

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

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Барнаул - 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт» в 2008-2014 гг.

**Научный руководитель:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Кондратенко Екатерина Петровна**

**Официальные оппоненты: Исмагилов Рафаэль Ришатович,**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
профессор кафедры растениеводства и  
земледелия ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный аграрный университет»

**Никитина Вера Ивановна,**  
доктор биологических наук, доцент, профессор  
кафедры ботаники, физиологии и защиты  
растений ФГБОУ ВО «Красноярский  
государственный аграрный университет»

**Ведущая организация** ФГБНУ «Красноярский научно-  
исследовательский институт сельского  
хозяйства»

Защита диссертации состоится 16 июня 2016 г. в 9-00 часов на заседании диссертационного совета ДМ 220.002.03 на базе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», ФГБНУ «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко», ФГБНУ «Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» по адресу: 656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, тел./факс: 8(385-2) 62-83-96, e-mail: [agau@asau.ru](mailto:agau@asau.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» и сайте [www.asau.ru](http://www.asau.ru)

Автореферат разослан «        » апреля 2016 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Н.Н. Чернышева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследований.** В настоящее время на долю Западной Сибири приходится 15% посевной площади Российской Федерации (РФ). Главными культурами этого региона являются яровые зерновые.

Под посев озимых в Кемеровской области 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 % - ячмень. В 2015 году посевные площади под эти культуры в области были увеличены до 60 315 га, что позволило расширить площади под озимым тритикале в 7 раз, озимой рожью в 1,3 раза, озимой пшеницей в 2,8 раза.

Урожайность у сортов зерновых озимых культур в условиях производства сильно варьирует. У озимой пшеницы от 8 ц/га до 32 ц/га, озимой ржи от 13 ц/га до 22 ц/га, озимого тритикале от 17 ц/га до 21 ц/га.

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 технологического качества зерна озимых пшеницы, ржи и тритикале. В связи с этим возникает проблема изучения более адаптированных культур к суровым резкоконтинентальным условиям региона. Поэтому изучение адаптивности сортов широкого набора озимых зерновых культур является актуальной.

**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.

**Научная новизна** работы заключается в том, что впервые в почвенно-климатических условиях лесостепной зоны Кемеровской области проведена

сравнительная оценка сортов озимых злаковых культур тритикале, пшеницы и ржи по стабильности и степени реализации потенциала продуктивности и качества зерна. 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.

**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.

**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.

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

**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.

**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.

**Личный вклад соискателя:**

- 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.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, шести глав, заключение, 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.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В главе приведены сведения о значении сорта и факторов внешней среды в формировании урожайности и биохимических показателей зерна озимых культур. Проанализированы литературные данные, посвященные проблеме создания и внедрения в производство сортов зерновых культур, адаптированных к условиям возделывания.

### **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 (О.И. Просяникова, 2007).

## **2.2 Агроклиматические условия в годы проведения исследований**

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

Благоприятными для роста и развития озимых культур были: пшеницы - 2009 и 2014 гг.; ржи – 2009, 2011 и 2014 гг.; тритикале – 2009, 2010 и 2014 гг.

## **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 озимые культуры: тритикале (*×Triticosecale hexaploidii*) - 3 сорта: Омская (позднеспелый), Сирс 57 (позднеспелый), Алтайская 5 (среднеспелый); пшеница (*Triticum aestivum* L.) – 5 сортов: Омская 4 (среднеспелый), Кулундинка (среднеспелый), Скипетр (среднеспелый), Новосибирская 40 (среднеспелый), Новосибирская 51 (среднеспелый); рожь (*Secale cereale* L.) – 4 сорта: Петровна (среднепоздний), Ирина (среднепоздний), Чулпан 7 (позднеспелый), Сибирская 87 (позднеспелый).

Агротехника возделывания на Яшкинском государственном сортоиспытательном участке общепринятая для лесостепи Кемеровской области. Предшественник – черный пар; площадь делянки – 25 м<sup>2</sup>; 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.

Расчеты изучаемых показателей проводились по общепринятым методикам:

- полевые опыты, фенологические наблюдения, учеты и измерения растений проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания (1989);

- параметров экологической пластичности осуществляли по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell (1966) в изложении В.З. Зыкина (1984);

- показатель гомеостатичности (Ном) рассчитывали по В.В. Хангильдину (1984);

- стрессоустойчивость и генетическую гибкость – по Гончаренко А.А. (2005);

- 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;

- аминокислотного скора и биологической ценности – по А.П. Стаценко (2003);

- статистическая обработка экспериментальных данных методом дисперсионного и корреляционного анализа проводилась по методике Б.А. Доспехова (1985).

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

При сравнительном изучении урожайности озимых культур установлено, что она у 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; 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 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		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
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 <sub>05</sub>	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

## Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
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 <sub>05</sub>	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 <sub>05</sub>	0,26	0,16	0,22	0,13	0,32	0,28		

Проведенные исследования позволили установить, что высокоурожайной культурой среди изучаемых, является озимый тритикале (табл. 3.2)

Таблица 3.2 - Сравнительный анализ урожайности озимых зерновых культур, в среднем за 2009-2014 гг.

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

В среднем по сортам величина урожайности у озимого тритикале выше, чем у озимой пшеницы на 14,6% и озимой ржи на 5,2%.

## ГЛАВА 4 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПО ПАРАМЕТРАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТИЧНОСТИ

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

Метод двухфакторного дисперсионного анализа периода 2008-2014 гг. позволил выявить достоверное влияние всех факторов и их взаимодействия на урожайность зерна (рис. 4.1).



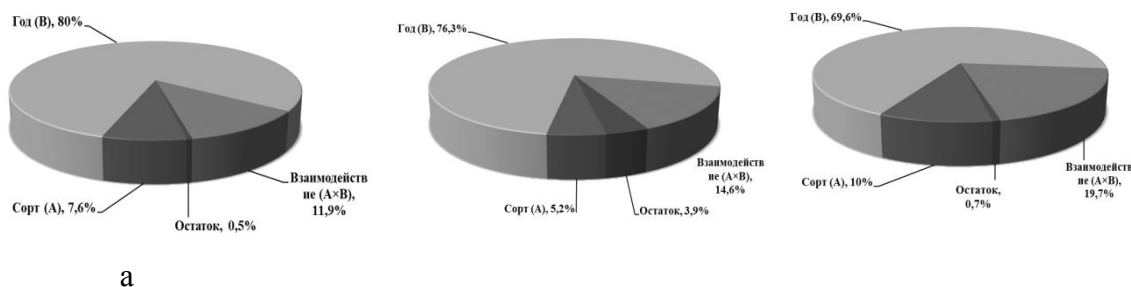


Рисунок 4.1 – Доля влияния факторов на фенотипическую изменчивость сортов озимой культур, выраженную показателем урожайность зерна:

а – озимая пшеница; б – озимая рожь; в – озимый тритикале

У озимых пшеницы, ржи и тритикале наибольшее влияние на урожайность оказывают погодные условия года - 80,0; 76,3 и 69,6% соответственно. Роль сорта, как отдельного фактора, невелика и составляет 7,6; 5,2 и 10,0%. Высокий вклад взаимодействия факторов «генотип x среда» в урожайность озимых пшеницы, ржи и тритикале соответственно 11,9; 14,6 и 19,7%, свидетельствует о том, что повышение урожайности возможно при использовании адаптивных сортов.

Корреляционный анализ позволил установить, что урожайность озимой пшеницы лимитирована суммой осадков в периоды «посев-всходы» ( $r=+0,75$ ) и «кущение-колошение» ( $r=+0,63$ ). Между урожайностью озимой ржи и среднесуточной температурой в период «всходы-кущение» установлена обратная сильная связь ( $r=-0,81$ ). Выявлена прямая умеренная связь между урожайностью озимого тритикале и суммой осадков в период «посев-всходы» ( $r=+0,32$ ) и «кущение-колошение» ( $r=+0,31$ ).

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

Нами рассчитаны параметры экологической пластичности (коэффициент регрессии) и стабильности (среднее квадратичное отклонение от линии регрессии) за период 2008-2014 гг. и представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Урожайность и параметры экологической пластичности и стабильности сортов озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале

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

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\sum x_j$	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	40,4	22,2	43,1	35,3	32,6	52,6	226,20	37,70	1,10	3,52
Ирина	43,5	37,7	49,2	37,6	38,4	51,2	257,60	42,93	0,61	6,44
Чулпан 7	42,0	33,5	56,1	38,6	36,1	52,2	258,50	43,08	0,90	16,20
Сибирская 87	47,6	16,9	46,1	39,4	35,7	56,3	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	45,0	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	87,3	50,9	29,7	23,9	29,2	53,1	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				

Установлено, что индекс условий среды ( $I_j$ ) по годам изменялся от минус 15,01 до плюс 22,39. Положительное значение индекса условий среды формируется 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 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.

Выявлены сорта озимой пшеницы с высокой экологической пластичностью и стабильностью: Новосибирская 40 ( $b_i=1,04$ ;  $S_i^2=2,19$ ), Новосибирская 51 ( $b_i=1,05$ ;  $S_i^2=10,94$ ) и Кулундинка ( $b_i=0,73$ ;  $S_i^2=8,74$ ); озимой ржи – Петровна ( $b_i=1,10$ ;  $S_i^2=3,52$ ); озимого тритикале – Омская ( $b_i=0,77$ ;  $S_i^2=1,57$ ).

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

Нами определены стрессоустойчивость ( $Y_{\min}-Y_{\max}$ ), генетическая гибкость ( $(Y_{\max}+Y_{\min})/2$ ) и гомеостатичность (Ном).

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 ( $Y_{\min}-Y_{\max} = -24,4$ ), озимой ржи - Ирина ( $Y_{\min}-Y_{\max} = -13,6$ ). У всех остальных сортов независимо от вида культуры отмечена сравнительно низкая устойчивость к стрессу.

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.

## 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

Высокое накопление белка в зерне отмечено у сортов озимого тритикале Омская и Алтайская 5, озимой пшеницы – Кулундинка, озимой ржи Ирина (рис. 5.1).

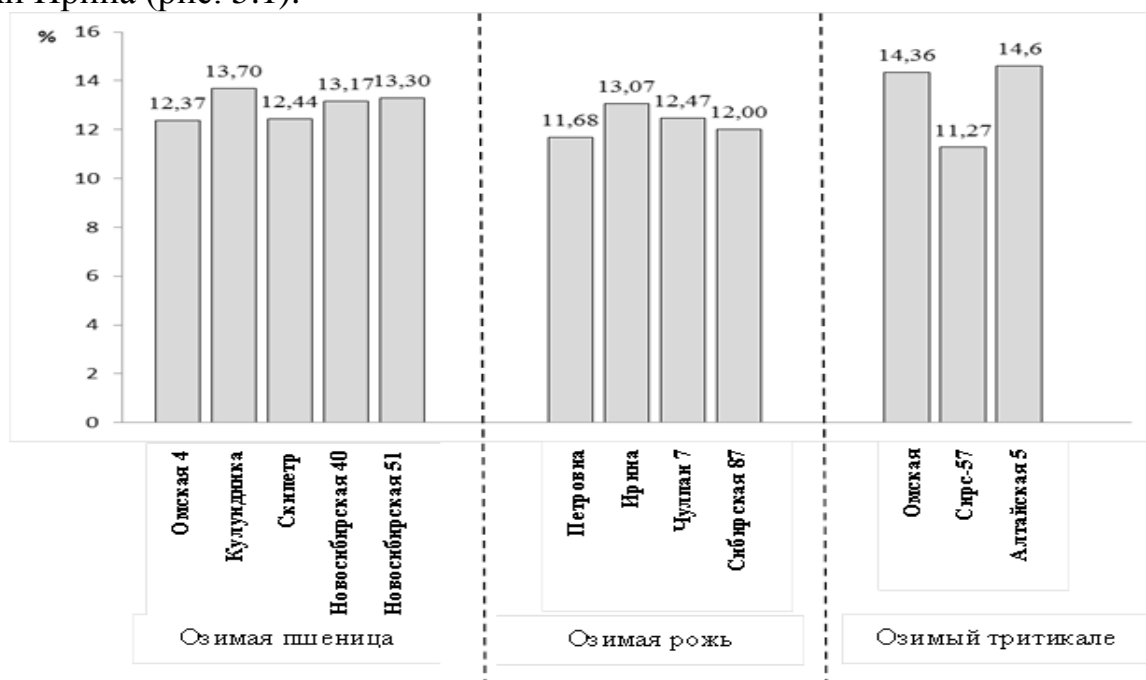


Рис. 5.1 - Среднее содержание белка в зерне сортов озимой пшеницы, озимой ржи, озимого тритикале, %

Расчет аминокислотного сора показал, что в наибольшей степени требованиям ФАО/ВОЗ 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. 5.1).

Таблица 5.1 - 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

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.

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

Нами изучено накопление в зерне озимых культур углеводов и жира в зависимости от вида озимых культур и генетических свойств сорта, выращенных в одинаковых гидротермических условиях лесостепи Кемеровской области (табл. 5.2).

Таблица 5.2 – Содержание углеводов в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и озимой тритикале, 2012-2014 гг.

Углеводы	Содержание углеводов, %								
	Озимая пшеница			Озимая рожь			Озимый 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		

Установлено, что по накоплению жира в зерне более стабильным поведением отличилась озимая пшеница ( $V=8,7\%$ ) (табл. 5.3).

Таблица 5.3 – 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
Озимый тритикале	1,32	1,09	1,53	16,7

Содержание крахмала в зерне озимых культур варьировало от 27,4 до 36,8 %; клетчатки – от 1,7 до 4 %; сахаров – от 2,8 до 12,9 %; жира – от 1 до 1,7 %.

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

Анализ накопления зольных элементов в зерне озимых зерновых культур показал, что содержание макро- и микроэлементов зависит от биологических особенностей сорта и рода культуры (рис. 5.2).

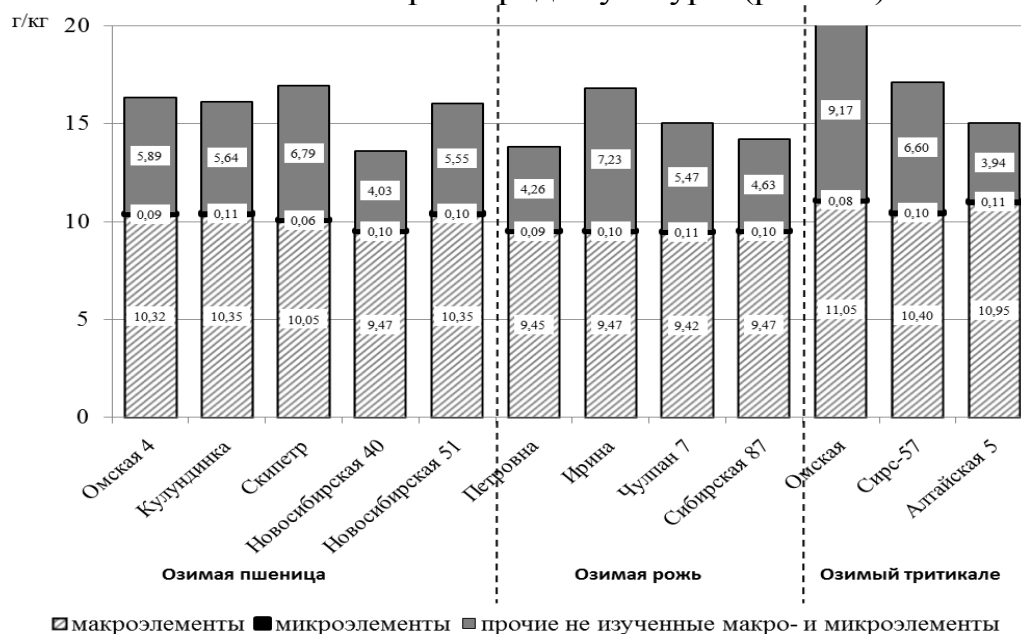


Рисунок 5.2 – Зависимость содержания макро- и микроэлементов в зерне озимых культур от сортовых особенностей злаков и рода культуры

Варьирование макроэлементов у озимых культур составило от 0,15 до 5,2 г/кг; микроэлементов – от 3,9 до 40,2 мг/кг.

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

Проведена оценка экологической пластичности и стабильности сортов озимой пшеницы, озимой ржи и озимого тритикале по накоплению белка и крахмала в зерне.

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 Кемеровской области в период 2011-2014 гг., от гидротермических условий в разные периоды вегетации нами был проведен корреляционный анализ данных.

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.

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

## **ГЛАВА 6 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СОРТОВ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

Расчет экономической эффективности показал, что производство предложенных сортов озимых культур рентабельно и экономически выгодно. Наиболее рентабельным сортом озимой пшеницы является сорт Скипетр (142%), озимой ржи – Чулпан 7 (49,1%); озимого тритикале – Алтайская 5 (64,2%).

### **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. Сорта 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 4,60г/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. Сорта 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

##### ***В рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ***

1. Оценка уровня урожайности накопления макро- и микроэлементов 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.

2. **Константинова, О.Б.** Оценка урожайности и стабильности новых сортов озимой ржи в условиях лесостепной зоны Кемеровской области / **О.Б. Константинова**, Е.П. Кондратенко // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 3. - Т. 29.– С. 7-9.

3. 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.

4. **Константинова, О.Б.** Экологическая пластичность и стабильность новых сортов озимого тритикале / **О.Б. Константинова**, Е.П. Кондратенко // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (36). – С. 13-18.

5. **Константинова, О.Б.** Урожайность и экологическая пластичность новых сортов озимого тритикале в условиях лесостепной зоны Кемеровской области / **О.Б. Константинова**, Е.П. Кондратенко, Е.А. Егушова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6. – С. 119-123.

6. Оценка урожайности, экологической стабильности и пластичности новых сортов озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Кемеровской области [Электронный ресурс] / Е.П. Кондратенко, Е.А. Егушова, **О.Б.**

**Константинова** и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – С. 714. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13390>.

*В журнале, входящем в базу данных Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science*

7. 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 и др. // Химия растительного сырья. – 2015. – № 3. – С. 143-150.

*Публикации в других изданиях*

8. **Константинова, О.Б.** Тритикале как достижение селекционно-генетической науки. / **О.Б. Константинова**, Е.П. Кондратенко // Тенденции сельскохозяйственного производства в современной России: Материалы XII Международной научно-практической конференции (Кемерово, 13-16 ноября 2012 г.). – Кемерово: Кемеровская выставочная компания Экспо-Сибирь, 2013. – С. 176-180.

9. **Константинова, О.Б.** Сорт как фактор экологизации растениеводства / **О.Б. Константинова**, Е.П. Кондратенко // Материалы Международного экологического форума: в 2-х томах «Природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока - взгляд в будущее» / Под редакцией Т.В. Галаниной, М.И. Баумгартэна. – Кемерово: КузГТУ, 2013. – С. 7-12.

10. **Константинова, О.Б.** Экологическая пластичность и стабильность новых сортов озимой пшеницы / **О.Б. Константинова**, Е.П. Кондратенко // Кузбасс: образование, наука, инновации: материалы Инновационного конвента. - Кемерово, 2015. – С. 171-173.

11. **Константинова, О.Б.** Результаты изучения экологической адаптивности новых сортов озимой ржи / **О.Б. Константинова** // Материалы III Молодежного экологического форума. - Кемерово, 2015. - С. 40.

12. **Константинова, О.Б.** Оценка стабильности новых сортов озимых зерновых культур в условиях Кемеровской области / **О.Б. Константинова**, Е.П. Кондратенко // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2015. – № 1 (28). – С. 12-15.

13. **Константинова, О.Б.** Урожайность и параметры адаптивности новых сортов озимой ржи в условиях лесостепной зоны Кемеровской области. / **О.Б. Константинова**, Е.П. Кондратенко // Материалы молодежного научного семинара, посвященного 65-летию Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева «Социальная экология как основа экологизации общества». - Кемерово, 2014. - С. 20.

14. **Константинова, О.Б.** Урожайность и качество зерна озимого тритикале в условиях лесостепной зоны Кемеровской области / **О.Б. Константинова**, Е.П. Кондратенко // Материалы Инновационного конвента «Кузбасс: образование, наука, инновации». - Кемерово, 2014. - С. 202-204.

15. **Константинова, О.Б.** Продуктивность и качество зерна озимого тритикале в условиях лесостепной зоны Кемеровской области / **О.Б.**

**Константинова, Е.П.** Кондратенко // Материалы II Молодежного экологического форума. - Кемерово, 2014. - С. 37.

16. Содержание белка и протеиногенных аминокислот в зерне озимой тритикале и озимой пшеницы / Е.П. Кондратенко, **О.Б. Константинова**, О.И. Пикулина и др. // Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Тенденции сельскохозяйственного производства в современной России». - Кемерово, 2014. – С. 79-84.

17. **Константинова, О.Б.** Урожайность и параметры адаптивности новых сортов озимой тритикале в условиях лесостепной зоны Кемеровской области / **О.Б. Константинова**, Е.П. Кондратенко // Материалы VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых «Инновационные тенденции развития российской науки» / под общ. ред. А.Г. Миронова. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2015. - С. 27-29.

#### *Отчеты в ЦИТИС*

18. Агробиоценозы посевов пшеницы в экологических условиях юго-востока Западной Сибири (Кемеровская область): отчет о НИР (заключ.) №37-22/21 // Кемеровский ГСХИ; рук. Кондратенко Е.П.; исполн.: Егушова Е.А., Соболева О.М., Егорова И.В., Вербицкая Н.В.; Константинова О.Б. – М.: 2015. – 59 с. - № ГР 01200708905. – Инв. № 03.01-57/09 от 12.01.16.