

Зимостойкий сорт озимой пшеницы Изаура для сложных климатических условий Уральского региона

Е. А. Филиппова¹✉, Н. Ю. Банникова¹, И. А. Дробот¹

¹Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук. Екатеринбург, Россия

✉E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru

Аннотация. Цель исследования – представить результат селекционной работы лаборатории селекции пшеницы Курганского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН – новый сорт озимой пшеницы Изаура – и дать его хозяйственно-биологические характеристики. Сорт создан методом многократного индивидуально-семейственного отбора из гибридной популяции К-85 (популяция зимостойких форм) / Курганская озимая. По результатам конкурсного сортоиспытания урожайность сорта в 2017 г. составила 4,65 т/га (+0,29 т/га к стандарту Омская озимая), в условиях засухи 2020–2021 гг. – 1,10 т/га (+0,42 т/га). Максимальная урожайность получена в Оренбургской области 5,80 т/га (2020 г.). При создании нового сорта решалась задача увеличения урожайности за счет более высокой зимостойкости, устойчивости к бурой ржавчине, мучнистой росе и улучшения хлебопекарных свойств. Сорт отличается повышенной зимостойкостью, морозоустойчивостью, дружным весенним отрастанием, устойчивостью к возврату весенних холодов, высокой урожайностью и качеством зерна. В годы исследований сорт в слабой степени поражался болезнями, имеющими распространение в условиях лесостепи Зауралья: бурой ржавчиной – 11 %, мучнистой росой – 0,5 балла, септориозом 0–0,1 %. По качеству зерно нового сорта соответствует требованиям к ценной пшенице. В среднем за годы исследований получено зерно с натурой зерна 751 г/л, стекловидностью 50 %, содержанием белка 17,5 %, содержанием клейковины в муке 35,3 % II группы, силой муки 367 е. а., объемным выходом хлеба 848 см³, общей хлебопекарной оценкой 3,3 балла. Устойчив к прорастанию и осыпанию зерна на корню. Сорт предназначен для зональной технологии возделывания по парам. По результатам государственного сортоиспытания с 2022 г. сорт Изаура включен в Госреестр селекционных достижений по Уральскому (9) и Западно-Сибирскому (10) регионам, где прибавки к стандартам составили соответственно 0,25 и 0,45 т/га. **Научная новизна.** Создан новый сорт озимой мягкой пшеницы, имеющий преимущества перед распространенными сортами в Уральском регионе по устойчивости к бурой ржавчине, мучнистой росе и обладающий повышенной зимостойкостью.

Ключевые слова: новый сорт, озимая пшеница, урожайность, качество зерна, структура урожая.

Для цитирования: Филиппова Е. А., Банникова Н. Ю., Дробот И. А. Зимостойкий сорт озимой пшеницы Изаура для сложных климатических условий Уральского региона // Аграрный вестник Урала. 2023. № 04 (233). С. 40–50. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-233-04-40-50.

Дата поступления статьи: 30.11.2022, **дата рецензирования:** 21.12.2022, **дата принятия:** 13.01.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Курганская область относится к району рискованного земледелия. Продуктивность озимых определяется устойчивостью к таким лимитирующим в Зауралье факторам среды, как температура воздуха и влагообеспеченность растений в критические и наиболее уязвимые фазы развития [1, с. 35]. Интерес к озимым культурам в Зауралье то угасает, то проявляется вновь. Практика показывает, что преимущество озимых культур перед яровыми неоспоримо. Разница в урожайности при соблюдении рекомендуемой технологии возделывания составляет

от 4 до 12 ц/га и выше. Но холодные и малоснежные зимы и возврат отрицательных температур зачастую приводят к гибели посевов озимых, в результате чего сельхозтоваропроизводители отказываются от их возделывания. Однако в последние 3 года посевные площади под озимыми культурами в Курганской области стали увеличиваться. Это связано с внедрением в производство новых зимостойких морозоустойчивых сортов отечественной селекции [2]. Повышение морозо-, зимостойкости создаваемых сортов озимой мягкой пшеницы и сегодня, и в ближайшем будущем – одно из главных направле-

ний селекционной работы [3, с. 13]. Для увеличения урожайности и общего валового производства зерна необходимо внедрение новых современных высокопродуктивных сортов озимой пшеницы с высоким качеством зерна [4, с. 2]. Это более эффективно и может давать прибавки 5–10 ц/га за счет грамотного подбора сортов с учетом особенностей их биологии по отношению как к природным факторам, так и элементам технологии, таким как предшественник, уровень минерального питания, зоны возделывания [5, с. 170]. Таким образом, в повышении эффективности мирового растениеводства важная роль по-прежнему принадлежит сортам, поэтому в селекции идет поиск более рациональных и эффективных приемов их создания при наименьших затратах [6, с. 365].

Методология и методы исследования (Methods)

Опыты проведены в 2017–2021 гг. в Курганском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в лаборатории селекции пшеницы. Материалом исследования служил новый сорт озимой мягкой пшеницы Изаура селекции Курганского НИИСХ в сравнении с другими сортами и стандартом. Стандарт – Омская озимая. В опыте использовали классическую схему селекционного процесса разряд-этапов. Предшественник – пар. Посев проведен в третьей декаде августа или первой декаде сентября. Норма высева – 3–5 млн всхожих зерен на гектар. Осенью внесение $N_{10}P_{25}$, весной в период отрастания растений – N_{30} . Наблюдения и оценки проводились в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания [7]. Оценка показателей качества зерна и муки проведена в технологической лаборатории Курганского НИИСХ соответственно ГОСТам.

Опытный участок расположен в центральной зоне Курганской области. Почва – чернозем выщелоченный маломощный тяжелосуглинистый, содержание гумуса в слое 0–20 см – 4,26 % (по Тюрину); $pH_{вод}$ – 5,7; содержание подвижного фосфора P_2O_5 (по Чирикову) – 118 мг/кг, обменного калия K_2O – 217 мг/кг, нитратного азота $N-NO_3$ – 14 мг/кг почвы. Особенности климата являются холодная, нередко малоснежная зима, а также короткое, но жаркое лето с периодически повторяющимися засухами. Для весны характерны частые возвраты холодов. Количество осадков в сумме за год составляет 366–425 мм, температура воздуха в среднем за год 0,8–1,4 °С, сумма положительных температур – 2350–2380 °С, сумма активных температур – 2047 °С. За теплый период (май – сентябрь) выпадает 56–59 % от среднегодовой суммы осадков, среднееголетний ГТК составляет 0,9–1,1, однако часто бывает ниже 0,7 и даже 0,5. Вероятность наступления засушливых явлений средней и слабой интенсивности в различные фазы развития растений достигает 100 %, интенсивных – 35 %. Засушливые годы составляют 33–40 % [8, с. 8].

Результаты (Results)

Долгосрочный план создания нового сорта включает ряд последовательных этапов и должен дать при завершении серьезный успешный результат [9, с. 451]. Новый сорт Изаура, включенный в Госреестр селекционных достижений с 2022 г., обладает повышенной зимостойкостью и морозоустойчивостью. Созданию таких сортов способствуют местные экстремальные условия, которые являются хорошим провокационным фоном для отбора на адаптивность. Сорт отличается дружное весеннее отрастание, устойчивость к возврату весенних холодов, высокая урожайность и качество зерна, что позволяет ему быть конкурентоспособным в линейке современных сортов. Сорт интенсивного типа, позволяющий на высоком агрофоне получать стабильные урожаи.

Сорт выведен многократным индивидуально-семейственным отбором из гибридной популяции с участием зимостойких форм (К-85) и сорта Курганская озимая. Колос безостый, неопушенный. Зерно красное. По длине вегетационного периода относится к среднеспелому типу (316–327 дней). Устойчив к полеганию и осыпанию, имеет восковой налет на влагалище флагового листа и на верхнем междоузлии до сильного, на колосе – до среднего. Куст полустелющийся. Колос пирамидальный, по плотности от среднего до плотного, с короткими остевидными отростками. Колосковая чешуя овальная, нервация средневывраженная. Плечо по форме закругленное – прямое, по ширине узкое – среднее, килевой зубец слегка-умеренно изогнут.

Решение проблемы повышения уровня и стабильности урожайности в процессе селекции сопряжено с преодолением ряда ограничений, возникающих в связи селекционным улучшением двух генетических систем одновременно – отзывчивости на благоприятные условия и устойчивости к стрессовым факторам [10, с. 940]. При неблагоприятных природно-климатических факторах для нормального развития растений озимой пшеницы (2020–2021 гг.) сорт Изаура формирует урожайность выше стандарта на 0,33–0,50 т/га, при улучшении условий способен формировать продуктивность на уровне 3,93–5,26 т/га (таблица 1). В среднем за последние 5 лет (2017–2021) прибавка к стандарту Омская озимая составила 0,38 т/га.

Урожайность – полигенный признак, на его формирование влияет много факторов [11, с. 371]. Для получения высокоурожайных и высококачественных сортов существует острая необходимость изучения большого комплекса хозяйственно-ценных признаков, характерных для генотипа культуры [12, с. 680]. Анализ структуры урожая показал, что по длине колоса сорт превысил стандарт на 0,7 см, по количеству колосков в колосе – на 0,9.

Количество колосков определяет озерненность колоса [13, с. 24]. По количеству зерен в колосе новый генотип превысил стандарт на 4,4 шт., масса зерна колоса у нового сорта составила в среднем 1,7 г, у стандарта – 1,3 г. Масса 1000 зерен – важный элемент структуры урожая, определяющий потенциальную продуктивность сорта [14, с. 82]. Сорт формирует стабильно крупное зерно (42–48 г), в среднем превышая стандарт на 7,0 г.

Вегетационный период составляет около 323 дней. Сорт Изаура созревает на уровне сортов Омская озимая (таблица 3), Башкирская 10, Колос

Оренбуржья, Скипетр. Соломина средней длины (80–100 см), в среднем за 2017–2021 гг. длина растения составила 96 см, что на 2 см короче, чем у стандарта.

Одним из факторов, отрицательно влияющих на количественные и качественные показатели производства зерна озимой пшеницы, являются гидротермические условия региона [15, с. 106]. Успешному выращиванию озимой пшеницы будет способствовать выбор сортов с повышенной зимостойкостью и соблюдением агротехники выращивания [16, с. 7].

Таблица 1

Уровень урожайности в разных условиях среды вегетационного периода, т/га, питомник конкурсного сортоиспытания, 2017–2021 гг.

Сорт	Минимальная (2020–2021 гг.)	Максимальная (2016–2017 гг.)	Среднее (2017–2021 гг.)	± к ст.
Омская озимая, ст.	0,56–0,81	3,30–4,36	1,94	
Изаура	1,06–1,14	3,93–5,26	2,32	0,38
Умка	1,92–1,15	4,24–4,91	2,59	0,65
Альбина 45	0,83–0,86	3,00–3,70	2,10	0,16

Table 1

The yield level in different environmental conditions of the growing season, nursery of competitive variety testing, 2017–2021

Variety	Minimum (2020–2021)	Maximum (2016–2017)	Average value (2017–2021)	± to standard
Omskaya ozimaya, st.	5.6–8.1	33.0–43.6	19.4	
Izaura	10.6–11.4	39.3–52.6	23.2	3.8
Umka	19.2–11.5	42.4–49.1	25.9	6.5
Al'bina 45	8.3–8.6	30.0–37.0	21.0	1.6

Таблица 2

Характеристика сорта Изаура по элементам структуры урожая, питомник конкурсного сортоиспытания, 2017–2021 гг.

Показатель	Изаура		Омская озимая, ст.		± к ст.
	min–max	\bar{x}	min–max	\bar{x}	
Урожайность, т/га	1,06–5,26	2,32	0,81–4,36	1,94	0,38
Длина колоса, см	6,3–11,0	8,5	6,1–11,7	7,8	0,7
Количество колосков в колосе, шт.	14,4–18,0	17,2	14,2–20,0	16,3	0,9
Количество зерен в колосе, шт.	30,3–50,0	37,9	22,4–52,0	33,5	4,4
Масса зерна колоса, г	1,0–2,1	1,7	0,6–2,9	1,3	0,4
Масса 1000 зерен, г	42,0–48,0	45,0	26,0–56,0	38,0	7,0

Table 2

Characteristics of the Izaura variety according to the elements of the crop structure, nursery of competitive variety testing, 2017–2021

Indicators	Izaura		Omskaya ozimaya, st.		± to standard
	min–max	\bar{x}	min–max	\bar{x}	
Productivity, t/ha	1.06–5.26	2.32	0.81–43.6	1.94	0.38
Ear length, cm	6.3–11.0	8.5	6.1–11.7	7.8	0.7
Number of spikelets per ear, pcs.	14.4–18.0	17.2	14.2–20.0	16.3	0.9
Quantity ripe in the coliseum, pcs.	30.3–50.0	37.9	22.4–52.0	33.5	4.4
Ear grain weight, g	1.0–2.1	1.7	0.6–2.9	1.3	0.4
Weight of 1000 grains, g	42.0–48.0	45.0	26.0–56.0	38.0	7.0

Таблица 3

Хозяйственно-биологическая характеристика, питомник конкурсного сортоиспытания, 2017–2021 гг.

Показатель	Изаура	Омская озимая, ст.	± к ст.
Вегетационный период, дней	323	322	–1
Высота растения, см	96	98	2
Поражение бурой ржавчиной, %	11	24	–
Поражение мучнистой росой, балл	0,5	2,4	–
Поражение септориозом, %	0–0,1	0,1	–
Зимостойкость, балл	4,4	3,4	+1,0

Agrotechnologies

Table 3

Economic and biological characteristics, nursery of competitive variety testing, 2017–2021

Indicators	Izaura	Omskaya ozimaya, st.	± to standard
Growing season, days	323	322	–1
Plant height, cm	96	98	2
Brown rust damage, %	11	24	–
Defeat by powdery mildew, point	0.5	2.4	–
Defeat by septoria, %	0–0.1	0.1	–
Winter hardiness, point	4.4	3.4	1.0

Таблица 4

Характеристика сортов озимой пшеницы на Половинском ГСУ, Курганская область, 2020–2021 гг. (посев 02.09.2021)

Сорт	Урожайность, т/га				Зимостойкость, балл	
	2020	2021	Среднее	± к ст.	2020	2021
Альбина 45	3,41	1,20	2,31	ст.	4,0	4,0
Аленушка	3,61	1,25	2,43	+0,12	3,2	5,0
Изаура	4,12	1,36	2,74	+0,43	3,5	5,0

Table 4

Characteristics of winter wheat varieties at Polovinskiy SVP, Kurgan region, 2020–2021 (sowing 02.09.2021)

Variety	Yield, t/ha				Winter hardiness, point	
	2020	2021	Average	± to standard	2020	2021
Al'bina 45	3.41	1.20	2.31		4.0	4.0
Alenushka	3.61	1.25	2.43	+0.12	3.2	5.0
Izaura	4.12	1.36	2.74	+0.43	3.5	5.0

По результатам государственных испытаний филиалами ФГБУ «Госсорткомиссия» (2019–2021 гг.) на Яранском ГСУ Кировской области у сорта Изаура отмечена повышенная зимостойкость (4,7 балла) против стандарта Скипетр (4,6 балла). Высокая зимостойкость подтверждена в 2021 г. (5 баллов) и на Половинском ГСУ Курганской области, в среднем за 2020–2021 гг. зимостойкость оценена на 4,25 балла (таблица 4). В годы сортоиспытаний в Волго-Вятском (4), Уральском (9), Западно-Сибирском (10) регионах зимостойкость нового сорта составила 4,1 балла, стандарта – 3,8 балла.

Условия, неблагоприятные для роста и развития растений озимой пшеницы, в Зауралье складываются не только в зимний период, но и часто летом. Каждый второй год характеризуется как засушливый или очень засушливый [17, с. 3]. Поэтому засухоустойчивостью должны обладать сорта не толь-

ко яровой пшеницы, но и озимой. У нового сорта показатель засухоустойчивости отмечен на уровне стандартов Скипетр и Колос Оренбуржья.

Снижению урожайности и качества озимой пшеницы в значительной степени способствуют болезни. Озимая пшеница является первичным источником и накопителем листовых инфекций для зерновых яровых культур. Надо отметить, что видовой состав возбудителей мало отличается от возбудителей яровой пшеницы. К основным листовым болезням пшеницы относятся бурая ржавчина (возбудитель – *Puccinia triticina*), а также желтая (пиренофороз) и темно-бурая пятнистости (*Pyrrenophora tritici-repentis* и *Cochliobolus sativus* = *Bipolaris sorokiniana*). В западноазиатских регионах России и Северном Казахстане они относятся к группе болезней наиболее распространенных и достаточно потенциально опасных [18, с. 363]. В связи с этим

выведение новых сортов озимой пшеницы с набором разных генов устойчивости к болезням, в том числе отличающихся и от яровой пшеницы, станет важным элементом в общей структуре защиты растений [19, с. 64]. В годы исследований новый сорт в слабой степени поражен болезнями, имеющими распространение в условиях лесостепи Зауралья: мучнистой росой – 0,5 балла, септориозом – 0–0,1 %. Бурая ржавчина зерновых широко распространена в зерносеющих регионах Российской Федерации и мире. Заболевание имеет высокую вредоносность, которая проявляется в изреживании посевов озимых зерновых, снижении урожайности до 40 % и более, количества и качества зерна [20, с. 3]. За годы исследований (2017–2021 гг.) сорт Изаура поражен бурой ржавчиной в средней степени – 11 %. Поражение пыльной головней и склеротинией в полевых условиях не отмечено. Снежной плесенью поражен средне (1–2 балла), стандарт Жатва Алтая – на 2–3 балла.

Одна из важнейших задач селекционеров – создание сортов, у которых хорошее качество зерна сочетается с высокой урожайностью [21, с. 51].

За годы исследований (2017–2021 гг.) по биохимическим, технологическим и мукомольно-хлебопекарным показателям сорт Изаура превысил стандарт Омская озимая, внесенный в список ценных пшениц (таблица 5). У нового сорта натуральный вес зерна в среднем составил 751 г/л, стекловидность – 50 %, содержание белка в зерне – 17,5 %, процентное содержание клейковины в муке – 35,3, качество клейковины соответствует II группе. Основным показателем оценки хлебопекарных свойств зерна и муки является пробная лабораторная выпечка [22, с. 156]. По результатам за 2017–2021 гг. сорт показал высокие реологические свойства теста (367 е. а.), что выше стандарта на 85 е. а. и соответствует показателям сильной пшеницы (более 280 е. а.). Объемный выход хлеба составил 848 см³, что выше стандарта на 110 см³. Общая хлебопекарная оценка – 3,3 балла, что выше стандарта на 0,2 балла.

Для создания современных универсальных сортов важно изучать те сорта и генотипы, которые максимально адаптированы к местным почвенно-климатическим и другим природным условиям [23, с. 67].

Таблица 5
Биохимические, технологические и хлебопекарные показатели качества зерна озимой пшеницы, питомник конкурсного сортоиспытания (2017–2021 гг.)

Показатель	Изаура		Омская озимая, ст.		± к ст.
	min–max	\bar{x}	min–max	\bar{x}	
Натура, г/л	683–796	751	667–820	749	2,0
Стекловидность, %	41–58	50	32–53	48	2,0
Содержание белка в зерне, %	16,5–18,1	17,5	15,0–17,5	17,3	0,2
Содержание клейковины в муке, %	29,1–37,8	35,3	29,8–34,8	32,5	2,8
Качество клейковины, ед. ИДК	80–95	86	70–120	89	3,0
Сила муки, е. а.	305–477	367	217–379	282	85
Объемный выход хлеба, мл	720–935	848	685–770	738	110,0
Общая оценка хлеба, балл	2,8–3,7	3,3	2,9–3,3	3,1	0,2

Table 5
Biochemical, technological and baking indicators of winter wheat grain quality, nursery of competitive variety testing, 2017–2021

Indicators	Izaura		Omskaya ozimaya, st.		± to standard
	min–max	\bar{x}	min–max	\bar{x}	
Nature, g/l	683–796	751	667–820	749	2.0
Glassiness, %	41–58	50	32–53	48	2.0
Protein content in grain, %	16.5–18.1	17.5	15.0–17.5	17.3	0.2
Gluten content in flour, %	29.1–37.8	35.3	29.8–34.8	32.5	2.8
Gluten quality, units IDK	80–95	86	70–120	89	3.0
Flour strength (alveograph indicator)	305–477	367	217–379	282	85
Bread volume, ml	720–935	848	685–770	738	110.0
Overall bread score, point	2.8–3.7	3.3	2.9–3.3	3.1	0.2

Урожайность сорта Изаура в сортоиспытании по 4, 9, 10 регионам, 2020–2021 гг.

Регион	ГСУ	Урожайность, т/га			Сорт-стандарт
		2020	2021	± к ст.	
Волго-Вятский регион (4)					
Кировская область	Яранский	3,86	4,71	-0,85	Скипетр
Республика Марий Эл	Горноармейский	4,92	3,96	0,01	Безенчукская 380
Удмуртская Республика	Можгинский	3,55	1,36	-1,29	Волжская качественная
Чувашская Республика	Варнаровский	3,66	1,96	0,01	
Уральский регион (9)					
Курганская область	Половинский	4,12	1,36	0,43	Омская озимая
Оренбургская область	Переволоцкий	5,33	0,65	0,22	Колос Оренбуржья
	Бузулукский	5,81	–	0,08*	
Челябинская область	Еманжелинский	2,34	2,08	0,11	Башкирская 10
Республика Башкортостан	Кармаскалинский	4,11	–	1,50*	
Западно-Сибирский регион (10)					
Алтайский край	Кытмановский	2,90	3,02	0,33	Жатва Алтая
Новосибирская область	Венгеровский	3,21	–	-0,19*	Новосибирская 3
	Маслянинский	2,26	–	-0,05*	
Тюменская область	Ишимский	3,06		1,41	Омская 4
Омская область	Горьковский	4,27	–	0,73*	

* Результаты испытания за 2020 г.

Table 6

The yield of the Izaura variety in variety testing by 4,9,10 regions, 2020–2021

Region	GSU	Productivity, t/ha			Variet-standard
		2020	2021	± to standard	
Volga-Vyatka region (4)					
<i>Kirov region</i>	<i>Yaranskiy</i>	3.86	4.71	-0.85	<i>Skipetr</i>
<i>Republic of Mari El</i>	<i>Gornoarmeyskiy</i>	4.92	3.96	0.01	<i>Bezenchukskaya 380</i>
<i>Udmurts Respublika</i>	<i>Mozhginskiy</i>	3.55	1.36	-1.29	<i>Volzhsкая kachestvennaya</i>
<i>Chuvash Republic</i>	<i>Varnavskiy</i>	3.66	1.96	0.01	
Ural region (9)					
<i>Kurgan region</i>	<i>Polovinskiy</i>	4.12	1.36	0.43	<i>Omskaya ozimaya</i>
<i>Orenburg region</i>	<i>Perevolotskiy</i>	5.33	0.65	0.22	<i>Kolos Orenburzh'ya</i>
	<i>Buzulukskiy</i>	5.81	–	0.08*	
<i>Chelyabinsk region</i>	<i>Emanzhelinskiy</i>	2.34	2.08	0.11	<i>Bashkirskaya 10</i>
<i>Republic of Bashkortostan</i>	<i>Karmaskalinskiy</i>	4.11	–	1.50*	
West Siberian region (10)					
<i>Altai territory</i>	<i>Kytmanovskiy</i>	2.90	3.02	0.33	<i>Zhatva Altaya</i>
<i>Novosibirsk region</i>	<i>Vengerovskiy</i>	3.21	–	-0.19*	<i>Novosibirskaya 3</i>
	<i>Maslyaninskiy</i>	2.26	–	-0.05*	
<i>Tyumen region</i>	<i>Ishimskiy</i>	3.06		1.41	<i>Omskaya 4</i>
<i>Omsk region</i>	<i>Gor'kovskiy</i>	4.27	–	0.73*	

* Test results for 2020.

В 2020–2021 гг. сорт прошел успешное широкое экологическое сортоиспытание на ГСУ Волго-Вятского, Уральского и Западно-Сибирского регионов (таблица 6). Максимальная урожайность получена в Оренбургской области на Переволоцком и Бузулукском ГСУ – 5,33–5,81 т/га (2020 г.). Наибольшие прибавки (1,5 т/га) сорта Изаура к стандарту Башкирская 10 получены в Республике Башкортостан на Кармаскалинском ГСУ. В Тюменской области

Изаура дала урожай на уровне со стандартом Скипетр. В Западно-Сибирском регионе наибольшие прибавки урожайности получены в Омской области в 2020 г. на Горьковском ГСУ (прибавка 0,73 при 5,81 т/га у стандарта Омская 4 при средней по региону 2,74 т/га). Средняя урожайность сорта Изаура за 2 года госсортоиспытаний в Курганской области (2020–2021 гг.) в среднем по ГСУ составила 2,74 т/га с превышением стандарта на 0,43 т/га.

По результатам государственного сортоиспытания сорт Изаура с 2022 г. включен в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Уральскому (9) и Западно-Сибирскому (10) регионам.

Для успешного внедрения новых сортов и раскрытия потенциала продуктивности необходимо строгое соблюдение зональных приемов возделывания озимой пшеницы, а также изучение и внедрение передовых агротехнологий. В Курганском НИИСХ применяется следующая технология возделывания для озимой пшеницы. Оптимальные рекомендуемые сроки посева – с 20 по 30 августа. Важно учитывать, что разрыв между такими операциями, как подготовка почвы, посев и прикатывание, не допускается. Оптимальная норма высева в пределах 5–5,5 млн всхожих зерен на 1 га. Сорта озимой пшеницы отзывчивы на применение удобрений. Наиболее эффективно полное минеральное удобрение в соотношении доз $N_{20}P_{20}K_{20}$, внесенное в рядки при посеве. Для улучшения вегетативного роста и репродуктивного развития растений весной требуется ранняя подкормка такими азотными удобрениями, как аммиачная селитра или мочевины (40–60 кг д. в./га). В фазу полного колошения пшеницы полезна внекорневая подкормка – мочевины около 30 кг д. в./га азота, что необходимо для увеличения содержания белка и клейковины в зерне [24, с. 63]. В весенне-летний период рекомендовано применение химпрепаратов для защиты от вредных объектов.

В передовых хозяйствах Курганской области, например в АПО «МУЗА» Щучанского, в КФХ Суслов С. А. Притобольного, ЗАО «Агрокомплекс „Кургансемена“» Кетовского районов, кроме общепринятых технологий, ведется поиск и внедрение новых эффективных приемов и использование современных сельхозмашин и орудий, что позволяет стабилизировать зерновое производство в условиях

рискованного земледелия Зауралья (засуха, новые агрессивные расы болезней и вредителей) [1, с. 35].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В результате селекционной работы с применением классических методов и исходного материала, приспособленного к зональным погодным условиям, создан новый сорт пшеницы озимой мягкой Изаура. Сорт обладает комплексом основных хозяйственно-биологических признаков и свойств: урожайный, зимостойкий, высококачественный, устойчивый к болезням, адаптированный к местным климатическим условиям. Этот сорт предназначен для зональной технологии возделывания по парам. Прибавка к стандартному сорту Омская озимая в среднем за 5 лет изучения (2017–2021) составила 0,38 т/га. В зависимости от условий сорт формирует сильное (32 % в муке) или ценное (28 %) зерно с содержанием клейковины 29,1–37,8 % и качеством не ниже II группы. По хлебопекарным свойствам превышает стандарт ценной пшеницы Омская озимая. Обладает высокой устойчивостью к основным болезням озимой пшеницы (бурой ржавчине, мучнистой росе, септориозу). Устойчив к прорастанию и осыпанию зерна на корню. По представленным данным сорт обладает рядом преимуществ перед стандартом и рекомендован для использования сельхозтоваропроизводителями Уральского региона в лесостепной зоне. Сорт может быть использован в селекционных программах в качестве источника зимостойкости и качества.

Благодарности (Acknowledgements)

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ по направлению 4.1.2.1 «Поиск, сохранение, изучение генетических ресурсов растений и использование их в селекционном процессе при создании новых форм, сортов и гибридов сельскохозяйственных, лекарственных и ароматических культур» (тема № 0532-2021-0008).

Библиографический список

1. Мальцева Л. Т., Филиппова Е. А., Банникова Н. Ю., Катаева Н. В. Стабильность урожая озимой пшеницы и возможность ее возделывания в Зауралье // Кормопроизводство. 2020. № 7. С. 32–36. DOI: 10.25685/KRM.2020.7.2020.005.
2. Идет подготовка семян озимых культур под урожай 2021 года в Курганской области [Электронный ресурс]. URL: <https://rosselhoccenter.ru/index.php/regions/ural/kurganskaya-oblast?start=45> (дата обращения: 31.05.2022).
3. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В., Кравченко Н. С. Результаты изучения сортов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6. С. 12–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-12-17.
4. Чурзин В. Н., Дубовченко Д. О. Фотосинтетическая продуктивность в посевах сортов озимой пшеницы в зависимости от применения агрохимикатов на черноземах Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 2 (58). С. 123–130. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-12.

5. Особенности адаптивно-ландшафтной системы земледелия Кабардино-Балкарской республики / А. Л. Иванов, Э. Н. Молчанов, А. А. Маремуков [и др.]. Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2015. 320 с.
6. Гончаров Н. П., Косолапов В. М. Селекция растений – основа продовольственной безопасности России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 361–366. DOI: 10.18699/VJ21.039.
7. Федин М. А. [и др.] Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Вып. 1 (Общая часть). Москва, 1985. 270 с.
8. Филиппова Е. А., Банникова Н. Ю., Мальцева Л. Т. [и др.] Анализ погодных условий в связи с возделыванием озимой пшеницы в лесостепной зоне Зауралья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 1 (65). С. 32–37. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-32-37.
9. Гончаров Н. П. Научное обеспечение селекции и семеноводства Сибири в XXI в. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 448–459. DOI: 10.18699/VJ21.050.
10. Мальчиков П. Н., Розова М. А., Моргунов А. И., Мясникова М. Г., Зеленский Ю. И. Величина и стабильность урожайности современного селекционного материала яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) из России и Казахстана // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22 (8). С. 939–950. DOI: 10.18699/VJ18.436.
11. Сандухадзе Б. И., Мамедов Р. З., Крахмалева М. С., Бугрова В. В. Научная селекция озимой мягкой пшеницы в Нечерноземной зоне России: история, методы и результаты // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 367–373. DOI: 10.18699/VJ21.53-о.
12. Маслова Г. Я, Абдряев М. Р., Шарапов И. И., Шарапова Ю. А. Корреляционный анализ урожайности и элементов продуктивности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2 (4). С. 680–682.
13. Резвякова С. В., Конеева О. А., Данилов С. Ю. Сравнительная оценка новых сортов озимой пшеницы в условиях Орловской области // Биология в сельском хозяйстве. 2022. № 1 (34). С. 22–26.
14. Сухоруков А. А. Исходный материал для селекции озимой пшеницы в Среднем Поволжье на урожайность, иммунитет и качество зерна // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4 (56). С. 80–84. DOI: 10.18286/1816-4501-2021-4-80-84.
15. Дорохов Б. А., Васильева Н. М. Современные погодные условия и их воздействие на хозяйственные показатели озимой пшеницы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 11-2 (38). С. 106–111. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11762.
16. Зезин Н. Н. [и др.]. Озимые зерновые культуры на Среднем Урале: практические рекомендации по технологии возделывания озимых культур в Свердловской области. Екатеринбург: Ротапринт ФГБНУ «Уральский НИИСХ» 2015. 48 с.
17. Повышение эффективности земледелия Зауралья в засушливых условиях. Куртамыш: Куртамышская типография, 2013. 231 с.
18. Gulyaeva E. I., Kovalenko N. M., Shamanin V. P. et al. Population structure of leaf pathogens of common spring wheat in the West Asian regions of Russia and Northern Kazakhstan in 2017 // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. Vol. 22. No. 3. Pp. 363–369. DOI: 10.18699/VJ18.372.
19. Кашуба Ю. Н., Мешкова Л. В., Трипутин В. М. Оценка интрогрессивных форм озимой мягкой пшеницы на устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине // Вестник КрасГАУ. 2021. № 10 (175). С. 63–67. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-63-67.
20. Манукян И. Р., Догузова Н. Н., Абиева Т. С. Селекция озимой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине // Нива Поволжья. 2021. № 3 (60). С. 3–8. DOI: 10.36461/NP.2021.60.3.008.
21. Беркутова Н., Сандухадзе Б., Соболева Е., Кондратьева О., Беркутова Д. Мукомольные свойства зерна перспективных сортов озимой пшеницы // Хлебопродукты. 2010. № 11. С. 51–53.
22. Мелешкина Е. П., Коломиец С. Н., Жильцова Н. С., Бунтина О. И. Современная оценка хлебопекарных свойств российской пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 1. С. 155–162. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-155-162.
23. Малкандуев Х. А., Мохова Л. М., Малкандуева А. Х. [и др.] Результаты селекции по озимой пшенице // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 2 (94). С. 66–71. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-2-94-66-71.
24. Мальцева Л. Т., Банникова Н. Ю., Филиппова Е. А., Ефимова А. Г. К вопросу об озимой пшенице на зауральских полях // Нивы Зауралья. 2015. № 6 (128). С. 60–63.

Об авторах:

Елена Александровна Филиппова¹, старший научный работник лаборатории селекции пшеницы, ORCID 0000-0001-8209-9603, AuthorID 621300; +7 912 573-15-85, elena-filippova-kniich@mail.ru

Наталья Юрьевна Банникова¹, старший научный работник лаборатории селекции пшеницы, ORCID 0000-0003-4436-6592, AuthorID 618742; +7 963 004-86-83, info@kurganniish.ru

Ирина Александровна Дробот¹, научный сотрудник лаборатории селекции пшеницы, ORCID 0000-0001-5170-1366, AuthorID 619309; +7 982 421-24-23, irina.drobot@inbox.ru

¹ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

A new variety of winter soft wheat Izaura for the forest-steppe zone of the Ural region

E. A. Filippova¹✉, N. Yu. Bannikova¹, I. A. Drobot¹

¹ Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru

Abstract. The purpose of the research is to present the result of the breeding work of the wheat breeding laboratory of the Kurgan Scientific Research Institute of Agriculture – branch of Federal State Budgetary Scientific Institution “Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences” – a new variety of winter wheat Izaura and to give its economic and biological characteristics. **The variety was created by the method** of multiple individual-familial selection from a hybrid population of K-85 (a population of hardy forms) / Kurganskaya ozimaya. **According to the results** of the competitive variety testing, the yield of the variety in 2017 was 4.65 t/ha (+0.29 t/ha to the Omsk winter standard), in the conditions of drought of 2020–2021, 1.10 t/ha (+0.42 t/ha). The maximum yield was obtained in the Orenburg region of 58 kg/ha (2020). When creating a new variety, the task of increasing yields was solved due to higher winter hardiness, resistance to brown rust, powdery mildew and improving baking properties. The advantage of the variety: increased winter hardiness, frost resistance, friendly spring regrowth, resistance to the return of spring cold, high yield and grain quality. During the years of research, the variety was slightly affected by diseases that are widespread in the conditions of the forest–steppe of the Trans-Urals: brown rust – 11 %, powdery mildew – 0.5 points, septoria 0–0.1 %. In terms of grain quality, the new variety is a valuable wheat. The nature was 751 g/l, vitreous – 50 %, protein content in grain – 17.5 %, gluten content in flour – 35.3 % of the second group, flour strength – 367 e. a., bread volume yield – 848 cm³, overall bread score – 3.3 points. Resistant to germination and shedding of grain on the root. The variety is intended for zonal cultivation technology in pairs. According to the results of the state variety testing, since 2022, the Izaura variety has been included in the State Register of Breeding Achievements in the Ural (9) and West Siberian (10) regions, where increases amounted to 0.25 and 0.45 t/ha, respectively. **Scientific novelty.** A new variety of winter soft wheat has been created, which has advantages over common varieties in the Ural region, in terms of resistance to brown rust, powdery mildew and has increased winter hardiness.

Keywords: new variety, winter wheat, yield, grain quality, crop structure.

For citation: Filippova E. A., Bannikova N. Yu., Drobot I. A. Zimostoykiy sort ozimoy phenitsy Izaura dlya slozhnykh klimaticheskikh usloviy Ural'skogo regiona [A new variety of winter soft wheat Izaura for the forest-steppe zone of the Ural region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. No. 04 (233). Pp. 40–50. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-233-04-40-50. (In Russian.)

Date of paper submission: 30.11.2022, **date of review:** 21.12.2022, **date of acceptance:** 13.01.2023.

References

1. Mal'tseva L. T., Filippova E. A., Bannikova N. Yu., Kataeva N. V. Stabil'nost' urozhaya ozimoy pshenitsy i vozmozhnost' yeye vzdelyvaniya v Zaural'ye [Stability of the winter wheat crop and the possibility of its cultivation in the Trans-Urals] // Fodder Production. 2020. No. 7. Pp. 32–36. DOI: 10.25685/KRM.2020.7.2020.005. (In Russian.)
2. Idet podgotovka semyan ozimyykh kul 'tur pod urozhay 2021 goda v Kurganskoy oblasti [Winter crop seeds are being prepared for the harvest of 2021 in the Kurgan region] [e-resource]. URL: <https://rosselhoccenter.ru/index.php/regions/ural/kurganskaya-oblast?start=45> (date of reference: 31.05.2022). (In Russian.)

3. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas' I. A., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V., Kravchenko N. S. Rezul'taty izucheniya sortov ozimoy myagkoy pshenitsy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyakh yuga Rostovskoy oblasti [Results of studying varieties of winter soft wheat of various ecological and geographical origin in the conditions of the south of the Rostov region] // Grain Economy of Russia. 2019. No. 6. Pp. 12–17. (In Russian.)
4. Churzin V. N., Dubovchenko D. O. Fotosinteticheskaya produktivnost' v posevakh sortov ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot primeneniya agrokhimikatov na chernozemakh Volgogradskoy oblasti [Photosynthetic productivity in winter wheat crops depending on the use of agrochemicals on the chernozems of the Volgograd region] // Proceedings of the Nizhnevolskiy Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. 2020. No. 2 (58). Pp. 123–130. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-12. (In Russian.)
5. Osobennosti adaptivno-landshaftnoy sistemy zemledeliya Kabardino-Balkarskoy respubliki [Peculiarities of adaptive-landscape system of agriculture of Kabardino-Balkarian] / A. L. Ivanov, E. N. Molchanov, A. A. Maremukov et al. Nal'chik: Poligrafservis i T, 2015. 320 p. (In Russian.)
6. Goncharov N. P., Kosolapov V. M. Seleksiya rasteniy – osnova prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii [Plant breeding is the basis of Russia's food security] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. Vol. 25. No. 4. Pp. 361–366. DOI: 10.18699/VJ21.039. (In Russian.)
7. Fedin M. A. et al. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya s.-kh. Kul'tur. Vyp. 1 (Obshchaya chast') [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue. 1 (General part)]. Moscow, 1985. 270 p. (In Russian.)
8. Filippova E. A., Bannikova N. Yu., Mal'tseva L. T. et al. Analiz pogodnykh usloviy v svyazi s vozdeystviyem ozimoy pshenitsy v lesostepnoy zone Zaural'ya [Analysis of weather conditions in connection with the cultivation of winter wheat in the forest-steppe zone of the Trans-Urals] // Vestnik of Kazan State Agrarian University. 2022. Vol. 17. No. 1 (65). Pp. 32–37. DOI: 10.12737/2073-0462-2022-32-37.
9. Goncharov N. P. Nauchnoye obespecheniye seleksii i semenovodstva Sibiri v XXI v [Scientific support of breeding and seed production in Siberia in the XXI century] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. Vol. 25. No. 4. Pp. 448–459. DOI: 10.18699/VJ21.050. (In Russian.)
10. Mal'chikov P. N., Rozova M. A., Morgunov A. I., Myasnikova M. G., Zelenskiy Yu. I. Velichina i stabil'nost' urozhaynosti sovremennogo selektsionnogo materiala yarovoy tverdoy pshenitsy (Triticum durum Desf.) iz Rossii i Kazakhstana [The magnitude and stability of the yield of modern breeding material of spring durum wheat (Triticum durum Desf.) from Russia and Kazakhstan] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. No. 22 (8). Pp. 939–950. DOI: 10.18699/VJ18.436. (In Russian.)
11. Sandukhadze B. I., Mamedov R. Z., Krakhmaleva M. S., Bugrova V. V. Nauchnaya seleksiya ozimoy myagkoy pshenitsy v Nechernozemnoy zone Rossii: istoriya, metody i rezul'taty [Scientific breeding of winter soft wheat in the Non-Chernozem zone of Russia: history, methods and results] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. Vol. 25. No. 4. Pp. 367–373. DOI: 10.18699/VJ21.53-o. (In Russian.)
12. Maslova G. Ya, Abdryayev M. R., Sharapov I. I., Sharapova Yu. A. Korrelyatsionnyy analiz urozhaynosti i elementov produktivnosti sortov ozimoy myagkoy pshenitsy v zasushlivykh usloviyakh lesostepnoy zony Srednego Povolzh'ya [Correlation analysis of yield and productivity elements of winter soft wheat varieties in arid conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region] // Izvestia of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018. Vol. 20. No. 2 (4). Pp. 680–682. (In Russian.)
13. Rezvyakova S. V., Koneyeva O. A., Danilov S. Yu. Sravnitel'naya otsenka novykh sortov ozimoy pshenitsy v usloviyakh Orlovskoy oblasti [Comparative evaluation of new varieties of winter wheat in the conditions of the Orel region] // Biology in Agricultural. 2022. No. 1 (34). Pp. 22–26. (In Russian.)
14. Sukhorukov A. A. Iskhodnyy material dlya seleksii ozimoy pshenitsy v Srednem Povolzh'ye na urozhaynost', immunitet i kachestvo zerna [Source material for breeding winter wheat in the Middle Volga region for yield, immunity and grain quality] // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2021. No. 4 (56). Pp. 80–84. (In Russian.)
15. Dorokhov B. A., Vasil'yeva N. M. Sovremennyye pogodnyye usloviya i ikh vozdeystviye na khozyaystvennyye pokazateli ozimoy pshenitsy [Modern weather conditions and their impact on the economic indicators of winter wheat] // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2019. No. 11-2 (38). Pp. 106–111. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11762. (In Russian.)
16. Zezin N. N. et al. Ozimyye zernovyye kul'tury na Srednem Urale: prakticheskiye rekomendatsii po tekhnologii vozdeystviya ozimyykh kul'tur v Sverdlovskoy oblasti [Winter grain crops in the Middle Urals: practical recommendations on the technology of cultivation of winter crops in the Sverdlovsk region]. Ekaterinburg: Rotaprint FGBNU "Ural'skiy NIISKH", 2015. 48 p. (In Russian.)
17. Povysheniye effektivnosti zemledeliya Zaural'ya v zasushlivykh usloviyakh [Improving the efficiency of agriculture in the Trans-Urals in arid conditions]. Kurtamysk: GUP "Kurtamyskskaya tipografiya", 2013. 231 p.

18. Gulyaeva E. I., Kovalenko N. M., Shamanin V. P. et al. Population structure of leaf pathogens of common spring wheat in the West Asian regions of Russia and Northern Kazakhstan in 2017 // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018. Vol. 22. No. 3. Pp. 363–369. DOI: 10.18699/VJ18.372.
19. Kashuba Yu. N., Meshkova L. V., Triputin V. M. Otsenka introgressivnykh form ozimoy myagkoy pshenitsy na ustoychivost' k buroy i stblevoy rzhavchine [Evaluation of introgressive forms of winter soft wheat for resistance to brown and stem rust] // *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2021. No. 10 (175). Pp. 63–67. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-63-67. (In Russian.)
20. Manukyan I. R., Doguzova N. N., Abieva T. S. Seleksiya ozimoy pshenitsy na ustoychivost' k buroy rzhavchine [Selection of winter wheat for resistance to brown rust] // *Niva Povolzh'ya*. 2021. No. 3 (60). Pp. 3–8. (In Russian.)
21. Berkutova N., Sandukhadze B., Soboleva E., Kondrat'yeva O., Berkutova D. Mukomol'n'yye svoystva zerna perspektivnykh sortov ozimoy pshenitsy [Milling properties of grain of promising varieties of winter wheat] // *Khleboproducty*. 2010. No. 11. Pp. 51–53.
22. Meleshkina E. P., Kolomiyets S. N., Zhil'tsova N. S., Buntina O. I. Sovremennaya otsenka khlebopekarnykh svoystv rossiyskoy pshenitsy [Modern assessment of baking properties of Russian wheat] // *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021. Vol. 83. No. 1. Pp. 155–162. (In Russian.)
23. Malkanduyev Kh. A., Mokhova L. M., Malkanduyeva A. Kh. Et al. Rezul'taty seleksii po ozimoy pshenitse [Selection results for winter wheat] // *News of Kabardino-Balkar scientific center of RAS*. 2020. No. 2 (94). Pp. 66–71. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-2-94-66-71. (In Russian.)
24. Mal'tseva L. T., Bannikova N. Yu., Filippova E. A., Efimova A. G. K voprosu ob ozimoy pshenitse na zaural'skikh polyakh [On the issue of winter wheat in the Trans-Ural fields] // *Nivy Zaural'ya*. 2015. No. 6 (128). Pp. 60–63. (In Russian.)

Authors' information:

Elena A. Filippova¹, senior researcher of the wheat breeding laboratory, ORCID 0000-0001-8209-9603, AuthorID 621300; +7 912 573-15-85, elena-filippova-kniich@mail.ru

Natalya Yu. Bannikova¹, senior researcher at the wheat breeding laboratory, ORCID 0000-0003-4436-6592, AuthorID 618742; +7 963 004-86-83, info@kurganniish.ru

Irina A. Drobot¹, scientist researcher of the wheat breeding laboratory, ORCID 0000-0001-5170-1366, AuthorID 619309; +7 982 421-24-23, irina.drobot@inbox.ru

¹Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia