

# ЛИНИЯ РИКО – САМАЯ СКОРОСПЕЛАЯ СРЕДИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КОЛЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ВИР

DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-94-98

УДК 633.11:581.132.2

Поступление/Received: 20.08.2019

Принято/Accepted: 29.11.2019

Б. В. РИГИН\*, Е. В. ЗУЕВ, А. С. АНДРЕЕВА,  
З. С. ПЫЖЕНКОВА, И. И. МАТВИЕНКО

Федеральный исследовательский центр  
Всероссийский институт генетических ресурсов  
растений имени Н.И. Вавилова (ВИР),  
190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44;

\*✉ riginbv@mail.ru

THE LINE RICO IS THE EARLIEST MATURING  
ACCESSION IN THE VIR COLLECTION  
OF SPRING BREAD WHEAT

B. V. RIGIN\*, E. V. ZUEV, A. S. ANDREEVA,  
Z. S. PYZHENKOVA, I. I. MATVIENKO

N.I. Vavilov All-Russian Institute  
of Plant Genetic Resources (VIR),  
42, 44 Bolshaya Morskaya Street,  
St. Petersburg 190000, Russia;

\*✉ riginbv@mail.ru

**Актуальность.** Для оптимизации селекции скороспелых, адаптированных к условиям внешней среды сортов мягкой пшеницы необходим поиск нового исходного материала. Ультраскороспелая линия Рико (к-65588) – *Triticum aestivum* var. *erythrospermum* Koern. – выделяется среди представителей коллекции мягкой пшеницы ВИР по важным адаптивным признакам. **Материалы и методы.** Изучены образцы яровой мягкой пшеницы коллекции ВИР с различной скоростью развития, а также ультраскороспелые линии Рифор 1 ... 10 (F<sub>6-7</sub> Рико × Forlani Roberto к-42641) и Фори 1 ... 8 (к-65589 ... к-65596) (F<sub>4</sub> Фотон к-55696 × Рико). Определена реакция на короткий 12-часовой день. Условия яровизации – 30 дней при 3°C. Генетика чувствительности растений на яровизацию и фотопериод исследована с использованием аллель-специфичных праймеров для генов *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1* и *Ppd-D1*. **Результаты и выводы.** В условиях Северо-Запада России период от посева до колошения растений Рико равен 39,9 ± 1,49 дней, или на 14,8 ± 1,22 дней меньше районированных сортов пшеницы. Среди 8400 образцов пшеницы, изученных отделом ГР пшеницы ВИР в этом районе с 1948 по 2018 г., самый короткий период «всходы – колошение» отмечен у линии Рико – 29 (28–30) дней. Отсутствия реакции на яровизацию Рико, линий Фори и Рифор детерминировано доминантными аллелями *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1*. Фотопериодическую чувствительность Рико и частично Рифор контролируют как минимум два гена: *Ppd-D1* и *Ppd-B1*. Линии Рифор могут конкурировать по продуктивности с районированными сортами пшеницы.

**Ключевые слова:** ультраскороспелость, яровизация, фотопериод, продуктивность, гены.

**Background.** To optimize the process of bread wheat breeding for earliness and environmental adaptability, searching for new source material is a crucial task. The ultra-early line Rico (к-65588) – *Triticum aestivum* var. *erythrospermum* Koern. – stands out among the bread wheat accessions from the VIR collection for its important adaptive features. **Materials and methods.** Spring wheat accessions with different speed of development were selected from the VIR collection for this study, along with the ultra-early lines Rifor 1 ... 10 (F<sub>6-7</sub> Rico × Forlani Roberto к-42641) and Fori 1 ... 8 (к-65589 ... к-65596) (F<sub>4</sub> Foton к-55696 × Rico). Their responses to a short 12-hour day were assessed. Vernalization conditions were 30 days at 3°C. The genetics of plant sensitivity to vernalization and photoperiods was studied using allele-specific primers for the genes *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1* and *Ppd-D1*. **Results and conclusions.** In the Northwest of Russia, the period from seeding to heading for Rico plants was 39.9 ± 1.49 days, or 14.8 ± 1.22 days less than for the released commercial wheat cultivars. Among the 8400 wheat accessions, studied by the Wheat Genetic Resources Department of VIR in this area from 1948 to 2018, the shortest period from germination to heading was observed in the line Rico: 29 (28–30) days. The absence of response to vernalization in Rico, Fori and Rifor lines was determined by the dominant alleles *Vrn-A1*, *Vrn-B1* and *Vrn-D1*. Photoperiodism in Rico and partially in Rifor was controlled by at least two genes: *Ppd-D1* and *Ppd-B1*. In the F<sub>2</sub> population of Rico hybrids with 8 wheat accessions no transgression was observed beyond the limits of Rico's variation. The difference in the development rate between Rico and other wheat accessions is controlled by two or three non-allelic genes. Rifor lines can compete in productivity with commercialized wheat cultivars.

**Key words:** ultra-earliness, vernalization, photoperiod, productivity, genes.

## Введение

Создание скороспелых сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с периодом вегетации, отражающим климатические условия окружающей среды, является важной задачей селекции в России. Для оптимизации селекции скороспелых и продуктивных сортов яровой пшеницы, адаптированных к условиям внешней среды, необходим поиск нового исходного материала. Одним из направлений этой работы является использование генетического материала форм пшеницы с высокой скоростью развития – так называемых ультраскороспелых форм. Они могут быть выявлены в сорimente

определенных экологических зон или быть результатом рекомбинационных процессов и целенаправленного отбора в процессе селекции.

В наших опытах при скрещивании двух образцов мягкой пшеницы с высокой скоростью развития (СКФ селекции Р. М. Карамышева и АНК-17В [к-60314] селекции С. Ф. Коваль) выделена ультраскороспелая линия Рико (к-65588), *Triticum aestivum* var. *erythrospermum* Koern. Образец СКФ отселектирован из гибридов скороспелых образцов к-33171 (Ленинградская обл.) и Santa Elena (к-47114, Мексика). В свою очередь, образец к-33171 выделен среди обработанной гамма-лучами популяции гибридов сорта 'Marquis' с линией мягкой пшеницей Т85/14.

Как впоследствии оказалось, ультраскороспелая линия Рико обладает рядом особенностей, выделяющих ее среди представителей коллекции генетических ресурсов растений ВИР (Уникальная научная установка – УНУ, регистрационный номер USU\_505851) по важным адаптивным признакам: скорости развития, реакции на яровизацию и фотопериод.

В данной статье обобщены результаты опытов по анализу особенностей физиологии и генетики линии Рико, а также итогов использования Рико в селекционных программах в качестве донора ультраскороспелости в сочетании со слабой фотопериодической чувствительностью.

### Условия, материал и методы

Опыты проведены в 2009–2018 гг. в условиях Северо-Запада России (г. Санкт-Петербург) на экспериментальном поле научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР). В качестве стандартов использовали районированные в Северо-Западном районе России сорта 'Ленинградка' (к-47882), 'Ленинградская 6' (к-64900) и 'Ленинградская 97' (к-62935).

Объектом исследований, помимо Рико, явился 81 образец яровой мягкой пшеницы коллекции генетических ресурсов растений ВИР (Rigin et al., 2018a). В состав этого набора входили образцы с различной скоростью развития, а также константные рекомбинантные формы яровой мягкой пшеницы с генетическим материалом Рико, созданные в отделе генетики ВИР:

- ультраскороспелые линии Фори 1 ... 8 (к-65589 ... к-65596), которые выделены среди гибридов  $F_4$  Фотон (к-55696) × Рико;

- ультраскороспелые линии Рифор 1...10, отобранные среди гибридов  $F_{6-7}$  Рико × Forlani Roberto (к-42641).

В рамках настоящего исследования проанализирована оценочная база данных отдела ГР пшеницы ВИР, созданная по результатам полевого изучения образцов яровой мягкой пшеницы в условиях Ленинградской области с 1948 по 2018 г. по признаку «всходы – колошение».

Скорость развития пшеницы оценивали в поле по продолжительности периода «всходы – колошение». Генетика скорости развития исследована путем гибридологического анализа с привлечением в качестве тестеров почти изогенных линий Triple Dirk (TDD *Vrn-A1*, TDB *Vrn-B1*, TDE *Vrn-D1*, TDF *Vrn-D4*) и озимых сортов 'Альбидум 114' и 'Armada'. При молекулярном тестировании применяли аллель-специфичные праймеры для генов *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1* и *Ppd-D1* (Zlotina et al, 2012).

Фотопериодическая чувствительность определена в условиях 18-часового естественного и 12-часового короткого дня. Образцы, задерживающие колошение на коротком дне по сравнению с длинным днем менее чем на 10 суток, классифицировали как слабо чувствительные к фотопериоду. Условия яровизации – 30 дней при 3°C.

При анализе элементов структуры урожая вычисляли средние величины признаков и их доверительные интервалы, рассчитанные при уровне значимости 0,05. Статистическая обработка оценочной базы данных выполнена с помощью программы Microsoft Excel 2010 и методических указаний (Zaytsev, 1984).

### Результаты и обсуждение

**Скорость развития до колошения.** По результатам 16-летнего исследования в условиях Северо-Запада России период от посева до колошения растений Рико равен  $39,9 \pm 1,49$  дней, в отдельные годы – от 36 до 44 дней. Таким образом, скорость развития Рико до колошения в среднем на  $14,8 \pm 1,22$  дней (в отдельные годы на 13–19 дней) выше районированных сортов пшеницы ('Ленинградка', 'Ленинградская 6' и 'Ленинградская 97'). Корреляция между темпами развития Рико и этих районированных сортов пшеницы в этот период соответствовала 0,71, то есть была достаточно высокой.

Интересный факт: среди 8400 образцов яровой мягкой пшеницы, прошедших трехлетнее (и более) изучение с 1948 по 2018 г. в условиях г. Пушкина, самый короткий период «всходы – колошение» отмечен у линии Рико – 29 дней (28–30), а следуют за ней линии Фори (к-65591, к-65593, к-65595) – 30 дней.

Быстрое развитие растений Рико от посева до колошения в сравнении с другими образцами коллекции яровой пшеницы ВИР отмечено в различных экологических зонах страны, и не обнаружено смены рангов по этому признаку в сравнении с районированными и другими сортами пшеницы.

Некоторые образцы пшеницы по скорости развития до колошения в отдельные годы могут не уступать Рико, например Фори 3 (к-65591) и линия 65-1, но в наших опытах не найдено ни одного образца яровой мягкой пшеницы, превышающего линию Рико по темпам развития до колошения.

Не исключено, что скорость развития растений Рико до колошения в определенных условиях среды может отражать возможный предел скороспелости яровой мягкой пшеницы.

За продолжительность периода «всходы – колошение» в основном ответственны гены, контролирующие реакцию растений на яровизирующие температуры и реакцию на различную длину дня. Основная функция этих генов – регуляторная.

**Реакция на яровизацию.** Растения Рико характеризуются практически полным отсутствием реакции на яровизирующую температуру. Такое явление характерно для ультраскороспелых форм яровой мягкой пшеницы. В литературе описаны четыре главных гена, доминантные аллели которых ассоциируются с реакцией растительной мягкой пшеницы на яровизацию, среди которых *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1* и *Vrn-D4*. Имеются и другие, менее исследованные гены, влияющие на этот процесс (Goncharov, 2003; Kiseleva, Salina, 2018).

В наших экспериментах с использованием изогенных линий Triple Dirk и ген-специфичных праймеров выяснено, что в генотипе Рико имеются доминантные аллели генов *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1*.

**Реакция на фотопериод.** У Рико слабая фотопериодическая реакция, что характерно для большинства ультраскороспелых образцов яровой мягкой пшеницы (табл. 1). Слабая реакция растений Рико по сравнению с другими образцами отмечена и на условия короткого 8-часового дня.

Однако некоторые образцы со значительной скоростью развития имеют и сравнительно высокую реакцию на короткий 12-часовой фотопериод. Так, в наших опытах к группе ультраскороспелых образцов с высокой реакцией на длину дня относятся 'Новосибирская 15', образец Е 68 из Китая, 'Луч Севера', 'Sonoga 64' (см. табл. 1).

**Таблица 1. Фотопериодическая чувствительность образцов яровой мягкой пшеницы, с различной скоростью развития** (Пушкин, вегетационный опыт, 2011 г.)**Table 1. Photoperiodism in spring bread wheat accessions with different rates of development** (vegetation experiment, Pushkin, 2011)

Номер по каталогу ВИР	Сорт, линия	Происхождение	Период от всходов до колошения, дни		
			18-часовой естественный день	короткий 12-часовой день	реакция на короткий день
65588	Рико	Ленинградская обл.	29,4±0,31	32,3±0,30	2,9±0,43
64257	Новосибирская 15	Новосибирская обл.	32,1±0,18	63,8±0,85	31,7±0,08
28535	Е 68	Китай	33,4±0,22	54,5±0,96	21,1±0,98
55696	Фотон	Краснодарский край	34,4±0,16	35,5±0,27	1,1±0,31
45929	Sonalika	Индия	35,9±0,54	37,4±0,56	1,5±0,77
40789	Луч Севера	Архангельская обл.	36,0±0,43	46,2±0,42	10,2±0,59
49701	T-13	Эквадор	36,4±0,31	45,6±0,43	9,2±0,53
47114	Santa Elena	Мексика	40,6±0,22	49,2±0,46	8,6±0,50
45398	Sonora 64	Мексика	41,3±0,53	51,0±0,97	9,7±1,10
64900	Ленинградская 6	Ленинградская обл.	42,8±0,39	70,6±1,65	27,8±1,69
62935	Ленинградская 97	Ленинградская обл.	42,4±0,58	72,5±3,33	30,1±3,38
42641	Forlani Roberto	Италия	70,3±1,16	87,0±2,61	16,7±2,85

Фотопериодическую чувствительность мягкой пшеницы контролируют гены *Ppd-D1*, *Ppd-B1* и *Ppd-A1* (Welsh et al., 1973; Shindo et al., 2003). Фотопериодическую реакцию Рико контролируют как минимум два гена: *Ppd-D1* и *Ppd-B1*.

**Скороспелость *per se*.** Продолжительность вегетационного периода мягкой пшеницы находится под контролем, помимо генов *Vrn* и *Ppd*, также и генов *Eps*, определяющих скороспелость в узком смысле (*per se*). Возможно, это присуще ультраскороспелым образцам мягкой пшеницы. Не исключено, что гены, контролирующие скороспелость в узком смысле, имеются у Рико как самой скороспелой линии пшеницы. Такие гены могут влиять на темпы прохождения отдельных периодов онтогенеза, которые, в свою очередь, могут зависеть от реакции генотипа растений на температуру, влажность и прочие факторы внешней среды (Keim et al., 1973; Halloran, 1976). В литературе отмечается существование большого числа генов *Eps* как у пшеницы, так и у других злаков (Cockram et al., 2007).

Исследованы комбинации Рико (39 дней от посева до колошения) с образцами яровой мягкой пшеницы: Фотон (к-55696, Краснодарский край) – 43; 'Камчадалка' (к-38586, Красноярский край) – 42; МГ-16 (к-45970, Мексика) – 49; T-13 (к-49701, Эквадор) – 48; 'Achill' (к-57720, Бельгия) – 57 дней, и тремя изогенными линиями: Triple Dirk – TDD *Vrn-A1*, TDB *Vrn-B1*, TDE *Vrn-D1*. Как оказалось, по времени колошения F<sub>1</sub>-гибриды этих комбинаций занимали промежуточное положение по отношению к родительским формам с небольшим отклонением в сторону более позднего родителя. Система *per se* Рико достоверно не экспрессировалась в первом поколении этих комбинаций (Rigin, Pyzhenkova, 2011).

В F<sub>2</sub>-гибридах были выделены две группы. В первую группу вошли растения по скорости развития до колошения не отличающиеся от Рико. В альтернативную группу включили все остальные особи (табл. 2).

Как следует из таблицы, различие по высокой скорости развития между Рико и другими образцами пшеницы контролируется двумя или тремя неаллельными генами. Среди исследованных популяций F<sub>2</sub> и F<sub>3</sub> отмечена трансгрессия в сторону позднеспелого родителя, но ни в одной из комбинаций не обнаружено ни одного растения, выходящего за пределы варьирования Рико. Выше сообщалось об отсутствии подобных ультраскороспелых генотипов среди исследованного нами большого числа представителей мягкой пшеницы с яровым типом развития. Поэтому признак ультраскороспелости *per se* у Рико для гибридологического анализа темпов развития пшеницы представляет собой хорошо идентифицируемый фен, который можно определить, как «фен Рико». Выделенные среди расщепляющихся популяций F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> такие ультраскороспелые генотипы растений являются слабо отзывчивыми на короткий день, нечувствительными к яровизации и, как правило, имеют пониженную продуктивность колоса.

Высокая скорость развития растений Рико ассоциируется с экспрессией описанного в литературе гена *Eps*, контролирующего скороспелость *per se*. Возможно, ген *Eps* является блоком полигенов, который идентифицируется менделевскими методами. Определенные варианты этих полигенов могут закрепляться отбором и обуславливать проявление эффекта скороспелости *per se*.

#### **Создание высокопродуктивных рекомбинантов.**

Одним из направлений нашей работы явилось использование генетических особенностей линии Рико для определения возможности создания рекомбинантов яровой мягкой пшеницы, сочетающих ультраскороспелость, нечувствительность к яровизации, слабую реакцию на фотопериод и сравнительно высокую продуктивность. С этой целью были выделены константные линии Рифор среди гибридов F<sub>6,7</sub> Рико × Forlani Roberto.

**Таблица 2. Расщепление по высокой скорости развития  $F_2$ -гибридов Рико с образцами яровой пшеницы** (по Ригину, Пыженковой, 2011, с дополнением)**Table 2. Segregation for high development rate in  $F_2$  hybrids of Rico with spring wheat accessions** (from Rigin, Pyzhenkova, 2011, with addendum)

Комбинация	Всего растений	Соотношение типов растений в $F_2$		Ожидаемое соотношение	$\chi^2$
		тип Рико	другие типы		
Фотон × Рико	429	17	412	1 : 15	3,83
Рико × Камчадалка	142	9	133	1 : 15	0,00
Рико × МГ16	72	3	69	1 : 15	0,68
Рико × Achill	95	3	92	1 : 15	1,54
Рико × Т13	379	7	372	1 : 63	0,21
TDD <i>Vrn-A1</i> × Рико	875	14	861	1 : 63	0,01
TDB <i>Vrn-B1</i> × Рико	750	5	745	1 : 63	3,90
TDE <i>Vrn-D1</i> × Рико	530	14	516	1 : 63	0,44

Согласно молекулярно-генетическому анализу, ультраскороспелые линии Рифор 1, Рифор 2, Рифор 3, Рифор 6, Рифор 7, как и Рико, имеют гены *Vrn-A1*, *Vrn-B1a*, *Vrn-D1*, которые обуславливают отсутствие реакции растений на яровизацию. Линии Рифор имеют также ген *Ppd-D1a*, который контролирует проявление слабой чувствительности к короткому 12-часовому дню.

Как показали полевые испытания в условиях Северо-Западного региона России, линии Рифор существенно отличаются от исходной линии Рико по темпам развития, но были значительно более скороспелыми (приблизительно на 10–13 дней), чем стандартные сорта мягкой пшеницы 'Ленинградская 6' и 'Ленинградская 97'. Некоторые линии Рифор могут конкурировать с этими сортами пшеницы по массе 1000 зерен, продуктивности колоса и продуктивности 1 м<sup>2</sup> (Rigin et al., 2018b).

Следует отметить также, что генетический материал Рико является основой создания константных ультраскороспелых линий Фори, выделенных среди гибридов  $F_4$  Фотон × Рико. Линии Фори, кроме высокой скорости развития, обладают отсутствием реакции на яровизацию (контролируют гены *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1*), слабой чувствительностью к короткому фотопериоду (имеют ген *Ppd-D1*) (Vrazhnov et al., 2012). С использованием Фори 7 в Челябинском НИИСХ создан перспективный сорт 'Эритроспермум 25513' (Rigin et al., 2018a).

Принимая во внимание результаты многолетних исследований, можно заключить, что нам удалось с использованием ультраскороспелой формы Рико показать возможность создания рекомбинантов яровой мягкой пшеницы, сочетающих ультраскороспелость и сравнительно высокую продуктивность.

### Заключение

Ультраскороспелая линия Рико (*T. aestivum* var. *erythrospermum*) обладает высокой скоростью развития от посева до колошения в сравнении с другими представителями коллекции яровой мягкой пшеницы генетических ресурсов растений ВИР. По данным за 16 лет, в условиях Северо-Запада России период от посева до колошения растений Рико равен  $39,9 \pm 1,49$  дней, что

в среднем на  $14,8 \pm 1,22$  (в отдельные годы на 13–19) дней короче, чем районированных сортов пшеницы ('Ленинградка', 'Ленинградская 6' и 'Ленинградская 97').

Среди 8400 образцов яровой мягкой пшеницы, прошедших трехлетнее (и более) изучение с 1948 по 2018 г. в условиях г. Пушкина, самый короткий период «всходы – колошение» отмечен у линии Рико – 29 дней (28–30), а за ней следуют линии Фори (к-65591, к-65593, к-65595) – 30 дней.

Высокая скорость развития Рико отмечена в различных экологических зонах страны. В экспериментах с использованием изогенных линий Triple Dirk и генспецифичных праймеров у Рико обнаружены доминантные аллели генов *Vrn-A1*, *Vrn-B1*, *Vrn-D1*, детерминирующих отсутствие реакции на яровизацию. Слабую фотопериодическую реакцию у Рико контролируют как минимум два гена *Ppd-D1* и *Ppd-B1*.

Признак ультраскороспелости *per se* у Рико, который можно ассоциировать с геном *Eps*, достоверно не экспрессируется в фенотипах растений  $F_1$  Рико с другими образцами яровой пшеницы. Различие по высокой скорости развития между Рико и исследованными образцами пшеницы детерминированы двумя или тремя неаллельными генами. Не обнаружено трансгрессий по скорости развития за пределы варьирования Рико. Возможно, ген *Eps* Рико, определяющий ультраскороспелость *per se*, является блоком полигенов, который идентифицируется менделевскими методами.

С использованием генетического потенциала Рико созданы ультраскороспелые линии Рифор, не реагирующие на яровизацию и слабо – на фотопериод. Продуктивность линий Рифор выше исходной линии Рико, и в этом отношении они могут конкурировать с районированными сортами 'Ленинградская 6' и 'Ленинградская 97'.

*Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0662-2019-0006 «Поиск, поддержание жизнеспособности и раскрытие потенциала наследственной изменчивости мировой коллекции зерновых и крупяных культур ВИР для развития оптимизированного генбанка и рационального использования в селекции и растениеводстве».*

## References/Литература

- Cockram J., Jones H., Leigh F.J., O'Sullivan D., Powell W., Laurie D.A., Greenland A.J. Control of flowering time in temperate cereals: genes, domestication and sustainable productivity. *Journal of Experimental Botany*. 2007;58(6):1231-1244. DOI: 10.1093/jxb/erm042
- Goncharov N.P. Genetics of growth habit (spring vs winter) in common wheat: confirmation of the existence of dominant gene *Vrn4*. *Theoretical and Applied Genetics*. 2003;107(4):768-772. DOI: 10.1007/s00122-003-1317-x
- Halloran G.M., Gene for vernalization response in homologous group 5 of *Triticum aestivum*. *Canadian Journal of Genetics and Cytology*. 1976;18(2):211-216.
- Keim D.L., Welsh J.R., McConnel R.L. Inheritance of photoperiodic heading response in winter and spring cultivars of bread wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. 1973;53(2):247-250. DOI: 10.4141/cjps73-046
- Kiseleva A.A., Salina E.A. Genetic regulation of common wheat heading time. *Russian Journal of Genetics*. 2018;54(4):381-396. [in Russian] (Киселёва А.А., Салина Е.А. Генетические механизмы формирования времени колошения мягкой пшеницы. *Генетика*. 2018;54(4):381-396). DOI: 10.7868/S001667581804001X
- Rigin B.V., Pyzhenkova Z.S. Genes that control the reaction to vernalization and earliness *per se* of ultra-early forms of spring common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant Breeding*. 2011;168:39-49. [in Russian] (Ригин Б.В., Пыженкова З.С. Гены, контролирующие реакцию на яровизацию и скороспелость *per se* ультраскороспелых форм яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2011; 168:39-49).
- Rigin B.V., Zuev E.V., Koshkin V.A., Pyzhenkova Z.S., Matvienko I.I., Brykova A.N., Kovaleva O.N., Zveinek I.A. Catalogue of the VIR global collection. Issue 859. Spring bread wheat: characterization of early and ultra-early accessions according to their productivity and photoperiod sensitivity. St. Petersburg: VIR; 2018a. [in Russian] (Ригин Б.В., Зувев Е.В., Кошкин В.А., Пыженкова З.С., Матвиенко И.И., Брыкова А.Н., Ковалева О.Н., Звейнек И.А. Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 859. Яровая мягкая пшеница: характеристика скороспелых и ультраскороспелых образцов по признакам продуктивности и фотопериодической чувствительности. Санкт-Петербург: ВИР; 2018a). DOI: 10.30901/978-5-905954-65-8
- Rigin B.V., Zuev E.V., Tyunin V.A., Shreider E.R., Pyzhenkova Z.S., Matvienko I.I. Breeding and genetic aspects of creating productive forms of fast-developing spring bread wheat. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2018b;179(3):194-202. [in Russian] (Ригин Б.В., Зувев Е.В., Тюнин В.А., Шрейдер Е.Р., Пыженкова З.С., Матвиенко И.И. Селекционно-генетические аспекты создания продуктивных форм мягкой яровой пшеницы с высокой скоростью развития. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2018b; 179(3):194-202).
- Shindo C., Tsujimoto H., Sasakuma T. Segregation analysis of heading traits in hexaploid wheat utilizing recombinant inbred lines. *Heredity*. 2003;90:56-63. DOI: 10.1038/sj.hdy.6800178
- Vrazhnov V.A., Koshkin V.A., Rigin B.V., Potokina E.K., Tyunin V.A., Shreider E.R., Alekseeva E.A., Matvienko I.I., Pyzhenkova Z.S. Ecological testing of ultra-early common wheat forms under various photoperiod conditions. *Russian Agricultural Sciences*. 2012;38(2):79-85. [in Russian]. (Вражнов В.А., Кошкин В.А., Ригин Б.В., Потоккина Е.К., Тюнин В.А., Шрейдер Е.Р., Алексеева Е.А., Матвиенко И.И., Пыженкова З.С. Экологическое испытание ультраскороспелых форм мягкой пшеницы в условиях разного фотопериода. *Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук*. 2012;2:3-8).
- Welsh J.R., Keim D.L., Pirasteh B., Richards R.D. Genetic control of photoperiod response in wheat. In: E.R. Sears, L.M.S. Sears (eds). *Proceedings of the fourth International Wheat Genetics Symposium, held at the University of Missouri, Columbia, Missouri, USA, August 6-11, 1973*. Columbia, Mo.: University of Missouri; 1973. p.879-884.
- Zaitsev G.N. Mathematical statistics in experimental botany (Matematicheskaya statistika v eksperimentalnoy botanike). Moscow: Nauka; 1984. [in Russian] (Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. Москва: Наука; 1984).
- Zlotina M.M., Kiseleva A.A., Potokina E.K. The use of allele-specific markers of the *Vrn* and *Ppd* genes for rapid diagnosis of photoperiodic sensitivity and the need for vernalization of common wheat and barley. Methodological guidelines (Ispolzovaniye allel-spetsifichnykh markerov genov *Vrn* i *Ppd* dlya ekspress-diagnosticski fotoperiodicheskoy chuvstvitelnosti i potrebnosti v yarovizatsii myagkoy pshenitsy i yachmenya. Metodicheskiye ukazaniya). St. Petersburg: VIR; 2012. [in Russian]. (Злотина М.М., Киселева А.А., Потоккина Е.К. Использование аллель-специфичных маркеров генов *Vrn* и *Ppd* для экспресс-диагностики фотопериодической чувствительности и потребности в яровизации мягкой пшеницы и ячменя. Методические указания. Санкт-Петербург: ВИР; 2012).

**Прозрачность финансовой деятельности/The transparency of financial activities**

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

**Для цитирования/How to cite this article**

Ригин Б.В., Зувев Е.В., Андреева А.С., Пыженкова З.С., Матвиенко И.И. Линия Рико – самая скороспелая среди представителей коллекции яровой мягкой пшеницы ВИР. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019;180(4):94-98. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-94-98

Rigin B.V., Zuev E.V., Andreeva A.S., Pyzhenkova Z.S., Matvienko I.I. The line Rico is the earliest maturing accession in the VIR collection of spring bread wheat. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2019;180(4):94-98. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-94-98

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы/The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

**Дополнительная информация/Additional information**

Полные данные этой статьи доступны/Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-4-94-98>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы/The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Все авторы одобрили рукопись/All authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует/No conflict of interest