

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.4.538-550>

УДК 633.11 «321»:632.4:631.526.32 (571.1) (574.2)

**Адаптивная селекция пшеницы мягкой яровой для условий Западной Сибири и Омской области**© 2024. И. А. Белан, Л. П. Россеева, М. Е. Мухордова✉, Н. П. Блохина, И. В. Пахотина, Я. В. Мухина, Н. С. Пугачева  
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Российская Федерация

В статье отражены результаты испытания 13 сортообразцов пшеницы мягкой яровой селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» в питомнике конкурсного сортоиспытания 2020–2022 гг. Согласно группам спелости дана характеристика по фенотипическим признакам, устойчивости к листоватым заболеваниям и качеству зерна. Выделены сортообразцы по урожайности, фактору стабильности (S.F.) и размаху урожайности (d), с более слабой изменчивостью (CV), которые превышают стандарты и характеризуются самым высоким уровнем реализации потенциала продуктивности. В среднеспелой группе отобраны сортообразцы Лютеценс 83/14-3, Лютеценс 205/12-5, среднепоздней – Лютеценс 15/16-17, обеспечивающие формирование стабильно высокого урожая зерна, качества зерна, устойчивость к грибным патогенам независимо от условий внешней среды. Определены параметры экологической пластичности сортообразцов по урожайности зерна и выделены наиболее адаптивные – Лютеценс 83/14-3 ( $b_i = 1,16$ ,  $S_d^2 = 0,02$ ) и Лютеценс 205/12-5 ( $b_i = 1,09$ ,  $S_d^2 = 0,03$ ). Полученные результаты исследований позволили передать на ГСИ сорта Омская крепость 2 (Лютеценс 205/12-5) и Омская крепость 5 (Лютеценс 83/14-3). Методом ПЦР получен генетический профиль переданных сортов по определенным ДНК-маркерам.

**Ключевые слова:** сортообразец, устойчивость к заболеваниям, качество зерна, урожайность, засуха, ДНК-маркеры**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., Россеева Л. П., Мухордова М. Е., Блохина Н. П., Пахотина И. В., Мухина Я. В., Пугачева Н. С. Адаптивная селекция пшеницы мягкой яровой для условий Западной Сибири и Омской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024;25(4):538–550. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.4.538-550>

Поступила: 24.04.2024

Принята к публикации: 10.07.2024

Опубликована онлайн: 28.08.2024

**Adaptive breeding of soft spring wheat for the conditions of Western Siberia and the Omsk region**© 2024. Igor A. Belan, Lyudmila P. Rosseeva, Maria E. Mukhordova✉, Natalia P. Blokhina, Irina V. Pakhotina, Yaroslava V. Mukhina, Natalia S. Pugacheva  
Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russian Federation

The article provides the results of testing 13 soft spring wheat variety samples of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk ASC" in the competitive variety testing nursery in 2020–2022. According to the ripeness groups, characteristics is given according to phenotypic traits, resistance to leaf diseases and grain quality. Variety samples have been identified based on yield, stability factor (S.F.) and yield range (d), with weaker variability (CV), which exceed standards and are characterized by the highest level of realization of productivity potential. In medium-ripeness group the following variety samples have been selected: Lutescens 83/14-3, Lutescens 205/12-5, in mid-late maturity group – Lutescens 15/16-17, which ensure the formation of a consistently high grain yield, grain quality, and resistance to fungal pathogens, regardless of the environmental conditions. The parameters of ecological plasticity of variety samples according to grain yield were determined and the most adaptive ones in this set were identified – Lutescens 83/14-3 ( $b_i = 1.16$ ,  $S_d^2 = 0.02$ ) and Lutescens 205/12-5 ( $b_i = 1.09$ ,  $S_d^2 = 0.03$ ). The obtained research results made it possible to transfer the cultivars 'Omskaya krepost' 2' (Lutescens 205/12-5) and 'Omskaya krepost' 5' (Lutescens 83/14-3) to the state variety testing. Using the PCR method, a genetic profile of the transferred cultivars was obtained using certain DNA markers.

**Keywords:** variety sample, disease resistance, grain quality, yield, drought, DNA markers**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 the Omsk Agrarian Scientific Center (theme No. FNUN-2022-0026).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**Conflict of interest:** the authors stated that there was no conflict of interest.

**For citations:** Belan I. A., Rosseeva L. P., Mukhordova M. E., Blokhina N. P., Pakhotina I. V., Mukhina Ya. V., Pugacheva N. S. Adaptive breeding of soft spring wheat for the conditions of Western Siberia and the Omsk region. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(4):538–550. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.4.538-550>

Received: 24.04.2024

Accepted for publication: 10.07.2024

Published online: 28.08.2024

Пшенице принадлежит одно из ведущих мест в зерновом балансе России. Высокая изменчивость погодных условий, а также биотических факторов во многих регионах приводит к снижению роста валовых сборов зерна этой культуры. Выведение и внедрение в производство новых высокопродуктивных, высококачественных сортов, которые могут максимально реализовать свой генетический потенциал при стрессовых факторах среды – одна из приоритетных задач селекции. В настоящее время основными направлениями селекции являются создание сортов пшеницы с повышенной урожайностью, адаптированных к контрастным погодным условиям, с высоким качеством зерна и устойчивых к неблагоприятным биотическим факторам среды [1, 2, 3].

Сочетание повышенных показателей хозяйственно ценных признаков в одном генотипе достигается планомерной селекционной работой – от подбора исходного материала для включения в гибридизацию до выделения лучших сортообразцов в питомнике КСИ, используя комплекс методов для анализа полученных данных [4, 5].

**Цель исследований** – проанализировать сортообразцы пшеницы мягкой яровой конкурсного сортоиспытания по параметрам вегетационного периода, высоты растений, устойчивости к листовостебельным патогенам, качества зерна, урожайности в условиях Омской области (Западно-Сибирский регион). Идентифицировать гены (*Lr*, *Sr*, *Glu-1*, *Rht8*, *Ppd-1*) и отобрать лучшие сортообразцы по хозяйственно ценным признакам для передачи сортов на ГСИ.

**Научная новизна** – комплексная оценка адаптивного потенциала сортообразцов питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ) пшеницы мягкой яровой в условиях южной лесостепи Омской области; оценка устойчивости к листовостебельным заболеваниям и качества зерна; выявление ПЦР-анализом аллелей коротко-

стебельности, высокомолекулярных глютенинов, генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчинам. Переданы на ГСИ два сорта и описан их генетический профиль по определенным ДНК-маркерам.

**Материал и методы.** Исследования выполняли на полях лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ» в зоне южной лесостепи Омской области. Почва опытного участка лугово-черноземная среднесиловатая с тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, содержание гумуса около 6 % (по Тюрину)<sup>1</sup>, подвижного фосфора – 135 мг/кг и обменного калия (по Чирикову)<sup>2</sup> – 190 мг/кг в слое 0–20 см, рН<sub>сол</sub> = 6,5<sup>3</sup>.

Объектом исследований служили сорта-стандарты и 13 сортообразцов пшеницы мягкой яровой. В зависимости от длины вегетационного периода генотипы поделены на две группы спелости: среднеспелые (стандарт Дуэт) и среднепоздние (стандарт Элемент 22). В среднеспелой группе спелости изучали 8, среднепоздней – 5 сортообразцов, которые созданы путем скрещивания перспективных селекционных линий. В родословных этих сортообразцов имеются сорта: Омская 37 с пшенично-ржаной 1RS.1BL и пшенично-пырейной 7DL-7Ai транслокациями (в которой сегмент хромосомы 7Ai принадлежит *Agropyron elongatum* Lr19+Sr25) [6], Уралосибирская, Уралосибирская 2, Тарская юбилейная [7, 8], Семеновна [9], Омская 43 [10], Омская 44 [11]. Устойчивость к бурой ржавчине сорта Омская 44 обеспечивается сочетанием генов *Lr19*, *Lr26*, *Lr1* и *Lr3* [12]; Памяти Майстренко с интрогрессией генетического материала от синтетического гексаплоида *Triticum Timopheevii* Zhuk. x *Aegilops tauschii* Coss [13], сорта твердой пшеницы – Харьковская 46 и Омский кристалл, а также коллекционные образцы – Gr 06600 (Норвегия), Rang (к-47098, Швеция) и Kolibri (к-46609, Германия).

<sup>1</sup>ГОСТ 26213-21. Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Российский институт стандартизации, 2021. 11 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/758/75803.pdf>

<sup>2</sup>ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. М.: изд-во стандартов, 1992. 10 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/7f6/4294828275.pdf>

<sup>3</sup>ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. 6 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/738/4294827946.pdf>

Посев питомника КСИ по яровой мягкой пшенице в течение трех лет проводили сеялкой ССФК-7М, деланки с учетной площадью 10 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная, норма высева 5,5 млн всх. семян на гектар. При уборке урожая использовали малогабаритный селекционно-семеноводческий комбайн WINTERSTEIGER-BIM.

Наблюдения и учёты проводили по общепринятой методике<sup>4</sup>. Поражаемость изучаемых форм в полевых условиях мучнистой росой (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) определяли по Саари, Пресскотт (E. E. Saari, J. M. Prescott)<sup>5</sup> бурой (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) и стеблевой (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) ржавчинами – по международной шкале<sup>6</sup>. Учёты проводили в динамике 3–5 раз через 7 суток с начала проявления заболеваний до восковой спелости. Для сортообразцов, задерживающих развитие патогенов, рассчитывали площадь под кривой развития заболеваний (ПКРБ) и индекс устойчивости (ИУ) (0,10÷0,35 – высокий уровень устойчивости; 0,36÷0,65 – средний; 0,66÷0,80 – низкий; > 0,80 – восприимчивость)<sup>7</sup>.

Статистическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову<sup>8</sup> с использованием пакета программ STATISTICA 10.0.

С целью объективной оценки и ранжирования сортообразцов по урожайности рассчитывали показатели: реализация потенциала продуктивности, % (среднее значение/максимальное значение); фактор стабильности (S.F.) (максимальное значение/минимальное значение); размах урожайности (d), % (максимальное значение – минимальное значение) / максимальное значение \* 100)<sup>9</sup>. Для расчета параметров экологической пластичности сорта использована наиболее распространенная методика Эберхарта, Рассела (S. A. Eberhart, W. A. Russell, 1996) в изложении В. А. Зыкина и др.<sup>10</sup>.

Для идентификации генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчинам, аллелям генов фотопериода и короткостебельности использовали методы молекулярной генетики [14].

Технологические свойства определяли в лаборатории качества зерна. Оценивали по показателям: натура (ГОСТ 10840-2017<sup>11</sup>); количество клейковины (ГОСТ Р 54478-2011<sup>12</sup>); содержание белка (ИК-анализатор ИнфраЛюм ФТ-12). Реологические свойства теста изучали на приборах Farinograf ТМ и AlveoLab. Определение хлебопекарных свойств проводили безопасным методом с интенсивным замесом теста по методике Госкомиссии.

Погодные условия в годы исследований были нестабильными, что позволило достаточно объективно провести анализ сортообразцов по показателям вегетационного периода, высоте растений и урожайности. Сухими по увлажнению характеризовались 2020 и 2021 гг. (ГТК = 0,59 и 0,60 соответственно), засушливым – 2022 г. (ГТК = 1,00). По месяцам метеосостояния сложились контрастными. В течение трех лет май характеризовался сухой погодой (ГТК < 0,5), июнь – засушливой (ГТК – от 0,74 до 1,00), июль – очень засушливой в 2020 г. (ГТК = 0,20) и засушливой в 2021 г. (ГТК = 0,51), влажной в 2022 г. (ГТК = 1,90), август – засушливой во все годы (ГТК = 0,70–0,87).

Ежегодно наблюдали поражение растений мучнистой росой, восприимчивые сорта были поражены на 60–100 %. Развитие патогенов бурой и стеблевой ржавчинами отмечено только в 2020 г. со II декады июля по I декаду августа, этому способствовали обильные росы. Погодные условия 2021 и 2022 гг. были неблагоприятными для ржавчинных заболеваний.

<sup>4</sup>Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. М., 1988. 121 с.

<sup>5</sup>Saari E. E., Prescott J. M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. Plant Disease reporter. 1975;59:377–380.

<sup>6</sup>Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах членов СЭВ. Прага, 1988. 321 с.

<sup>7</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>8</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 352 с.

<sup>9</sup>Барковская Т. А., Гладышева О. В., Кокорева В. Г. Сравнительный анализ нового сорта яровой мягкой пшеницы Арсея с районированными сортами. Зерновое хозяйство России. 2022;(1(79)):30–34.

DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-79-1-30-34> EDN: LZXXMZ

<sup>10</sup>Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С., Кираев Р. С., Чанышев И. О. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений: методика и оценка. Уфа, 2011. 96 с.

<sup>11</sup>ГОСТ 10840-2017. Зерно. Методы определения натуры. М.: Стандартинформ, 2019. 19 с.

URL: <https://direct.farm/content/0bb/0bb7be486c1142f19c490f6edfdebe1b4377680.pdf>

<sup>12</sup>ГОСТ Р 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.

М.: Стандартинформ, 2012. 23 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293792/4293792307.pdf>

**Результаты и их обсуждение.** В настоящее время селекционерами созданы сорта с потенциальной урожайностью более 6,0 т/га, однако в производственных условиях генетический потенциал сортов реализуется только на 25–35 %, что связано со стрессовыми факторами среды и агротехнической оснащенностью [15]. Для максимальной реализации генетического потенциала урожайности в ФГБНУ «Омский АНЦ» создаются сорта пшеницы мягкой яровой разных групп спелости с высоким качеством зерна, устойчивые к стрессовым факторам среды Омской области [16].

На селекционных полях в течение последних 16 лет (2007–2022 гг.) листостебельные заболевания проявлялись практически каждый год (рис. 1). Поражение растений по сорту-индикатору Памяти Азиева мучнистой росой и бурой ржавчиной (от 70 до 100 %) отмечали

9 раз (в 56 % случаев за период наблюдений). Частота вспышек заболевания стеблевой ржавчиной зарегистрирована 6 раз с 2015 до 2020 гг. (38 %), в эти годы у стандарта Дуэт отмечена очень высокая восприимчивость (100 %) к этому патогену. Сорт-стандарт Дуэт (ген *Lr9*) характеризуется устойчивостью к бурой ржавчине, но в отдельные годы (2007 г.) в популяции патогена выявлено наличие вирулентных патотипов (p9), что привело к его поражению на 100 % [17]. В последние годы сорта и линии с геном *Lr9* проявили высокую устойчивость к возбудителю этого заболевания [18]. Поэтому при создании устойчивых сортов необходимо использовать ген резистентности *Lr9* в комбинации с другими генами устойчивости. В засушливые годы (2021 и 2022 гг.) на посевах развития ржавчинных заболеваний не наблюдали.

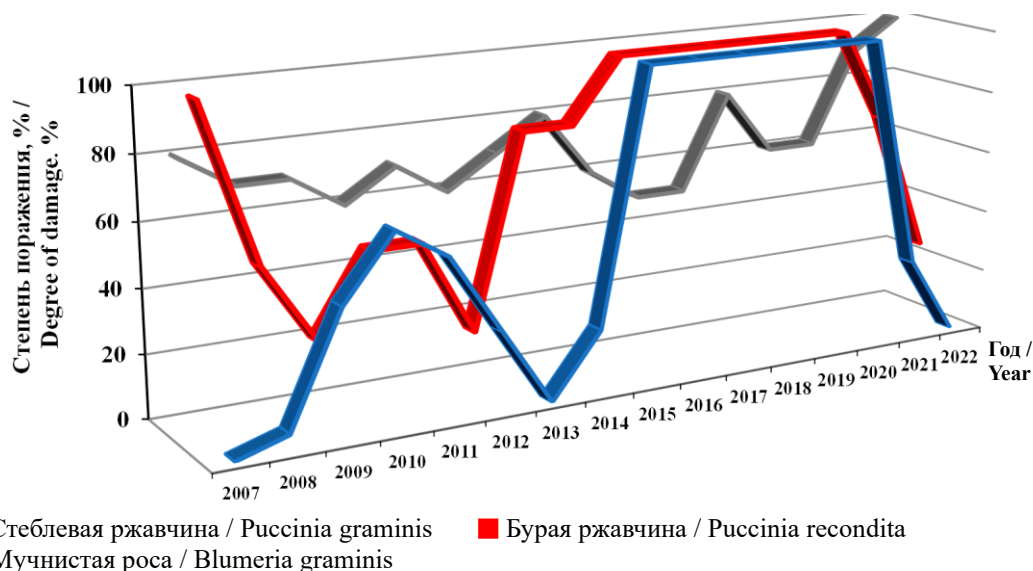


Рис. 1. Степень поражения листостебельными патогенами пшеницы мягкой яровой, % (сорт-индикатор Памяти Азиева, 2007–2022 гг.) /

Fig. 1. Degree of damage of soft spring wheat by leaf-stem pathogens, % (indicator cultivar 'Pamyati Azieva', 2007–2022)

Мониторинг сортообразцов в питомнике КСИ позволил выделить лучшие генотипы с комплексом ценных селекционных признаков. Данные результатов испытания сортообразцов в двух группах спелости по вегетационному периоду, высоте растений, характеризующиеся высокой устойчивостью к ржавчинным патогенам и разным уровнем устойчивости к мучнистой росе в полевых условиях 2020 г., представлены в таблице 1.

В группе среднеспелых сортообразцов самым коротким периодом вегетации в 2020 г. характеризовался стандарт Дуэт (75 суток),

восприимчивый к стеблевой ржавчине, в 2021 и 2022 гг. продолжительность его вегетационного периода составила 82 и 81 сутки соответственно. У выделенных сортообразцов, характеризующихся устойчивостью к ржавчинным патогенам ( $IY = 0,05 \dots 0,27$ ), период вегетации изменялся от 77 до 85 суток. Высота растений во многом зависела от условий выращивания. В 2020 г. сортообразцы были высокорослыми, в среднем 115 см (размах значений 105–120 см), в 2021 г. средняя высота растений равнялась 108 см (105–110 см), 2022 г. – 98 см (95–105 см). Такие результаты хорошо согласуются с вели-

чиной межфазных периодов. В 2020 г. период «всходы-колошение» сложился самым продолжительным (45 суток), в это время происходит интенсивный рост корней и стеблей, период «колошение-восковая спелость» – коротким (35 суток). В 2021 г. период «всходы-колошение» был на 1 день короче (44 сутки), «колошение-восковая спелость» на 5 суток продолжи-

тельнее (40 суток), в 2022 г. период «всходы-колошение» был на 4 суток короче (41 сутки), «колошение-восковая спелость» на 5 суток длиннее (40 суток). Среди среднеспелых сортов образцов за годы изучения коротким вегетационным периодом (от 77 до 81 суток) характеризовался сортобразец Лютесценс 83/14-3 (высота растений от 95 до 115 см).

**Таблица 1 – Результаты изучения сортобразцов пшеницы мягкой яровой в питомнике конкурсного сортоиспытания (2020–2022 гг.) /**

**Table 1 – Results of the study of soft spring wheat variety samples in the nursery of competitive variety testing (2020–2022)**

| Сортобразец /<br>Variety sample                         | Вегетационный<br>период, сутки /<br>Vegetation period, days |                    | Высота<br>растений, см /<br>Plant height, cm |                    | ИУ <sup>1</sup> / SI <sup>1</sup>     |                                   |                                      |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
|                                                         | среднее /<br>average                                        | лимиты /<br>limits | среднее                                      | лимиты /<br>limits | мучнистая<br>роса / powdery<br>mildew | бурая<br>ржавчина /<br>brown rust | стеблевая<br>ржавчина /<br>stem rust |
| Среднеспелая группа спелости / Medium-ripeness group    |                                                             |                    |                                              |                    |                                       |                                   |                                      |
| Дуэт, ст. / 'Duet', st.                                 | 79                                                          | 75÷82              | 100                                          | 90÷115             | 0,6                                   | 0                                 | 1,0                                  |
| Лютесценс 7/10-5 /<br>Lutescens 7/10-5                  | 81                                                          | 80÷81              | 107                                          | 100÷115            | 0,6                                   | 0,1                               | 0,1                                  |
| Лютесценс 15/10-4 /<br>Lutescens 15/10-4                | 82                                                          | 82÷82              | 110                                          | 105÷115            | 0,4                                   | 0,2                               | 0,1                                  |
| Лютесценс 83/14-3 /<br>Lutescens 83/14-3                | 79                                                          | 77÷81              | 103                                          | 95÷115             | 0,4                                   | 0,1                               | 0,2                                  |
| ДГ. 50-23 / DG. 50-23                                   | 80                                                          | 78÷82              | 112                                          | 105÷120            | 0,1                                   | 0,1                               | 0,1                                  |
| Лютесценс 205/12-5 /<br>Lutescens 205/12-5              | 81                                                          | 79÷82              | 108                                          | 100÷115            | 0,8                                   | 0,1                               | 0,1                                  |
| Лютесценс 242/13-10 /<br>Lutescens 242/13-10            | 83                                                          | 81÷85              | 105                                          | 95÷115             | 0,4                                   | 0,3                               | 0,2                                  |
| Лютесценс 243/13-4 /<br>Lutescens 243/13-4              | 81                                                          | 79÷83              | 107                                          | 95÷120             | 0,9                                   | 0,3                               | 0,2                                  |
| Лютесценс 87/16-2 /<br>Lutescens 87/16-2                | 83                                                          | 81÷85              | 103                                          | 95÷110             | 0,4                                   | 0,2                               | 0,1                                  |
| Среднее / Average                                       | 81                                                          | -                  | 107                                          | -                  | -                                     | -                                 | -                                    |
| НСП <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>                   | 2                                                           | -                  | 7                                            | -                  | -                                     | -                                 | -                                    |
| Среднепоздняя группа спелости / Mid-late maturity group |                                                             |                    |                                              |                    |                                       |                                   |                                      |
| Элемент 22, ст. /<br>'Element 22', st.                  | 87                                                          | 84÷88              | 95                                           | 85÷100             | 0,8                                   | 0,2                               | 0,2                                  |
| Лютесценс 15/10-1-24 /<br>Lutescens 15/10-1-24          | 85                                                          | 83÷86              | 108                                          | 105÷110            | 0,6                                   | 0,2                               | 0,2                                  |
| Лютесценс 152/10-5 /<br>Lutescens 152/10-5              | 85                                                          | 83÷86              | 105                                          | 95÷110             | 0,5                                   | 0,2                               | 0,1                                  |
| Лютесценс 224/13-1 /<br>Lutescens 224/13-1              | 85                                                          | 82÷87              | 115                                          | 105÷125            | 0,7                                   | 0,4                               | 0,1                                  |
| Лютесценс 15/16-17 /<br>Lutescens 15/16-17              | 84                                                          | 82÷87              | 113                                          | 105÷120            | 0,3                                   | 0,2                               | 0,1                                  |
| Лютесценс 188/16-9 /<br>Lutescens 188/16-9              | 85                                                          | 82÷88              | 112                                          | 105÷115            | 0,4                                   | 0,3                               | 0,4                                  |
| Среднее / Average                                       | 85                                                          | -                  | 108                                          | -                  | -                                     | -                                 | -                                    |
| НСП <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>                   | 2                                                           | -                  | 8                                            | -                  | -                                     | -                                 | -                                    |

Примечания: <sup>1</sup>ИУ – индекс устойчивости. Уровни устойчивости: высокий – от 0,10 до 0,35; средний – от 0,36 до 0,65; низкий – от 0,66 до 0,80 и восприимчивость >80 /

Notes: <sup>1</sup>SI – is the stability index. Resistance levels: high – from 0.10 to 0.35; medium – from 0.36 to 0.65; low – from 0.66 to 0.80 and susceptibility >80.

В группе среднепоздних сортообразцов в 2020 г. самым продолжительным вегетационным периодом характеризовался стандарт Элемент 22 (84 суток), который показал высокий уровень устойчивости к стеблевой ржавчине, в 2021 и 2022 гг. его продолжительность составила 88 суток. У выделенных сортообразцов, характеризующихся устойчивостью к ржавчинным патогенам ( $IY = 0,08-0,35$ ), средний за три года период вегетации варьировал от 84 до 88 суток. В 2020 г. период «всходы-колошение» был самым продолжительным (47 суток), а «колошение-восковая спелость» самым коротким (36 суток). В 2021 и 2022 гг. период «колошение-восковая спелость» был продолжительнее на 6 суток периода «всходы-колошение». Высота растений также зависела от условий выращивания. Так, в 2020 г. сортообразцы были высокорослыми, в среднем 116 см (110–120 см), в 2021 и 2022 г. средняя высота растений составила 101 и 99 см соответственно. Такие результаты хорошо согласуются с величиной периода «всходы-колошение». Одним из наиболее важных показателей в селекции, определяющим хозяйственную ценность сортообразцов, является их урожайность, которая за годы исследований значительно варьировала и зависела как от метеорологических условий, так и устойчивости к заболеваниям.

Наиболее высокая урожайность у сортообразцов, независимо от группы спелости, отмечена в 2020 г. – в среднем 6,06 т/га (5,22–7,27 т/га). В 2021 г. средняя урожайность составила 5,16 т/га (3,99–6,09 т/га). Наиболее низкой урожайностью выделился 2022 г. – 3,31 т/га (2,46–4,27 т/га), что на 2,75 т/га ниже в сравнении с 2020 г.

В 2022 г. погодные условия оказывали существенное влияние на урожайность. Засушливые условия отмечены в мае ( $ГТК = 0,40$ ), июне ( $ГТК = 1,00$ ), I и II декадах июля ( $ГТК = 0,45$  и  $0,62$  соответственно). В III декаде июля выпали обильные осадки (96,1 мм,  $ГТК = 4,20$ ), которые не способствовали повышению урожайности.

В среднеспелой группе сортообразцы Лютесценс 83/14-3 и Лютесценс 205/12-5 за годы изучения превысили стандарт Дуэт на 2,07 и 1,94 т/га соответственно. В 2020 г. у этих сортообразцов максимальная прибавка урожайности к сорту-стандарту составила 4,42 и 4,23 т/га соответственно при урожайности стандарта Дуэт – всего 2,09 т/га, что связано с эпифитотийным развитием патогена стеблевой ржавчины, о чем свидетельствует показатель корреляционной связи ( $r = -0,95 \pm 0,16$ ). В годы отсутствия развития ржавчинных патогенов урожайность стандарта составила 4,36 и 3,08 т/га соответственно. Однако в 2021 г. выделенные сортообразцы

имели урожайность свыше 5 т/га, в 2022 г. сортообразец Лютесценс 205/12-5 (3,58 т/га) превысил стандарт Дуэт (3,18 т/га) на 0,40 т/га, а Лютесценс 83/14-13 (3,65 т/га) – на 0,47 т/га ( $НСР_{05} = 0,39$ ). За годы изучения сортообразец Лютесценс 205/12-5 характеризовался высокой урожайностью – 5,11 т/га, коэффициент вариации продуктивности (CV) составил 27,3 %, фактор стабильности (S.F.) – 1,8, размах урожайности (d) – 43,3 % при высоком уровне реализации потенциала продуктивности – 80,9 %. Повышенной урожайностью обладал и сортообразец Лютесценс 83/14-13 (5,24 т/га) – CV = 27,8 %, S.F. = 1,7, d = 43,9 %, уровень реализации потенциала продуктивности – 80,5 %.

В группе среднепоздних сортообразцов в период массового развития стеблевой ржавчины (2020 г.) отобранные генотипы превысили по урожайности стандарт на 0,93–2,64 т/га. Среди них Лютесценс 15/16-17 за годы изучения превысил стандарт Элемент 22 на 1,82 т/га. Следует отметить, что урожайность сорта-стандарта характеризовалась средним варьированием (CV = 20,2 %), реализация потенциала продуктивности составила 87,6 %. Сортообразцы Лютесценс 15/16-17 и Лютесценс 188/16-9 обладали повышенным уровнем адаптивности. В группе среднепоздних Лютесценс 15/16-17 (урожайность 5,88 т/га) отличался более высоким уровнем потенциальной продуктивности 80,8 %, а также имел меньшую изменчивость этого признака (CV = 25,8 %) и значения фактора стабильности (S.F. = 1,70), однако размах урожайности (d = 41,3 %) был выше, чем у стандарта.

По результатам испытаний (2020–2022 гг., табл. 2) определены параметры, характеризующие реализацию потенциала продуктивности и степень экологической вариабельности урожайности сортообразцов и выделены наиболее адаптивные – Лютесценс 83/14-3, Лютесценс 205/12-5, Лютесценс 242/13-10, Лютесценс 15/16-17 и Лютесценс 188/16-9.

Определение параметров экологической пластичности сорта позволяет дать ему всестороннюю оценку, выявить степень его адаптивности и объективно охарактеризовать сорт.

Расчет параметров пластичности проведен по группам спелости в течение трех лет испытания по паровому предшественнику. Три среднеспелых сорта – Лютесценс 83/14-3, Лютесценс 205/12-5, Лютесценс 242/13-10 и два среднепоздних – Лютесценс 15/16-17 и Лютесценс 188/16-9 обладали высокой отзывчивостью на улучшение условий возделывания и стабильностью к изменяющимся условиям.

Таблица 2 – Показатели урожайности и стабильности сортообразцов пшеницы мягкой яровой, питомник КСН (2020–2022 гг.) /

Table 2 – Indicators of yield and stability of soft spring wheat variety samples, competitive variety testing nursery (2020–2022)

| Сортообразец /<br>Variety sample                        | Урожайность, т/га /<br>Yield, t/ha |                    | CV, % | Реализация<br>потенциала<br>продуктивности,<br>% / Realizing<br>The potential<br>of productivity, % | Фактор<br>стабильности<br>(S.F.) /<br>The stability<br>factor (S.F.) | Размах<br>урожай-<br>ности (d), % /<br>The range of<br>productivity,<br>(d), % |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         | среднее /<br>average               | лимиты /<br>limits |       |                                                                                                     |                                                                      |                                                                                |
| Среднеспелая группа спелости / Medium-ripeness group    |                                    |                    |       |                                                                                                     |                                                                      |                                                                                |
| Дуэт, ст. / ‘Duet’, st.                                 | 3,18                               | 2,09÷4,36          | 35,8  | 72,9                                                                                                | 2,1                                                                  | 52,0                                                                           |
| Лютесценс 7/10-5 /<br>Lutescens 7/10-5                  | 5,03                               | 3,70÷6,22          | 25,1  | 80,9                                                                                                | 1,7                                                                  | 40,5                                                                           |
| Лютесценс 15/10-4 /<br>Lutescens 15/10-4                | 4,92                               | 3,71÷5,67          | 21,5  | 86,7                                                                                                | 1,5                                                                  | 34,6                                                                           |
| Лютесценс 83/14-3 /<br>Lutescens 83/14-3                | 5,24                               | 3,65÷6,51          | 27,8  | 80,5                                                                                                | 1,7                                                                  | 43,9                                                                           |
| ДГ. 50-23 / DG. 50-23                                   | 4,29                               | 2,76÷5,22          | 31,2  | 82,2                                                                                                | 1,9                                                                  | 47,1                                                                           |
| Лютесценс 205/12-5 /<br>Lutescens 205/12-5              | 5,11                               | 3,58÷6,32          | 27,3  | 80,9                                                                                                | 1,8                                                                  | 43,3                                                                           |
| Лютесценс 242/13-10 /<br>Lutescens 242/13-10            | 4,88                               | 3,20÷5,86          | 29,9  | 83,2                                                                                                | 1,8                                                                  | 45,3                                                                           |
| Лютесценс 243/13-4 /<br>Lutescens 243/13-4              | 4,63                               | 3,21÷5,57          | 27,0  | 83,2                                                                                                | 1,7                                                                  | 42,3                                                                           |
| Лютесценс 87/16-2 /<br>Lutescens 87/16-2                | 4,49                               | 3,26÷5,53          | 25,5  | 81,2                                                                                                | 1,7                                                                  | 41,0                                                                           |
| Среднее / Average                                       | 4,82                               | -                  | -     | -                                                                                                   | -                                                                    | -                                                                              |
| HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>                   | 0,39                               | -                  | -     | -                                                                                                   | -                                                                    | -                                                                              |
| Среднепоздняя группа спелости / Mid-late maturity group |                                    |                    |       |                                                                                                     |                                                                      |                                                                                |
| Элемент 22, ст. /<br>‘Element 22’, st.                  | 4,06                               | 3,12÷4,63          | 20,2  | 87,6                                                                                                | 1,5                                                                  | 32,7                                                                           |
| Лютесценс 15/10-1-24 /<br>Lutescens 15/10-1-24          | 4,79                               | 2,87÷6,59          | 38,9  | 72,6                                                                                                | 2,3                                                                  | 56,4                                                                           |
| Лютесценс 152/10-5 /<br>Lutescens 152/10-5              | 4,23                               | 2,81÷5,56          | 32,6  | 76,1                                                                                                | 2,0                                                                  | 49,5                                                                           |
| Лютесценс 224/13-1 /<br>Lutescens 224/13-1              | 4,10                               | 2,46÷5,84          | 41,3  | 70,2                                                                                                | 2,4                                                                  | 57,8                                                                           |
| Лютесценс 15/16-17 /<br>Lutescens 15/16-17              | 5,88                               | 4,27÷7,27          | 25,8  | 80,8                                                                                                | 1,7                                                                  | 41,3                                                                           |
| Лютесценс 188/16-9 /<br>Lutescens 188/16-9              | 5,39                               | 3,55÷6,63          | 30,2  | 81,3                                                                                                | 1,9                                                                  | 46,5                                                                           |
| Среднее / Average                                       | 4,37                               | -                  | -     | -                                                                                                   | -                                                                    | -                                                                              |
| HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>                   | 0,43                               | -                  | -     | -                                                                                                   | -                                                                    | -                                                                              |

По результатам испытаний приводим параметры экологической пластичности сортообразцов: Лютесценс 83/14-3 ( $b_i = 1,16$ ,  $S_d^2 = 0,02$ ); Лютесценс 205/12-5 ( $b_i = 1,09$ ,  $S_d^2 = 0,03$ ); Лютесценс 242/13-10 ( $b_i = 1,15$ ,  $S_d^2 = 0,11$ ); Лютесценс 15/16-17 ( $b_i = 1,19$ ,  $S_d^2 = 0,009$ ); Лютесценс 188/16-9 ( $b_i = 1,29$ ,  $S_d^2 = 0,02$ ). Параметры экологической пластичности сортов-стандартов – Дуэт ( $b_i = 0,17$ ,  $S_d^2 = 0,25$ ); Элемент 22 – ( $b_i = 0,65$ ,  $S_d^2 = 0,02$ ).

По результатам проведенного ПЦР-анализа перспективных сортообразцов пшеницы мягкой яровой было установлено, что сорто-

образцы Лютесценс 205/12-5 и Лютесценс 188/16-9 имеют в своем генотипе аллель *Rht8b* (174 пн), что указывает на среднестебельность. Сортообразцы Лютесценс 242/13-10 и Лютесценс 15/16-17 имеют в своем генотипе аллель дикого типа *Rht8a* (165 пн). Наличие аллеля *Rht8c* в генотипе Лютесценс 83/14-3 свидетельствует о короткостебельности сортообразца. Однако этот признак, возможно, контролируется и другими генами *Rht*, поэтому планируется дополнительное исследование. Изучаемые генотипы также были протестированы на фотонейтральность (гены *Ppd-1*). Во всех испытуемых

сортаобразцах в геноме А была детектирована аллель нечувствительности *Ppd-A1a* (338 пн), геноме В целевой аллели (*Ppd-B1a* (1600 пн) не выявлено. Три перспективные линии имели в генетическом профиле гетерозиготное состояние аллелей *Ppd-D1*, которые не проявляли максимальную экспрессию, Лютесценс 242/13-10 содержал в своем генотипе аллель чувствительности к фотопериоду (*Ppd-D1b*), а сортаобразец Лютесценс 83/14-3 – аллель нечувствительности (*Ppd-D1a*). В связи с этим мы можем говорить, что анализируемые комбинации адаптированы к региону Западной Сибири [19, 20].

Сортаобразцы были диагностированы и на наличие аллельных состояний локусов генов качества клейковины *Glu-1*. По всем трем геномам данные образцы показали присутствие аллелей высокомолекулярных глютеинов,

ассоциированных с высоким качеством зерна и имели набор аллелей *Glu-A1b*, *Glu-B1b*, *Glu-D1d*. Такое сочетание субъединиц ВМСГ указывает на то, что изучаемые сортаобразцы могут являться донорами высокого хлебопечкарного качества.

Идентификация перспективных линий на наличие генов *Sr25*, *Sr31* и *Sr32* показала (рис. 2), что сортаобразцы Лютесценс 205/12-5, Лютесценс 242/13-10 и Лютесценс 15/16-17 имели в своих геномах сочетание сразу двух транслокаций – пшенично-ржаную 1RS.1BL с генами устойчивости *Lr26/Sr31* и пшенично-пырейную 7DL-7Ai с генами *Lr19/Sr25*. Лютесценс 188/16-9 и Лютесценс 83/14-3 содержали плеяду генов *Lr26/Sr31* (транслокация – пшенично-ржаная 1RS.1BL). Ген *Sr32* идентифицирован во всех вышеперечисленных генотипах.

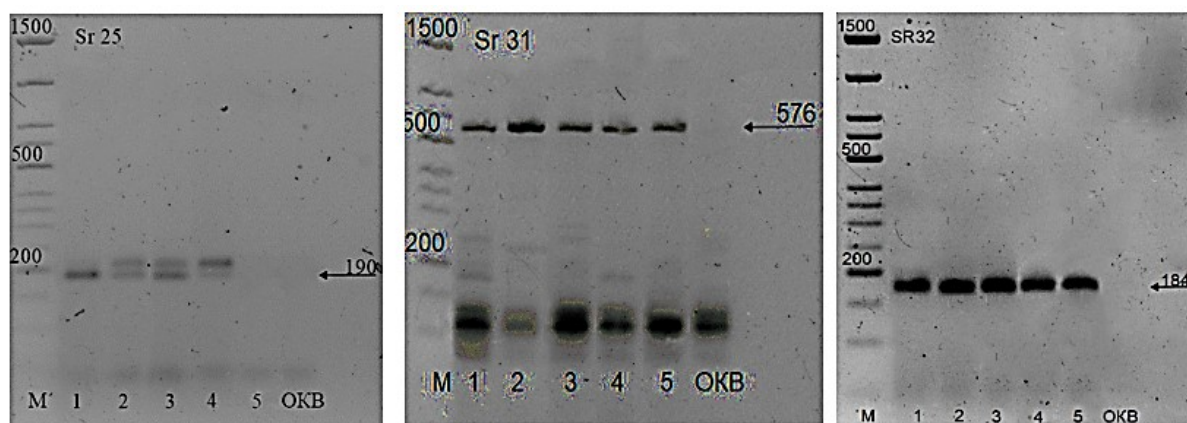


Рис. 2. Определение генов *Sr* у сортаобразцов пшеницы мягкой яровой: М – маркер молекулярного веса; 1 – Лютесценс 205/12-5; 2 – Лютесценс 242/13-10; 3 – Лютесценс 15/16-17; 4 – Лютесценс 188/16-9; 5 – Лютесценс 83/14-3; ОКВ – отрицательный контроль /

Fig. 2. Determination of alleles *Sr* genes in soft spring wheat variety samples: М – marker of molecular weight; 1 – Lutescens 205/12-5; 2 – Lutescens 242/13-10; 3 – Lutescens 15/16-17; 4 – Lutescens 188/16-9; 5 – Lutescens 83/14-3; NC – negative control

В наших исследованиях получен генетический профиль следующих сортаобразцов. Лютесценс 83/14-3 (сорт Омская крепость 5): *Ppd-A1a*, *Ppd-D1a*, *Rht8c*, *Lr26/Sr31*, *Sr32*, *Glu-A1b*, *Glu-B1b*, *Glu-D1a*. Лютесценс 205/12-5 (сорт Омская крепость 2): *Ppd-A1a*, *Ppd-D1a*, *Ppd-D1b*, *Rht8b*, *Lr19/Sr25*, *Lr26/Sr31*, *Sr32*, *Glu-A1b*, *Glu-B1b*, *Glu-D1d*.

Оценка хлебопечкарного качества по комплексу показателей в соответствии с общепринятыми классификационными нормами Госкомиссии и национальными стандартами в среднеспелой группе выявила сортаобразцы Лютесценс 7/10-5, Лютесценс 71/10-5 и

Лютесценс 83/14-3 с натурой зерна на уровне 3-го класса (не менее 730 г/л) ГОСТ 9353-2016<sup>13</sup> и ценной пшеницы – не менее 730 г/л (ГОСТ 34702-2020<sup>14</sup>), (табл. 3.). Лютесценс 15/10-4 превысил стандарт по содержанию белка в зерне на 0,60 абс.%. По хлебопечкарным свойствам он был на уровне ценной пшеницы и превысил стандарт по силе муки на 95 10-4J, объему хлеба – на 182 см<sup>3</sup>. Сортаобразец Лютесценс 83/14-3 отличался реологическими свойствами теста уровня сильной пшеницы (сила муки 379 10-4J, разжижение 26 е. ф., валориметрическая оценка 77 е. в.) и хорошим качеством хлеба с объемом булки 1030 см<sup>3</sup>.

<sup>13</sup>ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2015. 15 с.

URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293751/4293751950.pdf>

<sup>14</sup>ГОСТ 34702-2020. Пшеница хлебопечкарная. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2020. 18 с.

URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/744/74446.pdf>

Таблица 3 – Хлебопекарные качества сортообразцов пшеницы мягкой яровой, питомник КСИ (2020–2022 гг.). /  
 Table 3 – Baking quality of variety samples of soft spring wheat, competitive variety testing nursery (2020–2022)

| Сортообразец /<br>Variety sample                                                                                              | Натура, г/л /<br>Natura, g/l | Белок, % /<br>Protein, % | Клейковина, % /<br>Gluten, % | Хлебопекарная<br>сила теста, 10-4J<br>/ Dough baking<br>strength (W), 10-4J | Размягчение, е. ф. /<br>Dough softening, f. e. | Валориметрическая<br>оценка, е. в. /<br>Valorimeter<br>estimation, v. e. | Объем хлеба,<br>см <sup>3</sup> /100 г / Loaf<br>volume, cm <sup>3</sup> /100 g |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Требования к зерну сильной пшеницы (нормы Госкомиссии) /<br>Requirements for strong wheat grain (State Commission standards)  |                              |                          |                              |                                                                             |                                                |                                                                          |                                                                                 |
| Не менее / No less                                                                                                            | -                            | 14,0                     | 28,0                         | 280                                                                         | Не более 60 /<br>Not more than 60              | 70                                                                       | 1200                                                                            |
| Требования к зерну ценной пшеницы (нормы Госкомиссии) /<br>Requirements for valuable wheat grain (State Commission standards) |                              |                          |                              |                                                                             |                                                |                                                                          |                                                                                 |
| Не менее / Not less                                                                                                           | -                            | 13,0                     | 25,0                         | 260                                                                         | Не более 80 /<br>Not more than 80              | 55                                                                       | 1000                                                                            |
| Дуэт / 'Duet'                                                                                                                 | 761                          | 16,72                    | 36,3                         | 328                                                                         | 30                                             | 75                                                                       | 913                                                                             |
| Лютесценс 7/10-5 /<br>Lutescens 7/10-5                                                                                        | 735                          | 16,55                    | 31,8                         | 460                                                                         | 20                                             | 85                                                                       | 1145                                                                            |
| Лютесценс 15/10-4 /<br>Lutescens 15/10-4                                                                                      | 720                          | 17,34                    | 33,2                         | 423                                                                         | 40                                             | 84                                                                       | 1095                                                                            |
| Лютесценс 71/10-5 /<br>Lutescens 71/10-5                                                                                      | 736                          | 17,04                    | 31,5                         | 409                                                                         | 45                                             | 78                                                                       | 1005                                                                            |
| Лютесценс 83/14-3 /<br>Lutescens 83/14-3                                                                                      | 747                          | 15,39                    | 29,1                         | 379                                                                         | 26                                             | 77                                                                       | 1030                                                                            |
| Лютесценс 205/12-5 /<br>Lutescens 205/12-5                                                                                    | 750                          | 16,72                    | 31,9                         | 500                                                                         | 10                                             | 84                                                                       | 1080                                                                            |
| Лютесценс 242/13-10 /<br>Lutescens 242/13-10                                                                                  | 752                          | 16,96                    | 35,4                         | 485                                                                         | 25                                             | 86                                                                       | 1080                                                                            |
| ДГ. 50-23 / DG. 50-23                                                                                                         | 730                          | 19,98                    | 38,4                         | 618                                                                         | 60                                             | 73                                                                       | 860                                                                             |
| Лютесценс 87/16-2 /<br>Lutescens 87/16-2                                                                                      | 726                          | 19,27                    | 35,6                         | 459                                                                         | 5                                              | 88                                                                       | 1200                                                                            |
| Среднее / Average                                                                                                             | 744                          | 17,93                    | 35,5                         | 478                                                                         | 26                                             | 81                                                                       | 1027                                                                            |
| HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>                                                                                         | 11,6                         | 1,22                     | 1,8                          | 205,6                                                                       | 16,4                                           | 5,2                                                                      | 105,9                                                                           |
| Элемент 22 / 'Element 22'                                                                                                     | 767                          | 17,17                    | 39,8                         | 208                                                                         | 93                                             | 57                                                                       | 720                                                                             |
| Лютесценс 15/16-17 /<br>Lutescens 15/16-17                                                                                    | 748                          | 15,80                    | 28,4                         | 306                                                                         | 10                                             | 91                                                                       | 845                                                                             |
| Лютесценс 188/16-9 /<br>Lutescens 188/16-9                                                                                    | 726                          | 16,27                    | 31,5                         | 459                                                                         | 30                                             | 81                                                                       | 1100                                                                            |
| Лютесценс 152/10-5 /<br>Lutescens 152/10-5                                                                                    | 706                          | 17,60                    | 30,5                         | 485                                                                         | 5                                              | 88                                                                       | 1060                                                                            |
| Среднее / Average                                                                                                             | 737                          | 16,71                    | 32,6                         | 365                                                                         | 35                                             | 79                                                                       | 931                                                                             |
| HCP <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>                                                                                         | 18,1                         | 0,74                     | 3,5                          | 118,3                                                                       | 26,5                                           | 10,9                                                                     | 119,2                                                                           |

Кроме этого, необходимо отметить сортообразец Лютесценс 87/16-2 с хлебопекарным качеством на уровне хорошего улучшителя. Он был выше стандарта Дуэт по содержанию белка в зерне на 2,6 абс.% и объему хлеба на 287 см<sup>3</sup>. Дигампоид ДГ 50-23, отличаясь максимально упругим (132 мм) и сильным по качеству тестом (618 10-4J), по объему хлеба отмечен на уровне стандарта. Сортообразцы Лютесценс 205/12-5 и 242/13/10 с натурой зерна 1-го класса (не менее 750 г/л) выгодно отличались более

упругим тестом на 33–41 мм и объемом хлеба на 167 см<sup>3</sup> выше стандарта Дуэт.

В среднепоздней группе стандарт Элемент 22 достоверно превысил изучаемые образцы по натуре зерна и содержанию в нем белка. По другим хлебопекарным качествам лучшим в этой группе показал себя Лютесценс 188/16-9 с высокими реологическими свойствами теста и максимальным объемом хлеба. Генотип Лютесценс 15/16-17 превысил стандарт по объему хлеба на 125 см<sup>3</sup>.

**Заключение.** В результате проведенных исследований в конкурсном сортоиспытании 2020–2022 гг., в различные по метеорологическим условиям годы, средняя урожайность сортообразцов составила: в среднеспелой группе – 4,82 т/га, превысив стандарт Дуэт на 1,65 т/га; среднепоздней – 4,37 т/га, на уровне стандарта Элемент 22 – 4,06 т/га.

Изученные сортообразцы характеризуются высоким уровнем устойчивости к бурой и стеблевой ржавчинам (ИУ<0,35). К мучнистой росе высокий уровень устойчивости проявили ДГ 50-23 и Лютесценс 15/16-17.

ПЦР-анализом установлено: наличие аллеля *Rht8c* в генотипе Лютесценс 83/14-3, что свидетельствует о его короткостебельности; все генотипы показали присутствие аллелей высокомолекулярных глютенинов, ассоциированных с высоким качеством зерна; устойчивость к бурой и стеблевой ржавчинам у сортообразцов Лютесценс 205/12-5, Лютесценс 242/13-10 и Лютесценс 15/16-17 детерминруется двумя транслокациями – пшенично-ржаной 1RS.1BL (*Lr26/Sr31*) и пшенично-пырейной 7DL-7Ai (*Lr19/Sr25*), Лютесценс 188/16-9 и Лютесценс 83/14-3 – пшенично-ржаной 1RS.1BL. Ген *Sr32* идентифицирован во всех вышеперечисленных генотипах.

Оценка хлебопекарных качеств показала: среднеспелый сортообразец Лютесценс 83/14-3 отличался реологическими свойствами теста уровня сильной пшеницы (упругость 88 мм, сила муки 379 10-4J, сбалансированность теста 0,88,

разжижение 26 е. ф., валориметрическая оценка 77 е. в.) и хорошим качеством хлеба с объемом булки 1030 см<sup>3</sup>; сортообразцы Лютесценс 205/12-5 и Лютесценс 242/13/10 с натурой зерна 1-го класса выгодно отличались от стандарта Дуэт более упругим тестом на 33–41 мм и объемом хлеба на 167 см<sup>3</sup>; среднепоздний сортообразец Лютесценс 15/16-17 превысил стандарт Элемент 22 по объему хлеба на 125 см<sup>3</sup>.

Отобранные среднеспелые сортообразцы: устойчивый к ржавчинным патогенам Лютесценс 205/12-5 по урожайности превышает стандарт Дуэт на 1,94 т/га, передан на ГСИ под названием «Омская крепость 2»; с высоким уровнем устойчивости к листостебельным патогенам Лютесценс 83/14-3 по урожайности превышает стандарт Дуэт на 2,07 т/га, передан на ГСИ под названием «Омская крепость 5»; среднепоздний Лютесценс 15/16-17 созревает на 3 суток раньше стандарта Элемент 22, превышает его по урожайности на 1,82 т/га, устойчивый к листостебельным патогенам, является кандидатом для передачи на ГСИ и рекомендуется для использования в гибридизации в качестве родительской формы.

По результатам испытаний (2020–2022 гг.) определены параметры экологической пластичности сортообразцов: Лютесценс 83/14-3 ( $b_i = 1,16$ ,  $S_d^2 = 0,02$ ); Лютесценс 205/12-5 ( $b_i = 1,09$ ,  $S_d^2 = 0,03$ ); Лютесценс 242/13-10 ( $b_i = 1,15$ ,  $S_d^2 = 0,11$ ); Лютесценс 15/16-17 ( $b_i = 1,19$ ,  $S_d^2 = 0,009$ ); Лютесценс 188/16-9 ( $b_i = 1,29$ ,  $S_d^2 = 0,02$ ).

#### Список литературы

1. Гончаренко А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции. Зерновое хозяйство России. 2016;(3):31–37. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26642951> EDN: WLASMV
2. Ерошенко Л. М., Ромахин М. М., Ерошенко Н. А., Дедушев И. А., Ромахина В. В., Болдырев М. А. Урожайность, пластичность, стабильность и гомеостатичность сортов ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022;183(1):38–47. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-38-47> EDN: FBPVLW
3. Барковская Т. А., Гладышева О. В., Кокорева В. Г. Оценка адаптивности и потенциальной продуктивности яровой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(1):58–65. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.1.58-65> EDN: FTMXHZ
4. Новохатин В. В., Шеломенцева Т. В., Драгавцев В. А. Новый комплексный подход к изучению динамики повышения адаптивности и гомеостатичности у сортов мягкой яровой пшеницы (на примере длительной истории селекции в Северном Зауралье). Сельскохозяйственная биология. 2022;57(1):81–97. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.1.81rus> EDN: DAYGED
5. Хлесткина Е. К., Журавлева Е. В., Пшеничникова Т. А., Усенко Н. И., Морозова Е. В., Осипова С. В., Пермякова М. Д., Афонников Д. А., Отмахова Ю. С. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции (обзор). Сельскохозяйственная биология. 2017;52(3):501–514. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.501rus> EDN: YZKVHR
6. Белан И. А., Россеева Л. П., Россеев В. М., Бадаева Е. Д., Зеленский Ю. И., Блохина Н. П., Шепелев С. С., Першина Л. А. Изучение хозяйственно ценных и адаптивных признаков у линий сорта яровой мягкой пшеницы Омская 37, несущих транслокации 1RS.1BL и 7DL-7Ai. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012;16(1):178–186. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17854560&ysclid=lv4medbdoa10186028> EDN: PASMSL

7. Гулятьева Е. И., Шайдаюк Е. Л. Идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у новых российских сортов мягкой пшеницы. Биотехнология и селекция растений. 2021;4(2):15–27. DOI: <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2021-2-o2> EDN: TUXHWY
8. Гулятьева Е. И., Шайдаюк Е. Л., Рсалиев А. С. Идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у образцов яровой мягкой пшеницы Российской и Казахстанской селекции. Вестник защиты растений. 2019;3(101):41–49. DOI: [https://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3\(101\)-41-49](https://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3(101)-41-49) EDN: FLCIMH
9. Белан И. А., Федоренко Е. Н., Россеева Л. П., Мухордова М. Е., Игнатъева 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> EDN: BJYEAT
10. Кузьмин О. Г., Чурсин А. С., Моргунов А. И., Шепелев С. С., Пожерукова В. Е. Селекционная оценка сортов 18-го Казахстанско-Сибирского питомника в условиях южной лесостепи Омской области. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019;1(33):11–21. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37367916> EDN: AIEDAN
11. Гулятьева Е. И., Шайдаюк Е. Л., Веселова В. В., Смирнова Р. Е., Зуев Е. В., Хакимова А. Г., Митрофанова О. П. Разнообразие новых российских сортов мягкой пшеницы по генам устойчивости к бурой ржавчине. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022;183(4):208–218. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-4-208-218> EDN: TORIUF
12. Рсалиев А. С., Гулятьева Е. И., Шайдаюк Е. Л., Коваленко Н. М., Молдажанова Р. А., Пахратдинова Ж. У. Характеристика устойчивости перспективных образцов яровой мягкой пшеницы к листовым болезням. Биотехнология и селекция растений. 2019;2(2):14–23. DOI: <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2019-2-14-23> EDN: HVFOBG
13. Лайкова Л. И., Белан И. А., Бадаева Е. Д., Россеева Л. П., Шепелев С. С., Шумный В. К., Першина Л. А. Создание и изучение сорта яровой мягкой пшеницы Памяти Майстренко с интрогрессией генетического материала от синтетического гексаплоида *Triticum timopheevii* Zhuk. × *Aegilops tauschii* Coss. Генетика. 2013;49(1):103. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0016675813010062> EDN: PNQOBZ
14. 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
15. Юшкевич Л. В., Ющенко Д. Н., Щитов А. Г., Кашинская С. П. Повышение продуктивности и качества зерна яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири. Вестник КрасГАУ. 2023;(11(200)):73–79. DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-11-73-79> EDN: DIOXPU
16. Белан И. А., Россеева Л. П., Блохина Н. П., Григорьев Ю. П., Мухина Я. В., Трубаев Н. В., Першина Л. А. Ресурсный потенциал сортов пшеницы мягкой яровой 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
17. Мешкова Л. В., Россеева Л. П., Коренюк Е. А., Белан И. А. Динамика распространения патотипа возбудителя бурой ржавчины, вирулентного к сортам пшеницы с геном Lr9 в Омской области. Микология и фитопатология. 2012;46(6):397–400. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18208670&ysclid=lv4mbkj7zw765929453> EDN: PILZAP
18. Мешкова Л. В., Россеева Л. П., Зверовская Т. С., Сабаева О. Б., Белан И. А. Вирулентность природной популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы в Омской области. Успехи современного естествознания. 2018;(11-2):279–283. Режим доступа: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36939> EDN: YQOMGL
19. Ригин Б. В., Зуев Е. В., Матвиенко И. И., Андреева А. С. Молекулярное маркирование генов *Vrn*, *Ppd* и реакция на яровизацию ультраскороспелых линий яровой мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. Биотехнология и селекция растений. 2021;4(3):26–36. DOI: <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2021-3-o2> EDN: HBCIZQ
20. Калыбекова Ж. Т. Аллельное разнообразие генов, контролирующих реакцию на яровизацию и чувствительность к фотопериоду среди сортов яровой мягкой пшеницы различного географического происхождения (обзор). Труды по прикладной ботанике генетике и селекции. 2019;180(4):177–185. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-4-177-185> EDN: NIPOUB

### References

1. Goncharenko A. A. Ecological stability of grain crop varieties and tasks of breeding. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2016;(3):31–37. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26642951>
2. Eroshenko L. M., Romakhin M. M., Eroshenko N. A., Dedushev I. A., Romakhina V. V., Boldyrev M. A. Yield, plasticity, stability and homeostasis of spring barley cultivars in the Non-black earth region. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2022;183(1):38–47. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-38-47>
3. Barkovskaya T. A., Gladysheva O. V., Kokoreva V. G. Assessment of adaptability and potential productivity of spring soft wheat in the conditions of the Ryazan region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(1):58–65. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.1.58-65>

4. Novokhatin V. V., Shelomentseva T. V., Dragavtsev V. A. A novel integrative approach to study the dynamics of an increase in common spring wheat adaptivity and homeostaticity (on the example of breeding programs in the Northern Trans-Ural). *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2022;57(1):81–97. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.1.81rus>
5. Khlestkina E. K., Zhuravleva E. V., Pshenichnikova T. A., Usenko N. I., Morozova E. V., Osipova S. V., Permyakova M. D., Afonnikov D. A., Otmakhova Yu. S. Modern opportunities for improving quality of bakery products via realizing the bread wheat genetic potential-by-environment interactions (review). *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2017;52(3):501–514. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.3.501rus>
6. Belan I. A., Rosseeva L. P., Rosseev V. M., Badaeva E. D., Zelenskiy Yu. I., Blokhina N. P., Shepelev S. S., Pershina L. A. Examination of adaptive and agronomic characters in lines of common wheat 'Omskaya 37' bearing translocations 1RS.1BL and 7DL-7AL. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2012;16(1):178–186. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17854560&ysclid=lv4medbdoa10186028>
7. Gulyaeva E. I., Shaydayuk E. L. Identification of leaf rust resistance genes in the new Russian varieties of common wheat. *Biotehnologiya i selektsiya rasteniy* = Plant Biotechnology and Breeding. 2021;4(2):15–27. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2021-2-o2>
8. Gulyaeva E. I., Shaydayuk E. L., Rsaliev A. S. Identification of leaf rust resistance genes in spring soft wheat samples developed in Russia and Kazakhstan. *Vestnik zashchity rasteniy* = Plant Protection News. 2019;3(101):41–49. (In Russ.). DOI: [http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3\(101\)-41-49](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3(101)-41-49)
9. Belan I. A., Fedorenko E. N., Rosseeva L. P., Mukhordova 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>
10. Kuz'min O. G., Chursin A. S., Morgunov A. I., Shepelev S. S., Pozherukova V. E. Breeding assessment of the 18th Kazakhstan-Siberian nursery varieties in the conditions of the south forest-steppe of Omsk region. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of Omsk SAU. 2019;(1(33)):11–21. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37367916>
11. Gulyaeva E. I., Shaydayuk E. L., Veselova V. V., Smirnova R. E., Zuev E. V., Khakimova A. G., Mitrofanova O. P. Diversity of new russian bread wheat cultivars according to leaf rust resistance genes. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2022;183(4):208–218. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-4-208-218>
12. Rsaliev A. S., Gulyaeva E. I., Shaydayuk E. L., Kovalenko N. M., Moldazhanova R. A., Pahratdinova Z. U. Characteristic of perspective common spring wheat accessions for resistance to foliar diseases. *Biotehnologiya i selektsiya rasteniy* = Plant Biotechnology and Breeding. 2019;2(2):14–23. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2019-2-14-23>
13. Laykova L. I., Belan I. A., Badaeva E. D., Rosseeva L. P., Shepelev S. S., Shumnyy V. K., Pershina L. A. Development and study of spring bread wheat variety 'Pamyati Maystrenko' with introgression of genetic material from synthetic hexaploid *Triticum timopheevii* Zhuk. × *Aegilops tauschii* Coss. *Genetika* = Russian Journal of Genetics. 2013;49(1):103. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.7868/S0016675813010062>
14. 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)
15. Yushkevich L. V., Yushchenko D. N., Shchitov A. G., Kashinskaya S. P. Increasing productivity and grain quality of spring wheat in the southern forest-steppe of Western Siberia. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2023;(11(200)):73–79. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-11-73-79>
16. Belan I. A., Rosseeva L. P., Blokhina N. P., Grigoriev Yu. P., Mukhina Ya. 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>
17. Meshkova L. V., Rosseeva L. P., Korenyuk E. A., Belan I. A. Dynamics of distribution of the wheat leaf rust pathotypes virulent to the cultivars with Lr9 gene in Omsk region. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2012;46(6):397–400. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18208670&ysclid=lv4mbkj7zw765929453>
18. Meshkova L. V., Rosseeva L. P., Zverovskaya T. S., Sabaeva O. B., Belan I. A. Virulence of natural population of the pathogen brown rust wheat in the Omsk region. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2018;(11-2):279–283. (In Russ.). URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36939>
19. Rigin B. V., Zuev E. V., Matvienko I. I., Andreeva A. S. Molecular labeling of Vrn, Ppd genes and vernalization response of the ultra-early lines of spring bread wheat *Triticum aestivum* L. *Biotehnologiya i selektsiya rasteniy* = Plant Biotechnology and Breeding. 2021;4(3):26–36. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2021-3-o2>

20. Kalybekova Zh. T. Allelic diversity of genes controlling responses to vernalization and photoperiod among spring bread wheat varieties of diverse geographic origin. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii* = Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2019;180(4):177-185. (In Russ.).  
DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-4-177-185>

*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: <https://orcid.org/0000-0002-8911-4199>

**Росеева 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: <https://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: <https://orcid.org/0000-0002-5788-2409>, e-mail: [mukhordova@anc55.ru](mailto:mukhordova@anc55.ru)

**Блохина Наталья Павловна**, старший 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: <https://orcid.org/0000-0003-1857-9893>

**Пахотина Ирина Владимировна**, кандидат с.-х. наук, старший 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: <https://orcid.org/0000-0002-9709-1951>

**Мухина Ярослава Вячеславовна**, младший 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: <https://orcid.org/0000-0002-0952-6696>

**Пугачева Наталья Сергеевна**, младший 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: <https://orcid.org/0000-0002-5538-5476>

*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: <https://orcid.org/0000-0002-8911-4199>

**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: <https://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: <https://orcid.org/0000-0002-5788-2409>, e-mail: [mukhordova@anc55.ru](mailto:mukhordova@anc55.ru)

**Natalia P. Blokhina**, senior researcher, Omsk Agrarian Scientific Center, 26 Koroleva Ave., Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1857-9893>

**Irina V. Pakhotina**, PhD in Agricultural Science, senior 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: <https://orcid.org/0000-0002-9709-1951>

**Yaroslava V. Mukhina**, junior researcher, Omsk Agrarian Scientific Center, 26 Koroleva Ave., Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0952-6696>

**Natalia S. Pugacheva**, junior researcher, Omsk Agrarian Scientific Center, 26 Koroleva Ave., Omsk, Russian Federation, 644012, e-mail: [55asc@bk.ru](mailto:55asc@bk.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5538-5476>

✉ – Для контактов / Corresponding author