

УДК 633.11:631.523.11:632.938.1

## ИЗУЧЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ И АДАПТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ У НОВОГО СОРТА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ АЛЕКСАНДРИТ, СОЗДАННОГО МЕТОДОМ ИНТРОГРЕССИВНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Дружин А.Е., Сибикеев С.Н., Власовец Л.Т., Голубева Т.Д., Калининцева Т.В.

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

Представлены результаты изучения нового сорта яровой мягкой пшеницы Александрит, созданного методом интрогрессивной селекции с использованием комбинации транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L (*Agropyron elongatum* (Host) Beauv.) (Lr19/Sr25) и 2AL-2AS-2MV#1 (*Aegilops ventricosa* Tausch.) (Lr37/Sr38/Yr17) на хозяйственно полезные признаки. Выявлено, что этот сорт имеет хорошую адаптивность и пластичность как в условиях Саратовской области, так и при мультилокационном испытании по системе КАСИБ (10 точек в Казахстане и 9 точек в Западной Сибири и Нижнем Поволжье). Сорт не только не уступал местным сортам-стандартам, а во многих регионах значимо их превосходил по продуктивности. Изучена реакция сорта Александрит на комплекс патогенов. Выявлено, что сорт устойчив к популяциям листовой ржавчины, как в Нижнем Поволжье, так и в Западной Сибири и Казахстане, дифференцированно реагировал на местные популяции стеблевой ржавчины и имел степень поражения от TR до 80S, но в то же время устойчив к опасной расе Ug99 + Lr24(TTKST) этого патогена. При оценке сорта по системе КАСИБ он давал дифференцированную степень поражения на местные популяции мучнистой росы и септориоза от 0 до 60% и от 0 до 65%, соответственно. Оценка сорта Александрит выявила, что он имеет очень хорошие показатели качества зерна. На примере сорта Александрит показана перспективность использования комбинации транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L + 2AL-2AS-2MV#1 при создании сортов, сочетающих высокую устойчивость к комплексу патогенов с продуктивностью и качеством зерна.

**Ключевые слова:** мягкая пшеница, интрогрессия, транслокация 7DS-7DL-7Ae#1L (*Ag. elongatum* (Host) Beauv.) (Lr19), транслокация 2AL-2AS-2MV#1 (*Ae. ventricosa* Tausch.) (Lr37), устойчивость к грибным болезням, агрономические признаки

## THE STUDY OF AGRONOMIC VALUABLE AND ADAPTIVE TRAITS IN A NEW CUL-TIVAR OF SPRING BREAD WHEAT ALEXANDRITE PRODUCED BY INTROGRES-SION BREEDING

Druzhin A.E., Sibikeev S.N., Vlasovets L.T., Golubeva T.D., Kalintseva T.V.

*Agricultural Research Institute for South-East Regions, Saratov, e-mail: alex\_druzhin@mail.ru*

The results of the study of a new cultivar of bread wheat Alexandrite produced by the method of introgressive breeding with the combination of 7DS-7DL-7Ae#1L (*Ag. elongatum* (Host) Beauv.) and 2AL-2AS-2MV#1 (*Ae. ventricosa* Tausch.) (Lr37/Sr38/Yr17) translocations (Lr19/Sr25) are present. It was found that this cultivar has a good adaptability and plasticity, both in the Saratov region and in the multilocal test system KASIB (10 stations in Kazakhstan and 9 stations in Western Siberia and the Lower Volga region). The cultivar Alexandrite was significantly higher for grains productivity than local cultivars-standards, in many regions. The reaction of the Alexandrite cultivar to the complex of pathogens was studied, it was revealed that the variety was resistant to leaf rust, diffe-rented reacted to local populations of stem rust and had a degree of infection types from TR to 80S, but at the same time it was resistant to the dangerous race Ug99 + Lr24(TTKST) of this patho-gen. When evaluating the cultivar according to the KASIB system, it gave a differentiated degree of damage to the local populations of powdery mildew and Septoria tritici blotch from 0 to 60% and from 0 to 65%, respec-tively. Evaluation of the cultivar Alexandrite revealed that it has a very good performance of grain quality. The cultivar Alexandrite is an example, of the prospects of using a combination of translocations 7DS-7DL-7Ae#1L + 2AL-2AS-2MV#1 for producing cultivars combining high resistance to a complex of pathogens with productivity and quality of grain are shown.

**Keywords:** bread wheat, introgression, 7DS-7DL-7Ae#1L (*Ag. elongatum* (Host) Beauv.) (Lr19) and 2AL-2AS-2MV#1 (*Ae. ventricosa* Tausch.) (Lr37) translocations, resistance to fungal diseases, agronomic traits

Как показала практика, внутривидовой генетический потенциал мягкой пшеницы уже не в состоянии обеспечивать защиту растений от ряда патогенов, поэтому все чаще для защиты пшеницы привлекают интрогрессивные гены устойчивости, локализованные в чужеродных транслокациях [1]. Но и интрогрессивные гены также со временем теряют свою эффективность и не способны защищать растения от патогенов,

поэтому для защиты растений используют не одиночные гены, а целые комбинации генов (транслокаций), что позволяет «реанимировать» утратившие свою эффективность гены устойчивости. Примером может служить ген устойчивости *Lr19* (транслокация 7DS-7DL-7Ae#1L), перенесенный от *Agropyron elongatum* (Host) Beauv., который потерял свою эффективность в Поволжье в середине 1990-х гг., однако в ком-

бинации с другими генами *Lr26*, *Lr9*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr25*, *LrAgi* (замещение 6D(6Agi) (*Agr. intermedium* (Host) Beauv.) он эффективно защищает растения от листовой ржавчины [2]. Кроме того, комбинацию транслокации 7DS-7DL-7Ae#1L (*Agr. elongatum* (Host) Beauv.) и замещение 6D(6Agi) (*Agr. intermedium* (Host) Beauv.) использовали при создании сорта яровой мягкой пшеницы Лебедушка в 2009 г., и как показывает практика, сорт до сих пор высокоустойчив к листовой ржавчине.

Пребридинговые исследования выявили довольно эффективную устойчивость против возбудителя листовой ржавчины у комбинации транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L (*Agr. elongatum* (Host) Beauv.) (*Lr19/Sr25*) и 2AL-2AS-2MV#1 (*Ae. ventricosa* Tausch.) (*Lr37/Sr38/Yr17*) [3]. С использованием этой комбинации был создан ряд линий, среди которых оказалась линия Л654, впоследствии ставшая сортом Александрит.

Цель исследования: изучение, на основе интрогрессивного сорта Александрит, влияния комбинации транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L (*Agr. elongatum* (Host) Beauv.) (*Lr19/Sr25*) и 2AL-2AS-2MV#1 (*Ae. ventricosa* Tausch.) (*Lr37/Sr38/Yr17*) на устойчивость к ряду заболеваний, а также на агрономически важные признаки продуктивности и хлебопекарные свойства, а также пластичность и адаптивность по системе КАСИБ.

#### Материалы и методы исследования

Исследования по системе КАСИБ проводили с 2015 по 2016 г., вегетационные периоды которых различались по температурным и водным режимам, помимо этого, испытания сортов были проведены в различных почвенно-климатических условиях (в Российской Федерации – в Омской (Омский государственный сельскохозяйственный университет (ОмГАУ), Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Сиб. НИИСХ)), Новосибирская (Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции (Сиб. НИИРС)), Саратовской (научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока (НИИСХ Юго-Востока)), Курганской (ЗАО «Кургансемена» (Кург. семена), Курганский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Кург. НИИСХ)), Челябинской (Челябинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Чел. НИИСХ), Московская (Всероссийский НИИ фитопатологии (ФГБНУ ВНИИФ)) областях и Алтайском крае (Алтайский

институт земледелия и селекции (Алтай НИИСХ); в Республике Казахстан – в Актюбинской (Актюбинская сельскохозяйственная опытная станция (Акт. СХОС), Костанайской (Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция (Карб. СХОС), Научно-производственная фирма «Фитон» (Фитон)), Алма-Атинской (Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства (КИЗ)), Павлодарской (Павлодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Павл. НИИСХ)), Карагандинской (Карагандинский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции (Кар. НИИРС)), Жамбылской (научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности (НИИПББ, Отар), Акмолинской (научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева (НПЦ ЗХ), Восточно-Казахстанская (ВКНИИСХ), Опытное хозяйство масличных культур (ОХМК)) областях, Кения – Njoro (г. Нджоро) (Кенийская организация сельского хозяйства и животноводства (KALRO)). Материалом исследований служили 52 сорта яровой мягкой пшеницы, созданные в различных учреждениях России и Казахстана, в том числе сорт Александрит (селекционное название Л654), полученный в результате скрещивания сорта Добрыня (содержит транслокацию 7DS-7DL-7Ae#1L с генами *Lr19/Sr25*) с линией Milan/Prinia селекции международного центра СИММИТ (содержит транслокацию 2AL-2AS-2MV#1 с генами *Sr38/Lr37/Yr17*).

Материал высевали в оптимальные сроки, рендомизированно, в 3-кратной повторности сеялкой ССФК-8 сплошным рядовым способом. Расстояние между рядками 15 см. Площадь делянок 3 м<sup>2</sup>. Норма высева – 400 семян/м<sup>2</sup>. Все полученные данные подвергали дисперсионному анализу и множественному сравнению по критерию Дункана, в ряде случаев применяли метод неорганизованных повторений, используя программу «Agros-2.10». Полевые наблюдения, учёт и оценки проводились по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [4].

На устойчивость к листовой ржавчине (*Puccinia triticina* Eriks), стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn.) и септориозу (*Septoria tritici* Rob. et Desm.) сорта оценивали на естественном инфекционном фоне в поле по международной шкале СИММУТ [5], а к мучнистой росе (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Marchal.) по общепринятой методике [6].

Оценку сортов на устойчивость к расе возбудителя стеблевой ржавчины Ug99 + Lr24 (ТТКСТ) проводили в инфекционном питомнике KARI в Njого, Кения. Материал испытывали в 2012 г.

### Результаты исследования и их обсуждение

#### Устойчивость к заболеваниям

Изучение популяций *Puccinia triticina* Eriks в России по генам вирулентности выявило, что популяции очень разнообразны и различаются как по количеству вирулентных генов, так и по их динамичности [7]. Испытание сорта Александрит по системе КАСИБ показало, что сорт проявил устойчивость к популяциям листовой ржавчины практически на всех пунктах изучения, в отличие от межстанционного сорта стандарта Терция, который поражался от 20 до 100%, что указывает на высокую эффективность комбинации *Lr19 + Lr37* против патогена на довольно большой территории от Поволжья до Западной Сибири и Казахстана.

При оценке сорта Александрит на устойчивость к стеблевой ржавчине по системе КАСИБ было выявлено, что он дифференцированно реагировал на местные популяции патогена и имел степень пора-

жения от R до 80S, что обусловлено комбинацией *Sr25 + Sr38*, которая эффективно работает в Курганской и Челябинской областях, но слабо защищает в других. Известно, что ген *Sr25* эффективен против расы Ug99 + Lr24, а вот *Sr38* – нет [8]. При изучении на фитопитомнике в Njого KARI, Кения, в 2012 г. на устойчивость к расе Ug99 + Lr24(ТТКСТ), сорт показал тип реакции 10RMR, в то время как сорт стандарт Терция 60MSS (табл. 1).

Также выявлено, что сорт Александрит проявил дифференцирующую устойчивость к мучнистой росе – от 0% до 60%, при этом сорт-контроль Терция от 5–70% соответственно.

К сожалению, оценка на желтую ржавчину (*Puccinia striiformis*) была проведена только по одному пункту (Казахстан, Жамбылский р-он, НИИПББ Отар), но и там сорт Александрит проявил устойчивость к этому заболеванию 5% (1 балл) по сравнению с сортом-контролем Терция 30% (3 балла).

Оценка сорта Александрит на устойчивость к популяциям септории показала, что он дифференцированно реагировал на этот патоген и поражался от 0 до 65%, в то время как сорт-контроль Терция от 40 до 100% соответственно.

Таблица 1

Поражение сортов яровой мягкой пшеницы болезнями 2015–2016 гг.

Сорт	Пункт изучения											
	Карб. СХОС	Кар. НИИРС	НПФ Фитон	Станция СИММИТ	Курган Семена	Курган НИИСХ	НИИСХ Юго-Востока	ОМГАУ	Сиб. НИИСХ	Чел. НИИСХ	ФГБНУ ВНИИФ	KARI
Реакция на листовую ржавчину												
Терция St	75	70	100	10	50	50	5	40	90	20	80	–
Александрит	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–
Реакция на стеблевую ржавчину												
Терция St	75S	–	100S	100S	10S	50S	20S	60S	80S	60MS	–	60MSS
Александрит	25S	–	80S	5S	R	50S	20S	60S	90S	TR	–	10RMR
Реакция на мучнистую росу												
Терция St	–	–	–	–	–	5	40	70	60	–	40	–
Александрит	–	–	–	–	–	0	0	20	20	–	60	–
Реакция на септориоз листьев												
Терция St	–	5	100	–	–	–	40	–	–	–	80	–
Александрит	–	0	5	–	–	–	20	–	–	–	65	–

*Элементы продуктивности и урожайности*

Проведенные ранее пребридинговые исследования нового сорта Александрит (селекционная линия Л654) в полевых условиях Саратова показали, что у сорта Александрит период «всходы – колошение» был длиннее по сравнению с сортом-реципиентом Добрыня в среднем за годы изучения на 7 суток, что вероятнее всего произошло из-за взаимодействия двух транслокаций, так как после пяти беккроссов генотип сорта Добрыня теоретически восстановлен более чем на 98%. Сорт Александрит значимо превосходит сорт-реципиент Добрыня и по высоте растений, что также указывает на влияние транслокации 2AL-2AS-2MV#1 на этот признак, либо на взаимодействие двух транслокаций как в случае с периодом «всходы – колошение», но значимо не отличается от сорта-реципиента Добрыня по устойчивости к полеганию, массе 1000 зерен, массе зерна с колоса, числу зерен в колосе, натуре зерна [3].

При оценке сорта Александрит по системе КАСИБ было выявлено, что у него период «всходы – колошение» был длиннее по сравнению с сортом-контролем Терция в среднем за годы изучения на 4 суток, и он оказался одним из самых позднеспелых сортов, включенных в изучение. Также было отмечено, что у сорта Александрит высота растений также выше, чем у сорта контроля Терция, и он является одним из самых высокорослых среди изучаемых сортов (табл. 2).

Что касается других показателей, то сорт Александрит уступал сорту-контролю Терция по длине колоса (8,1 и 9,0 см соответственно ( $HCP_{05} = 0,4$ )), однако количество колосков в колосе у них было одинаково – в среднем по 23 шт. ( $HCP_{05} = 2,6$ ). Сорт Александрит превосходил сорт Терция по числу зерен в колосе (32 и 29 шт. соответственно ( $HCP_{05} = 2,2$ )), массе зерна с колоса (1,38 и 0,9 ( $HCP_{05} = 0,38$ )), а также по площади флагового листа (19,7 и 9,3 см соответственно ( $HCP_{05} = 4,1$ )), причем по последним двум показателям сорт Александрит входил в пятерку лидеров среди изучаемых 52 сортов.

Предварительно проведенные исследования по изучению урожайности зерна у сорта Александрит показали, что он не отличается по этому показателю от сорта-реципиента Добрыня и сорта-стандарта для Саратовской области Фаворит. И в целом сорт Александрит показал хорошую адаптивность как в годы острозасушливые, так и в годы с оптимальным гидротермическим показателем, в сочетании с комплексом фитопатогенов [3].

Адаптивность сорта Александрит проявилась и при мультилокационном испытании по системе КАСИБ (10 точек в Казахстане и 9 точек в Западной Сибири и Нижнем Поволжье), где в изучение было включено 52 сорта яровой мягкой пшеницы. В среднем за 2 года изучения (2015–2016), урожай зерна у сорта Александрит составил 2753 кг/га, а прибавка к межстанционному стандарту (сорт Терция) составила 350 кг/га. Изучение сорта в Челябинском НИИСХ показало его преимущество над Терцией на 720 кг/га, в Алтайском НИИСХ – 430 кг/га, в ЗАО «Кургансемена – 690 кг/га. При этом в среднем масса 1000 зерен была выше у сорта Александрит по сравнению со стандартом (табл. 3).

*Показатели качества зерна*

Важным показателем при оценке сортов мягкой пшеницы является качество муки и хлеба. Особенно это относится к сортам, полученным с помощью интрогрессивных методов селекции. Известно, что многие транслокации, переносимые в генофонд пшеницы, помимо положительных качеств приносят и отрицательные. Сорт Александрит имеет комбинацию транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L + 2AL-2AS-2MV#1. Известно, что транслокация 7DS-7DL-7Ae#1L в генотипе саратовских сортов яровой мягкой пшеницы значимо повышает содержание белка в зерне и клейковину [9], а транслокация 2AL-2AS-2MV#1 увеличивает содержание белка в зерне, объем хлеба, но в то же время уменьшает отношение упругости теста к растяжимости [10]. Предварительная оценка физических свойств муки и хлебопекарных показателей сортов Александрит, Добрыня и Фаворит, которая была проведена ранее, показала, что у сорта Александрит значимо снизилось содержание клейковины по сравнению с сортом-реципиентом Добрыня, при этом свойства клейковины не изменились. Не было выявлено различий между сортом Александрит и сортом Добрыня по показателям упругость теста (P), отношение упругости теста к растяжимости (P/L), сила муки (W), объем хлеба (V) и пористость мякиша. Кроме того, сорт Александрит значимо превзошел сорт стандарт Фаворит по показателям упругость теста (P) и сила муки (W) [3].

При оценке сорта Александрит по системе КАСИБ, хотя и не во всех оценочных точках делали анализ, было выявлено, что сорт имеет в целом хорошие показатели качества зерна, а по некоторым показателям, таким как стекловидность зерна и количество клейковины, входит в группу лидеров (табл. 4).

Таблица 2

Показатели продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы при испытании по системе КАСИБ, 2015–2016 гг.

Сорт	Акт. СХОС	ВКНИСХ	КИЗ	Карб. СХОС	Кар. НИРС	НИИПБ, Отар	Фитон	НПЦ ЗХ	Павл. НИСХ	ОХМК	Алтай НИСХ	Курт. Семена	Курт. НИСХ	НИСХ Юго-Востока	ОМГАУ	Сиб. НИРС	Сиб. НИСХ	Чел. НИСХ	Среднее	
																				Период «всходы – колошение», сутки
Терция	36	–	62	40	–	–	–	–	42	43	42	41	–	45	42	–	44	41	42	
Александрит	41	–	57	45	44	–	–	–	44	47	46	46	–	48	47	43	50	46	46	
НСР <sup>05</sup>																				3,2
Высота растений, см																				
Терция	55	–	105	103	–	54	–	–	41	105	80	88	99	70	–	–	95	76	81	
Александрит	65	–	100	108	130	66	–	–	83	110	90	90	115	75	–	–	110	75	90	
НСР <sup>05</sup>																				6,2

Таблица 3

Показатели продуктивности яровой мягкой пшеницы (КАСИБ 2015–2016 гг.)

Сорт	Акт. СХОС	ВКНИСХ	КИЗ	Карб. СХОС	Кар. НИРС	НИИПБ, Отар	Фитон	НПЦ ЗХ	Павл. НИСХ	ОХМК	Алтай НИСХ	Курт. Семена	Курт. НИСХ	НИСХ Юго-Востока	ОМГАУ	Сиб. НИРС	Сиб. НИСХ	Чел. НИСХ	Среднее	
																				Масса 1000 зерен
Терция	34,3	23,6	–	34,5	–	37,2	–	39,5	30,7	35,0	31,4	32,1	16,5	30,3	–	–	–	34,9	31,9	
Александрит	32,7	32,7	–	35,0	28,1	33,2	–	35,0	38,0	33,8	37,8	37,5	21,5	35,5	–	–	–	39,1	34,1	
НСР <sup>05</sup>																				1,1
Урожайность зерна, кг/га																				
Терция	1975	1625	2479	3170	–	4333	2540	2350	1265	2465	2855	3885	930	1368	1400	–	1905	3105	2401	
Александрит	1996	2575	3541	3647	2825	5029	2930	2450	1295	1815	3350	4580	1275	2035	1780	2355	2230	3830	2753	
НСР <sup>05</sup>																				234,6

Таблица 4

Показатели качества зерна у сортов яровой мягкой пшеницы в среднем за 2015–2016 гг., при оценке по системе КАСИБ

Сорт	Стекловидность зерна, %	Натура зерна, г/л	Клейковина		Содержание белка, %	SDS
			%	ИДК-1		
Терция St	71	747	24,4	66,4	13,6	41
Александрит	78	737	26,3	73,9	12,2	45
НСР <sub>05</sub>	4,6	19,8	1,6	4,3	0,5	3,2

### Выводы

Таким образом, в результате многолетней работы с помощью интрогрессивных методов был создан сорт Александрит, который несет комбинацию транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L + 2AL-2AS-2MV#1. Эта комбинация благодаря блоку генов *Lr19/Sr25* + *Lr37/Sr38/Yr17* определяет высокую устойчивость этого сорта как к саратовской высоковирулентной популяции листовой ржавчины, так и ко многим популяциям патогена в Казахстане и Западной Сибири. Выявлено, что сорт Александрит дифференцированно реагировал на популяции стеблевой ржавчины и имел степень поражения от TR до 80S, но в то же время устойчив к опасной расе Ug99 + Lr24(ТТКСТ) этого патогена. По оценке в системе КАСИБ сорт имел дифференцированную степень поражения к местным популяциям мучнистой росы и септориоза от 0 до 60% и от 0 до 65% соответственно.

Изучение сорта Александрит выявило его хорошую адаптивность и пластичность как в условиях Саратовской области, так и при мультилокационном испытании по системе КАСИБ. Сорт не только не уступал местным сортам-стандартам, а во многих регионах значимо их превосходил по продуктивности. При этом сорт имел хорошие показатели качества зерна.

В целом изучение хозяйственно ценных и адаптивных признаков у нового сорта яровой мягкой пшеницы Александрит, созданного методом интрогрессивной селекции, позволило выявить перспективность использования комбинации транслокаций 7DS-7DL-7Ae#1L + 2AL-2AS-2MV#1 при создании сортов, сочетающих высокую устойчивость к комплексу патогенов с продуктивностью и качеством зерна.

### Список литературы / References

1. Wang R.R.C. Agropyron and Psathyrostachys. In Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Cereals; Kole, C., Ed.; Springer-Verlag: Berlin/Heidelberg, Germany, 2011, pp. 77–108.
2. Дружин А.Е. Влияние изменений климата на структуру популяций патогенов яровой пшеницы в Поволжье // Аграрный вестник Юго-Востока. 2010. № 1 (4). С. 31–35.

Druzhin A.E. Effect of Climate Change on the Structure of Populations of Spring Wheat Pathogens in the Volga Region // Agrarian Reporter of South-East. 2010. № 1 (4). P. 31–35 (in Russian).

3. Сибикеев С.Н., Дружин А.Е. Пребридинговые исследования почти изогенных линий яровой мягкой пшеницы с комбинацией транслокаций от *Agropyron elongatum* (Host) P.B. и *Aegilops ventricosa* Tausch // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. № 3. С. 310–315.

Sibikeev S.N., Druzhin A.E. Prebreeding research of near-isogenic lines of spring bread wheat with a combination of translocations from *Agropyron elongatum* (Host.) P.B. and *Aegilops ventricosa* Tausch // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2015. V. 19 (3). P. 310–315 (in Russian).

4. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. М., 1985. 267 с.

Fedin M.A. Technique of the state sortoispytaniye of crops. General part. M, 1985. 267 p. (in Russian).

5. Койшыбаев М., Шаманин В.П., Моргунов А.И. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням. Анкара: ФАО-СЕК, 2014. 61 с.

Koyshybayev M., Shamanin V.P., Morgunov A.I. Screening of wheat on resistance to the main diseases. Ankara: FAO-SEK, 2014. 61 p. (in Russian).

6. Захаренко В.А., Медведев А.М., Ерохина С.А., Коваленко Е.Д., Добровольская Г.В., Михайлов А.А. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах. М.: Россельхозакадемия, 2000. 88 с.

Zakharenko V.A., Medvedev A.M., Yerokhin S.A., Kovalenko E.D., Dobrovolskaya G.V., Mikhaylov A.A. A technique according to resistance of grades of field cultures to diseases on infectious and provocative backgrounds. M.: Rossel'hozakademiya, 2000. 88 p. (in Russian).

7. Гульяева Е.И., Шайдаюк Е.Л., Казарцев И.А., Аристова М.К. Структура российских популяций гриба *Puccinia triticina* Erik. // Вестник защиты растений. 2015. № 3 (85). С. 5–10.

Gulyaeva E.I., Shaidayuk E.L., Kazartsev I.A., Aristova M.K. Structure of Russian populations of *Puccinia triticina* // Plant Protection News. 2015. № 3(85). P. 5–10 (in Russian).

8. Singh R.P., Huerta-Espino J.H., Jin Y., Herrera-Foessel S., Njau P., Wanyera R., Ward R.W. Current resistance sources and breeding strategies to mitigate Ug99 threat. Proc. of the 11th Intern. Wheat Genet. Symp., Brisbane, QLD, Australia. 2008 URL: <https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/3511/1/O03.pdf> (дата обращения: 17.08.2018).

9. Крупнов В.А., Воронина С.А., Крупнова О.В. Эффекты 7DL-7AG- и 1BL-1RS-транслокаций на урожайность и качество зерна мягкой пшеницы в Поволжье // Вестник ВОГиС. 2009. Т. 13. № 4. С. 751–758.

Krupnov V.A., Voronina S.A., Krupnova O.V. Effects of 7dl-7ag and 1bl-1rs Translocations on Wheat Yield And Grain Quality In The Volga Region // Vestnik VOGiS. 2009. T. 13. № 4. P.751–758 (in Russian).

10. Labuschagne M.T., Pretorius Z.A., Grobbelaar B. The influence of leaf rust resistance genes Lr29, Lr34, Lr35 and Lr37 on bread making quality in wheat // Euphytica. 2002. V. 124. P. 65–70.