



## Перспективный исходный материал для селекции озимой тритикале в условиях Среднего Урала

Г. Н. Потапова<sup>1</sup>, Н. Л. Зобнина<sup>1</sup>, А. В. Безгодов<sup>1</sup>, М. С. Иванова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

**Автор, ответственный за переписку:** Галина Николаевна Потапова, GNP6053@list.ru

**Актуальность.** По территории Свердловской области проходит северная граница возделывания зерновых культур. Высеваются сорта озимой тритикале, созданные в более южных регионах РФ, которые в неблагоприятных условиях зимней вегетации часто погибают. Селекция этой культуры для локального климата находится на начальном этапе, поэтому изучение исходного материала для создания новых, адаптированных к местным условиям и высокопродуктивных сортов, является актуальным.

**Материалы и методы.** В Уральском НИИСХ – филиале УрФАНИЦ УрО РАН в 2017–2020 гг. провели изучение 78 образцов озимой тритикале из девяти регионов РФ и семи зарубежных стран. Семена образцов получены из коллекции ВИР и селекционных учреждений РФ. Посев проводили вручную по чистому пару на делянках 1 м<sup>2</sup> в 3-4 повторностях, стандартный сорт 'Башкирская короткостебельная' высевали через девять делянок. Оценку проводили по зимостойкости, урожайности, густоте продуктивных стеблей, высоте растений, длине колоса, числу колосков и зерен в колосе, массе 1000 зерен и продуктивности колоса в соответствии с методическими рекомендациями.

**Результаты.** У сортов 'Привада', 'Цекад 90', 'Немчиновский 58' высокая зимостойкость (70–81%) сочеталась с устойчивостью к поражению снежной плесенью (15–20%), высокой густотой продуктивного стеблестоя (324–425 шт./м<sup>2</sup>) и урожайностью (562–616 г/м<sup>2</sup>). У них были высокими масса 1000 зерен (45,4–49,1 г) и продуктивность колоса (2,63–2,68 г). Высокую урожайность (571–670 г/м<sup>2</sup>) и густоту продуктивного стеблестоя (285–436 шт./м<sup>2</sup>) при пониженной зимостойкости (62–72%) и устойчивости к снежной плесени (30–35%) наблюдали у сортов 'Сирс 57', 'Сотник', 'Термес', 'Антей', 'Бэта', 'Дон' и линий 1/1 и 8003 из Швеции.

**Ключевые слова:** коллекция, зимостойкость, высота растения, густота стеблестоя, урожайность, масса 1000 зерен, продуктивность колоса

**Благодарности:** исследования проведены в рамках Государственного задания и Программы ФНИ № 0532-2021-0008 «Создание конкурентоспособных, высокоурожайных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных культур и картофеля мирового уровня на основе перспективных генетических ресурсов, устойчивых к био- и абиотическим факторам».

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

**Для цитирования:** Потапова Г.Н., Зобнина Н.Л., Безгодов А.В., Иванова М.С. Перспективный исходный материал для селекции озимой тритикале в условиях Среднего Урала. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(4):88-96. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-88-96

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-88-96

## Promising source material for winter triticale breeding under the conditions of the Middle Urals

Galina N. Potapova<sup>1</sup>, Nina L. Zobnina<sup>1</sup>, Andrey V. Bezgodov<sup>1</sup>, Maria S. Ivanova<sup>2</sup><sup>1</sup> Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ural Research Institute of Agriculture, Yekaterinburg, Russia<sup>2</sup> Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia**Corresponding author:** Galina N. Potapova, GNP6053@list.ru

**Background.** The northern border of cereal crop cultivation passes through the territory of Sverdlovsk Province. Cultivars of winter triticale developed in the regions of Russia located to the south are grown there, but they die under unfavorable winter conditions. The breeding of this crop in local climate is at an early stage, so a study of source material for breeding new high-yielding cultivars adapted to local conditions seems quite pertinent.

**Materials and methods.** In 2017–2020, the Ural Research Institute of Agriculture in Yekaterinburg conducted a study of 78 winter triticale genotypes from 10 regions of Russia and 7 foreign countries. The seeds were obtained from the VIR genebank and breeding centers of Russia. Sowing was carried out in clean fallow on August 20–25 on 1 m<sup>2</sup> plots in 3–4 repetitions, with the reference ‘Bashkirskaya korotkostebel’naya’ sown on every 10th plot. Plants were assessed for winter hardiness, yield, density of productive stems, plant height, ear length, number of spikelets and grains per ear, weight of 1000 grains, and ear productivity in accordance with published guidelines.

**Results.** Cvs. ‘Privada’, ‘Tsekad 90’ and ‘Nemchinovsky 58’ combined high winter hardiness (70–81%) with resistance to damage by snow mold (15–20%), high density of productive stems (324–425 pcs/m<sup>2</sup>), and high yield (562–616 g/m<sup>2</sup>). They had high 1000 grain weight (45.4–49.1 g) and ear productivity (2.63–2.68 g). High yield (571–670 g/m<sup>2</sup>) and density of productive stems (285–436 pcs/m<sup>2</sup>) with reduced winter hardiness (62–72%) and resistance to snow mold (30–35%) was observed in cvs. ‘Sirs 57’, ‘Sotnik’, ‘Germes’, ‘Antey’, ‘Beta’, ‘Don’, and lines 1/1 and 8003 from Sweden.

**Keywords:** collection, winter hardiness, plant height, productive stems, yield, productivity structure components

**Acknowledgements:** the studies were carried out within the framework of the state task and Basic Research Program No. 0532-2021-0008 “Development of competitive, high-yielding cultivars of cereals, legumes, fodder, fruit and berry crops, and potatoes of the worldwide level based on promising genetic resources resistant to bio- and abiotic factors”.

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

**For citation:** Potapova G.N., Zobnina N.L., Bezgodov A.V., Ivanova M.S. Promising source material for winter triticale breeding under the conditions of the Middle Urals. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(4):88–96. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-88-96

## Введение

Площади посева озимой тритикале в мире увеличиваются, в России посевы этой культуры смещаются к северным регионам (Maisak, 2020). Зерно тритикале с повышенным содержанием белка пригодно для фуражного и пищевого использования (Sukhova, 2013), что соответствует современным требованиям селекции (Loskutov, Khlestkina, 2021). Зеленая масса тритикале скармливается скоту в мае и июне или заготавливается на зиму (Andreeva et al., 2019; Goryanina, 2019; Grabovets, Krokhal, 2018).

Всесторонним изучением и селекцией озимой тритикале занимаются как в РФ, так и во многих зарубежных странах (Lalević et al., 2019; Suresh et al., 2020). Изучаются особенности вегетационного периода (Stepochkin, Emtseva, 2017; Emtseva, 2019), проводится селекция на повышение качества зерна (Diordiieva et al., 2019), урожайности и адаптивности новых сортов (Medvedev et al., 2019).

Озимая тритикале обладает высоким продуктивным потенциалом и выращивается в производстве на Среднем Урале немногим более десяти лет. Урожайность зерновых культур в местных условиях ниже 2 т/га (Zezin, 2020). Селекция этой культуры в условиях локального климата, где могут быть малоснежные или многоснежные и продолжительные, более 170 суток, зимы, и весенне-летние засухи, находится на начальном этапе.

Значение для селекции и необходимость проведения оценки исходного материала, особенно в условиях изменения климата, подчеркивают многие ученые (Gorbunov et al., 2017; Zotikov, 2017; Zenkina, Aseeva, 2020). В связи с этим проведение оценки образцов озимой тритикале, созданных в разных регионах РФ и зарубежных странах, является актуальным. Использование лучших из них для получения новых перспективных, адаптированных и высокопродуктивных для местных условий форм является важным этапом селекционной работы.

*Цель исследования* – провести изучение образцов озимой тритикале, отобрать лучшие из них по комплексам хозяйственно ценных признаков или отдельным показателям и использовать для селекции высокопродуктивных новых сортов, адаптированных к условиям Среднего Урала.

## Материалы и методы

Изучение проводили на опытном поле Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (УрФАНИЦ УрО РАН) в 2017–2020 гг. в рамках Государственного задания по направлению 148 Программы ФНИ государственных академий наук. Посев с нормой высева 150–200 зерен осуществляли вручную на делянках площадью 1 м<sup>2</sup> в трех-четырёх повторностях. Стандарт 'Башкирская короткостебельная' высевали через девять делянок. Оценку проводили по зимостойкости, урожайности, густоте продуктивных стеблей, высоте растений, длине колоса, числу колосков и зерен в колосе, массе 1000 зерен и продуктивности колоса в соответствии с методическими рекомендациями (Merezhko, 1999).

Почва опытного участка темно-серая лесная, оподзоленная, тяжелосуглинистая, с содержанием гумуса 3,35%, рН 5,46, азота 88 мг/кг почвы, фосфора и калия 292 мг/кг и 162 мг/кг почвы соответственно.

В изучении было 52 образца из девяти регионов РФ: семь образцов из Польши, четыре из Белоруссии, по пять образцов из Германии и Украины, по одному образцу из Вьетнама и Мексики, три образца из Швеции.

Погодные условия в годы проведения исследований различались во все фазы развития растений в течение вегетационного периода озимой тритикале. В 2016–2017 гг. холодная погода с октября до середины декабря и теплая в течение остальных зимних месяцев, ранняя весна, теплое лето с большим количеством осадков были благоприятными для развития растений и формирования урожая. В 2017–2018 гг. осень была теплой, зима продолжительной (164 сут.) и малоснежной, с высотой снежного покрова не более 28 см. Гибель растений зимой происходила в основном из-за действия низких температур. Весна прохладная и сухая, лето жаркое с недостатком влаги в июне и избытком в июле. В 2018–2019 гг. осень и начало зимы были близки к норме, с середины декабря до конца марта погода была теплой и многоснежной, с высотой снежного покрова более 70 см, что привело к полной гибели посевов тритикале. В 2019–2020 гг. среднесуточная температура воздуха осенью и зимой была выше нормы, сумма отрицательных температур (–865°С) – в два раза выше нормы (–1610°С) в сочетании со снежным покровом высотой 45 см, что привело к сильному поражению растений снежной плесенью. Раннее начало весны и сход снега раньше на две недели, в конце марта, не привели к полной гибели посевов тритикале. Весна и лето были теплыми с недостатком влаги (ГТК = 0,7), особенно в мае и июле.

Статистическая обработка и корреляционный анализ выполнены по Б. А. Доспехову (Dospetchov, 1979) с использованием Excel 2010.

## Результаты и обсуждение

### *Варьирование признаков у набора образцов озимой тритикале в годы изучения*

Образцы озимой тритикале показали различную зимостойкость в разные годы изучения. В среднем по всему набору образцов более высокий уровень зимостойкости (87%) отмечен в 2017 г., по отдельным образцам показатель колебался от 55% до 100% (табл. 1). В 2018 г. зимостойкость образцов варьировала от 36% до 91%, но в среднем была на 18% ниже по сравнению с предыдущим годом. Растения тритикале погибали от вымерзания, так как зимой высота слоя снега была на уровне 25–28 см, а глубина промерзания почвы достигала 110 см. В условиях 2020 г. зимостойкость изучаемых образцов изменялась в пределах от 0 до 49% и в среднем составила 29%. Гибель растений тритикале была связана в основном с развитием снежной плесени, которой были поражены растения всех образцов. За все годы изучения средняя зимостойкость данного набора образцов озимой тритикале составила 62%.

Поражение растений снежной плесенью, основным возбудителем которой является *Fusarium nivale* L., в условиях Среднего Урала наблюдается почти ежегодно. В зависимости от условий перезимовки и устойчивости у образцов тритикале были поражены или отдельные растения, или небольшая, или значительная часть растений. В 2017 г. у отдельных образцов было поражено 5–10% растений, растения многих образцов вообще не поразились. В 2018 г. пораженных растений не обнаружили у сортов 'Привада' и 'Пушкинский 81/4', у других образцов было поражено 10–48% растений. В 2020 г. в за-

**Таблица 1. Характеристика изученных образцов по показателям, определяющим адаптивные свойства и продуктивность озимой тритикале в условиях Среднего Урала****Table 1. Description of the studied material according to the indicators that determine adaptability and productivity of winter triticale under the conditions of the Middle Urals**

Показатель	2016/2017 г.		2017/2018 г.		2019/2020 г.		Средняя за годы изучения
	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	
Урожайность, г/м <sup>2</sup>	379	98–875	522	205–910	293	49–757	398
Зимостойкость, %	87	55–100	69	36–91	29	0–49	62,0
Снежная плесень, %	3,0	0–10	15,2	0–48	68,0	40–86	29,0
Количество растений, шт./м <sup>2</sup>	71	34–128	59	18–91	28,5	0–60	53
Число продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	329	125–523	261	63–428	172	0–476	254
Высота растения, см	112	86–153	94	70–131	80	55–129	95
Длина колоса, см	10,7	7,9–12,2	11,9	9,4–13,6	10,8	8,2–12,9	11,1
Число колосков в колосе, шт.	27,1	17,2–31,4	27,9	20,5–33,4	26,8	20,4–31,6	27,3
Число зерен в колосе, шт.	49,1	21,9–69,9	68,4	44,7–85,0	61,8	41,8–81,0	59,8
Масса 1000 зерен, г	39,4	29,5–55,7	46,3	35,8–57,4	42,1	34,1–54,7	42,6
Продуктивность колоса, г	1,91	0,87–2,87	3,14	1,93–4,4	2,58	1,63–3,86	2,54

висимости от образца поражение растений варьировало от 40% до 86%. В среднем по всем образцам за три года величина показателя была на уровне 29%.

Урожайность у изученных образцов тритикале в 2017 г. колебалась от 98 до 875 г/м<sup>2</sup>, средняя урожайность была равна 379 г/м<sup>2</sup>. В 2018 г. она была выше у всех изученных образцов и варьировала от 205 до 757 г/м<sup>2</sup>, а средняя (522 г/м<sup>2</sup>) превысила урожайность 2017 г. на 37,7%. В 2020 г., в связи с сильным поражением растений снежной плесенью, средняя урожайность (293 г/м<sup>2</sup>) была на 78% ниже, чем в 2018 г., у образцов она колебалась от 49 до 757 г/м<sup>2</sup>. Средняя урожайность за три года изучения составила 398 г/м<sup>2</sup>. Образцы озимой тритикале, способные формировать урожайность на 15–20% выше средней, то есть 460 и 500 г/м<sup>2</sup>, планируется использовать как исходный материал для получения новых высокопродуктивных сортов.

Проведенный нами корреляционный анализ выявил среднюю положительную связь между зимостойкостью и урожайностью ( $r = 0,583$ ), отрицательную ( $r = -0,615$ ) – между зимостойкостью и поражением снежной плесенью, а также высокую отрицательную – между урожайностью и снежной плесенью ( $r = -0,754$ ). Таким образом, для использования в селекции озимой тритикале необходимо отбирать исходный материал с максимально высокой зимостойкостью и урожайностью и низким поражением снежной плесенью.

Высокая зимостойкость не является гарантией высокой урожайности. Установлена достоверная высокая положительная корреляция во все годы изучения между урожайностью и количеством сохранившихся к уборке растений ( $r = 0,673-0,712$ ), урожайностью и числом продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> ( $r = 0,678-0,938$ ). Снижение уровня урожайности в 2017 г. было обусловлено низкими значениями числа зерен в колосе и продуктивности

колоса (см. табл. 1). В 2018 г. продуктивный стеблестой был ниже, чем в 2017 г., на 26%, но длина колоса, число колосков и зерен в колосе, масса 1000 зерен и продуктивность колоса были выше на 11,3; 39,0; 18,0 и 64,0% соответственно. Таким образом, при благоприятных условиях весенне-летней вегетации в значительной мере компенсировалась гибель растений в зимний период. В 2020 г., густота растений и продуктивного стеблестоя были примерно в два раза ниже, чем в 2018 г., а число колосков и зерен в колосе, масса 1000 зерен и продуктивность колоса были выше, чем в 2017 г., но ниже по сравнению с 2018 г. на 10, 4, 11, 10 и 22% соответственно. В связи с этим у большинства изученных образцов тритикале урожайность оказалась ниже стандарта.

#### **Характеристика изученных образцов озимой тритикале по хозяйственно ценным признакам**

По каждому признаку были отобраны образцы, у которых его значение превышало как среднее значение всего изученного набора, так и стандартного сорта.

Урожайность стандартного сорта 'Башкирская короткостебельная' в 2017 г. была на уровне общей средней, 379 г/м<sup>2</sup>, в 2018 г. – выше средней на 27,7%, в 2020 г. и в среднем за все годы – выше на 16% (табл. 2). Зимостойкость и густота стеблестоя стандартного сорта были выше общей средней на 6 и 13% соответственно, поэтому сорт 'Башкирская короткостебельная' планируется использовать в селекции.

Образцы различались по уровню зимостойкости. Среднюю за годы изучения зимостойкость (70–81%), которая была выше общей средней по всем образцам на 12,9–30,6% и незначительно выше стандарта, имели сорта 'Привада', 'Цекад 90', 'Сирс 57', 'Немчиновский 58', 'Трибун', 'Пушкинский 81/4', 'Пушкинский 336', 'Пушкинский 335', 'Валентин 90', 'Сотник', 'Докучаевский 8' (см.

**Таблица 2. Характеристика по урожайности и адаптивным показателям лучших образцов озимой тритикале (Уральский НИИСХ, коллекционный питомник, 2017–2020 гг.)**  
**Table 2. Yield and adaptability characteristics of the best winter triticale genotypes (collection nursery, 2017–2020)**

Образец	№ по каталогу ВИР	Зимостойкость, %		Снежная плесень, %		Урожайность, г/м <sup>2</sup>		Продуктивный стеблестой, шт./м <sup>2</sup>		Высота, см	
		средняя	min-max	средняя	min-max	средняя	min-max	средняя	min-max	средняя	min-max
Башкирская короткостебельная (стандарт)		66	34-90	24	0-62	463	341-667	288	258-329	96	81-113
Привада	к-2887	<b>81</b>	<b>54-98</b>	<b>17</b>	5-45	<b>587</b>	<b>470-741</b>	<b>324</b>	293-350	127	118-132
Цекад 90	к-3906	74	52-100	15	0-2	562	431-660	349	<b>306-398</b>	96	82-106
Немчиновский 58		<b>71</b>	40-100	<b>20</b>	0-40	<b>616</b>	<b>520-754</b>	<b>425</b>	<b>369-495</b>	107	92-115
Антей	к-3562	68	40-100	<b>20</b>	0-50	<b>603</b>	<b>526-754</b>	<b>436</b>	<b>323-487</b>	113	83-128
Сирс 57		<b>71</b>	43-100	33	0-80	<b>587</b>	<b>440-840</b>	285	<b>263-309</b>	91	86-96
Сотник	к-3876	<b>72</b>	50-100	30	10-75	<b>593</b>	<b>510-723</b>	<b>368</b>	<b>336-412</b>	95	84-105
Бэга		67	40-80	30	5-70	<b>670</b>	<b>640-700</b>	<b>363</b>	<b>298-412</b>	94	81-104
Дон	к-3637	68	50-87	33	10-55	<b>571</b>	<b>442-700</b>	<b>378</b>	<b>332-423</b>	89	81-96
Гермес	к-3561	67	51-0	37	10-70	<b>581</b>	<b>520-642</b>	<b>437</b>	<b>386-495</b>	118	92-131
Линия 1/1 (Швеция)		62	24-100	30	0-70	<b>687</b>	<b>281-750</b>	<b>411</b>	<b>408-414</b>	79	72-88
Линия 8003 (Швеция)		63	30-89	35	10-60	<b>592</b>	<b>332-640</b>	<b>370</b>	<b>352-381</b>	79	74-89
Пушкинский 67/4	к-2825	68	8-98	<b>15</b>	0-40	448	128-747	291	<b>92-428</b>	78	55-102
Трибун	к-3859	<b>74</b>	33-98	28	0-70	375	265-545	290	202-378	79	71-91
Пушкинский 81/4		<b>74</b>	<b>57-100</b>	25	0-75	393	231-516	275	152-395	83	73-104
Пушкинский 336	к-2857	<b>72</b>	48-96	28	3-60	466	410-545	309	<b>258-395</b>	81	61-106
Пушкинский 335	к-2856	<b>73</b>	27-98	22	0-60	289	215-341	254	150-363	101	93-110
Валентин 90		<b>71</b>	42-99	30	0-80	450	197-758	280	205-348	86	80-86
Докучаевский 8	к-3766	<b>70</b>	49-99	29	0-78	382	247-485	202	175-235	119	116-126
Виктор	к-5859	59	32-100	<b>21</b>	0-52	346	173-622	280	205-348	94	69-123
Зимотор	к-3903	66	45-89	40	10-50	376	221-568	306	254-336	101	94-105
Корнет	к-3636	67	48-83	35	10-40	373	218-527	363	<b>271-416</b>	97	86-104
Бард	к-3839	63	49-70	30	0-70	463	360-543	352	<b>268-472</b>	82	76-85
Presto (Польша)	к-2037	54	8-82	47	10-90	493	265-695	319	<b>205-445</b>	97	95-99
ЛГ 142/75 (Польша)		61	26-84	37	10-70	328	237-441	185	152-203	104	87-120

Примечание: полужирным шрифтом выделены значения показателей, достоверно превышающие стандарт при НСР<sub>05</sub>

Note: values of indicators significantly exceeding the reference at LSD<sub>05</sub> are boldfaced

табл. 2). У образцов 'Пушкинский 67/4', 'Гермес', 'Антей', 1/1, 8003, 'Зимогор', 'Корнет', 'Бэта', 'Бард', 'Дон', 'ЛТ 142/75' зимостойкость была на уровне стандарта и общей средней, то есть 60–69%.

У сортов 'Привада', 'Пушкинский 67/4', 'Антей', 'Немчиновский 58', 'Цекад 90' поражение снежной плесенью составило 15–20%, что ниже стандарта на 4–9%. Напротив, у сортов 'Сирс 57', 'Трибун', 'Гермес' и других поражение снежной плесенью (28–33%) примерно настолько же было выше стандарта. Следует отметить, что у большинства изученных образцов озимой тритикале зимостойкость и устойчивость к снежной плесени оказались значительно ниже стандартного сорта.

Средняя урожайность (562–616 г/м<sup>2</sup>) образцов 'Привада', 'Антей', 'Немчиновский 58', 'Гермес', 'Сирс 57', 8003, 'Дон', 'Цекад 90' и 'Сотник' превышала стандарт на 21–33%. У сорта 'Бэта' (670 г/м<sup>2</sup>) и линии 1/1 (687 г/м<sup>2</sup>) она превосходила его даже на 45% и 48% соответственно, хотя зимостойкость была на уровне стандарта, а поражение снежной плесенью – выше (30–37%).

У многих образцов озимой тритикале в условиях одного года изучения были высокими и зимостойкость, и урожайность. Это позволило определить потенциальную урожайность этих образцов при благоприятных условиях выращивания. В 2017 г. урожайность 519–640 г/м<sup>2</sup>, выше стандарта (382 г/м<sup>2</sup>) на 36–67%, имели сорта 'Виктор', 'Гермес', 'АД-15' и линия 8003. У сортов 'Дон', 'Рондо', 'Сирс 57' и линии 1/1 она достигала 730–840 г/м<sup>2</sup> и была выше стандарта на 91–120%. В 2018 г. урожайность 747 и 758 г/м<sup>2</sup>, что выше стандарта на 12–14%, была получена у сортов 'Валентин 90' и 'Пушкинский 67/4'. У сортов 'АД зеленый', 'Presto', 'TSW 2/591' она была на уровне стандарта – 632–695 г/м<sup>2</sup> (стандарт 667 г/м<sup>2</sup>). В 2020 г. урожайность выше стандарта на 52–60% и на его уровне (520–545 г/м<sup>2</sup>) была у сортов 'Сотник', 'Гермес', 'АД-15', 'Пушкинский 336'. Изучение образцов, показавших высокую урожайность в отдельные годы, продолжится.

Большинство высокоурожайных образцов достоверно (на 12,5–51,7%) превышали стандарт и по густоте продуктивного стеблестоя (см. табл. 2), величина которого достигала 324–437 шт./м<sup>2</sup>. У многих образцов этот показатель был на уровне или значительно ниже стандарта.

В связи с обильными (157% к норме) осадками в июне 2017 г. наблюдали быстрый рост растений всех образцов тритикале. У высокорослых образцов 'Житница', 'Тренадер', 'Аграф', 'АД зеленый', 'Торнадо', 'Привада', 'Ижевская 2' высота растений была больше 130 см. Эти образцы были неустойчивы к полеганию, особенно после ливней с сильными ветрами. По результатам дополнительной оценки на урожайность зеленой массы, возможно использование этих образцов для получения нового кормового сорта. В 2018 г. и особенно в 2020 г. высота растений у большинства образцов была меньше 100 см, так как в 2018 г. июнь был засушливым и жарким, а в 2020 г. – засушливым и холодным. Между урожайностью и высотой растений статистически достоверной связи не выявлено ( $r = 0,058$ ). Высота растений у высокоурожайных, устойчивых к полеганию образцов колебалась от 90 до 115 см. Определенный интерес для использования в селекции представляют линии 1/1, 8003 и сорта 'Сотник', 'Дон', у которых высота растений была на уровне 70–90 см.

Длина колоса в годы изучения у образцов озимой тритикале, как показано в таблице 3, изменялась в широ-

ких пределах – от 7,9 до 13,6 см. Наиболее высоким этот показатель был в 2018 г. У стандарта 'Башкирская короткостебельная' и сортов 'Докучаевский 8', 'Привада', 'Пушкинский 67/4' и 'Пушкинский 81/4' средняя длина колоса за три года была около 12 см, что выше общей средней (11,1 см) на 6–7%. Число колосков в колосе наиболее высоким (29,8–30,0 шт.) было у сортов 'Башкирская короткостебельная', 'Пушкинский 67/4', 'Пушкинский 81/4', 'Докучаевский 8' и 'Виктор'.

Количество зерен в колосе также сильно колебалось в годы изучения и в среднем за три года было на уровне 59,8 шт. Для селекции ценными были образцы с числом зерен в колосе более 60 шт. Из изученного набора образцов в эту группу вошли сорта 'Пушкинский 67/4', 'Виктор', 'Бэта' и 'ЛТ 142/75', имевшие в колосе 62,2–72,4 зерен, что выше стандарта на 12–30%.

Средняя масса 1000 зерен за годы изучения составила 42,6 г, у стандарта – 44,1 г, незначительно выше (на 3,5%). Крупное зерно с высокой массой 1000 зерен (49,1–50,1 г), что больше стандарта на 11–14%, в течение трех лет было у сортов 'Цекад 90', 'Докучаевский 8', 'Пушкинский 336', 'Немчиновский 58', 'Валентин 90' и 'Бард'. Эти образцы планируется включать в гибридизацию для улучшения данного показателя. У сортов 'Антей', 'Бард', 'Немчиновский 58' и 'Корнет' масса 1000 зерен была несколько выше стандарта во все годы изучения. У сортов 'Привада', 'Валентин 90', 'Бэта', 'Presto' величина показателя сильно колебалась – от 35 до 50 г. У линий 1/1 и 8003 из Швеции масса 1000 зерен была ниже стандарта, а у сортов 'Presto' и 'ЛТ 142/75' из Польши – на уровне стандарта.

Между продуктивностью колоса и урожайностью установлена положительная средняя корреляционная зависимость ( $r = 0,528$ ). Общая средняя продуктивность колоса за три года была 2,54 г, у стандарта – 2,45 г. У сортов 'Валентин 90', 'Докучаевский 8', 'Бэта', 'ЛТ 142/75' продуктивность колоса (2,74–3,17 г) была выше стандарта на 13–29%, а у сортов 'Привада', 'Антей', 'Цекад 90' – на 7–9%.

Оценка содержания питательных веществ в зерне показала, что в годы изучения повышенное содержание сырого белка (14,5–15,9%) имели сорта 'Привада', 'Аграф', 'Ижевская 2', 'Тренадер'. У сортов 'Башкирская короткостебельная', 'Бард', 'Бэта' величина этого показателя колебалась от 13,2 до 14,4%. Содержание крахмала в зерне (59,3–59,8%) было выше по сравнению с другими образцами у сортов 'Корнет', 'Зимогор' и 'Бард'.

## Заключение

По территории Среднего Урала проходит северная граница ареала выращивания зерновых культур, в том числе озимой тритикале. Для селекции этой культуры требуется исходный материал, адаптированный к условиям типичного континентального климата, прежде всего резкой смене годовых и суточных температур, а также устойчивый к снежной плесени.

Полученные нами результаты при проведении полевого изучения позволяют рекомендовать для использования в гибридизации при создании новых сортов образцы, обладающие как отдельными хозяйственно ценными признаками, так и их комплексами. Среди них сорта 'Привада', 'Цекад 90', 'Немчиновский 58' и 'Антей', у которых была высокой за годы изучения зимостойкость (средняя 70–81%), поражение снежной плесенью не превышало 15–20%, при этом эти признаки сочетались с высокой

Таблица 3. Элементы продуктивности лучших образцов озимой тритикале (Уральский НИИСХ, коллекционный питомник, 2017–2020 гг.)  
Table 3. Productivity components in the best winter triticales genotypes (collection nursery, 2017–2020)

Образец	№ по каталогу ВИР	Длина колоса, см		Число колосков в колосе, шт.		Число зерен в колосе, шт.		Масса 1000 зерен, г		Продуктивность колоса, г	
		средняя	min-max	средняя	min-max	средняя	min-max	средняя	min-max	средняя	min-max
Башкирская коротко-стебельная (стандарт)		<b>12,0</b>	11,6–12,6	<b>30,7</b>	29,2–32,0	55,5	44,7–67,3	44,1	43,3–45,2	2,45	1,93–3,04
Привада	к-2887	<b>11,8</b>	11,6–11,9	28,9	26,5–31,6	58,7	57,5–60,3	45,4	35,8–57,0	<b>2,63</b>	<b>2,06–3,30</b>
Антей	к-3562	11,0	10,4–11,4	28,0	25,8–29,9	58,3	49,2–63,1	45,9	44,6–47,2	<b>2,68</b>	<b>2,26–2,98</b>
Цекад 90	к-3906	10,1	9,4–10,6	27,3	26,6–27,6	54,3	49,2–57,8	<b>49,1</b>	<b>48,2–50,2</b>	<b>2,67</b>	<b>2,48–2,83</b>
Немчиновский 58		9,7	8,8–11,0	27	26,3–28,1	51,2	35,6–64,0	47,7	41,7–53,4	2,41	1,9–3,08
Пушкинский 67/4	к-2825	<b>11,9</b>	11,5–12,2	<b>30,0</b>	27,7–31,4	<b>67,9</b>	<b>65,8–69,3</b>	34,1	29,6–36,8	2,31	2,03–2,48
Трибун	к-3859	11,1	10,9–11,4	26,7	25,7–28,1	59,4	44,1–68,2	44,1	38,5–47,1	<b>2,67</b>	1,70–3,21
Пушкинский 81/4		<b>11,8</b>	11,2–12,3	<b>29,8</b>	27,5–31,8	52,7	38,2–64,5	41,3	35,6–44,2	1,93	1,69–2,79
Пушкинский 336	к-2857	10,6	8,5–11,9	24,0	17,5–27,4	49,2	24,2–7	<b>50,1</b>	<b>49,1–51,2</b>	2,45	1,24–3,28
Пушкинский 335	к-2856	11,4	10,6–12,2	28,1	25,4–30,4	55,0	46,2–68,1	41,2	32,7–47,4	2,32	1,66–3,10
Валентин 90		11,3	10,2–12,3	26,7	25,1–28,1	56,2	21,9–78,9	46,5	39,7–54,5	<b>2,74</b>	0,87–4,30
Сотник	к-3876	10,7	10,0–11,4	27,5	26,8–28,2	58,1	41,4–71,2	41,7	39,1–43,9	2,45	1,60–3,13
Докучаевский 8	к-3766	<b>12,1</b>	10,7– <b>13,5</b>	<b>29,9</b>	26,8–32,2	60,7	58,3–64,3	<b>49,6</b>	38,8–55,2	<b>3,02</b>	<b>2,26–3,55</b>
Гермес	к-3561	10,0	9,5–10,4	28,0	27,8–28,1	57,1	46,1–65,1	43,5	38,2–49,7	2,52	1,78–3,00
Виктор	к-5859	11,5	10,9–12,1	<b>29,7</b>	26,6–32,4	<b>64,0</b>	<b>50,3–71,7</b>	39,8	35,6–43,5	2,59	1,79–3,12
Бэга		10,8	10,0–11,4	27,8	26,4–28,8	<b>62,2</b>	<b>53,1–67,1</b>	44,2	38,6–50,5	<b>2,78</b>	<b>2,05–3,39</b>
Линия 1/1 (Швеция)		9,6	8,6–10,6	22,8	21,8–24,5	53,7	37,4–64,7	41,8	39,9–44,5	2,25	1,53–2,63
Линия 8003 (Швеция)		9,8	8,8–10,7	24,3	22,7–27,3	56,6	41,1–65,0	40,6	36,5–43,4	2,30	1,50–2,76
Зимогор	к-3903	10,3	8,6–12,1	26,0	24,0–28,2	54,8	30,5–66,6	41,7	36,4–46,1	2,33	1,11–3,07
Корнет	к-3636	10,1	8,4–12,0	26,0	23,2–29,1	55,6	33,1–68,4	44,4	40,8–45,9	2,47	1,35–3,05
Бард	к-3839	10,0	9,4–10,4	25,4	23,6–26,1	51,6	32,7–63,1	47,7	44,3–52,4	2,51	1,45–3,32
Presto (Польша)	к-2037	10,3	10,1–10,6	25,6	25,4–25,8	59,9	52,2–64,6	43,0	35,1–50,7	2,57	2,26–3,19
ЛГ 142/7 (Польша)		11,6	11,1–12,2	27,8	25,8–31,4	<b>72,4</b>	<b>64,4–82,3</b>	43,7	37,4–48,7	<b>3,17</b>	<b>2,41–3,66</b>

Примечание: полужирным шрифтом выделены значения показателей, достоверно превышающие стандарт при НСР<sub>05</sub>

Note: values of indicators significantly exceeding the reference at LSD<sub>05</sub> are boldfaced

густотой продуктивного стеблестоя (324–436 шт./м<sup>2</sup>) и урожайностью (562–616 г/м<sup>2</sup>), высокими массой 1000 зерен (45,4–49,1 г) и продуктивностью колоса (2,63–2,68 г).

Высокая урожайность (581–670 г/м<sup>2</sup>) и густота продуктивного стеблестоя (285–436 шт./м<sup>2</sup>) при пониженной зимостойкости (62–68%) и меньшей устойчивости к снежной плесени (30–35%) были характерны для сортов 'Сирс 57', 'Сотник', 'Гермес', 'Бэта', 'Дон' и линий 1/1, 8003. Большим числом зерен в колосе (62,2–72,4 шт.) отличались сорта 'Пушкинский 67/4', 'Виктор', 'Бэта' и 'ЛТ 142/75', а сорта 'Докучаевский 8', 'Пушкинский 336', 'Валентин 90' и 'Бард' – повышенной массой 1000 зерен (43,7–50,1 г). Продуктивность колоса (2,67–3,17 г) выше стандарта была у сортов 'Трибун', 'Валентин 90', 'Докучаевский 8' и 'Бэта'.

У сортов 'Привада', 'Торнадо', 'Аграф', 'Ижевская 2' и 'Гренадер' было повышенное содержание сырого протеина (14,5–15,9%). У сортов 'Башкирская короткостебельная', 'Зимогор', 'Корнет' и 'Бард' содержание крахмала достигало 59,3–59,8%.

Перечисленные выше образцы включены в рабочую коллекцию УрФАНИЦ УрО РАН и могут быть рекомендованы для использования в селекции при создании новых сортов, адаптированных к условиям Среднего Урала.

#### References / Литература

- Andreeva O.T., Pilipenko N.G., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu. Productivity and forage quality of triticale-grain legume mixtures in the Trans-Baikal Territory. *Fodder Production*. 2019;(9):22-29. [in Russian] (Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю. Урожайность и кормовые качества тритикале в смешанных посевах с зернобобовыми культурами в Забайкальском крае. *Кормопроизводство*. 2019;(9):22-29).
- Diordiieva I.P., Riabovol Ya.S., Riabovol L.O., Rengach P.N., Kotsiuba S.P., Makarchuk M.A. Use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) in breeding triticale (*Triticosecale* Wittmack) for grain quality. *Agricultural Biology*. 2019;54(1):31-37. [in Russian] (Диордиева И.П., Рябовол Я.С., Рябовол Л.О., Ренгач П.Н., Коцюба С.П., Макачук М.А. Использование спельты (*Triticum spelta* L.) в селекции на качество зерна тритикале (*Triticosecale* Wittmack). *Сельскохозяйственная биология*. 2019;54(1):31-37). DOI: 10.15389/agrobiology.2019.1.31rus
- Dospekhov V.A. Methodology of field trial (Metodika polevogo opyta). Moscow: Kolos; 1979. [in Russian] (Доспехов В.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос; 1979).
- Emtseva M.V. The use of *Vrn* genes for creation of triticale forms with different length of vegetation period (review). *Agricultural Biology*. 2019;55(1):3-14. [in Russian] (Емцева М.В. Использование генов *Vrn* для создания форм тритикале с разной продолжительностью вегетационного периода (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2019;55(1):3-14). DOI: 10.15389/agrobiology.2020.1.3rus
- Gorbunov V.N., Vocharnikova O.G., Vogomolova T.R., Shyshlyannikov Ya.I., Shevchenko V.E. Gorka as a new variety of winter triticale. *International Research Journal*. 2017;12-3(66):95-99. [in Russian] (Горбунов В.Н., Бочарникова О.Г., Богомолова Т.Р., Шишляников Я.И., Шевченко В.Е. Горка – новый сорт озимой тритикале. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2017;12-3(66):95-99). DOI: 10.23670/IRJ.2017.66.105
- Goryanina T.A. Green mass productivity and quality of winter crops as affected by cutting time. *Fodder Production*. 2019;(6):23-27. [in Russian] (Горянина Т.А. Урожайность и качество зеленой массы озимых культур в зависимости от сроков скашивания. *Кормопроизводство*. 2019;(6):23-27).
- Grabovets A.I., Krokmal A.V. Triticale breeding for green feed on the Don. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2018;32(12):40-42. [in Russian] (Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Селекция тритикале на зеленый корм на Дону. *Достижения науки и техники АПК*. 2018;32(12):40-42). DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11211
- Lalević D., Biberdžić M., Ilić Z., Milenković L., Tmušić N., Stojiljković J. Effect of cultivar and increased nitrogen quantities on some productive traits of triticale. *Agricultural and Forestry*. 2019;65(4):127-136.
- Loskutov I.G., Khlestkina E.K. Wheat, barley, and oat breeding for health benefit components in grain. *Plants*. 2021;10(1):86. DOI: 10.3390/plants10010086
- Maisak G.P. Results of winter triticale varieties trials in Perm region. *Perm Agrarian Journal*. 2020;1(29):53-59. [in Russian] (Майсак Г.П. Итоги испытания сортов тритикале озимой в Пермском крае. *Пермский аграрный вестник*. 2020;1(29):53-59). DOI: 10.24411/2307-2873-2020-10002
- Medvedev A.M., Poma N.G., Osipov V.V., Osipova O.V., Liseenko E.N., Serebrennikova I.N. On the issue of creating winter triticale varieties with high rates of productivity and quality of grain in the Central Region of the Non-Black Earth Zone of Russia. *Legumes and Groat Crops*. 2019;1(29):89-93. [in Russian] (Медведев А.М., Пома Н.Г., Осипов В.В., Осипова О.В., Лисеенко Е.Н., Серебренникова И.Н. К вопросу создания сортов озимой тритикале с высокими показателями продуктивности и качества зерна в Центральном районе Нечерноземной зоны России. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2019;1(29):89-93). DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11078
- Merezhko A.F. (ed.). Replenishment, preservation *in vivo* and study of the world collection of wheat, *Aegilops* and triticale: Guidelines (Popolneniye, sokhraneniye v zhivom vide i izucheniye mirovoy kolleksii pshenitsy, egilopsa i tritikale: Metodicheskiye ukazaniya). St. Petersburg: VIR; 1999. [in Russian] (Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилоса и тритикале: Методические указания / под ред. А.Ф. Мережко. Санкт-Петербург: ВИР; 1999).
- Stepochkin P.I., Emtseva M.V. Study of the interphase period "shoots-earring" of the initial parental forms and hybrids of triticale with different *Vrn* genes. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21(5):530-533. [in Russian] (Стёпочкин П.И., Емцева М.В. Изучение межфазного периода «всходы-колошение» у исходных родительских форм и гибридов тритикале с разными генами *Vrn*. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017;21(5):530-533). DOI: 10.18699/Ш17.22-о
- Sukhova O.V. Research of the chemical composition of triticale grain as main raw materials containing proteins. *Bulletin NIGI*. 2013;8(27):85-90. [in Russian] (Сухова О.В. Исследование химического состава зерна тритикале как основного белковосодержащего зерна. *Вестник НГИЭИ*. 2013;8(27):85-90).
- Suresh N., Bishnoi O.P., Belh R.K., Munjal R. Study on potentials of triticale as an alternative of wheat in India. *Journal of Pharmacognosy and Rhytochemistry*. 2020;9(1):898-901.
- Zenkina K.V., Aseeva T.A. Selection value of spring triticale collection varieties in the Far Eastern region. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2020;(3):66-70. [in Rus-



sian] (Зенкина К.В., Асеева Т.А. Селекционная ценность коллекционных сортов ярового тритикале в условиях Дальневосточного региона. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2020;(3):66-70). DOI: 10.30850/vrsn/2020/3/66-70

Zezin N.N. (ed.). Scientifically justified zonal system of agriculture in Sverdlovsk Province (Nauchno obosnovannaya zonalnaya sistema zemledeliya Sverdlovskoy oblasti). Yekaterinburg; 2020. [in Russian] (Научно обоснованная

зональная система земледелия Свердловской области / под ред. Н.Н. Зезина. Екатеринбург; 2020).

Zotikov V.I. The role of genetic resources in increasing the productivity and environmental sustainability of crop production. *Grain Legumes and Cereals*. 2017;2(22):4-8. [in Russian] (Зотиков В.И. Роль генетических ресурсов в повышении продуктивности и экологической устойчивости растениеводства. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2017;2(22):4-8).

### *Информация об авторах*

**Галина Николаевна Потапова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал УрФАНИЦ УрО РАН, 620142 Россия, Екатеринбург, ул. Белинского, 112а, GNP6053@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8842-657X>

**Нина Леонидовна Зобнина**, старший научный сотрудник, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал УрФАНИЦ УрО РАН, 620142 Россия, Екатеринбург, ул. Белинского, 112а, zobnina\_1968@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3177-4303>

**Андрей Викторович Безгодов**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал УрФАНИЦ УрО РАН, 620142 Россия, Екатеринбург, ул. Белинского, 112а, spagro@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6969-6817>

**Мария Сергеевна Иванова**, старший преподаватель, Уральский государственный аграрный университет, 620075 Россия, Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 4, m-ivaivanova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7158-9321>

### *Information about the authors*

**Galina N. Potapova**, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ural Research Institute of Agriculture, branch of the UFARC UB RAS, 112a Belinskogo St., Yekaterinburg 620142, Russia, GNP6053@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8842-657X>

**Nina L. Zobnina**, Senior Researcher, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ural Research Institute of Agriculture, branch of the UFARC UB RAS, 112a Belinskogo St., Yekaterinburg 620142, Russia, zobnina\_1968@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3177-4303>

**Andrei V. Bezgodov**, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ural Research Institute of Agriculture, branch of the UFARC UB RAS, 112a Belinskogo St., Yekaterinburg 620142, Russia, spagro@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6969-6817>

**Maria S. Ivanova**, Senior Lecturer, Ural State Agrarian University, 4 K. Liebknecht St., Yekaterinburg 620075, Russia, m-ivaivanova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7158-9321>

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article.

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

**Conflict of interests:** the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 05.07.2021; одобрена после рецензирования 02.05.2022; принята к публикации 01.12.2022. The article was submitted on 05.07.2021; approved after reviewing on 02.05.2022; accepted for publication on 01.12.2022.