

СОЗДАНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТА ОЗИМОЙ РЖИ ТАЛОВСКАЯ 45

В. В. Чайкин¹, доктор сельскохозяйственных наук, директор, Vladimir65chaikin@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-2447-9944;

А. А. Тороп¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории селекции озимой ржи, alexandr.torop@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9428-4926;

Е. А. Тороп², доктор биологических наук, директор центра биотехнологических исследований, helenatorop@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2526-1480

¹ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В. В. Докучаева», 397463, Воронежская обл., Таловский р-он, пос. 2-го участка Института им. Докучаева, д. 81, кв. 5; e-mail: niisch1c@yandex.ru,

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», 391087, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1; e-mail: helenatorop@yandex.ru

В работе указано основное направление селекции озимой ржи в учреждении. Описаны основные этапы этого процесса. Сообщается, что сокращение длины стебля на первом этапе за счет использования источников короткостебельности позволило увеличить уровень урожайности у созданных в результате этого сортов на 17,2, а уровень устойчивости к полеганию – на 32,0 %. Чтобы компенсировать существенное сокращение площади ассимиляционной поверхности, обусловленное уменьшением длины стебля – основного ассимилирующего органа у ржи, и повысить роль листьев в этом процессе, были созданы сорта с высокой устойчивостью к группе болезней, в том числе и листовых. Для повышения урожайности и ее стабильности в дальнейшем были созданы и использованы крупнолистные формы с эректоидной ориентацией. В итоге потенциал урожайности сортов достиг 9 и более т/га. Созданный в результате продолжительной и целенаправленной селекции сорт последнего срока Таловская 45 по данным государственного испытания характеризуется как высокопродуктивный, зимостойкий, устойчивый к полеганию и засухе. Он рекомендован для возделывания в трех регионах: Центрально-Черноземном, Центральном и Средневолжском. Урожайность на сортоиспытательных участках в этих регионах в годы испытания составила в среднем соответственно 5,25, 4,50 и 4,52 т/га, а максимальная – 8,92 т/га. Превышения нового сорта над сортами-стандартами достигали 0,5 и более тонны с гектара. Приведена морфо-биологическая характеристика нового сорта. Цель исследований – показать эффективность дальнейшего совершенствования архитектуры растения в повышении урожайности озимой ржи, изложить историю создания и привести описание нового сорта.

Ключевые слова: озимая рожь, селекция, новый сорт, происхождение и характеристика сорта.

Для цитирования: Чайкин В. В., Тороп А. А., Тороп Е. А. Создание и характеристика сорта озимой ржи Таловская 45 // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 6. С. 29–33. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-29-33.



DEVELOPMENT AND CHARACTERISTICS OF THE WINTER RYE VARIETY 'TALOVSKAYA 45'

V. V. Chaikin¹, Doctor of Agricultural Sciences, head, Vladimir65chaikin@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-2447-9944;

A. A. Torop¹, Doctor of Agricultural Sciences, professor, main researcher of the laboratory for winter rye breeding, alexandr.torop@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9428-4926;

E. A. Torop², Doctor of Biological Sciences, head of the Biotechnical Research Center, helenatorop@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2526-1480

¹FSBSI Voronezh Federal Agricultural Research Center named after V. V. Dokuchaev, 397463, Voronezh region, Talovsky district, vil. of 2-go uchastka Instituta Dokuchaeva, 81/5; e-mail: niisch1c@yandex.ru;

²FSBEI HE Voronezh State Agrarian University named after Peter the Great, 391087, Voronezh, Michurin Str., 1; e-mail: helenatorop@yandex.ru

There has been shown a main direction of winter rye breeding in the institution. There have been described the main stages of this process. There has been reported that the reduction in the length of the stem at the first stage due to the use of sources of short stems made it possible to increase the productivity level of the developed varieties on 17.2 %, and lodging resistance on 32.0 %. In order to compensate for the significant reduction of the assimilation surface area due to a stem length decrease as a main assimilating organ in rye, and to increase the role of leaves in this process, there have been developed the varieties with high resistance to a group of diseases, including leaf ones. In order to increase productivity and its stability, there were subsequently developed and used the large-leafy forms with an erectoid orientation. As a result, a productivity potential of the varieties reached 9 or more tons per hectare. The late-term variety 'Talovskaya 45' developed as a result of long-term and purposeful breeding, has been characterized as highly productive, winter tolerant, resistant to lodging and drought. The variety has been recommended for cultivation in three regions, namely Central Blackearth, Central and Middle Volga. The productivity on variety testing plots in these regions during the years of trials averaged 5.25 t/ha, 4.50 t/ha and 4.52 t/ha, respectively, and the maximum yield was 8.92 t/ha. The excess of the new variety over the standard varieties reached 0.5 or more tons

per hectare. There has been given a morpho-biological characteristics of the new variety. The purpose of the current study was to show the efficiency of further improvement of the plant architectonics in improving winter rye productivity, to tell the history of development and provide a description of the new variety.

Keywords: winter rye, breeding, new variety, origin and characteristics of the variety.

Введение. Современная биология располагает большим набором методов, использование которых способствует более успешной селекции растений (Жужжалова и др., 2020). В селекции ржи большие перспективы в этом плане связывают с расшифровкой ее генома (Rabaus-Walace et al., 2021). В настоящее время в практической селекции озимой ржи используют, как правило, классические методы отбора. Основной задачей является повышение урожайности при сохранении, а при возможности – и повышение уровня адаптивности к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды. В настоящее время для этого применяют гетерозис гибридов первого поколения, созданных с использованием цитоплазматической мужской стерильности. Столетний опыт показал высокую эффективность этого направления селекции. Однако его сложность и дороговизна заставляют искать пути, столь же эффективные, но значительно более простые и дешевые. Таковым, как показали результаты практической селекции, является изменение архитектоники растения, позволяющее формировать высокопродуктивные ценозы. Эффективность данного направления подтверждена широко известными работами Борлауга по использованию короткостебельности в селекции пшеницы. В отечественной селекции это подтверждено работами академика П.П. Лукьяненко, его учеников и последователей (Беспалова, 2015). Ярким подтверждением эффективности этого направления в селекции являются также результаты отечественных селекционеров, работающих с горохом (Зеленов и Зеленов, 2022). Благодаря подобным работам эта культура из экстенсивной и низкоурожайной превратилась в урожайную и высокотехнологичную.

Как сельскохозяйственная культура рожь сравнительно молода. К тому же произошла она из дикой сорнополевой ржи, произраставшей в аридных условиях Малой и Средней Азии, Ирана, Афганистана, Индии и Аравии. Рожь длительное время считалась сорняком в посевах других зерновых культур. Поэтому степень окультуренности, определяемая размером как самого растения, так и его органов, у нее низкая и далеко не завершена и сейчас, тем более при культивировании в аридных зонах, где повышение облиственности вновь выводимых сортов является одной из важных задач селекции. Ее решение позволит формировать в посевах оптимальный по размерам ассимиляционный аппарат с индексом листовой поверхности порядка 4–5 м²/м² при оптимальной высоте и достаточной величине других органов.

Несовершенство архитектоники растения в свое время послужило одной из причин существенного сокращения посевных площадей

ржи. Длинный стебель был причиной полегания ее посевов, что затрудняло уборку урожая и приводило к существенным его потерям. Такие сорта было нецелесообразно размещать на повышенных агрофонах, так как заложенные в сорте потенциальные возможности в этих условиях оставались нереализованными.

Стремление повысить устойчивость ржи к полеганию за счет укорочения стебля долгое время не имело особых успехов. Значительные перспективы появились в нашей стране только при использовании в селекции источников короткостебельности (коллекционный образец ВИР к-10028 и мутант ЕМ-1), обнаруженных профессором В.Д. Кобылянским. Эти образцы являлись носителями доминантного гена-супрессора высоты *H1* (*Ddw 1*). С их использованием был создан новый тип ржаного растения, существенно отличающийся от возделываемых ранее (Тороп и др., 2019). В настоящее время сорта этого морфотипа составляют основу сортов, включенных в Госреестр.

Цель исследований – показать эффективность дальнейшего совершенствования архитектоники растения в повышении урожайности озимой ржи, привести историю создания и дать описание нового сорта.

Материалы и методы исследований.

Оригинальный по архитектонике исходный материал создавали предложенным нами методом группового отбора из местного селекционного материала, адаптированного к условиям региона (Чайкин и др., 2013). Размножали полученные формы под большими бязевыми изоляторами или на пространственных изолированных участках, в зависимости от количества получаемых при отборе семян. Основной метод работы в селекционных питомниках – семейно-групповой отбор с двукратным использованием за цикл резервов семян отобранных семей. Предварительное испытание проводили на делянках площадью 5 м² в 6-кратном повторении с частым (через два номера) расположением стандарта, а конкурсное – на 25 м² в 6-кратном повторении. Опыты закладывали в Южном селекционном севообороте по черному пару. Почва севооборота – обыкновенный чернозем суглинистого и легкого глинистого механического состава. Гидротермический коэффициент близок к 1. Площадь листьев определяли способом Лавриненко и др. (1981). Условия во время изучения исходного материала, формирования и изучения сорта были типичными для Центрально-Черноземного региона. Учеты, наблюдения проводили в соответствии с методикой, принятой при государственном сортоиспытании. Первичные данные урожайности сортов в конкурсном испытании обрабатывали дисперсионным анализом, а данные по площади листьев – вариационным. Достоверность разностей между стандартом

и изучавшимися сортами в последнем случае оценивали с помощью критерия достоверности разности Стьюдента (t) – отношения выборочной разности к ее ошибке.

Результаты и их обсуждение. Включение в селекционный процесс источников короткостебельности позволило нам получить ценный исходный селекционный материал, а на его основе – сорт Таловская 12 с большей на 1,21 балла (37 %), чем у сорта-стандарта традиционного морфотипа, устойчивостью к полеганию, и на 17,2 % более урожайный (Чайкин и др., 2021). Потенциал урожайности этого сорта равнялся 7,5 т/га и существенно не отличался от возделываемых сортов. Только в результате довольно жесткого отбора с использованием большого селекционного дифференциала удалось значительно увеличить потенциал урожайности у создаваемых сортов. У нового сорта Таловская 15 он превысил 8 т/га.

Дальнейшее повышение урожайности было связано с рядом трудностей, обусловленных биологией ржаного растения. Важной особенностью является присущий ему стеблевой тип фотосинтеза. По мере укорочения в результате селекции длины стебля возрастает роль листьев в процессе фотосинтеза (Тороп и др., 2021).

Для повышения эффективности работы листьев на первом этапе нами был создан исходный материал, а также сорта Таловская 29 и Таловская 33 с групповой устойчивостью к болезням, в том числе и к листовым (мучнистой росе и бурой ржавчине), рекомендованные для возделывания в производстве. В дальнейшем разработанным в лаборатории способом отбора были сформированы популяции, различающиеся по величине, форме и ориентации листьев, а также длине и мощности стебля. Всего было изучено 29 вариантов архитектуры ржаного растения. После тщательного и разностороннего изучения этого материала были выделены наиболее ценные. Среди них внимания заслуживали короткостебельные формы, формы с эректоидной ориентацией листьев и особенно крупнолистные (Тороп и др., 2020).

Но преимущества крупнолистных форм наиболее полно проявляются в регионах, где менее вероятны отрицательные действия высоких температур и засухи. В условиях же ЦЧР засухи довольно часты. Если в борьбе с осенней засухой главную роль должна играть технология возделывания, в борьбе же с июньско-июльской решающую роль должны взять на себя селекционеры.

В засушливых условиях заслуживают внимания формы с эректоидной ориентацией листьев. Любые изменения архитектуры ценоза оказывают существенное влияние на его микроклимат и в конечном итоге сказываются на его продуктивности (Rahman Sayedur et al., 2018). Формы же с эректоидной ориентацией листьев имеют целый ряд ценных признаков и свойств. У них, в частности, не проявляется или проявляется незначительно полуденная депрессия в ходе фотосинтеза. По терминологии академика Е. Ф. Вотчала, который придавал особое значение состоянию растений в жаркие дни и в жаркие часы дня, то есть в условиях, способствующих проявлению симптомов расстройства физиологических функций, в основе которого лежат нарушение водного баланса и повышение температуры листа, они являются «засухоурожайными». Кроме этого, при эректоидной ориентации листьев свет лучше проникает внутрь посева и лучше освещает листья нижних ярусов. Такие посевы обладают большей интенсивностью фотосинтеза, у них больше возможностей фотосинтезировать в утренние и вечерние часы, что позволяет им формировать больший урожай.

Три созданные нами ранее популяции: прочностебельная Популяция 52, Популяция 56 с эректоидной ориентацией листьев и короткостебельная Популяция 57 послужили исходным материалом для создания сорта Таловская 41, рекомендованного по результатам государственного испытания для возделывания в 5 регионах страны. На основании короткостебельной Популяция 57 был создан сорт Таловская 44, рекомендованный для возделывания в Средневолжском регионе. Он отличается высокой устойчивостью к полеганию и, как и Таловская 41, высоким (9,4 т/га) потенциалом урожайности.

Исследования, проведенные нами на модельных растениях, показали, что наибольшего внимания заслуживают крупнолистные эректоиды. Продуктивность таких растений существенно выше, чем эректоидов и крупнолистных в отдельности. Именно из относительно короткостебельной популяции с крупными листьями эректоидной ориентации семейно-групповым отбором был создан сорт Таловская 45.

По данным конкурсного испытания новый сорт заметно превосходит стандарт (Таловская 33), который до последнего времени был основным сортом озимой ржи, возделываемым в Центрально-Черноземном регионе, а также другие сорта более ранней селекции (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность сортов озимой ржи, т/га (КСИ, 2016–2022 гг.)
Table 1. Productivity of the winter rye varieties, t/ha (CVT, 2016–2022)

Название	Год							Средняя	Отклонение от стандарта
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
Таловская 33, стандарт	3,84	5,39	6,10	4,92	4,30	4,38	4,01	4,70	–
Таловская 41	4,33	5,87	6,24	4,90	4,84	4,50	4,35	5,00	0,30
Таловская 44	4,74	5,88	5,86	4,66	5,07	4,34	4,30	4,98	0,28
Таловская 45	4,47	6,12	6,85	4,86	4,82	4,28	4,81	5,17	0,47
НСР ₀₅	0,38	0,48	0,52	0,42	0,53	0,50	0,40	–	–

Особенностью сорта Таловская 45, как и других сортов последних сроков нашей селекции, изучавшихся в конкурсном испытании, является большая площадь листьев на побеге.

Особенно этим выделяются созданные нами путем отбора новые формы: отбор из Таловской 44, Морфотип 5-2, Морфотип 7, Морфотип 14 (табл. 2).

Таблица 2. Площадь листьев на побеге (КСИ, 2022 г.)
Table 2. Leaf area per a shoot (CVT, 2022)

Название сорта	Площадь листьев, см ²	Отклонение от стандарта, %
Таловская 33 – стандарт	62,8 ± 2,6	–
Таловская 41	89,3 ± 2,2***	42,2
Таловская 44	83,7 ± 4,0***	33,3
Таловская 44-1	74,8 ± 4,0*	12,4
Таловская 44, отбор	93,8 ± 3,7***	49,4
Таловская 45	82,4 ± 3,8***	31,2
Популяция короткостебельных	86,8 ± 3,0***	38,2
Морфотип 2	86,7 ± 4,3***	38,0
Морфотип 5-2	97,2 ± 5,1***	54,8
Морфотип 7	102,2 ± 3,8***	62,7
Морфотип 14	104,6 ± 5,2***	66,6
Популяция короткостебельных эректоидов	68,2 ± 2,6	8,6
Популяция 4/19	76,8 ± 3,9**	12,2
Саратовская 7	83,8 ± 4,3***	33,4
Популяция 7/19	89,2 ± 5,1***	42,0

Примечание. Уровни надежности безошибочных прогнозов: * – 95,0 %, ** – 99,0 %, *** – 99,9 %.

Ниже приведены описание и характеристики сорта Таловская 45 по данным государственного испытания. Сорт относится к виду *Secale cereale* L., разновидности *vulgare* Korn. Получен индивидуально-семейным отбором крупнолистных форм из популяции эректоидных карликов. Включен в Госреестр и рекомендован для возделывания в Центральном, Центрально-Черноземном и Средневолжском регионах (Московской, Воронежской, Пензенской областях, Республиках Мордовия и Татарстан). Диплоидная форма. Растение среднерослое. Куст промежуточный. Колеоптиле окрашен. Опушение стебля под колосом среднее. Восковой налет на колосе средний сильный, на влагалище флагового листа – средний. Лист, следующий за флаговым, средней длины. Колос полупоникший, средней длины, средней плотности или плотный. Окраска алейронового слоя зерновки темная. Зерно средней крупности. Масса 1000 зерен – 28–37 г. Средняя урожайность в Центральном регионе – 4,50 т/га, в Центрально-Черноземном – 5,25 т/га, в Средневолжском – 4,52 т/га. Во Владимирской области прибавка к среднему стандарту составила 0,61 т/га, в Смоленской к стандарту Таловская 41 – 0,51 т/га, в Республике Мордовия к стандарту Памяти Кунакбаева – 1,00 т/га, в Пензенской области к стандарту Таловская 41 – 0,27 т/га, в Республике Татарстан к стандарту Тантана – 0,29 т/га, в Московской и Воронежской областях – на уровне стандартов Татьяна и Таловская 41 при урожай-

ности 4,06, 5,54, 5,04, 4,43, 5,32, 4,56 и 5,92 т/га соответственно. Максимальная урожайность (8,92 т/га) получена в Белгородской области в 2020 году. Среднеспелый. Вегетационный период – 263–324 дня. Созревает в сроки, близкие к стандартам Московская 12, Татьяна, Таловская 41. Зимостойкость высокая, на уровне сортов Памяти Кунакбаева, Марусенька. Высота растений – 116–142 см. Устойчив к полеганию и засухе. Хлебопекарные качества удовлетворительные. Характеризуется высоким числом падения – до 269–308 с. По содержанию белка в зерне (до 12,0 %) – на уровне стандарта Таловская 41. По данным испытания на провокационном фоне умеренно устойчив к бурой ржавчине.

Выводы. Сорт озимой ржи Таловская 45 является результатом продолжительной целенаправленной селекции на повышение урожайности за счет изменения архитектоники растения. Он отличается от сорта более ранней селекции Таловская 33 не только большей урожайностью, но и более крупными листьями эректоидной ориентации. Обладает высоким потенциалом урожайности. В государственном испытании он достигал 8,92 т/га. При этом сорт проявил высокую устойчивость к полеганию, засухе и неблагоприятным условиям зимовки. Формирует зерно с высокими значениями «числа падения». Благодаря указанным особенностям данный сорт рекомендован для возделывания в Центрально-Черноземном, Центральном и Средневолжском регионах.

Библиографические ссылки

1. Беспалова Л. А. Развитие генофонда как главный фактор третьей зеленой революции в селекции пшеницы // Вестник РАН. 2015. Т. 85, № 1. С. 9–11. DOI: 10.7868/S086958731501003X.
2. Жужалова Т. П., Колесникова Е. О., Васильченко Е. Н., Черкасова Н. Н. Методы биотехнологии как потенциал развития селекции сахарной свеклы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Т. 24, № 1. С. 40–47. DOI: 10.18699/V.120.593 vate.com.
3. Зеленов А. Н., Зеленов А. А. Сто лет орловской селекции гороха. Итоги и перспективы // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 2 (42). С. 41–59. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-41-59.

4. Лавриненко Ю.А., Жужа А.Д., Орлюк А.П. Ускоренный способ определения площади поверхности листьев // Селекция и семеноводство. 1981. № 10. С. 10–12.
5. Тороп А.А., Чайкин В.В., Тороп Е.А., Браилова И.С., Кузьменко С.А. Особенности продукционного процесса стародавнего и современного сортов озимой ржи // Вестник сельскохозяйственной науки. 2019. № 6. С. 15–19. DOI: 10.30850/vrsn/2019/6/15-19.
6. Тороп А.А., Чайкин В.В., Тороп Е.А. Практическое использование в селекции озимой ржи способов, позволяющих сочетать в сорте высокую урожайность и адаптивность к условиям среды // Достижения науки и техники АПК. 2020. № 3. С. 32–34. DOI: 10/24411/0235-2451-2020-10306.
7. Тороп А.А., Чайкин В.В., Тороп Е.А. Селекция озимой ржи на урожайность и адаптивность в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева // Актуальные проблемы селекции, семеноводства и сохранения плодородия почв: юбилейный сб. научн. тр. Воронежский ГАУ, 2021. С. 24–28.
8. Чайкин В.В., Тороп Е.А., Тороп А.А., Филатова И.А. Способ отбора перекрестноопыляющихся растений с ограниченной способностью к самоопылению // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2013. № 2. С. 27–31.
9. Чайкин В.В., Тороп А.А., Тороп Е.А. Изменение архитектуры растения как направление в селекции озимой ржи // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 3. С. 24–33. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-23-33.
10. Rabanus-Walace T.M., Hakauf B., Mascher M. et al. Chromosome scale genome assembly provides insights in to rye biology, evolution and agronomic potential // Nature genetics. 2021. Vol. 53, № 4. P. 564–573. DOI: 10/1038/s41588-021-00807-0.
11. Rahman S., Duursma R.A., Mukhtadir Md. A., Roberts T.H., Roberts B. J. Leaf canopy architecture determines light interception and carbon gain in wild and domesticated *Oryza* species // Environmental and experimental botany. 2018. Vol. 155. P. 672–680. DOI: au/asa/1998/5/137 soetedj o. htm.

References

1. Bepalova L.A. Razvitiye genofonda kak glavnyi faktor tret'ei zelenoi revolyutsii v selektsii pshenitsy [Development of the gene pool as the main factor of the third green revolution in wheat breeding] // Vestnik RAN. 2015. T. 85, № 1. S. 9–11. DOI: 10.7868/S086958731501003X.
2. Zhuzhzhaylova T.P., Kolesnikova E.O., Vasil'chenko E. N., Cherkasova N.N. Metody biotekhnologii kak potentsial razvitiya selektsii sakharnoi svekly [Biotechnological methods as a tool for efficient sugar beet] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2020. T. 24, № 1. S. 40–47. DOI: 10.18699/V.120.593vate.com.
3. Zelenov A.N., Zelenov A.A. Sto let orlovskoi selektsii gorokha. Itogi i per-spektivy [100-year anniversary of Oryol pea breeding. Results and prospects] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2022. № 2 (42). S. 41–59. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-41-59.
4. Lavrinenko Yu.A., Zhuzha A.D., Orlyuk A.P. Uskorennyi sposob opredeleniya ploshchadi poverkhnosti list'ev [An accelerated method for determining the surface area of leaves] // Seleksiya i semenovodstvo. 1981. № 10. S. 10–12.
5. Tороп А.А., Чайкин В.В., Тороп Е.А., Браилова И.С., Кузьменко С.А. Osobenno-sti produktsionnogo protsessa starodavnego i sovremennogo sortov ozimoi rzi [Features of the production process of ancient and modern winter rye varieties] // Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2019. № 6. S. 15–19. DOI: 10.30850/vrsn/2019/6/15-19.
6. Tороп А.А., Чайкин В.В., Тороп Е.А. Prakticheskoe ispol'zovanie v selektsii ozimoi rzi sposobov, pozvol'yayushchikh sochetat' v sorte vysokuyu urozhainost' i adaptivnost' k usloviyam sredy [Practical use of methods that allow combining high productivity and adaptability to environmental conditions in a variety for winter rye breeding] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. № 3. S. 32–34. DOI: 10/24411/0235-2451-2020-10306.
7. Tороп А.А., Чайкин В.В., Тороп Е.А. Seleksiya ozimoi rzi na urozhainost' i adaptivnost' v NIISKH TsChP im. V.V. Dokuchaeva [Winter rye breeding for productivity and adaptability in the FSBSI Federal Agricultural Research Center named after V.V. Dokuchaev] // Aktual'nye problemy selektsii, semenovodstva i sokhraneniya plodorodniya pochv: yubileinyi sb. nauchn. tr. Voronezhskii GAU, 2021. S. 24–28.
8. Чайкин В.В., Тороп Е.А., Тороп А.А., Филатова И.А. Sposob otbora perekrest-noopylayushchikhsya rastenii s ogranichennoi sposobnost'yu k samoopyleniyu [Method for selecting cross-pollinating plants with limited ability to self-pollination] // Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2013. № 2. S. 27–31.
9. Чайкин В.В., Тороп А.А., Тороп Е.А. Izmenenie arkhitektoniki rasteniya kak napravlenie v selektsii ozimoi rzi [Change of plant architectonics as a direction in winter rye breeding] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2021. № 3. S. 24–33. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-23-33.
10. Rabanus-Walace T.M., Hakauf B., Mascher M. et al. Chromosome scale genome assembly provides insights in to rye biology, evolution and agronomic potential // Nature genetics. 2021. Vol. 53, № 4. P. 564–573. DOI: 10/1038/s41588-021-00807-0.
11. Rahman S., Duursma R.A., Mukhtadir Md. A., Roberts T.H., Roberts B. J. Leaf canopy architecture determines light interception and carbon gain in wild and domesticated *Oryza* species // Environmental and experimental botany. 2018. Vol. 155, P. 672–680. DOI: au/asa/1998/5/137 soetedj o. htm.

Поступила: 31.08.22; доработана после рецензирования: 05.12.22; принята к публикации: 05.12.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Тороп Е.А. – концептуализация исследований; Чайкин В.В., Тороп А.А. – подготовка и выполнение полевых опытов и сбор данных; Чайкин В.В., Тороп А.А., Тороп Е.А. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.