

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ**

На правах рукописи

Константинова Ольга Борисовна

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АДАПТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА
ЗЕРНА ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ
ЛЕСОСТЕПИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Специальность: 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Кондратенко Е.П.

Кемерово 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	14
1.1 Значение сорта и агроклиматических факторов в формировании урожайности зерновых культур.....	14
1.2 Влияние генотипа и факторов внешней среды на биохимические показатели качества зерна.....	23
1.3 Оценка сортов зерновых культур по экологической пластичности и стабильности.....	31
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	39
2.1 Почвенно-климатические условия.....	39
2.2 Агроклиматические условия в годы проведения исследований.....	39
2.3 Материалы и методы исследования.....	41
ГЛАВА 3 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОЗИМЫХ ПШЕНИЦЫ, РЖИ И ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	47
ГЛАВА 4 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПО ПАРАМЕТРАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ.....	55
4.1 Особенности изменчивости урожайности озимой пшеницы, озимой ржи, озимого тритикале и взаимосвязи с гидротермическими условиями.....	55
4.2 Оценка сортов озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале по параметрам экологической пластичности и стабильности.....	61
4.3 Оценка сортов озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале по параметрам адаптивности и гомеостатичности.....	70
ГЛАВА 5 ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ОЗИМОЙ РЖИ И ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЕНОТИПА И УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИИ.....	74
5.1 Содержание белка в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале.....	74

5.2 Изменение содержание углеводов и жира в зерне озимых зерновых культур в зависимости от сортовых особенностей и условий среды.....	82
5.3 Накопление микро- макроэлементов в зерне озимых пшеницы, ржи и тритикале в зависимости от сорта.....	87
5.4 Оценка экологической пластичности и стабильности сортов озимых зерновых культур по содержанию белка и крахмала в зерне.....	92
5.5 Корреляционные взаимосвязи между содержанием балка и крахмала в зерне озимых зерновых культур и гидротермическими условиями вегетационного периода.....	95
ГЛАВА 6 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СОРТОВ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР.....	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ.....	105
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	106
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	135

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Устойчивое развитие производства зерна является краеугольным камнем продовольственного обеспечения Российской Федерации (РФ). С увеличением темпов роста населения человечество вынуждено наращивать сельскохозяйственное производство, основой которого является зерновое хозяйство.

В силу многих объективных и субъективных причин зерновое производство РФ десятилетиями отставало по машинно-технологическому обеспечению от зарубежных стран с развитой аграрной экономикой. С начала 1990-х годов это отставание начало нарастать. В этот период в аграрном секторе экономически развитых стран мира осуществлен переход к индустриальному инновационному этапу развития, когда широкое распространение получают наукоемкие технологии в растениеводстве.

Прецизионное земледелие с использованием спутников, новые информационные технологии, компьютеризация – все это стало доступным для многих зарубежных товаропроизводителей, что укрепляет их позиции на мировом аграрном рынке, повышает конкурентоспособность и становится материальной основой усиления аграрной экспансии. Последствие этого Россия остро ощущает на отечественном продовольственном рынке [139].

Все это заставляет по-новому относиться к выявлению направлений повышения устойчивости и эффективности зернового производства. Основным резервом для получения высоких урожаев зерна является наиболее полная реализация потенциала продуктивности районированных сортов. Только за счет внедрения нового сорта можно повысить урожайность на 50-70 % [76]. В массовом производстве реализуется лишь 50-60 % генетического потенциала допущенных к использованию сортов. Главная причина этого – недостаточный уровень адаптивности районированных сортов, которые выступают в качестве решающего фактора реализации потенциальной продуктивности в нерегулируемых условиях среды [46, 138, 178].

Устойчивое развитие зернового производства должно строиться на основе концепции адаптивной интенсификации. Требованиям данной концепции, как возделывание набора культур и сортов, которые в большей степени приспособлены к местным условиям внешней среды, отвечает процесс специализации зернового производства, неразрывно связанный с селекцией. Создание и распространение адаптивных сортов, максимальное использование генетических ресурсов является главным и наиболее доступным при переходе к адаптивному растениеводству [12, 75, 139]. Его развитие в значительной степени зависит от рационального использования растений. Западная Сибирь является благоприятной зоной для получения высоких урожаев и хорошего качества зерна озимых зерновых культур.

Озимые зерновые культуры имеют ряд преимуществ перед яровыми. Прежде всего, организационно-хозяйственные. Перенесение на осенний период части работ по посеву снижает напряженность весеннего посевного периода. Возделывание озимых разгружает наиболее напряженный осенний уборочный период, так как озимые созревают на 7-10 дней раньше яровых и дают возможность раньше начать уборку. В тех районах, где озимые культуры хорошо перезимовывают, они имеют более высокую урожайность. Высокая урожайность объясняется тем, что они полнее используют осадки осеннего периода и весеннюю влагу [50, 205, 206].

Ценными качествами озимых является более равномерное их созревание и отсутствие подгона. Высокая кустистость и быстрый темп весеннего отрастания дают им возможность конкурировать с сорняками [201]. По данным Alheit K.V. [216], быстрый рост озимых культур в весенний период способствует заглушению многих сорняков.

Важнейшими озимыми зерновыми злаковыми культурами являются – озимая пшеница, озимая рожь и озимый тритикале. Основной продовольственной культурой является озимая пшеница, ее производство определяет экономическую стабильность Российской Федерации [76]. По данным Федеральной службы государственной статистики, в России площади посева озимой пшеницы в 2014

году составили 14,3 млн. га, а в 2015 году произошло уменьшение посевов до 13,06 млн. га. В зерновом балансе страны на долю озимой пшеницы приходится 20-24 % всего валового сбора зерна.

Озимая рожь представляет собой неприхотливую культуру с высокой урожайностью, она занимает первое место среди зерновых культур по зимостойкости и является второй хлебной культурой после пшеницы [2]. Значение озимой ржи обусловлено в первую очередь сочетанием двух важных биологических качеств – зимостойкости и невысокой требовательности к условиям произрастания, которые обеспечивают стабильность сбора зерна озимых культур [148]. Площадь посева культуры в 2015 году составила 1,49 млн. га. Около 30 % производства ржи используется для пищи человека, остальная часть идет на кормовые цели [157]. В настоящее время площади посева озимой ржи сокращаются в связи с тем, что зерно не находит применения, а также из-за сложившейся ценовой политики на зерно ржи [47].

Озимый тритикале – ценная кормовая и продовольственная культура. Тритикале сочетает в себе хозяйственно-ценные признаки пшеницы и ржи, отличается повышенной устойчивостью к болезням и неблагоприятным погодным условиям, способен накапливать в зерне большое количество белка. В Сибири площади возделывания сортов тритикале в последние годы достигают несколько десятков тысяч гектаров [131]. Рост площадей продолжается, и можно прогнозировать, что в ближайшие годы тритикале займет 400-600 тыс. га [50]. Увеличение площади посева тритикале отмечено в исследованиях А.И. Грабовец (2010) и А.Я. Айдиева (2012) [5, 51]. Среди стран Содружества Независимых Государств (СНГ) первое место по площадям под тритикале занимает Белоруссия (более 350 тыс. га). В России в 2015 году озимый тритикале был посеян на площади более 268 тыс. га.

В 2010 г. тритикале впервые включили в список зерновых культур и в итоговые данные Федеральной службы государственной статистики.

Повышенные зимостойкость и адаптивность культуры дали возможность продвижения озимого тритикале в северные и восточные регионы [154, 160]. В

2013 г. ареал возделывания тритикале расширился в Северо-Западный, Волго-Вятский, Уральский и Восточно-Сибирский регионы, где существует реальная возможность увеличения его посевных площадей [1].

По мнению ученых, в перспективе тритикале должен занимать не менее 10% в структуре зернового клина в южных и до 15% - в северных регионах [167].

По мере расширения сортимента и ареала возделывания озимых культур все чаще возникает вопрос о маркетинговой классификации сортов: хлебопекарные, кондитерские, кормовые и другие, то есть о качестве выращенного зерна.

Качество обусловлено большим числом признаков, которые определяют пригодность зерна для использования на продовольственные цели. Эти признаки детерминируются генами и комплексом почвенно-климатических и агротехнических факторов [19, 69, 70, 87, 193]. Сортные особенности являются одним из важнейших факторов, определяющих продуктивность, а также технологические, пищевые достоинства зерна и получаемых из него изделий. Зерно как сырье для перерабатывающей промышленности необходимо изучать с обязательным учетом его сорта.

Известно, что качество зерна в первую очередь определяется содержанием белков и их составом. Белки пшеницы, ржи и тритикале отличаются по многим биохимическим показателям, от которых зависит пищевая и кормовая ценность зерна. Методы гибридизации и аллолиплоидии пшеницы и ржи дают реальную возможность улучшить качество зерна за счет увеличения его белковости и улучшения аминокислотного состава белков. Зерно злаков содержит углеводы, некоторое количество полувывсыхающего жидкого масла, богатого ненасыщенными жирными кислотами, зольные элементы и витамины группы В [95].

В Кемеровской области из зерновых возделывается преимущественно яровая пшеница, занимающая около 60 % посевов зерновых. С целью наращивания производства зерна в области сельхозпроизводители в последние годы начали возделывать озимые культуры. А также появилась новая озимая

культура - тритикале, которая не изучена в местных условиях ни по продуктивности, ни по качеству зерна.

Под посев озимых в 2013 году было выделено 24330 га посевных площадей, из них 60,4% составляет озимая рожь, 34,5% – озимая пшеница, 3,3%– озимый тритикале, около 2 % занимает озимый ячмень [106]. В 2015 году посевные площади под эти культуры в области были увеличены до 60 315 га. По сравнению с 2013 г. площади под озимым тритикале были увеличены в 7 раз, озимой рожью в 1,3 раза, под озимой пшеницей в 2,8 раза.

О целесообразности расширения площади озимых зерновых культур свидетельствуют климатические условия лесостепи Кемеровской области: недостаток осадков, часто повторяющиеся засухи, температурные перепады. Континентальность климата, сложный характер экологических условий Кемеровской области приводят к сильной изменчивости урожайности и качества зерна озимых пшеницы, ржи и тритикале. В связи с этим возникает проблема изучения более адаптированных к внешней среде культур, которые выдерживали бы суровый резкоконтинентальный климат региона. Поэтому изучение широкого набора озимых зерновых культур по адаптивности сортов является актуальной.

Изучение сортов озимых зерновых культур в динамике лет по урожайности, качеству зерна и адаптивной способности позволит вскрыть резервы роста реальной их продуктивности, а также обосновать дальнейшее направление ее повышения.

Цель данного исследования – сравнительная оценка сортов озимых зерновых культур по продуктивности и параметрам адаптивности к погодным условиям лесостепи Кемеровской области.

В задачи исследований входило:

– выявить фенотипическую изменчивость показателей урожайности и биохимических качеств зерна озимых пшеницы, ржи и тритикале в сортоиспытании;

- выявить долю влияния генотипа, факторов внешней среды и их взаимодействия на изменчивость урожайности;

– изучить пластичность, стабильность и гомеостатичность сортов пшеницы, ржи и тритикале по показателям, обуславливающим продуктивность и биохимические показатели зерна;

– определить корреляционные взаимосвязи между урожайностью, качественными показателями зерна (содержание белка и крахмала) и гидротермическими условиями вегетационного периода;

- определить экономическую эффективность производства сортов озимых зерновых культур;

- выявить сорта озимых тритикале, пшеницы и ржи по урожайности, хозяйственно-полезным признакам для рекомендации производству и селекционным учреждениям.

Степень разработанности темы. Базой для проведения теоретических и методических исследований урожайности, качества зерна и адаптивной способности сортов озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале являются труды российских и зарубежных ученых: Н.И. Вавилова, А.А. Жученко, В.А. Сапегы, В.А. Максимова, Г.М. Виноградова, В.И. Неттевича, П.Л. Гончарова, Р.А. Цильке, А.И. Грабовца, А.А. Гончаренко, А.В. Крохмаль, А.С. Корзуна, Е.М. Чирко, В.Н. Пакуль, В.И. Никитиной, В.Е. Торицова, В.П. Шаманина, Ф.М. Стрижовой, И.Е. Лихенко, Н.Н. Новикова, Е.Д. Казакова, Г.П. Карпиленко, В.Л. Кретовича, Р.И. Рутц, Е. Виллегас, Р. Бауер, A.D. Bradshaw, K.W. Finley, A. Gradzielewska, N. Fayaz, A. Nezami, L.A. Lekgari, Z. Banaszak и других.

Работы перечисленных исследователей послужили достаточной базой для исследований в этой области. Переход к адаптивному растениеводству на основе использования набора сортов, максимально приспособленных к изменениям внешней среды, не только повышает урожайность и качество производимой продукции, но и отвечает требованиям ресурсосбережения и экологизации земледелия и растениеводства. Теоретическое обоснование на основе научных знаний показывает зависимость продуктивности сельскохозяйственных растений и их качественных характеристик от сортовых особенностей и условий внешней среды. В связи с этим представляется необходимым исследовать влияние

гидротермического режима лесостепной зоны Кемеровской области на формирование урожайности и отдельных признаков качества зерна озимого тритикале, озимой пшеницы, озимой ржи, для более полного использования биоресурсного потенциала этих культур. Малоизученными остаются вопросы адаптационного потенциала новой культуры для Кемеровской области озимого тритикале, что и предопределило выбор темы исследования.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые в почвенно-климатических условиях лесостепной зоны Кемеровской области проведена сравнительная оценка сортов озимых тритикале, пшеницы и ржи по стабильности и степени реализации потенциала продуктивности и качества зерна. Изучена сортовая специфика формирования урожайности и отдельных признаков качества зерна на фоне контрастных агрометеорологических условий. Дана оценка агроэкологической пластичности сортов по признакам урожайность зерна и качество зерна. Впервые дана детальная биохимическая характеристика белкового комплекса зерна различных сортов озимых тритикале, пшеницы и ржи отечественной селекции. На основании комплексного изучения белков сделан вывод, что озимый тритикале имеет зерно высокого качества и может быть использован на кормовые цели и в качестве дополнительного источника пищевого белка для сельскохозяйственных животных и человека. Доказано, что оценка на основе критериев по содержанию белка в зерне зерновых культур недостаточно показательна для оценки биологической ценности зерна. Экспериментально установлено, что для выявления ценных по биологической значимости сортов озимых пшеницы, ржи и тритикале наиболее приемлемым критерием качества зерна является содержание незаменимых аминокислот в зерне. Впервые в условиях Кемеровской области определена сортовая специфичность реакции озимого тритикале на агроклиматические условия, а также изучена гомеостатичность, пластичность и фенотипическая стабильность 4 новых сортов озимой ржи, 5 сортов озимой пшеницы и 3 сортов озимого тритикале, по урожайности и качественным показателям. Определены взаимосвязи между урожайностью, качественными признаками и гидротермическими показателями.

Идентифицированы адаптированные к условиям лесостепи Кемеровской области сорта, которые могут представлять интерес для селекции и производства.

Практическая значимость. Результаты исследований восполняют знания об особенностях формирования белкового комплекса зерна озимых тритикале, пшеницы и ржи, которые необходимы всем специалистам, работающим с зерновыми культурами. Полученные данные о содержании и качественном составе белков могут быть использованы как исходные данные в практической селекции на признаки качества зерна озимых тритикале, пшеницы и ржи, а также при сортоиспытании для внедрения их в производство в конкретных условиях.

Использование адаптивных технологий необходимо рекомендовать для снижения техногенных нагрузок в технологиях зернового производства. Выявлены ценные сорта озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале по продуктивности и качеству зерна, которые могут быть использованы как исходный материал в региональных программах селекции. Протестирована пластичность, стабильность и гомеостатичность представительной группы сортов по урожайности, наиболее перспективные из них по адаптивности рекомендованы для широкого использования в селекционном процессе в зоне изучения.

Полученные данные могут быть применены в учебном процессе вузов агрономических, биологических и экологических направлений подготовки.

Организация исследований. Диссертационная работа выполнена в 2008-2014 гг. на кафедре технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Кемеровского государственного сельскохозяйственного института» в соответствии с тематическим планом НИР (№ ГР 01200708905).

Методология и методы исследования. Методология основана на анализе научных публикаций российских и зарубежных исследователей и системно-альтернативном подходе. Исследования включали лабораторные исследования и полевые наблюдения, сравнение, обобщение и анализ данных.

Основные положения, выносимые на защиту:

- вклад генотипа и факторов внешней среды в изменчивость урожайности зерна озимых культур;

- биохимические показатели качества зерна;
- адаптивность сортов озимых пшеницы, ржи и тритикале по признакам, обуславливающим урожайность и качество зерна (содержание белка и крахмала);
- корреляционные взаимосвязи между урожайностью, качественными показателями зерна (содержание белка и крахмала) и гидротермическими условиями вегетационного периода;
- экономическая эффективность производства сортов озимых зерновых культур.

Степень достоверности и обоснованности результатов исследования базируются на достаточном экспериментальном материале и применении статистической обработки полученных данных. Для диссертационной работы был собран обширный материал, обработанный в лабораторных условиях. Тщательно соблюдены требования методики исследования.

Апробация работы. Результаты исследований 2008-2014 гг. изложены в научных отчетах и представлены на заседаниях кафедры технология хранения и переработка сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Кемеровского государственного сельскохозяйственного института». Основные положения работы доложены на конференциях: XII Международная научно-практическая конференция «Тенденции сельскохозяйственного производства в современной России», г. Кемерово, 2013 г.; Международный экологический форум «Природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока – взгляд в будущее», г. Кемерово, 2013 г.; II Молодежный экологический форум, г. Кемерово, 2014 г.; Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации», г. Кемерово, 2014 г.; Молодежный научный семинар «Социальная экология как основа экологизации общества», г. Кемерово, 2014 г.; VIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых «Инновационные тенденции развития Российской науки», г. Красноярск, 2015 г.; III Молодежный экологический форум, г. Кемерово, 2015 г.; Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации», г. Кемерово, 2015 г. Результаты исследований

неоднократно были доложены на совещании по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур в Кемеровской области в 2011-2015 гг.

Личный вклад соискателя в проведении научных исследований и получении наиболее существенных научных результатов состоит в следующем:

- определение актуальной проблемы в области селекции сельскохозяйственных растений и отрасли растениеводства и разработка программы исследований в этом направлении;

- непосредственное участие в закладке опытов и проведении научного эксперимента;

- обобщение полученных результатов исследований, их статистическая обработка и публикация в различных научных изданиях, в т.ч. в рекомендованных журналах ВАК.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 18 работ, в том числе 6 – в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ; 1 статья в журнале, входящем в базу данных Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science; в отчетах НИОКР.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Список литературы включает 257 наименований, из них 43 – на иностранном языке. Общий объем диссертации составляет 156 страниц машинописного текста, включает 20 таблицы и 13 рисунков, 19 приложений.

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Кондратенко Е.П. за руководство, ценные советы и неоценимую помощь в организации исследований и анализе полученных данных.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Значение сорта и агроклиматических факторов в формировании урожайности зерновых культур

Повышение продуктивности зерновых культур – одна из главных проблем агропромышленного комплекса (АПК) России. Анализ тенденции развития зернового хозяйства показывает, что основной путь увеличения производства высококачественного зерна – выращивание новых культур и сортов, более полное использование их потенциальных возможностей.

В настоящее время интенсификация сельскохозяйственного производства идет по двум путям: выведение новых сортов, соответствующего уровня урожая и качества продукции и разработка системы земледелия. Направление по созданию новых сортов использует теоретические разработки моделей сортов с определенными признаками и свойствами, соответствующими высоким уровням урожая и его качества в заданных условиях среды [43].

По утверждению Н.И. Бесалаева [20], сорт является основой сельскохозяйственного производства, и его роль возросла в последние годы, когда одни элементы технологии (удобрения) почти не применяются, а другие (основная обработка почвы, борьба с сорняками) проводятся нерегулярно. В то же время усиливается потребность в сортах, способных максимально реализовать потенциал продуктивности и качества.

Сорт – это динамичный биологический фактор, обладающий способностью реализовать генетический потенциал продуктивности при разном сочетании факторов внешней среды. Именно он является мощным фундаментом производства зерна высокого качества [115].

Исследователи Владимирского НИИСХ Россельхозакадемии подтверждают, что наиболее доступный из всех факторов, обеспечивающих получение высоких урожаев ярового ячменя, является сорт. Проанализирована продуктивность этой

культуры в годы, резко различающиеся по метеорологическим условиям. Выявлены линии, обеспечивающие высокую и стабильную по годам урожайность качественного зерна [146].

Значение сорта в производстве, а также достижения селекционной науки можно проиллюстрировать на примере опытов отдела селекции и семеноводства Краснодарского НИИСХ. Урожайность возделываемых сортов зерновых культур в крае в 1959-1984 гг. составила 63,4 ц/га, в 1979-2000 гг. – 77,7 ц/га, в 1989 -2002 гг. – 85,5 ц/га [139].

Учеными Сибирского НИИСХ Россельхозакадемии отмечено, что целенаправленная селекционная работа позволит создать серию сортов нового поколения, которые в значительной степени обеспечат потребность сельхозпроизводства [25].

По данным С.И. Денисовой [57, 58], в настоящее время основными направлениями селекции озимой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала является создание сортов, обладающих комплексной устойчивостью к наиболее распространённым болезням, высоким урожайным потенциалом и качеством зерна, способных наиболее полно реализовать свои возможности в сложных гидротермических условиях региона.

Н.И. Вавилов [30] утверждал, что урожай есть производное среды и генотипа и в огромной степени определяется условиями культуры, условиями района. Вклад сорта в рост урожайности при этом составляет 25%.

Другие ученые показывают, что на долю сорта приходится 35-40% прироста урожая [113, 203].

В работе Кузенко М.В. и Гудковой Г.Н. [121] изложены результаты изучения влияния генотипа и среды на элементы структуры урожая озимой тритикале. Полученные результаты показали, что большее число элементов структуры урожая зависело от генотипа (46-69%), самый большой процент влияния генотипа – 69% отмечен у такого элемента структуры урожая как общая кустистость.

Исследования в условиях Кузнецкой котловины С.В. Мартыновой и В.Н. Пакуль [130] позволили установить высокое влияние сорта (38,9 %) на прирост урожайности ярового ячменя. Факторы внешней среды в этих условиях в значительной степени оказывают влияние на продуктивность этой культуры (43,1%).

С.Н. Пономарев [156] утверждает, что влияние погодных факторов на величину и качество урожая остаётся высоким во многих природно-климатических зонах Российской Федерации.

Несмотря на значительный научно-технический прогресс, зависимость величины и качества урожая растений от почвенно-климатических условий остается еще весьма значительной. И чем более неблагоприятны условия выращивания растений, тем больше варьирует по годам их урожайность. В зоне неустойчивого увлажнения колебания урожайности возделываемых культур в 2-2,5 раза выше, чем в зоне устойчивого увлажнения. Вопрос взаимосвязи урожайности от конкретных, особенно неблагоприятных, метеорологических условий недостаточно изучен [73].

Факторы внешней среды могут изменяться закономерно и случайно. Закономерно изменяющиеся условия среды (смена сезонов года) вырабатывают у растений генетическую приспособленность к этим условиям [82].

В современных экономических условиях при ограниченном использовании минеральных удобрений и других средств химизации важным резервом повышения урожайности и улучшения качества зерна является подбор адаптированных к условиям среды сортов [141].

Односторонняя ориентация селекции на высокую потенциальную урожайность ведется в ущерб адаптивным свойствам. Сорта различных культур четко реагируют на сочетание почвенно-климатических условий, показывая ту или иную степень узкой или широкой адаптации. Н.Н. Захарова и Н.Г. Захаров [81] отмечают, что поскольку в формировании урожайности важную роль играют факторы среды, главным образом, сочетание почвенно-климатических условий, то при подборе сортов предпочтительнее использовать результаты 2-3-летнего

производственного сортоиспытания в конкретных условиях среды. Для обеспечения стабилизации производства зерновой продукции также целесообразно разработать систему сортов, взаимодополняющих друг друга по биологическим характеристикам.

По данным Л.П. Костяненко [111, 112, 113, 114], повышение потенциальной продуктивности сортов только за счет селекции, снижает их физиологическую устойчивость. Для более эффективного ведения растениеводства при повышении потенциала продуктивности серых хлебов необходимо учитывать взаимосвязь многочисленных биологических компонентов агробиоценоза. Урожайность и ее стабильность определяются в значительной мере условиями окружающей среды, многие компоненты которой являются нерегулируемыми (температура, осадки, интенсивность солнечной радиации, продолжительность светового дня, число дней с определенной температурой и т.д.). Большая изменчивость условий среды во времени и в пространстве, невозможность их контролировать и регулировать обуславливают высокую вариабельность урожайности и ее качества. В связи со сложившимся положением необходимо уделять больше внимания в селекции зерновых культур не просто повышению урожайности, а стабильности урожая во времени и пространстве.

Колебания урожайности по годам из-за неустойчивости погодных условий и, как следствие, нестабильность зернового хозяйства Центрального Черноземья определяют основную задачу селекции пшеницы – создание и внедрение в производство урожайных сортов, сочетающих высокое качество зерна с другими ценными признаками [128].

В исследованиях Р.К. Кадикова [90] в условиях предуральской степной зоны Республики Башкортостан в 2012 году установлено, что тепло и осадки являются основными экологическими факторами, оказывающими существенное влияние на рост и развитие пшеницы в период вегетации. При возделывании этой культуры лучший прирост сухого вещества и высокую урожайность получили при температуре +16 - +20⁰С.

В условиях Республики Татарстан была проведена оценка возможностей озимой ржи использовать естественные ресурсы температуры, влаги и световой энергии для обеспечения максимального урожая. Анализ полученных результатов исследований доказал, что потенциал культуры, обеспеченный агроклиматическими ресурсами, используется в среднем только на 50%, а в благоприятные годы достигает 68% [156].

Зависимость продуктивности сельскохозяйственных культур от температурных условий неоспорима. В связи с этим при оценке тепловых ресурсов используются такие показатели, как биологическая потребность растений в тепле, сумма активных температур вегетационного периода [118].

Главная задача современной селекции состоит в том, чтобы снизить потери достигнутого потенциала урожайности современных сортов от воздействия негативных факторов окружающей среды [162].

А.А. Казак и Ю.П. Логинов [93] отмечают, что устойчивое зерновое производство в Тюменской области, расположенной в зоне рискованного земледелия, во многом зависит от создания и подбора, хорошо адаптированных к местным условиям сортов зерновых культур.

Ученые Курского НИИ в 2011-2012 гг. провели исследования в условиях Центрального Черноземья по изучению урожайности сортов озимых культур – пшеницы, ржи и тритикале. Выявили, что урожайность зависит от вида культуры и их сортовых особенностей. Максимальную урожайность имели сорта озимого тритикале Зимогор (6,1 т/га) и Дон (5,8 т/га). Это на 75-84% выше, чем урожайность сорта озимой пшеницы Московская 56 и на 114-125% выше, чем у сорта озимой ржи Таловская 12 [80].

Ю.С. Пешиной с соавторами [153] в результате проведенных исследований в Предуралье в 2011-2012 гг. установлено, что озимый тритикале формирует более высокую продуктивность (3,08 т/га), чем озимая рожь (1,39 т/га).

Л.И. Кедрова с соавторами [4] показали, что недобор урожая озимых культур в условиях Северо-Восточного региона Российской Федерации в основном происходит из-за неблагоприятных экологических условий в

вегетационный период. Наблюдается уменьшение регенерационной способности растений (в среднем на 34,0%) и снижение продуктивной кустистости (на 36,4%).

При современных технологиях возделывания культур и росте потенциальной продуктивности сортов величина и качество урожая в большей степени оказываются зависимыми от нерегулируемых факторов внешней среды, которые даже при наиболее техногенно-интенсивных технологиях на 60-80% обуславливают межгодовую вариабельность урожайности сельскохозяйственных культур. Причем, чем менее благоприятны почвенно-климатические и погодные условия, чем выше потенциальная продуктивность сортов, тем меньше их различия по абсолютной величине лимитирующего фактора (температура, влажность) оказывают влияние на величину и качество урожая [7].

В исследованиях кафедры растениеводства ФГБОУ ВПО Ижевской ГСХА была установлена роль метеорологических условий в формировании урожайности ячменя и овса. Было доказано, что между урожайностью зернофуражных культур и среднесуточной температурой воздуха за период посев – восковая спелость зерна наблюдается отрицательная тесная корреляция. И первым ограничивающим фактором в условиях Среднего Предуралья является среднесуточная температура воздуха за период посев – восковая спелость [102, 202].

Г.Н. Потаповой [161] установлено, что рожь является наиболее адаптированной озимой зерновой культурой к агроклиматическим условиям Среднего Урала. Сравнительная оценка лучших сортов и селекционных образцов озимых культур показывает, что уровень урожайности в большой степени зависит от погодных условий в период вегетации.

А.С. Иваненко с соавторами [84] утверждают, что озимые пшеница и тритикале в условиях Тюменской области периодически вымерзают из-за плохой перезимовки при поздних посевах, когда всходы не успевают подготовиться к зиме, или весной, после начала вегетации от возвратных заморозков. За 10 последних лет озимые вымерзали по два раза.

Для получения высоких и устойчивых урожаев важнейшее значение имеет эффективное использование естественных осадков, количество которых зависит

от погодных условий. Существующие методы расчета потенциального урожая по уровню продуктивной влаги не позволяют получать устойчивых решений, а главное – не отвечают на вопрос, осадки каких месяцев оказывают решающее значение в формировании урожая. В связи с этим необходим новый подход к совершенствованию селекционных программ и реализации их результатов. Зависимость продукционного процесса агроценоза всегда многофакторная. Чтобы изучить зависимость урожая от продуктивной влаги, разработаны многомерные регрессионные модели [191].

В 2008-2010 гг. в ГНУ «ТатНИИСХ» была проведена оценка 142 образцов озимого тритикале из мировой коллекции ВИР. Зимостойкость 38% изучаемого материала оказалась неудовлетворительной [194].

По данным полевых исследований Поморцева А.В. и Грабельных О.И. [180], в условиях Восточной Сибири морозостойкость у озимой пшеницы составила 70,8%, у озимого тритикале – 91,6% и у озимой ржи – 95,8%. Высокая устойчивость озимой ржи и тритикале к низким температурам определяется углеводным статусом и стабильностью процесса дыхания в ответ на повышение температуры в конце зимы [224, 246, 252].

Высокая продуктивность растений, как указывает Г.С. Егорова [67], возможна при условиях, когда в них поддерживается оптимальное состояние таких факторов внешней среды, как свет, тепло, влага, режим углекислого и минерального питания.

Для выявления генотипов (сортов), отличающихся широкими адаптационными свойствами к конкретным почвенно-климатическим условиям региона и отвечающих требованиям современного производства, первостепенное значение имеет их всестороннее изучение [204].

Л.В. Бекеновой с соавторами [16] было показано, что важнейшим свойством любого сорта является его адаптивность. Учет специфической адаптивной способности обуславливает наибольшее соответствие между генотипом и средой, что очень важно для агроэкологического районирования сортов. Нестабильная урожайность объясняется низкой приспособленностью сортов к местным

почвенно-климатическим условиям. При создании пластичных сортов необходимо определить взаимодействие «сорт x условия». Такая характеристика послужит дополнительной оценкой перед передачей сорта на государственное сортоиспытание. Доля генотипа у среднеспелых сортов яровой мягкой пшеницы - 39,4%, условия среды – 46,8%, генотип x условия – 14,7%. У среднепоздних сортов роль генотипа в формировании урожайности повышается на 44,3%, на условия среды приходится 36,0%, взаимодействие «генотип x условия» – 19,5%.

Уровни продуктивности и урожая растений определяются не генами, а эффектами взаимодействия «генотип-среда», которые являются эмерджентными (заново возникающими) свойствами высоких уровней организации жизни (онтогенетический, популяционный, фитоценотический) и отсутствуют на молекулярном уровне. Взаимодействие «генотип-среда» - это смена наборов продуктов генов, влияющих на признак при смене лимитирующего фактора внешней среды [61, 137].

Многие государства выделяют огромные средства на геномику и протеомику, но ни в одном НИИ (не только в России, но и за рубежом) пока еще нет ни одной лаборатории, разрабатывающей тему: «Расшифровка механизмов взаимодействия «генотип-среда» и создание методов прогноза эффектов взаимодействия «генотип-среда» для выделения новых урожайных сортов. Между тем самый мощный вклад в эколого-генетическое повышение урожаев могут дать только эффекты взаимодействия «генотип-среда» [62].

В большинстве исследований отмечается значительная вариабельность доли вклада генотипической и средовой изменчивости в общее фенотипическое варьирование урожайности и основных хозяйственно ценных признаков в зависимости от условий лет, пунктов, агрофонов, сроков посева [48, 92].

По мнению В.А. Сапегы [177], повышение стабильности урожая и его структуры свойственно сортам с широкой гомеостатичностью. Селекция на широкую гомеостатичность имеет важное значение, так как высокая адаптивность сорта может обеспечить стабильность урожая в варьирующих экологических

условиях. При помощи дисперсионного анализа вариансу взаимодействия генотип–среда можно разложить на составляющие и выявить количественно различные типы взаимодействий (сорт × год, сорт × пункт испытания, сорт × год × пункт испытания).

По мнению А.В. Кильчевского [97], урожайность сорта является результатом сложного взаимодействия «генотип-среда», где средой являются не только почвенно-климатические условия, но и технологические приёмы возделывания. Поэтому при селекционной работе важно не только создать сорт, но и выявить наиболее благоприятную зону для его выращивания, иными словами найти «экологическую нишу». Зачастую данными понятиями игнорируют, что приводит к ошибкам, как при районировании сорта, так и при определении форм, перспективных для селекционной работы.

И.А. Рыбась [172] в своих исследованиях, проводимых на опытном участке ГНУ ВНИИЗК Россельхозакадемии, установил, что доля влияния условий среды (предшественник) на урожайность озимой мягкой пшеницы 80 %, сортов – 13%, взаимодействие «предшественник x сорт» – 7%.

В.В. Ефремовой [3] методом двухфакторного дисперсионного анализа урожайности сортов установлено, что фактор А (год испытания) характеризуется большей долей влияния на урожайность сортов пшеницы (95,95 %), чем генотипа (3,84%).

Погодные условия не имеют повторности, их градации смешаны с эффектом опыта в целом. И если показатели сортов различаются по годам, значит есть взаимодействие «сорт – условия года», эффект которого можно проанализировать как дисперсионный комплекс [109, 190].

Агеевой Е.В. и Лихенко И.Е. [211] методом трехфакторного анализа установлено, что на долю влияния фактора А (год) приходится 12%, фактора С (сорт) – 16%, а взаимодействие двух факторов (АхС) – 10%.

Селекция растений тесно связана с экологией и агроклиматологией. Существование какого-либо генотипа немыслимо вне определенной среды. Генотип может существовать в конкретной среде и, более того,

взаимодействовать с нею. При этом устанавливается взаимодействие в цепи генотип-среда [124].

Особый научный интерес представляет выявление признаков, которые лимитируют урожай сортов озимых культур в конкретной эконише [34, 134].

Для повышения эффективности селекционной работы необходимо учитывать особенности корреляционных связей между продуктивностью и влияющими на ее формирование элементами и субэлементами [150]. Вместе с тем, в разных экологических условиях характер этих связей имеет свои особенности, обусловленные генотип-средовым взаимодействием при реализации генотипа в онтогенезе [91, 143].

Таким образом, при снижении количества вносимых удобрений и средств защиты возрастает роль оптимального набора культур и их рационального размещения. Большинство ученых считают, что выведение и распространение устойчивых сортов – главный путь к адаптивному растениеводству. Постоянно меняющиеся условия окружающей среды обуславливают непрерывность этого процесса, с ускорением темпов в последнее время в связи с обострением фитопатологической ситуации и необходимостью частой сортосмены. Селекционные разработки воплощаются в сорте. Его генетический потенциал, особенности продукционного процесса выступают исходной позицией всех технологических решений.

1.2 Влияние генотипа и факторов внешней среды на биохимические показатели качества зерна

Эффективность производства зерна во многом зависит от его качества. В свою очередь, главным направлением в решении проблемы обеспечения качества зерна в РФ следует считать создание сортов, устойчивых к неблагоприятному воздействию окружающей среды, с высоким содержанием белка, сбалансированных по аминокислотному составу и питательной ценности, устойчивых к прорастанию на корню в колосе и действию биотических стрессов

[165]. Задача получения качественной, экологически чистой и сбалансированной по аминокислотному составу сельскохозяйственной продукции, в частности кормового и продовольственного зерна, в последнее время становится актуальной.

Проблема качества зерна в современной селекции – одна из главных наряду с продуктивностью. Решение данной задачи возможно на основе использования всех ресурсов повышения качества сельскохозяйственных культур [144].

Расширение посевов озимых зерновых культур в Сибири - это резерв увеличения производства качественного зерна, так как эти культуры убираются в ранние сроки, что позволяет получать зерно стандартной влажности и обеспечивает его сохранность без снижения качества.

Неблагоприятные агроклиматические условия снижают качество озимых культур. С целью повышения устойчивости производства зерна озимых, по мнению А.И. Шабайва с соавторами [200], необходимо грамотно использовать сортовой потенциал с высоким уровнем технологии возделывания.

Значительную роль в получении зерна высокого качества играют сложившиеся погодные условия, особенно в период уборки урожая, а также организационно-экономические мероприятия, направленные на формирование партий зерна с заданными технологическими свойствами [115]. Зависимость качества зерна озимых зерновых культур от условий внешней среды во время формирования зерновки отмечают Н.Н. Беляев и Е.А. Дубинина [18], Е.А. Егушова и Е.П. Кондратенко [68] и указывают на негативное влияние низкой температуры и большого количества осадков в период формирования зерна.

Основными веществами пшеницы, ржи и тритикале, ради которых они и возделываются, являются белок и крахмал. Углеводы по количеству занимают первое место среди других веществ зерна, составляют главную массу зерна, примерно две трети [94], синтезируются из CO_2 и H_2O , и служат основным энергетическим запасным веществом развивающегося зародыша.

В зерне содержатся в небольшом количестве липиды растительного происхождения, образованные глицерином и высокомолекулярными

предельными моно- и полиненасыщенными органическими кислотами [126, 208]. В жире зерна злаковых культур преобладают непредельные жирные кислоты, которые являются необходимыми в питании человека и животных для нормального течения процессов обмена веществ.

Жирные кислоты, входящие в состав липидов, выполняют функции основных структурных компонентов клеточных мембран живой клетки, при этом структурообразующие единицы не являются пассивными строительными блоками, а выступают активными участниками и регуляторами различных биологических процессов, формируя липидно-белковые микродомены, организуя ориентацию и взаимодействие белков [253].

Физико-химические свойства биологических мембран, такие как текучесть и диэлектрическая проницаемость, определяемые жирнокислотным составом и условиями среды, оказывают влияние на протекание мембранных и внутриклеточных процессов, включая регуляцию экспрессии генов и фосфорилирование адаптивных ответов на стрессовые факторы внешней среды [244].

На долю жиров приходится 63 – 65 % всех липидов зерна. Они являются запасными веществами и представляют собой наряду с углеводами концентрированный энергетический и строительный резерв организма.

Триацилглицерины семян служат запасом органического углерода и при прорастании обеспечивают биосинтетические процессы. Во время прорастания семян запасные липиды мобилизуются в пероксисомах для синтеза углеводов.

В ответ на внутренние или внешние сигналы ферменты липазы отщепляют свободные жирные кислоты от липидной основы, приводят к биосинтезу оксипинонов [226, 250]. Оксипиноны образуются в растениях из продуктов окисления ненасыщенных жирных кислот, которые вовлекаются в защитные реакции, то есть являются сигнальными веществами, регулируемыми каскады защитных реакций [218, 248].

Крахмал по количеству занимает первое место среди других веществ зерна. Наличие мелких крахмальных зерен способствует получению при помолу зерна

пшеницы крупитчатой муки. Раньше этот признак связывали исключительно со стекловидностью зерна [183]. Клетчатка – это полисахарид, служащий основным компонентом клеточных стенок. В организме человека она не переваривается, но необходима для стимуляции моторики кишечника и перемещении пищевого комка по желудочно-кишечному тракту. Другие вещества также имеют значение для оценки качества зерна. Однако, учитывая их относительно малую количественную изменчивость и слабую изученность свойств, им не придают ведущего значения [136].

До недавнего времени считалось, что в состав зерна злаковых культур входит 12-13 зольных элементов. Однако с развитием методов биохимии и работ в области физиологии минерального питания растения стало известно значительно большее число зольных элементов, находящихся в зерне зерновых злаковых культур. Минеральные вещества в растениях находятся в легкоусвояемой форме, они обладают биологической активностью, участвуют в биохимических процессах в организме человека [201]. К числу важных зольных элементов большинство исследователей относят фосфор, калий, кальций, магний и железо. К необходимым элементам относят также бор, марганец, серу и др. [142]

Известно, что урожай сельскохозяйственных культур, его минеральная полноценность, а, следовательно, и продуктивность животноводства и здоровье людей во многом зависят от содержания элементов в растительной продукции.

В растениях содержание микроэлементов составляет 1×10^{-3} – 1×10^{-5} и меньше [89, 158]. Микроэлементный состав культурных растений разнообразен и обусловлен биологическими особенностями самих растений, а также большой вариабельностью содержания подвижных форм элементов в пахотных почвах [164].

Таким образом, все эти данные указывают на то, что в зерне зерновых культур содержатся вещества, которые являются совершенно необходимыми для обмена, без которого не может быть нормального роста и развития растения, человека и животного. К таким веществам относятся белки, аминокислоты, крахмал, эфиры и макро- и микроэлементы. Они являются двигателями и

регулирующими агентами в обмене веществ прорастающего семени и растущего животного организма. Известно, что макро- и микроэлементы входят в состав активных групп ферментов, они участвуют в сложных биохимических и физиологических процессах [71, 196, 251, 215, 235, 234, 236, 249, 255, 223, 221, 222]. Содержание их в зерне мало, а активность велика.

По данным В.В. Ефремовой [3], производство высококачественного зерна должно быть основано на возделывании сортов, обладающих комплексом ценных признаков. Наиболее важными из них являются содержание белка, количество и качество клейковины.

В качестве основного белковосодержащего сырья ведущая роль принадлежит зерновым культурам. В глобальном масштабе около 70 % потребности человечества в белках покрываются за счет зерна, или при непосредственном употреблении в пищу, или опосредованно путем скармливания его животным для производства мяса. Следовательно, запасные белки растений служат основой питания человека и сельскохозяйственных животных.

Накопление белка и аминокислотный состав являются одной из важнейших характеристик биологической ценности зерна. Аминокислотный состав используется как биохимический критерий биологической ценности кормов и пищевых продуктов (по суммарному содержанию незаменимых аминокислот). При учете биологической ценности любых продуктов, необходимо учитывать не только общее содержание в нем белка, но также и его качественный состав, т.е. содержание в нем незаменимых аминокислот [255, 256].

Аминокислоты являются структурной единицей белковых молекул, участвующих во всех процессах, происходящих в организме человека и животных. Без белков невозможна жизнь, рост и развитие организма. Белки выполняют специфические функции в клетке: ферментативные, строительные, регуляторные. Уменьшение белка в рационе до 3 % рекомендуемых норм вызывает нарушение выработки ферментов и, соответственно, усвоение важнейших питательных веществ [94].

Дефицит протеинов стимулирует поиск новых сортов и гибридов с высоким их содержанием, с хорошо сбалансированным аминокислотным составом, которые могли быть использованы в селекционных программах для создания новых улучшенных генотипов.

Исследования В.К. Кочетова [115] показали, что наиболее существенное влияние на качество зерна озимой пшеницы оказывают сорта, технологии их возделывания и сложившиеся погодные условия. Качество зерна в высокой степени определяется генотипом сорта (23,4-27,6%), причём его доля значительно увеличивается с внедрением новых высокопродуктивных сортов.

Ценность озимой пшеницы состоит в том, что зерно отличается высоким содержанием белка (14-17 % и более) и углеводов (80%), поэтому она широко используется в хлебопечении, макаронной, кондитерской промышленности [42].

Валовые сборы зерна этой культуры обеспечиваются успехами селекции [41, 209]. В исследованиях Г.И. Букеевой и А.И. Войскового [40, 166] установлено, что современные сорта озимой мягкой пшеницы обладают высоким потенциалом продуктивности и качеством зерна.

Р.И. Рутц [170] считает, что основные направления в селекции озимой мягкой пшеницы в Сибири должны быть направлены на создание сортов, сочетающих зимостойкость, продуктивность, устойчивость к болезням и полеганию, формирующих высокое качество зерна. При создании новых сортов озимой пшеницы Ф.А. Колесников с соавторами [101] рекомендовали контролировать одновременно продуктивность и содержание белка в зерне, чтобы выделять наиболее ценные формы.

По данным Б.И. Сандухадзе с соавторами [176], перспектива производства высококачественного зерна озимой пшеницы заключается в возделывании сортов с геномом высокого качества.

По мнению Н.Н. Новикова и П.Н. Николаева [140, 142], производство зерна высокого качества лимитируется, прежде всего, обеспеченностью азотом во все периоды роста и развития культуры и погодными условиями в период налива.

В зерне ржи, в зависимости от условий выращивания и сорта, содержится 9-17% белка; 52-63% крахмала; 1,6-1,9% жира [17]. Белок озимой ржи по аминокислотному составу более сбалансирован, чем пшеницы и других зерновых культур. Он богаче лизином, треонином, фенилаланином и аргинином, они определяют его биологическую ценность для организма человека и животных [188].

Зерно ржи характеризуется рядом недостатков, оно содержит большое количество водорастворимых пентозанов. В оболочках зерновки их содержание составляет до 35 %, в алейроновом слое - до 15 %, что снижает питательную ценность зерна ржи, подавляя усвоение и поглощение других важных веществ животными [98].

Вопросы формирования качества зерна хорошо изучены у пшеницы, в отношении тритикале таких исследований гораздо меньше. В 70-80 – х гг. XX века проводили достаточно широкие изыскания в области качества зерна тритикале, содержание белков, крахмала, липидов, питательной ценности. Над этими вопросами работали в Канаде [29], Мексике [36], США [15], Польше [233]. Исследования в этой области проводили и отечественные ученые [116, 197]. Исследованиями установлено, что отдельные признаки качества зерна озимого тритикале, как и озимой пшеницы, варьируют в различных пределах в зависимости от генотипа и условий внешней среды [96, 116].

Тритикале сочетает в себе хозяйственно-ценные признаки пшеницы и ржи, отличается повышенной устойчивостью к болезням и неблагоприятным погодным условиям, способен накапливать в зерне большое количество белка.

Несмотря на то, что геномы, образующие тритикале, не прошли эволюционные пути коадаптации, селекционная работа в течение одного столетия привела к появлению новой хозяйственно важной культуры [6, 229, 243].

Условно озимый тритикале можно отнести к эврибионтам, поскольку, по данным научных исследований [37, 238, 44, 220, 242, 227, 239, 231, 247, 238], эта культура имеет широкий диапазон экологической пластичности по отношению к комплексу экологических факторов. Это объясняется тем, что этот ботанический

род является константным пшенично-ржаным гибридом, родители которого были эволюционно сформированы при жестких условиях среды. Известен положительный зарубежный опыт по созданию сортов и гибридов тритикале с качественно новым уровнем признаков и потенциальной урожайностью более 12 т/га [245, 241, 217].

По мнению селекционеров и биохимиков [245, 241, 217, 210], широкое внедрение тритикале в производство сдерживается отсутствием сортов с хорошими технологическими свойствами.

А.В. Крохмаль [117] в полевых опытах Донского НИИСХ изучил показатели качества зерна сортов озимого тритикале. Выявил корреляционные взаимосвязи признаков качества зерна с гидротермическими показателями. Содержание белка в исследовании варьировало в зависимости от сорта и погодных условий от 13,0 % до 14,0 %.

О.И. Босиева, Е.А. Плиева, Г.Ф. Джиева [24] отмечают, что тритикале на территории Республики Северная Осетия-Алания может накапливать белка до 16 %. По аминокислотному составу белки этой культуры занимают промежуточное положение между белками пшеницы и ржи [173, 125]. Большое внимание этой культуре уделяется в Европе: более 80% рациона кормления домашних животных составляет зерно тритикале [66].

По данным А.А. Романенко [169], зерно тритикале содержит больше сырого протеина и общих сахаров, по сравнению с пшеницей и рожью, поэтому может использоваться на корм скоту.

Таким образом, в научной литературе рассмотрено влияние почвенно-климатических и погодных условий на потенциальную продуктивность сортов, Освещено влияние лимитирующих факторов (температура, осадки) на величину и качество урожая. Многочисленными исследованиями показано, что продуктивность и химический состав зерна зерновых культур подвержен колебаниям в зависимости от условий возделывания и сортовых особенностей.

1.3 Оценка сортов зерновых культур по экологической пластичности и стабильности

Повышение адаптивности зерновых культур путем создания пластичных сортов – одно из важнейших условий стабильности ее урожаев по годам [52, 53].

Селекционный процесс любой культуры начинается с выбора исходного материала, его предварительного изучения и оценки [145].

Существуют приемы и технологии для выделения адаптивного потенциала сортов и линий, среди которых экологическое сортоиспытание занимает одно из ведущих мест и позволяет достаточно точно определить ареалы Государственного сортоиспытания и констатировать результаты работы на повышенную адаптивность [129].

По мнению Т.А. Анохиной и Е.М. Чирко [14], для объективной и полной характеристики сортов при экологическом сортоиспытании, а также при оценке селекционного материала необходимо использовать сочетание различных статистических моделей и показателей, а адаптивность сорта следует рассматривать с позиции пластичности, стабильности и гомеостатичности.

Создаваемые сорта чаще оказываются невостребованными производством не из-за сниженного уровня потенциала продуктивности, а вследствие недостаточной экологической стабильности и адаптивности. Для выявления степени стабильности и адаптивности созданных сортов проводятся их экологические испытания, по результатам которых вычисляются те или иные математические параметры, предложенные для оценки особенностей норм реакции генотипов на диапазон условий испытаний [63].

При оценке сортов в государственном сортоиспытании необходимо ориентироваться не только на среднюю урожайность, но и на параметры их экологической пластичности. Параметры экологической пластичности необходимо использовать при районировании сортов с учетом различных почвенно-климатических условий зон [119].

Сельское хозяйство становится более экологически ориентированным. Для более полноценного использования биологического потенциала растений, повышаются требования к изученности генетического, экотипического и биотипического разнообразия селекционного материала для получения адаптивных, стабильно продуктивных сортов сельскохозяйственных растений с приданием им максимальной среднеобразующей и ресурсосберегающей функции [139].

Как подчеркивает Гончаренко А.А. [46], в решении проблемы экологической устойчивости важная роль должна отводиться сортовому агротехнологиям, задача которых состоит в максимальном удовлетворении специфических потребностей сорта.

Селекция на повышенный гомеостаз имеет особое значение для регионов с недостаточным увлажнением, каковыми являются южная лесостепь и степь Западной Сибири. Направленность селекции на устойчивость к неблагоприятным факторам среды, особенно к засухе, предполагает комплексную оценку селекционного материала с ранних этапов селекции [212].

Для повышения эффективности селекционного процесса при создании сортов, обладающих требуемым сочетанием хозяйственно важных признаков и высокой экологической адаптивностью, необходим поиск более совершенных, а иногда и нетрадиционных подходов к обработке информации селекционного процесса [159].

Первостепенная задача селекции – создание сортов, сочетающих высокую урожайность с относительно высокой устойчивостью к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям и обладающих наибольшей степенью приспособленности к условиям произрастания [9, 10, 54, 230].

Важнейшее значение в обеспечении высоких урожаев семян озимой пшеницы играет их приспособленность к условиям выращивания и потенциал в определенной почвенно-климатической зоне. Повышение адаптивного потенциала – одна из главнейших задач современной селекции [23].

А. В. Алабушев [7], утверждает, что чем менее благоприятны почвенно-климатические условия, выше потенциальная продуктивность сортов, тем меньше их различия по абсолютной величине лимитирующих факторов. Реализация возможностей создания новых сортов растений с учетом изменений климата требует усиления и расширения адаптивного потенциала в выборе селекционных целей и методов, а также обеспечения функциональной связи селекционного сортоиспытательного, семеноводческого и агротехнического этапов.

В работе В.С. Валекжанина и Н.И. Коробейникова [31] показано, что анализ адаптивных свойств сортов и линий мягкой пшеницы по урожайности с помощью различных методических подходов приводит к практически идентичным результатам в плане выделения лучших сортов. Высокопродуктивные генотипы мягкой озимой пшеницы по реакции на изменение условий среды приближаются к интенсивным формам, как и засухоустойчивые сорта, они в меньшей степени снижают продуктивность в лимитированных средах. В результате комплексной оценки сортов по параметрам экологической пластичности выделены перспективные формы с различными экологическими характеристиками (пластичность, стабильность, адаптивность), которые следует активно использовать в селекционных программах на повышение общей адаптивности пшеницы, а также при создании новых агроэкологически специализированных сортов.

По данным Н.И. Коробейникова [110], нестабильность погодных условий, а также недостаточная сбалансированность адаптивных возможностей используемых сортов приводит к резким колебаниям урожайности.

Отрицательное действие неблагоприятных абиотических факторов среды может быть снижено в результате расширения морфобиотипного разнообразия сортов зерновых культур и повышения их адаптивного потенциала [79, 178].

Целесообразно возделывать не столько сорта, имеющие очень высокий потенциал продуктивности посевов, а сколько сорта, формирующие стабильность урожайности зерна [88].

По мнению А.Г. Крючкова [22] и И.Н. Бесалиева [21], экологическая пластичность сорта – это его способность приспособливаться (адаптироваться) к различным условиям среды (место пребывания, климат, условия вегетации, уровень агротехники) путем изменения своих свойств в пределах, заложенных генотипом (норма реакции).

В практике сельскохозяйственного производства последних лет преобладают условия его экстенсификации, выражающиеся, в первую очередь, в минимализации обработки почвы, невнесении удобрений и др. Поэтому требования к сортам необходимо пересмотреть или уточнить их отзывчивость на условия среды. Если сорт не обладает пластичностью к широкому спектру почвенно-климатических условий, то есть не обладает соответствующей нормой реализации, то он не может противостоять действию различных биотических и абиотических стрессов [85, 86].

Проблема учета адаптивной способности, экологической пластичности и стабильности при создании сортов отражена в работах видных селекционеров [53, 99, 123, 149].

Под адаптивной способностью понимается способность генотипа поддерживать свойственное ему фенотипическое выражение признака в определенных условиях среды, а под стабильностью – способность регуляторных механизмов поддерживать определенный фенотип в различных условиях среды [127].

Интенсивные сорта с высоким генетическим потенциалом продуктивности следует возделывать в более благоприятных условиях. В сложных почвенно-климатических условиях следует выращивать более пластичные сорта с высоким адаптивным потенциалом [213].

В исследованиях Л.А. Кононенко [185] показано, что экономически крепкие хозяйства нуждаются в интенсивных сортах. По мнению ученого, сорта с пониженной отзывчивостью на условия вегетации по урожайности лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимум отдачи при минимуме затрат.

Известно, что с увеличением общего урожая нередко снижается содержание белка, жира, сахаров, витаминов, вкуса и других показателей, имеющих, как и величина урожая, определенную потребительскую стоимость [100]. По мнению Н. Н. Вожжова [38, 39], недостаточное внимание уделяется изучению адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы к условиям выращивания по показателям качества зерна и муки. Они определяют итоговую ценность сорта при производстве продуктов питания. В погоне за урожайностью сортов можно потерять их качество, а, следовательно, и привлекательность для пищевой промышленности. Поэтому выявление сортов, обладающих адаптивностью к условиям выращивания и одновременно имеющих высокие показатели качества зерна и муки, является актуальной и современной задачей.

Следует отметить, что потенциальная продуктивность и экологическая устойчивость вносят самостоятельный вклад в формирование урожайности культур. Другие факторы (природные, хозяйственные) опосредованно влияют на величину урожайности. Характер связей может быть различным и определяется особенностями культуры, сорта [135].

В настоящее время, большое внимание уделяется оценке сортов по параметрам экологической пластичности, которую связывают с их способностью давать высокий и качественный урожай в различных почвенно-климатических, погодных и агротехнических условиях [179].

Для характеристики потенциала модификационной и генотипической изменчивости отдельных признаков (или их групп) и видов растений используют термины «пластичность» и «стабильность». Пластичность (способность к изменчивости признаков), также как и стабильность в варьирующих условиях внешней среды, рассматривают в качестве основных приспособительных свойств живых организмов [74].

При оценке сортов сельскохозяйственных культур по экологической пластичности и стабильности у ученых нет единого мнения [28].

A.D. Bradshaw [219] давал определение пластичности, как способности генотипа изменять величину признаков в разных условиях среды, а стабильности – как отсутствие пластичности.

S.A. Eberhart и W.A. Russell [225] считают, что лучшими являются средне пластичные сорта с высоким средним значением признака и высокой стабильностью в различных условиях выращивания.

По мнению G. Wricke [257], лучшими являются наиболее адаптивные генотипы, которые имеют минимальное взаимодействие со средой и высокую стабильность признака.

K.W. Finley и J.N. Wilkinson [228] считают оптимальным сорт с высокой общей адаптивной способностью, обеспечивающей максимальный урожай как в благоприятных, так и в неблагоприятных условиях среды.

Только высокая адаптивность сорта может обеспечить стабильность урожая в различных экологических условиях [168, 171].

Для объективной и полной характеристики сортов при экологическом сортоиспытании адаптивность сорта следует рассматривать с позиции пластичности, стабильности и гомеостатичности [186].

Как показывает научный и практический опыт, широко распространенная оценка сортов лишь по средним урожаям не обеспечивает выявления всех их достоинств и недостатков и требует дополнительных критериев оценки [198].

Одним из важных показателей, характеризующих устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов среды, является гомеостаз, это универсальное свойство в системе взаимоотношения генотипа и внешней среды. Гомеостаз – не что иное, как способность генотипа сводить к минимуму последствия воздействия неблагоприятных внешних условий.

Критерием гомеостатичности сортов можно считать их способность поддерживать низкую вариабельность признаков продуктивности. Таким образом, связь гомеостатичности (Hom) с коэффициентом вариации (V) характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды [106].

Повышение стабильности урожая и его структуры свойственно сортам с широкой гомеостатичностью. Селекция на широкую гомеостатичность имеет важное значение, так как высокая адаптивность сорта может обеспечить стабильность урожая в варьирующих экологических условиях.

По данным В.В. Хангильдина [195], одним из критериев оценки генотипа является величина гомеостаза (Ном), который представляет собой систему адаптивных реакций организма (генотипа), обеспечивающих стабилизацию определенного потенциала урожайности в широких границах условий среды.

Критерий Ном гомеостатичность учитывает степень развития признака в зависимости от меняющихся условий. Под гомеостатичностью понимаются способность сорта противостоять снижению продуктивности в условиях воздействия лимитирующего фактора. Гомеостаз отражает способность генетических механизмов сводить к минимуму последствия неблагоприятных воздействий внешней среды [186]. По мнению В.В. Хангильдина [195], регрессионная модель S.A. Eberhart, W.A. Russel [225] не дает полной и объективной оценки сравниваемым генотипам.

Проявление высокой гомеостатичности обычно связывают со стабильностью признака, то есть с меньшей его изменчивостью [27].

Односторонний отбор высокопродуктивных сортов в условиях высоких агрофонов на госсортоучастках снижает их экологическую устойчивость. Дальнейшее районирование таких сортов приводит к снижению величины реализации потенциала их урожайности, так как не всегда удается в производственных условиях поддерживать агрофон на уровне госсортоучастков [72, 138].

Ю.И. Васильев с соавторами [33] проанализировали корреляционную зависимость урожайности озимых культур от осадков в регионах юго-востока Европейской территории Российской Федерации. Установлено, что урожайность озимой пшеницы зависит от осадков сентября-июня ($r=0,445-0,657$), т.е. практически от всего вегетационного периода. У озимой ржи установлена связь

урожайности с осадками мая-июня в период фазы колошения и налива зерна ($r=0,716$).

Изучение корреляционных связей урожайности с хозяйственно-ценными признаками за ряд контрастных лет позволяет определить, за счет каких элементов структуры урожая можно более эффективно повышать продуктивность и качество растений [155].

На практике для выявления стабильности сортов большое значение имеют опыты экологического и факториального испытания. Первые представляют опыты, рассредоточенные во времени (в одном пункте в течение ряда лет), вторые – в пространстве (в нескольких пунктах за один год) [13].

Краткий обзор опубликованных данных показывает слабую изученность накопления в зерне озимых культур белков, углеводов, масел, макро-микроэлементов, что затрудняет выбор приоритетов в селекции на ближайшую перспективу на региональном уровне. Преобладающая роль средовых факторов в определении данных критериев и целый ряд других причин указывают на трудности отбора действительно ценных по качеству генотипов при их использовании в селекционном процессе. Нет полной ясности при тестировании адаптивности и повышении роли генотипа в формировании качества урожая. Недостаточно изучен по реакции на условия среды сортовой состав озимой пшеницы, ржи и тритикале в конкретных условиях его использования в качестве исходного материала. Эти и другие вопросы требуют более глубокого изучения. В связи с этим представляется необходимым изучить и дать оценку адаптивности и качеству зерна сортов озимых культур в условиях лесостепи Кемеровской области. Нами практически не обнаружено материалов исследований по изучению данного вопроса применительно к почвенно-климатическим условиям данного региона.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Почвенно-климатические условия

Исследования выполнены на полях Яшкинского государственного сортоиспытательного участка (ГСУ), расположенного в лесостепной зоне Кузнецкой котловины Кемеровской области.

Почвы зоны в основном светло-серые лесные, содержание гумуса составляет 3,4 %, подвижного фосфора и калия – 6 и 10 мг на 100 г, рН почвы – 6,1 [163].

Территория Яшкинского ГСУ относится к умеренно-прохладному умеренно-увлажненному агроклиматическому подрайону. Зима холодная и продолжительная.

Весной характерно стремительное нарастание тепла, приводящее к интенсивному таянию снега. Глубоко промерзшие зимой почвы медленно оттаивают весной, за счет чего значительная часть талых вод не впитывается в почву. Это негативно отражается на запасах продуктивной влаги в почве. Возможен возврат холодов до минус 6 – 8⁰С, часто сопровождающихся выпадением снега.

Лето в основном жаркое. Средняя температура в июле составляет +18,3⁰С. Сумма положительных температур выше +10⁰С колеблется от 1600⁰С до 1800⁰С. Сумма осадков за май-август по среднегодовым данным составляет 270 мм.

Продолжительность периода с температурой воздуха выше 0⁰С составляет 188 дней, выше +5⁰С – 153 дня, выше +10⁰С – 112 дней. Продолжительность безморозного периода – 96 дней, вегетационного – 153 дня [163].

2.2 Агроклиматические условия в годы проведения исследований

Метеоусловия изучались по данным близлежащего к сортоучастку наблюдательного подразделения Яя, Яшкинского района.

Метеорологические условия в годы исследования носили разнообразный характер (приложение 1-4). Это позволило дать более объективную оценку изучаемым сортам, исходя из сложившихся внешних условий среды, обусловленных гидротермическим режимом.

Вегетационный период 2008-2009 гг. отличился достаточно хорошим увлажнением с небольшим увеличением среднегодовой нормы осадков в мае 133% и июне 161%. Среднесуточная температура воздуха всего периода не превышала норму, недобор тепла отмечен в июне на 2⁰С и в феврале на 5⁰С. Период перезимовки растений характеризовался устойчивым снежным покровом с декабря по февраль, превышающим норму в среднем на 8 см.

Период 2009-2010 гг. характеризовался недобором тепла в мае и июле на 2⁰С и преобладанием осадков в сентябре 165% и июле 180%. Зима характеризовалась как морозная с высокими отрицательными температурами с декабря по февраль на 5⁰С, на 9⁰С и на 7⁰С соответственно, и вместе с тем многоснежная с устойчивым снежным покровом с ноября по март, причем максимальная высота снежного покрова наблюдалась в третьей декаде марта - 85 см, что повлияло на хорошую перезимовку озимых культур.

Вегетационный период 2010-2011 гг. отмечен низкой влагообеспеченностью. Пониженные среднесуточные температуры воздуха наблюдались в декабре на 6⁰С, январе на 4⁰С и июле на 3⁰С. Температура воздуха выше среднегодовых данных в весенне-летний период отмечена в апреле на 6⁰С, июне на 3⁰С. С третьей декады ноября период 2010-2011 гг. характеризовался устойчивым снежным покровом. Весна отмечена как ранняя с интенсивным таянием снега в третьей декаде марта.

Осенне-зимний период 2011-2012 гг. характеризовался повышенными среднесуточными температурами в октябре на 5⁰С и декабре на 3⁰С и резким снижением температуры в январе на 3⁰С ниже нормы. Следует отметить недобор осадков в сентябре 54% от нормы, октябре 85%, декабре 77%, январе 36% и феврале 17%. Весенне-летний период 2011-2012 гг. отмечен как засушливый с недобором осадков с мая по август. Период перезимовки характеризовался

малоснежной зимой, высота снежного покрова за весь период отмечена ниже среднемноголетних данных в среднем на 9 см. Максимальная высота снежного покрова отмечена во второй декаде марта 43 см. Год был благоприятный для роста и развития озимых культур. В период вегетации наблюдался дефицит влаги, что отрицательно повлияло на урожайность.

В сентябре, октябре, ноябре, марте и мае за период вегетации 2012-2013 гг. количество выпавших осадков превысило многолетние данные на 131; 134; 156; 296 и 178% соответственно. Весна выдалась холодной и затяжной, за весь весенне-летний период не отмечалось превышения многолетних данных по среднесуточной температуре. Зима характеризовалась как снежная с устойчивым снежным покровом с ноября по март.

Вегетационный период 2013-2014 гг. отмечен недостатком осадков по сравнению с многолетними данными в июне и первой декаде июля на 62%. В августе, сентябре и декабре наблюдалось избыточное количество осадков 146; 150 и 177% соответственно. Зима была теплой, с небольшим превышением снежного покрова относительно среднемноголетней нормы с декабря по февраль в среднем на 9 см, и температурой ниже среднесуточной в феврале на 3⁰С.

2.3 Материалы и методы исследования

Для сравнительной характеристики урожайности озимых пшеницы, ржи и тритикале использовались результаты испытания сельскохозяйственных культур на Яшкинском ГСУ в 2008-2014 годы.

Объектом исследования являлись: три сорта озимого тритикале (*×Triticosecale hexaploidii*), пять сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и четыре сорта озимой ржи (*Secale cereale* L.) (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Изучаемые сорта озимых зерновых культур

Сорт	Группа спелости	Оригинатор, патентообладатель
Озимый тритикале		
Омская	Позднеспелый	Омский государственный аграрный университет
Сирс 57	Позднеспелый	ГНУ СибНИИРС
Алтайская 5	Среднеспелый	ГНУ Алтайский НИИСХ
Озимая пшеница		
Омская 4	Среднеспелый	ГНУ Сибирский НИИСХ;
Кулундинка	Среднеспелый	институт цитологии и генетики СО РАН
Скипетр	Среднеспелый	Полетаев А.М.; Полетаев Г.М.
Новосибирская 40	Среднеспелый	ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии
Новосибирская 51	Среднеспелый	ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии
Озимая рожь		
Петровна	Среднепоздний	СибНИИСХиТ СО РАСХН
Ирина	Среднепоздний	ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии
Чулпан 7	Позднеспелый	ГНУ Башкирский НИИСХ
Сибирская 87	Позднеспелый	ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии

Агротехника возделывания на Яшкинском государственном сортоиспытательном участке общепринятая для лесостепи Кемеровской области. Предшественник – черный пар; площадь делянки – 25м²; повторность четырехкратная; размещение опытных делянок рандомизированное. Посев проводили в третьей декаде августа (2008, 2010 гг.), первой декаде сентября (2009, 2011, 2012, 2013 гг.). Норма высева 8 млн. всхожих семян на гектар, глубина заделки семян – 5-6 см. Все сорта изучались на естественном фоне без внесения удобрения и без защиты посевов от болезней и вредителей.

Полевые опыты, фенологические наблюдения, учеты и измерения растений проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания (1989) [132]. Математическую обработку данных проводили по методике S.A. Eberhart, W.A. Russel [225] в изложении В.З. Зыкина [83]. Данный метод основан на расчете

коэффициента линейной регрессии (b_i), характеризующего экологическую пластичность сорта, и среднего квадратичного отклонения от линии регрессии (S_i^2), определяющего стабильность сорта в различных условиях среды [122, 199, 186].

Для расчета коэффициента линейной регрессии b_i используем формулу:

$$b_i = \sum_j x_{ij} \times I_j / \sum_i I_j^2,$$

где x_{ij} – урожайность i -го сорта в j -м пункте;

I_j – индекс условий среды для j -го пункта (года) испытаний;

Индекс условий среды рассчитываем по формуле:

$$I_j = \left(\sum_j x_{ij} / v \right) - \left(\sum_i \sum_j x_{ij} / v \times n \right),$$

где $\sum_j x_{ij}$ – сумма урожайности всех сортов в j -м пункте;

$\sum_i \sum_j x_{ij}$ – сумма урожаев всех сортов по всем пунктам;

v – количество сортов;

n – количество пунктов (лет) испытаний.

Теоретическую урожайность, необходимую для определения стабильности урожайности, рассчитывали по формуле:

$$Y_{ij} = x_i + b_i \times I_j,$$

где x_i – средняя урожайность i -го сорта за годы (пункты) испытаний;

b_i – коэффициент регрессии;

I_j – индекс условий среды.

Фактическое отклонение от теоретической определяли по формуле:

$$\sigma_{ij} = x_{ij} - Y_{ij},$$

Коэффициент стабильности (вариансу) рассчитывали по формуле:

$$S_i^2 = \sum_j \sigma_{ij}^2 / n - 2,$$

где $\sum_j \sigma_{ij}^2$ – сумма квадратов отклонений;

$n-2$ – число степеней свободы.

Показатель гомеостатичности (Hom) рассчитывали по В.В. Хангильдину [195] по формуле:

$$Hom = \frac{x^2}{\sigma(x_{opt} - x_{lim})},$$

где x – средняя урожайность, ц/га;

x_{opt} – среднее значение урожайности на оптимальном фоне, ц/га;

x_{lim} – среднее значение урожайности на лимитированном фоне, ц/га;

σ – среднее квадратичное отклонение.

Устойчивость к стрессу определяли по разности между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_{min} - Y_{max}$). Этот параметр имеет отрицательный знак, и чем его величина меньше, тем выше стрессоустойчивость сорта [46].

Генетическую гибкость сортов определяли как среднюю урожайность в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях $((Y_{max} + Y_{min})/2)$ [46]. Высокие значения этого показателя указывают на большую степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды [106].

Для доказательства факта наличия или отсутствия взаимодействия «генотип x среда» у всей совокупности изучаемых генотипов, а также определения доли вклада генотипа (сорта), внешних условий (год) и взаимодействия между ними в фенотипическую изменчивость, выражаемую в показателе «урожайность зерна», использовали модель двухфакторного дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [60].

Для определения уровня варьирования признаков использовали классификацию Ю.Л. Гужова [55]: уровень незначительный ($V = 8\%$); умеренно слабый ($V = 8,1 - 10,0\%$); ниже среднего ($V = 10,1 - 12,0\%$); средний ($V = 12,1 - 18,0\%$); выше среднего ($V = 18,1 - 20,0\%$); умеренно высокий ($V = 20,1 - 24,0\%$); высокий ($V = 24,1 - 36,0\%$); очень высокий ($V = 36,1$).

Для определения характера корреляционных связей использовали градацию В.Ф. Дорофеева, А.Ф. Мельникова [59]: связь слабая – r до 0,30; умеренная – $r =$

0,31 - 0,50; значительная – $r = 0,51 - 0,70$; сильная – $r = 0,71 - 0,90$; очень сильная, близкая к функциональной – r более 0,90.

Анализ биохимических показателей качества зерна проводили в лаборатории биологической химии Государственного научного учреждения научно-исследовательского института животноводства Россельхозакадемии (п. Краснообск, Новосибирской области). Образцы зерна для исследований отбирались из урожаев 2012-2014 гг. Содержание белка определяли по микрометоду Къльдаля (ГОСТ 10846 – 91). Определение аминокислотного состава зерна проведено на аминокислотном анализаторе NIR Systems 4500 (США). Сырой жир определяли по ГОСТ – 13496.15-97, сырую клетчатку по ГОСТ – 13496.2-91, сахар по ГОСТ – 26176-91, крахмал по ГОСТ 26176-91, сырую золу по ГОСТ 26226-95, макро- и микроэлементы определяли по ГОСТам: кальций – ГОСТ 26570-95, фосфор – ГОСТ 26657-97, калий – ГОСТ 30504-97, натрий – ГОСТ 30503-97, магний – ГОСТ – 30502-97, железо – ГОСТ – 27998-88, марганец – ГОСТ 27997-88, медь – ГОСТ 27995-88, цинк – ГОСТ 27996-88.

Качество белка зерна оценивали путем сравнения его аминокислотного состава с аминокислотным составом «идеального» белка с помощью расчета его аминокислотного сора. Расчет аминокислотного сора осуществлялся по формуле:

$$C = \frac{A}{H} * 100\%,$$

где C – сор, %; A – содержание аминокислоты в белке зерна изучаемого сорта, г/100 г белка;

H – содержание аминокислоты в идеальном белке, г/100 г белка (ФАО/ВОЗ, 1973).

Биологическую ценность белка определяли по формуле:

$$БЦ = 100 - КРА;$$

$$КРАС = \frac{\sum \Delta PAC}{n}$$

где $\Sigma \Delta P A C$ – разность аминокислотного сора для каждой незаменимой аминокислоты по сравнению с одной из наиболее дефицитной;
 n – число незаменимых аминокислот.

На основе этого показателя выделяется три уровня качества: высокий (степень отклонения от стандарта) до 15 %, средний – от 16 до 30 % и низкий – выше 31 %, по которым делают заключение о качестве зерна [152].

Статистическая обработка экспериментальных данных методом дисперсионного и корреляционного анализа проводилась по методике Б.А. Доспехова [60] с использованием стандартных компьютерных программ Microsoft Office Excel.

ГЛАВА 3 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ОЗИМЫХ ПШЕНИЦЫ, РЖИ И ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В процессе селекционной работы на продуктивность ученые обращают внимание на оценку сорта по амплитуде варьирования количественных признаков в зависимости от условий выращивания [35]. Продуктивность любого сорта является результатом функционирования комплекса важнейших эколого-генетических систем, определяющих формирование сложных количественных признаков. Зависимость этих показателей от факторов внешней среды хорошо известна [78]. Урожай есть производное среды и генотипа и в огромной мере определяется условиями культуры и района, – утверждал Н.И. Вавилов (1966).

Экологическая стабильность сортов, их устойчивость к лимитирующим факторам среды и способность давать высокие и стабильные урожаи привлекают все больше внимание селекционеров.

Бесспорно, что среди набора сортов наиболее ценными для производства будут те, которые имеют более высокий средний уровень урожайности и качества зерна и в то же время меньше размах колебаний признаков в меняющихся условиях выращивания, т.е. будут более пластичными [65].

В качестве меры относительной стабильности сортов и гибридов, как известно, может использоваться коэффициент вариации (V), выявление которого не требует сложных расчетов, но дает вполне удовлетворительные результаты [55].

При сравнительном изучении урожайности озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале, выращенных в лесостепи Кемеровской области, установлено, что она у озимой пшеницы в среднем за 2009-2014 гг. составила 36,9 ц/га, при варьировании по годам от 25,9 ц/га до 54,2 ц/га, у озимой ржи - от 27,6 ц/га до 53,1 ц/га при среднем значении 41,01 ц/га. Средняя урожайность озимого тритикале за тот же период была выше и составила 43,27 ц/га. Ее варьирование по годам находится в более широких пределах – от 28,3 ц/га до 65,7 ц/га. Коэффициент вариации в среднем по сортам был очень высоким и составил у

озимого тритикале $V = 56,9 \%$, озимой пшеницы $V = 49,8\%$, озимой ржи $V = 48,0 \%$ (табл. 3.1).

Таблица 3.1 - Изменчивость урожайности сортов озимых зерновых злаковых культур, 2009 – 2014 гг.

Сорт	Урожайность, ц/га						Средняя по сорту, ц/га	V, %
	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
Озимая пшеница								
Среднеспелые сорта								
Омская 4 (стандарт)	55,20	13,90	25,40	20,20	33,60	48,00	32,72	49,36
Кулундинка	51,60	29,00	27,70	27,20	32,80	42,70	35,17	28,14
Скипетр	58,10	46,40	42,20	20,60	33,70	60,60	43,60	34,57
Новосибирская 40	55,40	24,70	29,40	23,40	33,20	50,40	36,08	37,62
Новосибирская 51	49,80	23,00	25,60	23,20	30,40	54,00	34,33	40,57
Среднее по сортам	54,20	27,40	30,10	25,90	32,70	51,10	36,90	49,8
V, %	14,2	70,0	39,8	25,7	9,79	29,5		
НСР ₀₅	0,19	0,31	0,22	0,23	0,37	0,28		
Озимая рожь								
Среднепоздние сорта								
Петровна (стандарт)	40,40	22,20	43,10	35,30	32,60	52,60	37,70	27,32
Ирина	43,50	37,70	49,20	37,60	38,40	51,20	42,93	14,14
Позднеспелые сорта								
Чулпан 7	42,00	33,50	56,10	38,60	36,10	52,20	43,08	21,13
Сибирская 87	47,60	16,90	46,10	39,40	35,70	56,30	40,33	33,49
Среднее по сортам	43,40	27,60	48,60	37,70	35,70	53,10	41,01	48,0
V, %	15,1	50,2	23,2	10,4	15,1	9,0		
НСР ₀₅	0,20	0,17	0,26	0,13	0,23	0,30		
Озимый тритикале								
Позднеспелые сорта								
Омская (стандарт)	53,60	40,30	27,60	26,50	27,20	45,00	36,70	30,94
Сирс 57	87,30	50,90	29,70	23,90	29,20	53,10	45,68	51,95
Среднеспелый сорт								
Алтайская 5	56,10	52,40	43,60	34,40	38,40	59,70	47,43	21,43
Среднее по сортам	65,70	47,90	33,63	28,30	31,60	52,6	43,27	56,9
V, %	38,6	23,1	36,7	30,5	29,2	24,6		
НСР ₀₅	0,26	0,16	0,22	0,13	0,32	0,28		

По мнению Ф.М. Стрижовой [187], большая вариабельность признака свидетельствует о меньшей гомеостатичности данного генотипа при одних и тех же определяющих экологических факторах.

В 2008-2014 гг. внутрисортная изменчивость урожайности озимого тритикале позднеспелого сорта Сирс 57 составляла от 23,9 ц/га до 87,3 ц/га. У данного сорта за шесть лет исследований выявлена очень высокая степень варьирования урожайности ($V=51,95\%$). Умеренно высокое варьирование отмечено у среднеспелого сорта Алтайская 5 – 21,43%. Варьирование урожайности под влиянием условий среды среднеспелого и позднеспелых сортов озимого тритикале представлено на рисунке 3.1.

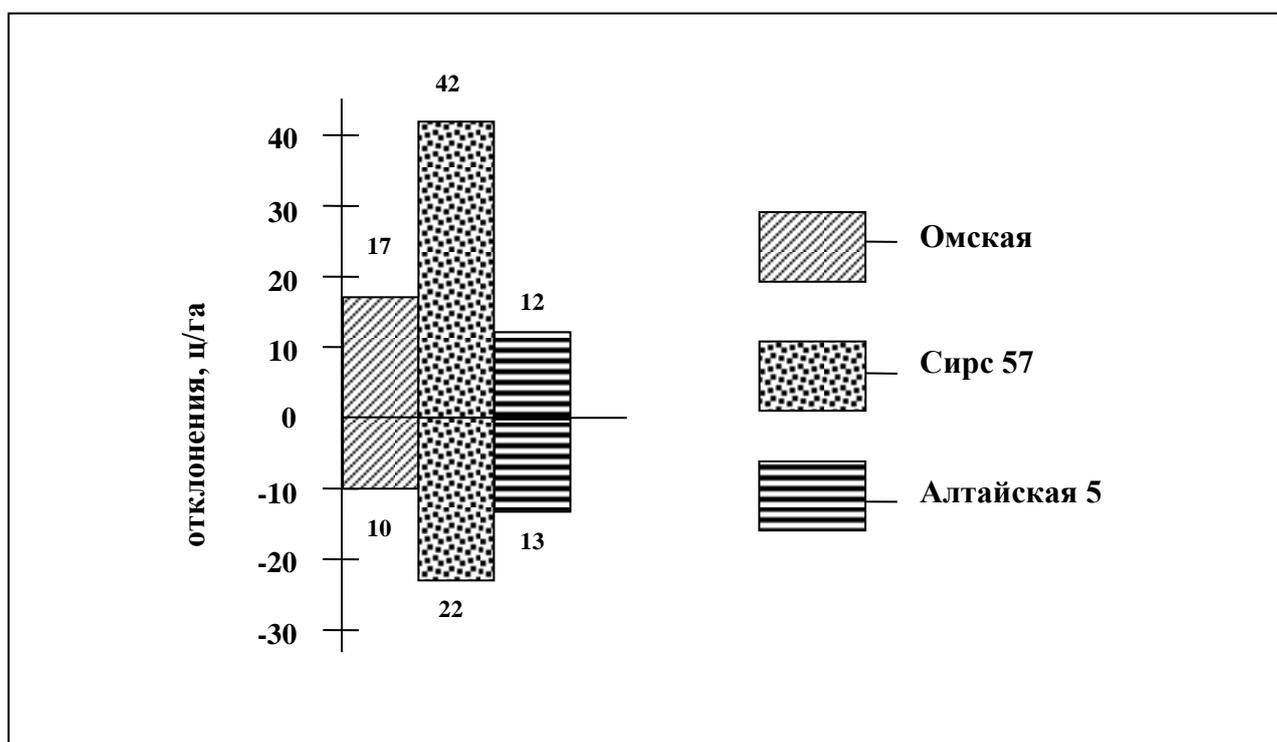


Рисунок 3.1 – Варьирование урожайности сортов озимого тритикале относительно ее средней за 2009-2014 гг.

Наименьшими отклонениями от средней урожайности характеризовался среднепоздний сорт Алтайская 5 (+12 ÷ -13 ц/га). Среднее положение занимал позднеспелый сорт Омская (+17 ÷ -10 ц/га). У позднеспелого сорта Сирс 57

отмечены наибольшие отклонения урожайности от средней за шестилетний период исследования (+ 42 ÷ -22 ц/га).

Максимальная урожайность озимого тритикале была отмечена в 2009 году и в среднем по сортам она составила 65,7 ц/га, минимальная – в 2012 году (28,3 ц/га). Коэффициент вариации урожайности по сортам изменялся от 21,43% - у среднеспелого сорта Алтайская 5 до 51,95 % - у позднеспелого Сирс 57 (рис. 3.2).

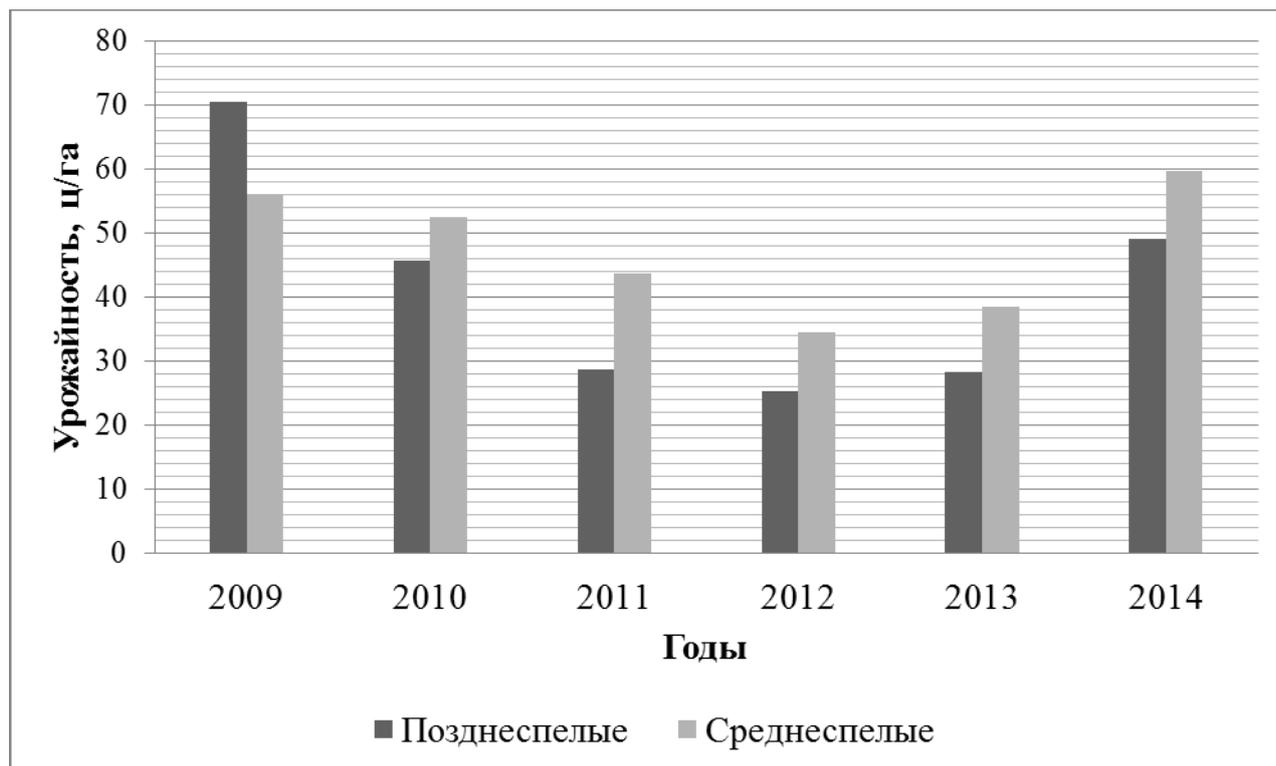


Рисунок 3.2 – Изменчивость урожайности среднеспелых и позднеспелых сортов озимого тритикале в условиях Кемеровской области, 2009-2014 гг.

Все сорта озимого тритикале имели уровень варьирования выше 20 %. Высокая урожайность 47,43 ц/га установлена у среднеспелого сорта Алтайская 5 при умеренно высоком ее варьировании ($V = 21,43\%$) и у позднеспелого сорта Сирс 57 – 45,68 ц/га, при очень высоком ее варьировании ($V = 51,95\%$). Практически во все годы исследования все среднеспелые сорта тритикале имели урожайность выше, чем позднеспелые.

У среднеспелых сортов озимой пшеницы изменчивость урожайности составила от 13,9 ц/га до 55,2 ц/га (Омская 4) и от 22,6 до 60,6 ц/га (Скипетр).

Различия по урожайности между сортами озимой пшеницы по годам характеризуются высокими и очень высокими значениями размаха варьирования от $V = 28,14 \%$ (Кулундинка) до $V = 49,36 \%$ (Омская 4), а в среднем за шесть лет – $V = 49,8 \%$. Вариабельность среднеспелых сортов озимой пшеницы по годам представлена на рисунке 3.3.

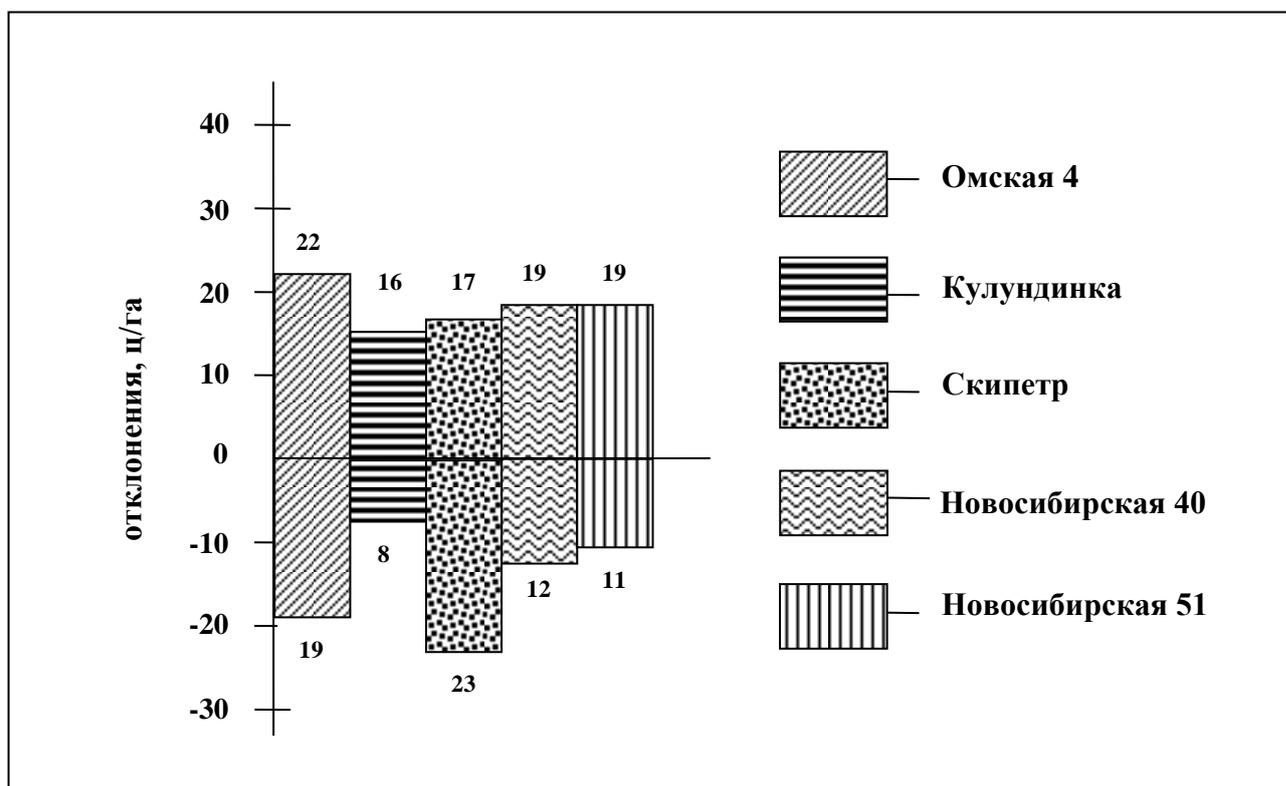


Рисунок 3.3 – Варьирование урожайности сортов озимой пшеницы относительно ее средней за 2009-2014 гг.

Наименьшие колебания урожайности, по сравнению со средним показателем изучаемых сортов, отмечались у сорта озимой пшеницы Кулундинка (+ 16 ÷ -8 ц/га), а средние значения этого показателя – у сортов Новосибирская 40 (+ 19 ÷ -12 ц/га) и Новосибирская 51 (+ 19 ÷ -11 ц/га). Наибольшими отклонениями урожайности от средней в исследуемые годы характеризовались сорта Омская 4 (+ 22 ÷ -19 ц/га) и Скипетр (+ 17 ÷ -23 ц/га).

В среднем за 2008-2014 гг. высокая урожайность озимой пшеницы была у сортов Кулундинка – 35,17 ц/га с высоким варьированием по годам ($V = 28,14 \%$),

и у Скипетр – 43,6 ц/га ($V = 34,57\%$), но меньшим варьированием, чем у других сортов этой культуры.

За годы исследований, выявлено, что максимальная урожайность озимой ржи среднепозднего сорта Ирина в среднем составила 42,93 ц/га со средним варьированием ($V = 14,14\%$) и позднеспелого Чулпан – 43,08 ц/га с умеренно высоким варьированием ($V = 21,13\%$) (рис. 3.4).

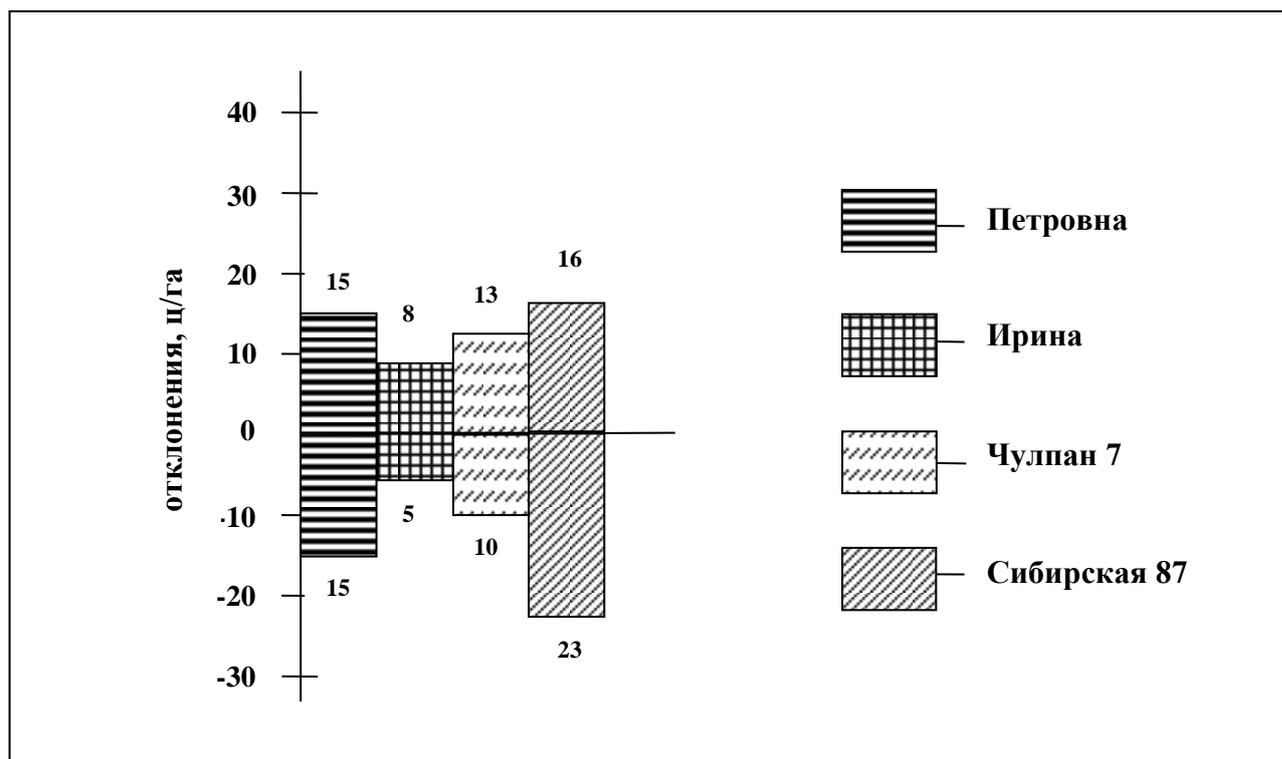


Рисунок 3.4 – Варьирование урожайности сортов озимой ржи относительно ее средней за 2009-2014 гг.

Наименьшими отклонениями урожайности от средней по годам среди среднепоздних сортов характеризовался сорт Ирина (+ 8÷ -5 ц/га), позднеспелых – сорт Чулпан 7 (+ 13÷ -10 ц/га). Средние показатели по отклонению урожайности отмечены у среднепозднего сорта озимой ржи Петровна (+ 15÷ -15 ц/га), наибольшие колебания - у позднеспелого сорта Сибирская 87 (+ 16÷ -23 ц/га).

У озимой ржи изменчивость урожайности у позднеспелых сортов составила от 16,9 ц/га до 56,3 ц/га (Сибирская 87) и от 33,5 ц/га до 56,1 ц/га (Чулпан 7),

среднепоздних - от 22,2 ц/га до 52,6 ц/га (Петровна) и от 37,6 ц/га до 51,2 ц/га (Ирина) (рис. 3.5).

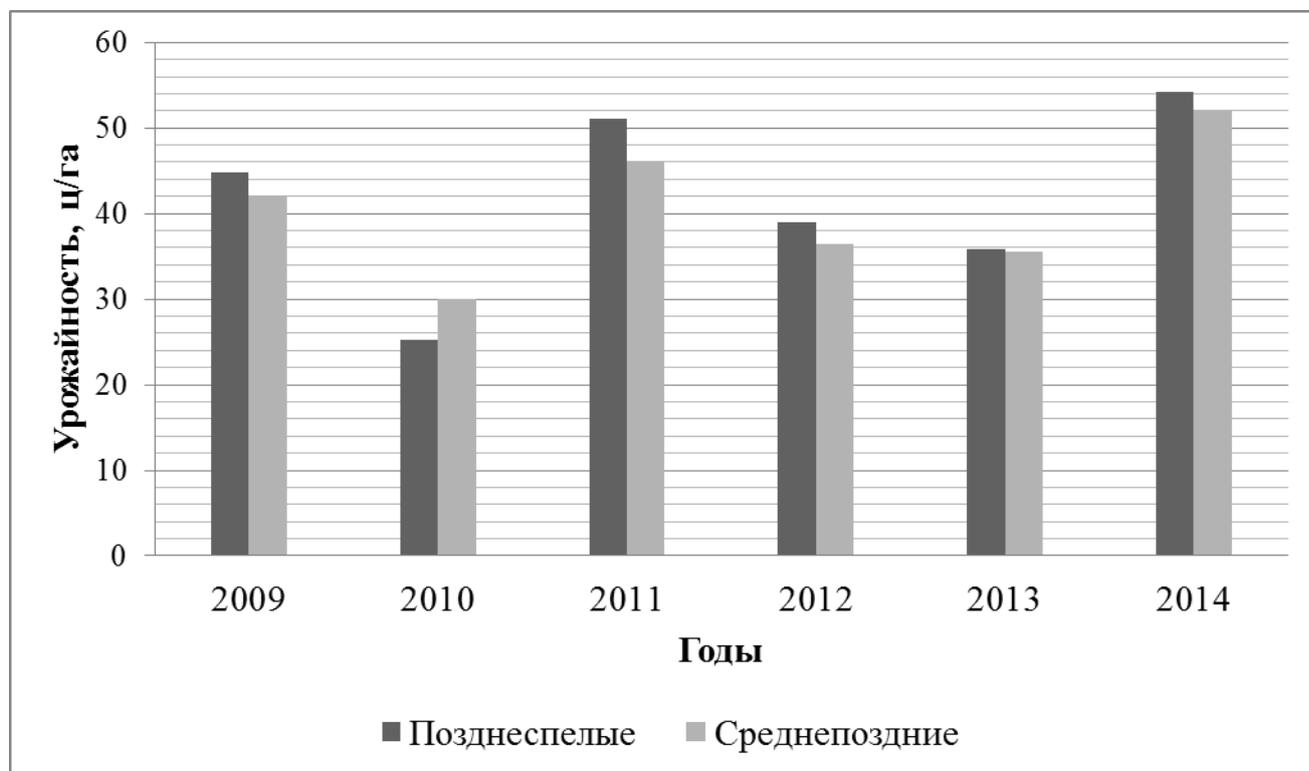


Рисунок 3.5 – Изменчивость урожайности среднепоздних и позднеспелых сортов озимой ржи в условиях Кемеровской области, 2009-2014 гг.

В среднем за 2009-2014 гг. среднепоздние сорта озимой ржи (40,3 ц/га) в изменяющихся условиях среды по урожайности уступали позднеспелым (41,7 ц/га).

Анализируя данные наших исследований, можно выделить сорта и культуры озимых зерновых, как относительно стабильных.

К таким сортам следует отнести среднеспелый сорт озимой пшеницы Кулундинка ($V = 28,14\%$), среднепоздний сорт озимой ржи Ирина ($V = 14,14\%$) и среднеспелый сорт озимого тритикале Алтайская 5 ($V = 21,43\%$).

К сортам пшеницы, ржи и тритикале с нестабильной урожайностью, т.е. сильно зависимой от условий среды отнесены: пшеница сортов Омская 4 ($V = 49,36\%$) и Новосибирская 51 ($V = 40,57\%$), рожь Сибирская 87 ($V = 33,49\%$), тритикале Сирс 57 ($V = 51,95\%$).

Проведенные исследования позволили установить, что среди изучаемых сортов озимых культур высоко урожайной культурой в лесостепной зоне Кемеровской области является озимый тритикале (табл. 3.2).

Таблица 3.2 - Сравнительный анализ урожайности озимых культур, 2008-2014 гг.

Культура	Средняя урожайность, ц/га	± урожайность, %
Озимый тритикале	43,3	100
Озимая пшеница	36,9	85,3
Озимая рожь	41,0	94,8

При сравнительном изучении урожайности тритикале, ржи и пшеницы, выращенных в одних агроклиматических условиях лесостепи Кемеровской области, установлено, что в среднем по сортам ее величина была выше у озимого тритикале, чем у озимой пшеницы на 14,6 %, озимой ржи на 5,2%.

Сопоставление по годам средней урожайности изучаемых сортов озимых культур показывает, что их динамика синхронна с погодными условиями в период вегетации. Это указывает на то, что сорта характеризуются приблизительно одинаковой ответной реакцией на складывающиеся условия произрастания.

Таким образом, поднять урожайность озимых культур только за счет улучшения среды невозможно. Изменчивость урожайности является результатом разных условий роста и развития растений. Следовательно, данный признак формируется в результате взаимодействия «генотип x среда». Один и тот же генотип может в разных условиях среды давать разное значение урожайности. Зная фенотипы, которые формируют определенный генотип в различных условиях среды, можно узнать о его возможностях, границах изменчивости. Эти знания необходимы для селекции и сельскохозяйственного производства зерна с целью получения высоких урожаев.

ГЛАВА 4 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПО ПАРАМЕТРАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ

4.1 Особенности изменчивости урожайности озимой пшеницы, озимой ржи, озимого тритикале и взаимосвязи с гидротермическими условиями

Для решения проблемы повышения урожайности озимых культур, вновь выводимые сорта должны характеризоваться не менее важным свойством – стабильностью урожаев [95].

В последние десятилетия становится все более очевидным, что дальнейшее развитие сельского хозяйства должно идти не по пути техногенной интенсификации систем земледелия, а на основе разработки стратегии адаптивной интенсификации растениеводства. Главным способом агроэкологического районирования должна быть биоиндикация территорий на основе проведения сортоиспытаний с учетом адаптивных реакций видов и сортов растений, так как они являются лучшими индикаторами специфических условий внешней среды [64].

Нестабильность погодных условий, как в различных зонах возделывания, так и по годам в пределах одной зоны, вызывает необходимость проведения экологического сортоиспытания [120].

Взаимодействие «генотип-среда» и урожайности, заключается в том, что в разные годы и в разных местах они отличаются рангами. Именно это учитывается в дисперсионном анализе в виде эффекта взаимодействия. Изменение местоположения сортов в ранжированных по величине признака рядах от среды к среде обычно объясняют следующим образом:

- разные генотипы по-разному реагируют на одну и ту же среду;
- один и тот же генотип по-разному реагирует на разные среды [104].

Оценка экологической пластичности сортов очень важна в резко континентальных условиях лесостепи Кемеровской области, так как эта зона характеризуется засушливостью и вместе с тем наличием значительного

количества осадков в отдельные годы и резким перепадом температур в разрезе лет. Все это диктует необходимость выведения сортов с широкими приспособительными возможностями в этих условиях, способных давать сравнительно высокие урожаи, как в засушливые, так и во влажные годы, т.е. они должны характеризоваться максимальной климатической выносливостью.

В наших исследованиях данные по урожайности зерна сортов озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале, полученные в результате экологического сортоиспытания в 2008-2014 гг., были подвергнуты статистической обработке.

Метод двухфакторного дисперсионного анализа позволил выявить достоверное влияние всех факторов и их взаимодействия на урожайность зерна (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа изучаемых зерновых культур, 2008-2014 гг.

Источник варьирования	Степень свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F _{теор.}	Вклад фактора, %
Озимая пшеница					
Общее	119	-	-	-	-
Сорт (А)	4	431,57	351,89	2,47	7,6
Год (В)	5	3610,45	2943,84	2,32	80,0
Взаимодействие (А×В)	20	134,17	109,40	1,69	11,9
Остаток	90	1,23	-	-	0,5
Озимая рожь					
Общее	95	-	-	-	-
Сорт (А)	3	155,30	31,83	2,73	5,2
Год (В)	5	1371,62	281,17	2,34	76,3
Взаимодействие (А×В)	15	87,24	17,88	1,81	14,6
Остаток	72	4,88	-	-	3,9
Озимый тритикале					
Общее	71	-	-	-	-
Сорт (А)	2	823,76	376,97	3,17	10
Год (В)	5	2296,89	1051,12	2,39	69,6
Взаимодействие (А×В)	10	324,76	148,62	2,01	19,7
Остаток	54	2,19	-	-	0,7

Результаты дисперсионного анализа показали, что наибольшее влияние на урожайность озимых зерновых культур оказывают погодные условия года. У озимой пшеницы влияние на урожайность фактора В (год) составила 80%. Роль сорта, как отдельного фактора, невелика и составляет 7,6%. В то же время взаимодействие факторов А и В, находящееся на уровне 11,9%, говорит о том, что повышение урожайности и его стабильности возможно при условии использования высокопродуктивных адаптивных сортов (рис. 4.1).

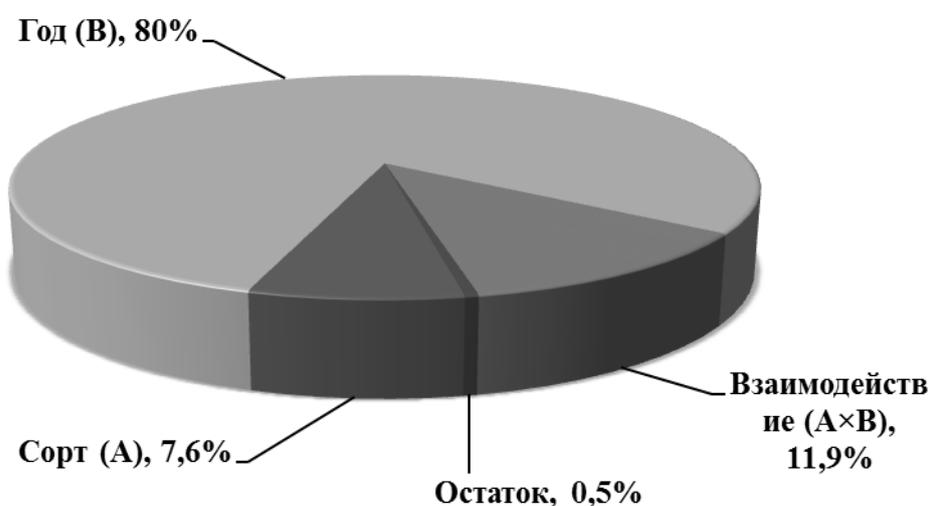


Рисунок 4.1 – Доля влияния факторов на фенотипическую изменчивость урожайности зерна сортов озимой пшеницы

Установлено, что существенное влияние на изменчивость урожайности озимой ржи оказывают условия вегетации растений. Влияние фактора В (год) составляет 76,3%, тогда как влияние генотипа – 5,2% от общего фенотипического варьирования признака (табл.4.1).

Заметный вклад в формирование урожайности озимой ржи вносит взаимодействие двух факторов А и В – 14,6% (рис. 4.2).

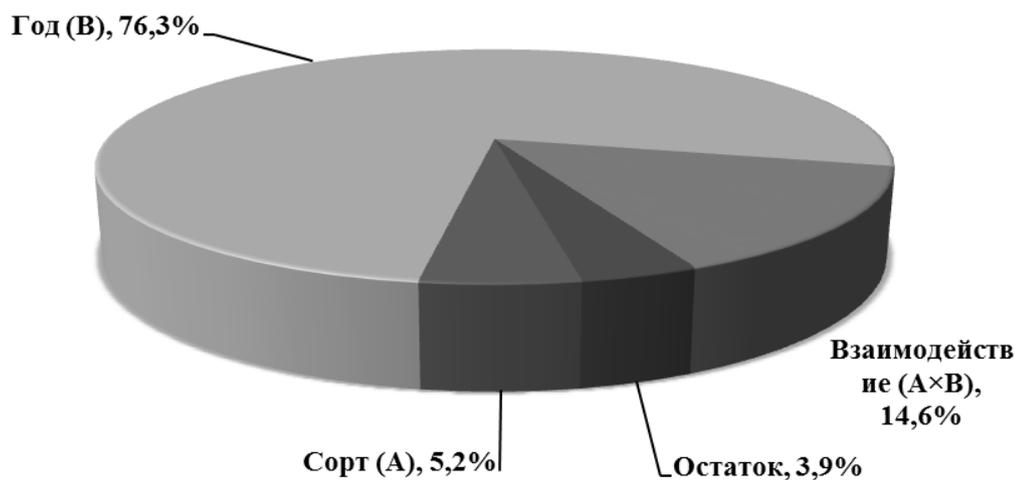


Рисунок 4.2 – Доля влияния факторов на фенотипическую изменчивость урожайности зерна сортов озимой ржи

Результаты дисперсионного анализа показали, что мы имеем достоверные различия по действию фактора сорта (фактор А), годы (фактор В) и их взаимодействия (А х В) на изменчивость урожайности зерна озимого тритикале. Наибольшее влияние на формирование урожайности оказал фактор годы. Доля его вклада в урожайность составляет 69,6%, генотипа – 10%.

Высокий вклад взаимодействия факторов (А × В) свидетельствует о том, что повышение урожайности сортов возможно при использовании адаптивных сортов (рис. 4.3).

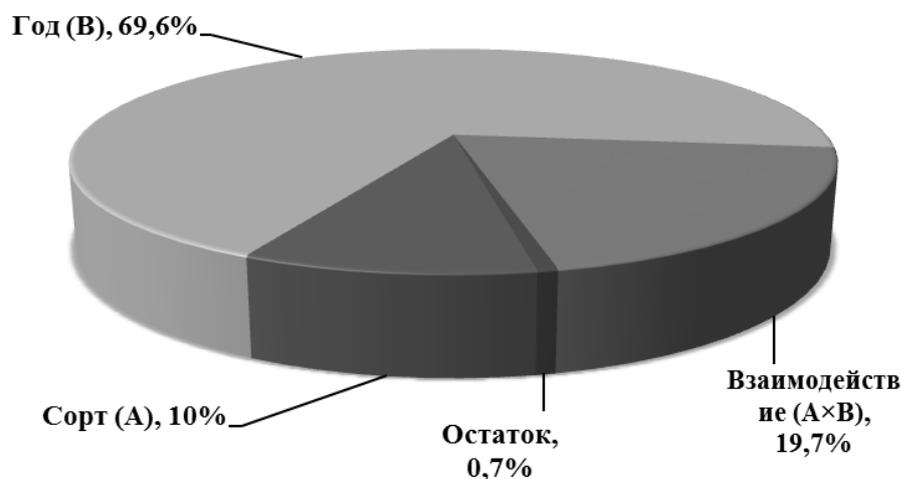


Рисунок 4.3 – Доля влияния факторов на фенотипическую изменчивость урожайности зерна сортов озимого тритикале

Можно сделать вывод о трудности совмещения в одном сорте признака положительной реакции на улучшение условий выращивания и его стабильности. По данным В.В. Москалец [37], растения владеют значительной способностью изменять свой фенотип в соответствии с изменениями условий окружающей среды. Такая форма онтогенетической приспособляемости растений обеспечивает им более точную адаптацию к определенным факторам среды, которые могут измениться. Необходимо отметить, что значимость генотипа и фенотипа для селекции трудно переоценить. Селекционер всегда имеет дело с фенотипом, так как его основная задача заключается в создании сортов, способных формировать максимально урожайный фенотип, устойчивый к неблагоприятным факторам среды. Однако необходимо отметить, что генотип остаётся тем же, а фенотип меняется под влиянием условий среды. Внешние условия оказывают огромное влияние на все признаки и свойства развивающегося организма. Это положение подтверждается нашими и многочисленными исследованиями учёных. Все исследования показывают, что наследственные свойства организма, его генотип, нельзя характеризовать какой-то одной формой проявления, одним фенотипом. Свойства генотипа характеризует норма реакции, то есть способ его реагирования на изменение окружающих условий. Роль адаптивных реакций в приспособлении организмов к постоянно варьирующим условиям внешней среды является основополагающей [77].

Оценку достоверности полученных результатов наших исследований провели с помощью критерия Фишера (F). Установлено достоверное влияние генотипа, условий вегетации и их взаимодействия ($F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор.}}$).

Для определения зависимости урожайности озимых зерновых культур от гидротермических условий в разные периоды вегетации нами был проведен корреляционный анализ данных (табл. 4.2) (приложение 5-7).

Таблица 4.2 – Коэффициенты корреляции между урожайностью озимых зерновых и гидротермическими условиями вегетационного периода, 2008-2014 гг.

Вегетационный период	Озимая пшеница				Озимая рожь				Озимый тритикале			
	сумма осадков, мм		среднесуточная тем-ра, °С		сумма осадков, мм		среднесуточная тем-ра, °С		сумма осадков, мм		среднесуточная тем-ра, °С	
	Коэффициент корреляции, r	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции, r	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции, r	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции, r	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции, r	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции, r	Доля влияния фактора, %
Посев – всходы (I)	0,75*	56	-0,16	2	0,17	2	-0,11	1	0,32	10	-0,37	13
Всходы – кущение (II)	-0,07	0	-0,55*	30	0,38	14	-0,81*	65	-0,34	11	-0,02	0
Кущение – колошение (III)	0,63*	40	-0,29	8	0,29	8	0,49*	24	0,31	9	-0,38	14
Колошение – восковая спелость (IV)	-0,23	5	-0,08	0	-0,45	20	0,22	4	0,29	8	-0,40*	16

* - достоверно при 5% уровне значимости при $\nu=4$

Урожайность озимой пшеницы лимитирована суммой осадков в периоды «посев-всходы» ($r=+0,75$) и «кущение-колошение» ($r=+0,63$). При этом в период «посев-всходы» установлена сильная прямая связь с долей влияния фактора (сумма осадков) равной 56%. В период «всходы-кущение» отмечена обратная значительная связь между урожайностью и среднесуточной температурой ($r=-0,55$) с долей вклада фактора в формирование урожайности – 30%.

Между урожайностью озимой ржи и среднесуточной температурой в период «всходы-кущение» установлена обратная сильная связь, доля вклада фактора – 65%.

Прямая умеренная связь между урожайностью озимого тритикале и суммой осадков сложилась в периоды «посев-всходы» ($r=+0,32$) и «кущение-колошение» ($r=+0,31$) (приложение 8).

Таким образом, корреляционный анализ показал, что на урожайность озимых зерновых культур влияет тепло- и влагообеспеченность в периоды «посев-всходы» и «кущение-колошение».

4.2 Оценка сортов озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале по параметрам экологической пластичности и стабильности

Одна из актуальных проблем в растениеводстве – селекция экологически устойчивых сортов, то есть форм средней интенсивности, способных давать не очень высокую, но стабильную урожайность в любых условиях [85].

В современных условиях возрастает роль сорта как важного фактора увеличения продуктивности культуры и повышении ее устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам. Высокопродуктивные сорта озимых культур должны обладать групповой устойчивостью к основным болезням, высокой морозостойкостью, засухоустойчивостью и жаростойкостью, устойчивостью к полеганию, иметь высокие показатели качества зерна. При создании новых сортов необходимо учитывать весь комплекс требований, которые к ним предъявляют сельхозтоваропроизводители. Сорта должны противостоять внешним факторам, с максимальной эффективностью использовать благоприятные условия среды, иметь высокую потенциальную продуктивность и сохранять ее в производственных посевах. Поэтому наибольший интерес представляют сорта, урожайность которых в наименьшей степени подвержена влиянию складывающихся погодных условий [174, 175].

Растения владеют значительной способностью менять свой фенотип в соответствии с изменениями условий окружающей среды. Такая форма онтогенетической приспособляемости растений обеспечивает им более точную адаптацию к определенным факторам среды, которые могут измениться [37].

Для более полной характеристики изучаемых сортов озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале нами рассчитаны параметры экологической пластичности (коэффициент регрессии) и стабильности (среднее квадратичное отклонение от линии регрессии) за период 2008-2014 гг. и представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Урожайность и параметры экологической пластичности и стабильности сортов изучаемых зерновых культур

Сорт	Урожайность						$\sum x_i$	x_i	b_i	S_i^2
	2009	2010	2011	2012	2013	2014				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Озимая пшеница										
Омская 4	55,2	13,9	25,4	20,2	33,6	48,0	196,30	32,72	1,19	28,26
Кулундинка	51,6	29	27,7	27,2	32,8	42,7	211,00	35,17	0,73	8,74
Скипетр	58,1	46,4	42,2	20,6	33,7	60,6	261,60	43,60	0,99	76,99
Новосибирская 40	55,4	24,7	29,4	23,4	33,2	50,4	216,50	36,08	1,04	2,19
Новосибирская 51	49,8	23,0	25,6	23,2	30,4	54,0	206,00	34,33	1,05	10,94
$\sum x_j$	270,10	137,00	150,30	114,60	163,70	255,70	$\sum_i \sum_j x_{ij} = 1091,40$			
x_j	54,02	27,40	30,06	22,92	32,74	51,14				
I_j (индекс среды)	17,64	-8,98	-6,32	-13,46	-3,64	14,76				
Озимая рожь										
Петровна	40,40	22,20	43,10	35,30	32,60	52,60	226,20	37,70	1,10	3,52
Ирина	43,50	37,70	49,20	37,60	38,40	51,20	257,60	42,93	0,61	6,44
Чулпан 7	42,00	33,50	56,10	38,60	36,10	52,20	258,50	43,08	0,90	16,20
Сибирская 87	47,60	16,90	46,10	39,40	35,70	56,30	242,00	40,33	1,39	20,77
$\sum x_j$	173,50	110,30	194,50	150,90	142,80	212,30	$\sum_i \sum_j x_{ij} = 984,30$			
x_j	43,38	27,58	48,63	37,73	35,70	53,08				
I_j (индекс среды)	2,36	-13,44	7,61	-3,29	-5,31	12,06				
Озимый тритикале										
Омская	53,6	40,3	27,6	26,5	27,2	45	220,20	36,70	0,77	1,57
Алтайская 5	56,1	52,4	43,6	34,4	38,4	59,7	284,60	47,43	0,63	23,85
Сирс 57	87,30	50,90	29,70	23,90	29,20	53,10	274,10	45,68	1,60	26,11
$\sum x_i$	197,00	143,60	100,90	84,80	94,80	157,80	$\sum_i \sum_j x_{ij} = 778,90$			
x_i	65,67	47,87	33,63	28,27	31,60	52,60				
I_i (индекс среды)	22,39	4,59	-9,64	-15,01	-11,67	9,33				

Анализ полученных результатов за шесть лет исследований показал, что урожайность у изучаемых сортов озимой пшеницы колебалась от 49,8 ц/га до 58,1 ц/га в 2009 году; от 13,9 ц/га до 46,4 ц/га в 2010 году; от 25,4 ц/га до 42,2 ц/га в 2011 году; от 20,2 ц/га до 27,2 ц/га в 2012 году; от 30,4 ц/га до 33,7 ц/га в 2013 году и от 42,7 ц/га до 54,0 ц/га в 2014 году.

Установлено, что индекс условий среды (I_j) по годам изменялся от минус 13,46 до плюс 17,64. Положительное значение индекса условий среды формирует благодаря более полной реализации потенциальных возможностей генотипов в

данных условиях, а, между тем, высокие отрицательные индексы являются следствием низкого адаптивного потенциала изучаемых сортов.

Наиболее благоприятными для сортов озимой пшеницы оказались 2009 г. и 2014 г., индексы условий среды по ним составляли $I_j=+17,64$ и $I_j=+14,76$ соответственно. 2009 год отличился достаточно хорошим увлажнением в течение всего вегетационного периода с небольшим преобладанием осадков в начальный период вегетации и недобором тепла в репродуктивный период, что не помешало формированию достаточно высокого урожая зерна.

Весенний период 2014 года характеризовался хорошей влагообеспеченностью, а летний период отмечен как засушливый, что в свою очередь не повлияло на достаточно высокий уровень урожайности сортов озимой пшеницы.

Самые худшие условия для испытания сортов озимой пшеницы на продуктивность из-за засухи сложились в 2012 г., что подтверждено высоким отрицательным значением индекса среды ($I_j=-13,46$) и низкой урожайностью. В среднем по сортам она составила 25,9 ц/га. Длительный засушливый период во время вегетации оказал негативное влияние на урожайность пшеницы. Неблагоприятные условия для развития складывались и в 2013 г., индекс условий среды - $I_j=-3,64$. Отмечался избыток осадков в 2013 году в репродуктивный период развития пшеницы. Количество осадков превысило среднее многолетнее значение в полтора-два раза (приложение 3). В период активной вегетации отмечен недобор положительных температур на 500-700 °С. В среднем по сортам урожайность составила 32,7 ц/га.

В 2010 и 2011 годах сложилась также сложная ситуация по погодным условиям для возделывания и уборки озимой пшеницы. 2010 год характеризовался недостатком тепла в репродуктивный период ($I_j=-8,98$), а 2011 год – низкой влагообеспеченностью ($I_j=-6,32$), что не могло не отразиться на урожайности озимой пшеницы. Урожайность в среднем по сортам пшеницы составила в 2010 году – 27,4 ц/га, а в 2011 году – 30,1 ц/га.

Таким образом, изучаемые сорта озимой пшеницы различались не только по уровню проявления признака, но и по реакции на условия года.

Урожайность изучаемых сортов озимой ржи в исследуемый период колебалась от 40,4 ц/га до 47,6 ц/га в 2009 году; от 16,9 ц/га до 37,7 ц/га в 2010 году; от 43,1 ц/га до 56,1 ц/га в 2011 году; от 35,3 ц/га до 39,4 ц/га в 2012 году; от 32,6 ц/га до 38,4 ц/га в 2013 году и 51,2 ц/га до 56,3 ц/га в 2014 году.

Наиболее урожайными за период исследования были сорта Чулпан 7 и Ирина. Однако сорта существенно различались по проявлению этого признака. Например, у сорта Чулпан 7 урожайность варьировала от 35,5 ц/га до 56,1 ц/га, а у сорта Ирина - от 37,6 ц/га до 51,2 ц/га. Средние показатели по урожайности отмечены у сортов Петровна (от 22,2 ц/га до 52,6 ц/га) и Сибирская 87 (от 16,9 ц/га до 56,3 ц/га).

Индекс условий среды (I_j) по годам изменялся от минус 13,44 до плюс 12,06.

Наиболее благоприятным для сортов озимой ржи был 2014 год ($I_j=+12,06$). Весенний период этого года отличался хорошей влагообеспеченностью, а летний период отмечен как засушливый, что не помешало формированию достаточно высокого урожая зерна.

Недостаток тепла в репродуктивный период 2010 года оказал негативное влияние на урожайность культур. Для 2010 года определено высокое отрицательное значение индекса среды ($I_j=-13,44$).

В 2013 году сложилась сложная ситуация по погодным условиям для возделывания и уборки озимой ржи. Избыток осадков в репродуктивный период в виде затяжных дождей в полтора-два раза превысил норму (приложение 3). Весна в этот год выдалась холодной, поздней и затяжной. Индекс условий среды в 2013 году имеет высокое отрицательное значение ($I_j=-5,31$).

2012 год характеризовался холодной затяжной весной, которая резко сменилась жарким засушливым летом ($I_j=-3,29$). Урожайность в среднем по сортам составила 37,7 ц/га.

Зима 2009 года выдалась в меру морозная и снежная, перезимовка сортов прошла благоприятно и вегетация возобновилась в обычные сроки ($I_j=+2,36$). Урожайность была высокая и составила в среднем 43,4 ц/га.

2011 год характеризовался хорошим гидротермическим режимом в начальный период вегетации и низкой влагообеспеченностью в репродуктивный период, что в свою очередь не повлияло на достаточно высокий уровень урожайности сортов озимой ржи – 48,6 ц/га. Показатель индекса условий среды был положительным и составил $I_j=+7,61$.

Урожайность у изучаемых сортов озимого тритикале колебалась от 53,6 ц/га до 87,3 ц/га в 2009 году; от 40,3 ц/га до 52,4 ц/га в 2010 году; от 27,6 ц/га до 43,6 ц/га в 2011 году; от 23,9 ц/га до 34,4 ц/га в 2012 году; от 27,2 ц/га до 38,4 ц/га в 2013 году и 45,0 ц/га до 59,7 ц/га, в 2014 году.

Максимальную урожайность за период исследования формировали сорта Алтайская 5 и Сирс 57. У сорта Алтайская 5 урожайность варьировала от 34,4 ц/га до 59,7 ц/га, а у сорта Сирс 57 отмечен размах варьирования гораздо больше от 23,9 ц/га до 87,3 ц/га. Сорт Омская занимает среднее положение, размер колебаний у него составил от 26,5 ц/га до 53,6 ц/га.

Индекс условий среды (I_j) по годам изменялся от минус 15,01 до плюс 22,39. Положительное значение индекса условий среды формирует благодаря более полной реализации потенциальных возможностей генотипов в данных условиях, а, между тем, высокие отрицательные индексы являются следствием низкого адаптивного потенциала изучаемых сортов.

Наиболее благоприятным в нашем опыте для сортов озимого тритикале были 2009, 2010 и 2014 гг., индексы условий среды по ним составили +22,39; +4,59 и +9,33 соответственно. Урожайность в среднем по сортам составила 65,7 ц/га, 47,9 ц/га и 52,6 ц/га соответственно. Худшие условия для развития тритикале сложились в 2011, 2012 и 2013 гг., установлено высокое отрицательное значение индекса среды -9,64, -15,01 и -11,67 соответственно. Низкая влагообеспеченность и теплообеспеченность растений тритикале в период вегетации способствовали

формированию более низкой урожайности – 33,63 ц/га, 28,3 ц/га и 31,6 ц/га соответственно.

Нестабильность погодных условий, а также недостаточная сбалансированность адаптивных возможностей используемых сортов приводят к резким колебаниям урожайности. Коэффициент линейной регрессии урожайности сортов b_i показывает их реакцию на изменение условий выращивания. Чем выше значение коэффициента $b_i > 1$, тем большей отзывчивостью обладает данный сорт. Такие сорта требовательны к высокому уровню агротехники, так как способны положительно на него реагировать. В случае $b_i < 1$ сорт слабее реагирует на изменение условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых сортов. Такие сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где от них может быть получена наибольшая отдача при минимуме затрат [32].

Наглядную информацию о реакции сортов озимых зерновых культур на изменение условий выращивания дают коэффициенты линейной регрессии (b_i) и дисперсия (S_i^2).

Среди изучаемых сортов озимой пшеницы наиболее отзывчивым на изменения условий среды отличился сорт Омская 4 ($b_i=1,19$), который относится к интенсивному типу, при этом он характеризовался нестабильным поведением, об этом нам говорит высокое значение коэффициента стабильности ($S_i^2=28,26$).

Результаты исследований позволили установить, что к сортам с высокой отзывчивостью на изменение условий среды относятся Скипетр ($b_i=0,99$), Новосибирская 40 ($b_i=1,04$) и Новосибирская 51 ($b_i=1,05$). Сорт озимой пшеницы Кулундинка ($b_i=0,73$) можно характеризовать как полунинтенсивный тип со слабой реакцией на улучшение условий выращивания (рис.4.4).

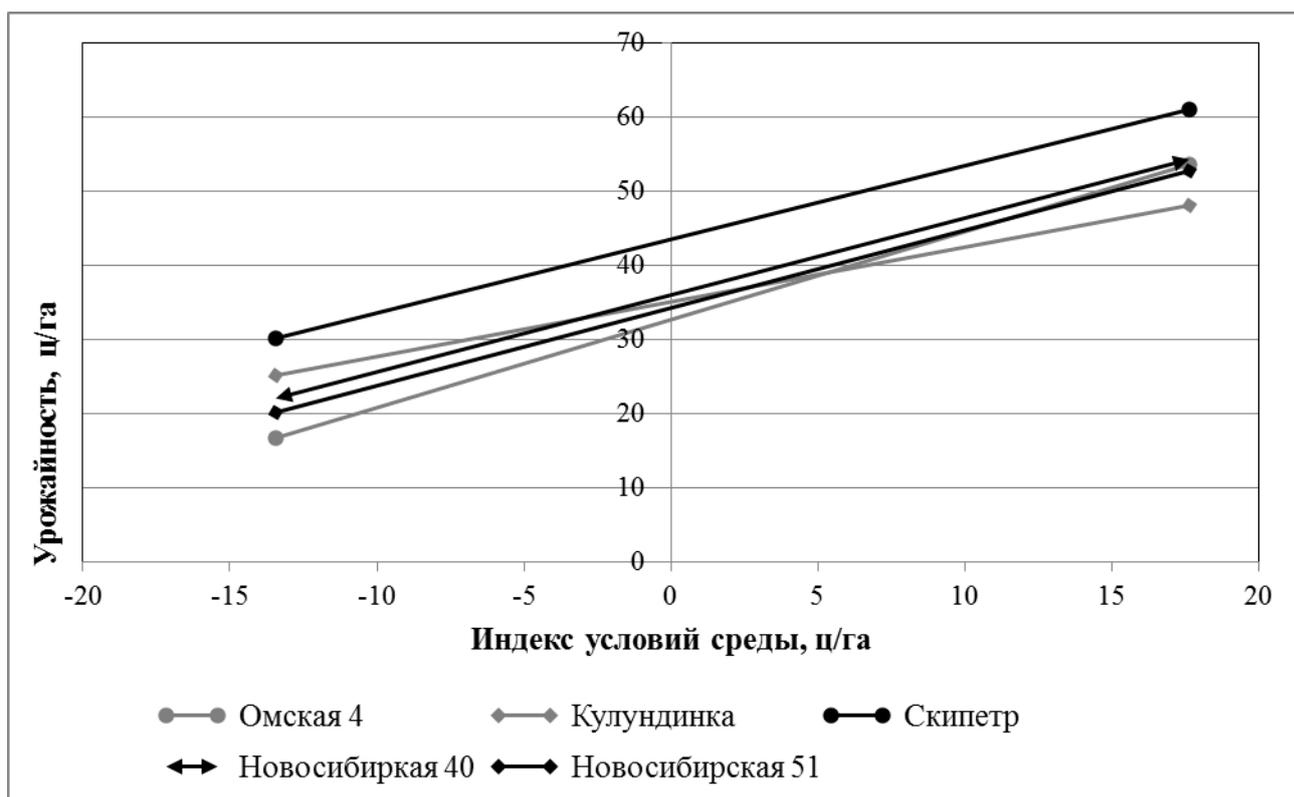


Рисунок 4.4 – Линии регрессии урожайности сортов озимой пшеницы на изменение условий выращивания, 2008-2014 гг.

Расчет среднеквадратичного отклонения (S_i^2) показал, что сорта в опыте довольно сильно различаются по стабильности. Низкая вариабельность наблюдается у сортов Новосибирская 40 ($S_i^2=2,19$) и Новосибирская 51 ($S_i^2=10,94$). Низкие показатели стабильности этих сортов свидетельствуют о том, что при улучшении условий выращивания увеличивается урожайность сортов. Наибольшие колебания урожайности отмечены у сорта Скипетр, показатель стабильности которого равен $S_i^2=76,99$, что свойственно сортам экстенсивного типа.

При этом следует отметить, что в зависимости от условий года у сорта Кулундинка отмечены стабильные прибавка или снижение урожайности ($S_i^2=8,74$) [107].

Расчет показателей экологической пластичности озимой ржи представлен в таблице 4.3, коэффициент линейной регрессии на рисунке 4.5.

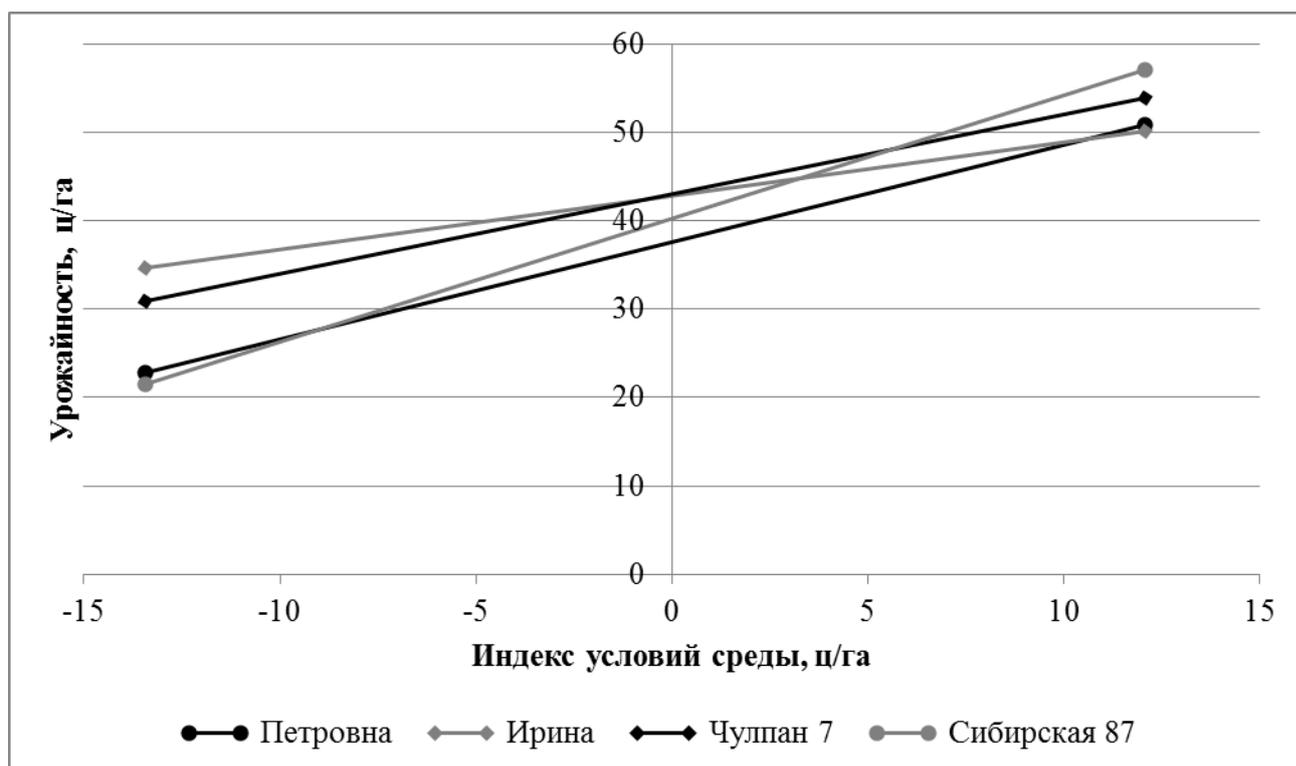


Рисунок 4.5 – Линии регрессии урожайности сортов озимой ржи на изменение условий выращивания, 2008-2014 гг.

Расчеты коэффициента линейной регрессии показывают, что сорт Чулпан 7 обладает высокой экологической пластичностью ($b_i=0,90$), при этом нестабильным поведением ($S_i^2=16,20$).

Наиболее отзывчивым на изменения условий среды оказался сорт Сибирская 87 ($b_i=1,39$), который можно отнести к интенсивному типу, при этом он характеризовался самым нестабильным поведением, об этом нам говорит высокое значение коэффициентов стабильности ($S_i^2=20,77$).

Сорт озимой ржи Ирина отличается меньшей отзывчивостью ($b_i=0,61$), о чем наглядно свидетельствует величина наклона линии регрессии. Этот сорт можно характеризовать как экстенсивный тип со слабой реакцией на улучшение условий выращивания. Такие сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимальный урожай при минимальных затратах.

Самым ценным из исследуемых сортов озимой ржи можно считать сорт Петровна. Этот сорт обладает высокой экологической пластичностью ($b_i=1,1$) и

стабильностью ($S_i^2=3,52$), благодаря чему ежегодно дает стабильную урожайность зерна не зависимо от метеорологических условий возделывания [105].

Среди изучаемых сортов озимого тритикале наибольшей отзывчивостью на изменение условий среды отличился сорт Сирс 57 ($b_i=1,60$), который можно отнести к интенсивному типу, при этом сорт Сирс 57 характеризовался самым нестабильным поведением, об этом нам говорит высокое значение коэффициента стабильности ($S_i^2=26,11$) (табл. 4.2; рис. 4.6)

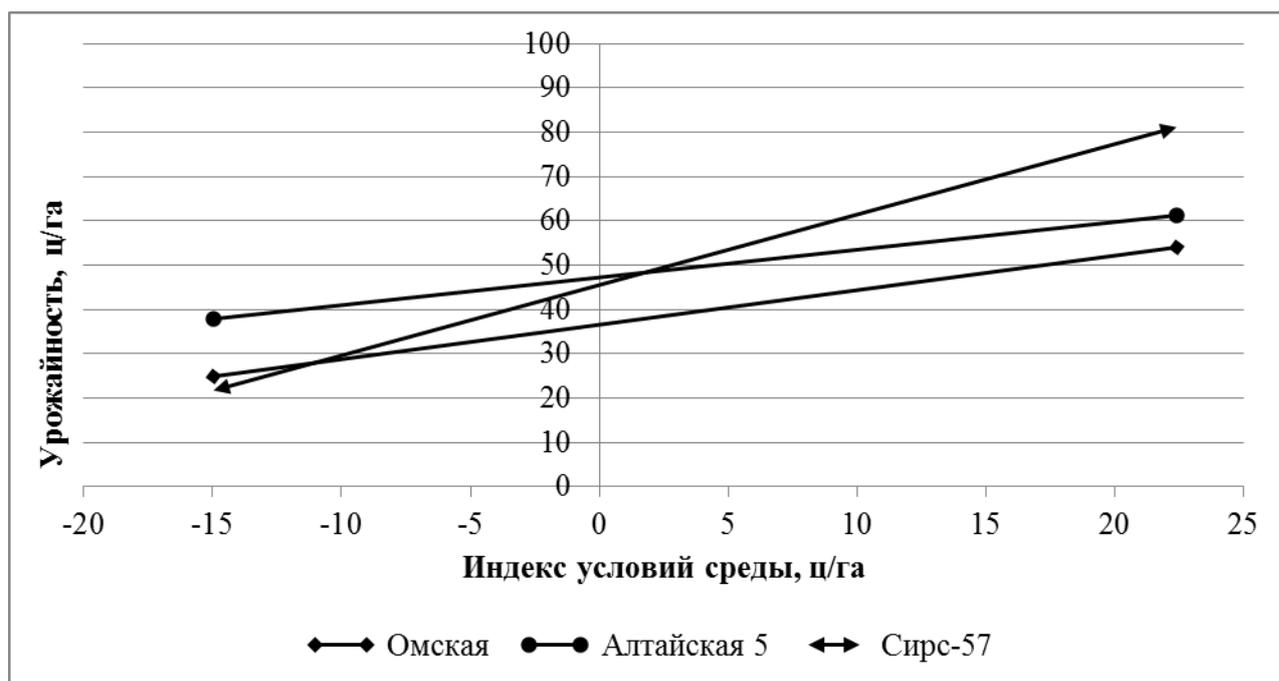


Рисунок 4.6 – Линии регрессии урожайности сортов озимого тритикале на изменение условий выращивания, 2008-2014 гг.

Близкими коэффициентами линейной регрессии характеризовались сорта Омская ($b_i=0,77$) и Алтайская 5 ($b_i=0,63$), они оказались наименее отзывчивыми на улучшение условий выращивания: с повышением среднего уровня урожайности на 1 ц/га они увеличивают свою только на 0,77 ц/га (Омская) и на 0,63 ц/га (Алтайская 5) соответственно. При этом сорт Омская характеризовался самым стабильным поведением ($S_i^2=1,57$) [106].

Таким образом, среди исследуемых сортов озимой пшеницы следует выделить три сорта с высокой экологической пластичностью: Скипетр ($b_i=0,99$),

Новосибирская 40 ($b_i=1,04$) и Новосибирская 51 ($b_i=1,05$), при этом сорт Новосибирская 40 отличился самым стабильным поведением ($S_i^2=2,19$).

Из исследуемых сортов озимой ржи самым ценным по экологической пластичности и стабильности следует выделить сорт Петровна ($b_i=1,10$; $S_i^2=3,52$).

Самым стабильным поведением из исследуемых сортов озимого тритикале характеризовался сорт Омская ($S_i^2=1,57$).

4.3 Оценка сортов озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале по параметрам адаптивности и гомеостатичности

Одна из главных задач селекции - повышение адаптивного потенциала сортов, к которому относятся пластичность, стабильность и гомеостатичность. Пластичность — способность сорта или популяции адаптироваться к условиям среды. Фенотипическая стабильность проявляется в сохранении фенотипа при изменении условий среды, она обуславливается нормой реакции генотипа, способностью сохранять относительное постоянство признаков. Гомеостатичность — способность растений хорошо отзываться на улучшение условий выращивания и слабо или совсем не реагировать на их ухудшение [192].

Показатели степени реакции генотипов на изменение условий среды характеризуют свойства сорта, его стрессоустойчивость, генетическая гибкость и гомеостатичность.

Для более объективной оценки изучаемых сортов озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале нами был произведен расчет ряда статистических показателей, определяющих их адаптивные свойства, а именно, стрессоустойчивость ($Y_{\min}-Y_{\max}$), генетическая гибкость ($(Y_{\max}+Y_{\min})/2$) и гомеостатичность (Ном). Результаты исследования представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Стрессоустойчивость, генетическая гибкость и гомеостатичность сортов озимых зерновых культур, 2009-2014 гг.

Сорт	Параметры адаптивности					
	Y_{\max}	Y_{\min}	$Y_{\min}-Y_{\max}$	$(Y_{\max}+Y_{\min})/2$	V,%	Ном
Озимая пшеница						
Омская 4	55,2	13,9	-41,3	34,55	49,36	2,34
Кулундинка	51,6	27,2	-24,4	39,4	28,14	6,95
Скипетр	60,6	20,6	-40	40,6	34,57	5,34
Новосибирская 40	55,4	23,4	-32	39,4	37,62	3,80
Новосибирская 51	54	23	-31	38,5	40,57	3,21
Озимая рожь						
Петровна	52,6	22,2	-30,4	37,4	27,32	9,00
Ирина	51,2	37,6	-13,6	44,4	14,14	30,16
Чулпан 7	56,1	33,5	-22,6	44,8	21,13	14,53
Сибирская 87	56,3	16,9	-39,4	36,6	33,49	6,23
Озимый тритикале						
Омская	53,6	26,5	-27,1	40,05	30,94	6,18
Алтайская 5	59,7	34,4	-25,3	47,05	21,43	12,82
Сирс 57	87,3	23,9	-63,4	55,6	51,95	2,43

Самую высокую стрессоустойчивость среди сортов озимой пшеницы проявил сорт озимой пшеницы Кулундинка ($Y_{\min}-Y_{\max} = -24,4$).

Максимальное соотношение между генотипом и факторами среды отмечено у сортов Скипетр (40,6), Новосибирская 40 (39,4), Кулундинка (39,4) и Новосибирская 51 (38,5).

По показателю гомеостатичности (Ном) и коэффициенту вариации (V) наиболее стабильными на изменение условий выращивания оказались сорта озимой пшеницы Кулундинка (Ном=6,95; V=28,14%) и Скипетр (Ном=5,34; V=34,57%).

Большая вариабельность и низкая гомеостатичность отмечена у сортов Омская 4 (Ном=2,34; V=49,36%) и Новосибирская 51 (Ном=3,21; V=40,57%), что говорит о нестабильном поведении сортов при изменении условий возделывания.

На основании проведенного исследования установлено, что самую высокую устойчивость к стрессу среди сортов озимой ржи проявил сорт озимой ржи Ирина ($Y_{\min}-Y_{\max} = -13,6$).

В условиях полевого опыта выделены сорта озимой ржи, имеющие максимальное соотношение между генотипом и факторами среды. Это сорта Чулпан 7 (44,8), Ирина (44,4) и Петровна (37,4).

Высокогемеостатичным, то есть обладающим генетическим механизмом, способным сводить к минимуму последствия неблагоприятных условий внешней среды, характеризовался сорт Ирина ($Hom=30,16$; $V=14,14\%$).

Низкая гемеостатичность и высокая вариабельность отмечена у сорта озимой ржи Сибирская 87 ($Hom=6,23$; $V=33,49\%$), что говорит о нестабильности сорта к возделыванию в условиях лесостепной зоны юго-востока Западной Сибири.

Среди исследуемых сортов озимого тритикале самую высокую устойчивость к стрессу проявили сорта озимого тритикале Алтайская 5 ($Y_{min}-Y_{max}=-25,3$) и Омская ($Y_{min}-Y_{max}=-27,1$).

Высокое значение показателя генетической гибкости отмечено у сорта Сирс 57 (55,6), что указывает на большую степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды.

Высокая гемеостатичность и низкая вариабельность, установленная у сорта Алтайская 5 ($Hom=12,82$; $V=21,43\%$), говорит о стабильности сорта в изменяющихся условиях среды.

Самым нестабильным поведением по показателям гемеостатичности и коэффициенту вариации отмечен сорт озимого тритикале Сирс 57 ($Hom=2,43$; $V=51,95\%$).

Для успешной работы в селекции при определении реакции выводимых сортов на условия среды и при внедрении их в сельскохозяйственное производство, необходимо использовать определение нормы реакции генотипа на условия среды. Показатели степени реакции генотипов на изменение условий среды характеризуют свойства сорта, его пластичность, стабильность и гемеостатичность.

Таким образом, в наших исследованиях оценка трех сортов озимого тритикале, четырех сортов озимой ржи и пяти сортов озимой пшеницы по

урожайности позволила выделить сорта, как с широким, так и незначительным характером изменчивости данного признака.

По результатам исследования установлено, что к адаптивным сортам озимой пшеницы следует отнести сорта Новосибирская 40, Новосибирская 51, а также сорт полуинтенсивного типа Кулундинка, который при ухудшении условий выращивания способен давать стабильно хороший урожай.

Из изученных сортов озимой ржи, как адаптивный, следует выделить сорт Петровна.

К адаптивному сорту озимого тритикале следует отнести сорт полуинтенсивного типа Омская.

ГЛАВА 5 ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ОЗИМОЙ РЖИ И ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЕНОТИПА И УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИИ

5.1 Содержание белка в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале

Содержание белка – важнейший показатель технологической и пищевой ценности зерна. По данным Е.Д. Казакова, Г.П. Карпиленко [95], среднее содержание белка в зерне озимой пшеницы составляет 11,2 % (для сравнения – в зерне яровой пшеницы – 12,5 %).

Белок в зерне пшеницы нормируется по ГОСТ Р 52554-2006, где предъявляются требования для 1 класса – не менее 14,5 %, 2-го – не менее 13,5 %, 3-го – не менее 12 %, 4-го – не менее 10 %, для 5-го класса величина этого показателя не ограничивается.

Тритикале характеризуется широким варьированием содержания белка в зерне от 10% до 23% и более [182]. В.В. Панченко [151] выявил в процессе исследований этой культуры варьирование содержания белка от 11,5 % до 14,7 %, со средним значением 13,0 %.

Белок тритикале по содержанию незаменимых аминокислот более полноценен, чем белок пшеницы, и в этом отношении тритикале как зернофуражная культура имеет преимущества перед пшеницей, кукурузой, ячменем и сорго. Зерно тритикале нормируется государственным стандартом как кормовое. В связи с этим главными показателями хозяйственной ценности возделываемых сортов можно считать урожайность, крупность зерна и содержание в нем белка и аминокислот. Возделывание озимой ржи в земледельческих районах Сибири и Урала, отмечал Н.Ф. Шерстнев [207], оправдано благоприятными почвенно-климатическими условиями.

Среднее содержание белка в зерне озимой ржи в Западной Сибири – 11,3-14,7 %.

Белок озимой ржи по аминокислотному составу более сбалансирован, чем пшеницы и других зерновых культур, он богаче лизином, треонином, фенилаланином и аргинином [133].

Известно, что количество аминокислот в зависимости от видовых и сортовых особенностей, а также от факторов внешней среды обеспечивает накопление отдельных фракций белковых веществ. Это в конечном итоге и определяет количество и качество формируемых белков.

В нашем исследовании изучено содержание белка и аминокислот в зерне озимых культур, произрастающих в условиях лесостепи Кемеровской области [184].

Анализ качества зерна показал, что более высоким содержанием белка характеризовалось зерно озимого тритикале (13,41%), меньшим озимой ржи (12,30%) (табл. 5.1). Значение данного показателя варьировало в зерне озимой пшеницы от 12,37 % до 13,70 %, озимой ржи от 11,68 % до 13,07 % и озимого тритикале от 11,27 % до 14,36 %.

Таблица 5.1 - Среднее содержание белка в зерне озимых культур, лесостепь, 2012-2014 гг.

Показатель	Массовая доля белка, %		
	озимая пшеница	озимая рожь	озимый тритикале
среднее	13,00	12,30	13,41
Lim	12,37-13,70	11,68-13,07	11,27-14,36
V, %	4,4	4,9	13,8

Проявились сортовые отличия по содержанию белка в зерне. По совокупности данного показателя более качественное зерно формировали сорта озимой пшеницы Кулундинка, озимой ржи Ирина и озимого тритикале Алтайская 5 (рис. 5.1).

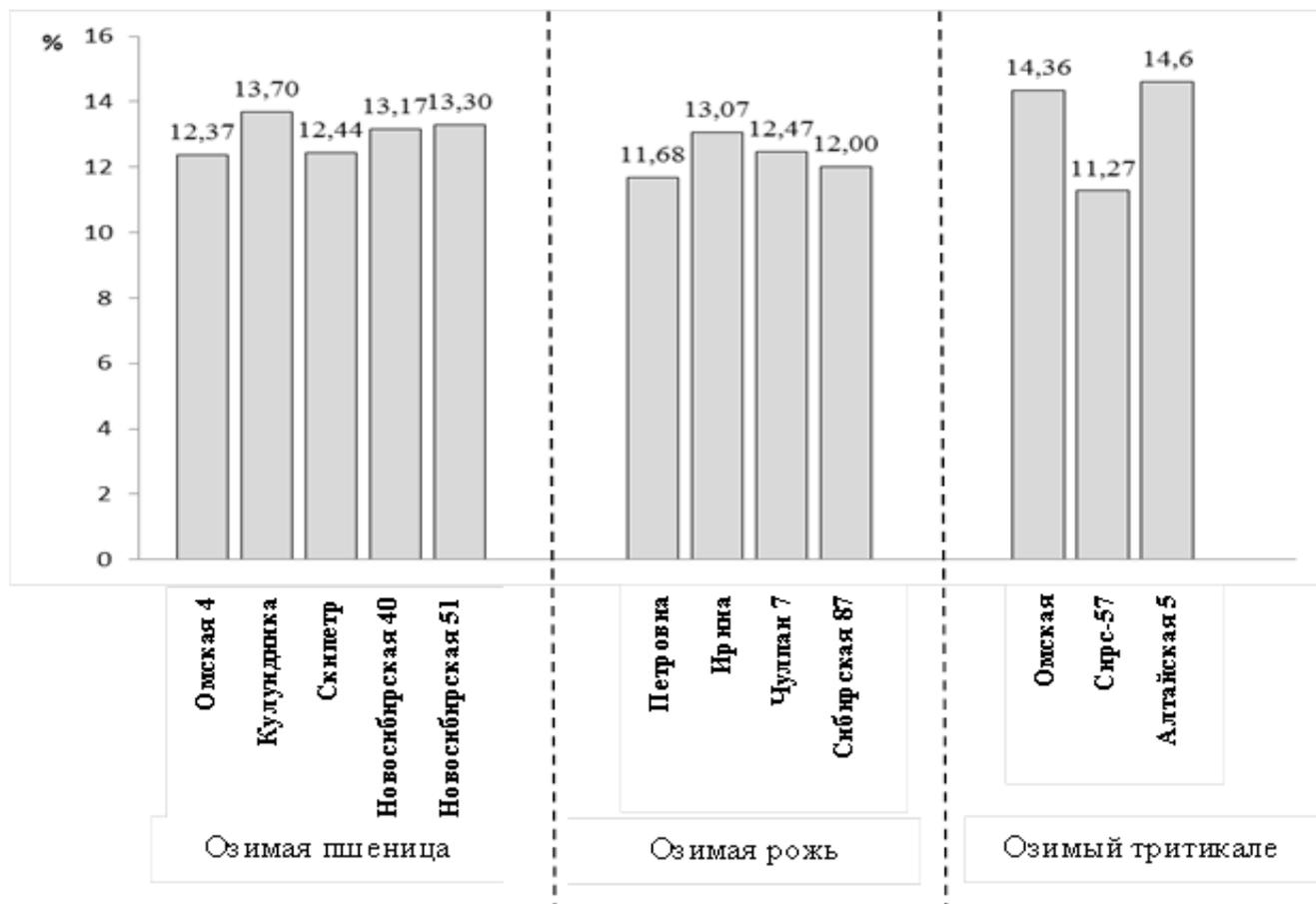


Рис. 5.1 - Среднее содержание белка в зерне сортов озимой пшеницы, озимой ржи, озимого тритикале, %

Данные рисунка 5.1, наглядно демонстрируют влияние сорта и видовых особенностей культуры на содержание белка в зерне изучаемых культур. Среди сортов озимой пшеницы наибольшее содержание белка отмечено у сорта Кулундинка и составляет 13,70 %, что на 1,33% выше, чем у сорта Омская 4. Среди сортов озимой ржи выделили сорт Ирина, зерно которого содержит белка больше на 1,39% по сравнению с сортом Петровна. Высоким содержанием белка характеризовался сорт озимого тритикале Алтайская 5 (14,60%), содержание белка в зерне на 0,24 и 3,33% выше, чем у сортов Омская и Сирс 57 соответственно.

Сравнительное изучение аминокислотного состава белков показало, что в среднем по содержанию заменимых и незаменимых аминокислот зерно озимой ржи уступает зерну озимой пшеницы и озимому тритикале. Суммарное

содержание аминокислот больше в сортах озимой пшеницы и озимого тритикале соответственно на 1,59 и 2,02 % (табл. 5.2).

Таблица 5.2 - Содержание аминокислот в белке в зерне озимых культур, лесостепь, 2012-2014 гг.

Аминокислоты	Содержание аминокислот, г / 100 г					
	озимая пшеница (пять сортов)		озимая рожь (четыре сорта)		озимый тритикале (три сорта)	
	среднее	lim	среднее	lim	среднее	lim
Аспарагиновая	0,77	0,73-0,81	0,62	0,60-0,63	0,73	0,66-0,84
Треонин	0,71	0,64-0,76	0,81	0,64-0,95	0,70	0,66-0,74
Серин	0,63	0,60-0,71	0,70	0,60-0,78	0,77	0,70-0,84
Глютаминовая	2,93	2,72-3,31	2,23	1,84-3,33	3,00	2,56-3,28
Пролин	0,94	0,28-1,27	0,78	0,37-1,05	1,05	0,65-1,26
Глицин	0,50	0,45-0,63	0,41	0,25-0,68	0,63	0,55-0,69
Аланин	0,39	0,36-0,46	0,56	0,23-0,72	0,37	0,26-0,51
Валин	0,67	0,59-0,75	0,81	0,64-0,89	0,66	0,58-0,75
Метионин	0,24	0,21-0,27	0,13	0,10-0,15	0,23	0,19-0,30
Изолейцин	0,52	0,44-0,61	0,37	0,31-0,42	0,52	0,44-0,59
Лейцин	1,10	0,88-1,61	0,94	0,71-1,54	1,41	0,98-1,73
Тирозин	0,30	0,23-0,36	0,17	0,13-0,21	0,20	0,14-0,25
Фенилаланин	0,59	0,55-0,64	0,44	0,35-0,53	0,58	0,31-0,83
Гистидин	0,25	0,23-0,28	0,34	0,26-0,41	0,32	0,26-0,35
Лизин	0,33	0,29-0,40	0,30	0,18-0,39	0,37	0,31-0,42
Аргинин	0,57	0,26-0,71	0,29	0,07-0,39	0,39	0,07-0,68
Триптофан	0,12	0,11-0,14	0,15	0,11-0,17	0,13	0,12-0,14
Цистин	0,27	0,19-0,31	0,19	0,15-0,21	0,20	0,17-0,24
Сумма	11,83	–	10,24	–	12,26	–

Приблизительно в равных количествах в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале содержание метионина (0,13-0,24 г/100г), гистидина (0,25-0,34 г/100г), лизина (0,30-0,37 г/100г), триптофана (0,12-0,15 г/100г) и цистина (0,19-0,27 г/100г). По данным наших исследований, содержание триптофана в белках всех озимых культур, произрастающих в условиях лесостепи Кемеровской области, низкое. Из литературы известно [196], что эта незаменимая аминокислота является предшественником для образования фитогормона индолилуксусной кислоты (ИДК, indoleacetic acid, IAA) и витамина РР, роль которых в жизни растений общеизвестна. Необеспеченность семян триптофаном

может привести к нарушению обмена веществ, к снижению их всхожести и жизнеспособности.

В белках озимой ржи мало метионина (0,13 г/100г), изолейцина (0,37 г/100г), но больше валина (0,81 г/100г).

Аминокислотный состав зерна озимой пшеницы и озимого тритикале характеризуется значительным содержанием глютаминовой кислоты (2,93 и 3,00 г/100г) и пролина (0,94 и 1,05 г/100г). Устойчивость к засухе и другим неблагоприятным факторам многие исследователи связывают с содержанием пролина в тканях растений, он активно синтезируется в ответ на разные стрессовые воздействия, выступая в качестве осмопротектора [56, 232, 256, 254, 240, 26]. Учитывая, что увеличением содержания аминокислоты пролина растения озимых культур откликаются на воздействия различных неблагоприятных факторов, можно сделать вывод о том, что сорта озимого тритикале и озимой пшеницы сильнее лимитируются условиями произрастания, чем озимая рожь. Массовая доля пролина в зерне сортов озимой ржи в среднем составляет 0,78 г/100 г, что на 0,29 и на 0,16 % меньше, чем у озимого тритикале и озимой пшеницы.

Для построения собственных белков человеку и животным важны все незаменимые аминокислоты, такие как треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, тирозин, фенилаланин и лизин.

Суммарное содержание незаменимых аминокислот в озимой ржи меньше на 14,0 %, чем в зерне озимого тритикале и на 7,7 %, чем в зерне озимой пшеницы. Соответственно составляет 3,95 г/100 г; 4,60 г/100 г и 4,28 г /100 г (табл. 5.3).

Белки зерновых культур неполноценны по ряду незаменимых аминокислот прежде всего по лизину, метионину, триптофану и треонину. Поэтому при оценивании аминокислотной сбалансированности используют эти четыре аминокислоты.

В зерне озимой пшеницы и озимого тритикале содержание лимитирующих аминокислот треонина и метионина практически одинаково, по содержанию лизина богаче зерно озимого тритикале 0,37 г/100г.

Таблица 5.3 - Содержание незаменимых аминокислот в зерне озимых культур, г/100г

Незаменимые аминокислоты	Суточная потребность, г	Озимая пшеница		Озимая рожь		Озимая тритикале	
		содержание, г/100 г	% от дневной нормы	содержание, г/100 г	% от дневной нормы	содержание, г/100 г	% от дневной нормы
Треонин	2,5	0,71	28,4	0,81	32,4	0,70	28,0
Валин	3,5	0,67	19,0	0,81	23,0	0,66	18,8
Метионин	3	0,24	8,0	0,13	4,3	0,23	7,7
Изолейцин	3,5	0,52	14,8	0,37	10,6	0,52	14,8
Лейцин	5	1,10	22,0	0,94	18,8	1,41	28,2
Триптофан	1	0,12	12,0	0,15	15,0	0,13	13,0
Фенилаланин	3	0,59	19,7	0,44	14,7	0,58	19,3
Лизин	4	0,33	8,3	0,30	7,5	0,37	9,2

Таким образом, в зерне озимых культур, произрастающих на территории лесостепи Кемеровской области, содержание лимитирующих незаменимых аминокислот составляет у озимой пшеницы и озимого тритикале больше, чем у озимой ржи. Как у белков озимой ржи, озимого тритикале и озимой пшеницы первой лимитирующей незаменимой аминокислотой является метионин, второй - лизин.

По суммарному содержанию незаменимых аминокислот белок озимого тритикале отличается от озимой пшеницы, больше от озимой ржи.

Расчет аминокислотного сора показал, что в наибольшей степени требованиям ФАО/ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) соответствуют сорт озимой пшеницы Новосибирская 51 и сорт озимого тритикале Петровна. У этих культур уровень качества зерна приближается к высокому. Биологическая ценность зерна составляет 21 и 18 % соответственно (табл. 5.4) (приложение 9).

Таблица 5.4 - Аминокислотный скор озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале, %

Сорт	Незаменимые аминокислоты								Биологическая ценность белка (КРАС)
	валин	изолейцин	лейцин	лизин	метионин+ цистин	треонин	триптофан	Фенилаланин+ тирозин	
Озимая пшеница									
Омская 4	132	125	131	53	146	175	110	155	24
Кулундинка	136	127	148	62	166	182	140	160	22
Скипетр	118	152	230	73	131	160	120	150	31
Новосибирская 40	134	110	126	56	146	180	120	140	29
Новосибирская 51	150	130	150	54	143	190	110	137	21
Озимая рожь									
Петровна	128	90	220	33	94	160	110	83	18
Ирина	174	105	105	64	100	237	140	123	33
Чулпан 7	172	77	110	71	97	205	160	97	47
Сибирская 87	178	92	101	49	71	207	170	98	28
Озимый тритикале									
Омская	130	132	216	56	103	177	140	88	26
Сирс 57	150	110	140	71	128	185	120	123	42
Алтайская 5	116	147	247	76	142	165	120	180	27

Лимитирующей биологическую ценность белка является незаменимая аминокислота с наименьшим аминокислотным скором. У всех изучаемых сортов озимых культур лимитирующей аминокислотой является лизин, аминокислотный скор которой составляет менее 100 %.

Результаты определения аминокислотного сора в исследуемых образцах зерна озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале показали, что по биологической ценности зерно сортов, произрастающих в условиях лесостепи Кемеровской области, имеет средний и низкий уровни качества.

Установлено, что самым низким уровнем качества зерна обладает сорт озимой ржи Чулпан 7 и сорт озимого тритикале Сирс 57. Биологическая ценность составляет 47 и 42% соответственно. По градации [152] это соответствует низкому уровню качества. Зерно сортов низкого качества используют

преимущественно на фуражные цели. Например, в Канаде, США и других странах такие сорта не допускаются к районированию [26].

В результате проведенных исследований установлено, что качество зерна озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале, произрастающих на территории лесостепи Кемеровской области, далеко от максимально возможного. Анализ содержания белка и аминокислот показал биохимические особенности формирования зерна изучаемых культур и их сортов, отмечены значительные различия их синтетических возможностей.

Зерно изучаемых культур характеризуется различным содержанием белка и его аминокислотным составом. Сравнительное изучение качества зерна сортов озимых культур позволило установить, что сорта озимой пшеницы Кулундинка и Новосибирская 51 характеризуются высоким содержанием белка (13,70 и 13,30% соответственно) и вместе с тем являются наиболее биологически ценными по сравнению с другими сортами – Омская 4, Скипетр и Новосибирская 40.

Низким содержанием белка отличился сорт озимой ржи Петровна (11,68%), однако по биологической ценности этот сорт превосходит все сорта изучаемых озимых культур.

Высокобелковыми оказались сорта озимого тритикале Омская и Алтайская 5. В среднем они накапливают белка до 13,41% и формируют зерно среднего уровня качества, в отличие от сорта Сирс 57, который характеризуется самым низким содержанием белка (11,27%) и очень низкой биологической ценностью.

Следует отметить, что изученные сорта озимых зерновых культур, произрастающих на территории лесостепи Кемеровской области, не удовлетворяют потребность региона в накоплении полноценного белка, а значить биологически полноценного питания. Полученные результаты позволяют ближе подойти к пониманию причин получения низкого и среднего качества зерна на исследуемой территории, как к явлению, широко распространенному во многих регионах Российской Федерации, и указывают на новые возможности нормализации метаболических процессов формирующейся зерновки. Учитывая

особую значимость зерна, как источника белка и незаменимых аминокислот для человека и животных, следует проводить исследования с целью выявления сортов озимых зерновых культур с максимальным содержанием биологически важных веществ. В настоящее время этому вопросу уделяется мало внимания.

5.2 Изменение содержание углеводов и жира в зерне озимых зерновых культур в зависимости от сортовых особенностей и условий среды

В настоящее время особую важность приобрели вопросы выявления и создания адаптивных форм, характеризующихся стабильностью основных признаков урожайности и качества зерна, в том числе, содержания углеводов и жира [136].

Нами изучено накопление в зерне озимых культур углеводов и жира в зависимости от вида озимых культур и генетических свойств сорта, выращенных в одинаковых условиях вегетации в лесостепи Кемеровской области.

В таблице 5.5 приведены данные по содержанию крахмала (приложение 10).

Таблица 5.5 – Содержание углеводов в зерне озимых пшеницы, ржи и тритикале, 2012-2014 гг.

Углеводы	Содержание углеводов, %								
	Озимая пшеница			Озимая рожь			Озимая тритикале		
	\bar{x}	Lim	V, %	\bar{x}	Lim	V, %	\bar{x}	Lim	V, %
Крахмал	34,76	33,96-36,04	2,6	32,54	28,98-36,86	10,6	31,11	27,40-35,95	14,1
Клетчатка	2,26	1,70-4,02	43,8	2,38	1,74-4,07	47,3	3,04	1,96-3,97	33,3
Сахара	4,47	2,77-8,86	55,9	6,27	5,54-7,01	9,9	10,02	4,80-12,92	45,3
Всего углеводов	41,50			41,20			44,20		

Крахмал – широко распространенный и один из важнейших запасных полисахаридов в зерне. По содержанию его зерно зерновых культур сильно различается между собой. Так, в зернах пшеницы его содержание достигает 70 %, ржи – 56-64 %. Крахмал в пшеничном зерне содержится лишь в мучнистом ядре

эндосперма в виде крахмальных зерен. В оболочках, алейроновом слое и зародыше крахмала не обнаружено [94].

Значительное количество крахмала накапливает озимая пшеница и озимая рожь – 34,76 % и 32,54 % соответственно, меньше озимая тритикале – 31,11 % (табл. 5.5). Размах варьирования содержания крахмала у изучаемых озимых культур по годам исследования находится в пределах 2,6-14,1 %. Таким образом, практически все озимые культуры при возделывании в лесостепной зоне характеризуются высокой стабильностью накопления крахмала в зерне. Большой стабильностью по способности накапливать углеводы в зерне характеризовалась озимая пшеница и озимая рожь ($V=2,6$ % и $V=10,6$ % соответственно). Наибольшую изменчивость проявил озимый тритикале ($V=14,1$ %).

Следует отметить, что содержание крахмала в зерне в среднем изменялось у озимой пшеницы 33,96-36,04 %, озимой ржи 28,98-36,86 %, озимого тритикале 27,40-35,95 %. Крайние колебания составили 27,4-36,86 %.

Коллоидные полисахариды, к которым необходимо отнести клетчатку, изучены очень слабо. Клетчатка входит в состав покровных оболочек и клеточных стенок зерна зерновых культур и не используется прорастающим зерном вследствие прочности строения [136].

Изменчивость по содержанию клетчатки в зерне озимых культур находилась в пределах 33,3-47,3%. Озимая рожь ($V = 47,3$ %) и озимая пшеница ($V = 43,8$ %) характеризуются меньшей стабильностью по способности накопления клетчатки в сравнении с озимым тритикале ($V = 33,3$ %).

В целом накопление клетчатки в зерне озимых культур сильно колебалось у озимой пшеницы от 1,70 % до 4,02%, озимой ржи – от 1,74 % до 4,07 %, озимого тритикале – от 1,96 до 3,97 %.

Среди подвижных углеводов в зерне озимой пшеницы обнаружены моносахариды, дисахариды и трисахариды. Значение сахаров велико. Во-первых, они необходимы при прорастании зерна, как вещества, которые могут непосредственно идти на процессы дыхания. Во-вторых, при брожении теста сахара являются совершенно необходимыми для брожения дрожжей и

молочнокислых бактерий. При замесе теста, когда ферменты не успели еще катализировать реакцию расщепления крахмала до мальтозы, дрожжи питаются исключительно за счет естественных сахаров муки.

Установлено, что накопление сахаров в зерне в зависимости от культуры подвержено сильной изменчивости. Коэффициент вариации накопления сахаров в зерне изучаемых культур находится в пределах 9,9-55,9 %. В среднем в зерне озимой пшеницы накапливалось меньше сахаров на 1,8 %, чем в зерне озимой ржи и на 5,5 %, чем в зерне озимого тритикале. Таким образом, озимая пшеница при возделывании в лесостепной зоне характеризуется меньшим накоплением сахаров и меньшей стабильностью по способности накопления сахаров ($V=55,9\%$). Большей стабильностью накапливать сахара характеризовалась озимая рожь ($V=9,9\%$).

Данные таблицы 5.5 свидетельствуют о разном типе обмена веществ в озимых культурах. Выявлено, что сахара накапливаются во всех сортах озимых культур, но количество их разное. В зерне озимого тритикале происходит процентное уменьшение крахмала в среднем до 31,11 % и нарастание процентного содержания сахаров – 10,02 %. В зерне озимой пшеницы и озимой ржи наоборот, отмечено процентное уменьшение накопления сахаров до 4,47 и 6,27 % и нарастание сложного углевода – крахмала до 34,76 и 32,54 % соответственно.

Установлено, что в современном климате семена зерновых культур по-разному накапливают сахара и крахмал. Однако в среднем пшеница, рожь и тритикале содержат практически одинаковое количество углеводов 42-44 %.

Жиры у злаковых культур главным образом откладываются в зародыше. Зародыш занимает незначительную часть семени по сравнению с эндоспермом, поэтому общее содержание жира в них невелико. По нашим данным, наибольшее содержание жира находится в зерне озимой пшеницы, а наименьшее – в зерне озимого тритикале (табл. 5.6) (приложение 11).

Таблица 5.6 – Содержание жира в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале, 2012-2014 гг., %

Культура	Содержание жира в зерне, %			V, %
	\bar{x}	min	max	
Озимая пшеница	1,46	1,28	1,62	8,7
Озимая рожь	1,40	1,14	1,69	17,6
Озимая тритикале	1,32	1,09	1,53	16,7

В зерне изучаемых культур накопление жира происходит с неодинаковой интенсивностью. Так, в среднем содержание жира в зерне озимого тритикале меньше на 0,14 %, чем в озимой пшенице. Фактические показатели содержания жира меньше колебались у озимой пшеницы от 1,28 до 1,62 % ($V = 8,7$ %) и больше у озимого тритикале от 1,09 до 1,53 % ($V=16,7$ %), озимой ржи – от 1,14 до 1,69 % ($V=17,6$ %).

Химический состав зерна в большей степени зависит от сорта. Об этом свидетельствует огромный экспериментальный материал научных учреждений Российской Федерации и зарубежных авторов. Нами наиболее детально исследовано накопление углеводов и жира в зерне разных сортов озимых злаковых культур (табл. 5.7). Исследования проведены на пяти сортах озимой пшеницы, четырех сортах озимой ржи и трех сортах озимого тритикале.

Таблица 5.7 – Накопление крахмала, клетчатки, сахаров и жира в зерне озимых культур, %

Сорта	Показатель				
	крахмал	клетчатка	сахара	сумма углеводов	жир
1	2	3	4	5	6
Озимая пшеница					
Омская 4	35,37	1,76	4,06	41,19	1,28
Кулундинка	36,04	1,70	3,32	41,06	1,42
Скипетр	34,37	4,02	8,86	47,25	1,46
Новосибирская 40	33,96	1,97	3,32	39,25	1,62
Новосибирская 51	34,04	1,84	2,77	38,65	1,53
Озимая рожь					
Петровна	36,86	4,07	6,09	47,02	1,14
Ирина	28,98	1,88	7,01	37,87	1,27
Чулпан 7	33,62	1,74	6,46	41,82	1,52

Продолжение таблицы 5.7

1	2	3	4	5	6
Сибирская 87	30,72	1,85	5,54	38,11	1,69
Озимый тритикале					
Омская	27,40	3,97	12,92	44,29	1,34
Сирс 57	35,95	1,96	4,80	42,71	1,53
Алтайская 5	29,97	3,20	12,36	45,53	1,09

В зерне сорта озимой пшеницы Скипетр (47,25 %) и сорта озимой ржи Петровна (47,02%) несколько иначе протекает обмен углеводов, в процессе созревания они накапливают углеводов больше, чем другие сорта озимых культур. Минимальное содержание суммы углеводов в зерне отмечено у сорта озимой ржи Ирина (37,87 %). Разница между сортами при равных условиях их возделывания у пшеницы по сумме углеводов составляет 8,6 %, ржи – 9,15 %, тритикале – 2,82 %.

В результате проведенных исследований нами установлено, что накопление жира в зерне озимых культур у разных сортов также происходит по-разному. Это связано с генетическими особенностями сортов и родов озимых культур. Различия между сортами при равных условиях их возделывания составляют у озимой пшеницы 0,34%, озимой ржи – 0,55 %, озимого тритикале – 0,44 % и не превышает 1 %. В зерне озимой пшеницы у сорта Новосибирская 40 уменьшается содержание крахмала и увеличивается накопление жира.

Зерно разных сортов, высеянное на одном поле, при равных агротехнических и погодных условиях различалось по химическому составу. По нашим данным, максимальное различие по содержанию крахмала, клетчатки, сахаров и жира между сортами озимой пшеницы при выращивании их в одних и тех же условиях достигали 2,08; 2,26; 6,09 и 0,25%, озимой ржи 7,88; 2,33; 1,47 и 0,55%, озимого тритикале 8,55; 2,01; 8,12 и 0,44 % соответственно.

Сорта озимого тритикале Омская и Алтайская 5 отличаются повышенным генетическим потенциалом по накоплению сахаров. Мы считаем, что существенные различия в качестве зерна в значительной мере обусловлены биологической пластичностью сорта, его приспособляемостью к условиям среды.

Чем менее приспособлен сорт к условиям внешней среды, тем в большей мере изменяется химический состав зерна. Содержание крахмала в зерне озимых культур более устойчиво, чем содержание клетчатки. Результаты исследований показали, что большая часть сортов озимой пшеницы и озимой ржи в пределах одной зоны характеризуется почти одинаковым содержанием крахмала. На основании имеющихся данных можно сделать вывод, что такие показатели, как содержание крахмала, клетчатки, сахаров и жира, в большей мере характеризуют природу сорта. Для получения качественного зерна необходимо внедрять в производство сорта, отличающиеся генетическим потенциалом по накоплению углеводов и жиров. Имеется реальная возможность возделывать в условиях лесостепной зоны на серых лесных почвах Кемеровской области сорта озимых хлебных культур с высокими качественными показателями.

5.3 Накопление микро- макроэлементов в зерне озимых пшеницы, ржи и тритикале в зависимости от сорта

Избыток или недостаток минеральных элементов влечет за собой патологические последствия для живых объектов. Минеральные элементы необходимы для нормальной жизнедеятельности организма. Проводимые в настоящее время исследования свидетельствуют о значительных нарушениях в рационе питания населения России: отмечается дефицит витаминов, витаминоподобных веществ природного происхождения, макро- и микроэлементов. В настоящее время известно, что урожай сельскохозяйственных культур, его минеральная полноценность, и, как следствие, продуктивность животноводства и здоровье людей во многом зависят от содержания элементов в растительной продукции [147].

В настоящее время существует много работ, посвященных исследованию количественного и качественного состава зольных элементов зерна в зависимости от сортовых особенностей [45, 103, 108, 189]. Однако мы не располагаем данными о наличии макро- и микроэлементов в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и

озимой тритикале, выращенных в лесостепи Кемеровской области, в зависимости от биологических особенностей сорта и рода зерновых культур.

Проведенные нами исследования в 2012-2014 гг. показывают, что между сортами озимых культур наблюдаются различия в содержании сырой золы в зерне (табл. 5.8). У сортов озимого тритикале выявлено более высокое варьирование данного показателя – 15,1 % (приложение 12).

Таблица 5.8 – Содержание сырой золы в зерне озимых культур, 2012-2014 гг., %

Культура	Содержание золы в зерне, %			Коэффициент вариации, %
	\bar{x}	диапазон варьирования		
Озимая пшеница	1,58	1,36	1,69	8,0
Озимая рожь	1,50	1,38	1,68	8,9
Озимая тритикале	1,76	1,50	2,03	15,1

Нашими исследованиями установлено, что содержание золы в зерне озимой пшеницы в среднем составляет 1,58 % с колебаниями от 1,36 до 1,69 %, в зерне озимой ржи – 1,50 % (1,38-1,68 %) и в зерне озимого тритикале – 1,76 % (1,50-2,03 %). Эти данные показывают, что накопление золы у тритикале зависит от каких-то существенных факторов, при воздействии которых содержание данного показателя в зерне тритикале достигает до 2,03%, то есть на 0,34-0,67 % больше, чем зерно пшеницы, и на 0,35-0,65% больше, чем зерно ржи.

Зола зерна озимых культур содержит в своем составе разные зольные элементы. Если общие макро- и микроэлементы, содержащиеся в зерне сортов озимых культур, возьмем за 100%, то из них на изученные макроэлементы приходится 99,5 %, на микроэлементы – 0,5%.

По содержанию в пробах зерна озимых культур макроэлементы располагаются в следующем ряду: P>K>Ca>Na, а микроэлементы Fe>Zn>Mn>Cu. Размах варьирования макро- и микроэлементов высокий. Это может быть связано с родовыми и сортовыми биологическими особенностями культуры (табл. 5.9) (приложение 13-14).

Таблица 5.9 – Межродовые различия в содержании макро-микроэлементов в зерне озимых зерновых культур, 2012-2014 гг.

Зольные элементы	Озимая пшеница		Озимая рожь		Озимый тритикале	
	\bar{x}	размах вариации, %	\bar{x}	размах вариации, %	\bar{x}	размах вариации, %
Макроэлементы						
Кальций, г/кг	2,2	15,40	2,3	17,20	1,7	18,10
Фосфор, г/кг	4,6	8,80	3,4	12,00	5,2	29,80
Калий, г/кг	3,12	8,60	3,60	0	3,80	24,10
Натрий, г/кг	0,15	12,00	0,18	16,70	0,17	17,10
Микроэлементы						
Железо, мг/кг	40,20	26,70	43,50	16,40	38,00	9,10
Марганец, мг/кг	24,00	14,40	25,50	7,50	26,00	27,70
Медь, мг/кг	3,90	60,50	4,80	16,90	4,40	14,90
Цинк, мг/кг	24,70	11,70	27,00	7,60	26,70	25,80

Так содержание меди в зерне озимой пшеницы разных сортов колеблется от 2,50 мг/кг до 8,00 мг/кг, озимой ржи – от 2,50 мг/кг до 5,50 мг/кг, а озимого тритикале – от 3,70 мг/кг до 5,00 мг/кг. Накопление меди в зерне озимых тритикале и ржи выше, чем в пшенице. В среднем разница составляет соответственно 0,5 мг/кг и 0,9 мг/кг.

Представляет интерес накопление меди в зерне в зависимости от биологических особенностей сорта. Исследования показали, что сорта озимой пшеницы Скипетр и Новосибирская 51 накапливают небольшое количество этого элемента – 2,3-2,5 мг/кг, а сорт Новосибирская 40 - 8,0 мг/кг.

Содержание железа в зерне озимой ржи выше, чем в зерне озимого тритикале и озимой пшеницы. Разница составляет соответственно 5,5 мг/кг и 3.3 мг/кг.

Анализ содержания золы и макро- и микроэлементов в зерне озимых пшеницы, ржи и тритикале, выращенных в лесостепи Кемеровской области (рис. 5.2), показывает, что все сорта озимой пшеницы стабильно накапливают зольные элементы, в среднем 16 г/кг, сорта озимой ржи и озимого тритикале существенно отличаются по накоплению макроэлементов. Накопление макроэлементов в зерне сортов озимой ржи ниже, чем у сортов озимой пшеницы

и озимого тритикале в среднем на 6,5% и 12,5% соответственно. Необходимо отметить, что только 55% всех зольных элементов озимого тритикале сорта Омская относится к группе изученных нами микро- и макроэлементов, для остальных образцов величина этого показателя варьирует от 26 % (Алтайская 5) до 43% (Ирина).

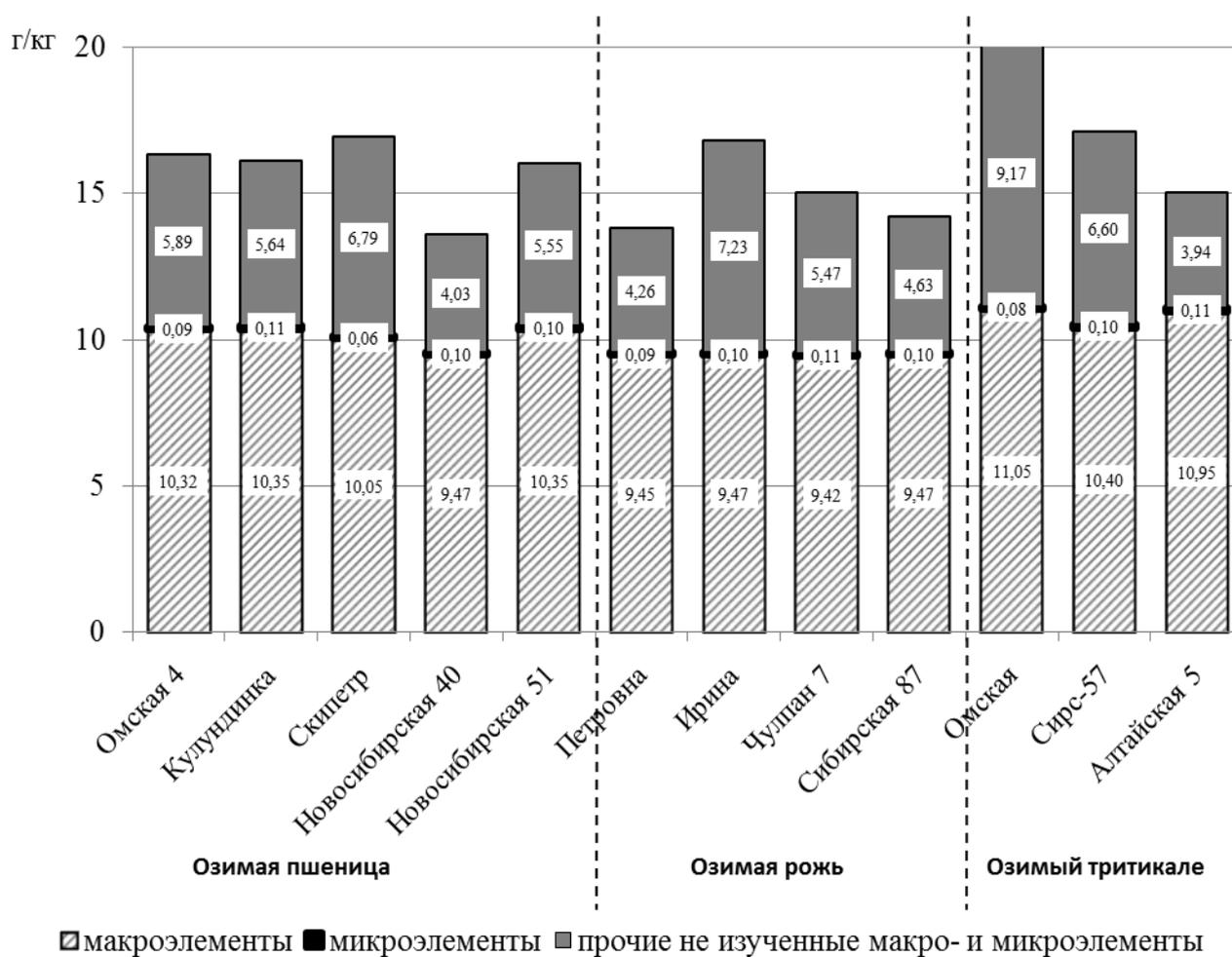


Рисунок 5.2 – Зависимость содержания макро- и микроэлементов в зерне озимых культур от сортовых особенностей и рода культуры

В таблице 5.10 сопоставлены данные по содержанию золы и отдельных зольных элементов, выделенных из зерна различных сортов и рода озимых культур, выращенных в одинаковых условиях.

Таблица 5.10 – Содержание зольных элементов в зерне разных сортов озимых культур (пшеницы, ржи и тритикале), 2012-2014 гг.

Сорт	Зола, %	Содержание, % от общей сырой золы							
		макроэлементы				микроэлементы			
		P	K	Ca	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
Озимая пшеница									
Омская 4	1,63	27,61	22,08	12,88	0,74	0,24	0,16	0,16	0,02
Кулундинка	1,61	29,81	18,63	14,91	0,93	0,34	0,17	0,15	0,02
Скипетр	1,69	30,77	17,75	10,06	0,89	0,14	0,12	0,11	0,01
Новосибирская 40	1,36	30,15	22,06	16,18	1,25	0,31	0,20	0,19	0,06
Новосибирская 51	1,60	28,75	18,75	16,25	0,94	0,26	0,15	0,16	0,02
Среднее по сортам	1,58	29,42	19,85	14,06	0,95	0,26	0,16	0,15	0,03
Озимая рожь									
Петровна	1,38	29,00	26,09	12,32	1,09	0,24	0,22	0,17	0,03
Ирина	1,68	19,64	21,43	14,29	1,01	0,27	0,16	0,14	0,03
Чулпан 7	1,50	21,33	24,00	16,00	1,47	0,32	0,17	0,19	0,04
Сибирская 87	1,42	21,83	25,35	18,31	1,20	0,34	0,18	0,17	0,04
Среднее по сортам	1,50	22,95	24,22	15,23	1,19	0,29	0,18	0,17	0,04
Озимый тритикале									
Омская	2,03	31,03	14,78	7,88	0,74	0,18	0,11	0,09	0,02
Сирс 57	1,74	19,54	27,59	11,50	1,15	0,24	0,14	0,16	0,03
Алтайская 5	1,50	38,67	24,00	9,33	1,00	0,24	0,23	0,21	0,03
Среднее по сортам	1,76	29,75	22,12	9,57	0,96	0,22	0,16	0,15	0,03

Содержание макро- и микроэлементов в зерне озимых пшеницы, ржи и тритикале в зависимости от биологических особенностей сортов и рода колеблется весьма значительно.

В среднем за три года исследований содержание золы в зерне сортов озимого тритикале было больше на 0,26 %, чем у озимой ржи и на 0,18 %, чем у озимой пшеницы. Повышенным содержанием кальция как в среднем (15,23 %), так и по сортам (12,32-18,31 %) характеризовалась озимая рожь. Значение данного показателя для озимой пшеницы и озимого тритикале по сортам варьировало, соответственно от 10,06 % до 16,25 % и от 7,88 % до 11,50 %.

Максимальное содержание фосфора обнаружено в зерне озимого тритикале. В среднем по сортам этот показатель составил 29,75 %, при варьировании от 19,54 % до 38,66 %. Кроме того эта культура характеризуется высоким содержанием железа (0,29 %).

Озимая рожь накапливает в зерне калия больше на 4,37 % и на 2,10 %, чем пшеница и тритикале соответственно. Всем сортам озимых культур свойственна значительная амплитуда изменчивости по содержанию в зерне макроэлементов.

Содержание одного и того же макроэлемента в зерне в зависимости от биологических особенностей сорта и вида культуры изменяется неодинаково. Так, максимальная разница для калия, выделенного из зерна разных сортов озимой пшеницы, выращенных в одинаковых условиях, составляет 4,33 %, а для озимой ржи – 4,66 %, озимого тритикале – 12,81 %; фосфора – 3,16; 9,36 и 19,13 %; кальция – 6,19; 5,99 и 3,62 %; натрия – 0,51; 0,46 и 0,41 % соответственно.

Содержание микроэлементов в зерне озимых культур также подвержено изменчивости. Из полученных результатов видно, что в зерне озимых пшеницы, ржи и тритикале в среднем содержится марганца 0,15 % (пшеница, тритикале) и 0,17 % (рожь) при варьировании от 0,11 до 0,19 %, от 0,14 % до 0,19 % и от 0,09% до 0,21 % соответственно.

Таким образом, содержание различных макро- и микроэлементов в зерне озимых злаков – пшеницы, ржи и тритикале в зависимости от биологической особенности сорта и рода может меняться неодинаково.

Это говорит о том, что реакция организма на условия внешней среды, обусловленная биологическими особенностями сорта, в процессе онтогенеза, кульминационной точкой которого является образование семени, в значительной степени определяет характер и степень изменения содержания того или иного элемента в зерне озимых пшеницы, ржи и тритикале.

5.4 Оценка экологической пластичности и стабильности сортов озимых зерновых культур по содержанию белка и крахмала в зерне

Задача сельскохозяйственного производства заключается в получении не только высоких и устойчивых урожаев, но и в получении зерна высокого качества, как в технологическом, так и в пищевом отношении.

В настоящее время существует большое количество исследований, приоритетным направлением которых является создание сортов с высоким потенциалом продуктивности и генетической устойчивостью к различным гидротермическим условиям возделывания. При этом недостаточное внимание уделяется изучению адаптивности сортов озимых зерновых культур к условиям выращивания по показателям качества зерна.

Под качеством урожая следует понимать химический состав того продукта, ради которого используют данное растение. Зерновые культуры выращивают ради получения белка, который содержится в значительных количествах в зерне. Углеводы занимает первое место среди других веществ зерна. Накопление этих важнейших веществ в зерне зерновых культур в большой степени зависит от климатических условий района произрастания растений. Однако, можно полагать, что отдельные сорта по-разному будут реагировать на перемену климата, что в действительности и наблюдалось в наших исследованиях.

Растения обладают определенной пластичностью – способностью реагировать на условия внешней среды изменением фенотипических признаков. Широкий размах внутрисортного варьирования физиолого-биохимических показателей является результатом реакции сорта на условия выращивания [182]. Под влиянием факторов внешней среды, наряду с морфобиологическими показателями, изменениям подвергаются также и биохимические показатели.

Ведущая роль в повышении качества зерна отводится сорту и погодным условиям в период вегетации растений [8, 192]. Поэтому только при постоянном контроле за качеством зерна на всех этапах селекции, испытания, районирования и выращивания может быть достигнуто производство высококачественного зерна пшеницы-улучшителя. Без подбора сортов, добиться каких – либо существенных увеличений продуктивности и качества продукции невозможно.

Качество зерна оценивается по многим показателям, которые в совокупности характеризуют биологические, физико-химические и технологические свойства зерна.

Представляет интерес изучение накопления крахмала и белка для оценки качества зерна и отбора сортов озимых культур на высокую белковость и высокую крахмалистость. Именно белки являются первичным продуктом генов. В нашем исследовании важно было дать оценку экологической пластичности и стабильности сортов изучаемых озимых зерновых культур по накоплению этих высокомолекулярных веществ в зерне. Исследования проведены с одними и теми же сортами озимых культур в течение трех лет (2012-2014 гг.), выращенных в одинаковых почвенно-климатических условиях на территории лесостепи Кемеровской области (приложение 15-17). Результаты исследований представлены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 - Параметры экологической пластичности и стабильности сортов озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале по содержанию белка и крахмала в зерне, 2012-2014 гг.

Сорт	Белок		Крахмал	
	b_i	Si^2	b_i	Si^2
1	2	3	4	5
Озимая пшеница				
Омская 4	1,32	0,03	1,03	0,25
Кулундинка	0,59	0,01	1,23	0
Скипетр	1,28	0	0,94	0,92
Новосибирская 40	1,01	0,03	1,00	1,18
Новосибирская 51	0,79	0	0,81	0,11
Озимая рожь				
Петровна	1,58	0,10	0,12	0,03
Ирина	0,83	0,04	1,43	0,04
Чулпан 7	1,18	0,14	1,43	0,65
Сибирская 87	0,41	0,06	1,01	0,62
Озимый тритикале				
Омская	0,84	0,23	0,78	0,07
Алтайская 5	0,93	0,26	1,07	0,13
Сирс 57	1,23	0,96	1,15	0,39

Высокой отзывчивостью на изменение условий выращивания по содержанию белка в зерне характеризовались сорта озимой пшеницы Омская 4

($b_i=1,32$), Скипетр ($b_i=1,28$) и Новосибирская 40 ($b_i=1,01$); сорта озимой ржи – Петровна ($b_i=1,58$) и Чулпан 7 ($b_i=1,18$) и сорт озимого тритикале – Сирс 57 ($b_i=1,23$).

Высокую экологическую пластичность по содержанию крахмала в зерне проявили сорта озимой пшеницы Омская 4 ($b_i=1,03$), Кулундинка ($b_i=1,23$) и Новосибирская 40 ($b_i=1,00$); сорта озимой ржи – Ирина ($b_i=1,43$), Чулпан 7 ($b_i=1,43$) и Сибирская 87 ($b_i=1,01$) и сорта озимого тритикале – Алтайская 5 ($b_i=1,07$) и Сирс 57 ($b_i=1,15$).

Кроме того, все изучаемые сорта озимых зерновых культур характеризовались стабильностью по содержанию белка и крахмала в зерне.

5.5 Корреляционные взаимосвязи между содержанием белка и крахмала в зерне озимых зерновых культур и гидротермическими условиями вегетационного периода

Для определения зависимости содержания белка и крахмала в зерне озимых зерновых культур, выращенных в лесостепи на серых лесных почвах Кемеровской области в период 2011-2014 гг., от гидротермических условий в разные периоды вегетации нами был проведен корреляционный анализ данных (табл. 5.12).

Таблица 5.12 – Коэффициенты корреляции содержания белка и крахмала в зерне озимых зерновых культур с гидротермическими условиями вегетационного периода, 2011-2014 гг.

Вегетационный период	Белок				Крахмал			
	Сумма осадков		Среднесуточная тем-ра		Сумма осадков		Среднесуточная тем-ра	
	Коэффициент корреляции, г	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции, г	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции, г	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции, г	Доля влияния фактора, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Озимая пшеница								

Продолжение таблицы 5.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Посев – всходы (I)	-0,96*	92	0,78	61	0,99*	98	-0,87*	76
Всходы – кущение (II)	0,038	0	0,88*	77	-0,20	4	-0,95*	90
Кущение – колошение (III)	-0,82*	67	0,51	26	0,71	50	-0,36	13
Колошение – восковая спелость (IV)	-0,33	11	0,36	13	0,16	26	-0,20	4
Озимая рожь								
Посев – всходы (I)	-0,85*	72	0,87*	76	0,81	66	-0,90*	81
Всходы – кущение (II)	-0,83*	69	0,86*	74	0,78	61	-0,89*	79
Кущение – колошение (III)	-0,61	37	-0,18	3	0,55	30	0,25	6
Колошение – восковая спелость (IV)	0,37	14	0,28	7	-0,44	19	-0,21	4
Озимый тритикале								
Посев – всходы (I)	-1,00	100	0,69	48	0,97*	94	-0,84*	71
Всходы – кущение (II)	0,14	2	0,96*	92	-0,37	14	-1,00	100
Кущение – колошение (III)	-0,77	59	0,43	18	0,60	36	-0,21	4
Колошение – восковая спелость (IV)	-0,35	12	0,41	17	0,12	1	-0,19	4

* - достоверно при 5% уровне значимости при $\nu=1$

Сильная прямая связь зафиксирована между среднесуточной температурой и содержанием белка в зерне в период «посев-всходы» у озимой пшеницы ($r=+0,78$) и у озимой ржи ($r=+0,87$) с долей влияния фактора 61% и 76% соответственно; в период «всходы-кущение» - у озимой пшеницы ($r=+0,88$), у озимой ржи ($r=+0,86$) и озимого тритикале ($r=+0,96$) с долей влияния фактора 77, 74 и 92% соответственно (приложение 18).

Между содержанием крахмала в зерне озимых зерновых культур и суммой осадков отмечена сильная корреляционная связь в период «посев-всходы» у озимой пшеницы ($r=+0,99$), озимой ржи ($r=+0,81$) и озимого тритикале ($r=+0,97$) с долей влияния фактора 98%, 66% и 94% соответственно. В период «всходы-кущение» эта связь у озимой ржи была $r=+0,78$ с долей влияния фактора 61%, в период «кущение-колошение» - у озимой пшеницы ($r=+0,71$) с долей действия фактора 50% (приложение 19).

ГЛАВА 6 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СОРТОВ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Для экономической оценки исследуемой продукции воспользуемся показателями экономической эффективности, основными из которых являются: урожайность, валовой сбор, полная себестоимость продукции, выручка от реализации продукции, прибыль и рентабельность производства. Рентабельность производства это отношение прибыли к затратам. Согласно методическим рекомендациям по расчету себестоимости продукции растениеводства выделяются следующие статьи:

- семена и посадочный материал;
- удобрения минеральные и органические;
- средства защиты растений;
- стоимость горюче-смазочных материалов;
- оплата труда;
- отчисления на социальные нужды;
- работы и услуги вспомогательных производств;
- содержание основных средств;
- общепроизводственные расходы;
- общехозяйственные расходы;
- прочие затраты [214].

Для анализа цена всех сортов озимых пшеницы, ржи и тритикале была усреднена и основывалась на средней региональной цене 2014 года. Также были усреднены затраты (полная себестоимость продукции).

Расчет показателей экономической эффективности приведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Экономическая эффективность производства продукции

Озимая пшеница					
Сорт	Омская 4	Кулундинка	Скипетр	Новосибирская 40	Новосибирская 51
Площадь посева, га	1	1	1	1	1
Урожайность, ц/га	32,72	35,17	43,60	36,08	34,33
Валовой сбор, ц/га	32,72	35,17	43,60	36,08	34,33
Реализовано продукции, ц	29,45	31,65	39,24	32,47	30,90
Себестоимость 1 т продукции, тыс. руб.	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Цена 1 т продукции, тыс. руб.	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Полная себестоимость продукции, тыс. руб.	13,78	13,78	13,78	13,78	13,78
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	25,03	26,90	33,35	27,60	26,27
Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	11,25	13,12	19,57	13,82	12,49
Рентабельность производства, %	81,6	95,2	142,0	100,3	90,6
Озимая рожь					
Сорт	Петровна	Ирина	Чулпан 7	Сибирская 87	
Площадь посева, га	1	1	1	1	
Урожайность, ц/га	37,7	42,93	43,08	40,33	
Валовой сбор, ц/га	37,7	42,93	43,08	40,33	
Реализовано продукции, ц	33,93	38,64	38,77	36,30	
Себестоимость 1 т продукции, тыс. руб.	0,44	0,44	0,44	0,44	
Цена 1 т продукции, тыс. руб.	5,3	5,3	5,3	5,3	
Полная себестоимость продукции, тыс. руб.	13,78	13,78	13,78	13,78	
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	17,98	20,48	20,55	19,24	
Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	4,2	6,7	6,77	5,46	
Рентабельность производства, %	30,5	48,6	49,1	39,6	

Озимый тритикале			
Сорт	Омская	Сирс 57	Алтайская 5
Площадь посева, га	1	1	1
Урожайность, ц/га	36,70	45,68	47,43
Валовой сбор, ц/га	36,70	45,68	47,43
Реализовано продукции, ц	33,03	41,11	42,69
Себестоимость 1 т продукции, тыс. руб.	0,44	0,44	0,44
Цена 1 т продукции, тыс. руб.	5,3	5,3	5,3
Полная себестоимость продукции, тыс. руб.	13,78	13,78	13,78
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	17,51	21,79	22,63
Прибыль (убыток) от реализации продукции, тыс. руб.	3,73	8,01	8,85
Рентабельность производства, %	27,1	58,1	64,2

Расчет экономической эффективности показал, что производство предложенных сортов озимой пшеницы, ржи и тритикале рентабельно и экономически выгодно.

При средней цене на пшеницу 8,5 тыс. руб./т наибольшая выручка от реализации продукции была получена от продажи озимой пшеницы сорта Скипетр – 33,35 тыс. руб., рентабельность производства этой пшеницы составила 142%. Наименьшая выручка от реализации продукции была получена от продажи озимой пшеницы сорта Омская 4 – 25,03 тыс. руб., рентабельность производства этого сорта составила 81,6%.

Рентабельность озимой ржи несколько ниже по сравнению с озимой пшеницей. При средней цене на рожь 5,3 тыс. руб./т наибольшая выручка от реализации продукции была получена от продажи сорта озимой ржи Чулпан 7 – 20,55 тыс. руб., рентабельность производства составила 49,1%. Наименьшая выручка от реализации продукции была получена от продажи сорта озимой ржи Петровна – 17,98 тыс. руб., рентабельность производства - 30,5%.

Анализируя озимый тритикале, можно сказать, что наибольшая выручка получена при производстве сорта Алтайская 5 – 22,63 тыс. руб., рентабельность производства данного сорта составила 64,2%. Наименьшая выручка получена при производстве сорта Омская – 17,51 тыс. руб., рентабельность этого сорта 27,1%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выявлена значительная изменчивость урожайности сортов озимых зерновых культур. Выделены сорта относительно стабильно формирующие урожайность: среднеспелый сорт пшеницы Кулундинка ($V = 28,14\%$), среднепоздний ржи Ирина ($V = 14,14\%$), позднеспелый Чулпан ($V = 21,13\%$) и среднеспелый тритикале Алтайская 5 ($V = 21,43\%$).

2. Выделены по величине средней урожайности лучшие сорта озимых культур: тритикале – Алтайская 5, Сирс 57; пшеницы – Скипетр; ржи – Ирина, Чулпан. Наибольший вклад в изменчивость урожайности вносит фактор «год». У озимых пшеницы, ржи и тритикале он составил соответственно 80,0; 76,3 и 69,6 %. Доля вклада сорта в формирование урожайности невелика и составила 7,6; 5,2, 10,0 % соответственно. Более значительный вклад отмечен по взаимодействию факторов «генотип x среда» в урожайность озимых пшеницы, ржи и тритикале соответственно - 11,9; 14,6 и 19,7 %. Это свидетельствует о том, что повышение урожайности возможно лишь при использовании адаптивных сортов.

3. Установлено, что наиболее благоприятными для сортов озимой пшеницы оказались 2009 и 2014 гг., индексы условий среды по ним составляли $I_j = +17,64$ и $I_j = +14,76$; озимой ржи - 2009, 2011 и 2014 гг., $I_j = +2,36$, $I_j = +7,61$ и $I_j = +12,06$; озимого тритикале - 2009, 2010 и 2014 гг., $I_j = +22,39$; $I_j = +4,59$ и $I_j = +9,33$ соответственно.

4. Выявлены сорта озимой пшеницы с высокой экологической пластичностью и стабильностью Новосибирская 40 ($b_i = 1,04$; $S_i^2 = 2,19$), Новосибирская 51 ($b_i = 1,05$; $S_i^2 = 10,94$), озимой ржи – Петровна ($b_i = 1,10$; $S_i^2 = 3,52$) и озимого тритикале – Омская ($b_i = 0,77$; $S_i^2 = 1,57$).

5. Установлено, что высокую устойчивость к стрессу проявили сорта озимого тритикале Алтайская 5 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -25,3$) и Омская ($Y_{\min} - Y_{\max} = -27,1$), озимой пшеницы Кулундинка ($Y_{\min} - Y_{\max} = -24,4$) и озимой ржи Ирина ($Y_{\min} - Y_{\max} =$

-13,6). У всех остальных сортов независимо от вида культуры отмечена сравнительно низкая устойчивость к стрессу.

6. По показателю гомеостатичности (Ном) и коэффициенту вариации (V) наиболее стабильными на изменение условий выращивания оказались сорта озимой пшеницы Кулундинка (Ном=6,95; V=28,14%) и Скипетр (Ном=5,34; V=34,57%); озимой ржи - Ирина (Ном=30,16; V=14,14%) и озимого тритикале - Алтайская 5 (Ном=12,82; V=21,43%). Эти сорта обладают генетическим механизмом, способным сводить к минимуму последствия неблагоприятных условий внешней среды.

7. Установлено, что урожайность озимой пшеницы лимитируется суммой осадков в периоды «посев-всходы» ($r=+0,75$) и «кущение-колошение» ($r=+0,63$). Отмечена обратная сильная связь ($r=-0,81$) между урожайностью озимой ржи и среднесуточной температурой в период «всходы-кущение», между урожайностью озимого тритикале и суммой осадков в период «посев-всходы» и «кущение-колошение» - прямая умеренная связь ($r=+0,32$ и $r=+0,31$ соответственно).

8. Высокое накопление белка в зерне отмечено у сортов озимого тритикале Омская (14,36 %) и Алтайская 5 (14,6 %), озимой пшеницы – Кулундинка (13,70 %), озимой ржи Ирина (13,07 %).

9. Установлено, что содержание метионина, гистидина, лизина, триптофана и цистина находится в зерне в равных количествах во всех изучаемых озимых культурах. Суммарное содержание аминокислот больше в сортах озимой пшеницы и озимого тритикале соответственно на 1,59 и 2,02 %. Суммарное содержание незаменимых аминокислот в зерне озимой ржи меньше на 14,0 %, чем в зерне озимого тритикале и на 7,7 %, чем в зерне озимой пшеницы, составляет 3,95 г/100 г; 4,60 г/100 г и 4,28 г /100 г соответственно.

10. Установлено, что в наибольшей степени требованиям ФАО/ВОЗ по биологической ценности зерна соответствуют сорт озимой пшеницы Новосибирская 51 и сорт озимого тритикале Петровна. У сортов этих культур

уровень качества зерна приближается к высокому. Биологическая ценность зерна составляет 21 и 18 % соответственно.

11. Доказано, что большей стабильностью по способности накапливать крахмал характеризовались озимая пшеница и озимая рожь ($V=2,6\%$ и $V=10,6\%$ соответственно); жир – озимая пшеница ($V = 8,7\%$); клетчатку – озимый тритикале ($V = 33,3\%$).

12. Сорты озимой пшеницы Скипетр (47,25 %) и озимой ржи Петровна (47,02%) в зерне накапливают углеводов больше, чем другие сорта озимых культур. Разница между сортами при равных условиях их возделывания у пшеницы по сумме углеводов составляет 8,6 %, ржи – 9,15 %, тритикале – 2,82 %.

13. Содержание макроэлементов в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале варьировало от 0,15 до 4,60 г/кг, от 0,18 до 3,60 г/кг и от 0,17 до 5,20 г/кг соответственно; микроэлементов - от 3,9 до 40,2 мг/кг, от 4,8 до 43,5 и от 4,4 до 38,0 мг/кг соответственно.

14. Выявлена высокая отзывчивость на изменения условий выращивания по накоплению белка в зерне у сортов озимой пшеницы Омская 4 ($b_i=1,32$), Скипетр ($b_i=1,28$) и Новосибирская 40 ($b_i=1,01$); озимой ржи – Петровна ($b_i=1,58$) и Чулпан 7 ($b_i=1,18$) и озимого тритикале – Сирс 57 ($b_i=1,23$).

15. Высокая экологическая пластичность по содержанию крахмала в зерне озимых культур отмечена у сортов пшеницы Омская 4 ($b_i=1,03$), Кулундинка ($b_i=1,23$) и Новосибирская 40 ($b_i=1,00$); озимой ржи – Ирина ($b_i=1,43$), Чулпан 7 ($b_i=1,43$) и Сибирская 87 ($b_i=1,01$) и озимого тритикале – Алтайская 5 ($b_i=1,07$) и Сирс 57 ($b_i=1,15$).

16. Сильная прямая корреляционная связь зафиксирована между среднесуточной температурой и содержанием белка в зерне в период «посев-всходы» у озимой пшеницы ($r=+0,78$) и у озимой ржи ($r=+0,87$); в период «всходы-кущение» - у озимой пшеницы ($r=+0,88$), озимой ржи ($r=+0,86$) и озимого тритикале ($r=+0,96$).

17. Содержание крахмала в зерне озимых зерновых культур коррелирует с суммой осадков в период «посев-всходы» у озимой пшеницы ($r=+0,99$), озимой

ржи ($r=+0,81$) и озимого тритикале ($r=+0,97$). В период «всходы-кущение» - у озимой ржи ($r=0,78$) и в период «кущение-колошение» - у озимой пшеницы ($r=0,71$).

18. Расчет экономической эффективности показал, что производство предложенных сортов озимых культур рентабельно и экономически выгодно. Наиболее рентабельными сортами озимых культур являются: пшеница - Скипетр (142%); рожь – Чулпан 7 (49,1%); тритикале – Алтайская 5 (64,2%).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ

1. Сорты озимых культур – тритикале Омская, пшеницы Новосибирская 40, Новосибирская 51, Кулундинка и ржи Петровна, выделившиеся по комплексу адаптивных свойств (экологическая пластичность и стабильность, стрессоустойчивость, генетическая гибкость, гомеостатичность) и биохимическим показателям, можно рекомендовать как источники этих признаков для включения в селекционный процесс.

2. В целях обеспечения высокой и средней стабильной урожайности озимых культур в лесостепной зоне Кемеровской области рекомендуется использовать сорта: тритикале – Омская; ржи - Петровна; пшеницы - Новосибирская 40, Новосибирская 51, Кулундинка.

3. Необходимо увеличить площади посева озимой ржи и озимого тритикале, как культур хорошо адаптированных к данной экологической нише, до 25-30 % от общей площади посева зерновых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробиологическая характеристика новых сортов тритикале / А.В. Крохмаль, К.Н. Бирюкова, О.В. Мельникова и др. // Известия Оренбургского государственного университета. – 2013. - №5. – С. 59-62.
2. Агробиологическая характеристика сорта озимой ржи Эра / Н.Г. Пугач, Г.И. Попов, В.Д. Кобылянский и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, 2006. – Т. 162. – С. 171-174.
3. Адаптивно-значимые признаки у изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы [Электронный ресурс] / В.В. Ефремова, Ю.Т. Аистова, Е.Г. Самелик и др. // Научный журнал КубГАУ. – 2013. -№85(01). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/07.pdf>.
4. Адаптивный потенциал сортов озимой ржи в условиях почвенного стресса на северо-востоке нечерноземной зоны России / Л.И. Кедрова, Е.И. Уткина, Е.А. Шляхина и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2012. - №6. – С. 26-28.
5. Айдиев, А.Я. Роль экологической селекции в создании новых сортов тритикале для адаптивного земледелия // Тритикале и её роль в условиях нарастания аридности климата: матер. науч.-практич. конф. - Ростов-на-Дону. - 2012. - С. 9–11.
6. Айрих, Е.В. Распространение и перспективы использования тритикале / Е.В. Айрих // Вестник мясного скотоводства. – 2013. – Т.3. - №81. – С. 106-109.
7. Алабушев, А. В. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур / А.В. Алабушев // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – №2(6). – С.47-51.
8. Алабушев, А. В. Состояние и перспективы развития семеноводства зерновых культур в России / А. В. Алабушев, А. В. Гуреева, С. А. Раева // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 6 (12). – С. 13-16.
9. Алгоритм прогнозирования показателей качества пищевого сырья на ранней стадии его производства / Д.И. Чанышев, А.Ф. Алейников, И.Г.

Гребенникова и др. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. - №3. – С.129-131.

10. Алейников, А.Ф. Информационные технологии в растениеводстве / А.Ф. Алейников, Ю.А. Матасова // Вестник РАСХН. – 2006. - №1. – С. 34-35.

11. Алтухов, А.И. Зерно России / А.И. Алтухов, А.С. Васютин. – М.: ЭКОНДС-К, 2002. – 432 с.

12. Алтухов, А.И. Повышение эффективности производства зерна на основе научно-технического прогресса / А.И. Алтухов, В. И. Нечаев, А.И. Трубилин. – М.: АгриПресс, 2005. – 208 с.

13. Аниськов, Н.И. Оценка стабильности сортов ярового ячменя в условиях Западной Сибири / Н.И. Аниськов, П.В. Поползухин // Вестник КрасГАУ. – 2010. - №7. – С. 27-30.

14. Анохина, Т.А. Оценка адаптивности сортов проса белорусской селекции / Т.А. Анохина, Е.М. Чирко // Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках XIX Международной специализированной выставки «АгроКомплекс-2009» (3-5 марта 2009 г.). - ФГОУ ВПО «Башкирский ГАУ». - Уфа, 2009. – Ч.II. – С.89-93.

15. Ахмед, С.Р. Аминокислотный состав, белковые фракции и хлебопекарное качество тритикале. Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком / С.Р. Ахмед, С.Е. Мак-Дональд; под ред. и с предисл. Ю.Л. Гужова. – М.: Колос, 1978. – С. 151 – 162.

16. Бекенова, Л.В. Экологическая пластичность генотипов яровой мягкой пшеницы, создаваемых для северо-востока Казахстана / Л.В. Бекенова, Л.А. Ерошенко, Д.Б. Мергалимов // Вестник Омского ГАУ. – 2012. - №4(8). – С. 36-39.

17. Белугина, Н.О. Источники хозяйственно-ценных признаков озимой ржи / Н.О. Белугина, Е.В. Блинова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, 2006. – Т. 162. – С. 166-170.

18. Беляев, Н.Н. Продуктивность и качество сортов озимой пшеницы различной селекции в условиях Тамбовской области / Н.Н. Беляев, Е.А. Дубинкина // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 2 (14). – С. 5-8.
19. Беркутова, Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна / Н.С. Беркутова. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 206 с.
20. Бесалаев, Н.И. К оценке сортов яровой твердой пшеницы на экологическую пластичность / Н.И. Бесалаев, М.Ф. Тухфатуллин // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2008. – № 17–1. – С. 18–20.
21. Бесалиев, И.Н. К оценке экологической пластичности сортов яровой твердой пшеницы в связи с приемами основной обработки почвы [Электронный ресурс] / И.Н. Бесалиев, А.Г. Крючков // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2014. – №4. – Режим доступа: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2014-4/Articles/Besaliev-Kryuchkov-2014-4.pdf>.
22. Бесалиев, И.Н., Крючков А.Г. Моделирование продуктивности ячменя в условиях степи Южного Урала. - Оренбург, 2007. - 529 с.
23. Билитюк, А.П. Влияние элементов технологии выращивания на производительность озимой пшеницы в условиях Западного Полесья Украины / А.П.Билитюк, Л.А. Гарбар, С.М. Цыганчук // Вестник Полтавской государственной аграрной академии (научно-производственный профессиональный журнал). – 2012. – №3. – С.68-71.
24. Босиева, О.И. Содержание белка и аминокислотный состав зерна тритикале / О.И. Босиева, Е.А. Плиева, Г.Ф. Джиева // Известия Горского ГАУ. – 2011. - №2. – Т.48. – С. 102-104.
25. Братцева, Л.И. Селекция ярового ячменя в Западной Сибири / Л.И. Братцева, П.Н. Николаев, П.В. Поползухин // Достижения науки и техники АПК. – 2013. - №5. – С. 11-13.
26. Брежнев, Д.Д. Селекция растений в США (Книга вторая) / Д.Д. Брежнев, Г.Е. Шмараев. – М.: Колос, 1976. – 352 с.

27. Бриггс, Ф. Научные основы селекции / Ф. Бриггс, П. Ноулз. - М.: Колос, 1972. - 398 с.
28. Бугайов, В.Д. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов гороха посевного в условиях правобережной лесостепи Украины / В.Д. Бугацов, Н.И. Кондратенко, М.В. Деминюк // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. - №2(6). – С. 100-106.
29. Бушук, В. Белки тритикале. – Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком / Е. Виллегас, Р.Бауер; под ред. и с предисл. Ю.Л. Гужова. – М.: Колос, 1978. – С. 143 – 151.
30. Вавилов, Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Теоретические основы селекции растений / Н. И. Вавилов; под ред. Н.И. Вавилова. — М.; Л.: Сельхозгиз, 1935. — Т. 1: Общая селекция растений. — С. 48.
31. Валекжанин, В.С. Адаптивность сортов и линий яровой мягкой пшеницы по урожайности и элементам ее структуры в условиях Приобской лесостепи Алтайского края / В.С. Валекжанин, Н.И.Коробейников // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – №6 (92). – С.10-14.
32. Валекжанин, В.С. Экологическая пластичность и стабильность сортов и линий яровой мягкой пшеницы по урожайности и элементам её структуры в условиях Приобской лесостепи Алтайского края: дис. ... канд. с.-х. наук / В.С. Валекжанин. – Барнаул, 2012. – 208 с.
33. Васильев, Ю.И. Урожайность озимых зерновых культур и их влагообеспеченность в свете изменения климатических условий / Ю.И. Васильев, Т.В. Волошенкова, И.С. Сергеева // Аграрный вестник Урала. – 2009. - №10(64). – С. 25-27.
34. Васильева, А.М. Особенности адаптивной селекции озимой пшеницы на зимостойкость и продуктивность: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. М. Васильева. - Краснодар, 2012. - 11 с.

35. Ведров, Н.Г. Яровая пшеница в Восточной Сибири (биология, экология, селекция и семеноводство, технология возделывания) / Н.Г. Ведров, В.Е. Дмитриев, Е.М. Нестеренко. – Красноярск: изд-во Краснояр. ГАУ, 1998. – 312 с.

36. Виллегас, Е. Содержание белка и лизина у улучшенных форм тритикале. Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком / Е. Виллегас, Р.Бауер; под ред. и с предисл. Ю.Л. Гужова. – М.: Колос, 1978. – С. 162 – 168.

37. Влияние агроэкологических факторов на фенотипическое проявление хозяйственно-ценных признаков экотипов тритикале озимого / В.В. Москалец, П.В. Писаренко, В.И. Москалец и др. // Вестник Курганской ГСХА. – 2013. - №1. – С. 15-20.

38. Вожжова, Н. Н. Изучение взаимосвязей основных признаков, влияющих на качество зерна линий озимой мягкой пшеницы интенсивного типа / Н. Н. Вожжова, Н. С. Кравченко // Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика: материалы международной науч.- практ. конф. (25-26 сентября 2013 г.). – Ставрополь: Ставропольское издательство «Параграф», 2013. - С. 34-37.

39. Вожжова, Н.Н. Экологическая пластичность сортов озимой мягкой пшеницы по показателю «общая хлебопекарная оценка» / Н.Н. Вожжова, Н.С. Кравченко // Зерновое хозяйство России. – 2014. - №1. – С. 22-26.

40. Войсковой, А.И. Динамика изменения качества зерна пшеницы, возделываемой в Ставропольском крае / А.И. Войсковой, М.Ю. Балацкий, А.П. Галкин // Агрохимический вестник. – 2011. - №4. – С. 6-7.

41. Войсковой, А.И., Жукова М.П. Система селекции и семеноводства как элемент научно обоснованной системы земледелия // Системы земледелия Ставрополя: монография. - Ставрополь, 2011. - С. 350 - 351.

42. Волков, О.В. Влияние продолжительности репродукции на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / О.В. Волков // Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы

сельскохозяйственной продукции: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Мичуринск: Изд-во ВПО Мичуринский ГАУ. - 2011. –Т.1. – С. 43-47.

43. Галицкий, Д.Н. Изучения экологической пластичности сортов льна масличного в условиях южной лесостепи Омской области [Электронный ресурс] / Д.Н. Галицкий // Современные проблемы науки и образования. – 2014. - №4. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/118-14229>.

44. Германович, Т. М. Урожайность и качество зерна ярового тритикале в зависимости от степени кислотности и обеспеченности калием дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы / Т. М. Германович // Почвоведение и агрохимия: научный журнал. - 2009. – С. 157–166.

45. Голик, К.Н. Накопление и реутилизация минеральных элементов в растениях озимой пшеницы / К.Н. Голик, Б.И. Гуляев, В.Н. Мицко // Физиология и биохимия культурных растений. - 1996. - № 3. - Т. 27. - С. 193-197.

46. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник Россельхозакадемии. – 2005. - № 6 – С. 49-53.

47. Гончаренко, А.А. Состояние производства и селекция озимой ржи в Российской Федерации / А.А. Гончаренко // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка: мат. Всерос. научн.-практ. конф.: ГНУ Уральский НИИСХ Россельхозакадемии «Уральское изд-во». – Екатеринбург, 2012. – С. 5-11.

48. Гончаров, П.Л. Реакция сортов яровой мягкой пшеницы на условия внешней среды в степной зоне Западной Сибири (Северная Кулунда) / П.Л. Гончаров, С.В. Куркова, Г.М. Осипова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. - №1. – С. 5-7.

49. Гордеев, А.В. Россия – зерновая держава / А.В. Гордеев, В.А. Бутковский. – М., 2009. – С. 51-54.

50. Горянина, Т.А. Возделывание озимых зерновых культур в черноземной степи Среднего Поволжья / Т.А. Горянина, О.И. Горянин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2012. - №3. – С. 14-17.

51. Грабовец, А.И. Методы и результаты селекции озимой тритикале на Дону // Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов: матер. междунар. науч.-практич. конф. - Ростов-н/Д. - 2010. - С. 66–74.

52. Грабовец, А.И. Создание и внедрение сортов пшеницы и тритикале с широкой экологической адаптацией / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. - №2(6). – С. 41-47.

53. Грабовец, А.И. Особенности селекции озимой пшеницы в условиях меняющегося климата/ А.И. Грабовец, М.А. Фоменко // Сборник научных трудов ГНУ ДЗНИИСХ «Научные аспекты земледелия и животноводства». - п. Рассвет, ДЗНИИСХ, 2009. – С. 147-155.

54. Гребенникова, И.Г. Анализ экологической пластичности тритикале. / И.Г. Гребенникова, А.Ф. Алейников, П.И. Степочкин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2013. - №3. – С.101-106.

55. Гужов, Ю.Л. Закономерности модификационного и генотипического варьирования количественных признаков у сортов яровой пшеницы с разным числом генов карликовости / Ю.Л. Гужов // Сельскохозяйственная биология. – 1978. – № 1. – С. 49-56.

56. Демин, Д.А. Влияние поражения твердой головней на количество и фракционный состав белков в зерне пшеницы // Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и образования: сб. науч. тр. - Самара, 2005. - Вып. 4. - С.154-157.

57. Денисова, С.И. Оценка исходного материала в селекции озимой пшеницы на комплексную активность и качество зерна в условиях степной зоны Южного Урала: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / С.И. Денисова. – Пенза, 2012. – 23 с.

58. Денисова, С.И. Экологическое сортоиспытание озимой мягкой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала / С.И. Денисова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. - №4(42). – С. 49-52.

59. Дорофеев, В.Ф. Корреляционный анализ хозяйственно-ценных признаков яровой пшеницы / В.Ф. Дорофеев, А.Ф. Мельников // Доклады ВАСХНИЛ. – 1976. – № 5. – С. 4-6.

60. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - 5-е изд., доп. и перераб. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. — 351с.

61. Драгавцев, В.А. Уроки эволюции генетики растений / В.А. Драгавцев // Биосфера.- 2012. – Т.4. - №3. – С. 251-262.

62. Драгавцева, И.А. Взаимодействие «генотип-среда» как важнейший рычаг повышения продуктивности и урожая растений в процессе селекции / И.А. Драгавцева, В.А. Драгавцев // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. – 2013. – Т.1. – С. 58-65.

63. Дьяков, А.Б. Взаимосвязь между параметрами стабильности и адаптивности сортов / А.Б. Дьяков, М.В. Трунов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – Краснодар, 2010. – Вып.1 (142-143). - С. 80-86.

64. Дьяков, А.Б. Параметры генотипической изменчивости оценок урожайности как критерии агроэкологической биоиндикации территорий / А.Б. Дьяков, В.В. Гронин, А.А. Борсуков // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – Краснодар, 2011. – Вып.1 (146-147). - С. 3-15.

65. Евдокимов, М.Г. Экологическая пластичность сортов яровой твердой пшеницы в условиях южной лесостепи Омской области / М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, С.П. Кузьмина // Вестник Омского ГАУ. – 2011. - №3(3). – С. 16-19.

66. Егорова, Г.С. Влияние сорта и норм высева на урожайность и технологические показатели зерна озимой тритикале / Г.С. Егорова, Н.Н. Тибирькова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2011. - №1(21). – С. 1-6.

67. Егорова, Г.С. Фотосинтетическая продуктивность в посевах озимой тритикале / Г.С. Егорова, Н.Н. Тибирькова // Аграрная наука. – 2011. - №6. – С. 15-17.
68. Егушова, Е.А. Влияние сроков посева на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в лесостепной зоне Кемеровской области / Е.А. Егушова, Е.П. Кондратенко // Достижения науки и техники. – 2012. – № 6. – С. 54-57.
69. Егушова, Е.А. Технологические качества зерна пшеницы в условиях Кемеровской области: метод. рекомендации / Е.А. Егушова, Е.П. Кондратенко. – Кемерово: ИИО КемГСХИ, 2015. – 39 с.
70. Егушова, Е.А. Технологические качества зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Кемеровской области / Е.А. Егушова, Е.П. Кондратенко // Вестник Красноярского ГАУ. – 2014. – № 2. – С. 66-70.
71. Елисеева, О.В. Содержание некоторых микроэлементов в вегетативных органах редьки / О.В. Елисеева // Известия ТСХА. – 2011. – №2. – С. 59 – 68.
72. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – М.: Изд-во РУДН, 2001. - Т.1. – 780 с.
73. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика: монография. В 3-х т. Т. 1 / А.А. Жученко. – М.: Агрорус, 2008. – 814 с.
74. Жученко, А.А. Мобилизация генетических ресурсов цветковых растений на основе их идентификации и систематизации / А.А. Жученко. – М., 2012. – 584 с.
75. Жученко, А.А. Роль адаптивной системы селекции в растениеводстве XXI века // Коммерческие сорта полевых культур Российской Федерации. - М.: ИКАР, 2003. - С.10–15.
76. Жученко, А.А. Системы земледелия и их развитие. Биологизация, экологизация, энергосбережение, экономика // Системы земледелия Ставрополья: монография. - Ставрополь, 2011. - С. 19 - 20.

77. Жученко, А.А. Стратегия адаптивной интенсификации растениеводства / А.А. Жученко // Доклады РАСХН. – 1999. – №2. – С. 5-11.

78. Жученко, А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства: Роль науки в повышении эффективности растениеводства / А. А.Жученко, А. Урсул. – К.: Штиинца, 1983. – 304 с.

79. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Теория и практика. — Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. — 485 с.

80. Засорина, Э.В. Агробиологическая оценка сортов тритикале в Центральном Черноземье / Э.В. Засорина, С.А. Горчин, И.А. Голикова // Вестник Курганской ГСХА. – 2013. - №8. – С. 54-57.

81. Захарова, Н.Н. Экологическая адаптивность сортов озимой мягкой пшеницы / Н.Н. Захарова, Н.Г. Захаров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. - №1(29). – С.15-21.

82. Захарчук, Н.В. Адаптация плодовых растений к изменяющимся температурным условиям территорий [Электронный ресурс] / Н.В. Захарчук, Т.Н. Дорошенко // Управление экономическими системами. – 2013. - №1. – Режим доступа: <http://uecs.ru/marketing/item/1943-2013-01-24-07-53-58>.

83. Зыкин, В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации / В.А. Зыкин, В.В. Мешков, В.А. Сапега. – Новосибирск: Сиб. отд-е ВАСХНИЛ, 1984. – 24 с.

84. Иваненко, А.С. Озимая пшеница и тритикале – мощный резерв повышения урожайности полей Тюменской области / А.С. Иваненко, Н.А. Иваненко // Аграрный вестник Урала. – 2011. - №9(101). – С. 6-7.

85. Ионова, Е.В. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур (обзор) / Е.В. Ионова, В.Л. Газе, Е.И. Некрасов // Зерновое хозяйство России. - 2013.– №3(27).– С. 19-21.

86. Ионова, Е.В. Развитие корневой системы пшеницы в условиях засухи / Е. В. ИоноваУ/Земледелие. -2010.-№2.-С. 12-13.

87. Исмагилов, Р.Р. Качество и технология производства продовольственного зерна озимой ржи / Р.Р. Исмагилов, Р.Б. Нурлыгаянов, Т.Н. Ванюшина. – М.: АгриПресс, 2001. – 224 с.
88. Исмагилов, Р.Р. Качество и технология производства хлебопекарного зерна пшеницы / Р.Р. Исмагилов, Р.А. Хасанов. – Уфа: Гилем, 2005. – 200 с.
89. Кабата – Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата – Пендиас, Х. Пендиас: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
90. Кадиков, Р.К. Зависимость урожайности сортов яровой пшеницы от погодных условий вегетации / Р.К. Кадиков, А.Ф. Никулин, Р.Р. Исмагилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. - №6(38). – С. 63-65.
91. Кадычegov, А.Н. Оценка адаптивных свойств яровой пшеницы по урожайности в степных условиях Хакасии / А.Н. Кадычegov, В.И. Кадычegovа, А.Н. Бородыня // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. - №5(91). – С. 8-10.
92. Кадычegovа, В.И. Сортовой потенциал проса в степной зоне республики Хакасия / В.И. Кадычegovа, А.Н. Бородыня, А.Н. Кадычegov // Вестник АГАУ. – 2014. - №4(114). – С. 18-22.
93. Казак, А.А. Сорты немецкой селекции как исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Тюменской области / А.А. Казак, Ю.П. Логинов / Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 4 (122). – С. 10 – 14.
94. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е.В. Казаков, В. Л. Кретович. – М.: Колос, 1980. – 319 с.
95. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.
96. Казарцева, А.Т. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна / А.Т. Казарцева, А.Х. Шеуджен, Н.Н. Нецадим. - Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. - 160 с.
97. Кильчевский, А.В. Генетико-экологические основы селекции растений / А.В. Кильчевский // Вестник ВОГиС. – 2005. – №4. - Т.9.– С. 518-526.

98. Кобылянский, В.Д. Селекция зернофуражной озимой ржи / В.Д. Кобылянский, О.В. Солодухина // Достижения науки и техники АПК. – 2012. - №6. – С. 31-34.

99. Коваль, С.Ф. Стратегия и тактика отбора в селекции растений: монография / С.Ф. Коваль, В.П. Шаманин, В.С. Коваль. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2010. – 228 с.

100. Ковтуненко, В.Я. Качество и технологические свойства зерна коллекционных образцов яровой тритикале / В.Я. Ковтуненко // Тритикале: сб. – 2010. - С. 232-237.

101. Колесников, Ф.А. Селекционная ценность некоторых источников качества зерна / Ф.А. Колесников, Л.А. Беспалова, Л.П. Филобок, Н.И. Лысак // Решение проблемы увеличения и стабилизации производства высококачественного зерна в России: Тезисы докладов совместного заседания проблемного Совета по качеству зерна и секции селекции озимой пшеницы Отделения растениеводства РАСХН, 8-10 июня 1998 г. – Краснодар, 1998. – С. 21-23.

102. Колесникова, В. Г. Овес посевной в адаптивном растениеводстве Сред- него Предуралья : монография / В. Г. Колесникова, И.Ш. Фатыхов, М.А. Сте- панова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. – 190 с.

103. Колесникова, О.Ф. Технологические свойства зерна новых сортов озимой пшеницы Кубани: автореф. дис. ... к. с.-х. наук / О. Ф. Колесникова. - Краснодар, 1994. - 25 с.

104. Комаров, Н.М. Некоторые аспекты проблемы взаимодействия «генотип-среда» / Н.М. Комаров // Достижения науки и техники АПК. – 2012. - №7 – С. 39-41.

105. Константинова, О.Б. Результаты изучения экологической адаптивности новых сортов озимой ржи [Электронный ресурс] / О.Б. Константинова // Сборник материалов III Молодежного Экологического форума. – Кемерово: КузГТУ, 2015. – Режим доступа: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Forum/Ecology/2015/mef3/index.htm>.

106. Константинова, О.Б. Экологическая пластичность и стабильность новых сортов озимого тритикале / О.Б. Константинова, Е.П. Кондратенко // Вестник НГАУ. – 2015. – №3(36). – С. 13-18.

107. Константинова, О.Б. Экологическая пластичность и стабильность новых сортов озимой пшеницы / О.Б. Константинова // Материалы Инновационного конвента «Кузбасс: образование, наука, инновации». - Кемерово, 2015. – С. 171-173.

108. Конь, И.Я. К обоснованию рекомендуемых величин потребления энергии и основных пищевых веществ (минеральные вещества) / И.Я. Конь // Вопросы питания. – 1990. – №6. – С. 9-16.

109. Корзун, А.С. Адаптивные особенности селекции семеноводства сельскохозяйственных растений: учебное пособие / О.С. Корзун, А.С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.

110. Коробейников, Н.И. Результативность селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к распространённым болезням и урожайность в условиях Алтайского края // Состояние и проблемы сельскохозяйственной науки на Алтае: сб. науч. тр. — Барнаул, 2010. — С. 149-166.

111. Костяненко, Л.П. Агрэкологическое обоснование повышения потенциала продуктивности серых хлебов / Л.П. Костяненко // Аграрная Россия. – 2009. - №5. – С. 4-6.

112. Костяненко, Л.П. Роль влагообеспеченности в изменении хозяйственно-биологических признаков овса / Л.П. Костяненко // Вестник КрасГАУ. – 2007. - №1. – С. 117-121.

113. Костяненко, Л.П. Серые хлеба в Восточной Сибири: монография. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2008. – 299 с.

114. Костяненко, Л.П. Экологическая пластичность овса в лесостепи Красноярского края / Л.П. Костяненко // Вестник КрасГАУ. – 2006. - №10. – С. 108-112.

115. Кочетов, В.К. Сорт озимой пшеницы – основной фактор увеличения продуктивности и получение зерна и муки заданного качества [Электронный

ресурс] / В.К. Кочетов // Научный журнал КубГАУ. – 2012. -№75(01). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/85.pdf>.

116. Крохмаль, А.В. Изменчивость признаков качества зерна тритикале / А.В. Крохмаль, А.И. Грабовец, Н.А. Шевченко // Тритикале. Генетика, селекция агротехника, использование зерна и кормов: матер. междунар. науч.-практ. конференции. - Ростов-н/Д: ООО «Издательство «Юг». – 2010. - С. 114-117.

117. Крохмаль, А.В. Особенности формирования качества зерна тритикале и его взаимосвязь с внешне среды / А. В. Крохмаль // Достижения науки и техники АПК. - 2015. № 12. - Т.29. – С. 23-26.

118. Крючков, А.Г. Погодные факторы и урожайность в степи Оренбургского Зауралья / А.Г. Крючков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2008. – № 1. – С. 36-45.

119. Крючков, А.Г. Проблемы объективности оценки возможностей сорта для использования его в сельскохозяйственном производстве [Электронный ресурс] / А.Г. Крючков, Г.Н. Сандакова // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2014. - №2. – Режим доступа: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2014-2/Articles/Kryuchkov-Sandakova-2014-2.pdf>.

120. Кудрявцев, А.Н. Экологическое сортоиспытание вики посевной в условиях Орловской области / А.Н. Кудрявцев // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. - №3(11). – С. 45-47.

121. Кузенко, М.В. Влияние среды и генотипа на элементы структуры урожая озимого тритикале / М.В. Кузенко, Г.Н. Гудкова // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2011. - №1. – С. 22-26.

122. Кундик, Т.М. Пластичность и стабильность урожайности сортов люпина желтого / Т.М. Кундик // Селекция и семеноводство полевых культур: Юбилейный сборник научных трудов. – Ч. 2. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2007. – С.93-96.

123. Куркова, И.В. Оценка адаптированности сортов яровой пшеницы различного эколого-географического происхождения к условиям Амурской области: дис. ... канд. с.-х. наук / И.В. Куркова. – п. Тимирязевский, 2009 – 131 с.

124. Куркова, И.В. Оценка экологической пластичности сортов яровой мягкой пшеницы селекции Дальнего Востока / И.В. Куркова, М.В. Терехин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. - №7(45). – С. 8-11.

125. Кшникаткина, А.Н. Основные факторы продуктивности озимого тритикале / А.Н. Кшникаткина, А.В. Коваленко // Нива Поволжья. – 2009. - №3(12). – С. 73-79.

126. Лисицын, А.Б. Научное обеспечение инновационных технологий при производстве продуктов здорового питания / А.Б. Лисицын, И.М. Чернуха, Н.А. Горбунова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – №10. – С. 8 – 14.

127. Максимов, Р.А. Адаптивная способность, экологическая пластичность и стабильность сортов ячменя в условиях юго-запада Свердловской области / Р.А. Максимов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №6. – С. 20-21.

128. Малокостова, Е.И. Селекционная ценность образцов коллекции яровой мягкой пшеницы на юго-востоке Центрального Черноземья /Е.И. Малокостова, А.Н. Хорин //Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 7. – С. 5 – 8.

129. Малокостова, Е.И. Экологическое сортоиспытание – как способ отбора на адаптивность / Е.И. Малокостова // Сельскохозяйственные науки: вопросы и тенденции развития: сб. науч. тр. по итогам международной научно-практической конференции. – Красноярск, 2014. – С.28-31.

130. Мартынова, С.В. Формирование урожайности высокопродуктивных линий ярового ячменя в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины / С.В. Мартынова, В.Н. Пакуль // Современное состояние и приоритетные направления развития генетики, эпигенетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур: докл. и сообщ. XI Междунар. генетико-селекц. шк.-семинара (пос. Краснообск, 9-13 апреля 2013 г.) / Рос. акад.с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние. Сиб.

науч.-исслед. ин-т растениеводства и селекции. – Новосибирск, 2013. – С. 139-143.

131. Мединский, А.В. Изучение озимых тритикале в Сибирском научно-исследовательском институте растениеводства и селекции / А.В. Мединский, П.И. Степочкин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. - №1. – С. 32-35.

132. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1971. – 240 с.

133. Минеев, А.В. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / А.В. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур. - М., 1993. - 415 с.

134. Мокроусов, В.В. Генетический полиморфизм краснодарских сортов озимой пшеницы по генам Rht: автореф. дис. ... канд. с.- х. наук / В. В. Мокроусов. - Краснодар, 2010. - 10 с.

135. 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. – 2011. - №11. – С. 71-75.

136. Накопление углеводов и жира в зерне озимых культур в зависимости от сортовых особенностей / Е.П. Кондратенко, О.Б. Константинова, О.М. Соболева и др. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. - №8(130). – С. 27-34.

137. Некоторые задачи агрофизического обеспечения селекционных технологий для генетического повышения продуктивности и урожая растений / В.А. Драгавцев, Г.А. Макарова, А.А. Кочетов и др.// Агрофизика. – 2011. - №1. – С. 14-22.

138. Неттевич, Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализации в условиях производства / Э.Д. Неттевич // Доклады РАСХН. – 2001. - №3. – С. 3-6.

139. Нечаев, В. И. Основные направления повышения устойчивости и эффективности зернового производства / В. И. Нечаев, В.В. Моисеев, В.В. Бондаренко [и др]. – Краснодар, 2006. – 402 с.

140. Николаев, П.Н. Результаты испытания озимых культур в условиях южной лесостепи Западной Сибири / П.Н. Николаев, П.В. Поползухин // Достижения науки и техники АПК. – 2013. - №5. – С. 9-11.

141. Никулин, А.Ф. Отзывчивость сортов яровой мягкой пшеницы на изменения условий вегетации / А.Ф. Никулин, Р.К. Кадиков, Р.Р. Исмагилов // Вестник БГАУ. – 2012. - №4. – С. 8-11.

142. Новиков, Н.Н. Формирование качества зерна хлебопекарной пшеницы при выращивании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве / Н.Н. Новиков // Известия ТСХА. – 2010. – Вып. 1. – С. 59-72.

143. Нурбеков, С.И. Биологические критерии селекции озимой мягкой пшеницы сухостепного агроэко типа: автореф. дис. ... док. биол. наук / С. И. Нурбеков; Республика Казахстан. -Алматы, 2010. - 24 с.

144. О методах определения биологической ценности белков / В.Г. Высоцкий, Т.А. Яцышина, Т.В. Рымаренко и др. // Медицинский реферативный журнал. – 1976. - №6. – С. 24-35.

145. Орлова, Н.С. Характеристика популяций второго поколения гибридов в реципрокных скрещиваниях 42-х хромосомных тритикале / Н.С. Орлова, И.Ю. Каневская // Тритикале: сб. – 2010. – С. 134-138.

146. Оценка и отбор селекционного материала ярового ячменя на продуктивность при различных стрессовых условиях внешней среды / Д.В. Забалуева, Г.В. Игнатьева, З.Е. Сатарина и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2013. - №4. – С. 30-32.

147. Оценка уровня накопления макро- и микроэлементов зерном озимых культур, выращенных на юго-востоке Западной Сибири / Е.П. Кондратенко, О.Б. Константинова, О.М. Соболева и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – №6. - Т. 29.– С. 18-20.

148. Пакуль, В.Н. Формирование продуктивности технологических и семенных качеств у озимой ржи и ярового ячменя в лесостепи Кузнецкой котловины / В.Н. Пакуль. – Новосибирска, 2005. – 184 с.

149. Пантюхов, И.В. Эколого-селекционная оценка сортообразцов яровой пшеницы Восточно-Сибирской селекции: дис. ... канд. с.-х. наук / И. В. Пантюхов. – Тюмень, 2009. – 129 с.

150. Панфилова, О.С. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы на продуктивность в условиях центрального Нечерноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / О. С. Панфилова. – М., 2010. - 18 с.

151. Панченко, В.В. Изучение и создание исходного материала яровой тритикале в Краснодарском крае: дис. ... канд. с.-х. наук / В.В. Панченко. – Краснодар, 2010. – 137 с.

152. Пат. 2198538 Российская Федерация, А23К1/00, G01N33/50. Способ оценки биологической ценности растительного белка / А.П. Стаценко. Б.И.; заявитель и патентообладатель Пенз. госуд. сельскохоз. акад. – № 2001105520/13; заявл. 26.02.01; опубл. 20.02.03

153. Пешина, Ю.С. Сравнительная продуктивность озимой ржи и озимой тритикале в промежуточных посевах Предуралья / Ю.С. Пешина, Э.Д. Акманаев // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. - №1. – С. 43-45.

154. Пономарев, С.Н. Адаптивные подходы к селекции озимой тритикале в Республике Татарстан // Тритикале и её роль в условиях нарастания аридности климата: матер. науч.-практич. конф. - Ростов-н/Д. - 2012. - С. 80–86.

155. Пономарев, С.Н. Адаптивный потенциал сортов озимой тритикале в северной части Среднего Поволжья / С.Н. Пономарев, М.Л. Пономарева, С.И. Фомин // Владимирский земледелец. – 2011. - №2(56). – С. 17-21.

156. Пономарев, С.Н. Обоснование потенциала урожайности озимой ржи по обеспеченности Республики Татарстан климатическими ресурсами [Электронный ресурс] / С.Н. Пономарев // Современные проблемы науки и

образования. – 2013. - №6. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/113-11652>.

157. Пономарева, М.Л. Динамика факторов производства и использования зерна ржи в Российской Федерации и Республики Татарстан / М.Л. Пономарева, С.Н. Пономарев, М.Ш. Тагиров // Земледелие. – 2014. - №8. – С. 6-9.

158. Порохиевич, Н.В. Биологическая роль и практическое применение микроэлементов / Н.В. Порохиевич // Тез. докл. VII Всесоюзной конф. Рига : Зинатне, 1975. – 59 с.

159. Потанин, В.Г. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений / В.Г. Потанин, А.Ф. Алейников, П.И. Степочкин // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 8. - №3. – С. 548-552.

160. Потапова, Г.Н. Оценка урожайности и адаптивных свойств тритикале в условиях Среднего Урала // Тритикале и её роль в условиях нарастания аридности климата: матер. науч.-практич. конф. - Ростов-н/Д. - 2012. - С. 171–175.

161. Потапова, Г.Н. Результаты селекции и выращивания озимых зерновых культур на Среднем Урале / Г.Н. Потапова // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Всерос. научн.- практ. конф. - ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2013. - Том. 1. – С. 111-116.

162. Потепление климата и урожайность яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири [Электронный ресурс] / В.П. Шаманин, А.И. Моргунов, С.Л. Петуховский и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. - №1. – Режим доступа: www.science-education.ru/115-11919.

163. Просяникова, О.И. Почвенно-агрохимическое районирование и применение удобрений в Кемеровской области / О.И. Просяникова. — Кемерово: Кузбассвуиздат, 2007. — 212 с.

164. Протасова, Н.А. Тяжелые металлы в черноземах и культурных растениях Воронежской области /Н.А. Протасова // Агрохимия. – 2005. – №2. – С. 80 – 86.

165. Прянишников, А.И. Качество зерна – источник здоровья нации / А.И. Прянишников, Л.В. Андреева, Т.Б. Кулеватова, Л.И. Мачихина, Е.П. Мелешкина // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 16-17.

166. Реализация потенциала качества зерна новых сортов озимой пшеницы / Г.И. Букреева, Л.А. Беспалова, И.Н. Кудряшов и др. // Земледелие. – 2011. - №4. – С. 21-23.

167. Результаты селекции озимой тритикале на урожайность, зимостойкость и качество зерна / Г.В. Щипак, А.П. Петрова, Е.Н. Шевченко и др. // Вестник ЦНЗ АПВ Харьковской области. – 2010. – Вып. 9. – С. 179-189.

168. Розова, М. А. Экологическая пластичность яровой твердой пшеницы в условиях Алтая: монография / М. А. Розова, В. И. Янченко, В. М. Мельник. - Барнаул, 2010. - 148 с.

169. Романенко, А.А. Рекомендации по технологии возделывания и использования озимого тритикале в Краснодарском крае / А.А. Романенко и др. – Краснодар, 2006. – 60 с.

170. Рутц, Р.И. Состояние и развитие селекции сельскохозяйственных культур в СибНИИСХ / Р.И. Рутц // Селекция сельскохозяйственных культур на высокий генетический потенциал, урожай и качество: материалы Международной научно-практической конференции (Тюмень, 24-27 июля 2012 г.). – Тюмень, 2012. – С. 40-43.

171. Рыбась, И.А. Оценка параметров экологической пластичности и стабильности сортов озимой мягкой пшеницы / И.А. Рыбась // Аграрный вестник Урала. – 2014. - №6(124). – С. 26-29.

172. Рыбась, И.А. Оценка сортов озимой мягкой пшеницы по урожайности и параметрам адаптивности / И.А. Рыбась, А.В. Гуреева // Зерновое хозяйство России. – 2014. - №1(31). – С. 31-39.

173. Рядчиков, В.Г. Улучшение зерновых белков и их оценка / В. Г. Рядчиков. – М.: Колос, 1998. - 368 с.

174. Самофалов, А.П. Исходный материал в селекции озимой пшеницы на проуктивность / А.П. Самофалов, С.В. Подгорный // Аграрный вестник Урала. – 2014. - №5(123). – С. 13-16.

175. Самохвалова, Е.В. Зависимость урожайности зерновых культур от агрометеорологических условий Самарской области / Е.В. Самохвалова // Агро XXI. – 2009. - №4-6. – С. 29-31.

176. Сандухадзе, Б.И. Качество зерна сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Центрального Нечерноземья / Б.И. Сандухадзе, М.И. Рыбакова, А.В. Осипова // Хлебопродукты. – 2013. – № 9. – С. 62-64.

177. Сапега, В.А. Оценка взаимодействия генотип-среда и гомеостатичность сортов ячменя / В.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова // Известия ТСХА. – 2013. – Вып. 6. – С. 82-93.

178. Сапега, В.А. Оценка параметров среды в пунктах сортоиспытания и адаптивной способности сортов яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья // С.-х. биология. — 2008. — № 1. — С. 55-59.

179. Сапега, В.А. Урожайность и параметры стабильности сортов зерновых культур / В.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова, С.В. Сапега // Достижения науки и техники АПК. – 2012. - №10. – С. 22-26.

180. Связь морозостойкости озимых зерновых с интенсивностью дыхания и содержанием водорастворимых углеводов в течение осенне-весеннего периода / А.В. Поморцев, О.И. Грабельных, Н.В. Дорофеев и др. // Стресс – физиологии и биохимии. – 20113. - №9. – С. 116-121.

181. Селекция тритикале для хлебопекарных целей / А.И. Грабовец, А.В. Крохмаль, Г.Ф. Дремучева и др. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. - №2. – С. 3-8.

182. Сечняк, Л.К. Тритикале / Л.К. Сечняк, Ю.Г. Сулима. – М.: Колос, 1984. – 317 с.

183. Сечняк, Л.К. Экология семян пшеницы / Л.К. Сечняк., Киндрук Н.А., Слюсаренко А.К. и др., М.: Колос, 1981, 349 с.

184. Содержание белка и аминокислот в зерне озимых культур, произрастающих на территории лесостепи юго-востока Западной Сибири / Е.П. Кондратенко, О.Б. Константинова, О.М. Соболева, Е.А. Ижмулкина Н.В. Вербицкая, А.С. Сухих // Химия растительного сырья. – 2015. №3 – С. 143-150.

185. Сравнительная оценка зерновой продуктивности и параметров адаптивности сортов озимой пшеницы / Л.А. Кононенко, В.И. Мельников, П.В. Скотников и др. // Зерновой хозяйство России. – 2010. - №5(11). – С. 55-58.

186. Сравнительная оценка зерновой продуктивности и параметров адаптивности сортообразцов чумизы / Т.А. Анохина, Е.М. Чирко, Р.М. Кадыров и др. // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2013. - №2. – С. 69-76.

187. Стрижова, Ф.М. Влияние сроков посева на урожайность овса в условиях умеренно засушливой колючей степи Алтайского края / Ф.М. Стрижова, Н.И. Шевчук // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2006. - №1(21). – С. 17-19.

188. Сысуев, В.А. В зерне ржи – основа здоровья человека / В.А. Сысуев // Достижения науки и техники АПК. – 2012. - №6. – С. 3-5.

189. Торикив, В.Е. Влияние удобрений, норм высева семян и сорта на кормовую ценность и минеральный состав зерна ярового ячменя / В.Е. Торикив, О.В. Мельникова, В.В. Торикив // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. –№ 1. – С. 63-67.

190. Торикив, В.Е. Экологическая пластичность и стабильность новых сортов картофеля / В.Е. Торикив, О.А. Богомаз // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. - №4. – С. 60-63.

191. Федосеев, В.В. Оценка вклада погодных факторов в варирование урожайности зерновых культур в лесостепи Оренбургского Предуралья / В.В. Федосеев // Аграрный вестник Урала. – 2010. - №7(73). – С. 69-72.

192. Фенотипическая стабильность сортов озимой пшеницы по критериям качества зерна / В.М. Бебякин, А.И. Сергеева, О.В. Крупнов и др. // АгроXXI. – 2007. – С.14-16.

193. Филиппова, Е.А. Использование исходного материала и селекция озимой пшеницы в Зауралье / Е.А. Филиппова, Н.Ю. Банникова, Л.Т. Мальцева, А.Г. Ефимова // Селекция сельскохозяйственных культур на высокий генетический потенциал, урожай и качество: Материалы Международной научно-практической конференции (Тюмень, 24-27 июля 2012 г.). – Тюмень, 2012. – С. 85-89.

194. Фомин, С.И. Ценность коллекционных образцов озимой тритикале в селекции на продуктивность [Электронный ресурс] / С.И. Фомин, М.Л. Пономарева, С.Н. Пономарев // Современные проблемы науки и образования. – 2012. - №4. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/pdf/2012/4/110.pdf>.

195. Хангильдин, В.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В.В. Хангильдин, С.В. Бирюков // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. – 1984. - №1. – С. 67-76.

196. Хелдт, Г. В. Биохимия растений: учебн. издание: Изд-во «БИНОМ». – 2011. – С. 92- 108.

197. Хлебопекарные качества зерна новых сортов тритикале / Н.В. Турбин, Р.К. Еркинбаева, О.Н. Налеев, Л.Л. Авдеева // Доклады ВАСХНИЛ. - 1990. - №6. - С. 6-8.

198. Цыбенков, Б.Б. Экологическая пластичность районированных сортов яровой пшеницы в условиях сухой степи Бурятии / Б.Б. Цыбенков, М.Д. Дабаева // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им В.Р. Филиппова. – 2011. - №1. – С. 92-97.

199. Чирко, Е.М. Сравнительная оценка зерновой продуктивности и адаптивности сортов проса (*PANICUM MILIACEUM*) в условиях юго-западного региона республики / Е.М. Чирко // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2009. - №3. – С. 49-54.

200. Шабаив, А.И. Перспективная ресурсосберегающая технология производства озимой пшеницы: метод. рек. / А.И. Шабаива, Н.В. Михайлин, А.И. Прянишников и др. – М., 2009. – 68 с.

201. Шанина, Е.В. Минеральный состав биомассы *Rosa acicularis* Lindt / Е.В. Шанина, Л.П. Рубчевская // Известие высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2005. – №2-3. – С. 47-49.

202. Шарипов, Р.Р. Продуктивность сортов зерновых и зернобобовых культур в зависимости от метеорологических условий в Агрызском районе Республики Татарстан / Р.Р. Шарипов // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научн.- практ. конф. В 3-х т. / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2013. Том. 1. – С. 165-169.

203. Шевелуха, В.С. Закономерности в пути управления формированием зерна злаковых / В.С. Шевелуха, А.В. Морозов. – М.: Колос, 1986. – 54 с.

204. Шевченко, В.Е. Экологическое сортоиспытание озимых форм тритикале в условиях каменной степи Воронежской области / В.Е. Шевченко, О.Г. Бочарникова, В.Н. Горбунов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. - №3(42). – С. 41-46.

205. Шевченко, С.Н. Озимые культуры – основа зернового хозяйства Самарской области /С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Агро-Инфо. – 2008. - №8 (118). – С. 46-47.

206. Шевченко, С.Н. Современные технологии возделывания озимой пшеницы в Средневолжском регионе /С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Земледелие. – 2009. - №5. – С.40-41.

207. Шерстнев, Н.Ф. Озимая рожь в Сибири и на Урале / Н.Ф. Шерстнев. – 1980. – 64 с.

208. Шилина, Н.М. Современные представления о физиологических метаболических функциях полиненасыщенных жирных кислот / Н.М. Шилина, И.Я. Конь // Вопросы детской диетологии. – 2004. – Т.2. – №6. – С.25 – 30.

209. Шумный, В.К. Улучшение пшеницы – актуальная задача генетиков и селекционеров / В.К. Шумный, Е.А. Салина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. - №1. - Т. 16. – С. 8.

210. Щипак, Г.В. Хлебопекарные качества сортов озимого гексаплоидного тритикале / Г.В. Щипак // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. - №1. – С. 3-7.

211. Экологическая пластичность пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири. / Е.В. Агеева, И.Е. Лихенко, В.В. Советов и др. // Вестник НГАУ. – 2015. - №1(34). – С. 22-27.

212. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов и др. – Уфа, 2011. – 97 с.

213. Экологическая пластичность сортов мягкой яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири [Электронный ресурс] / Ю.С. Краснова, В.П. Шаманин, С.Л. Петуховский и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. - №6. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/pdf/2014/6/909.pdf>.

214. Экономика сельского хозяйства: Учебное пособие / Под ред. Н.А. Попова. - М.: Магистр: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 400 с.

215. Adlard, P.A.; Parncutt, J.M.; Finkelstein, D.I.; Bush, A.I. Cognitive loss in zinc transporter-3 knock-out mice: a phenocopy for the synaptic and memory deficits of Alzheimer's disease? *J. Neurosci.* 2010. - 30, 1631–1736.

216. Alheit K.V. Detection of segregation distortion loci in triticales (x *Triticosecale* Wittmack) based on a high-density DArT marker consensus genetic linkage map / K.V. Alheit, J.C. Reif, H.P. Maurer, et al // *BMC Genomics.* - 2011. - 12: 380.

217. Banaszak Z. Breeding of triticales in Danko / Z. Banaszak // *Tagung der vereinigung der Pflanzenzuchter der Pflanzenzuchter and Saatgut kaufleute Osterreichs.* – 2010. – P. 65-68.

218. Blee, E. Impact of phyto-oxylipins in plant defense / E. Blee // *Trends Plant Sci.* – 2002. – Vol. 7. – P. 315-321.

219. Bradshaw A.D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants // *Advances in Genetics*, 1965. – Vol. 13. – P. 115-155.

220. Budzianowski G., Woś H. The effect of single D-genome chromosomes on aluminium tolerance of triticale // *Euphytica*. – 2004. - 137. – P. 165–172.
221. Chitnis, P. R. Photosystem I: Function and physiology // *Ann. Rev. Plant Physiology Plant MolBiology*. – 2001. –Vol.52. – P. 593-626.
222. Deiner, B.F., Rappaport, F. Structure, dynamics, and energetic of the primary photochemistry of photosystem II of oxygenic photosynthesis // *Annu Rev Plant Biology*. – 2002. – Vol. 53. – P. 551 – 580.
223. Deisenhofer, J, Michel, H. Nobel Lecture: The photosynthetic reaction center from the purplebacterium *Rhodospseudomonasviridis*. *EMBO*. – 1989. – J 8. – P. 2149 – 2169.
224. Detection of sugar accumulation and expression levels of correlative key enzymes in winter wheat (*Triticum aestivum*) at low temperatures / Y. Zeng, J. Yu, Cang, L. Liu, Y. Mu, J. Wang, D. Zhang // *Biosci. Biotechnol. Biochem.* – 2011. - №75. – pp. 681-687.
225. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Sci.*, 1966. – V. 6, – P. 36- 40.
226. Ellinger, D., Stingl, N., Kubigsteltig, I.I., et al. Dongle and defective in anther dehiscence: lipases are not essential for wound- and patho-gen-induced jasmonate biosynthesis: redundant lipases contribute to jasmonate formation // *Plant Physiol*. – 2010. – Vol. 153(1). – P. 114-127.
227. Fayaz N. Moisture stress tolerance in reproductive growth stages in triticale (X *Triticosecale* Wittmack) cultivar sunder field conditions / N. Fayaz, A. Arzani // *Crop Breeding Journal*. - 2011. - 1(1). – P. 1–12.
228. Finley K. W., Wilkinson G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme // *Austr. J. Agric.*, 1963. – V. 6. – P. 742-754.
229. Gradzielewska A. Identification of hybrids between triticale and *Aegilops juvenalis* (Thell.) Eig and determination of genetic similarity with ISSRs / A/ Gradzielewska, J. Lesniowska-Nowak, et al // *Genet Mol Res*. - 2012. - 11(3). - pp. 2147-2155.

230. Grebennikova I.G., Aleynikov A.F., Stepochkin P.I. Diallel analysis of the number of spikelets per spike in spring Triticale // Bulgarian J. Agricultural Science. - 2011. - V. 17. No. 6. - P. 755–759.

231. Grzesia M. T. Impact of soil compaction on root architecture, leaf water status, gas exchange and growth of maize and triticale seedlings / M. T. Grzesia // Plant Root (JSRR). - 2009. – 3. – P. 10–16.

232. Gutterman Y. Survival strategies of annual desert plants: Adaptations of desert organisms. Berlin; New York. - 2002. - Pp. 1-36.

233. Huskowska T. Breeding of winter triticale for improvement of grain characters / T. Huskowska, T. Wolski, A. Celdinska // Jour. Genetics and breeding of triticale: proceedings, 3 rd EUCARPIA Meeting, Cereal Section on Triticale, INRA, Station d'Amelioration des Plantes, Clermont-Ferrand, France, 2-5 juillet 1984 / [Editors, M. Bernard, S. Bernard], 1985. Pp. 641-645.

234. Isaev N.K., Lozier E.R., Novikova S.V., Silachev D.N., Zorov D.B., Stelmashook E.V. (2012) Glucose starvation stimulates Zn^{2+} toxicity in cultures of cerebellar granule neurons. Brain Res. Bull., 87 (1): 80-84.

235. Isaev, N.K., Stelmashook, E.V., Lukin, S.V., Freyer, D., Mergenthaler, P., and Zorov, D.B. Acidosis-induced zinc-dependent death of cultured cerebellar granule neurons // Cell Mol. Neurobiol. – 2010. –Vol. 30. – P. 877 – 883.

236. Iwata, S., Ostermeier, C., Ludwig, B., Michel, H. Structure at 2,8 Å resolution of cytochrome C oxidase from *Paracoccus denitrificans* // Nature. – 1995. – Vol. 376. – S. 660 – 669.

237. Janicki K.W. Influence of increased CO₂ concentrations on frost resistance of winter cereals / K.W. Janicki, A. Brzóstowicz // Acta Agrophysica. – 2006. - 7(2). – P. 355–361.

238. Khalifeie N., Mohammadi Nejad G. Evaluation of salt tolerance of new *Triticum* lines, Triticale and Iranian wheat lines // Advances in Natural and Applied Sciences. – 6(2), 2012. – P. 206–212.

239. Kutlu I. Evaluation of drought resistance indicators for yield and its components in three triticale cultivars / I. Kutlu, G. Kinac // Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. - 2010. – 7(2). – P. 95–103.

240. Lehmann S. Proline Metabolism and Transport in Plant Development / S. Lehmann, D. Funck, L. Szabados, D. Rentsch // Amino acids. - 2010. - Vol. 39. - Pp. 949-962.

241. Lekgari L.A. Identifying Winter Forage Triticale (x Triticosecale Wittmack) Strains for the Central Great Plains / L.A. Lekgari, P.S. Baenziger, K.P. Voger, D.D. Baltensperger // Crop Science. – 2008. – V.48. – P. 2040-2048.

242. Lonbani M., Arzani A. Morpho-physiological traits associated with terminal drought-stress tolerance in triticale and wheat / M. Lonbani // Agronomy Research. – 9 (1–2). - 2011. – P. 315–329.

243. Longin C.F. Hybrid breeding in autogamous cereals / C.F. Longin, J. Muhleisen, H.P. Maurer, et al // Theor Appl Genet 2012. -125(6). - pp. 1087-1096.

244. Los D.A. Regulatory role of membrane fluidity in gene expression and physiological functions / D.A. Los, K.S. Mironov, S.I. Allakhverdiev // Photosynth. Res. — 2013. — Vol. 116 (2-3). — P. 489-509.

245. Marciniar F., Obuchowski W., Makowska A. Technological and nutritional aspects of utilization of triticale for extruded food production // Food Science and Technology. – 2008. – V.11. – P. 3-7.

246. Mizuno, N. Mitochondrial alternative pathway is associated with development of freezing tolerance / N. Mizuno, A. Sugie, F. Kobayashi, S. Takumi // J. Plant Physiol. – 2008. - №165. – pp. 462-467.

247. Nezami A. Evaluation of Freezing Tolerance of Hexaploid Triticale genotypes under controlled conditions / A. Nezami, M.R. Soleimani, M. Ziaee, M. Ghodsi, M. Bannayan Aval // Notulae Scientia Biologicae. - 2010. – SciBiol 2 (2). – P. 114–120.

248. Porta, H. Plant lipoxygenases. Physiological and molecular features / H. Porta, M. Rocha-Sosa // Plant Physiology. – 2002. – Vol. 130. – 15 – 21.

249. Schlieff, M.L., West, T., Craig, A.M., Holtzman, L.M., and Gitlin, J. D. Role of the Menkes copper-transporting ATPase in NMDA receptor-mediated neuronal toxicity / Proc. Natl. Acad. Sci. USA. –2006. – Vol. 103. – P. 14919 – 14924.

250. Shah, J. Lipids, lipases, and lipid-modifying enzymes in plant disease resistance // J. Shah / Annu. Rev. Phytopathol. – 2005. – Vol. 43. – P. 229-260.

251. Smart T.G., Hosie A.M., Miller P.S. Zn²⁺ ions: modulators of excitatory and inhibitory synaptic activity // Neuroscientist. – 2004. - 10(5):432–442.

252. Soluble sugars – Metabolism, sensing and abiotic stress / M. Rose, C. Prado, C. Podazza, R. Interdonato, J.A. Gonzalez, M. Hilal, F.E. Prado // Plant Signal. – 2009. - №4. – pp. 388-393.

253. Subresolution lipid domains exist in the plasma membrane and regulate protein diffusion and distribution / D.M. Owen, D.J. Williamson, A. Mage-nau, K. Gaus // Nat. Commun. — 2012. — Vol. 3. — P. 1256.

254. Szabados L. Proline : Multifunctionae Amino Acid / L. Szabados, A. Savoure // Trends Plant Sci. – 2010. – V. 15. – P. 89–97.

255. Teliandidis, J., Hung, Y. H., Materia S. and Fontaine, S.L. Role of the P-Type ATPases, ATP7A and ATP7B in brain copper homeostasis / Front Aging Neurosci. – 2013. – Vol. 5. P. 44.

256. Verbruggen N. Proline Accumulation in Plants : A. Review / N. Verbruggen, C. Hermans // Amino Acids. – 2008. – V. 35. – P. 753–759.

257. Wricke G. Uber eine Methode zur Erfassung der Okologischen Streubreite in Feldversuchen // Z. Pflanzenzuchtung, 1962. – V. 47, – P. 92-93.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Распределение среднесуточной температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$), суммы осадков (мм) и высоты снежного покрова (см) за вегетационный период (2008-2014 гг.)

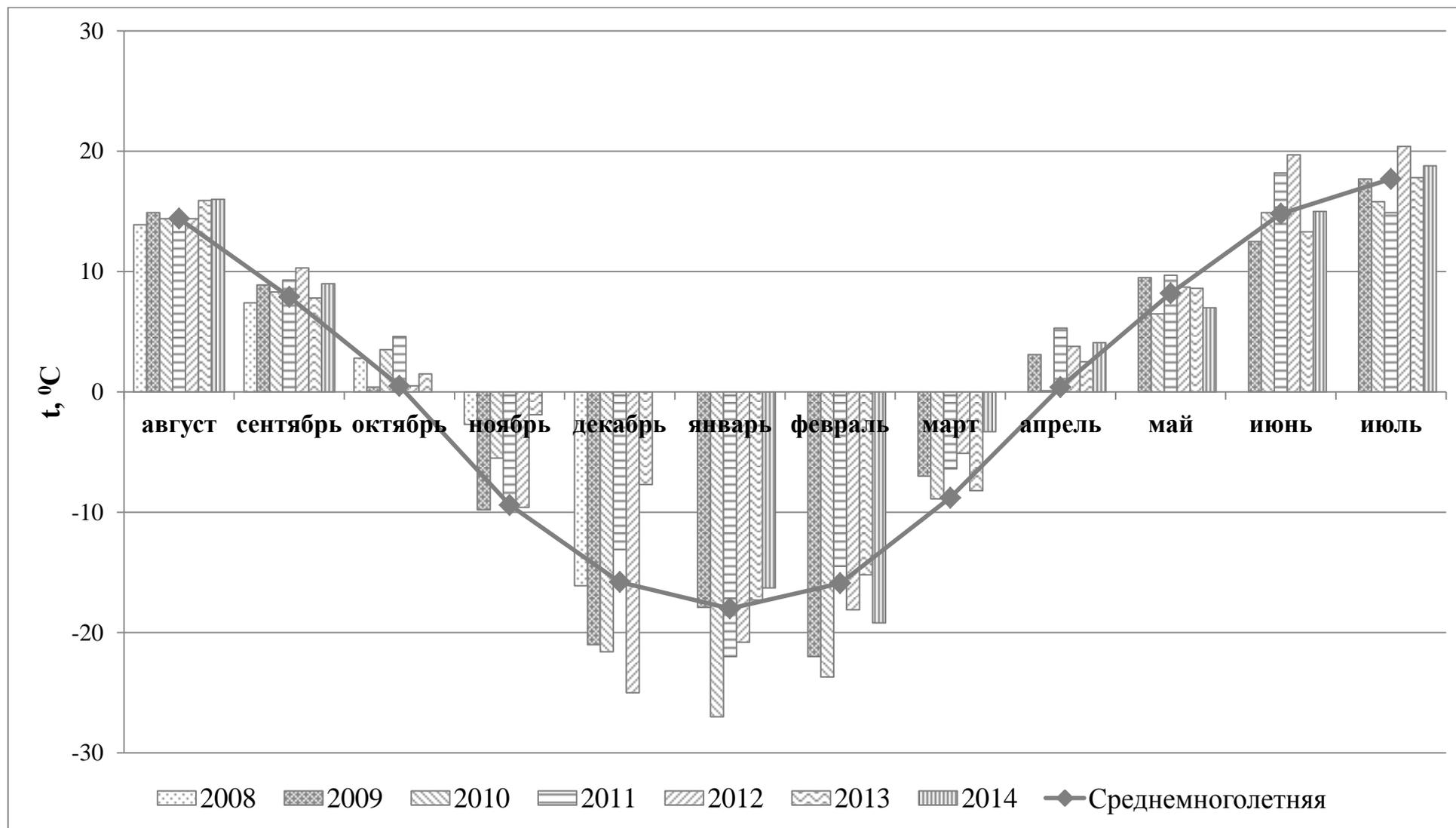
Метео-показатели	Год	август					сентябрь					октябрь					ноябрь				
		I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней	I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней	I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней	I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Среднесуточная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	2008	16,2	14,6	11,1	13,9	-1	11,9	5,7	4,6	7,4	-1	5,2	2,5	0,8	2,8	+3	1,2	-6,9	-2,5	-2,7	+7
	2009	16,1	13,5	15,2	14,9	+1	8,8	8,3	9,7	8,9	+1	7,7	0,9	-6,7	0,4	+1	-11,8	-12,4	-5,3	-9,8	0
	2010	14,3	12,8	16,0	14,4	0	12,6	4,1	8,3	8,3	0	5,2	3,9	1,6	3,5	+4	1,8	-3,4	-14,9	-5,5	+4
	2011	14,6	14,3	11,1	13,3	-1	9,6	9,6	8,7	9,3	+1	8,5	6,7	-0,8	4,6	+5	-4,2	-10,2	-13,3	-9,2	0
	2012	17,4	13,7	12,3	14,4	0	12,8	11,0	7,1	10,3	+2	5,6	-1,4	-2,5	0,5	0	-9,0	-4,7	-15,0	-9,6	-1
	2013	18,2	15,5	14,2	15,9	+2	12,0	5,9	5,4	7,8	0	3,4	0,4	0,8	1,5	+1	-1,7	-0,7	-3,3	-1,9	+7
	2014	16,0	20,2	12,7	16,2	+2	9,0	6,2	4,7	6,6	-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумма осадков, мм	2008	5	49	8	62	76%	22	28	5	55	93%	15	54	15	81	123%	51	8	16	75	134%
	2009	32	18	29	79	101%	34	20	32	86	165%	1	40	39	80	121%	12	10	43	65	116%
	2010	17	16	10	43	55%	3	23	14	40	77%	24	3	8	35	53%	27	30	29	86	154%
	2011	13	21	36	70	90%	10	1	17	28	54%	13	18	25	56	85%	29	12	11	52	93%
	2012	24	21	18	63	90%	19	37	15	71	131%	26	14	47	87	134%	18	40	28	86	156%
	2013	45	19	38	102	146%	18	43	20	81	150%	30	12	23	65	100%	28	21	13	62	112%
	2014	2	13	54	69	98%	9	34	7	50	92%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Высота снежного покрова, см	2008																3	10	16		-7
	2009																24	27	54		+31
	2010																-	17	31		+8
	2011													4			4	14	17		-6
	2012												6	-			14	38	47		+24
	2013																5	11	12		-11
	2014																-	-	-		-

Продолжение приложения 1

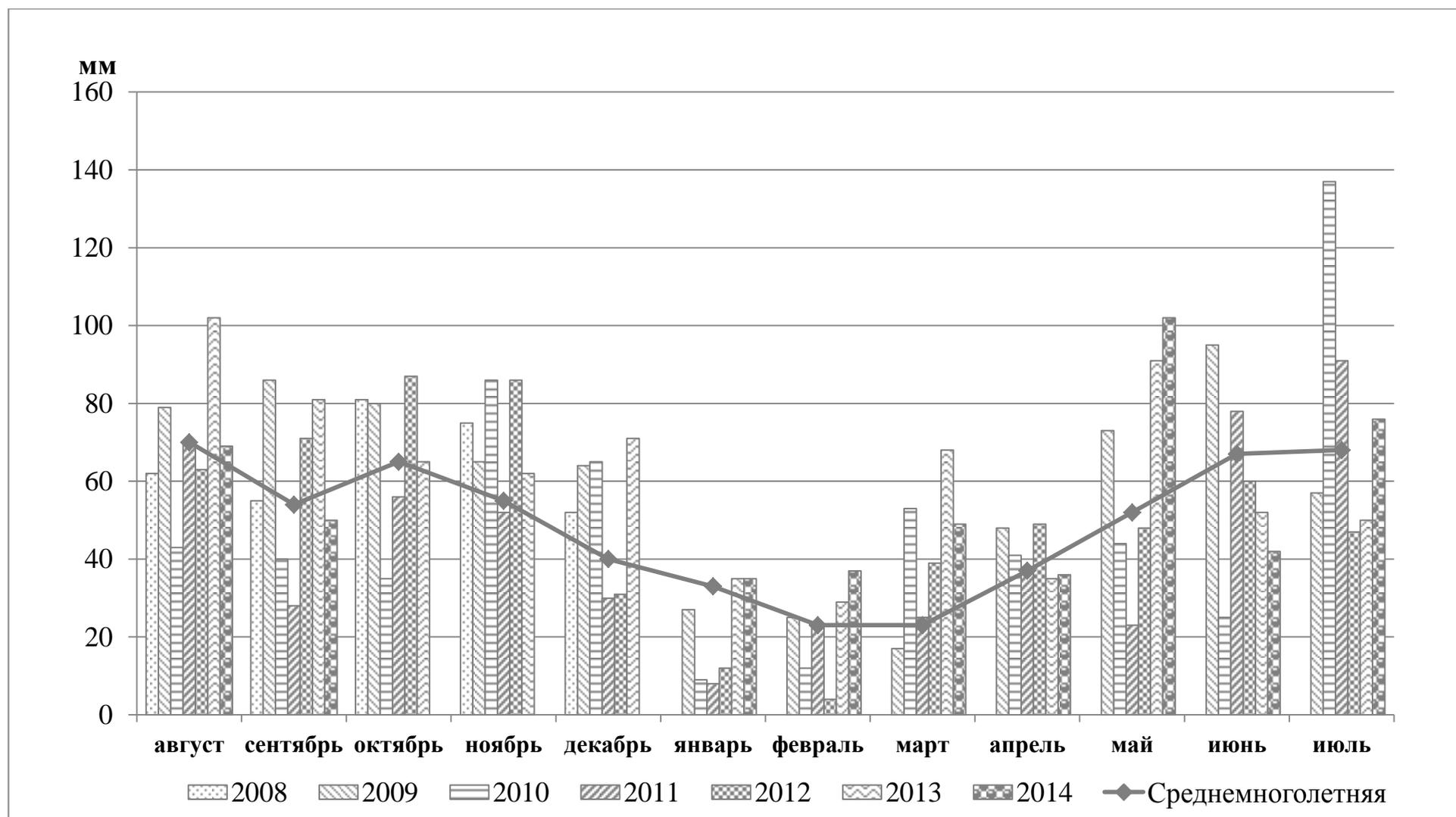
Метео-показатели	Год	декабрь					январь					февраль					март				
		I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней	I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней	I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней	I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Среднесуточная температура воздуха, °С	2008	-13,5	-17,7	-17,0	-16,1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2009	-17,3	-19,5	-25,7	-21,0	-5	-13,9	-14,4	-24,8	-17,9	0	-19,3	-28,2	-7,7	-22,0	-5	-10,5	-10,1	-1,0	-7,0	+2
	2010	-17,0	-22,6	-25,0	-21,6	-6	-32,7	-23,4	-25,1	-27,0	-9	-28,6	-17,2	-25,7	-23,7	-7	-14,7	-6,0	-6,4	-8,9	0
	2011	-11,5	-17,6	-10,4	-13,1	+3	-29,6	-18,4	-18,4	-22,0	-4	-12,4	-12,1	-20,1	-14,5	+3	-10,3	-7,8	-1,7	-6,4	+2
	2012	-17,6	-35,0	-22,7	-25,0	-10	-12,5	-22,9	-26,4	-20,8	-3	-20,5	-17,0	-16,7	-18,1	-2	-8,8	5,9	-1,0	-5,1	+4
	2013	-4,9	-6,6	-11,2	-7,7	+7	-22,5	-15,3	-14,5	-17,3	0	-16,4	-16,1	-12,7	-15,2	+1	-10,2	-7,7	-6,7	-8,2	+1
	2014	-	-	-	-	-	-16,8	-8,9	-22,5	-16,3	+1	-25,0	-17,5	-13,9	-19,2	-3	-10,2	-0,7	0,5	-3,3	+5
Сумма осадков, мм	2008	39	11	2	52	133%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2009	30	10	24	64	164%	8	9	10	27	87%	18	5	2	25	109%	1	16	0	17	65%
	2010	44	6	15	65	167%	1	7	1	9	29%	0	8	4	12	52%	17	23	13	53	204%
	2011	15	4	11	30	77%	1	4	3	8	26%	17	4	2	23	100%	5	15	5	25	96%
	2012	18	1	12	31	78%	5	3	4	12	36%	1	3	0	4	17%	0	15	24	39	170%
	2013	40	13	18	71	177%	2	17	16	35	106%	9	12	8	29	126%	34	26	8	68	296%
	2014	-	-	-	-	-	17	9	9	35	106%	1	18	18	37	160%	6	17	26	49	213%
Высота снежного покрова, см	2008	45	47	46		+10	-	-	-		-	-	-	-		-	-	-	-		-
	2009	59	56	63		+22	49	52	58		+10	59	60	62		+4	63	71	45		-10
	2010	53	51	56		+15	58	61	59		+11	58	59	60		+6	73	85	85		+27
	2011	23	25	32		-4	54	56	53		+3	58	55	56		-2	55	59	39		-16
	2012	54	49	56		+20	36	38	39		-9	40	41	40		-14	39	43	40		-15
	2013	36	41	43		+7	56	59	64		+16	67	71	72		+18	81	81	79		+24
	2014	-	-	-		-	51	54	57		+9	62	63	65		+11	64	48	-		-

Продолжение приложения 1

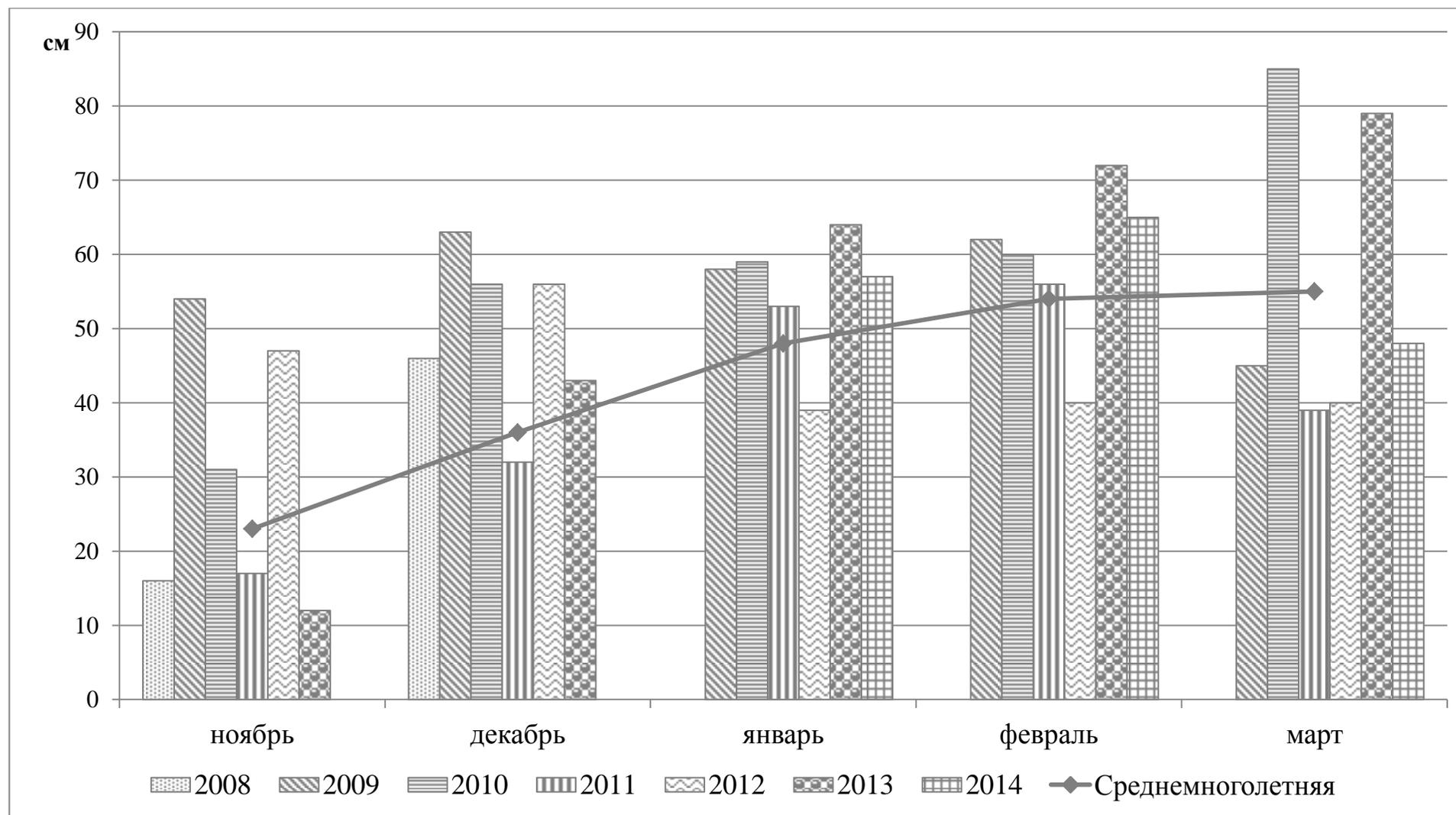
Метео-показатели	Год	апрель					май					июнь					июль				
		I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней	I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней	I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней	I	II	III	Месяц	Отклонение от средней многолетней
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Среднесуточная температура воздуха, °С	2009	2,9	1,0	5,3	3,1	+3	7,5	11,7	9,3	9,5	+1	14,5	10,7	12,3	12,5	-2	17,6	19,3	16,4	17,7	0
	2010	-6,5	-0,3	7,2	0,1	0	4,2	4,4	10,4	6,5	-2	14,0	16,4	14,2	14,9	0	15,4	18,2	14,0	15,8	-2
	2011	0,3	8,8	6,7	5,3	+6	4,5	10,9	13,4	9,7	+2	18,6	18,9	17,0	18,2	+3	13,9	17,6	13,3	14,9	-3
	2012	3,8	5,4	2,1	3,8	+3	5,7	8,7	11,4	8,7	0	19,6	20,0	19,4	19,7	+5	18,9	19,1	22,4	20,4	+3
	2013	-0,5	0,8	7,2	2,5	+2	7,3	4,0	6,9	8,6	-3	10,3	14,8	14,7	13,3	-2	14,6	19,3	19,3	17,8	0
	2014	5,5	2,2	4,6	4,1	+4	9,9	5,4	5,9	7,0	-2	6,1	17,3	21,5	15,0	0	19,5	19,5	17,5	18,8	+1
Сумма осадков, мм	2009	18	12	18	48	130%	8	26	39	73	133%	52	12	31	95	161%	12	22	23	57	75%
	2010	15	22	4	41	111%	11	23	10	44	80%	5	9	11	25	42%	43	49	45	137	180%
	2011	20	2	16	38	103%	16	1	6	23	42%	32	6	40	78	132%	38	38	15	91	120%
	2012	10	23	26	49	132%	31	10	7	48	94%	12	48	0	60	90%	38	0	9	47	69%
	2013	9	3	23	35	95%	23	36	32	91	178%	15	26	11	52	78%	20	13	17	50	74%
	2014	12	18	6	36	97%	2	41	59	102	185%	26	10	6	42	62%	2	58	16	76	111%



Распределение среднесуточной температуры воздуха за вегетационный период, °C (2008-2014 гг.)



Распределение суммы осадков за вегетационный период, мм (2008-2014 гг.)



Распределение высоты снежного покрова за вегетационный период, см (2008-2014 гг.)

Продолжительность межфазных периодов у озимой пшеницы и
метеорологические условия (2008-2014 гг.)

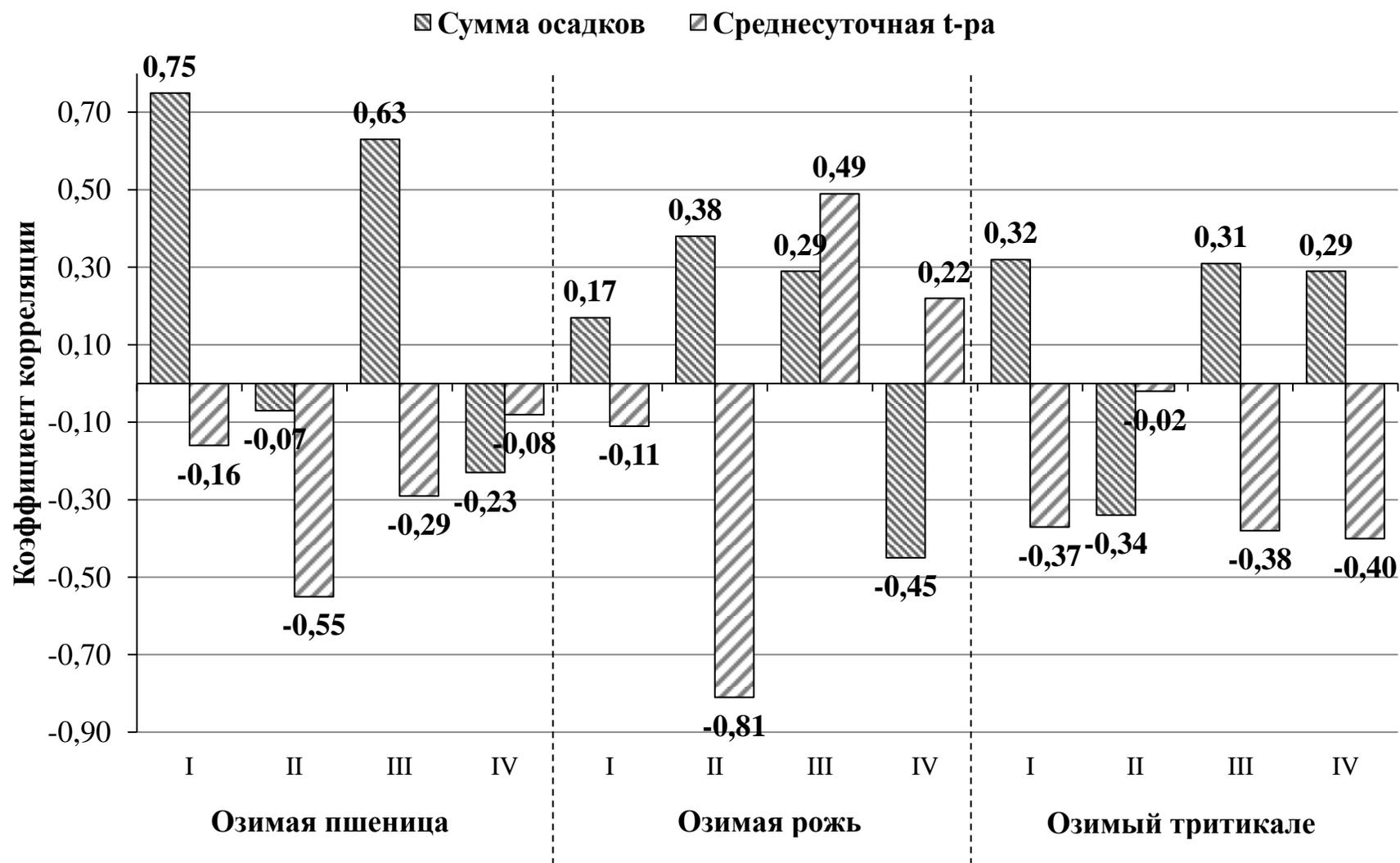
Межфазные периоды	Продолжительность, даты, дни	Сумма осадков, мм	Среднесуточная температура, °С
1	2	3	4
<i>2008-2009 гг.</i>			
Посев-всходы	30.08-10.09 (11 дней)	22	11,9
Всходы-кущение	10.09-23.09 (13 дней)	28	5,7
Кущение-колошение	01.05-18.06 (48 дней)	137	10,7
Колошение-восковая спелость	18.06-01.08 (44 дня)	88	16,4
<i>2009-2010 гг.</i>			
Посев-всходы	08.09-20.09 (12 дней)	20	8,3
Всходы-кущение	20.09-04.10 (13 дней)	32	9,7
Кущение-колошение	01.05-21.06 (51 день)	58	9,9
Колошение-восковая спелость	21.06-10.08 (49 дней)	165	15,2
<i>2010-2011 гг.</i>			
Посев-всходы	30.08-07.09 (8 дней)	3	12,6
Всходы-кущение	07.09-24.09 (17 дней)	23	4,1
Кущение-колошение	01.05-11.06 (41 день)	55	11,9
Колошение-восковая спелость	11.06-21.07 (40 дней)	122	16,9
<i>2011-2012 гг.</i>			
Посев-всходы	06.09-15.09 (9 дней)	5	9,6
Всходы-кущение	15.09-01.10 (15 дней)	17	8,7
Кущение-колошение	01.05-18.06 (48 дней)	108	13,0
Колошение-восковая спелость	18.06-28.07 (40 дней)	47	20,0
<i>2012-2013 гг.</i>			
Посев-всходы	06.09-12.09 (6 дней)	10	11,0
Всходы-кущение	12.09-30.09 (18 дней)	52	9,0
Кущение-колошение	01.05-27.06 (57 дней)	143	9,7
Колошение-восковая спелость	27.06-17.08 (50 дней)	114	17,4
<i>2013-2014 гг.</i>			
Посев-всходы	09.09-23.09 (14 дней)	43	5,9
Всходы-кущение	23.09-01.10 (8 дней)	20	5,4
Кущение-колошение	01.05-28.06 (58 дней)	144	11,0
Колошение-восковая спелость	28.06-04.08 (36 дней)	76	18,8

Продолжительность межфазных периодов у озимой ржи и метеорологические условия (2008-2014 гг.)

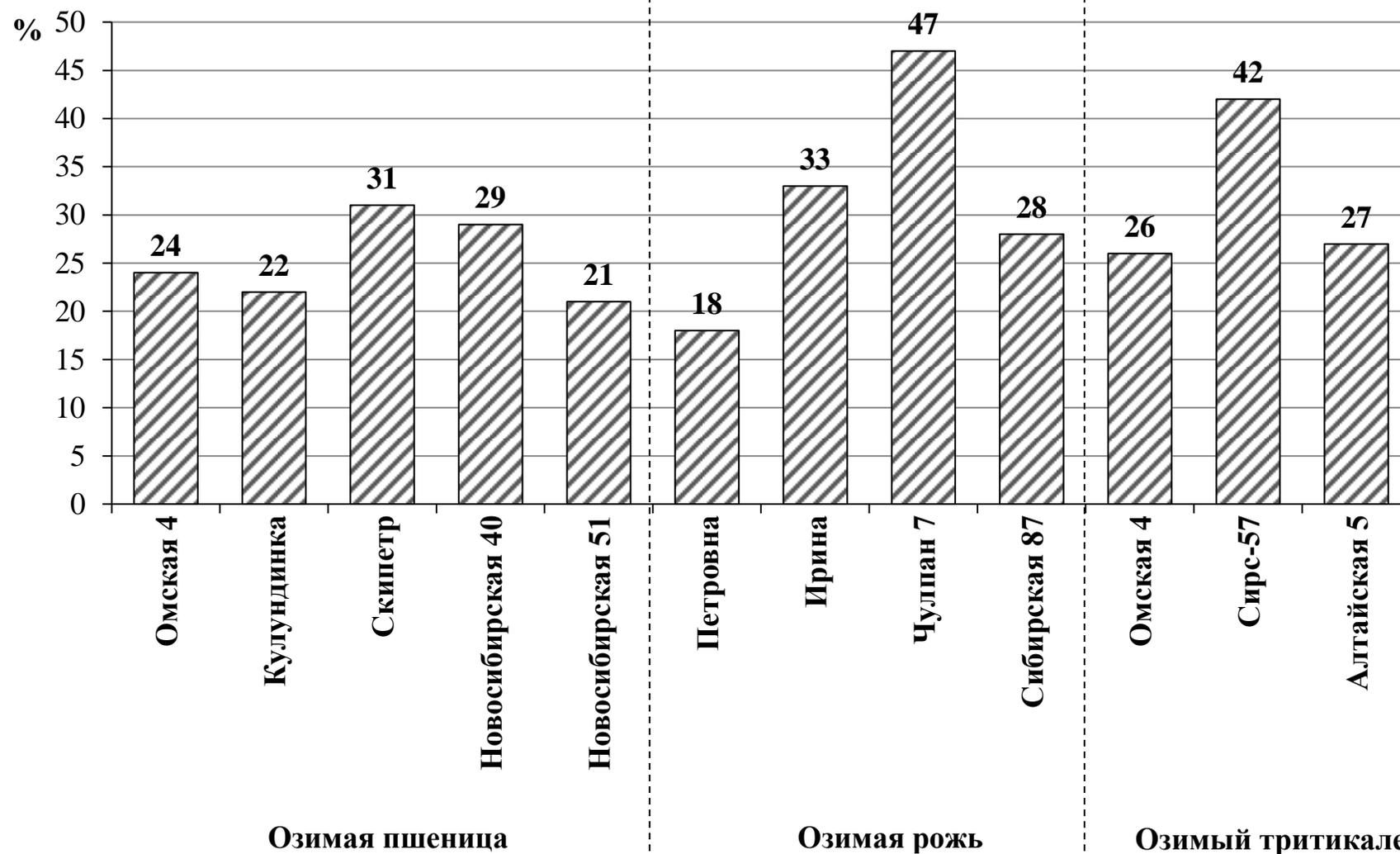
Межфазные периоды	Продолжительность, даты, дни	Сумма осадков, мм	Среднесуточная температура, °С
1	2	3	4
<i>2008-2009 гг.</i>			
Посев-всходы	26.08-01.09 (6 дней)	8	11,1
Всходы-кущение	01.09-22.09 (21 день)	50	8,8
Кущение-колошение	01.05-21.06 (51 день)	137	10,7
Колошение-восковая спелость	21.06-13.08 (52 дня)	120	16,3
<i>2009-2010 гг.</i>			
Посев-всходы	08.09-14.09 (6 дней)	19	8,3
Всходы-кущение	14.09-24.09 (10 дней)	26	9,7
Кущение-колошение	01.05-27.06 (57 дней)	69	10,6
Колошение-восковая спелость	27.06-14.08 (47 дней)	154	15,5
<i>2010-2011 гг.</i>			
Посев-всходы	08.09-13.09 (5 дней)	9	12,6
Всходы-кущение	13.09-24.09 (11 дней)	23	4,1
Кущение-колошение	01.05-09.06 (39 дней)	55	11,9
Колошение-восковая спелость	09.06-26.07 (47 дней)	137	16,1
<i>2011-2012 гг.</i>			
Посев-всходы	08.09-14.09 (6 дней)	4	9,6
Всходы-кущение	14.09-23.09 (9 дней)	6	8,7
Кущение-колошение	01.05-14.06 (44 дня)	60	11,4
Колошение-восковая спелость	14.06-24.07 (40 дней)	77	19,4
<i>2012-2013 гг.</i>			
Посев-всходы	08.09-14.09 (6 дней)	21	12,0
Всходы-кущение	14.09-23.09 (9 дней)	30	11,0
Кущение-колошение	01.05-27.06 (57 дней)	143	9,7
Колошение-восковая спелость	27.06-18.08 (51 день)	114	17,4
<i>2013-2014 гг.</i>			
Посев-всходы	08.09-16.09 (8 дней)	31	5,9
Всходы-кущение	16.09-01.10 (15 дней)	42	5,4
Кущение-колошение	01.05-27.06 (57 дней)	144	11,0
Колошение-восковая спелость	27.06-09.08 (41 день)	78	18,1

Продолжительность межфазных периодов у озимого тритикале и
метеорологические условия (2008-2014 гг.)

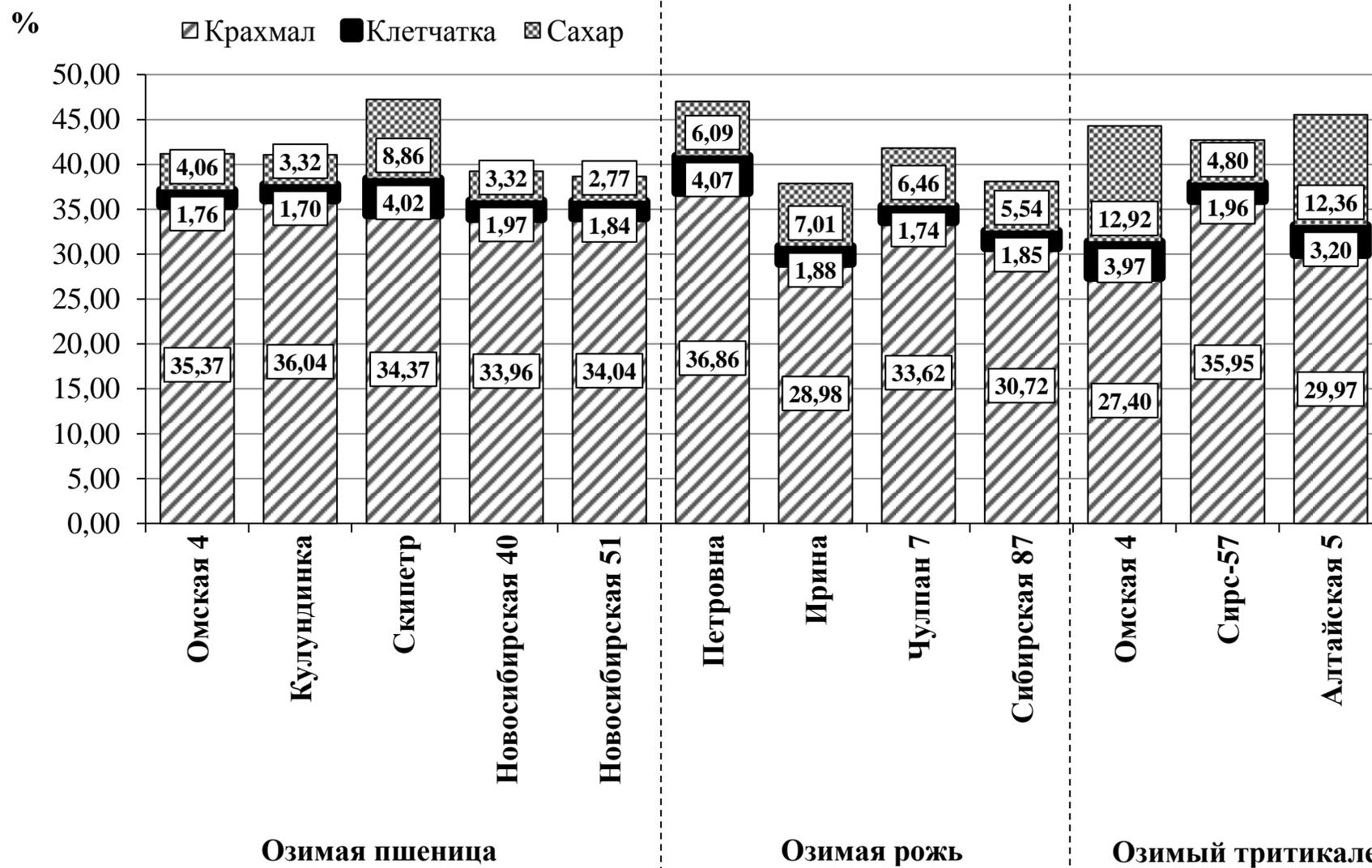
Межфазные периоды	Продолжительность, даты, дни	Сумма осадков, мм	Среднесуточная температура, °С
1	2	3	4
<i>2008-2009 гг.</i>			
Посев-всходы	24.08-01.09 (8 дней)	8	11,1
Всходы-кущение	01.09-14.09 (13 дней)	22	11,9
Кущение-колошение	01.05-22.06 (52 дня)	137	10,7
Колошение-восковая спелость	22.06-12.08 (50 дней)	120	16,3
<i>2009-2010 гг.</i>			
Посев-всходы	30.08-08.09 (9 дней)	34	8,8
Всходы-кущение	08.09-19.09 (11 дней)	20	8,3
Кущение-колошение	01.05-15.06 (45 дней)	69	10,6
Колошение-восковая спелость	15.06-02.08 (47 дней)	154	15,5
<i>2010-2011 гг.</i>			
Посев-всходы	30.08-07.09 (8 дней)	3	12,6
Всходы-кущение	07.09-20.09 (13 дней)	23	4,1
Кущение-колошение	01.05-15.06 (45 дней)	55	11,9
Колошение-восковая спелость	15.06-02.08 (47 дней)	137	16,1
<i>2011-2012 гг.</i>			
Посев-всходы	06.09-13.09 (7 дней)	7	9,6
Всходы-кущение	13.09-02.10 (19 дней)	18	9,2
Кущение-колошение	01.05-17.06 (47 дней)	108	13,0
Колошение-восковая спелость	17.06-23.07 (36 дней)	38	19,1
<i>2012-2013 гг.</i>			
Посев-всходы	06.09-11.09 (5 дней)	19	12,8
Всходы-кущение	11.09-30.09 (19 дней)	52	9,0
Кущение-колошение	01.05-30.06 (60 дней)	143	9,7
Колошение-восковая спелость	30.06-18.08 (48 дней)	114	17,4
<i>2013-2014 гг.</i>			
Посев-всходы	09.09-21.09 (12 дней)	43	5,9
Всходы-кущение	21.09-01.10 (10 дней)	20	5,4
Кущение-колошение	01.05-25.06 (55 дней)	144	11,0
Колошение-восковая спелость	25.06-09.08 (44 дня)	78	18,1



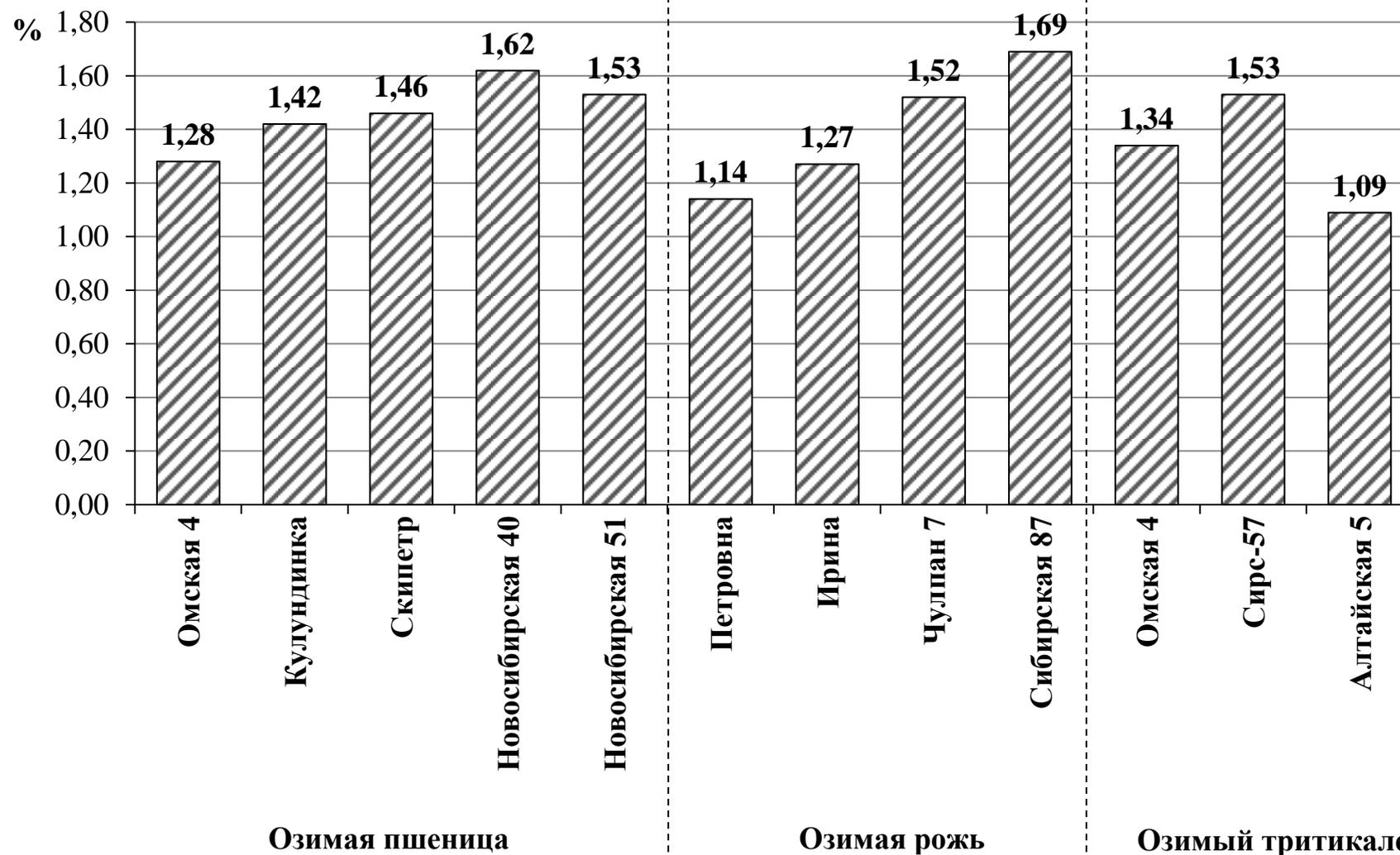
Корреляционная взаимосвязь урожайности с гидротермическими условиями периодов вегетации:
 I – посев-всходы; II – всходы-кущение; III – кущение-колошение; IV – колошение-восковая спелость



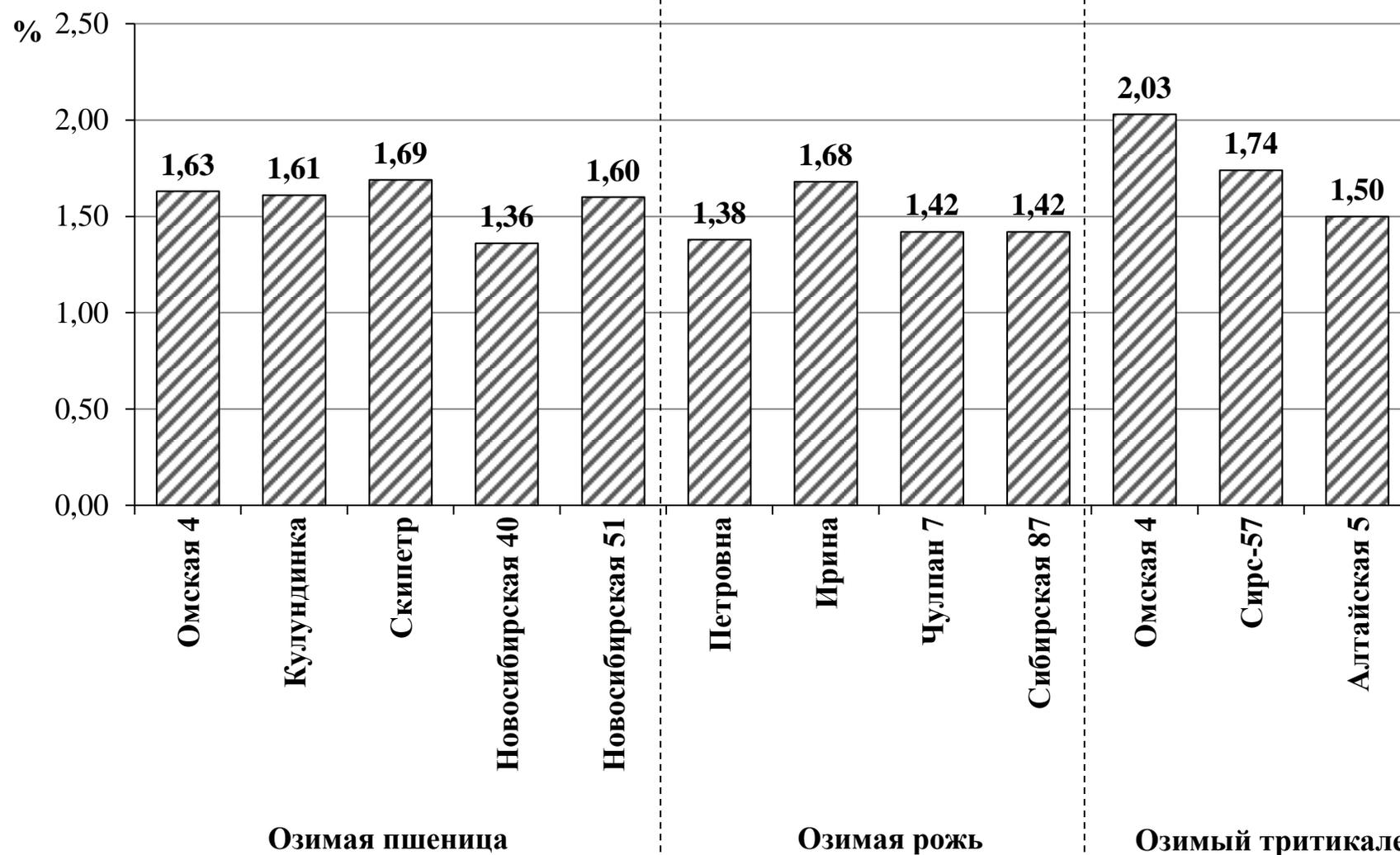
Биоэнергетическая ценность белка (KРАС) зерна озимых зерновых культур, % (2012-2014 гг.)



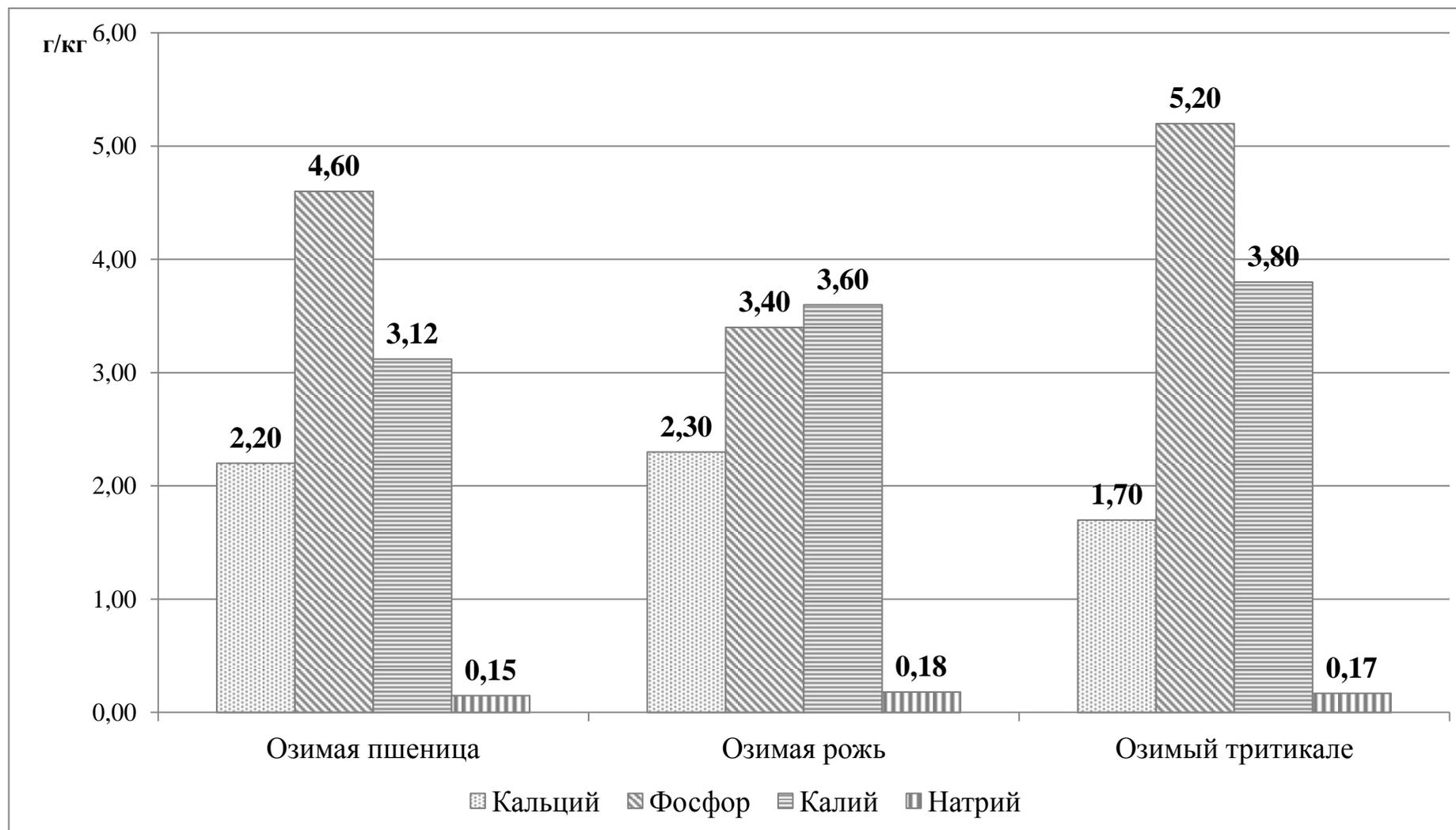
Содержание углеводов в зерне озимых зерновых культур, % (2012-2014 гг.)



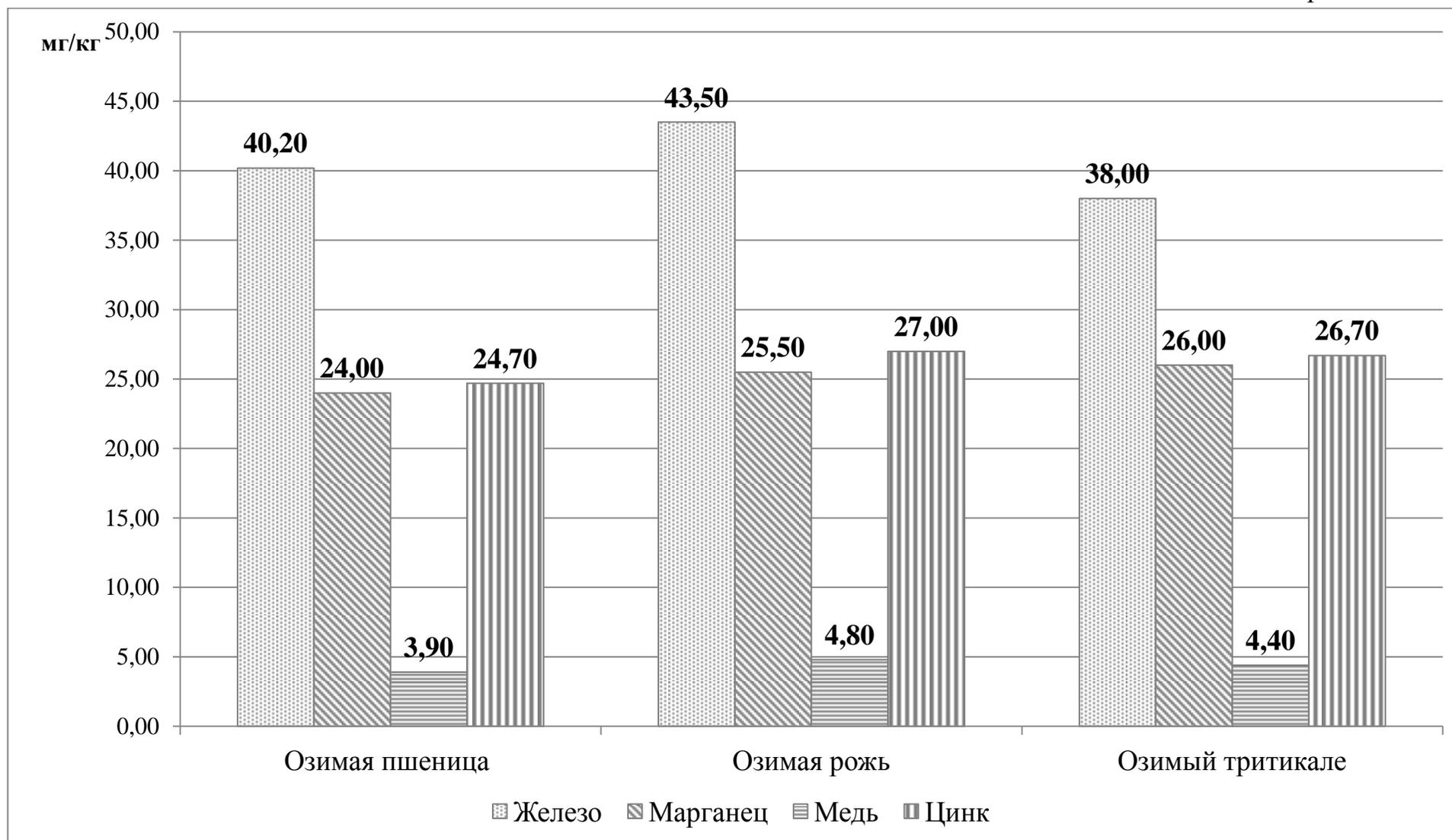
Содержание жира в зерне озимых зерновых культур, % (2012-2014 гг.)



Содержание сырой золы в зерне озимых зерновых культур, % (2012-2014 гг.)



Содержание макроэлементов в зерне озимых зерновых культур, г/кг (2012-2014 гг.)



Содержание микроэлементов в зерне озимых зерновых культур, мг/кг (2012-2014 гг.)

Параметры экологической пластичности и стабильности по содержанию белка в
зерне сортов озимой пшеницы

Сорт	Белок, %			Σx_i	x_i	b_i	S_i^2
	2012	2013	2014				
Омская 4	13	12,6	11,5	37,10	12,37	1,32	0,03
Кулундинка	14,1	13,7	13,4	41,20	13,73	0,59	0,01
Скипетр	13,1	12,58	11,63	37,31	12,44	1,28	0,00
Новосибирская 40	13,8	13,1	12,6	39,50	13,17	1,02	0,03
Новосибирская 51	13,70	13,40	12,80	39,90	13,30	0,79	0,00
Σx_j	67,70	65,38	61,93	$\Sigma_i \Sigma_j x_{ij} = 195,01$			
x_j	13,54	13,08	12,39				
I_j (индекс среды)	0,54	0,08	-0,61				

Параметры экологической пластичности и стабильности по содержанию крахмала
в зерне сортов озимой пшеницы

Сорт	Крахмал, %			Σx_i	x_i	b_i	S_i^2
	2012	2013	2014				
Омская 4	32,3	33,7	35,37	101,37	33,79	1,03	0,25
Кулундинка	32,6	33,4	36,04	102,04	34,01	1,23	0,00
Скипетр	32,4	34,37	35,4	102,17	34,06	0,94	0,92
Новосибирская 40	31,6	30,8	33,96	96,36	32,12	1,00	1,18
Новосибирская 51	31,90	32,01	34,04	97,95	32,65	0,81	0,11
Σx_j	160,80	164,28	174,81	$\Sigma_i \Sigma_j x_{ij} = 499,89$			
x_j	32,16	32,86	34,96				
I_j (индекс среды)	-1,17	-0,47	1,64				

Параметры экологической пластичности и стабильности по содержанию белка в
зерне сортов озимой ржи

Сорт	Белок, %			Σx_i	x_i	b_i	S_i^2
	2012	2013	2014				
Петровна	12,40	11,78	10,86	35,04	11,68	1,58	0,10
Ирина	13,20	13,40	12,60	39,20	13,07	0,83	0,04
Чулпан 7	12,60	13,00	11,80	37,40	12,47	1,18	0,14
Сибирская 87	12,30	11,90	11,80	36,00	12,00	0,41	0,06
Σx_j	50,50	50,08	47,06	$\Sigma_i \Sigma_j x_{ij} = 147,64$			
x_j	12,63	12,52	11,77				
I_j (индекс среды)	0,32	0,22	-0,54				

Параметры экологической пластичности и стабильности по содержанию крахмала
в зерне сортов озимой ржи

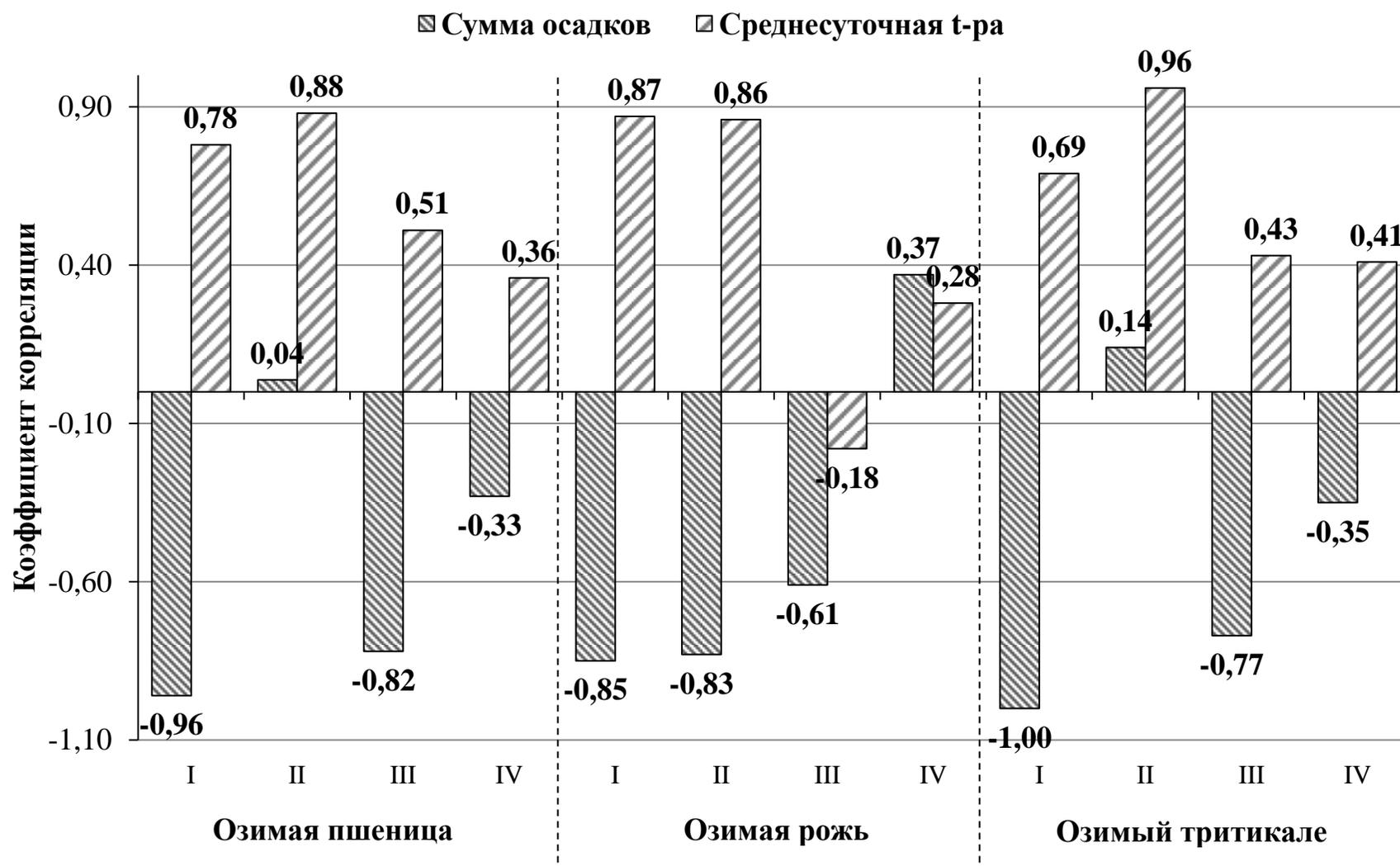
Сорт	Крахмал, %			Σx_i	x_i	b_i	S_i^2
	2012	2013	2014				
Петровна	37,10	36,86	37,20	111,16	37,05	0,12	0,03
Ирина	26,30	26,70	28,98	81,98	27,33	1,43	0,04
Чулпан 7	31,60	30,58	33,62	95,80	31,93	1,43	0,65
Сибирская 87	28,40	29,60	30,72	88,72	29,57	1,01	0,62
Σx_j	123,40	123,74	130,52	$\Sigma_i \Sigma_j x_{ij} = 377,66$			
x_j	30,85	30,94	32,63				
I_j (индекс среды)	-0,62	-0,54	1,16				

Параметры экологической пластичности и стабильности по содержанию белка в
зерне сортов озимого тритикале

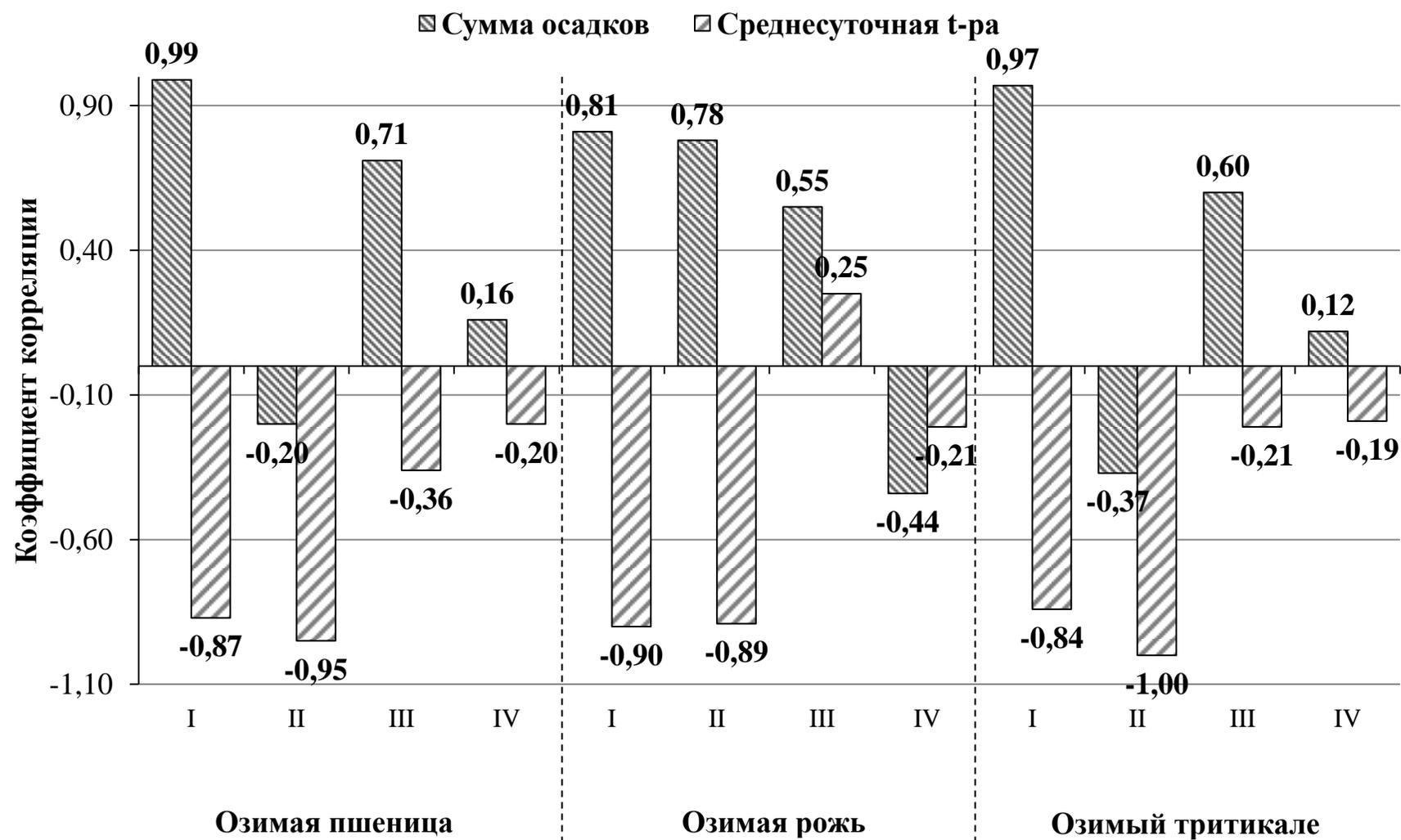
Сорт	Белок, %			Σx_i	x_i	b_i	S_i^2
	2012	2013	2014				
Омская	15	14,08	14	43,08	14,36	0,84	0,23
Алтайская 5	15,3	14,31	14,2	43,81	14,60	0,93	0,26
Сирс 57	11,30	12,20	10,30	33,80	11,27	1,23	0,96
Σx_j	41,60	40,59	38,50	$\Sigma_i \Sigma_j x_{ij} = 120,69$			
x_j	13,87	13,53	12,83				
I_j (индекс среды)	0,46	0,12	-0,58				

Параметры экологической пластичности и стабильности по содержанию крахмала
в зерне сортов озимого тритикале

Сорт	Крахмал, %			Σx_i	x_i	b_i	S_i^2
	2012	2013	2014				
Омская	26,9	27,4	28,3	82,60	27,53	0,78	0,07
Алтайская 5	29,3	29,97	31,2	90,47	30,16	1,07	0,13
Сирс 57	34,50	33,80	35,95	104,25	34,75	1,15	0,39
Σx_j	90,70	91,17	95,45	$\Sigma_i \Sigma_j x_{ij} = 277,32$			
x_j	30,23	30,39	31,82				
I_j (индекс среды)	-0,58	-0,42	1,00				



Корреляционная взаимосвязь содержания белка в зерне озимых зерновых культур с гидротермическими условиями периодов вегетации: I – посев-всходы; II – всходы-кущение; III – кущение-колошение; IV – колошение-восковая спелость



Корреляционная взаимосвязь содержания крахмала в зерне озимых зерновых культур с гидротермическими условиями периодов вегетации: I – посев-всходы; II – всходы-кущение; III – кущение-колошение; IV – колошение-восковая спелость