

Научная статья
УДК 633.11:631.523.11:632.938.1
doi: 10.28983/asj.y2022i3pp27-32

Изучение нового сорта яровой мягкой пшеницы Квартет в мультилокационной системе КАСИБ

Сергей Николаевич Сибикеев, Александр Евгеньевич Дружин
ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Россия, sibikeev_servey@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения нового сорта яровой мягкой пшеницы Квартет, созданного методом интрогрессивной селекции с использованием комбинации генов *Lr39(=Lr41)* (от *Aegilops tauschii*), *Lr19/Sr25* (транслокация *7DS-7DL-7Ae#1L* от *Agropyrum elongatum*) и *Lr26/Sr31/Yr9/Pm8* (транслокация *1BL-1R#1S* от *Secale cereale*) по хозяйственно полезным признакам. Установлено, что этот сорт имеет хорошую адаптивность и пластичность как в условиях Саратовской области, так и в мультилокационной Казхстано-Сибирской сети (КАСИБ). Сорт не уступал местным сортам-стандартам, а во многих регионах значимо их превосходил по продуктивности зерна. При этом сорт имеет хорошие показатели качества зерна, несмотря на то, что содержит транслокацию *1BL-1R#1S* от *S. cereale*. Установлена комплексная устойчивость сорта к популяциям возбудителя листового ржавчины, как в Нижнем Поволжье, так и в Западной Сибири и Казахстане, а также к большинству местных популяций стеблевой ржавчин, в том числе к патотипам опасной расы *Ug99*. Квартет слабо поражается мучнистой росой. При оценке сорта по системе КАСИБ он давал дифференцированную степень поражения на местные популяции мучнистой росы и имел реакцию от 0 до 3 баллов и степень поражения от 0 до 40 %, но к большинству популяций патогена сорт был устойчив. Оценка нового сорта яровой мягкой пшеницы Квартет по ряду хозяйственно ценных признаков и адаптивности позволила выявить перспективность использования комбинации транслокаций *7DS-7DL-7Ae#1L + 1BL-1R#1S* в сочетании с *Lr39(=Lr41)* от *Aegilops tauschii*. При этом в сорте Квартет наблюдался компенсационный эффект сорта Л 505, снижающий отрицательное влияние *1BL-1R#1S*-транслокации на качество муки и хлеба.

Ключевые слова: мягкая пшеница; сорт Квартет; мультилокационные испытания; *Lr39(=Lr41) + Lr19/Sr25 + Lr26/Sr31/Yr9/Pm8* комбинация генов; адаптивность; качество.

Для цитирования: Сибикеев С. Н., Дружин А. Е. Изучение нового сорта яровой мягкой пшеницы Квартет в мультилокационной системе КАСИБ // Аграрный научный журнал. 2022. № 3. С. 27–32. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i3pp27-32>.

AGRONOMY

Original article

Study of new spring bread wheat cultivar quartet in multi location test according to the KASIB system

Sergey N. Sibikeev, Alexander Ye. Druzhin
Federal Agrarian Scientific Center of the South-East., Saratov, Russia, sibikeev_servey@mail.ru

Abstract. The results of the study of a new spring bread wheat cultivar Quartet, production by introgressive breeding for economically useful traits are presented. This cultivar have a combination genes *Lr39(=Lr41)* (from *Aegilops tauschii*), *Lr19/Sr25* (*7DS-7DL-7Ae#1L* translocation from *Agropyrum elongatum*) and *Lr26/Sr31/Yr9/Pm8* (*1BL-1R#1S* translocation from *S. cereale*) It has been established that this cultivar has good adaptability and plasticity both in the conditions of the Saratov region Russia and when tested according to the KASIB system. This cultivar was not inferior to local cultivar standards, but in many regions significantly exceeded them in grain productivity. At the same time, the cultivar Quartet have the good bread making quality, even though it contains the *1BL-1R#1S* translocation from *S. cereale*. The resistance of the cultivar Quartet to leaf rust populations has been established, both in the Lower Volga region and in Western Siberia and Kazakhstan, as well as to most local stem rust populations, including the dangerous *Ug99* race of this pathogen. Cultivar Quartet was slightly affected by powdery mildew. When evaluating this cultivar according to the KASIB system, it gave a differentiated degree of damage by local powdery mildew populations and had a reaction from 0 to 3 points and a degree of damage from 0% to 40%, but it should be noted that Quartet was resistant to most pathogen populations. Evaluation of a new spring bread wheat cultivar Quartet for a number of agronomic valuable traits and adaptability, revealed the prospects of using a combination of translocations *7DS-7DL-7Ae#1L + 1BL-1R#1S*, in combination with chromatin from *Aegilops tauschii*. At the same time, a compensatory effect of the cultivar *L505* was observed in the Quartet, which reduces the negative impact on the quality of flour and dough of *1BL-1R#1S* translocation.

Keywords: bread wheat; Quartet cultivar; multi-location test; *Lr39(=Lr41) + Lr19/Sr25 + Lr26/Sr31/Yr9/Pm8* genes combination; adaptability; bread making quality.

For citation: Sibikeev S. N., Druzhin A. Ye. Study of new spring bread wheat cultivar quartet in multi location test according to the KASIB system. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(3): 27–32. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i3pp27-32>.

Введение. Глобальное изменение климата и селекционный процесс оказывают огромное влияние на элементы агроценоза многих культур, в том числе и мягкой пшеницы. Меняется не только расовый состав, но и спектр патогенов. Все чаще наблюдаются случаи комплексного поражения растений несколькими заболеваниями, что значимо снижает урожайность и качество зерна. Ежегодные потери урожая пшеницы только от листовых заболеваний составляют 5–15 %, а в период сильных эпифитотий эти потери могут достигать до 50 % и более [5]. Использование химических препаратов для защиты растений имеет свои ограничения, связанные с экологическими и экономическими аспектами. Для решения этой проблемы все активнее используются сорта, созданные методами интрогрессивной селекции, которые сочетают в себе устойчивость к комплексу болезней с хорошей продуктивностью и качеством зерна.

Интрогрессивная селекция базируется на переносе чужеродного генетического материала в генофонд пшеницы от сородичей и имеет свои особенности. Часто перенос чужеродного хроматина происходит большими фрагментами – дополнениями и замещениями хромосом, а также транслокациями, которые несут тесно сцепленные положительные и отрицательные признаки (гены). Например, транслокация *1BL-1R#1S*, перенесенная от ржи посевной в мягкую пшени-





цу, кроме устойчивости к ряду заболеваний (гены устойчивости *Lr26/Sr31/Yr9/Pm8*), оказывает положительное влияние на адаптивность к условиям внешней среды, урожайность и содержание белка в зерне [2, 13], но в ряде случаев отрицательно влияет на хлебопекарные качества [10]. Поэтому одной из основных задач, стоящих перед интрогрессивной селекцией, считается способность генотипа-реципиента компенсировать отсутствие части пшеничных генов и нивелировать отрицательные проявления чужеродного материала в генотипе пшеницы.

С этой целью в лаборатории генетики и цитологии ФАНЦ Юго-Востока, проводится работа по поиску генотипов – реципиентов, способных компенсировать отсутствие части пшеничного генома и снижать отрицательный эффект от присутствия чужеродного хроматина.

Пребридинговые исследования выявили способность сорта Л505 компенсировать отрицательное влияние чужеродного генетического материала, в частности транслокации *1BL-1R#1S* на хлебопекарные качества [7]. Основываясь на полученных данных, был создан ряд линий на базе этого сорта, среди которых оказалась линия Л375, впоследствии ставшая сортом Квартет. Молекулярно-генетическим анализом в комплексе с фитопатологической оценкой установлено, что этот сорт несет ген *Lr39(Lr=41)* от *Ae. tauschii*, комбинацию транслокаций *7DS.7DL-7Ae#1L* от *Agr. elongatum* и *1BL-1R#1S* от *S. cereale* [3].

Целью исследований было изучение на основе сорта Квартет влияния комбинации генов *Lr39(=Lr41)*, *Lr19/Sr25* и *Lr26/Sr31/Yr9/Pm8* на хозяйственно полезные признаки, в том числе на устойчивость к ряду заболеваний, пластичность и адаптивность в мультилокационной Казахстано-Сибирской сети (КАСИБ).

Методика исследований. Исследования по системе КАСИБ проводили с 2019 по 2020 г., вегетационные периоды которых различались по температурным и водным режимам. Испытания сортов были проведены в различных почвенно-климатических условиях Казахстана и России: Актюбинской СХОС Актюбинской области (Казахстан), Восточно-Казахстанского научно-исследовательского института сельского хозяйства Восточно-Казахстанской области, Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства Алма-Атинской области, Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции Костанайской области (Казахстан), Карагандинского научно-исследовательского института растениеводства и селекции Карагандинской области (Казахстан), Научно-исследовательского института проблем биологической безопасности Жамбылской области (Казахстан), Научно-производственного центра зернового хозяйства им. А.И. Бараева Акмолинской области (Казахстан), Павлодарского научно-исследовательского института сельского хозяйства Павлодарской области (Казахстан), Алтайского НИИСХ (г. Барнаул, Россия), Всероссийского НИИ фитопатологии (г. Москва, Россия) ЗАО «Кургансемена» (г. Курган, Россия), Курганского НИИСХ (г. Курган, Россия), Самарского НИИСХ (п. Безенчук Самарской области, Россия), ФАНЦ Юго-Востока (г. Саратов, Россия), Омского государственного аграрного университета (г. Омск, Россия), Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции (г. Новосибирск, Россия), Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства (г. Омск, Россия), Челябинского НИИСХ (г. Челябинск, Россия), Государственного аграрного университета Северного Зауралья (г. Тюмень, Россия), Кенийской организации сельского хозяйства и животноводства (KALRO) Njoro (г. Нджоро, Кения).

Материалом исследований служили 52 сорта яровой мягкой пшеницы, созданных в различных учреждениях России и Казахстана, в том числе сорт Квартет (селекционное название Л375), полученный из комбинации Л505/3/CROC/*Aegilops squarrosa* (205) //WEAVER/4/Л505/5/Л505. В качестве стандартов были взяты сорта Памяти Азиева (стандарт по Республике Казахстан) и Омская 35 (стандарт по Западной Сибири, Россия).

Материал высевали в оптимальные сроки в 4-рядковые делянки, в 3-кратной повторности, рендомизированно сеялкой ССФК-8. Расстояние между рядками – 15 см. Площадь делянок – 3 м². Норма высева – 400 семян/м². Все полученные данные подвергали дисперсионному анализу и множественному сравнению по критерию Дункана, в ряде случаев применяли метод неорганизованных повторений, используя пакет программ Agros-2.10. Полевые наблюдения, учеты и оценки проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [8].

На устойчивость к возбудителям листовой ржавчины (*Puccinia triticina* Eriks) и стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. et Henn.) сорта оценивали на естественном инфекционном фоне в поле по международной шкале CIMMYT [6], а к мучнистой росе (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *tritici* Marchal.) по общепринятой методике [4].

Оценку сортов на устойчивость к возбудителям желтой и стеблевой ржавчины, включая патотипы расы Ug99, проводили в инфекционном питомнике KARI в Njoro, Кения в 2019 г.

Результаты исследований. Устойчивость к заболеваниям. Изучение сорта Квартет по системе КАСИБ в условиях Западной Сибири, Урала, Поволжья и Казахстана включало в себя и оценку сортообразцов на устойчивость к ряду заболеваний. В частности, сортообразцы были оценены на устойчивость к популяциям листовой ржавчины (*Puccinia triticina* Eriks.) разных эколого-географических зон (табл. 1). Известно, что эти популяции различаются по генам вирулентности и динамичности [1]. Сорт Квартет оказался устойчивым к популяциям листовой ржавчины во всех пунктах, где проводилась оценка на этот патоген, в то время как межстанционные сорта-стандарты Памяти Азиева и Омская 35 оказались восприимчивы к данному патогену. Идентификация генов устойчивости к листовой ржавчине выявила у сорта Квартет наличие комбинации генов *Lr39(Lr=41)* от *Ae. tauschii*, *Lr19* от *Agr. elongatum* и *Lr26* от *S. cereale* [3], которая обуславливает высокую эффективность против патогена на большой территории от Поволжья до Западной Сибири и Казахстана.

Оценка сорта Квартет на устойчивость к возбудителю стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Eriks. et Henn.) по системе КАСИБ показала, что он имел степень резистентности от R до 30MR в зависимости от популяции патогена. Такой тип устойчивости обусловлен комбинацией *Sr25+Sr31* [9]. Изучение сорта Квартет на фитопитомнике в Njoro KARI (Кения) в 2019 г. показало эффективность данной комбинации *Sr*-генов против наборов патотипа расы

Ug99 по сравнению с сортами-стандартами Омская 35 и Память Азиева (см. табл.1). Кроме того, было установлено, что сорт Квартет устойчив (тип реакции 5R) и к популяции желтой ржавчины (*Puccinia striiformis* West.).

Сорт Квартет проявил дифференцированную устойчивость к мучнистой росе (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. tritici Marchal) от 0 до 3 баллов, степень поражения – от 0 до 40 %, в зависимости от популяции патогена, но в большинстве случаев он был более устойчив к заболеванию, чем сорта-стандарты.

Элементы продуктивности и урожайность. Проведенные ранее пребридинговые исследования нового сорта Квартет (селекционная линия Л375) в условиях Саратова показали, что у него период «всходы – колошение» был значимо короче по сравнению с сортом-стандартом Фаворит в среднем за годы изучения на 2 суток. Сорт Квартет значимо ниже, чем стандарт, по высоте растений, но при этом по устойчивости к полеганию был на уровне сорта-стандарта. Установлено, что по массе 1000 зерен сорт Квартет значимо превосходит сорт Фаворит. По продуктивности он значимо превосходит сорт-стандарт в засушливые годы, не значимо – в благоприятные [3].

Оценка сорта Квартет по системе КАСИБ показала, что у него период «всходы – колошение» был короче по сравнению с сортом Омская 35 в среднем за годы изучения на 2 суток и на 1 сутки длиннее, чем у сорта Памяти Азиева. В то же время период «всходы – созревание» у сорта Квартет короче по сравнению с сортом Омская 35 в среднем на 2 суток и на 2 суток длиннее, чем у сорта Памяти Азиева. По этим показателям Квартет находился в группе скороспелых сортов. По высоте растений сорт Квартет был ниже, чем сорта-стандарты. По этому показателю он является одним из самых низкорослых среди изучаемых сортов, приближается к идеальному сорту (табл. 2).

По структуре продуктивности колоса сорт Квартет превосходил сорт Памяти Азиева по длине колоса, но был на уровне сорта Омская 35 (7,0; 5,4 и 7,3 см соответственно, НСР₀₅ = 0,4). По количеству колосков в колосе он зна-

Таблица 1

Оценка сортов яровой мягкой пшеницы на устойчивость к болезням (КАСИБ, 2019–2020 гг.)

Сорт	Пункт изучения										
	Актюбинская СХОС	НИИПБ	Самарский НИИСХ	НИИСХ Юго-Востока	ОМ ГАУ	Сибирский НИИСХ	Сибирский НИИРС	Челябинский НИИСХ	Оренбургский НИИСХ	ВЗР	КАРИ (Кения)
Реакция на возбудителя листовой ржавчины (<i>Puccinia triticina</i>)											
Памяти Азиева	–	30MS	0	3/15	10MR	100	60	30S	0	–	–
Омская 35	10	50MS	0	3/5	80S	70	60	40S	0	–	–
Квартет	0	0	0	0	5MR	0	0	0	0	0	–
Реакция на возбудителя стеблевой ржавчины (<i>Puccinia graminis</i>)											
Памяти Азиева	–	30MR	25	3/15	90S	100	–	10S	–	–	15MS
Омская 35	–	30S	10	3/15	90S	90	–	10S	–	–	30M
Квартет	–	30MR	0	е.п.	10MR	5	–	0	–	–	5R
Реакция на возбудителя мучнистой росы (<i>Blumeria graminis</i>)											
Памяти Азиева	–	–	15	е.п.	3	25	5/60	10	0	–	–
Омская 35	–	–	10	3/3	3	40	3/50	1	0	–	–
Квартет	–	–	0	0	3	15	1/40	0	0	–	–

Таблица 2

Периоды вегетации и высота растений у сортов яровой мягкой пшеницы (КАСИБ, 2019–2020 гг.)

Сорт	Актюбинская СХОС	НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева	Карабалыкская СХОС	Карагандинская СХОС	НИИ ПББ	Павлодарский НИИСХ	Алтайский НИИСХ	Курганский НИИСХ	Кургансемена	НИИСХ Ю-В	Самарский НИИСХ	Омский ГАУ	Сибирский НИИРС	Омский АНЦ	Челябинский НИИСХ	ГАУ Северного Зауралья	Оренбургский НИИСХ	Среднее	Ранг
	Период «всходы – колошение», сут.																		
Памяти Азиева	–	43	41	47	42	39	40	41	44	48	39	41	39	42	43	39	38	41	49
Омская 35	50	46	44	45	42	42	43	44	45	50	41	43	44	45	45	42	42	44	24
Квартет	43	46	43	47	42	43	40	44	44	48	39	41	41	45	42	39	38	42	42
НСР ₀₅																		1,2	
Период «всходы – созревание», сут.																			
Памяти Азиева	–	90	74	86	86	80	77	–	76	–	65	79	78	77	80	85	81	79	48
Омская 35	86	90	78	83	87	88	84	–	77	–	74	81	85	82	82	89	86	83	15
Квартет	76	90	79	85	87	86	81	–	78	–	70	79	82	86	82	86	81	81	25
НСР ₀₅																		1,3	
Высота растений, см																			
Памяти Азиева	–	–	82	65	81	75	–	70	78	90	90	97	–	110	70	94	52	82	7
Омская 35	49	–	73	62	73	81	–	76	70	86	76	91	–	113	60	98	66	74	48
Квартет	43	–	66	65	72	80	–	75	75	82	76	87	–	98	58	98	56	71	50
НСР ₀₅																		4,5	



чимо уступал сорту Памяти Азиева и был на уровне сорта Омская 35 (12; 15 и 13 шт. соответственно, $HCP_{05} = 2,5$). По числу зерен в колосе сорта практически не различались, в среднем за годы изучения этот показатель у каждого сорта составил 26 шт. По массе зерна с колоса сорт Квартет не значимо уступал сорту Памяти Азиева, но значимо превзошел сорт Омская 35 (0,94; 1,11 и 0,70 соответственно, $HCP_{05} = 0,22$). Сорт Квартет по числу зерен в колосе и массе зерна с колоса входил в десятку лучших среди исследуемых сортов.

Изучение продуктивности зерна сорта Квартет в условиях Саратова показало, что он превосходит сорт-стандарт Фаворит и имеет хорошую адаптивность как в острозасушливые годы, так и в годы с оптимальным гидротермическим показателем, при эпифитотиях фитопатогенов (табл. 3).

Сорт Квартет подтвердил свою адаптивность и при мультилокационном испытании по системе КАСИБ (6 точек в Казахстане и 11 точек в Западной Сибири, Уральском регионе, Среднем и Нижнем Поволжье). В среднем за 2 года изучения (2019–2020) урожайность зерна у сорта Квартет составила 2600 кг/га, а прибавка к межстанционным стандартам Памяти Азиева и Омская 35 составила 180 и 200 кг/га соответственно. Наибольшая прибавка к обоим стандартам была отмечена в ЗАО «Кургансемена, НИИСХ «Юго-Востока», Омском ГАУ, Омском АНЦ и ГАУ Северного Зауралья. При этом масса 1000 зерен у сорта Квартет была на уровне сортов-стандартов, но натура зерна значимо выше, и по этому показателю сорт входил в десятку лучших (табл. 4).

Показатели качества зерна. Качество муки и хлеба является важным признаком при оценке сортов мягкой пшеницы. Особенно это относится к интрогрессивным сортам. Известно, что многие транслокации, переносимые в генофонд мягкой пшеницы, помимо положительных качеств приносят и отрицательные. У сорта Квартет имеется транслокация *1BL·1R#1S* от *S. cereale*, которая, как известно, может негативно влиять на хлебопекарные качества [10, 11, 12]. Однако благодаря компенсационным эффектам, которыми обладает сорт Л505 (несет транслокацию *7DS·7DL-7Ae#1L* от *Agr. elongatum*) [7], генетического материала от *Ae. tauschii* (205) и мексиканскому сорту твердой пшеницы *Croc 1*, у сорта Квартет произошло нивелирование отрицательного влияния транслокации *1BL·1R#1S* на хлебопекарные качества.

Оценка физических свойств муки и хлебопекарных показателей сортов Квартет и сорта-стандарта Фаворит, проведенная в ФАНЦ «Юго-Востока» (г. Саратов), показала, что у сорта Квартет значимо выше содержание клейковины. По показателям стекловидности зерна, крепости клейковины по ИДК-3 сорта Квартет и Фаворит между собой значимо не различались. По содержанию белка сорт Квартет значимо превысил сорт Фаворит. Показатель SDS у сорта Квартет был значимо ниже, чем у стандарта. Не было выявлено различий между сортом Квартет и сортом Фаворит по показателю валориметра, объему хлеба (V), отношению упругости теста к растяжимости (P/L) и пористости мякиша. По показателям упругость теста (P) и сила муки (W) сорт Квартет значимо превзошел сорт Фаворит (табл. 5).

Оценка показателей качества зерна у сорта Квартет по системе КАСИБ была проведена, к сожалению, не во всех точках испытания, что не позволяет дать более объективную оценку. Тем не менее, информация, которая была получена, указывает на то, что сорт имеет в целом хорошие показатели качества зерна. Более того, по некоторым показателям, таким как количество клейковины, Квартет входит в группу лидеров (см. табл. 5).

Заключение. С помощью молекулярно-генетических, цитогенетических и фитопатологических методов был создан сорт яровой мягкой пшеницы Квартет, который несет хроматин от *Ae. tauschii*, *Agr. elongatum*, *S. cereale* и *T. durum*. Этот интрогрессивный генетический материал обуславливает высокую устойчивость сорта к комплексу болезней. Благодаря комбинации генов *Lr39(=Lr41)* (от *Ae. tauschii*), *Lr19/Sr25* (транслокация *7DS-7DL-7Ae#1L* от *Agr. elongatum*) и *Lr26/Sr31/Yr9/Pm8* (транслокация *1BL·1R#1S* от *S. cereale*) сорт Квартет устойчив как к саратовской высоковирулентной популяции возбудителя листовой ржавчины, так и ко многим популяциям патогена в Казахстане и Западной Сибири. Выявлено, что этот сорт устойчив против популяций возбудителя стеблевой ржавчины во многих регионах России, а также имел степень резистентности от R до 30MR к опасной расе Ug99 *P. graminis*. По оценке в системе КАСИБ сорт отличался дифференцированной реакцией на местные популяции мучнистой росы и имел реакцию от 0 до 3 баллов и степень поражения от 0 до 40 %, однако к большинству популяций патогена сорт устойчив.

Сорт Квартет имеет оптимальную высоту растений, обладает хорошей адаптивностью и пластичностью, как в условиях Саратовской области, так и при мультилокационном испытании по системе КАСИБ. Во многих точках испытания он значимо превосходил сорта-стандарты по продуктивности зерна и имел хорошие показатели качества зерна.

Исследования нового сорта яровой мягкой пшеницы Квартет, созданного методом интрогрессивной селекции, позволили выявить перспективность использования комбинации транслокаций *7DS-7DL-7Ae#1L + 1BL·1R#1S* в сочетании с хроматином от *Aegilops tauschii*. При этом в сорте Квартет наблюдался компенсационный эффект сорта Л 505, снижающий отрицательное влияние *1BL·1R#1S*-транслокации на качество муки и хлеба. Таким образом, интрогрессивная селекция позволяет создавать сорта, сочетающие высокую продуктивность и качество зерна с устойчивостью к комплексу патогенов.

Таблица 3

Продуктивность яровой мягкой пшеницы за 2017–2021 гг. (г. Саратов)

Сорт	Год					Среднее
	2017	2018	2019	2020	2021	
	Урожайность, кг/га					
Фаворит	5093	895	1013	2750	487	2047,6
Квартет	5063	1132	1268	3297	1056	2361,2
HCP	520,58	171,6	195,12	214,7	298,8	305,7
F*	7,51	11,79	3,03	21,66	3,22	8,11

Показатели продуктивности зерна яровой мягкой пшеницы (КАСИБ 2019–2020 гг.)

Сорт	Актюбинская СХОС	НПЗ ЭХ им. А.И. Бараева	Карабалыкская СХОС	Карагандинская СХОС	НИИ ПТВ	Павлодарский НИИ СХ	Алтайский НИИ СХ	Курганский НИИ СХ	Кургансемена	НИИ СХ Ю-В	Самарский НИИ СХ	Омский ГАУ	Сибирский НИИРС	Омский АНЦ	Челябинский НИИ СХ	ГАУ Северного Зауралья	Оренбургский НИИ СХ	Среднее	Ранг
Памяти Азиева	–	36,1	33,2	36,3	–	34,8	33,9	35,5	29,7	34,9	32,1	50,0	40,9	–	34,1	38,2	–	36,1	22
	27,1	38,6	36,1	35,4	–	34,3	37,7	35,5	33,7	35,0	32,0	54,4	38,0	–	38,7	37,3	–	36,7	16
	31,9	32,9	33,2	34,0	–	32,5	36,9	36,0	32,1	38,5	32,6	44,6	39,1	–	37,4	35,5	–	35,5	27
	НСР ₀₅	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,1
Памяти Азиева	–	771	722	752	–	752	722	744	682	779	723	–	778	–	721	750	–	740	32
	–	775	722	738	–	752	702	736	696	765	713	–	770	–	684	755	–	734	41
	–	778	728	744	–	793	733	754	728	785	746	–	792	–	740	759	–	756	7
	НСР ₀₅	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Памяти Азиева	–	24,3	24,4	18,5	–	15,1	36,4	17,8	19,2	26,2	18,9	45,5	34,5	22,2	21,1	46,8	9,7	24,2	21
	10,5	19,7	22,6	19,9	–	17,5	41,9	20,2	26,4	25,2	21,1	47,7	30,9	27,1	20,0	42,3	7,5	24,0	27
	10,9	14,4	25,5	20,6	–	13,5	41,4	18,5	31,5	35,3	16,2	49,2	31,8	42,5	25,2	49,6	8,0	26,0	10
	НСР ₀₅	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,33

Таблица 5

Показатели качества муки и хлеба у сортов яровой мягкой пшеницы в среднем по системе КАСИБ (2019–2020 гг.) и ФАНЦ «Юго-Востока», г. Саратов (2017–2021 гг.)

Сорт	Стекловидность зерна, %	Клейковина		Содержание белка, %	SDS
		%	ИДК-3		
КАСИБ (2019–2020 гг.)					
Памяти Азиева St	51	30,8	68	15,5	62
Омская 35 St	49	29,6	73	14,6	62
Квартет	52	31,8	77	14,7	56
ФАНЦ «Юго-Востока» (2017–2021 гг.)					
Фаворит St	85	36,58	73	16,5	60
Квартет	85	42,09	76	17,5	56
ФАНЦ «Юго-Востока» (2017–2021 гг.)					
Валориметрическая оценка, е.вал.		Объем хлеба, см ³ (V)		Сила муки, е.а. (W)	
Фаворит St	81	780,00	74,01 а	P/L	183,00 а
Л1375	81	770,67	106,68 b	1,30	269,33 b
F	–	1,574	9,632	1,42	17,416
НСР	–	NS	25,784	0,974	65,586

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гультяева Е. И., Шайдаюк Е. Л., Казарцев И. А., Аристова М. К. Структура российских популяций гриба *Puccinia triticina* Erikss // Вестник защиты растений. 2015. 3(85). С. 5–10.
2. Дружин А. Е., Сибикеев С. Н., Крупнов В. А., Воронина С. А. Создание сортов яровой мягкой пшеницы с устойчивостью к комплексу патогенов методом интрогрессивной селекции // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 1. С. 22–24.
3. Изучение хозяйственно ценных и адаптивных признаков у линий яровой мягкой пшеницы, созданных с участием синтетических форм пшеницы / А. Е. Дружин [и др.] // Аграрный вестник Юго-Востока. 2019. № 3. С. 7–10.
4. Захаренко В. А. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах. М.: Россельхозакадемия, 2000. 88 с.
5. Коломиец Т. М., Панкратова Л. Ф., Пахолкова Е. В. Сорты пшеницы (*Triticum* L.) из коллекции GRIN (США) для использования в селекции на длительную устойчивость к септориозу // Сельскохозяйственная биология. 2017. № 52(3). С. 561–569.
6. Койшыбаев М., Шаманин В. П., Моргунов А. И. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням. Анкара: ФАО-СЕК. 2014. 61 с.
7. Сибикеев С. Н., Дружин А. Е., Андреева Л. В. Изучение эффектов снижения отрицательного влияния 1BL-1RS-транслокации на качество муки и хлеба у линий яровой мягкой пшеницы // Аграрный научный журнал. 2021. № 6. С. 27–33.
8. Федин М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. М., 1985. 267 с.
9. Baranova O. A., Sibikeev S. N., Druzhin A. E. Identification of the stem rust re-sistance genes in the introgression lines of spring bread wheat using molecular markers // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019. Vol. 23(3). P. 296–303.
10. Chromosome composition of wheat-rye lines and the influence of rye chromosomes on disease resistance and agronomic traits / E. V. Chumanova et al. // Rus. J. Genet. 2014. Vol. 50 (11). P. 1169–1178. DOI 10.7868/S0016675814110034.
11. Lee J. H., Graybosch R. A., Peterson C. J. Quality and biochemical effects of a 1RS.1BL wheat-rye translocation in wheat // Theor. Appl. Genet. 1995, Vol. 90. P. 105–112. DOI 10.1007/BF00221002.
12. Monneveux P., Reynolds M. P., Zaharieva M., Mujeeb-Kazi A. Effect of T1BL.1RS chromosome translocation on bread wheat grain yield and physiological related traits in warm environment // Cereal Res. Commun. 2003. Vol. 31. P. 371–378.
13. Genetic diversity of wheat-rye 1BL.1RS translocation lines derived from different wheat and rye sources / T. H. Ren et al. // Euphytica. 2012. Vol. 183. P. 133–146.

REFERENCES

1. Gulytaeva E. I., Shaidayuk E. L., Kazartsev I. A., Aristova M. K. Structure of Russian populations of *Puccinia triticina*. *Plant Protection News*. 2015;3(85):5–10. (In Russ.).
2. Druzhin A. E., Sibikeev S. N., Krupnov V. A., Voronina S. A. Creation of spring common wheat and resistant to a complex pathogen by introgressive selection. *Achievements of science and technology of agriculture*. 2011;(1):22–24. (In Russ.).
3. Study of agronomic valuable and adaptive traits in spring bread wheat lines produced with the participation of synthetic forms of wheat / A. E. Druzhin et al. *Agrarian Reporter of South-East*. 2019;(3):7–10. (In Russ.).
4. Zakharenko V. A. Methodology for assessing the resistance of varieties of field crops to diseases on infectious and provocative backgrounds. Moscow: Russian Agricultural Academy; 2000. 88 p. (In Russ.).
5. Kolomiets T. M., Pankratova L. F., Pakholkova E. V. Wheat varieties (*Triticum* L.) from the GRIN collection (USA) for use in breeding for long-term resistance to septoria. *Agricultural Biology*. 2017;52(3):561–569. (In Russ.).
6. Koishybaev M., Shamanin V. P., Morgunov A. I. Wheat screening for resistance to major diseases. Ankara - FAO-SEC.; 2014. 61 p. (In Russ.).
7. Sibikeev S. N., Druzhin A. E., Andreeva L. V. The study of the effects of reducing the negative influence of 1bl-1rs translocation on the bread making quality in spring bread wheat lines. *The Agrarian scientific journal*. 2021;(6):27–33. (In Russ.).
8. Fedin M. A. Methodology of state variety testing of agricultural crops. The general part. Moscow; 1985. 267 p. (In Russ.).
9. Baranova O. A., Sibikeev S. N., Druzhin A. E. Identification of the stem rust re-sistance genes in the introgression lines of spring bread wheat using molecular markers. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(3):296–303.
10. Chromosome composition of wheat-rye lines and the influence of rye chromosomes on disease resistance and agronomic traits / E. V. Chumanova et al. *Rus. J. Genet*. 2014;50(11):1169–1178. DOI 10.7868/S0016675814110034.
11. Lee J. H., Graybosch R. A., Peterson C. J. Quality and biochemical effects of a 1RS.1BL wheat-rye translocation in wheat. *Theor. Appl. Genet*. 1995;(90):105–112. DOI 10.1007/BF00221002.
12. Monneveux P., Reynolds M. P., Zaharieva M., Mujeeb-Kazi A. Effect of T1BL.1RS chromosome translocation on bread wheat grain yield and physiological related traits in warm environment. *Cereal Res. Commun*. 2003;(31):371–378.
13. Genetic diversity of wheat-rye 1BL.1RS translocation lines derived from different wheat and rye sources / T. H. Ren et al. *Euphytica*. 2012;(183):133–146.

Статья поступила в редакцию 21.01.2022; одобрена после рецензирования 27.01.2022; принята к публикации 2.02.2022.

The article was submitted 21.01.2022; approved after reviewing 27.01.2022; accepted for publication 2.02.2022.

