

РЕАКЦИЯ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА ИЗМЕНЕНИЯ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Захаров Владимир Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом селекции

Яковлева Оксана Дмитриевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции

ФГБНУ Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
433315, Ульяновская обл., Ульяновский р-он, п. Тумирязевский, ул. Институтская, 19;
тел.: 88425434122, e-mail: ulniish@mail.ru, e-mail: jakovleva_niish@mail.ru

Ключевые слова: сортовой признак, урожайность, адаптивность, пластичность, стабильность, экономическая эффективность.

Приводятся данные изучения созданных сортов с различной степенью выраженности хозяйственно-ценных признаков и свойств. Показан прирост их урожайности в процессе селекции, качество, степень пластичности и стабильности в связи с изменением условий выращивания. Дана экономическая оценка их возделывания.

Введение

В условиях современного сельского хозяйства, когда сельскохозяйственные предприятия в зависимости от экономических возможностей и предпочтений применяют различные технологии возделывания культур, учитывая разнообразие почвенно-климатических условий, сорт приобретает огромное значение.

В большинстве случаев, на фоне факторов среды, лимитирующих рост и развитие растений (дефицит влаги, повышенные температуры, эпифитотийное проявление болезней, и т. д.), увеличиваются вклады неаддитивных эффектов в генетической системе растений, как морфологических, так и физиологических. Поэтому сорт становится почти единственным, наиболее доступным

и эффективным средством, способствующим росту урожайности и стабилизации производства зерна. Это связано с повышением устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам, увеличением общей адаптивности и способностью формировать продукцию с требуемыми параметрами качества. Создание сортов и форм, характеризующихся высокими адаптивными свойствами по урожайности и качеству зерна, следует рассматривать как приоритетное направление селекции [1, 2].

Для сельскохозяйственного производства наиболее ценными будут пластичные сорта, которые имеют более высокий уровень урожайности и меньший размах колебаний признаков в меняющихся условиях выращивания [3, 4].

Цель наших исследований - оценить генотипы сортов яровой мягкой пшеницы по продуктивности, экологической пластичности и экономической эффективности возделывания.

Объекты и методы исследований

Ульяновская область находится в зоне рискованного земледелия. Климат умеренно-континентальный. За период исследований погодные условия были контрастными, что позволило определить реакцию сортов яровой пшеницы на стрессовые явления. Наиболее благоприятными для роста и развития растений были 2011, 2012 (ГТК=1,3) и 2014 (ГТК=0,6) годы. В 2010 году проявилось действие сильнейшей засухи (ГТК=0,3). Крайне неблагоприятным для реализации потенциала продуктивности пшеницы был 2013 год. Это было связано с недостатком влаги первой половины вегетации (ГТК=0,4) и повышенным температурным режимом, что привело к засушливым явлениям в июле и сокращению межфазных периодов.

Основным методом создания сортов яровой мягкой пшеницы в Ульяновском НИИСХ является индивидуально-семейственный отбор из гибридных популяций. Гибридизацию, размножение гибридного материала, отбор и изучение селекционных линий осуществляли на базе Ульяновского НИИСХ.

За последние десять лет в государственное сортоиспытание было передано 15 сортов яровой мягкой пшеницы, созданных нами и совместно с селекционерами творческого объединения «Экада». Из них семь в настоящее время включены в Государственные реестры допущенных к использованию и охраняемых селекционных достижений: Симбирцит, Экада 70, Маргарита, Экада 66, Ульяновская 100, Экада 109 и Экада 113. Симбирцит рекомендован к возделыванию в четырёх регионах Российской Федерации (4, 5, 7, 9), Экада 70 – трёх (4, 7, 9), Маргарита – двух (4, 7), Экада 66 – в одном (7), Ульяновская 100 – в двух (7, 9), Экада 109 – в четырёх (4, 5, 7, 9), Экада 113 – в двух (7, 9). С 2015 года государственное сортоиспытание проходят два новых сорта Ульяновская 101 и Ульяновская 105, которые отличаются высоким запасом по параметрам

адаптивности и продуктивности. Все выше-названные сорта раннеспелой и среднеспелой группы в зависимости от погодных условий, с длиной вегетационного периода 71-94 дня, относятся к разновидности *lutescens*. Исключением является Экада 113, которая относится к разновидности *albidum* и имеет белую окраску зерна.

Исследования проводили в 2010-2014 гг. на опытном поле Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Яровую пшеницу размещали по предшественнику сидеральный пар. Посев осуществляли сеялкой СН-16 и СН-10Ц в четырехкратной повторности площадью 17,3-46,2 м². Норму высева устанавливали из расчета 550 всхожих зерен на 1 м². Закладку опытов, наблюдения и предусмотренные учеты выполняли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5]. Учет урожайности с делянок проводили методом сплошного обмолота комбайном SAMPО-130. Показатели учетной массы зерна пересчитывали к 14%-й влажности и 100%-й физической чистоте. Агротехника возделывания общепринятая для культуры.

Почвы опытного участка представлены черноземом слабо выщелоченным тяжело-суглинистым. Мощность гумусового горизонта 0,79 м, содержание гумуса 5,2%, реакция рН водной вытяжки верхнего горизонта 7,0, вниз по профилю увеличивается до 8,1. Почвы не засолены легко растворимыми солями, высоко обеспечены питательными веществами.

Результаты исследований

Созданные сорта яровой пшеницы характеризуются различной выраженностью хозяйственно-ценных признаков и свойств, что позволяет рекомендовать их для использования в широком спектре агротехнологий. Карта технического уровня представлена в табл. 1.

Реализованная урожайность зерна в Государственном сортоиспытании была высокой от 5,72 (Экада 66) до 7,50 т/га (Маргарита). В условиях Ульяновской области, по данным конкурсного сортоиспытания от 3,50 (Маргарита) до 4,14 т/га (Ульяновская 105).

В современных условиях актуальной задачей является оценка генотипов

Таблица 1

Карта технического уровня сортов яровой мягкой пшеницы (Ульяновский НИИСХ, 2010-2014 гг.)

Признак	Единица измерения	Экада 70	Симбирцит	Экада 66	Ульяновская 100	Экада 109	Экада 113	Ульяновская 101	Ульяновская 105
Реализованная урожайность зерна в Госсортоиспытании	т/га	6,56	6,58	5,72	5,88	6,94	6,10	5,95*	5,68*
Реализованная урожайность в КСИ	т/га	3,55	3,64	3,54	3,51	3,56	3,57	3,82	4,14
Средняя урожайность зерна в КСИ	т/га	2,77	2,81	2,77	2,79	2,78	2,95	3,01	3,09
Устойчивость к полеганию	балл	8,4	8,5	8,8	8,6	8,6	7,9	7,9	8,4
Масса 1000 зёрен	г	33,9	32,7	34,9	31,9	32,7	32,0	34,8	29,4
Натурная масса зерна	г/л	809	815	812	804	784	805	805	810
Количество дней до колошения	дн.	43	44	43	43	43	45	43	46
Поражение бурой ржавчиной	%	34	32	39	8	36	0	20	4
Поражение мучнистой росой	%	4	3	4	10	5	2,5	5	4,4
Содержание белка в зерне	%	13,9	13,8	13,9	15,0	14,5	14,5	14,4	13,4
Содержание сырой клейковины	%	32,3	30,6	33,2	36,2	31,4	33,2	30,2	31,8
Удельная работа деформации теста	е.а.	230	208	233	203	221	179	277	237
Объём хлеба	мл	520	520	558	690	565	588	504	630
Общая хлебопекарная оценка	балл	4,0	3,9	4,0	4,5	4,1	4,1	4,0	4,3

* - 2014 год (Пермский край)

пшеницы на устойчивость к полеганию. По результатам различных исследований, потери урожая зерна от полегания посевов достигают 25-60% и более [6]. Результаты проведенной нами селекционной работы показывают, что произошла положительная динамика в улучшении сортов по этому признаку, показатели которого имели значения от 7,9 (Экада 113 и Ульяновская 101) до 8,8 баллов (Экада 66).

В сочетании с высокой урожайностью требованиями современного производства являются показатели его качества. В условиях Среднего Поволжья эти признаки являются показателями адаптивности. Новые сорта превосходят сорта предшествующих этапов селекции высокой массой зерновки и натуры. В 2014 году у большинства из представленных сортов масса 1000 зерен была выше 40г. Натурная масса зерна от 792 г/л (Маргарита) до 815 г/л (Симбирцит).

Содержание белка и клейковины в зерне соответствовало требованиям, предъявляемым к ценным и сильным сортам пшеницы. Ульяновская 100 формирует высокое содержание белка (15,6%), клейковины (36,2%). Ее хлебопекарная оценка - 4,5 балла. Объемный выход хлеба при пробной выпечке (свыше 525 мл) у большинства сортов (Маргарита, Экада 66, Ульяновская 100, Экада 109, Экада 113, Ульяновская 105) соответствовал высокому качеству. По общей хлебопекарной оценке Экада 70 (4,0), Маргарита (4,4), Экада 66 (4,0), Экада 109 (4,1), Экада 113 (4,1), Ульяновская 101 (4,0), Ульяновская 105 (4,3) соответствовали требованиям, предъявляемым к ценным сортам.

Потери урожая от бурой ржавчины (*Puccinia recondite*) в зоне Поволжья достигают 30%, а в годы сильных эпифитотий 62% [7, 8]. В разной степени интенсивности, практически ежегодно, проявляется в Среднем Поволжье мучнистая роса (*Blumeria graminis*). Надежным методом борьбы с этими болезнями является создание иммунных и устойчивых генотипов. За период исследований поражение ржавчиной листовой поверхности сортов было ниже среднего (от 4 до 39%), мучнистой росой от 2,5 (Экада 113) до 10% (Ульяновская 100). Комплексную

устойчивость к листовым болезням имеют сорта Экада 113 и Ульяновская 105.

В настоящей работе мы решили наглядно представить и пояснить отношение генотипов к условиям среды по показателю экологической пластичности (таблица 2).

Для расчета этого показателя использовали метод Эберхарта и Рассела в изложении В.А. Зыкина и др. [9]. Он основан на расчете двух параметров: коэффициента линейной регрессии (b_i) и дисперсии (σ_d^2). Рассмотрим первый показатель. Он показывает отклик генотипа на улучшение условий выращивания и дает оценку пластичности в генетическом смысле.

Сорта, урожайность которых характеризуется величиной высокой, коэффициент регрессии (b_i) близок или превосходит 1, а показатель стабильности (σ_d^2), приближен к 0, относятся к генотипам, существенно реагирующим на изменение условий среды. Они наиболее требовательны к высокому агрофону и относятся к более интенсивному типу. Коэффициент регрессии (b_i), может принимать значения больше и меньше 1, а также быть равным 1. Чем значение коэффициента $b_i > 1$, тем большей отзывчивостью обладает данный сорт.

В случае $b_i < 1$ сорт реагирует слабее на изменение условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых сортов. Такие сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимум отдачи при минимуме затрат. При условии $b_i = 1$ имеется полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания.

Максимальное значение b_i отмечено у Ульяновской 105 (1,25), Ульяновской 101 (1,18), Маргарита (1,02), Симбирцит (0,98), Экада 66 (0,96), Экада 109 (1,01), Экада 70 (0,95). Эти генотипы, по критерию оценки, относятся к высокопластичным.

У Ульяновской 100 ($\sigma_d^2=5,66$) и Экада 113 ($\sigma_d^2=8,55$), b_i меньше 1, а показатели стабильности высокие, что свойственно сортам менее интенсивного типа. У них меньшая отзывчивость на улучшение условий выращивания: с повышением среднего уровня урожайности на 1 ц/га они увеличивают свою только на 0,79 и 0,92 ц/га соответственно,

Таблица 2

Урожайность и результаты оценки сортов яровой мягкой пшеницы по коэффициентам адекватности (B), регрессии (bi) и стабильности (σ_d^2)

Сорт	Урожайность по годам, т/га						B	bi	σ_d^2
	2010	2011	2012	2013	2014	в среднем			
Экада 70	1,80	3,21	3,26	2,00	3,60	2,77	0,99	0,95	1,08
Симбирцит	1,83	3,24	3,30	1,99	3,70	2,81	0,98	0,98	1,23
Маргарита	1,78	3,25	3,33	1,87	3,59	2,76	1,00	1,02	0,29
Экада 66	1,82	3,20	3,24	1,95	3,63	2,77	0,99	0,96	0,95
Ульяновская 100	2,21	2,92	3,33	1,92	3,55	2,79	0,90	0,79	5,66
Экада 109	1,71	3,56	3,07	1,97	3,60	2,78	0,96	1,01	4,99
Экада 113	2,20	3,13	3,80	2,00	3,62	2,95	0,88	0,92	8,55
Ульяновская 101	1,88	3,97	3,61	1,91	3,67	3,01	0,94	1,18	5,89
Ульяновская 105	2,07	4,17	3,59	1,76	3,88	3,09	0,91	1,25	9,08
Средняя	1,92	3,41	3,39	1,93	3,65	2,86			
$НСР_{05}$	0,299	0,438	0,283	-	-				
Индекс условий среды, т/га	-0,94	0,55	0,53	-0,93	0,79				

а следовательно, желание путем дополнительных вложений получить большую отдачу от их возделывания нецелесообразно. При этом у Экады 113 более высокая средняя урожайность.

У сортов Маргарита ($\sigma_d^2=0,29$), Экада 66 ($\sigma_d^2=0,95$), Экада 70 ($\sigma_d^2=1,08$), Симбирцит ($\sigma_d^2=1,23$) низкие показатели стабильности. Они характеризуются как самые стабильные в формировании высокой урожайности при благоприятных условиях, а при неблагоприятных сильно ее снижают, что характерно для сортов интенсивного типа. У Ульяновской 101 ($\sigma_d^2=5,89$), Ульяновской 105 ($\sigma_d^2=9,08$) и Экада 109 ($\sigma_d^2=4,99$) bi больше 1. Они отличаются более высокими показателями стабильности, также требовательны к высокому агрофону.

Для вычисления коэффициента линейной регрессии определены индексы условий среды. Лучшие условия для роста и развития растений складываются при положительном значении индекса среды, а худшие – при отрицательном. Исходя из этого, плохими для реализации урожая были 2010, 2013 годы, практически равными 2011, 2012 гг. Наиболее благоприятным, несмотря на засушливые условия первой половины вегетационного периода, был 2014 год.

Наглядную информацию по реакции сортов на условия внешней среды, на из-

менение условий выращивания дают линии регрессии урожайности, представленные на рисунке.

Сорта Экада 70, Симбирцит, Маргарита, Экада 66, Ульяновская 100 и Экада 109 имеют урожайность меньше теоретической средней по опыту, поэтому их линии регрессии находятся ниже неё. Линии регрессии урожайности Экада 113, Ульяновская 101 и Ульяновская 105 пересекают ординату выше точки средней по опыту, что объясняется более высоким уровнем урожайности этих сортов в среднем за все годы испытаний. Величина наклона линий регрессии дает исчерпывающую информацию о поведении сортов относительно друг друга, в сравнении со средней их реакцией на изменение условий выращивания. Линии регрессии сортов Экада 70, Симбирцит и Экада 109 идут параллельно средней по опыту, т.е. они изменяют свою урожайность с изменением условий, так же, как в среднем все сорта изучаемого набора (bi равно или близко 1). Экада 113 и Ульяновская 100 формируют более высокую урожайность в неблагоприятных погодных-климатических условиях (левая область графика), при экономии ресурсов или нарушении рекомендованной для культуры технологии возделывания. Сорта Ульяновская 101 и Ульяновская 105 характеризуется

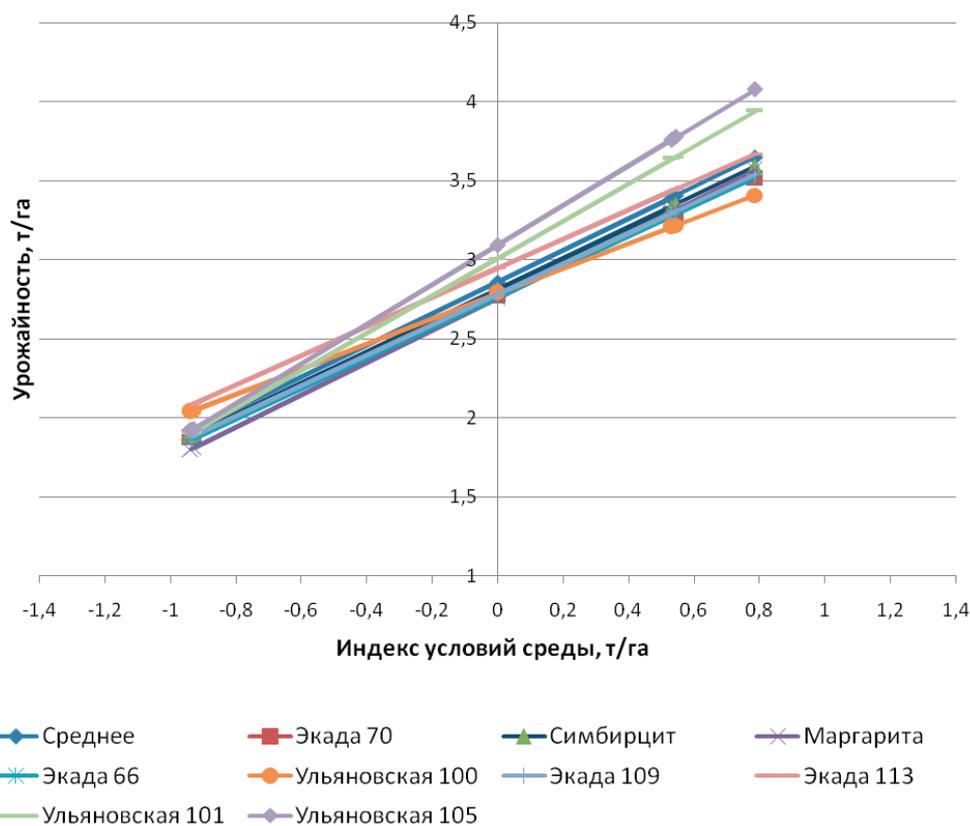


Рис. 1 - Линии регрессии урожайности сортов яровой мягкой пшеницы

высокой отзывчивостью на улучшение условий выращивания. Линия регрессии этих сортов круче, и крайние правые точки находятся выше других в благоприятных условиях испытания (правая область графика). При увеличении общего уровня продуктивности в опыте на 1 ц/га, они увеличивают свой уровень на 1,18 и 1,25 ц/га, соответственно.

При возделывании пшеницы большое значение имеет внедрение в производство сортов, позволяющих одновременно с ростом урожайности обеспечивать сокращение материальных и трудовых затрат на создание единицы продукции. Это достигается использованием селекционных достижений, характеризующихся наличием таких ценных признаков, которые позволяют сокращать применение химических средств защиты растений и с большей эффективностью использовать различные виды удобрений, что особенно актуально в современных условиях [10].

Для расчёта затрат использованы технологические карты, в которые были включены все операции, предусмотренные ре-

комендованной технологией возделывания яровой пшеницы, включающей приемы основной обработки почвы, посева, ухода за посевами, уборки зерна, его транспортировки и послеуборочной подработки.

Технологией было предусмотрено внесение минеральных удобрений перед посевом и при посеве, обеспечение защитных мероприятий путём протравливания семян, борьбы с сорной растительностью в период кущения, обработкой от листовых болезней и вредителей в соответствующие фазы развития растений. Результаты расчета экономической эффективности возделывания яровой пшеницы приведены в табл. 3.

В результате расчёта экономической эффективности установлено, что меньше производственных затрат на возделывание по сравнению с другими требуют сорта Ульяновская 100 и Экада 113. Это связано с тем, что они проявляли за анализируемый период высокую устойчивость к бурой ржавчине, поэтому при их возделывании обработка фунгицидами исключена. Это обстоятельство обеспечивает Ульяновской

Таблица 3

Экономическая эффективность возделывания сортов яровой мягкой пшеницы, 2006-2013 гг.

Сорт	Показатель экономической эффективности						
	урожайность, т/га	производственные затраты на 1га, руб.	стоимость зерна с 1га, руб.*	себестоимость 1 т зерна, руб.	чистый доход с 1га, руб.	затраты труда на 1 га, чел./час	рентабельность, %
Экада 70	3,79	15236	22740	4020	7504	24,7	49,3
Симбирцит	3,81	15240	22860	4000	7620	24,7	50,0
Маргарита	3,91	15288	23460	3910	8172	24,9	53,5
Экада 66	3,60	15120	21600	4200	6480	24,2	42,9
Ульяновская 100	3,72	14248	22320	3830	8072	24,5	56,7
Экада 109	3,55	15088	21300	4250	6213	24,1	41,2
Экада 113	3,49	14100	20940	4040	6840	23,9	48,5

* реализованная цена 1т продовольственного зерна яровой пшеницы-6,0 тыс. рублей

100 наибольшую рентабельность (56,7%) и наименьшую себестоимость (3830 руб./т). Наибольшие производственные затраты на возделывание у сорта Маргарита (15288 руб./га), при этом он обеспечивает высокий чистый доход и второе место среди всех по уровню рентабельности (53,5%).

В данном расчёте не представляется возможным дифференцировать стоимость полученного зерна в зависимости от его качества и учесть экономический эффект, но принимая во внимание то, что Экада 109 и Экада 113 включены в списки ценных по качеству, рентабельность их возделывания в производстве должна возрасти.

Проведённый анализ наглядно продемонстрировал, что возделывание всех сортов рентабельно. Вместе с тем, следует учитывать, что в современных экономических условиях в силу постоянного роста цен на ГСМ, удобрения, средства защиты растений, нарушения рекомендованных сортовых технологий и нестабильности цен на продукцию, экономическая эффективность может варьировать в более широких пределах.

Таким образом, в результате селекционной работы созданы новые высокопродуктивные, адаптированные к условиям Центрального, Волго-Вятского, Поволжского и Уральского регионов сорта яровой пшеницы, обеспечивающие высокую рентабельность производства. Этот генетический ресурс, отраженный в моделях сортов Улья-

новского НИИСХ широко используется во многих регионах Российской Федерации, а сорта ежегодно занимают площадь посева более 500 тыс. га.

Симбирцит отмечен дипломом и серебряной медалью на Международном салоне изобретений в 2006 г. Отмечены Дипломом I степени и Золотой медалью на выставке-демонстрации «День Российского поля – 2007 г» Симбирцит и Экада 70. Аналогичное признание в 2008 году получил сорт Маргарита. Селекционная работа и сорта неоднократно были удостоены наград различного достоинства на Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» в 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2012 и 2013 гг.

Библиографический список

1. Гурьев, Б.П. Теория и технология адаптивной селекции у зерновых культур / Б.П. Гурьев, П.П. Литун, Л.В. Бондаренко // Селекция и семеноводство.- 1986.- №60. – С.3-8.
2. Оценка экологической адаптивности сортов на ранних этапах селекции / А.М. Бурдин [и др.] // Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя и тритикале.-Одесса, 1981.- 169с.
3. Вавилов, Н.И. Избранные труды / Н.И. Вавилов. – М.: Колос, 1966.-588с.
4. Жученко, А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства: роль науки в повышении эф-

фективности растениеводства / А. Жученко, А. Урсул. – Киев: Штинница, 1983.- 304с. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1 / под ред. М.А. Федина. - М.: Госагропром СССР, 1985. – 270с.

5. Дорофеев, В.Ф. Проблема полегания пшеницы и пути ее решения / В. Ф. Дорофеев, В.И. Пономарев. – М.: Колос, 1970. – 124с.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общей ред. М. А. Федина. М.: Госагропром СССР, 1985. Вып. 1. 270 с.

7. Дорофеев, В. Ф. Проблема полегания пшеницы и пути ее решения / В. Ф. Дорофеев, В. И. Пономарев. – М.: Колос, 1970. – 124 с.

8. Лебедев, В. Б. Ржавчина пшеницы в Нижнем Поволжье / В. Б. Лебедев. - Саратов, 1998. – 295 с.

9. Крупнов В. А. Стратегия генетической защиты пшеницы от листовой ржавчины в Поволжье / В. А. Крупнов // Вестник РАСХН. – 1997. - № 6. – С. 12-15.

10. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка) / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов, И.О. Чанышев. – Уфа, 2011. – 96с.

11. Захаров, В.Г. Новые сорта яровой мягкой пшеницы и технологии их возделывания / В.Г. Захаров, В.Г. Власов, О.Д. Яковлева // Научное обеспечение АПК Северо-Востока России. Материалы научно-практической конференции. – Саранск, 2010. – С.312-315.