

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.1.46-57>  
УДК 631.527:633.11«321»:632.4



## Перспективный сорт пшеницы мягкой яровой Семеновна – результат международного сотрудничества

© 2023. И. А. Белан<sup>1</sup>, Е. Н. Федоренко<sup>2</sup>, Л. П. Россеева<sup>1</sup>, М. Е. Мухордова<sup>1</sup>✉, Е. Ю. Игнатьева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Российская Федерация,

<sup>2</sup>ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция»,

Северо-Казахстанская обл., с. Шагалалы, Республика Казахстан

*Исследование направлено на изучение хозяйственно ценных признаков и генетического контроля устойчивости к листовым болезням, фотопериодической реакции и короткостебельности сорта пшеницы мягкой яровой Семеновна, созданного учеными Омского аграрного научного центра (Россия) и Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции (Казахстан). С использованием методов государственного сортоиспытания, молекулярно-генетических и *in vitro* описаны морфологические признаки нового сорта, особенности его развития, проанализирован уровень урожайности в разных экологических точках испытаний за три года (2015-2017). Исследования, проведенные в двух экологических точках, позволили отобрать среднеспелую перспективную линию пшеницы мягкой яровой (*Lutescens* 354/04-6), которая передана в Государственную регистрационную службу Республики Казахстан под названием Семеновна (патент № 1023). По показателям качества зерна она была на уровне ценной пшеницы, превосходила стандарт по содержанию белка на 1-2 % и сырой клейковины на 3-4 %. Новый среднеспелый сорт Семеновна сочетает повышенную урожайность (2,73-4,40 т/га) с устойчивостью к засухе (индекс устойчивости  $I_r = 0,57$ ), бурой и стеблевой ржавчине ( $I_U = 0,00-0,23$ ). Генотип сорта содержит пшенично-ржаную транслокацию 1RS.1BL (с кластером генов *Lr26/Sr31/Pm8/Yr9*). Среднестебельный сорт несет в своем генотипе аллель *Rht8b* (174 п.н.) и светочувствителен к продолжительности дня (аллель 414 п.н.). Определены параметры экологической пластичности нового сорта: коэффициент линейной регрессии ( $b_i = 1,08$ ), показатель стабильности ( $\sigma^2 = 0,27$ ).*

**Ключевые слова:** селекция, урожайность, качество, устойчивость к заболеваниям, засуха, ПЦР-анализ

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (тема № FNUN-2022-0026).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Белан И. А., Федоренко Е. Н., Россеева Л. П., Мухордова М. Е., Игнатьева Е. Ю. Перспективный сорт пшеницы мягкой яровой Семеновна – результат международного сотрудничества. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(1):46-57. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.1.46-57>

Поступила: 20.10.2022

Принята к публикации: 19.01.2023

Опубликована онлайн: 27.02.2023

## The perspective soft spring wheat variety Semenovna is the result of international cooperation

© 2023. Igor A. Belan<sup>1</sup>, Elena N. Fedorenko<sup>2</sup>, Ludmila P. Rosseeva<sup>1</sup>, Maria E. Mukhordova✉, Elena Yu. Ignatieva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russian Federation,

<sup>2</sup>"North Kazakhstan Agricultural Experimental Station", North Kazakhstan region, Shagalaly village, Republic of Kazakhstan

*The research is aimed at studying economically valuable traits and genetic control of resistance to leaf-stem diseases, photoperiodic reaction and short stemming of soft spring wheat variety Semenovna, created by scientists of the Omsk Agrarian Scientific Center (Russia) and the North Kazakhstan Agricultural Experimental Station (Kazakhstan). Using methods of state variety testing, molecular genetics and *in vitro* methods, morphological features of a new variety, features of its development have been described, the yield level at different ecological test points for three years (2015-2017) has been analyzed. The studies conducted at two ecological points made it possible to select a medium-sized promising line of soft spring wheat (*Lutescens* 354/04-6), which was transferred to the State Registration Service of the Republic of Kazakhstan and after two years of testing was included into the State Register of the Republic of Kazakhstan under the name Semenovna (patent No. 1023). In terms of grain quality, it was at the level of valuable wheat, exceeded the standard in protein content by 1-2 % and raw gluten by 3-4 %. The new medium-ripe Semenovna variety combines increased yield (2.73-4.40 t/ha) with resistance to drought (resistance index  $I_r = 0.57$ ), brown and stem rust ( $I_U = 0.00-0.23$ ). The genotype of the variety contains wheat-rye translocation 1RS.1BL (with a cluster of *Lr26/Sr31/Pm8/Yr9* genes). The medium-stem variety carries the *Rht8b* allele in its genotype (174 bp).*

and is photosensitive to the length of the day (allele 414 bp). The parameters of ecological plasticity of the new variety are determined: linear regression coefficient ( $b_i = 1.08$ ), stability index ( $\sigma^2 = 0.27$ ).

**Keywords:** breeding, yield, quality, disease resistance, drought, PCR analysis

**Acknowledgements:** the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Omsk Agrarian Scientific Center (theme No. FNUN-2022-0026).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

**Conflict of interest:** the authors stated no conflict of interest.

**For citations:** Belan I. A., Fedorenko E. N., Rosseeva L. P., Muhordova M. E., Ignatieva E. Yu. The perspective soft spring wheat variety Semenovna is the result of international cooperation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(1):46-57. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.1.46-57>

Received: 20.10.2022

Accepted for publication: 19.01.2023

Published online: 27.02.2023

Общемировые посевы пшеницы достигают 215-230 млн га, в России – 23-25 млн га, в Казахстане – только пшеницы мягкой яровой свыше 11 млн га<sup>1</sup>. Её широкое распространение обусловлено высокой пластичностью, урожайностью, а также ценными питательными свойствами продуктов переработки зерна, их хорошей усвояемостью. Основные регионы возделывания пшеницы мягкой яровой в России – Поволжье, Урал, Западная и Восточная Сибирь, в Казахстане – Акмолинская, Костанайская, Павлодарская и Северо-Казахстанская области.

Сортовые ресурсы пшеницы мягкой яровой существенно пополняются благодаря успехам селекционеров России и Казахстана. Более 40 лет в северных областях Казахстана возделываются сорта лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» (ФГБНУ «Омский АНЦ»). Площадь посева под этими сортами в 2012 г. составляла свыше 3,9 млн га, в 2021 г. – 2,9 млн га. (28 % общей площади посева в этих областях). Максимальную площадь посева занимает среднеранний сорт Омская 36 (1 475 019 га). Более 100 тыс. га занимают сорта Памяти Азиева (139682 га), Омская 35 (168 947 га), Омская 38 (182 689 га), Боевчанка (186 864 га), Уралосибирская 2 (199 533 га) и Омская 18 (275 086 га) [1].

Особую актуальность для зон возделывания пшеницы мягкой яровой в Западной Сибири и Северном Казахстане имеют сорта с высоким потенциалом продуктивности, устойчивые к грибным патогенам, полеганию, с повышенной засухоустойчивостью и более коротким вегетационным периодом [2]. В связи с этим перед селекционерами стоит традиционная задача создания сортов, обладающих

устойчивостью к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды [3, 4, 5].

**Цель исследований** – оценка сорта пшеницы мягкой яровой Семеновна, созданного в результате международного сотрудничества, по основным хозяйственно ценным признакам и устойчивости к стрессовым факторам среды в разных экологических пунктах испытаний.

**Научная новизна** заключается в создании нового среднеспелого сорта Семеновна для почвенно-климатических условий Западно-Сибирского региона России и Республики Казахстан, обладающего повышенной продуктивностью и улучшенными показателями качества зерна, сочетающего урожайность с устойчивостью к засухе, бурой и стеблевой ржавчинам, представляющего интерес как для сельхозтоваропроизводителей, так и селекционеров в качестве генисточника устойчивости к листовостебельным заболеваниям, среднестебельности и фоточувствительности к длине дня.

**Материал и методы.** Изучение селекционной линии Лютесценс 354/04-6 (сорт Семеновна) в течение трех лет (2015-2017 гг.) проводили в питомниках конкурсного испытания (КСИ) в ФГБНУ «Омский АНЦ» и предварительного сортоиспытания (ПСИ) в ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция» (ТОО «СК СХОС») по Методике государственного сортоиспытания<sup>2</sup>.

Опытные поля ФГБНУ «Омский АНЦ» находятся в южной лесостепи Омской области, климат которой обеспечивает благоприятный по теплообеспеченности вегетационный период продолжительностью от 125 до 130 суток, в большинстве лет недостаточный по увлажнению (в среднем 206 мм осадков). Количество лет с засухой составляет около 30 %.

<sup>1</sup>Страны лидеры в мире по производству и экспорту пшеницы. [Электронный ресурс].

URL: <https://tyulyagin.ru/ratings/strany-lidery-v-mire-po-proizvodstvu-i-eksportu-pshenicy.html> (дата обращения: 21.09.2022).

<sup>2</sup>Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. М., 2019. 329 с.

Почва опытного участка лугово-черноземная среднемогучая среднегумусовая тяжелосуглинистая,  $pH_{\text{сол}} = 6,5$ . Содержание в слое 0-40 см: нитратного азота – 12,5 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 135 мг/кг почвы.

Поля ТОО «СК СХОС» расположены в степной зоне Северо-Казахстанской области. Климат зоны засушливый, среднеобеспеченный теплом. За вегетационный период продолжительностью 136-137 суток количество осадков в среднем составляет 192 мм. Почва опытного участка – обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый чернозем с нейтральной и слабощелочной реакцией ( $pH_{\text{водн.}} = 7,8-8,1$ ), содержание гумуса 4,5-5,0 %, нитратного азота (по методу Грандваль-Ляжу) в слое 0-40 см – 16,6 мг/кг почвы, подвижного фосфора (по методу Б. П. Мачигина) в слое 0-20 см – 10,0 мг/кг почвы.

Питомники КСИ лаборатории селекции яровой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ» закладывали по паровому полю (12-15 мая) сеялкой ССФК-7 М, норма высева 5,5 млн всхожих семян на гектар, повторность 4-кратная. При уборке урожая использовали малогабаритный комбайн «ХЕГЕ-125». Стандартами служили два сорта – среднеранний Памяти Азиева и среднеспелый Дуэт.

Посев питомника ПСИ в ТОО «СК СХОС» проводили 25-27 мая сеялкой СЗС-2,1. Норма высева 3,5 млн всхожих семян на гектар, повторность 3-кратная, площадь учетных делянок 50 м<sup>2</sup> (2 x 25 м). Уборку осуществляли отдельным комбайнированием «Сампо-500». Новые линии ячменя сравнивали с двумя сортами-стандартами – среднеранним Астана и среднепоздним Омская 35.

Учеты листостебельных патогенов проводили как в полевых условиях в динамике (5-7 раз через 6-8 суток с начала проявления заболеваний до восковой спелости), так и в лабораторных при выращивании растений в вегетационно-климатических шкафах «Биотрон 4» и «Биотрон 8». Для сортообразцов,

задерживающих развитие патогенов, рассчитывали площадь под кривой развития заболеваний (ПКРБ) и индекс устойчивости (ИУ)<sup>3</sup>. Оценка экологической пластичности нового сорта дана по методике В. А. Зыкина и др.<sup>4</sup>.

Оценку сортов на устойчивость к засухе проводили в полевых и лабораторных условиях. В лабораторных условиях была использована модифицированная методика тестирования пшеницы *in vitro*, по которой проявление побегообразования у эксплантов из зрелых зародышей служит показателем устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим факторам<sup>5</sup>. Культура *in vitro* автономных зародышей служит модельной системой для исследования стрессустойчивости растений к абиотическим факторам [6].

Из показателей качества зерна определяли натуру, стекловидность, содержание белка и клейковины. Хлебопекарная оценка проведена по методике, рекомендованной Госкомиссией РФ<sup>6</sup>.

Для идентификации генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчинам, аллелей генов фотопериода и короткостебельности использовали методы молекулярной генетики. Пробоподготовку образцов осуществляли с помощью гомогенизатора TissueLyser LT. Геномную ДНК выделяли из 3-дневных проростков зерен пшеницы с помощью готового набора реактивов «ФитоСорб» (ООО «Синтол», Россия). Полимеразная цепная реакция была проведена с использованием праймеров к генам Ppd-D1, Rht8 [7, 8]. Скрининг генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчинам провели с использованием праймеров к маркерам генов Lr19, Lr26, Sr25 и Sr31 [9].

В таблице 1 приведены праймеры, используемые в наших исследованиях.

Для проведения ПЦР-анализа использовали набор БиоМастер HS-Тaq ПЦР-Color (2x) объемом 50 мкл. Амплификацию осуществляли в термоциклере T100 (Bio-Rad, США).

<sup>3</sup>Коваленко Е. Д., Коломиец Т. М., Киселева М. И., Жемчужина А. И., Смирнова Л. А., Щербик А. А. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине: методические рекомендации ВНИИФ. М., 2012. 93 с.

<sup>4</sup>Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С., Недорезков В. Д., Исмагилов Р. Р., Кадиков Р. К., Исламгулов Д. Р. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Башкирский государственный аграрный университет. Сибирский НИИ сельского хозяйства. Уфа, 2005. 99 с.

<sup>5</sup>Россеев В. М., Юсова О. А., Белан И. А. Источники засухоустойчивости пшеницы мягкой яровой, обеспечивающие повышение результативности селекционного процесса: методические указания. Омск, 2017. 20 с.

<sup>6</sup>Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. М., 1988. 121 с.

*Таблица 1 – Нуклеотидная последовательность и температура отжига праймеров /  
Table 1 – Nucleotide sequence and annealing temperature of primers*

<i>Ген / Gene</i>	<i>Праймер / Primer</i>	<i>Последовательность / Sequence</i>	<i>Температура отжига, °C / Annealing temperature</i>
Ppd-D1	Ppd-D1.F Ppd-D1.R1 Ppd-D1.R2	5' – ACGCCTCCCACTACACTG-3' 5' – GTTGGTTCAAACAGAGAGC-3' 5' – CACTGGTGGTAGCTGAGATT-3'	60
Rht8	WMS 261-F WMS 261-R	5' – CTCCTGTACGCCTAAGGC-3' 5' – CTCGCGCTACTAGCCATTG-3'	60
Lr19	SCS265F SCS265R	5' – GGCGGATAAGCAGAGCAGAG-3' 5' – GGCGGATAAGTGGGTTATGG-3'	64
Lr26	SecA2 SecA3	5' – GTTTGCTGGGGAATTATTTG-3' 5' – TCCTCATCTTTGTCCTCGCC-3'	64
Sr25	Xwmc221F Xwmc221R	5' – ACGATAATGCAGCGGGGAAT-3' 5' – GCTGGGATCAAGGGATCAAT-3'	60
Sr31	SCSS30.2 F SCSS30.2 R	5' – GTCCGACAATACGAACGATT-3' 5' – CCGACAATACGAACGCCTTG-3'	60

Аmplифицированные фрагменты ДНК фракционировали методом горизонтального электрофореза в 1,5%-ном агарозном геле в 1×TBE буфере в течение 60 минут при напряжении 130В. Гель окрашивали с помощью интеркалирующего агента *Ethidium bromide*. Результаты детектированы в системе геледокументации *GelDoc XR+* с помощью ПО *Bio-Rad Image Lab5.1*.

Для характеристики агрометеорологических условий за 2015-2017 гг. использовали материалы наблюдений ГМС Омска по южной лесостепи Омской области (III зона) и метеопоста Шагалалы по степи Северо-Казахстанской области. По значениям ГТК<sup>7</sup> оценивали влагообеспеченность территории.

Статистическую обработку данных проводили по методике Б. А. Доспехова<sup>8</sup> (описательная статистика, дисперсионный анализ) с применением пакета статистических программ (MS Excel).

**Результаты и их обсуждение.** Метеорологические условия в годы исследований (2015-2017 гг.) по температуре воздуха и количеству осадков в течение вегетационного периода ежегодно существенно отличались от климатической нормы на территории ФГБНУ «Омский АНЦ» и ТОО «СК СХОС».

В обоих пунктах особенно неблагоприятным по количеству осадков сложился 2017 г.

(68 % от нормы). Такие условия не были оптимальными для эпифитотий листостебельных патогенов, однако массовому развитию этих заболеваний способствовало наличие росы на листьях [10, 11].

Анализ данных ГТК в обоих пунктах показал, что вегетационный период 2015 г. можно отнести к оптимальному по увлажнению (ГТК = 1,15), 2016 г. – слабозасушливому (ГТК = 1,00), 2017 г. – засушливому (ГТК = 0,70). Разнообразные погодные условия позволяют селекционерам проводить отборы селекционных линий с более высоким уровнем устойчивости к стрессовым факторам внешней среды.

Безусловно, на формирование урожая оказывают влияние не только осадки и температура, но и биологические факторы. Начиная с 2015 г., в Западной Сибири и Казахстане отмечены эпифитотии листостебельных патогенов, поэтому сорта, обладающие устойчивостью к этим заболеваниям, играют важную роль в уменьшении потерь урожая.

Родословная сорта пшеницы мягкой яровой Семеновна: Уралосибирская / Омская 37. После проведенных скрещиваний двух среднепоздних сортов в гибридных популяциях F<sub>3</sub> и F<sub>4</sub> была отобрана селекционная линия Лютесценс 354/04-6, которая изучалась в последовательных селекционных питомниках.

<sup>7</sup>Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agrometeo.online/> (дата обращения: 29.09.2022).

<sup>8</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 352 с.

В 2013 и 2014 гг. эта линия испытывалась в питомнике КСИ лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ» в среднеранней группе спелости, где стандартом служил сорт Памяти Азиева. За годы изучения линия Лютесценс 354/04-6 по урожайности в 2013 г. превысила стандарт на 0,67 т/га, в 2014 г. – на 0,50 т/га, проявила средний уровень устойчивости к мучнистой росе и не поражалась бурой ржавчиной. На полях яровой мягкой пшеницы в эти годы не наблюдалось массового развития стеблевой ржавчины, поэтому оценку к этому заболеванию проводили в лабораторных условиях в фазе проростков. Оценка показала, что стандарт Дуэт был восприимчивым к этому патогену (балл поражения 4), а селекционная линия Лютесценс 354/04-6 проявила высокую устойчивость (балл поражения 0-1).

**Таблица 2 – Урожайность и продолжительность вегетационного периода сорта пшеницы мягкой яровой Семеновна в экологических пунктах испытаний (2015-2017 гг.) / Table 2 – Yield and length of the vegetation period of the soft spring wheat Semenovna in environmental testing points (2015-2017)**

Сорт / Variety	Урожайность, т/га / Yield, t/ha		CV, %	Вегетационный период, сутки / Vegetation period, day		CV, %
	$\bar{x}$	min÷max		$\bar{x}$	min÷max	
Омский АНЦ / Omsk Agrarian Scientific Center						
Памяти Азиева, ст. / Pamyati Azieva, st.	2,66	1,90÷3,91	41,0	87	83÷91	4,7
Дуэт, ст. / Duet, st.	2,56	1,67÷3,89	45,7	92	89÷96	3,9
Семеновна / Semenovna	4,40	3,52÷6,02	31,9	90	87÷94	4,2
НСР <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0,40	-	-	1,9	-	-
Северо-Казахстанская СХОС / North Kazakhstan Agricultural Experimental Station						
Астана, ст. / Astana, st.	2,12	1,8÷2,41	14,4	79	73÷85	7,7
Омская 35, ст. / Omskaya 35, st.	2,24	1,92÷2,59	15,0	84	79÷93	9,3
Семеновна / Semenovna	2,73	2,56÷2,86	5,6	80	76÷85	5,9
НСР <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0,37	-	-	2,3	-	-

Данные таблицы 2 показывают, что на опытном поле ФГБНУ «Омский АНЦ» при средней урожайности 4,40 т/га сорт Семеновна превосходил сорта-стандарты Памяти Азиева и Дуэт на 1,74 и 1,84 т/га соответственно. По продолжительности вегетационного периода (90 суток) новый сорт превысил среднеранний стандарт Памяти Азиева на 3 суток, но созрел на 2 суток раньше среднеспелого стандарта Дуэт. На опытных полях ТОО «Северо-Казахстанская СХОС» средняя урожайность пшеницы сорта Семеновна составила 2,73 т/га, что на

По показателям качества зерна линия в эти годы находилась на уровне ценной пшеницы, однако превосходила стандарт Памяти Азиева по содержанию белка на 1-2 % и сырой клейковины на 3-4 %.

В 2015 г. селекционную линию Лютесценс 354/04-6 передали в ФГБНУ «Омский АНЦ» из ТОО «СК СХОС» для испытания в питомнике КСИ лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы.

В таблице 2 представлены данные в среднем за три года (2015-2017 гг.) по урожайности и продолжительности вегетационного периода при изучении сорта Семеновна на опытных полях лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ Омский «АНЦ» и ТОО «Северо-Казахстанская СХОС».

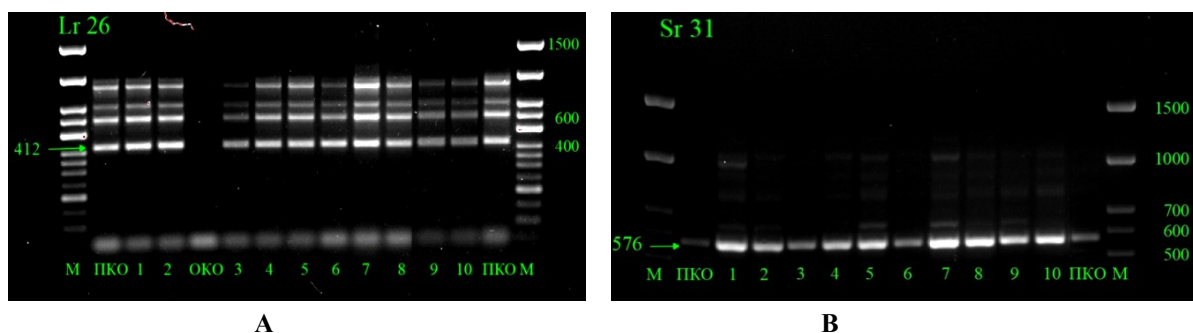
0,61 т/га выше среднераннего стандарта Астана и на 0,49 т/га – среднепозднего стандарта Омская 35. По продолжительности вегетационного периода (80 суток) сорт Семеновна лишь на сутки превысил стандарт Астана, но был более скороспелым (на 4 суток) по отношению к стандарту Омская 35. Безусловно, такие результаты нового сорта по урожайности связаны с более высоким уровнем устойчивости к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды и экологической пластичностью.



Одним из лимитирующих факторов как в областях Северного Казахстана, так и на юге Западной Сибири является засуха [12]. Возделывание сортов с повышенной засухоустойчивостью – один из резервов стабильной урожайности. По данным тестирования пшеницы *in vitro*, сорт Семеновна характеризуется повышенной устойчивостью к засухе, индекс устойчивости ( $I_r$ ) равен 0,57, Дуэт и Астана – средней засухоустойчивостью ( $I_r = 0,48$  и  $0,50$  соответственно)<sup>9</sup>. К наиболее засушливому году относится 2017 г. По данным метеостанций в районе Омска и Шагалалы, недобор осадков в июне составил соответственно 19,4 и 12,3 мм, августе – 40,4 и 38,9 мм при температуре воздуха выше многолетних значений (в июне – на 2,1 и 0,7 °С, августе – на 1,3 и 2,4 °С). В этих условиях новый сорт Семеновна по урожай-

ности превысил стандарт Дуэт на 2,13 т/га и стандарт Астана – на 0,36 т/га. Таким образом, сорт Семеновна обладает устойчивостью к засухе в полевых условиях независимо от пункта возделывания, т. е. подтверждает данные оценки модифицированной методики тестирования пшеницы *in vitro*.

Молекулярно-генетический анализ пула образцов показал, что комплекс генов Lr19/Sr25 в изучаемом наборе сортов отсутствует. Комплекс генов Lr26/Sr31 обнаружен в новом сорте Семеновна, что указывает на присутствие пшенично-ржаной транслокации 1RS.1BL (рис. 1). Помимо устойчивости к грибным патогенам, наличие хромосомы 1RS повышает адаптивность к условиям внешней среды, увеличивает биомассу и урожайность [13, 14].



**Рис. 1.** Определение гена Lr26 (А) у сортообразцов яровой мягкой пшеницы с маркерами SecA2 и SecA3 и гена Sr31 (В) – с маркерами SCSS30.2 F и SCSS30.2 R. М – маркер молекулярного веса. 1. Омская 45. 2. Омская крепость. 3. Омская 44. 4. Семеновна. 5. Тарская юбилейная. 6. Омская 43. 7. Лютеценс 46/20-17. 8. Лютеценс 71/10-4. 9. Лютеценс 275/11-2-5. 10. Лютеценс 268/11-5. ОКО – отрицательный контроль. ПКО – положительный контроль /

**Fig. 1.** Determination of the Lr26 (A) gene in spring wheat varieties with SecA2 and SecA3 markers and the Sr31 (B) gene in spring wheat varieties with SCSS30.2 F and SCSS30.2 R markers. M – marker of molecular weight. 1. Omskaya 45. 2. Omskaya krepост. 3. Omskaya 44. 4. Semenovna. 5. Tarskaya yubilejnaya. 6. Omskaya 43. 7. Lutescens 46/20-17. 8. Lutescens 71/10-4. 9. Lutescens 275/11-2-5. 10. Lutescens 268/11-5. NC – negative control. PC – positive control

На рисунке 2 представлена идентификация сорта Семеновна по аллелям генов фотопериода и короткостебельности. Выявлено, что данный сорт является фоточувствительным к длине дня, на что указывает аллель 414 п.н., а аллель Rht8b (174 п.н.), который несет в своем генотипе данный сорт, определяет его как среднестебельный.

Проведенный дисперсионный анализ выявил преимущественное влияние на изменчивость урожайности яровой мягкой пшеницы фактора «сорт» – 53,4 %, доля влияния фактора «пункт изучения» составила 31,3 %. Продолжительность вегетационного периода лишь на 18,2 % зависела от сорта и определялась на 80,1 % месторасположением пункта сортоизучения.

Такие данные связаны не только с погодными условиями, но и эпифитотийным развитием стеблевой ржавчины, так как потери урожайности при массовом развитии патогена могут достигать 50 %. Сорт Семеновна задерживал развитие патогена как бурой, так и стеблевой ржавчины. На полях Омского «АНЦ» три года изучения 2015-2017 гг. характеризовались массовыми эпифитотиями ржавчинных заболеваний. Сорта-стандарты Памяти Азиева и Дуэт были восприимчивы к стеблевой ржавчине (ИУ = 0,90-1,00). Сорт Дуэт характеризовался высокой устойчивостью к бурой ржавчине (ИУ = 0,00-0,31). Новый сорт Семеновна проявлял высокую устойчивость как к бурой, так и стеблевой ржавчинам (ИУ = 0,00-0,23).

<sup>9</sup>Росеев В. М., Белан И. А., Россеева Л. П. Использование метода *in vitro* в селекции пшеницы мягкой яровой. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016;(2 (136)):5-9.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25714727> EDN: VQSPJP

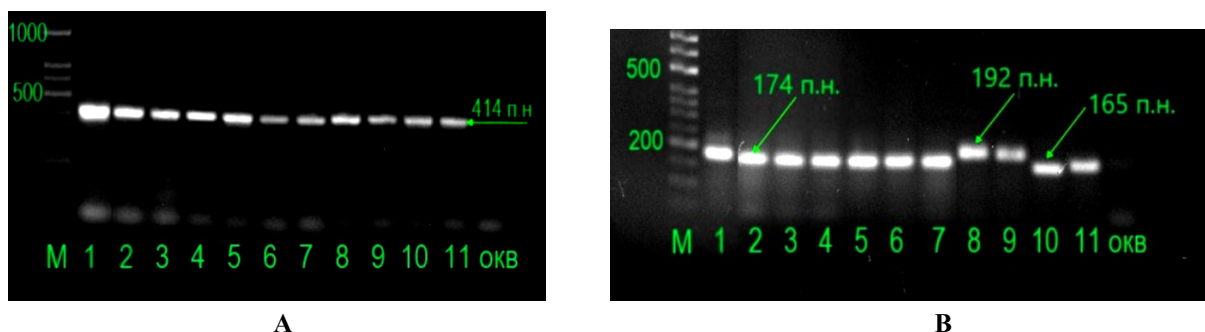


Рис. 2. Определение аллелей гена Ppd-D1 (А) у сортообразцов яровой мягкой пшеницы с маркерами Ppd-D1\_F/Ppd-D1\_R1/Ppd-D1\_R2 и гена Rht8 (В) у сортообразцов яровой мягкой пшеницы с маркерами WMS261-F/WMS261-R. М – маркер молекулярного веса. 1. Омская 45. 2. Омская крепость. 3. Омская 44. 4. Семеновна. 5. Тарская юбилейная. 6. Омская 43. 7. Лютеценс 46/20-17. 8. Лютеценс 71/10-4. 9. Лютеценс 275/11-2-5. 10. Лютеценс 268/11-5. 11. Омская 37. ОКВ – отрицательный контроль /

Fig. 2. Determination of alleles of the PpdD1 (A) gene in spring wheat varieties with markers Ppd-D1\_F/Ppd-D1\_R1/Ppd-D1\_R2 and Rht8 (B) gene in spring wheat varieties with markers WMS261-F/WMS261-R. M – marker of molecular weight. 1. Omskaya 45. 2. Omskaya krepost. 3. Omskaya 44. 4. Semenovna. 5. Tarskaya yubilejnaya. 6. Omskaya 43. 7. Lutescens 46/20-17. 8. Lutescens 71/10-4. 9. Lutescens 275/11-2-5. 10. Lutescens 268/11-5. 11. Omskaya 37. NC – negative control

На полях ТОО «СК СХОС» только в 2015 г. наблюдали массовое развитие бурой ржавчины (восприимчивый сорт Астана поразился на 80 %, сорт Семеновна – 50 % MR), в 2016 и 2017 гг. поражение стандартов не превышало 40 %, новый сорт проявлял высокий уровень устойчивости к этому патогену. Эпифитотийного развития стеблевой ржавчины за годы изучения не отмечено. Восприимчивые сорта имели слабое поражение (5 % MS), а сорт Семеновна не поражался этим патогеном.

Таким образом, новый сорт пшеницы Семеновна, независимо от года и пункта изучения, проявил высокую устойчивость к засухе, бурой и стеблевой ржавчинам.

В таблице 3 приведены данные по элементам продуктивности и качеству зерна сорта Семеновна в сравнении со стандартами при изучении на полях КСИ ФГБНУ «Омский АНЦ» и ПСИ ТОО «Северо-Казахстанская СХОС» в среднем за три года 2015-2017 гг.

Таблица 3 – Элементы продуктивности и качественные показатели зерна пшеницы мягкой яровой сорта Семеновна (в среднем за 2015-2017 гг.) /

Table 3 – Elements of productivity and quality indices of wheat grain of Semenovna soft spring variety (on average for 2015-2017)

Признак / Trait	Северо-Казахстанская СХОС / North Kazakhstan Agricultural Experimental Station			Омский «АНЦ» / Omsk Agrarian Scientific Center		
	Семеновна / Semenovna	Астана, см. / Astana, st.	± стан- дарт / ± standard	Семеновна / Semenovna	Дуэт, см. / Duet, st.	± стан- дарт / ± standard
Высота растений, см / Plant height, cm	89	91	-2	111	100	11
Продуктивная кустистость, шт. / Productive tilling capacity, pieces	2	2	0	2,1	2,1	0
Длина колоса, см / Ear length, cm	7,8	7,9	-0,1	8,7	8,1	0,6
Число зерен в колосе, шт. / Number of grains per ear, pieces	31	30	1	35	36	-1
Масса 1000 зерен, г / Weight of 1000 grains, g	37,4*	29,5	7,9	40,1*	29,5	10,6
Нагура, г/л / Grain-unit, g/l	781	761	20	740	731	9
Содержание клейковины, % / Gluten amount, %	28,4	27,6	0,8	33,4	28,5	4,9
Сырого протеина, % / Crude protein, %	14,9	13,9	1,0	15,9	14,6	1,3
Общая хлебопекарная оценка, балл / General bakery assessment, points	4,5	4,5	0	4,3	4,2	0,1

\* Достоверно при  $p < 0,05$  / Significantly at  $p < 0,05$

Данные таблицы 3 показывают, что сорт Семеновна при испытании в питомнике предварительного сортоиспытания ТОО «СК СХОС» в среднем по высоте растений был на 2 см меньше стандарта Астана, но превосходил на 1 шт. по числу зерен в колосе и на 7,9 г по массе 1000 зерен. По показателям качества зерна характеризовался более высокой натурой (на 20 г/л), содержанием клейковины (на 0,8 %) и сырого протеина (на 1,0 %). В питомнике конкурсного сортоиспытания ФГБНУ «Омский АНЦ» новый сорт по высоте растений на 11 см превосходил стандарт Дуэт, на 0,6 см имел более длинный колос. Однако, имея на 1 шт. меньше зерен в колосе, превысил стандарт по массе 1000 зерен на 10,6 г. Безусловно, такие результаты связаны с тем, что в эти годы наблюдалось массовое развитие патогена стеблевой ржавчины, а сорт-стандарт Дуэт восприимчив к этому заболеванию. По содержанию клейковины и сырого протеина сорт Семеновна превзошел стандарт на 4,9 и 1,3 %, соответственно. При сравнении данных по элементам продуктивности в разных точках испытаний выявлено, что при возделывании в условиях южной лесостепи Омской области новый сорт отличался более длинным колосом (на 0,9 см), высотой растения (на 22 см), большим числом зерен в колосе (на 4 шт.), по продуктивной кустистости существенных различий не отмечено. По показателям качества зерна преимущество наблюдали по массе 1000 зерен (на 2,7 г), содержанию сырого протеина (на 1,8 %) и клейковины (на 5 %). Однако при испытании в степных условиях Северо-Казахстанской области сорт характеризовался лучшими показателями «натура зерна» (преимущество составило 41 г/л) и «общая хлебопекарная оценка» (на 0,2 балла выше). В полевых и лабораторных условиях сорт обладал высокой устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчинам при испытании в обоих пунктах.

Экологическая оценка сортов яровой мягкой пшеницы в различных условиях выращивания позволяет объективно изучить и охарактеризовать тот или иной генотип, выявить его пластичность и стабильность. Наибольший интерес представляют сорта, формирующие урожайность от средней до высокой, с коэффициентом регрессии ( $b_i$ ) на уровне или выше 1, стабильностью ( $\sigma_d^2$ ), близкой к 0, что свидетельствует о соответствии урожайности сортов

изменению условий среды. Параметры экологической пластичности сортов пшеницы мягкой яровой рассчитаны за период 2015-2017 гг. По новому сорту Семеновна коэффициент линейной регрессии ( $b_i$ ) составил 1,08, показатель стабильности ( $\sigma_d^2$ ) – 0,27. Новый сорт с коэффициентом регрессии ( $b_i > 1$ ), характеризуется высокой отзывчивостью на улучшение условий и высоким гомеостазом при попадании в неблагоприятные условия. При этом сорт-стандарт Дуэт имел параметры  $b_i = 0,89$ ,  $\sigma_d^2 = 0,35$ , сорт Астана –  $b_i = 1,02$ ,  $\sigma_d^2 = 0,41$ .

Сорт пшеницы мягкой яровой Семеновна в 2018 г. был передан ТОО «СК СХОС» на ГСИ. Испытание нового сорта пшеницы на сортоучастках Северо-Казахстанской области подтвердило его преимущество над стандартом (табл. 4). На Есильском сортоучастке достоверная прибавка урожайности за период испытания по предшественнику «пар» составила 0,76-0,89 т/га, по зерновому предшественнику 0,20-0,83 т/га. На Шалакынском сортоучастке в 2019 году урожайность по пару составила 2,30 т/га (+0,11 т/га), в 2020 году – 3,15 т/га (+0,35 т/га), по стерне соответственно 1,51 т/га (+0,21 т/га), 2,41 т/га (+0,23 т/га). На Сергеевском сортоучастке положительный результат получен в 2020 году, прибавка урожая по пару составила +0,60 т/га, по пшенице – +0,34 т/га.

По результатам испытаний сорт Семеновна в 2021 г. включен в Госреестр Республики Казахстан. Патентообладатели: ТОО «СК СХОС» – 50 % и ФГБНУ «Омский АНЦ» – 50 %. Сорт среднеспелый (вегетационный период 80-85 суток), разновидность *Lutescens*, относится к степной агроэкологической группе, имеет полупрямостоячий, 25-45° тип куста, относится к степной агроэкологической группе, имеет полупрямостоячий, 25-45° тип куста. Колос неопушенный, безостый, пирамидальный, средней плотности 18-24 колосков, имеет короткие ости на верхушке колоса. Зерновка средняя, яйцевидной формы, красная. Высота растения 80 см. Средняя урожайность за годы конкурсного сортоиспытания составила 2,77 т/га, масса 1000 зерен – 37,4 г. Содержание в зерне протеина 14,86 %, сырой клейковины – 28,4 %, общая хлебопекарная оценка – 4,5 балла. Сорт засухоустойчив, способен выдерживать длительное отсутствие осадков и высокие температуры, устойчив к ржавчинным заболеваниям



и полеганию. Агротехника возделывания общепринятая для зон выращивания яровой мягкой пшеницы с обязательным протравливанием семян перед посевом. Норма высева 3,5 млн

всхожих зерен на гектар. В Северном Казахстане лучшие сроки сева 15-25 мая. Сорт высокоотзывчив на хороший агротехнический фон, удобрения и хорошее увлажнение.

*Таблица 4 – Урожайность зерна нового сорта пшеницы мягкой яровой Семёновна по результатам государственного испытания в Северо-Казахстанской области, т/га /*

*Table 4 – Grain yield of the new soft spring wheat variety Semenovna according to the results of the State testing in the North Kazakhstan region, t/ha*

<i>Сортоучасток / Varietal plot</i>	<i>Год / Year</i>	<i>Семёновна / Semenovna</i>	<i>Омская 38, стандарт / Omskaya 38, standard</i>	<i>± стандарт / standard</i>
<i>Предшественник – пар / Predecessor – fallow</i>				
Есильский ГСУ / Esil'skij GSU	2019	4,53	3,64	+0,89
	2020	4,36	3,60	+0,76
Шалакынский ГСУ / Shalakynskij GSU	2019	2,30	2,19	+0,11
	2020	3,15	2,80	+0,35
Сергеевский ГСУ / Sergeevskij GSU	2019	1,72	2,06	-0,34
	2020	3,50	2,90	+0,60
Стандартная ошибка / Standard error	-	0,45	0,27	-
<i>Предшественник – пшеница / Predecessor – wheat</i>				
Есильский ГСУ / Esil'skij GSU	2019	3,20	3,00	+0,20
	2020	3,14	2,31	+0,83
Шалакынский ГСУ / Shalakynckij GSU	2019	1,51	1,30	+0,21
	2020	2,41	2,24	+0,17
Сергеевский ГСУ / Sergeevskij GSU	2019	1,40	1,43	-0,03
	2020	2,68	2,34	+0,34
Стандартная ошибка / Standard error	-	0,32	0,26	-

В Северо-Казахстанской СХОС, начиная с 2020 года, по новому сорту развернуто первичное семеноводство. Площадь питомников первичного семеноводства пшеницы Семёновна за 2020-2021 годы работы составила 87,5 га. Полученный валовой сбор зерна за прошедший период в 2020 году составил 22,1 т, в 2021 году – 187,5 т, в целом за 2 года – 209,6 т. Урожайность в течение двух лет была высокой 2,33-2,67 т/га, несмотря на то, что оба года были засушливыми. За два года в питомниках первичного семеноводства получено 146,8 т кондиционных семян. Семена питомника (ОС) ПР-3 переданы производству для выращивания суперэлиты. Реализация семян сельхозтоваропроизводителям области планируется в 2023-2024 гг.

**Выводы.** Сорт пшеницы мягкой яровой Семёновна в 2021 г. включен в Госреестр Республики Казахстан. Патентообладатели: ТОО «Северо-Казахстанская СХОС» – 50 % и

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» – 50 %. Новый сорт создан путем скрещивания двух сортов среднепоздней группы спелости, сильного качества зерна Уралосибирская и Омская 37, с последующим индивидуальным отбором.

Новый сорт относится к среднеспелой группе спелости, формирует неопушенный, безостый, пирамидальный, средней плотности белой окраски колос. Зерновка средняя, яйцевидной формы, красная, разновидность *Lutescens*.

Сорт Семёновна сочетает повышенную урожайность с устойчивостью к засухе (индекс устойчивости  $I_r = 0,57$ ) и листостебельным патогенам. Генотип сорта содержит пшенично-ржаную *IRS.1BL* транслокацию (с кластером генов *Lr26/Sr31/Pm8/Yr9*). Сорт среднестебельный несет в своем генотипе аллель Rht8b (174 п.н.) и является фоточувствительным к длине дня (аллель 414 п.н.).

Новый сорт достоверно превосходит стандарт Астана (рекомендуемый Госкомиссией РК) и стандарт Дуэт (рекомендуемый Госкомиссией РФ): по урожайности – на 0,61 и 1,84 т/га; по массе 1000 зерен – на 7,9 и 10,6 г; по натуре – на 20 и 9 г/л; по содержанию сырой клейковины – на 0,8 и 4,9 % и белка – на 1,00 и 1,39 % соответственно. Параметры экологической пластичности нового сорта (коэффициент линейной регрессии ( $b_1 = 1,08$ ), показатель стабильности ( $\sigma_a^2 = 0,27$ )) свидетельствуют о его высокой отзывчивости на

улучшение условий возделывания и высокой буферности при попадании в неблагоприятные условия. Такая реакция свойственна сортам интенсивного типа.

Сорт адаптирован для выращивания в Северо-Казахстанской области, отвечает требованиям современного сельскохозяйственного производства. По данному сорту ведется семеноводство. В первичных питомниках получено 146,8 т кондиционных семян, которые преданы производству для получения суперэлиты.

### Список литературы

1. Белан И. А., Федоренко Е. Н., Россеева Л. П., Мухордова М. Е., Блохина Н. П., Пугачева Н. С., Игнатова Е. Ю. Эффективность сотрудничества «Омский АНЦ» и «Северо-Казахстанская СХОС» при создании сортов яровой мягкой пшеницы. Генофонд и селекция растений: сб. мат-лов 6-й Международ. конф., Новосибирск, 23-25 ноября 2022 года. Новосибирск: Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, 2022. С. 42-46. DOI: <https://doi.org/10.18699/GPB-2022-01>
2. Белан И. А., Россеева Л. П., Блохина Н. П., Григорьев Ю. П., Мухина Я. В., Трубачеева Н. В., Першина Л. А. Ресурсный потенциал сортов мягкой яровой пшеницы для условий Западной Сибири и Омской области (аналитический обзор). Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):449-465. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.449-465> EDN: NTNDZB
3. Гончаров Н. П., Богуславский Р. Л., Орлова Е. А., Белоусова М. Х., Аминов Н. Х., Коновалов А. А., Кондратенко Е. Я., Гуляева Е. И. Устойчивость амфилоидов пшениц к возбудителю бурой ржавчины. Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020;6(3):95-106. DOI: <https://doi.org/10.18699/Letters2020-6-14> EDN: LPRRAW
4. Гончаров Н. П., Косолапов В. М. Селекция растений – основа продовольственной безопасности России. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;25(4):361-366. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ21.039> EDN: MAZDRX
5. Белан И. А., Россеева Л. П., Григорьев Ю. П., Пахотина И. П. Высококачественный сорт пшеницы мягкой яровой Омская 44 для условий Западной Сибири и Омской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(2):174-183. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.174-183> EDN: RWNJJD
6. Круглова Н. Н., Зинатуллина А. Е. Культура *in vitro* автономных зародышей как модельная система для исследования стресс-устойчивости растений к абиотическим факторам (на примере злаков). Успехи современной биологии. 2021;141(5):483-495. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0042132421050057> EDN: LZXFNN
7. Рушина Н. А., Мирская Г. В. Использование аллель-специфичных маркеров гена PPD-D1 для отбора скороспелых форм пшеницы на начальных этапах селекции. Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2020;(3(60)):45-54. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44559642> EDN: JPZYEC
8. Мухордова М. Е. Выявление доноров короткостебельности у образцов озимой пшеницы с помощью ДНК-маркеров и диаллельного анализа. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021;(4(56)):73-79. DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-4-73-79> EDN: KVRRVF
9. Мухордова М. Е., Белан И. А., Россеева Л. П. Использование молекулярных маркеров в селекции пшеницы мягкой яровой в Омском аграрном научном центре. Достижения науки и техники АПК. 2022;36(6):5-10. DOI: [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_6\\_5](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_6_5) EDN: YQVBXH
10. Россеева Л. П., Белан И. А., Мешкова Л. В., Блохина Н. П., Ложникова Л. Ф., Осадчая Т. С., Трубачеева Н. В., Першина Л. А. Селекция на устойчивость к стеблевой ржавчине яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017;(7(153)):5-12. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29368539> EDN: YSRLVX
11. Лапочкина И. Ф., Гайнуллин Н. Р., Баранова О. А., Коваленко Н. М., Марченкова Л. А., Павлова О. В., Митрошина О. В. Комплексная устойчивость линий яровой и озимой мягкой пшеницы к биотическим и абиотическим стрессам. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;25(7):723-731. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ21.082> EDN: ETASKA

12. Зотова Л. П., Джатаев С. А. Оценка коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы на засухоустойчивость в условиях Северного Казахстана. Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2019;(1(100)):35-46. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47571265>
13. Pershina L. A., Belova L. I., Trubacheeva N. V., Osadchaya T. S., Shumny V. K., Belan I. A., Rosseeva L. P., Nemchenko V. V., Abakumov S. N. Alloplasmic recombinant lines (*H. vulgare*)-*T. aestivum* with 1RS.1BL translocation: initial genotypes for production of common wheat varieties. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(5):544-552. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.393>
14. Леонова И. Н. Влияние чужеродного генетического материала на проявление хозяйственно важных признаков мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.). Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(3):321-328. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.367> EDN: XMHVDV

### References

1. Belan I. A., Fedorenko E. N., Rosseeva L. P., Mukhordova M. E., Blokhina N. P., Pugacheva N. S., Ignatieva E. Yu. The effectiveness of cooperation between "Omsk ASC" and "North-Kazakhstan AES" in the creation of varieties of spring soft wheat. Genepool and Plant Breeding (GPB2022): The 6th International Conference (November 23–25, 2022, Novosibirsk, Russia). Novosibirsk: Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2022. С. 42-46. DOI: <https://doi.org/10.18699/GPB-2022-01>
2. Belan I. A., Rosseeva L. P., Blokhina N. P., Grigoriev Yu. P., Mukhina Y. V., Trubacheeva N. V., Pershina L. A. Resource potential of soft spring wheat varieties for the conditions of Western Siberia and Omsk region (analytical review). *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):449-465. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.449-465>
3. Goncharov N. P., Boguslavskiy R. L., Orlova E. A., Belousova M. Kh., Aminov N. Kh., Konovalov A. A., Kondratenko E. Ya., Gulyaeva E. I. Leaf rust resistance in wheat amphidiploids. *Pis'ma v Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Letters to the Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2020;6(3):95-106. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/Letters2020-6-14>
4. Goncharov N. P., Kosolapov V. M. Plant breeding is the food security basis in the Russian Federation. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021;25(4):361-366. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ21.039>
5. Belan I. A., Rosseeva L. P., Grigoriev Yu. P., Pakhotina I. V. High-quality variety of soft spring wheat Omskaya 44 for the conditions of Western Siberia and Omsk region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(2):174-183. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.174-183>
6. Kruglova N. N., Zinatullina A. E. *In vitro* culture of autonomous embryos as a model system for the study of plant stress resistance to abiotic factors (on example of cereals). *Uspekhi sovremennoy biologii*. 2021;141(5):483-495. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31857/S0042132421050057>
7. Rushina N. A., Mirskaya G. V. Using allele-specific markers of *PPD-D1* gene for the early forms selection of bread wheat in the initial selection stages. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V. R. Filippova* = Bulletin of Buryat State Academy of Agriculture. 2020;(3(60)):45-54. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44559642>
8. Mukhordova M. E. Identification of short-stemming donors of winter wheat samples with application of DNA markers and dialle analysis. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2021;(4(56)):73-79. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-4-73-79>
9. Mukhordova M. E., Belan I. A., Rosseeva L. P. The use of molecular markers in the breeding of soft spring wheat at the Omsk agricultural scientific centre. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2022;36(6):5-10. (In Russ.). DOI: [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_6\\_5](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_6_5)
10. Rosseeva L. P., Belan I. A., Meshkova L. V., Blokhina N. P., Lozhnikova L. F., Osadchaya T. S., Trubacheeva N. V., Pershina L. A. Breeding spring soft wheat for resistance to stem rust in West Siberia. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2017;(7(153)):5-12. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29368539>
11. Lapochkina I. F., Gainullin N. R., Baranova O. A., Kovalenko N. M., Marchenkova L. A., Pavlova O. V., Mitroshina O. V. Complex resistance of spring and winter bread wheat lines to biotic and abiotic stresses. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021;25(7):723-731. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ21.082>
12. Zotova L. P., Dzhatayev S. A. Assessment of collective samples of spring soft wheat for droughtability in the conditions of North Kazakhstan. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seyfullina*. 2019;(1(100)):35-46. (In Kazakhstan). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47571265>

13. Pershina L. A., Belova L. I., Trubacheeva N. V., Osadchaya T. S., Shumny V. K., Belan I. A., Rosseeva L. P., Nemchenko V. V., Abakumov S. N. Alloplasmic recombinant lines (*H. vulgare*)-*T. aestivum* with 1RS.1BL translocation: initial genotypes for production of common wheat varieties. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(5):544-552. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.393>

14. Leonova I. N. Influence of alien genetic material on the manifestation of agronomically important traits of common wheat (*T. aestivum* L.). *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(3):321-328. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.367>

*Сведения об авторах*

**Белан Игорь Александрович**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр. Королева, д. 26, г. Омск, Российская Федерация, 644012, e-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8911-4199>

**Федоренко Елена Николаевна**, научный сотрудник, ТОО «Северо-Казахстанская СОС», ул. Центральная, стр. 19, с.Шагалалы, с.О.Шагалалы, Аккайынский р-н, Северо-Казахстанская обл., Республика Казахстан, 150311, e-mail: [87153223511@mail.ru](mailto:87153223511@mail.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4117-5259>

**Россева Людмила Петровна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр. Королева, д. 26, г. Омск, Российская Федерация, 644012, e-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5885-4020>

✉ **Мухордова Мария Евгеньевна**, кандидат с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр. Королева, д. 26, г. Омск, Российская Федерация, 644012, e-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5788-2409>, e-mail: [mukhordova@anc55.ru](mailto:mukhordova@anc55.ru)

**Игнатьева Елена Юрьевна**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», пр. Королева, д. 26, г. Омск, Российская Федерация, 644012, e-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6291-9678>

*Information about the authors*

**Igor A. Belan**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Head of the Laboratory, Omsk Agrarian Scientific Center, 26 Koroleva Ave., Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8911-4199>

**Elena N. Fedorenko**, researcher, LLP "North-Kazakhstanskaya AES", st. Tsentralnaya, building 19, Shagalaly village, Shagalaly village, Akkayyn district, North Kazakhstan region, Republic of Kazakhstan, 150311, e-mail: [87153223511@mail.ru](mailto:87153223511@mail.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4117-5259>

**Lyudmila P. Rosseeva**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, leading researcher, Omsk Agrarian Scientific Center, 26 Koroleva Ave., Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5885-4020>

✉ **Maria E. Mukhordova**, PhD in Agricultural Science, associate professor, leading researcher, Head of the Laboratory, Omsk Agrarian Scientific Center, 26 Koroleva Ave., Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5788-2409>, e-mail: [mukhordova@anc55.ru](mailto:mukhordova@anc55.ru)

**Elena Yu. Ignatieva**, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Omsk Agrarian Scientific Center, 26 Koroleva Ave., Omsk, Russian Federation, e-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6291-9678>

✉ – Для контактов / Corresponding author