 2001. – С. 145-155. - EDN: CIEWPQ.

92. Малкандуев Х.А. Влияние сроков уборки и обмолота на урожайность и качество озимой пшеницы / Х.А. Малкандуев, А.Х. Малкандуева, Д.А. Тутукова // Зерновое хозяйство России. – Зерноград: Аграрный научный центр "Донской", 2010. – №. 5. – С. 43-45. – EDN: MWARMV.

93. Малокостова Е.И. Основные направления селекции яровой пшеницы на засухоустойчивость / Е.И. Малокостова // Земледелие: Общество

с ограниченной ответственностью «Редакция журнала «Земледелие». – 2018. – № 3. – С. 37- 39.

94. Малокозова Е.И. Характеристика генотипов яровой мягкой пшеницы по комплексу хозяйственно-ценных признаков / Е.И. Малокозова // Международный научно-исследовательский журнал. – Екатеринбург: ИП Соколова М.В., 2017. – №12-3 (66). – С.123-126. – EDN: YNMOBJ.

95. Мамонтова В.Н. Сорта яровой пшеницы и методы их выведения / В.Н. Мамонтова, Л.Г. Ильина // Генетика. – М.: Атомиздат, 1966. – Т.1. – №10. – С.67-77.

96. Мартынов С.П. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур / С.П. Мартынов // Сельскохозяйственная биология. Биология растений. - М.: Агропромиздат, 1989. - № 3. - С. 124–128.

97. Мартынов С.П. Родословные, генетические характеристики, происхождение 20000 сортов и линий пшеницы. / С.П. Мартынов. – Саратов, 1990. – Каталог. – Т. 1–4.

98. Матвеева И.П. Желтая ржавчина пшеницы. Распространение, вредоносность, меры борьбы (обзор) / И.П. Матвеева, Г.В. Волкова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №. 2 (46). – С. 102-116.

99. Метод оценки адаптивности сортов яровой пшеницы по урожайности и качеству зерна: методические рекомендации. / А.П. Головоченко, В.В. Глуховцев, Н.А. Головоченко - Самара: ООО «Издательство Ас Гард», 2012. - 107 с.

100. Метод расчета потерь урожая пшеницы от болезней / С.С. Санин, Т.З. Ибрагимов, Ю.А. Стрижекозин // Защита и карантин растений. – 2018. – №. 1. – С. 11-15.

101. Мечта селекционера / Ю.М. Пучков, Ф.А. Колесников, Г.Д. Набоков [и др.] // Сельские зори. – 1981. - №2. – С. 36-38.

102. Мищенко Л.Н. Влияние продолжительности вегетационного периода на урожайность и крупность зерна яровой пшеницы в условиях

Амурской области / Л.Н. Мищенко, М.В. Терехин, Н.М. Терехин // Дальневосточный аграрный вестник. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2019. – № 4(52). – С. 31-37. – EDN: PDKTEL.

103. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений / В. А. Драгавцев, П. П. Литун, Н. М. Шкель [и др.] // Доклады АН СССР. - 1984. - Т. 274. - № 3. - С. 720–723.

104. Модификационная изменчивость элементов продуктивности колоса пшеницы мягкой озимой / И. Н. Кудряшов, Д.А. Пономарев, А.В. Михалко [и др.] // Рисоводство. – Краснодар: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», 2019. – № 2(43). – С. 22-28. – EDN: FCMMDE.

105. Моргун В.В. Мутационная селекция пшеницы / В.В. Моргун, В.Ф. Логвиненко. – Киев: Наукова думка, 1995. – 627 с.

106. Морозов Н.А. Влияние погодных условий весенне-летнего периода на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы по различным предшественникам в засушливых условиях / Н.А. Морозов, А.И. Хрипунов, Е.Н. Обция // Известия Горского государственного аграрного университета. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2020. – Т. 57. – №. 3. – С. 20-25. – EDN: IBCSTR.

107. Набоков Г.Д. Селекция озимой мягкой пшеницы на морозостойкость и скороспелость: дисс. ... кандидата сельскохозяйственных наук / Набоков Геннадий Дмитриевич. – Краснодар, 2000. – 25 с.

108. Назранов Х.М. Комплексная оценка адаптивного потенциала озимого тритикале в условиях вертикальной зональности центральной части Северного Кавказа / Х.М. Назранов, Ф.Х. Нагудова, А.М. Калмыков // Вестник КрасГАУ. – Красноярск Красноярский государственный аграрный университет, 2011. – № 11 (62). – С. 71–75. – EDN: OJIRCT.

109. Нетрадиционные способы уборки зерновых культур и машины иных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://altmis.ru/publ/netradicionnye_sposoby_uborki_zernovykh_kultur_i_mashiny_inykh_tekhnologij/1-1-0-28

110. Неттевич Э.Д. Качество зерна яровой мягкой пшеницы в связи с устойчивостью к прорастанию на корню /Э.Д. Неттевич // Докл. РАСХН, 1999 . - № 6. – С. 6-8.

111. Неттевич Э.Д. Продолжительность возделывания сортов зерновых культур в производстве и необходимость сортообновления / Э.Д. Неттевич // М.: Колос. – 2001. – 16 с.

112. Нечаев В.И. Организационно-экономические основы сортосмены как фактора интенсификации производства зерна: Вопросы теории и практики. дис. ... докт. экон. наук / Нечаев Василий Иванович. – Москва, 2000. – 291с.

113. Общее сельскохозяйственное растениеводство / Ф. Габерландт; пер. с нем. В.И. Ковалевского. - СПб.: Изд. А.Ф. Девриена, 1880. –Т. 2. - 797 с.

114. Опыт агроэкологической паспортизации сортов озимой пшеницы в национальном центре зерна имени П.П.Лукияненко / И.Н. Кудряшов, Д.А. Пономарев, Н.И. Лысак, Л.А. Беспалова / VII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированные симпозиумы : Сборник тезисов Международного Конгресса. – Санкт-Петербург: ООО "Издательство ВВМ", 2019. – С. 1122. – EDN VSZVYZ.

115. Павлов А.Н. Значение основных элементов питания в формировании зерна пшеницы с различным составом белка / А.Н. Павлов // Агрохимия. – 1994. - №5. – С. 15-21.

116. Подходы к селекции на устойчивость к фузариозу колоса в Краснодарском НИИ сельского хозяйства им. П.П. Лукияненко / Ф.А. Колесников, И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, Р.О. Давоян // Пшеница и тритикале: Материалы научно-практической конференции "Зеленая революция П.П. Лукияненко". – Краснодар: "Советская Кубань", 2001. – С. 318-329. – EDN: XMJBEL.

117. Политыко П.М. Роль сорта в технологиях возделывания озимой пшеницы / П. М. Политыко, С. В. Матюта, И. В. Шаклеин// Вестник Российского университета дружбы народов. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2014. – № 1.– С. 21–30.

118. Потребность в продолжительности яровизации коллекционных образцов мягкой озимой пшеницы / К.К. Мусинов, В.Е. Козлов, А.С. Сурначев, И.Е. Лихенко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск: Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 2021. – Т. 51 – № 6. – С. 31-38.

119. Проблемы селекции и агротехники пшеницы в Болгарии. / П. Попов, Б. Симеонов, Г.Петров // Проблеми на селекцията и агротехниката на пшеницата. – София, 1973.

120. Производство зерна интенсивных сортов озимой пшеницы / Под ред. акад. П.П. Лукьяненко и акад. В.Н. Ремесл. – Москва: Колос, 1975. – 215 с.

121. Проценко Д. Ф. Засухоустойчивость озимой пшеницы //М.: Колос. – 1975.

122. Пучков Ю.М. Особенности селекции полукарликовых сортов озимой пшеницы / Ю.М. Пучков // Селекция и генетика пшеницы: Сборник научных трудов. – Краснодар: Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко, 1982. – С. 20-28.

123. Пучков Ю.М. Роль сорта в повышении урожаев озимой пшеницы. / Ю.М. Пучков // Сборник научных трудов: Селекция. Выпуск IX. – Краснодар: "Советская Кубань", 1975. – 231 с.

124. Пучков, Ю.М. Прогресс в селекции зимостойких сортов озимой пшеницы на Кубани / Ю.М. Пучков, Г.Д. Набоков // Пшеница и тритикале : Материалы научно-практической конференции "Зеленая революция П.П. Лукьяненко". – Краснодар: Советская Кубань, 2001. – С. 43-59. – EDN: ORJFEZ.

125. Пшеница / В.И. Бондаренко, Н.А. Федорова, Е.М. Лебедев [и др.]. – Киев: Урожай, 1977. – С. 25-63.
126. Пшеницы мира: Видовой состав, достижения селекции, современ. проблемы и исходный материал / В.Ф. Дорофеев, М.М. Якубцинер, М.И. Руденко [и др.] - Ленинград: Колос, 1976. - 487 с.
127. Рабинович С.В. Сорты пшеницы и их родословные. / С.В. Рабинович – М.: Урожай, 1972. – 326 с.
128. Расчет возможных потерь яровой пшеницы от бурой ржавчины. / В.Б. Лебедев, А.Н. Васильев, Е.В. Якубова // Доклады ВАСХНИЛ. – 1994. – № 1. – С. 14–16.
129. Регуляция потери воды при изменении структуры листового аппарата у мягкой озимой пшеницы / Э.И. Омарова, Е.Д. Богданова, Ф.А. Полимбетова // Физиология растений – 1995. – Т. 42. №3. – С. 435-437.
130. Результаты и новые направления в селекции пшеницы / Ю.М. Пучков, Ф.А. Колесников, Н.П. Фоменко [и др.] // Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя и тритикале: Тезисы докладов международной научной конференции ученых стран-членов СЭВ. – Одесса: ВСГИ, 1981. – С. 195-196.
131. Ремесло В.Н. Методы и результаты селекции озимой пшеницы на мироновской селекционно-опытной станции / В.Н. Ремесло // Селекция самоопыляющихся культур. Труды Советско-шведского симпозиума – Москва: Колос, 1969. – С. 49 – 55.
132. Ремесло В.Н. Методы создания высокопродуктивных сортов озимой пшеницы / В.Н. Ремесло, А.Ф. Мельников // Проблемы и методы повышения урожайности сельскохозяйственных культур: Сборник научных трудов МИП им. В.Н. Ремесло. – 1978. – №. 3. – С. 3-6.
133. Ремесло В.Н. Селекция и сортовая агротехника пшеницы интенсивного типа/ В.Н. Ремесло, Ф.М. Куперман, Л.А. Животков, В.Ф. Сайко, В.В.Мурашев // М.: Колос, 1982. – 303 с.

134. Роль селекционного материала, созданного академиком П. П. Лукьяненко в развитии селекции пшеницы в Краснодарском НИИСХ / Л.А. Беспалова, Ю.М. Пучков, Ф.А. Колесников [и др.] // Научные труды. Юбилейный выпуск, посвященный 95-летию со дня рождения академика П.П. Лукьяненко. – Краснодар : Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко, 1996. – С. 55-64.

135. Романенко А.А. Агроэкологические аспекты возделывания озимой пшеницы на обыкновенном черноземе Западного Предкавказья / А.А. Романенко, С.И. Баршалская, И.Б. Молчанов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва: Учреждение Российской академии сельскохозяйственных наук - редакция журнала "Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук", 2005. – №. 1. – С. 28-31.

136. Романенко А.А. Безостая 1-триумф науки и искусства / А.А. Романенко // Безостая 1-50 лет триумфа. Сборник трудов конференции – Краснодар: ООО "Просвящение Юг", 2005.

137. Романенко А.А. Биологические и экономические основы совершенствования сортовой структуры и семеноводства зерновых культур в современных условиях: Вопросы теории и практики: дис. ... докт. с.-х. наук / Романенко Александр Алексеевич. – Краснодар, 2005. – 349 с.

138. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) / И.А. Рыбась // Сельскохозяйственная биология. – Москва, 2016. – Т. 51. – № 5. – С. 617 – 626.

139. Савченко И.В. Качество и урожайность сельскохозяйственных культур / И.В. Савченко // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №. 11. – С. 3-5.

140. Сандухадзе Б.И. Развитие и результаты селекции озимой пшеницы в Центре Нечерноземья / Б.И. Сандухадзе // Достижения науки и техники АПК. – Москва: ООО Редакция журнала "Достижения науки и техники АПК" Министерство сельского хозяйства РФ, 2016. – Т. 30. – №. 9. – С. 15-18. – EDN: WWRGMP.

141. Сандухадзе Б.И. Урожайность и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы селекции "ФИЦ "Немчиновка" / Б.И. Сандухадзе, Р.З. Мамедов, В.В. Бугрова // Зерновое хозяйство России. – зерноград: Аграрный научный центр "Донской", 2023. –Т. 15 – № 3. –С. 54–59. - EDN: UWIUPF.

142. Сапега В.А. Оценка параметров среды в пунктах сортоиспытания и адаптивной способности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Зауралья / В.А. Сапега // Сельскохозяйственная биология. - 2008. - № 1. - С. 55–59.

143. Селекция пшеницы и тритикале на устойчивость к особо вредоносным болезням в Северо-Кавказском регионе / И. Б. Аблова, Л. А. Беспалова, О. Ю. Пузырная [и др.] // V Всероссийский конгресс по защите растений : Сборник тезисов докладов Посвящается 300-летию Российской академии наук. – Санкт-Петербург: Всероссийский институт защиты растений, 2024. – С. 286.

144. Селекция пшеницы на устойчивость к болезням / И.Б. Аблова, Л.А. Беспалова, Ф.А. Колесников [и др.] // Земледелие. – 2014. – №3. – С. 19-23.

145. Сельское хозяйство в России / Ответственные за выпуск:С.Н. Климаев, В.В. Гарин, М.В. Мельникова // Статистический сборник 2023. - 46 с.

146. Сортовая политика в адаптивном сельскохозяйственном производстве / А.А. Романенко, Л.А. Беспалова, И.Н. Кудряшов, И.Б. Аблова, // Научные основы совершенствования системы земледелия в различных агроландшафтах Краснодарского края.Сборник научных трудов КубГАУ. – Краснодар, 2005. – Вып. 425 (453). – С.245-255.

147. Строна И.Г. Экология семян, ее семеноводческое значение и перспективы дальнейших исследований / ИГ. Строна, Н.М. Макрушин // Селекция и семеноводство, 1978. – С. 79–85.

148. Сухоруков А.Ф. Селекция озимой пшеницы на засухоустойчивость в Среднем Поволжье / А.Ф. Сухоруков, А.А. Сухоруков // Аграрная наука. – Москва: ВИК-здоровье животных, 2017. – № 5. – С. 15-18.

149. Таранова Т. Ю. Селекционная оценка исходного материала яровой мягкой пшеницы по продуктивности и ее элементам / Т.Ю. Таранова [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – №. 5 (170). – С. 81-88.
150. Таугер М.Б. Павел Пантелеймонович Лукьяненко и Зеленая революция в Советском Союзе / М.Б. Таугер // Историко-биологические исследования. – 2015. – Т. 7. – №. 4. – С. 64-89.
151. Теоретические основы селекции растений / Под общ. ред. акад. Н.И. Вавилова. – Москва, Ленинград: Ленсельхозгиз, 1935 – Т. 1. – С. 1-24.
152. Тимирязев К.А. Жизнь растений. / К.А. Тимирязев – Москва-Ленинград: Государственное издательство колхозной и совхозной литературы, 1938.- 248 с.
153. Триумфальный юбилей мироновской 808 в производстве и селекции / Л.А. Коломиец, В.А. Власенко, В.С. Кочмарский, В.В. Кириленко // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – Киев: Украинский институт экспертизы сортов растений, 2013. – №.2 (19). – С. 82-87.
154. Тырышкин Л.Г. Наследование устойчивости образца мягкой пшеницы MN81330 к септориозу / Л.Г. Тырышкин, М.А. Ершова // Генетика. – Москва: Российская академия наук, 2004. - № 40(4) – С. 565-568. – EDN: OPWSTV
155. Уборка урожая. Потери при уборке урожая (Ч. 1). Все о зерне [Электронный ресурс]. – Режим доступа: girls4girls.ru/.../1483-uborka-urozhaya-poteri-pri-uborke-urozhaya-chast-1.html.
156. Удовенко Г.В. Влияние экстремальных условий среды на структуру урожая сельскохозяйственных растений. / Г.В. Удовенко, Э.А. Гончарова – 1982.
157. Федулов Ю.П. Исследование морозоустойчивости озимой пшеницы в Краснодарском НИИСХ: системный подход // Научные труды. Юбилейный выпуск, посвященный 95-летию со дня рождения академика ПП

Лукьяненко. – Краснодар: Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко, 1996. – С. 224-238.

158. Филенко Г.А. Потери зерна при уборке озимой пшеницы (обзор) / Г.А. Филенко, Т.И. Фирсова, Ю.Г. Скворцова // Зерновое хозяйство России. – зерноград: Аграрный научный центр "Донской", 2018. – №. 1 (55). – С. 28-32.

159. Хакимова А.Г. Генетическое разнообразие и селекционная ценность синтетической гексаплоидной пшеницы, привлеченной в коллекцию ВИР / А.Г. Хакимова [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – Новосибирск: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сибирское отделение Российской академии наук», 2019. – Т. 23. – №. 6. – С. 108-115.

160. Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений / Л.В. Хотылева, А.В. Кильчевский. – Минск. – Тэхналогія, 1997. – 372с.

161. Цингер Н.В. Семя, его развитие и физиологические свойства / Н.В. Цингер. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 285 с.

162. Чернявских В.И. Продуктивность бобовых трав и их травосмесей со злаками на черноземе карбонатном эродированном в условиях юго-запада ЦЧР/ В.И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2009. – № 9. – С. 16–19.

163. Шехурдин А.П. Пути и методы селекции самоопыляющихся зерновых культур на Юго-Востоке СССР / А.П. Шехурдин // Труды научно-методической конференции с.-х. опытных учреждений юго-востока СССР, Саратов. – 1947.

164. Шехурдин А.П. Селекция и семеноводство яровой пшеницы на Юго-Востоке / А.П. Шехурдин // Избранные труды. – М.: Сельхозиздат, 1961. – С. 211-216.

165. Шулындин А.Ф. Пути повышения содержания белка в зерне пшеницы. / А.Ф. Шулындин // Селекция и семеноводство. М. «Колос».1974. - № 3.- С. 15-19.

166. Экологическая пластичность и стабильность новых сортов - потомков Безостой 1 по урожайности / И. Н. Кудряшов, Л. А. Беспалова, Ю. М.

Пучков [и др.] // Безостая 1 - 50 лет триумфа : Сборник материалов международной конференции, посвященной 50-летию создания сорта озимой мягкой пшеницы Безостой 1. – Краснодар: ООО "Просвящение Юг", 2005. – С. 169-177. – EDN: ZVELUD.

167. Экологическая устойчивость сортов яровой и озимой пшеницы в Средневолжском регионе / В. Г. Кривобочек, С. В. Косенко, И. Ф. Демина [и др.] // Вестник РАСХН. - 2014. - № 5. - С. 34–35.

168. Cale M.D. The effects of Norin 10 dwarfing genes on yield. – Proceedings of the fifth international wheat genetics symposium, 1978 v.2, Session 9, p.978-987.

169. Cale M.D., Marshall C.A., Cregori R.S., Quick J.S. Norin 10 semi – dwarfism in tetraploid wheat and associated effects on yield. – Euphytica, 1981 «а», v.30, №2, p. 347-354.

170. Chen, X.M. Epidemiology and control of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. tritici) on wheat / X.M.Chen // Canadian Journal of Plant Pathology. - 2005.- № 27. –P. 314-337.

171. Derera N.F, et al. On the problem of pre-harvest sprouting on wheat / NF Derera// Euphytica.-1977.-V.26.-№2.-P.299-308.

172. Dworkin S. The Viking in the Wheat Field. New York: Walker & co, 2009. 239 с.

173. Eberhart S. A. Stability parametrs for comparing varieties / A.Eberhart, W.A. Russel // Crop Sci. – 1966.-V.6.-N1.-P. 36-40.

174. Emge, R.G. Growth of the sporulating zone of *Puccinia striiformis* and its relationship to Stripe Rust epiphytology / R.G.Emge, C.H. Kingsolver, D.R.Johnson // Phytopathology. - 1975. - Vol.65. – P 679-810.

175. Finkelstein R., Reeves W., Ariizumi T., Steber C. Molecular aspects of seed dormancy. Ann. Rev. Plant Biol., 2008, 59: 387-415.

176. Finlay K. W., Wilkinson G. N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme //Australian journal of agricultural research. – 1963. – Т. 14. – №. 6. – С. 742-754.

177. Gubler F., Millar A.A., Jacobsen J.V. Dormancy release, ABA and preharvest sprouting. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 2005, 8: 183-187. 49. B e w l e y J.D. Seed germination and dormancy. *Plant Cell*, 1997, 9: 1055-1066 .
178. Hristov N., N. Mladenov, A. Kondic-Špika, A. Marijanovic Jernomela, B. Jockovic and G. Jacimovic Effect of environmental and genetic factors on the correlation and stability of grain yield components in wheat - 2011: *Genetika*, Vol 43, № 1. – P. 141 -152.
179. Humphreys D.G., N o l l J. Methods for characterization of preharvest sprouting tolerance in a wheat breeding program. *Euphytica*, 2002, 126: 61-65.
180. Identification of eighteen *Berberis* specieses as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. *Tritici* and virulence variation in the pathogen isolates from natural infection of barberry plants in China. / J. Zhao, L. Wang, Z. Wang, X. Chen, H. Zhang, J. Yao, G. Zhan, W. Chen, L. Huang, Kang Zhensheng // *Phytopathology*. -. 2013.- № 103. – P. 927-934.
181. Innes P., Hoogendoorn I., Blackwell R.D. Effects of differences in date of ear emergence and height on yield of winter wheat. – *I. Agr. Sci.*, 1985, v.105, №3, p. 543-549.
182. Janmohammadi, M. Impact of cold acclimation, de-acclimation and re-acclimation on carbohydrate content and anti - oxidant enzyme activities in spring and winter wheat / M. Janmohammadi, V. Enayati, N. Sabaghnia // *Icelandic Agricultural Sciences*. – 2012. – N 25. – P. 3–11.
183. Jenkins P.D., Jones D.G. The effect of dual inoculation of wheat cultivars with *S. tritici* and *S. nodorum*. *Phytopathologische Zeitschrift*. 1981;101(3):210-221.
184. Kolmer J. A., Liu J. Q. Virulence and molecular polymorphism in international collections of the wheat leaf rust fungus *Puccinia triticina*. *Phytopathology*. 2000. No 90. Pp. 427–436 .
185. Long S.P. Meeting the global food demand of the future by engineering crop photosynthesis and yield potential / S.P. Long, A. Marshall Colon, X.-G. Zhu // *Cell*. – 2015. Vol. 161, Iss. 1. – P. 56–66.

186. Mittermeier L., Hoffman G.M. Untersuchungen zur Populationsentwicklung von *Septoria nodorum* in Feldbestand von Weizen. //Z.fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschulz, 1984. – v.91. - №6. – s. 629-639.
187. Prahl K. C. et al. Will climate change affect the disease progression of *septoria tritici* blotch in northern Europe? //Agronomy. – 2023. – T. 13. – №. 4. – C. 1005.
188. Sharma-Poudyal, D. Models for predicting potential yield loss of wheat caused by stripe rust in the US Pacific Northwest / D. Sharma-Poudyal, X. M. Chen// Phytopathology.-2011.-№ 101.-P. 544–554. -DOI: 10.1094/PHYTO-08-10-0215 PMID: 21190424 (89)
189. Walker - Simmons M. ABA levels and sensitivity in developing wheat embryos of sprouting resistant and susceptible cultivars. Plant Physiol., 1987, 84: 61-66.
190. Yang Y., Ma Y.Z., Xu Z.S., Chen X.M., He Z.H., Yu Z., Wilkinson M., Jones H.D., Shewr y P.R., Xia L. Isolation and characterization of Viviparous-1genes in wheat cultivars with distinct ABA sensitivity and pre-harvest sprouting tolerance. J. Exp. Bot., 2007, 58: 2863-2871.

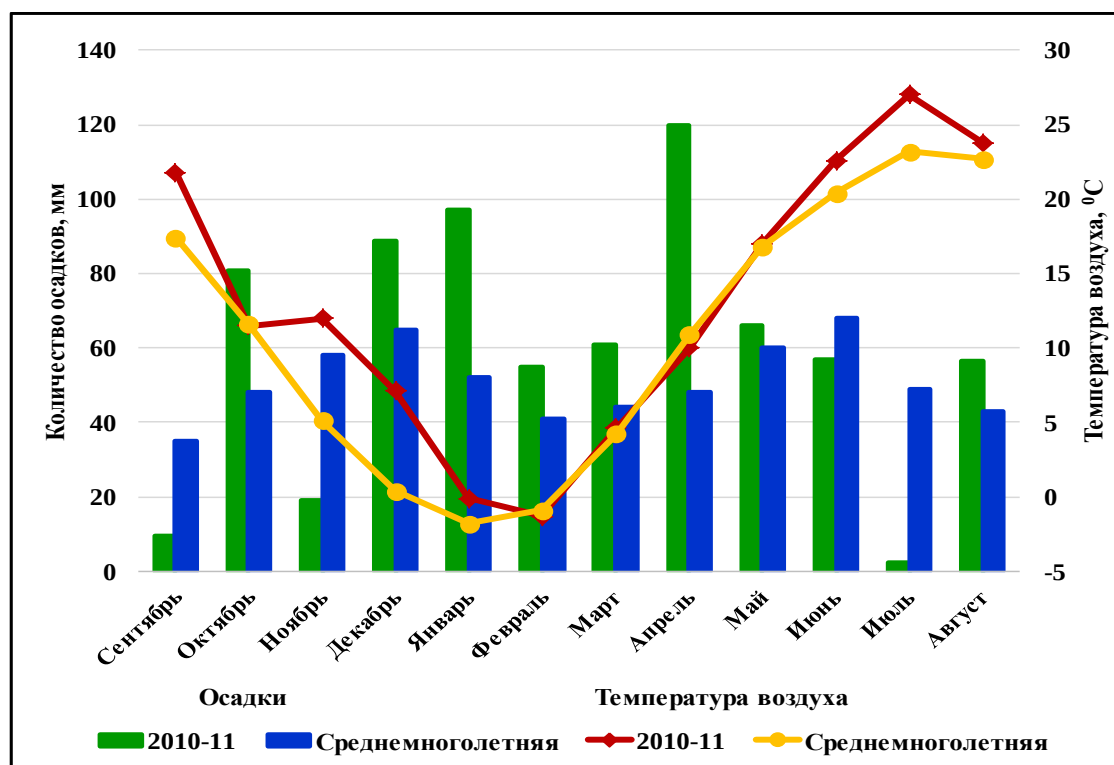
ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1

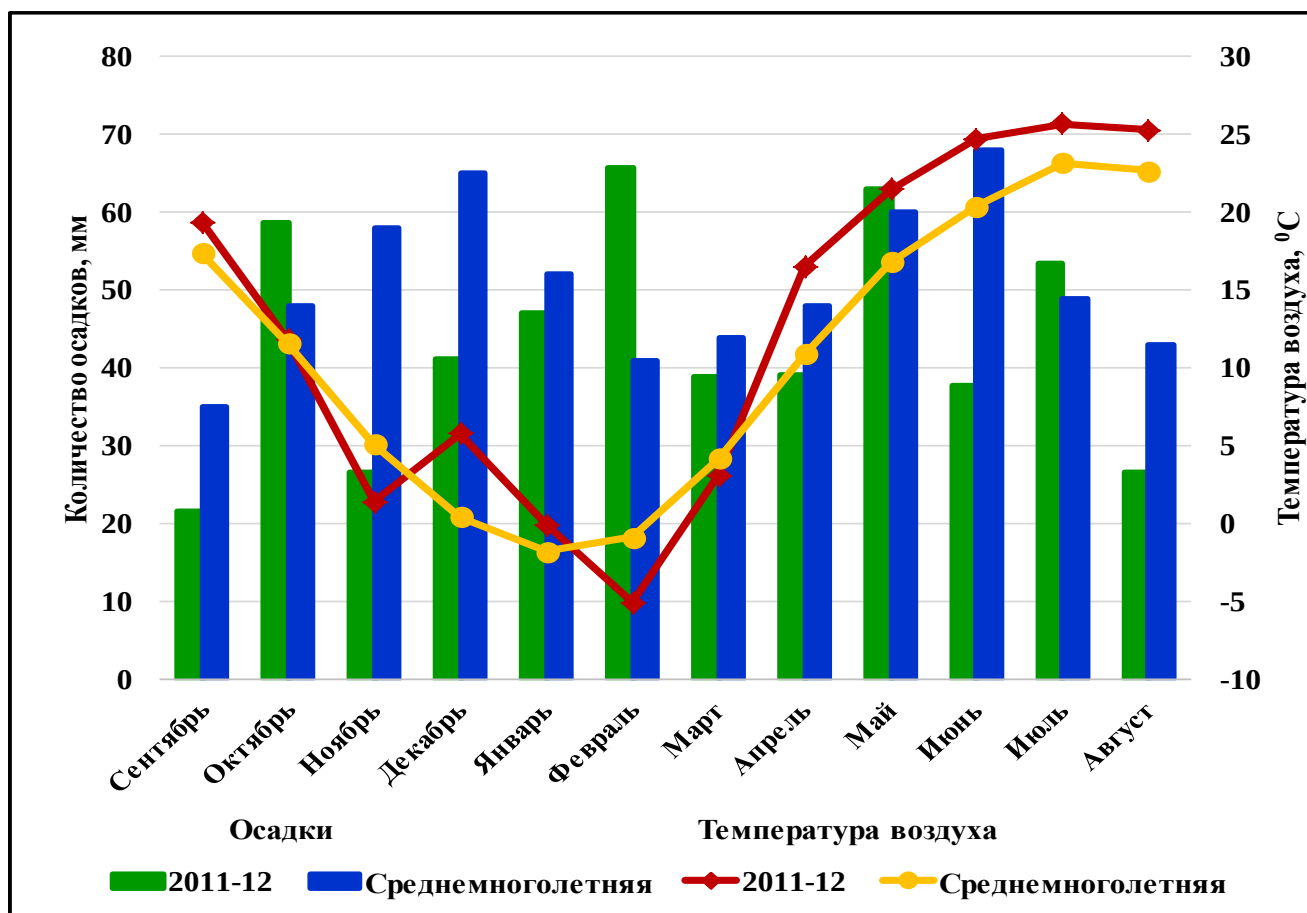
Сорт Таня в сельском хозяйстве РФ (самые востребованные в производстве сорта), высеянных семян

Сорта	Оригинатор	2022		2023		2024		2025	
		место	тыс./т	место	тыс./т	место	тыс./т	место	тыс./т
Гром	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	3	200,6	1	220,1	1	226,5	1	220,9
Скипетр	Полетаев	1	219,4	2	217,3	3	175,2	3	167,6
Алексеич	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	2	205,7	3	182,8	4	172,7	4	166,2
Таня	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	4	186,0	4	172,5	2	175,3	2	199,4
Еланчик	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	9	75,0	5	104,0	5	128,9	5	139,3
Юка	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	6	93,1	6	97,3	6	79,1	9	68,8
Безостая 100	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	5	101,9	7	91,4	9	61,2	11	52,0
Тимирязевка 150	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	7	87,5	8	79,0	7	74,5	7	89,7
Льговская 4	Льговская ОСС	8	75,9	9	74,1	10	55,0	10	61,2
Гомер	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	10	55,6	10	60,7	11	50,0	12	51,5
Школа	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	-	-	11	27,0	8	71,6	6	131,7
Победа 75	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	-	-	-	-	12	28,2	8	75,5

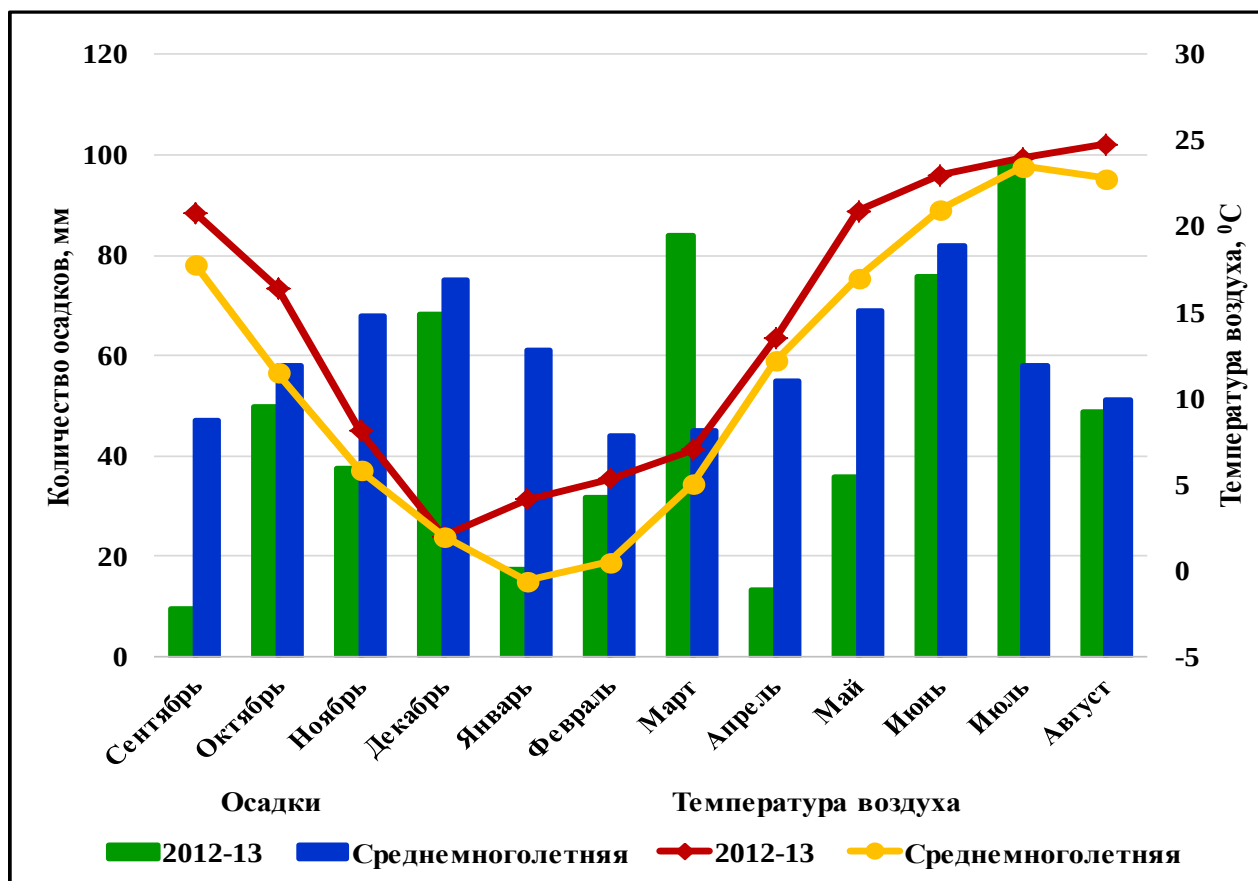
Метеорологические данные за 2010-2011 гг.



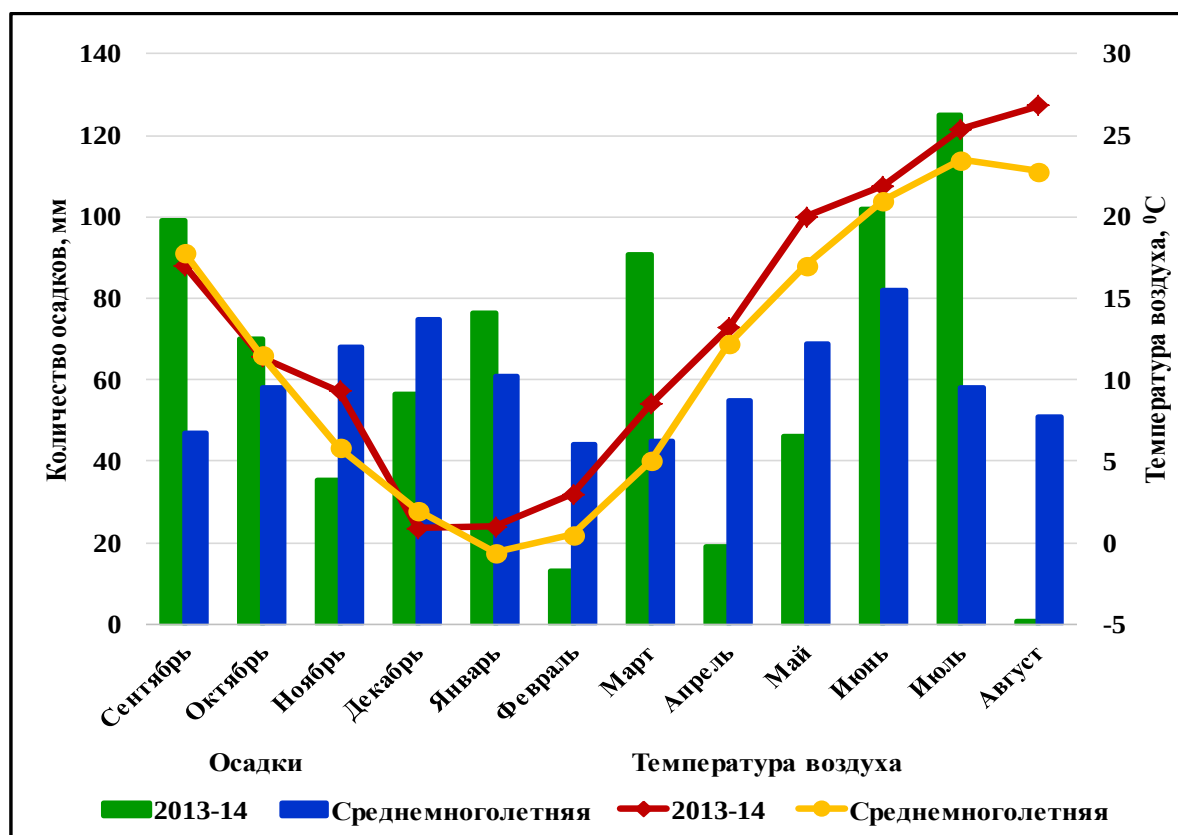
Метеорологические данные за 2011-2012 гг.



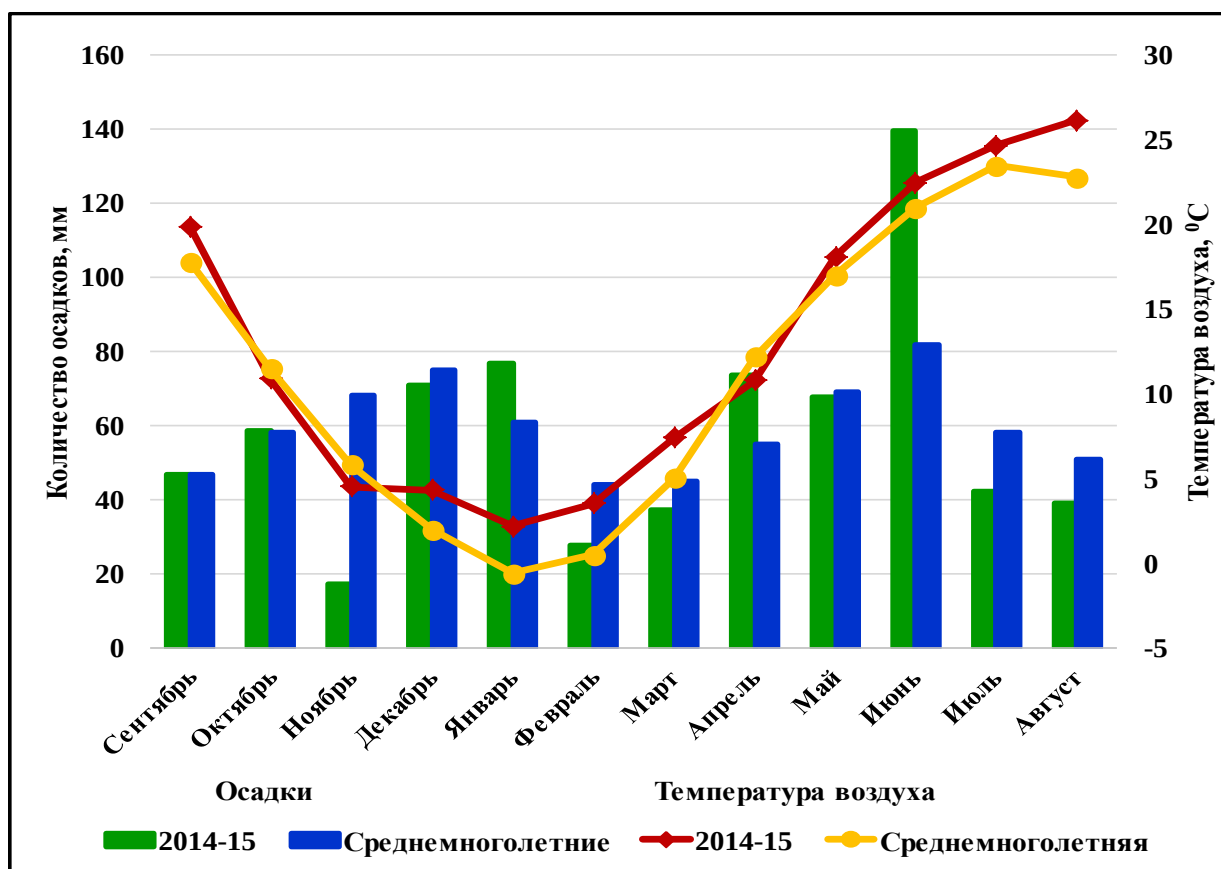
Метеорологические данные за 2012-2013 гг.



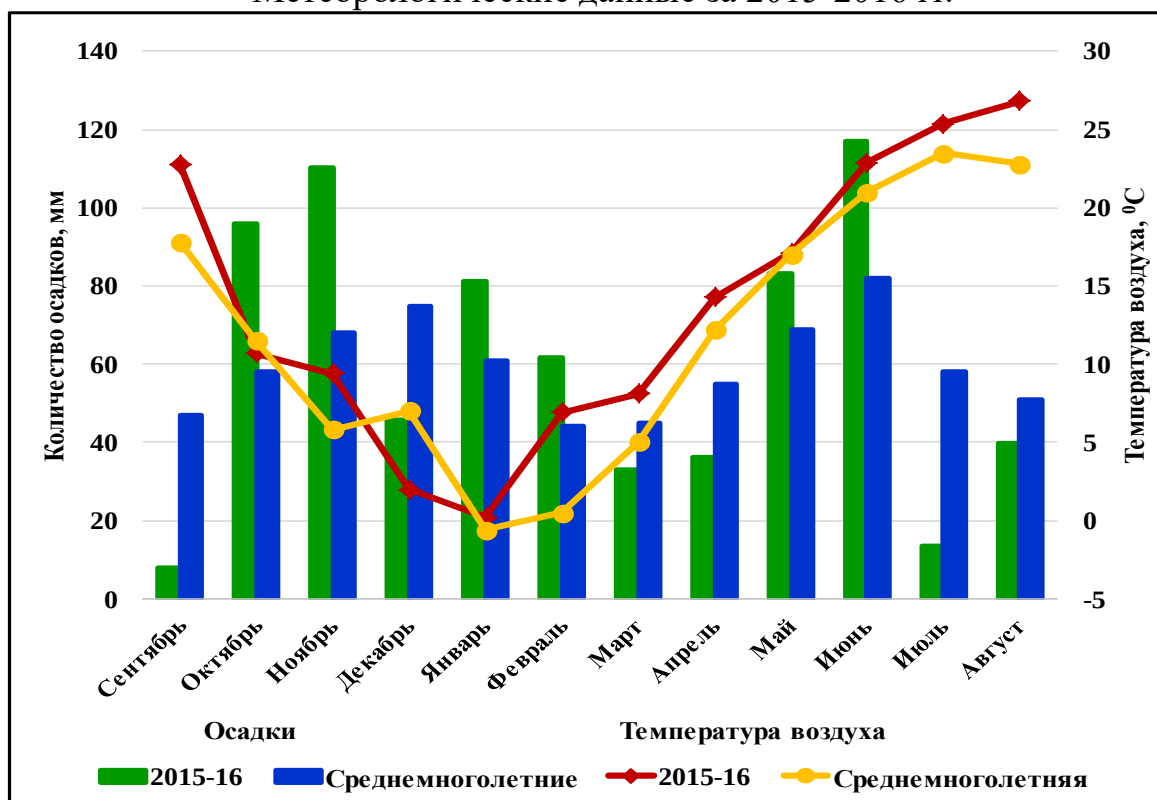
Метеорологические данные за 2013-2014 гг.



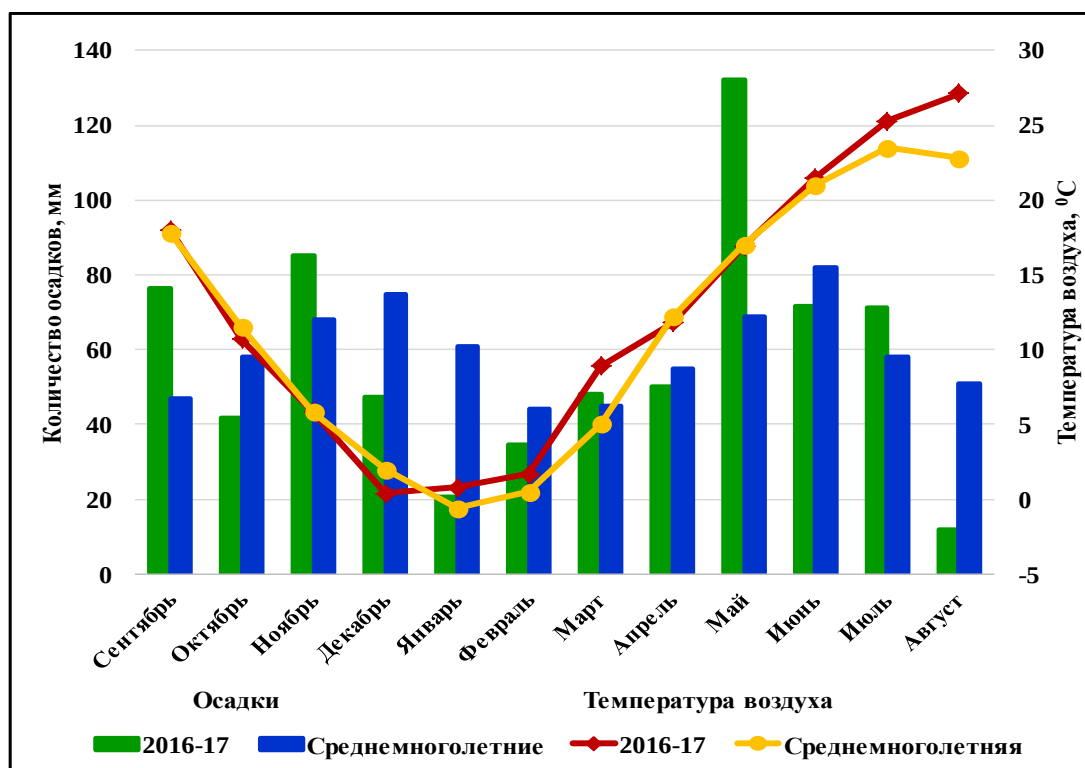
Метеорологические данные за 2014-2015 гг.



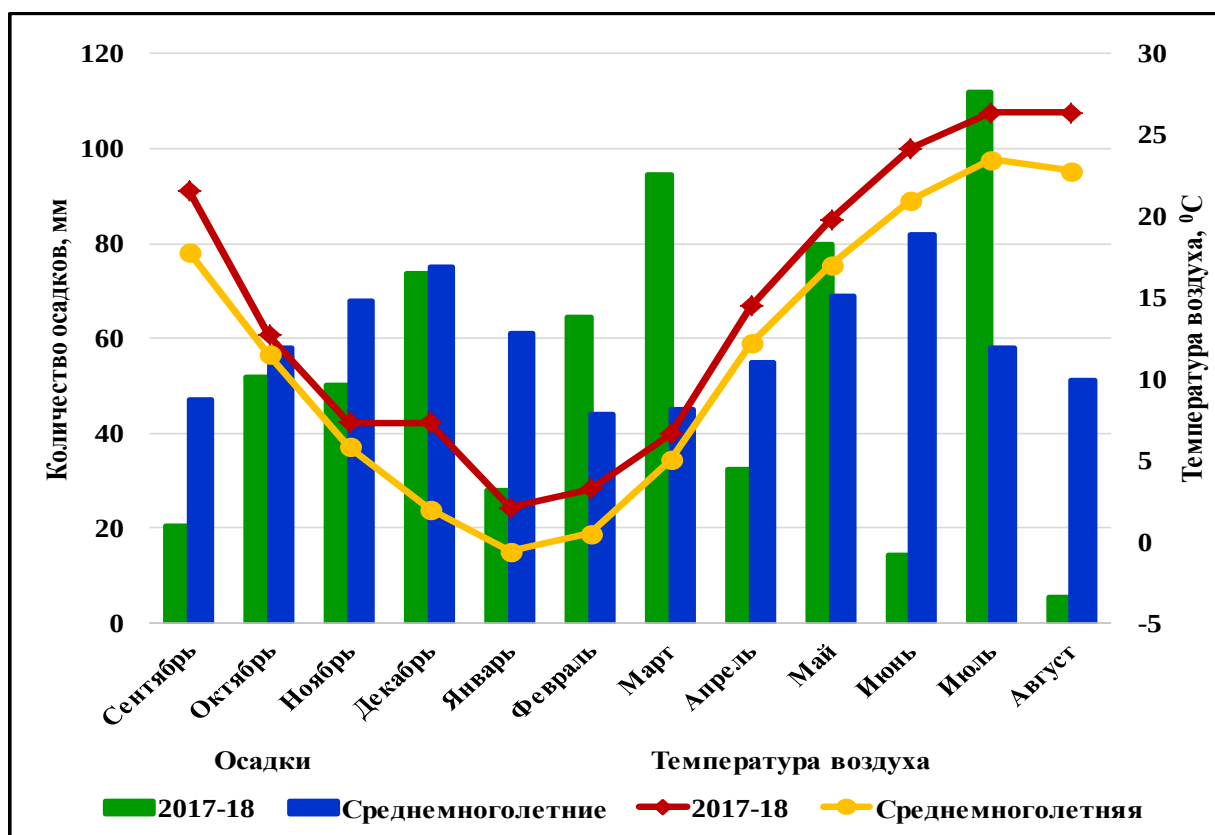
Метеорологические данные за 2015-2016 гг.



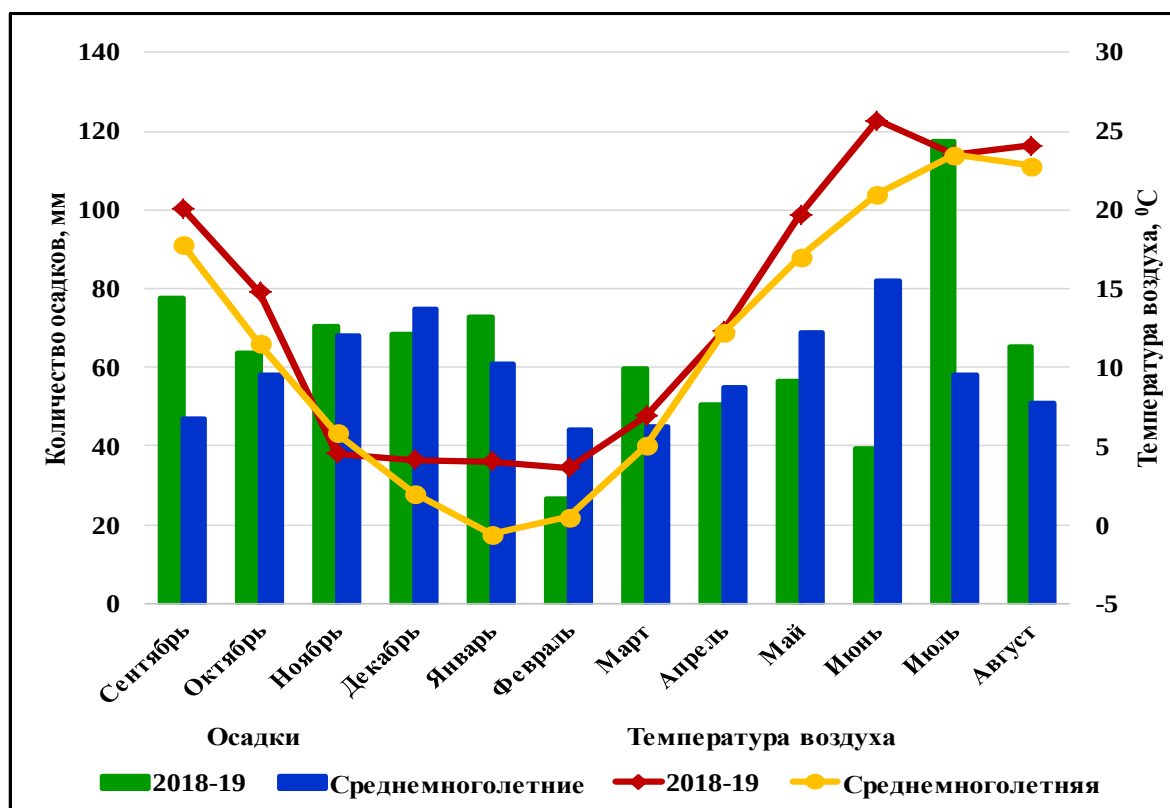
Метеорологические данные за 2016-2017 гг.



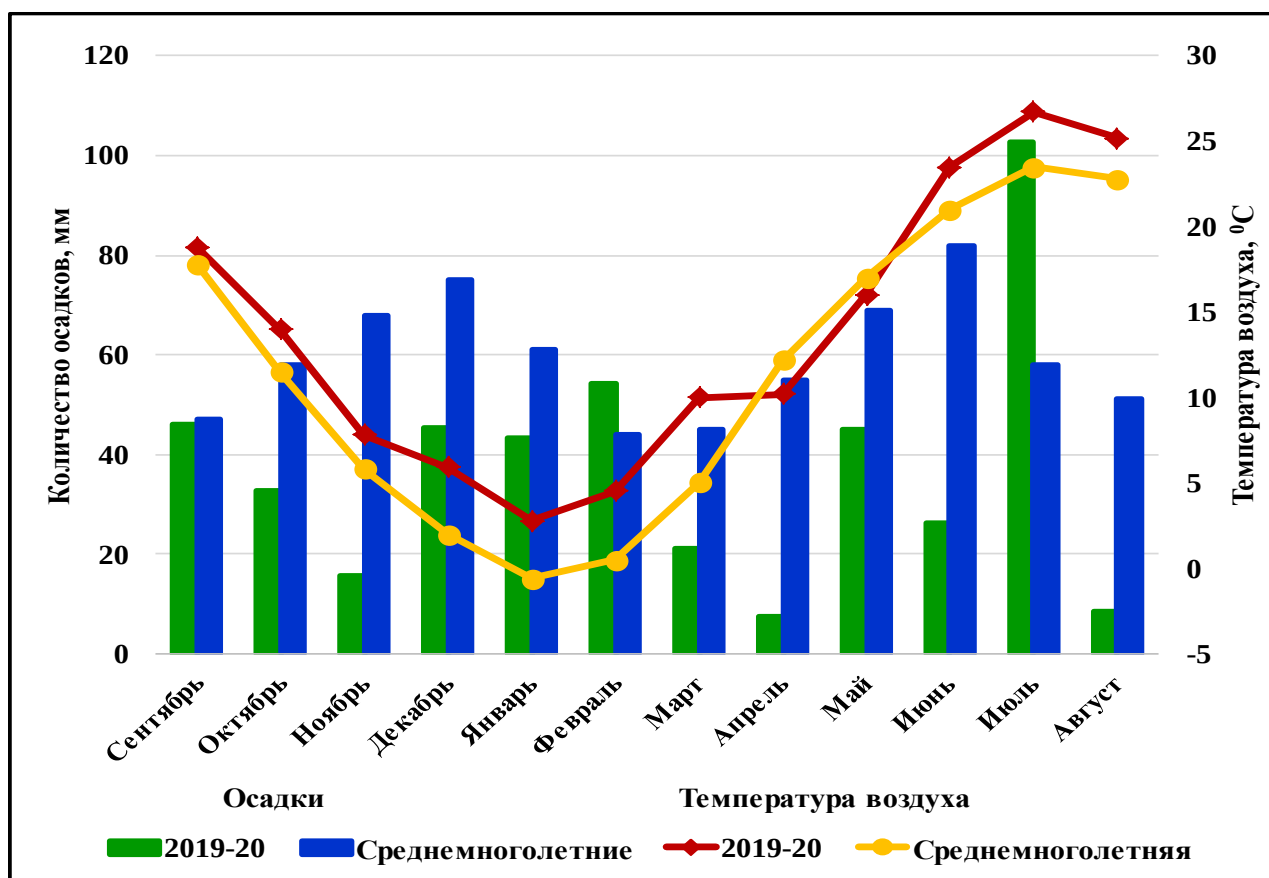
Метеорологические данные за 2017-2018гг.



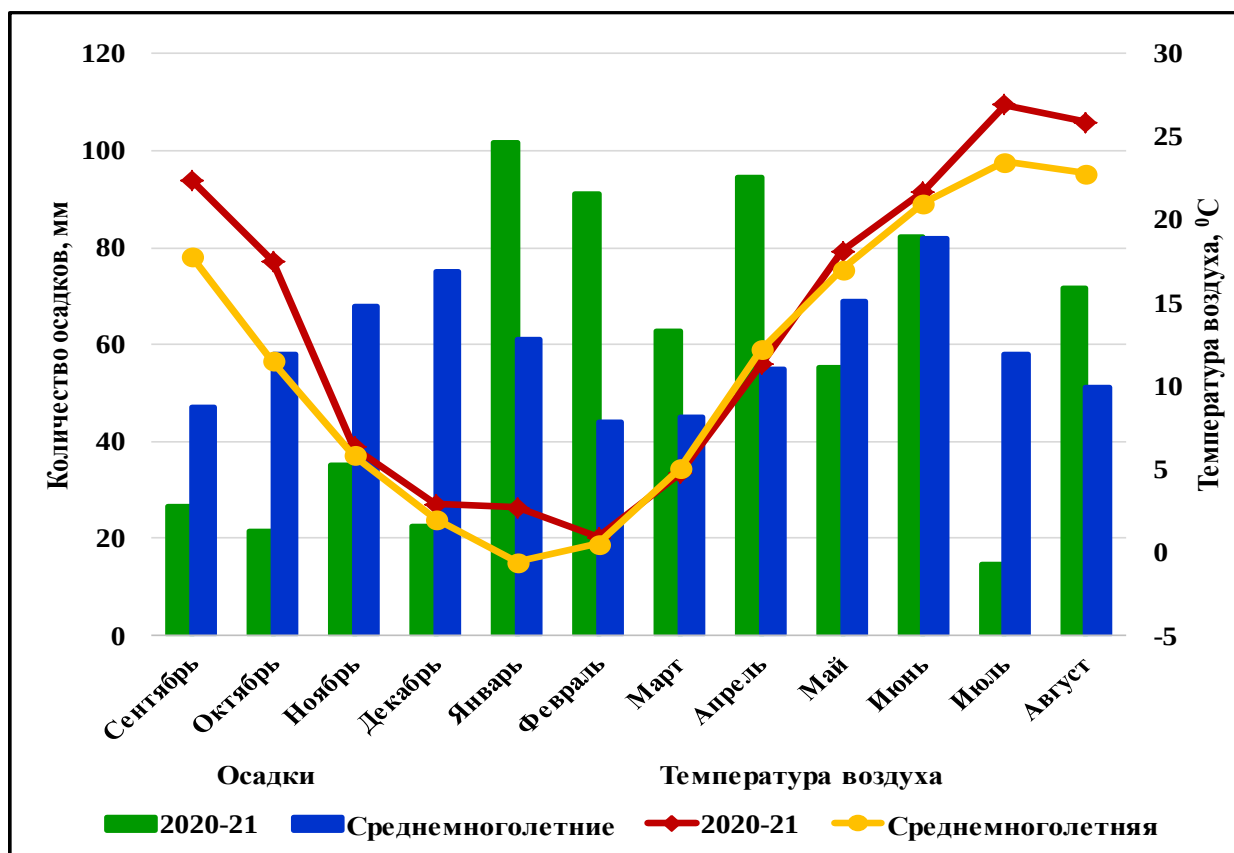
Метеорологические данные за 2018-2019 гг.



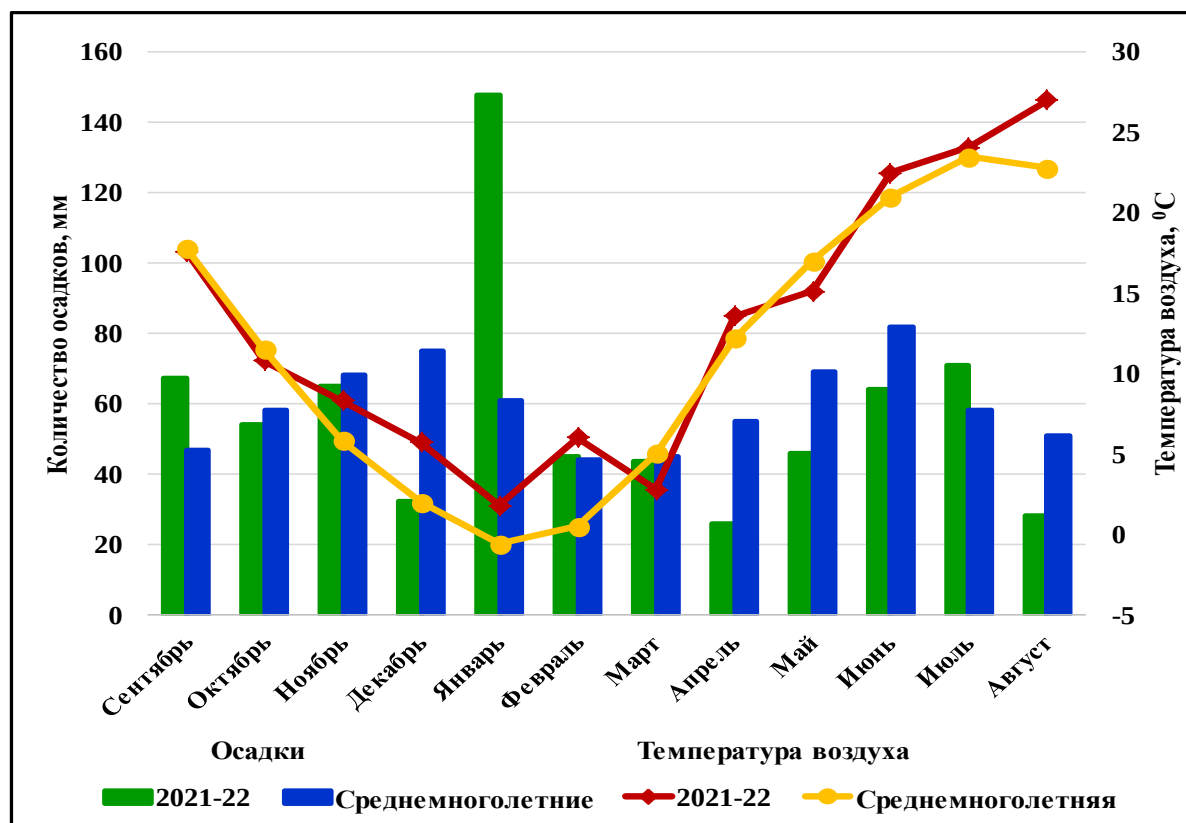
Метеорологические данные за 2019-2020 гг.



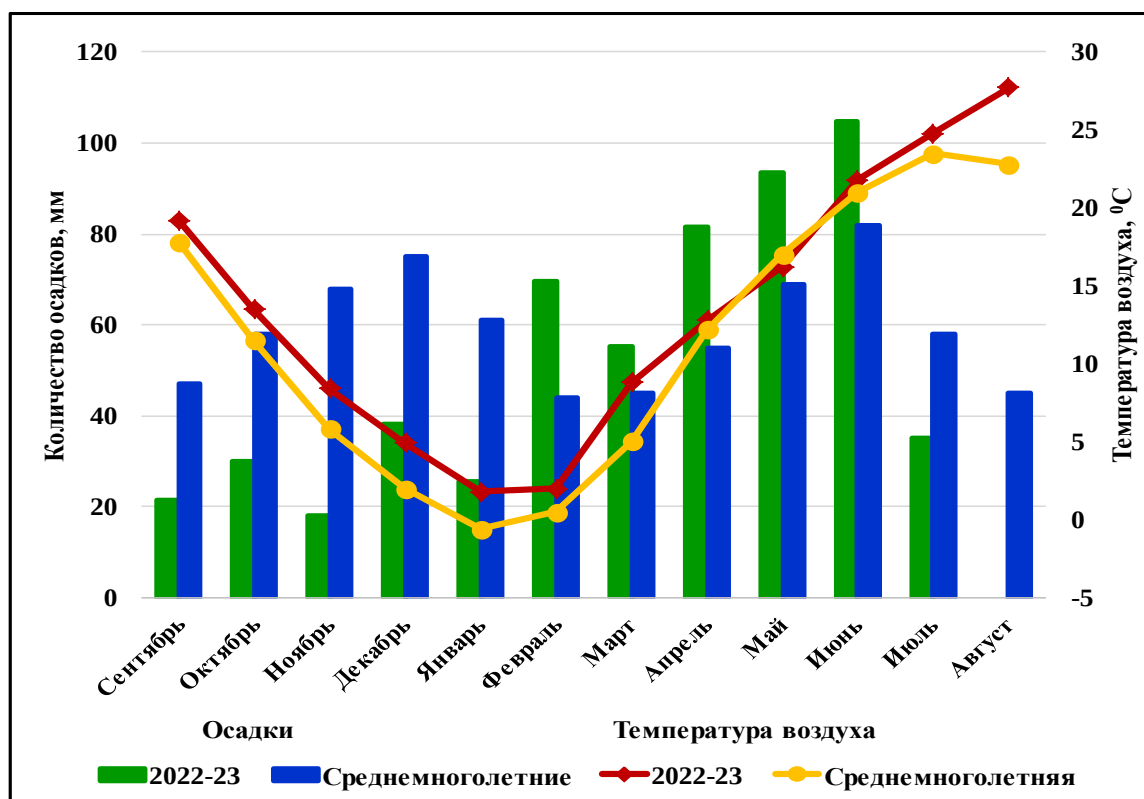
Метеорологические данные за 2020-2021 гг.



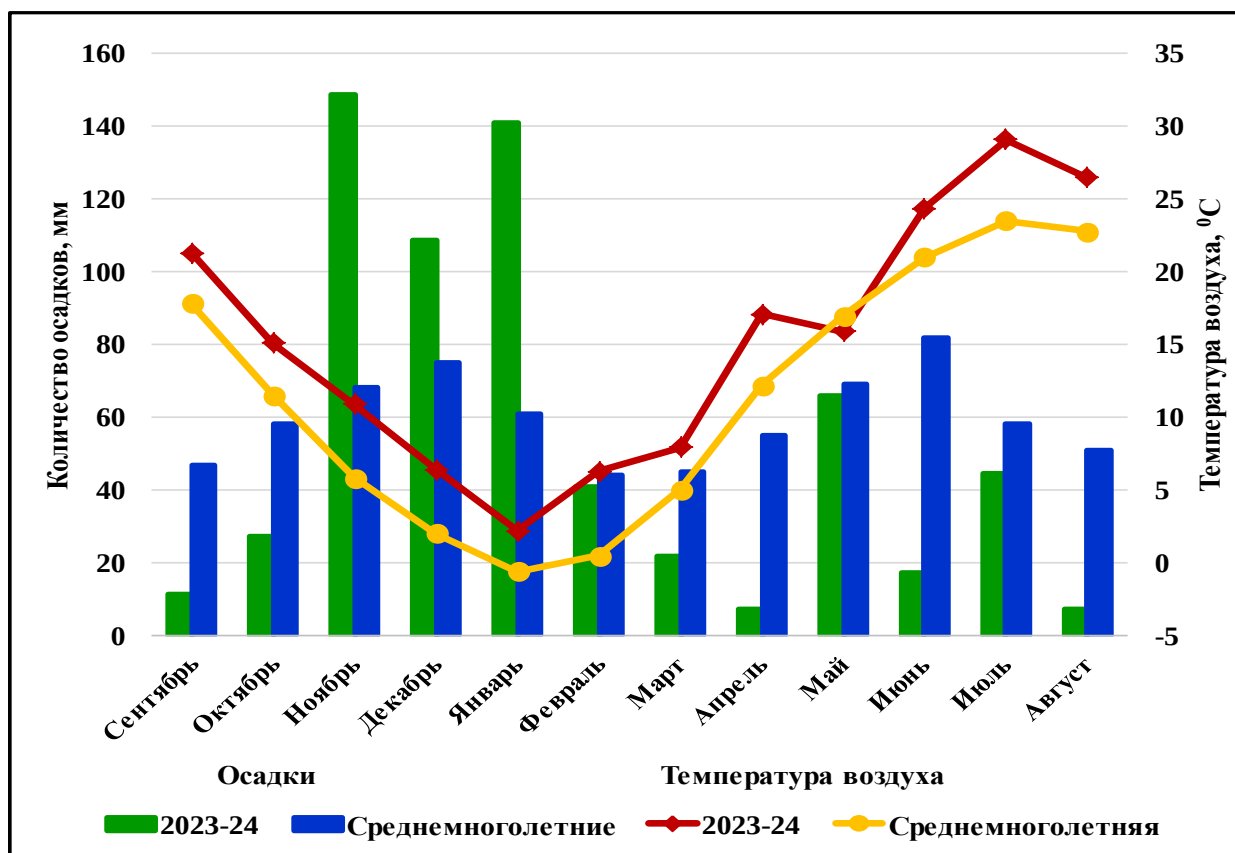
Метеорологические данные за 2021-2022гг.



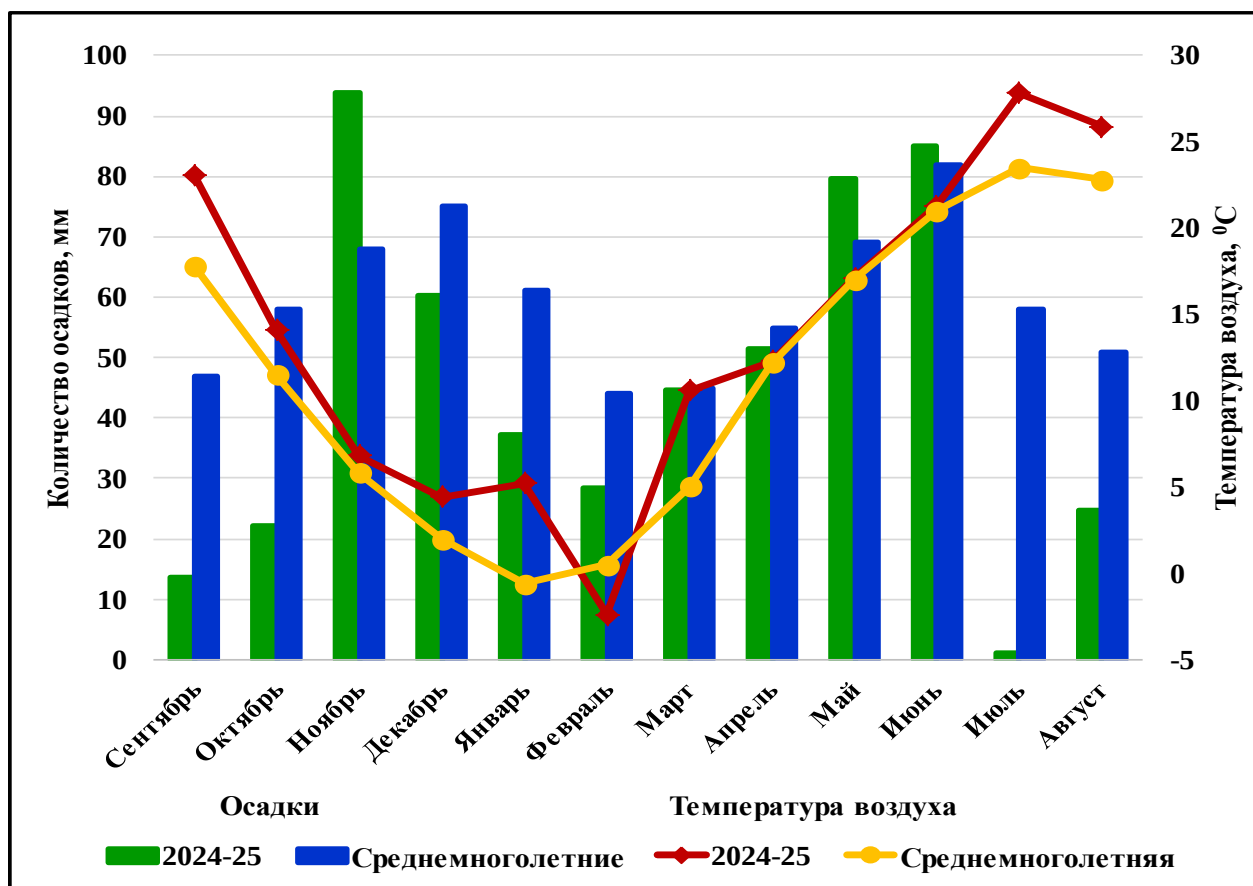
Метеорологические данные за 2022-2023 гг.



Метеорологические данные за 2023-2024 гг.



Метеорологические данные за 2024-2025гг.



Результаты дисперсионного анализа влияния сроков сева на урожайность сортов озимой пшеницы, четырехфакторный опыт 7 x 3 x 3 x 4 (2018-2024 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	P (уровень значимости)
Общая	163575	1007	-	-	-
Годы: A	29035,0	6	4839,17	561,25	0,0000
Предшественники: B	11235,9	2	5617,94	651,57	0,0000
Сроки сева: C	7147,8	2	3573,91	414,50	0,0000
Сорта: D	58203,0	3	19401,0	2250,12	0,0000
Взаимодействия:					0,0000
AB	18572,3	12	1547,69	179,50	0,0000
AC	7651,92	12	637,66	73,96	0,0000
AD	3622,85	18	201,27	23,34	0,0000
BC	1510,69	4	377,67	43,80	0,0000
BD	1157,37	6	192,89	22,37	0,0000
CD	388,61	6	64,77	7,51	0,0000
ABC	9375,1	24	390,63	45,31	0,0000
ABD	2589,0	36	71,92	8,34	0,0000
ACD	2924,8	36	81,25	9,42	0,0000
BCD	463,8	12	38,65	4,48	0,0000
ABCD	3178,5	72	44,15	5,12	0,0000
Остаток (ошибки)	6518,4	756	8,622	-	-

НСР₀₅ годы – 0,68 ц/га;

НСР₀₅ предшественники – 0,44 ц/га;

НСР₀₅ сроки сева – 0,44 ц/га;

НСР₀₅ сорта – 0,51 ц/га;

НСР₀₅ частных средних – 4,07 ц/га;

Результаты дисперсионного анализа урожайности сортов озимой пшеницы по колосовому предшественнику, трехфакторный опыт 7х2х4 (2018-2024 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	P (уровень значимости)
Общая	34494,1	223	-	-	-
Годы: А	5237,8	6	873,0	130,3	0,0000
Варианты: В	20,83	1	20,83	3,11	0,0797
Сорта: С	21840,6	3	7280,2	1086,8	0,0000
Взаимодействия:					
АВ	1175,3	6	195,9	29,2	0,0000
АС	3867,7	18	214,9	32,1	0,0000
ВС	157,1	3	52,4	7,8	0,0001
АВС	1069,3	18	59,4	8,9	0,0000
Остаток (ошибки)	1125,4	168	6,70	-	-

НСР₀₅ годы – 1,28 ц/га;

НСР₀₅ варианты – 0,68 ц/га;

НСР₀₅ сорта – 0,97 ц/га;

НСР₀₅ частных средних – 3,62 ц/га;

Результаты дисперсионного анализа урожайности сортов озимой пшеницы по предшественнику эспарцет, трехфакторный опыт 7х11х4 (2018-2024 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	P (уровень значимости)
Общая	260724,0	1343	-	-	-
Годы: А	95552,2	6	15925,4	1971,3	0,0000
Варианты: В	7980,4	11	725,5	89,8	0,0000
Сорта: С	108049,0	3	36016,3	4458,2	0,0000
Взаимодействия:					
АВ	18839,4	66	285,4	35,3	0,0000
АС	12878,1	18	715,4	88,6	0,0000
ВС	1349,4	33	40,9	5,1	0,0000
АВС	7932,6	198	40,1	5,0	0,0000
Остаток (ошибки)	8143,3	1008	8,08	-	-

НСР₀₅ годы – 0,57 ц/га;

НСР₀₅ варианты – 0,74 ц/га;

НСР₀₅ сорта – 0,43 ц/га;

НСР₀₅ частных средних – 3,94 ц/га;

Результаты дисперсионного анализа урожайности сортов озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник, трехфакторный опыт 7х11х4 (2018-2024 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	P (уровень значимости)
Общая	235633,0	1343	-	-	-
Годы: А	75656,3	6	12609,4	1813,0	0,0000
Варианты: В	56572,0	11	5142,9	739,5	0,0000
Сорта: С	56511,3	3	18837,1	2708,5	0,0000
Взаимодействия:					
АВ	22396,2	66	339,3	48,8	0,0000
АС	7732,6	18	429,6	61,8	0,0000
ВС	3092,6	33	93,7	13,5	0,0000
АВС	6662,0	198	33,6	4,8	0,0000
Остаток (ошибки)	7010,5	1008	6,95	-	-

НСР₀₅ годы – 0,53 ц/га;

НСР₀₅ варианты – 0,69 ц/га;

НСР₀₅ сорта – 0,40 ц/га;

НСР₀₅ частных средних – 3,65 ц/га;

Результаты дисперсионного анализа урожайности сортов озимой пшеницы по предшественнику кукуруза, трехфакторный опыт 7х11х4 (2018-2024 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	P (уровень значимости)
Общая	223596,0	1343	-	-	-
Годы: А	44708,7	6	7951,5	953,6	0,0000
Варианты: В	32394,9	11	2945,0	353,2	0,0000
Сорта: С	80254	3	26751,5	3208,4	0,0000
Взаимодействия:					
АВ	33011,1	66	500,2	60,0	0,0000
АС	8040,8	18	446,7	53,6	0,0000
ВС	2778,5	33	84,2	10,1	0,0000
АВС	11003,0	198	55,6	6,7	0,0000
Остаток (ошибки)	8404,8	1008	8,34	-	-

НСР₀₅ годы – 0,58 ц/га;

НСР₀₅ варианты – 0,76 ц/га;

НСР₀₅ сорта – 0,44 ц/га;

НСР₀₅ частных средних – 4,00 ц/га;

Результаты дисперсионного анализа влияния сроков сева на урожайность сортов озимой пшеницы, четырехфакторный опыт 7 x 3 x 3 x 4 (2018-2024 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	P (уровень значимости)
Общая	163575	1007	-	-	-
Годы: А	29035,0	6	4839,17	561,25	0,0000
Предшественники: В	11235,9	2	5617,94	651,57	0,0000
Сроки сева: С	7147,8	2	3573,91	414,50	0,0000
Сорта: D	58203,0	3	19401,0	2250,12	0,0000
Взаимодействия:					0,0000
AB	18572,3	12	1547,69	179,50	0,0000
AC	7651,92	12	637,66	73,96	0,0000
AD	3622,85	18	201,27	23,34	0,0000
BC	1510,69	4	377,67	43,80	0,0000
BD	1157,37	6	192,89	22,37	0,0000
CD	388,61	6	64,77	7,51	0,0000
ABC	9375,1	24	390,63	45,31	0,0000
ABD	2589,0	36	71,92	8,34	0,0000
ACD	2924,8	36	81,25	9,42	0,0000
BCD	463,8	12	38,65	4,48	0,0000
ABCD	3178,5	72	44,15	5,12	0,0000
Остаток (ошибки)	6518,4	756	8,622	-	-

НСР₀₅ годы – 0,68 ц/га;

НСР₀₅ предшественники – 0,44 ц/га;

НСР₀₅ сроки сева – 0,44 ц/га;

НСР₀₅ сорта – 0,51 ц/га;

НСР₀₅ частных средних – -4,07 ц/га;

Результаты дисперсионного анализа влияния норм азотной подкормки на урожайность сорта Таня по предшественнику эспарцет, двухфакторный опыт 7 x 6 (2018-2024 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	P (уровень значимости)
Общая	15822,8	167	-	-	-
Годы: А	12529,6	6	2088,3	288,3	0,0000
Подкормки:В	390,0	5	78,0	10,8	0,0000
Взаимодействия:					
АВ	1990,3	30	66,3	9,2	0,0000
Остаток (ошибки)	912,8	126	7,24	-	-

НСР₀₅ годы – 1,54 ц/га;

НСР₀₅ азотные подкормки – 1,42 ц/га;

НСР₀₅ частных средних – 3,76 ц/га;

Результаты дисперсионного анализа влияния норм азотной подкормки на урожайность сорта Таня по предшественнику подсолнечник, двухфакторный опыт 7 x 9 (2018-2024 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	P (уровень значимости)
Общая	41992,1	251	-	-	-
Годы: А	21366,1	6	3561,0	480,7	0,0000
Подкормки:В	13532,3	8	1691,5	228,4	0,0000
Взаимодействия:					
АВ	5693,7	48	118,6	16,0	0,0000
Остаток (ошибки)	1400,1	189	7,41	-	-

НСР₀₅ годы – 1,27 ц/га;

НСР₀₅ азотные подкормки – 1,43 ц/га;

НСР₀₅ частных средних – 3,80 ц/га;

Результаты дисперсионного анализа влияния норм высева на урожайность сортов озимой пшеницы, трехфакторный опыт 5 x 2 x 4 (2020-2024 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	P (уровень значимости)
Общая	21877,7	159	-	-	-
Годы: А	10297,4	4	2574,3	279,8	0,0000
Нормы высева: В	124,8	1	124,8	13,6	0,0003
Сорта: С	8980,3	3	2993,4	325,3	0,0000
Взаимодействия:					
АВ	527,5	4	131,9	14,3	0,0000
АС	582,4	12	48,5	5,3	0,0000
ВС	59,0	3	19,7	2,1	0,0989
АВС	202,0	12	16,8	1,8	0,0507
Остаток (ошибки)	1104,3	120	9,20	-	-

НСР₀₅ годы – 1,50 ц/га;

НСР₀₅ нормы высева – 0,95 ц/га;

НСР₀₅ сорта – 1,34 ц/га;

НСР₀₅ частных средних – 4,25 ц/га;

Результаты дисперсионного анализа влияния фунгицидной защиты на урожайность сортов озимой пшеницы по предшественнику эспарцет, трехфакторный опыт 7 x 4 x 4 (2018-2024 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	P (уровень значимости)
Общая	96914,6	447	-	-	-
Годы: А	13893,5	6	7315,6	990,8	0,0000
Защита: В	2093,0	3	697,7	94,5	0,0000
Сорта: С	38042,6	3	12680,9	1717,5	0,0000
Взаимодействия:					
АВ	1883,2	18	104,6	14,2	0,0000
АС	6907,8	18	383,8	52,0	0,0000
ВС	494,6	9	55,0	7,4	0,0000
АВС	1119,1	54	20,7	2,81	0,0000
Остаток (ошибки)	2480,9	336	7,38	-	-

НСР₀₅ годы – 0,94 ц/га;

НСР₀₅ фунгицидная защита – 0,71 ц/га;

НСР₀₅ сорта – 0,71 ц/га;

НСР₀₅ частных средних – 3,77 ц/га;

Результаты дисперсионного анализа влияния фунгицидной защиты на урожайность сортов озимой пшеницы по пропашным предшественникам, четырехфакторный опыт 2 x 7 x 2 x 4 (2018-2024 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	P (уровень значимости)
Общая	74706,7	447	-	-	-
Предшественники: A	8081,0	1	8081,0	881,8	0,0000
Годы: B	28121,3	6	4686,9	511,4	0,0000
Защита: C	0,03	1	0,03	0,00	0,9540
Сорта: D	11873,2	3	3957,7	431,9	0,0000
Взаимодействия:					
AB	15174,0	6	2529,0	276,0	0,0000
AC	34,5	1	34,5	3,76	0,0532
AD	516,4	3	172,1	18,8	0,0000
BC	1917,4	6	319,6	34,9	0,0000
BD	2363,5	18	131,3	14,3	0,0000
CD	73,8	3	24,6	2,7	0,0466
ABC	1360,6	6	226,8	24,7	0,0000
ABD	1160,7	18	64,5	7,0	0,0000
ACD	79,9	3	26,6	2,9	0,0347
BCD	373,0	18	20,7	2,3	0,0026
ABCD	498,2	18	27,7	3,0	0,0000
Остаток (ошибки)	3079,1	336	9,16	-	-

НСР₀₅ предшественники – 0,56 ц/га;

НСР₀₅ годы – 1,05 ц/га;

НСР₀₅ фунгицидная защита – 0,56 ц/га;

НСР₀₅ сорта – 0,80 ц/га;

НСР₀₅ частных средних –,20 ц/га;