

УДК 633.11:631.523.11:632.938.1

ВЛИЯНИЕ ЗАМЕЩЕНИЯ 6Ag¹ (6D)-ХРОМОСОМЫ AGROPYRON INTERMEDIUM НА ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ И АДАПТИВНЫЕ ПРИЗНАКИ У ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Сибикеев С.Н., Друзжин А.Е.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», Саратов, e-mail: alex_druzhin@mail.ru

Проведена оценка влияния 6Ag¹ хромосомы от *Agropyron intermedium* Host. на устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине, мучнистой росе, пыльной и твердой головне и ряд хозяйственно полезных признаков у двух интрогрессивных почти изогенных линий мягкой пшеницы. Анализ интрогрессивных линий молекулярно-генетическими и цитологическими методами показал наличие у изучаемых линий замещения 6Ag¹ (6D)-хромосомы от *Agropyron intermedium* Host. Оценка линий по устойчивости к болезням выявила, что линия L400R, содержащая замещение 6Ag¹ (6D)-хромосомы, оказалась полностью устойчивой к популяциям листовой ржавчины в Поволжье, устойчива к мучнистой росе, и в меньшей степени поражается стеблевой ржавчиной, чем ее сибс без замещения L400S. Интрогрессивные линии были изучены по ряду хозяйственно полезных признаков. Выявлено, что замещение 6Ag¹ (6D)-хромосомы у линии L400R значительно увеличивает период всходы колошение, высоту растения, количество продуктивных стеблей на м², длину колоса, число зерен в колосе, но практически не оказывает влияния на массу зерна с колоса, а вот масса 1000 зерен значительно уменьшается по сравнению с линией L400S. Сравнительный анализ линий L400R и L400S по содержанию белка и клейковины, ее качеству, силе муки, SDS, упругости теста, хлебопекарным свойствам показал, что в среднем у линии L400R содержание белка и клейковины было значительно выше, чем у ее сибса L400S, также отмечено положительное влияние присутствия замещения 6Ag¹ (6D)-хромосомы на показатель SDS. На остальные изучаемые показатели (ИДК-1, объем хлеба, упругость теста (P), сила муки) замещение не оказывало значимого влияния. Положительное влияние замещения 6Ag¹ (6D)-хромосомы на комплекс хозяйственно полезных признаков, позволило плодотворно использовать его в селекционной работе в качестве доноров устойчивости к комплексу болезней и создать ряд коммерческих сортов: Белянка (L400R), Фаворит, Воевода и Лебедушка.

Ключевые слова: интрогрессивные линии мягкой пшеницы, *Agropyron intermedium* Host., устойчивость к грибным болезням, агрономические признаки

THE EFFECTS OF SUBSTITUTION 6Ag¹ (6D) CHROMOSOME FROM AGROPYRON INTERMEDIUM FOR AGRONOMIC VALUABLE AND ADAPTIVE TRAITS IN LINES OF SPRING BREAD WHEAT

Sibikeev S.N., Druzhin A.E.

Agricultural Research Institute for South-East Regions, Saratov, e-mail: alex_druzhin@mail.ru

The influence of 6Ag¹ chromosome from *Agropyron intermedium* Host. for resistance to leaf and stem rust, powdery mildew, loose smut, bunt, and agronomic performance were studied by comparisons of two nearly isogenic introgression lines of bread wheat. Analysis of introgression lines by molecular genetic and cytological methods showed the presence of substitution 6Ag¹ (6D) chromosome from *Agropyron intermedium* Host in the studied lines. Evaluation of lines for resistance to diseases have shown that L400R line, containing the substitution 6Ag¹ (6D) chromosomes, were high resistant to the leaf rust, powdery mildew, and moderately susceptible to stem rust by comparisons with her sibs L400S (without substitution). Introgression lines have been studied for a number of agronomic useful traits. It is revealed that the substitution 6Ag¹ (6D) chromosome from line L400R significantly increases the period of germination-earring, plant height, number of productive stems per m², length of spike, number of grains per spike, but almost no effect on the weight of grains in spike, but the mass of 1000 grains is significantly reduced by comparison with the line L400S. A comparative analysis of lines L400R and L400S for protein content and gluten quality, flour strength, SDS, elasticity of the dough, baking properties showed that, on average, the protein and gluten contents in the line L400R were significantly higher than that of its sibs L400S. Furthermore was noted a positive influence of presence of substitution 6Ag¹ (6D) chromosome for SDS trait. For remaining studied parameters (IDK-1, the volume of bread, the elasticity of the dough (P), the strength of the flour) 6Ag¹ had no significant influence. The positive effect of substitution 6Ag¹ (6D) chromosome for a complex of agronomic useful traits, has enabled a productive use in breeding as donors of resistance to complex diseases and to produce a number of commercial varieties: Belyanka (L400R), Favorite, Voyevoda and Lebedushka.

Keywords: introgression lines of bread wheat, *Agropyron intermedium* Host., resistance to fungal diseases, agronomic traits

Вид пырея промежуточного (*Agropyron intermedium* Host.) давно привлекает внимание ученых-селекционеров, в первую очередь как источник полезных признаков для улучшения генофонда пшеницы. Это в первую очередь устойчивость к абии-

тическим стрессорам: высокая зимостойкость, устойчивость к засолению почвы, засухоустойчивость; устойчивость к заболеваниям: бурой, желтой и стеблевой ржавчине, мучнистой росе, твердой головне, вирусу полосатой мозаики, а также как до-

нор повышения содержания белка и клейковины в зерне [1].

Впервые плодовые гибриды между мягкой пшеницей и образцами пырея промежуточного были получены в Саратове уже в 1934 г. Н.В. Цициным [2], затем эти работы проводились в СибНИИСХ и в Подмосковье, был создан ряд пшенично-пырейных гибридов, которые использовались для увеличения генетического разнообразия пшеницы. Следует отметить, что не все эти гибриды из-за наличия в пырейном хроматине не только нужных генов, но и нежелательных сцеплений пригодны для селекционной работы. В середине 1980-х гг., используя набор замещённых линий на сорте Саратовская 29 с хромосомами *Agropyron intermedium* Host. полученных доктором биологических наук М.Е. Синиговцом (ВНИИФ, г. Москва), [3] в лаборатории генетики и цитологии НИИСХ Юго-Востока был создан новый более продуктивный, приспособленный к условиям Поволжья селекционный материал. Среди него были выделены линии Л1736, Л 222, Мульти 6R, содержащие хроматин от *Agropyron intermedium* Host. Кроме того была получена почти изогенная пара Л400R и Л400S, различающиеся наличием (Л400R) или отсутствием (Л400S) замещением 6Agⁱ (6D)-хромосомы от *Agropyron intermedium* Host.). Целью работы было изучение на основе данной почти изогенной пары, влияния 6Agⁱ-хромосомы на устойчивость к ряду заболеваний, а также на агрономически важные признаки продуктивности и хлебопекарные свойства.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 1993–2016 гг. в лаборатории генетики и цитологии НИИСХ Юго-Востока, вегетационные периоды которых различались по температурным и водным режимам. Материалом исследований служили сорта и почти изогенные линии (Л400R и Л400S) яровой мягкой пшеницы, созданные в НИИСХ Юго-Востока, линия Л400R – селекционный номер сорта Белянка. Оценку на устойчивость к пыльной и твердой головне проводили на искусственном инфекционном фоне. Для заражения пыльной головней использовали патотипы I-505, I-C60, а твердой головней – патотип – Л894. Классификацию сортообразцов по степени поражения пыльной и твердой головней проводили по общепринятым методикам.

На устойчивость к листовой ржавчине и мучнистой росе материал оценивали на естественном и искусственном инфекционном фоне. Тип реакции растений на мучнистую росу определяли по шкале E.V. Mains, S.M. Dietz, на листовую ржавчину – по шкале E.G. Stakman. Оценку на устойчивость к возбудителю стеблевой ржавчины расе Ug99 + Lr24 (ТТКСТ) проводили в инфекционном питомнике KARI в Njoro, Кения, и на местную популяцию патогена. Оценку проводили дважды по модифицированной шкале Cobba и реакции хозяина на внедрение патогена: R = устойчивый – 1 балл; TR = единичные пустулы, некротичные пятна, устойчивый – 1 балл; MR = умеренно устойчивый – 2 балла; MS = умеренно восприимчивый – 2–3 балла; M = промежуточный между устойчивым и восприимчивым – 2–3 балла; MSS = от умеренно восприимчивого до восприимчивого – 4 балла; TS = единичные пустулы, восприимчивый – 3–4 балла; S = восприимчивый – 4 балла.

Материал высевали в оптимальные сроки, рендомизировано по 24 варианта, в 4-кратной повторности семярядковой сеялкой ССФК-7 сплошным рядовым способом. Расстояние между рядками 15 см. Площадь делянок 7 м². Норма высева – 400 семян/м². В инфекционном питомнике посев проводили на глубину 5 см. Площадь питания растений 20×5 см. Уборку осуществляли комбайном Nege 125 В. Все полученные данные подвергали дисперсионному анализу и множественному сравнению по критерию Дункана, используя программу «Agros-2.10».

Результаты исследования и их обсуждение

Молекулярно-генетическая и цитогенетическая характеристика интрогрессивной линии Л400R

Ранее для определения наличия хроматина от *Agropyron intermedium* Host. у линии Л400R был проведён комплексный анализ с использованием молекулярно-цитогенетических (С-дифференциальная окраска, флуоресцентная (FISH) и геномная (GISH) гибридизация *in situ*), молекулярных (PLUG маркёры) и биохимических (электрофоретический анализ глиадинов) маркеров, который выявил у изучаемой линии замещение пшеничной хромосомы 6D хромосомой 6Agⁱ относящимися к J (= E) субгеному *Agropyron intermedium* (Host) Beauv (= *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey) [4], которое отсутствует у ее сибса Л400S. Донором 6Agⁱ-

хромосомы пырея промежуточного была замещённая линия С29-Агро139-М2-2, полученная М.Е. Синиговцом (ВНИИФ, г. Москва) [3]. Основываясь на полученных данных, авторы провели сравнительный анализ линий Л400R и Л400S, с целью выявить влияние замещения 6Agⁱ (6D)-хромосомы на комплекс хозяйственно полезных признаков.

Влияние замещения 6Agⁱ (6D) на морфофизиологические признаки

Изучение почти изогенных линий Л400R и Л400S по морфофизиологическим признакам выявило, что наличие замещения 6Agⁱ(6D) у линии Л400R увеличивает продолжительность периода всходы – колошение в среднем на 2–3 дня по сравнению с ее сибсом Л400S, значимо увеличивает высоту растения (в среднем высота у линии Л400R была 86,1 см, а у ее аналога Л400S – 79,9 см соответственно), но практически не оказывает влияния на устойчивость к полеганию. Кроме того, исследования устойчивости к прорастанию в колосе показали, что линия Л400R, имеющая замещение 6Agⁱ(6D), отличается более низким уровнем устойчивости, чем её сибс Л400S [5].

Оценка устойчивости почти изогенных линий Л400R и Л400S к болезням

Исследования популяции возбудителя листовой ржавчины *Puccinia triticina* Eriks. в течение 1993–2016 гг. показали, что она является очень динамичной и высоковирулентной, количество генов вирулентности в бла-

гоприятные для патогена годы достигало 38, а постоянно высокоэффективными генами устойчивости были *Lr9, 24, 28, 29, 40, 41, 42, 43* [6]. В этих условиях тип реакции на патогена линий Л400R и Л400S показал, что линия Л400R за весь период изучения проявила полную устойчивость к листовой ржавчине даже в годы сильных эпифитотий, в отличие от ее аналога Л400S (табл. 1).

Проведенный генетический анализ линий содержащих замещение 6Agⁱ(6D), выявил, что хромосома 6Agⁱ от *Agropyron intermedium* Host. в гибридах передается в зависимости от генотипа-реципиента с различной частотой (от пониженной до нормальной и повышенной), а ген(ы) устойчивости к листовой ржавчине этой линии неаллельны идентифицированным *Lr*-генам (*Lr9, Lr19, Lr24*) [7].

По реакции на мучнистую росу *Erysiphe graminis f. sp. tritici* DC. Marchal, за весь период оценки степени устойчивости линия Л400R проявила себя как высокоустойчивая (тип реакции 1,2) даже при сильной эпифитотии патогена в 2011 г., в отличие от линии Л400S (тип реакции – 4, степень поражения 80%) (табл. 2).

Проведенный генетический анализ показал, что контроль устойчивости к мучнистой росе у Л400R осуществляется двумя *Pm*-генами, а у линии Л 400S – одним рецессивным [8]. Эти данные указывают на то, что хромосома 6Agⁱ несет помимо *Lr*-генов еще и *Pm*-гены, что особенно удобно в селекционной работе по созданию сортов с комплексной устойчивостью к болезням.

Таблица 1

Поражение сортов и линий яровой мягкой пшеницы листовой ржавчиной*

Сорт, линия	Год																
	1993	1996	1997	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2011	2012	2013	2014	2016
Саратовская 55 St	3/70	3/80	4/80	3/80	3/20	3 ед	3/20	3/50	3/70	3/40	3 ед	3/50	3 ед	3/30	3/70	3/40	3 ед
Л400 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Л400 S	3/50	3/60	2/40	3/50	3 ед	3 ед	3/1	3/30	3/40	3/50	3 ед	3/50	3 ед	3/30	3/10	3/40	3 ед

Примечание. * – здесь и далее данные полученные в лаборатории генетики и цитологии НИИСХ Юго-Востока.

Таблица 2

Поражение сортов и линий яровой мягкой пшеницы мучнистой росой*

Сорт, линия	Год									
	1993	1997	2004	2005	2006	2007	2008	2011	2013	
Саратовская 55 St	3	3/10	3/50	3	2/ед	3	3/20	4/50	3/50	
Л400 R	0	0	ед	0	ед	0	ед	1/2	0	
Л400 S	2/5	3/5	3/30	0	3/2	3	3/10	4/80	3/50	

Наши результаты исследований устойчивости к листовой ржавчине и мучнистой росе у Л400R совпадают с данными, проведенными рядом ученых, изучающих в своих опытах сорт Белянка (селекционное название Л400R) [9, 10].

Почти изогенные линии также были оценены на устойчивость к возбудителю стеблевой ржавчины, как к местной популяции, так и к расе Ug99 в Кении. Было выявлено, что по типу реакции на местную популяцию стеблевой ржавчины линия Л400R практически не отличается от линии Л400S – 3/5 и 3/10, соответственно, но по реакции на расу Ug99 эти линии значительно различаются, так линия Л400R поразила на 10MR, а ее аналог на 40M. Эти данные дают основание утверждать, что хромосома 6Agⁱ несет ген(ы) устойчивости к расе Ug99 стеблевой ржавчины.

Анализ реакции почти изогенных линий на пыльную головню (*Ustilago tritici* (Pers.) Jens.), как на естественном, так и на искусственном инфекционном фоне показал, что сибсы между собой значительно не различаются. Также эти линии практически сходно реагировали на заражение их твердой головней (*Tilletia caries* (DC.) Tul.) на искусственном инфекционном фоне (табл. 3).

Оценка сорта Белянка (Л400R – селекционный номер) на заражение местными расами корневой гнили показала полную устойчивость его к данному заболеванию [10, 11]. Также отмечено, что сорт Белянка высокоустойчив к септориозу [12].

Эффект замещения 6Agⁱ (6D)-хромосомы на показатели продуктивности зерна

При переносе чужеродных генов от различных видов пырея, эгилопса, ржи и др. в сорта культурной пшеницы нередко проявляются нежелательные сцепления с другими генами, влияющие на продуктивность, которая в свою очередь складывается из полноты всходов, плотности продуктивного стеблестоя и выживаемости, кроме этого важными показателями считаются продуктивная кустистость, число колосков и зёрен в колосе, продуктивность колоса и растения в целом, масса 1000 зёрен. Анализ, проводимый в течение 24 лет, которые были весьма контрастными как по количеству осадков, так и по эпифитотиям листовой ржавчины на почти изогенных линиях Л400R и Л400S, показал, что присутствие в генотипе замещения 6Agⁱ (6D)-хромосомы положительно влияет на урожай зерна особенно в благоприятные и эпифитотийные по листовой ржавчине годы, так линия Л400R значимо превысила свой сибс Л400S по этому показателю в среднем за 24 года на 377 кг/га, причем в благоприятные годы превышение составило 393 кг/га, а в засушливые годы у линии Л400R урожай зерна был выше, чем у ее сибса Л400S, но значимо они не различались по этому показателю (табл. 4).

Исследования, которые были проведены в условиях сухостепной зоны каштановых почв, также показали, что сорт Белянка (Л400R – селекционный номер) наиболее устойчив к изменениям погодных условий по продуктивности, что согласуется с нашими данными [13].

Таблица 3

Поражение почти изогенных линий пыльной головней и твердой головней*

Сорт, линия	Пыльная головня			Твердая головня
	Естественное заражение в среднем за 15 лет (1997–2011 гг.)	Искусственное заражение (2004–2007 гг.)		Патотип Л 894
		Патотип I-505	Патотип I-60	
Л 400R	0,06	26,43	62,10	12,33
Л 400S	0,06	27,83	45,90	11,49
F _φ	1,622	10,256	11,321	8,423
HCP ₀₅	NS	22,71	19,86	1,663

Таблица 4

Урожайность зерна у почти изогенных линий Л400R и Л400S, кг/га (1993–2016 гг.)*

Линия	Благоприятные годы	Засушливые годы	Среднее за 24 года
Л400 R	3513,0	1449,83	2973,23
Л400 S	3119,3	1369,33	2596,32
F _φ	11,607	1,522	7,83
HCP ₀₅	261,389	NS	343,846

Таблица 5

Элементы продуктивности у почти изогенных линий Л400R и Л400S (2003–2007 гг.)*

Линия	Компоненты продуктивности					
	Количество прод. стеблей на м ²	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Количество зерен на 1 м ²	Масса 1000 зерен, г
Л400R	470,67	8,97	34,45	1,08	10460,00	36,92
Л400S	423,33	7,12	29,53	1,07	8533,33	38,73
F _φ	12,387	9,201	7,951	1,631	11,200	8,349
HCP ₀₅	42,766	0,662	4,059	NS	1886,213	1,552

Таблица 6

Показатели качества зерна у почти изогенных линий Л400R и Л400S (1997–2016 гг.)*

Линия	Содержание клейковины в муке, %	Содержание белка, %	Показатель ИДК-1, ед.п.	Объем хлеба, см ³	Показатель SDS-седиментации	Упругость теста (P), мм	Отношение упругости теста к растяжимости P/L	Сила муки, е.а.
Л400 R	39,13b	18,57b	76,00	788,75	84,17b	99,88	1,78	210,88
Л400 S	36,59a	17,09a	78,67	778,75	77,50a	96,12	1,75	187,88
F _φ	8,030	10,39	4,491	0,041	7,435	0,557	0,017	2,001
HCP ₀₅	2,071	1,138	NS	NS	6,286	NS	NS	NS

Изучение структуры урожая позволило выявить, что наличие замещения 6Agⁱ(6D)-хромосомы значительно увеличивает количество продуктивных стеблей на 1 м², длину колоса, число зерен в колосе, но практически не оказывает влияния на массу зерна с колоса, а вот масса 1000 зерен значительно уменьшается у линии Л400R по сравнению с ее сибсом Л400S (табл. 5).

Эффект замещения 6Agⁱ (6D)-хромосомы на качество зерна

Сравнительный анализ линий Л400R и Л400S по содержанию белка и клейковины, ее качеству, силе муки, SDS, упругости теста, хлебопекарным свойствам показал, что в среднем у линии Л400R содержание белка и клейковины было значительно выше, чем у ее сибса Л400S, также отмечено положительное влияние присутствия замещения 6Agⁱ (6D)-хромосомы на показатель SDS. На остальные изучаемые показатели (показатель ИДК-1, объем хлеба, упругость теста (P), сила муки) хромосомное замещение практически не оказывало значимого влияния (табл. 6).

Изучение сорта Белянка (Л400R) проведенное в Оренбургском ГАУ, показало, что он имеет высокие хлебопекарные показатели. Тесто из муки этого сорта имеет высокие технологические свойства. Водопоглотительная способность колебалась в пределах 57,7–64,8%, время образования

теста – 2,7–6,3 мин, устойчивость теста к замесу – 4,6–8,7 мин, сопротивляемость теста 50–81 мин, разжижение теста – 92–116 е.ф., число качества 61–81 у.е. Объем хлеба колебался от 424 до 445 мл, а по пористости, кислотности, влажности хлеб соответствует требованиям высшего сорта [14].

Выводы

Таким образом, в результате многолетней работы, проделанной в лаборатории цитологии и генетики, был создан уникальный материал яровой мягкой пшеницы, содержащий замещение 6Agⁱ(6D). Анализ почти изогенных линий, различающихся по наличию замещения 6Agⁱ(6D), по хозяйственно полезным признакам, выявил, что данное замещение не влияет отрицательно на большинство хозяйственно важных показателей, а по некоторым, в частности устойчивости к комплексу заболеваний, продуктивности и качеству, даже улучшает их. Ценность использования в селекционной работе линий с замещением 6Agⁱ(6D) выражается также в создании ряда коммерческих сортов: Белянка (Л400R), Фаворит, Воевода и Лебедушка.

Список литературы

1. Sharma H.C., Gill B.S. New hybrids between Agropyron and wheat. 2. Production, morphology and cytogenetic analysis of F1 hybrids and backcross derivatives // Theor. Appl. Genet. – 1983. – V. 66, № 2. – P. 111–121.
2. Цицин Н.В. Отдаленная гибридизация растений / Н.В. Цицин. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 432 с.

3. Синигоев М.Е. Цитогенетические основы использования пырея в селекции пшеницы: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Киев, 1988. – 49 с.
4. Сравнительный анализ 6Agi и 6Agi2 хромосом *Agropyron intermedium* (Host.) Beauv у сортов и линий мягкой пшеницы с пшенично-пырейными замещениями / С.Н. Сибикеев [и др.] // Генетика. – 2017. – № 3. – С. 40–51.
5. Устойчивость к предуборочному прорастанию яровой мягкой пшеницы с 6Agi(6D)-хромосомой от *Agropyron intermedium* / В.А. Крупнов [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16, № 2. – С. 444–450.
6. Маркелова Т.С. Изучение структуры и изменчивости популяции бурой ржавчины пшеницы (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, Rob. et Desm.) в Поволжье / Т.С. Маркелова // Арпо XXI. – 2007. – № 4–6. – С. 37–40.
7. Зубов Д.Е. Селекционная ценность доноров устойчивости яровой мягкой пшеницы к листовой ржавчине в Среднем Поволжье: автореф. дис. ... к. с.-х. н. – Кинель, 2011. – 19 с.
8. Александров А.Е. Источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к мучнистой росе в Нижнем Поволжье: автореф. дис. ... к. с.-х. н. – Саратов, 2000. – 22 с.
9. Абдраева О.Ф. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к болезням в засушливых условиях Среднего Поволжья: автореф. дис. ... к. с.-х. н. – Пенза, 2008. – 18 с.
10. Тимошенкова Т.А. Устойчивость сортов яровой пшеницы к основным болезням зерновых культур в степи оренбургского Предуралья / Т.А. Тимошенкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5 (55). – С. 42–45.
11. Глинушкин А.П. Фитопатогенный комплекс пшеницы и меры борьбы с ним: автореф. дис. ... д. с.-х. н. – Москва, 2013. – 38 с.
12. Генетические основы селекции растений: Частная генетика растений / ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – В 4 т. Т. 2. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 579 с.
13. Балакшина В.И. Особенности выращивания яровой пшеницы в условиях сухостепной зоны Волгоградской области // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 2 (14). – С. 4–9.
14. Цинцадзе О.Е. Совершенствование технологии выращивания сортов яровой мягкой пшеницы в степной зоне Южного Урала: автореф. дис. ... к. с.-х. н. – Оренбург, 2014. – 24 с.
15. Синигоев М.Е. Цитогенетические основы использования пырея в селекции пшеницы // Theor. Appl. Genet. 1983. V. 66, no. 2. pp. 111–121.
16. Cicin N.V. Otdalennaja gibridizacija rastenij / N.V. Cicin. M.: Selhozgiz, 1954. 432 p.
17. Синигоев М.Е. Цитогенетические основы использования пырея в селекции пшеницы: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Киев, 1988. 49 p.
18. Sravnitelnyj analiz 6Agi i 6Agi2 hromosom *Agropyron intermedium* (Host.) Beauv u sortov i linij mjagkoj pshenicy s pshenichno-pyrejnymi zameshhenijami / S.N. Sibikeev [i dr.] // Genetika. 2017. no. 3. pp. 40–51.
19. Ustojchivost k preduborochnomu prorastaniju jarovoj mjagkoj pshenicy s 6Agi(6D)-hromosomoy ot *Agropyron intermedium* / V.A. Krupnov [i dr.] // Vavilovskij zhurnal geneti-ki i selekcii. 2012. T. 16, no. 2. pp. 444–450.
20. Markelova T.S. Izuchenie struktury i izmenchivosti populjacii buroj rzhavchiny pshenicy (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, Rob. et Desm.) v Povolzhe / T.S. Markelova // Arpo XXI. 2007. no. 4–6. pp. 37–40.
21. Zubov D.E. Selekcionnaja cennost donorov ustojchivosti jarovoj mjagkoj pshenicy k listovoj rzhavchine v Srednem Povolzhe: avtoref. dis. ... k. s.-h. n. Kinel, 2011. 19 p.
22. Aleksandrov A.E. Istochniki ustojchivosti jarovoj mjagkoj pshenicy k muchnistoj rose v Nizhnem Povolzhe: avtoref. dis. ... k. s.-h. n. Saratov, 2000 22 p.
23. Abdraeva O.F. Selekcija jarovoj mjagkoj pshenicy na ustojchivost k boleznyam v zasushlivyh uslovijah Srednego Povolzhja: avtoref. dis. ... k. s.-h. n. Penza, 2008. 18 p.
24. Timoshenkova T.A. Ustojchivost sortov jarovoj pshenicy k osnovnym boleznyam zernovyh kultur v stepi orenburgskogo Preduralja / T.A. Timoshenkova // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. no. 5 (55). pp. 42–45.
25. Glinushkin A.P. Fitopatogenyj kompleks pshenicy i mery borby s nim: avtoref. dis. ... d. s.-h. n. Moskva, 2013. 38 p.
26. Geneticheskie osnovy selekcii rastenij: Chastnaja genetika rastenij / red. A.V. Kilchev-skij, L.V. Hotyleva. V 4 t. T. 2. Minsk: Belarus. navuka, 2010. 579 p.
27. Balakshina V.I. Osobennosti vyrashhivaniya jarovoj pshenicy v uslovijah suhostepnoj zony Volgogradskoj oblasti // Nauchno-prakticheskij zhurnal Permskij agrarnyj vestnik. 2016. no. 2 (14). pp. 4–9.
28. Cincadze O.E. Sovershenstvovanie tehnologii vyrashhivaniya sortov jarovoj mjagkoj pshenicy v stepnoj zone Juzhnogo Urala: avtoref. dis. ... k. s.-h. n. Orenburg, 2014. 24 p.

References

1. Sharma H.C., Gill B.S. New hybrids between *Agropyron* and wheat. 2. Production, morphology and cytogenetic analy-