УДК 001.895:633.1

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-92-97

Н.С. Шпилев, ✉
В.Е. Ториков,
С.М. Сычёв,
Л.В. Лебедько,
И.В. Сычёва

Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино, Брянская обл., Российская Федерация

✉ *shpilev.ns@yandex. Ru*

Поступила в редакцию:
30.05.2022

Одобрена после рецензирования:
29.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Инновации в селекционно-семеноводческом процессе зерновых культур

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Одним из объективно существующих факторов, сдерживающих эффективность создания сортов самоопыляющихся зерновых культур, является тот факт, что отбор ценных генотипов начинают проводить со второго гибридного поколения по фенотипу. Фенотип растений в значительной степени подвержен фенотипической и модификационной изменчивости, что обязывает селекционеров проводить отборнеоднократно. Вторым фактором является необходимость продолжительного изучения исходного материала для обоснованного подбора родительских форм для гибридизации. Этот процесс с использованием провокационных и инфекционных фоновзанимает в среднем 3 года. Использование геномной селекции и маркер-ориентированной селекции практически снимают перечисленные ограничения, делают селекционный процесс более управляемым и прогнозируемым, что в значительной степени сокращает сроки создания сортов и повышает эффективность селекции.

Методы. Исследование проводилось электрофоретическим методом по Конареву, а также авторскими методами воспроизводства сортов и отбора при селекции тритикале (патент № 2558255 «Способ воспроизводства сортов зерновых культур», патент № 2127970 «Способ отбора семян при селекции тритикале»).

Результаты. Представлены результаты гибридизации с использованием в качестве родительских форм лучших отечественных сортов озимой гексаплоидной тритикале с целью разработки и апробации новых методических подходов при селекции и семеноводстве зерновых культур. Полученные результаты позволяют сделать процесс более управляемым и предсказуемым, сократить сроки создания сортов и, следовательно, повысить эффективность селекции и семеноводства в сельскохозяйственном производстве. Доказана возможность отбора ценных генотипов от растений-гибридов первого поколения.

Ключевые слова: электрофорез, проламины, тритикале, маркер-ориентированная селекция, схема оригинального семеноводства, сорт, эффективность, инновации

Для цитирования: Шпилев Н.С., Сычев С.М., Ториков В.Е., Лебедько Л.В., Сычева И.В. Инновации в селекционно-семеноводческом процессе зерновых культур. Аграрная наука. 2022; 362 (9): 92–97. https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-92-97

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-92-97

Nikolay S. Shpilev, ✉
Vladimir E. Torikov,
Sergey M. Sychev,
Lyudmila V. Lebedko,
Irina V. Sycheva

Bryansk State Agrarian University, v. Kokino, Bryansk region, Russian Federation

✉ *shpilev.ns@yandex. Ru*

Received by the editorial office:
30.05.2022

Accepted in revised:
29.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Innovations in the selection and seed-growing process of grain crops

ABSTRACT

Relevance. One of the objectively existing factors constraining the effectiveness of creating varieties of self-pollinating cereals is the fact that the selection of valuable genotypes begins from the second hybrid generation and is carried outby phenotype. The phenotype of plants is largely subject to phenotypic and modification variability, which obliges breeders to selectmultiple times. The second factor is the need for a long study of the source material for the reasonable selection of parental forms for hybridization. This process with the use of provocative and infectious backgroundstakes in average 3 years. The use of genomic selection and marker-oriented selection practically removes these restrictions, makes the selection process more manageable and predictable, which significantly reduces the time needed to create varieties and increases the efficiency of breeding.

Methods. The study was carried out by the Konarev electrophoretic method, as well as by the author's methods of reproduction of varieties and of selection in triticale breeding (patent No. 2558255 "Method of reproduction of grain varieties", patent No. 2127970 "Method of seed selection in triticale breeding").

Results. The results of hybridization using the best domestic varieties of winter hexaploid triticale as parent forms are presented in order to develop and test new methodological approaches in the selection and seed production of grain crops. The results obtained make it possible to make the process more manageable and predictable, reduce the time needed to create varieties, and, consequently, increase the efficiency of breeding and seed production in agricultural production. The possibility of selecting valuable genotypes from first-generation hybrid plants has been proved.

Key words: electrophoresis, prolamines, triticale, marker-oriented selection, scheme of original seed production, variety, efficiency, innovation

For citation: Shpilev N.S., Sychev S.M., Torikov V.E., Lebedko L.V., Sycheva I.V. Innovations in the selection and seed-growing process of grain crops. Agrarian science.). 2022; 362 (9): 92–97. https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-92-97(In Russian).

Введение / Introduction

Селекция сельскохозяйственных растений позволяет получать новые сорта и гибриды, что делает это направление науки самым результативным и развивающимся. По мнению некоторых ученых, в Российской Федерации благодаря селекции сельскохозяйственных растений урожайность за последнее десятилетие увеличилась на 30–70% [1, 2, 3].

В настоящее время основным методом селекции зерновых культур является внутривидовая гибридизация с последующим отбором, начиная со второго гибридного поколения, ценных генотипов по фенотипу. Так создаются сорта, как правило, самоопыляющихся культур. Методический подход для оценки отобранных генотипов требует продолжительного времени из-за нерегулярного и неодинакового проявления лимитирующих факторов. Примером может служить варьирование таких погодных условий, как количество осадков в период вегетации, смена эффективных температур, а также условия в зимний период для озимых культур, различная степень плодородия почв и др.

С другой стороны, проявление ценных свойств, которые селекционеры хотят соединить в будущих сортах, в одном генотипе ограничивается такими факторами, как фенотипическая и модификационная изменчивость.

Таким образом, соединение хозяйственно ценных особенностей растений в одном генотипе и их выделение по фенотипу представляется сложной задачей, как биологически, так и технически. Достичь поставленной цели возможно только изменяя консервативную схему селекционного процесса создания сортов основных зерновых культур [4].

Возможность решения перечисленных сложных вопросов увеличивается путем широкого практического использования в селекционной практике маркер-ориентированной селекции (МОС) и геномной селекции, которые за последние десять лет показали обнадеживающие результаты, что позволяет с оптимизмом прогнозировать возможность увеличения эффективности селекции как в мире, так и в России.

Использование геномной и маркер-ориентированной селекции при отдаленной гибридизации тритикале ипшенично-пырейных гибридов (ППГ) увеличивается в связи с тем, что формообразовательный процесс у нихзначительно сложнее и не подчиняется закономерностям, установленным законами Г. Менделя, что усложняет повышение точности при прогнозировании результатов.

Целью работы является изучение возможности использования электрофореза для идентификации генотипа и авторских методов (патенты № 97107793, № 2558255) для проведения отбора с целью ускорения селекционно-семеноводческого процесса.

Материал и методы исследования / Materials and method

Эксперимент по полевой гибридизация между лучшими сортами гексаплоидной озимой тритикале проводился на базе опытной станции ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ». Лабораторные исследования пополучению электрофоретического спектра гибридных зерновок проводили по методу Конарева [5] на базе ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева». Отбор ценных генотипов — согласно авторской методике [6]. Воспроизводство сортов тритикале проводили по авторской методике [7].

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Одним из объективно существующих факторов, которые сдерживают эффективность создания сортов самоопыляющихся зерновых культур, является тот факт, что проводить отбор ценных генотипов начинаютсо второго гибридного поколения по фенотипу. Фенотип растений в значительной степени подвержен фенотипической и модификационной изменчивости, что обязывает селекционеров проводить отборнеоднократно.

Вторым фактором является необходимость продолжительного изучения исходного материала для обоснованного подбора родительских форм для гибридизации. Данный процесс с использованием провокационных и инфекционных фоновзанимает в среднем 3 года.

Использование геномной селекции и маркер-ориентированной селекции практически снимает перечисленные ограничения, делает селекционный процесс более управляемым и прогнозируемым, что в значительной степени сокращает сроки создания сортов и повышает эффективность селекции.

На примере полученных нами результатов доказана возможность создания сортов зерновых культур за 6 лет. Использование таких методов позволило создать сорт Атлант озимой гексаплоидной тритикале. Доказана возможность использования маркер-ориентированной селекции в первичном семеноводстве зерновых культур, что позволяет полностью сохранить генотип при его воспроизводстве; получен патент № 2558255 «Способ воспроизводства сортов зерновых культур».

Исследовательскую работу по созданию ценных генотипов мы проводили, используя новейшие положения маркер-ориентированной селекции, геномной селекции, достижений в области идентификации генотипов, а также авторских результатов теоретического и практического направления в селекции озимой тритикале и яровой пшеницы.

В результате проведения внутривидовой гибридизации получены гибриды первого поколения F_1 — растения, которые по фенотипу ничем не отличались.

В их колосьях сформировались зерновки с индивидуальной генетической природой, которая существенно отличалась не только от родительских форм, но и между собой. Это наглядно подтверждено цифровым изложением электрофоретического спектра индивидуальных зерновок с растений-гибридов первого поколения (табл. 1).

У индивидуальных зерновок с растений-гибридов первого поколения выявлено широкое разнообразие типов электрофоретического спектра проламина. Оно создается за счет общего числа компонентов и их различных сочетаний как в отдельных зонах, так и в целом спектре, а также за счет степени интенсивности проявления одинаковых по электрофоретической подвижности компонентов.

Анализ полученных результатов показал, что основанием для выделения индивидуального генотипа является отличие его от других по крайней мере по одному четко идентифицированному компоненту. С уверенностью можно сказать, что среди индивидуальных зерновок гибридов первого поколения на основании электрофореза можно выделить оригинальные ценные генотипы.

Идентификация компонентов электрофоретического спектра проланина индивидуальных зерновок растений- гибридов первого поколения доказала их генетическую разнокачественность при установлении корреляционной связи отдельных компонентов и степеней их

Таблица 1. **Идентификация компонентов электрофоретического спектра проламина тритикале (родительские формы и гибрид F_1)**

Table 1. **Identification of components of the electrophoretic spectrum of prolamine oftriticale (parent forms and F_1 hybrid)**

Номер зерновок	A	β	у	ω
		♀ Рондо		
I	$2567_1 7_2$	$123_1 3_3 45_2$	$2_1 2_2 2_3 345$	$1234_2 56_1 7_2 8_2 9_2$
		(F_1) ♀ Рондо х ♂ Союз		
I	$2567_1 7_2$	$123_1 3_2 3_3 45_1 5_2 5_3$	$12_1 2_2 2_3 345$	$1234_2 56_1 7_2 8_2 9_2$
II	$2567_1 7_2$	$123_1 3_2 3_3 45_1 5_2 5_3$	$12_1 2_2 2_3 345$	$1234_2 56_1 7_2 8_2 9_2$
III	$2567_1 7_2$	$123_2 3_3 45_1 5_3$	$12_3 345$	$1234_2 56_1 7_2 8_1 8_2 9_2$
IV	$2567_1 7_2$	$123_2 3_3 45_1 5_3$	$12_3 345$	$1234_2 56_1 7_2 8_1 8_2 9_2$
V	$257_1 7_2$	$123_2 3_3 45_1 5_3$	$12_2 2_3 34_1 5$	$1234_2 56_1 7_2 8_1 8_2 9_2$
VI	$257_1 7_2$	$123_2 3_3 4_1 4_2 5_1 5_2$	$12_2 2_3 34_1 5$	$1234_2 56_1 7_2 8_1 8_2 9_2$
VII	$2567_1 7_2$	$123_3 4_1 4_2 5_1 5_3$	$12_1 2_2 2_3 345$	$1234_2 56_1 7_2 8_1 8_2 9_2$
VIII	$24567_1 7_2$	$123_1 3_2 45_1 5_3$	$12_3 345$	$1234_2 56_1 6_2 7_2 8_2 9_2$
		♂ Союз		
I	$24567_1 7_2$	$123_1 3_2 45_1 5_3$	$12_1 345$	$1234_2 56_2 6_3 7_2 8_2 9_2$

Источник: составлено авторами на основании анализа электрофоретического спектра индивидуальных зерновок с растений-гибридов первого поколения [8]

выражения с ценными свойствами. Этот вывод позволит сделать селекционный процесс более управляемым и предсказуемым путем начала отбора ценных генотипов индивидуальных зерновок с гибридов первого поколения (F_1).

Спектр глиадина показывает наличие существенных различий между индивидуальными зерновками гибридов первого поколения. Установленная гетерогенность гибридов позволила отобрать по количеству и степени проявления компонентов фракций ценные генотипы. Последующее изучение показало, что лучшие генотипы имели в колосе 35 колосков, в которых сформировалось 115 зерен, при этом озерненность (число зерен в одном колоске) составила 3,28 штук.

Дальнейшее размножение и изучение показало, что данный генотип сохранял свои преимущества в сравнении с родительскими формами и в конкурсном испытании 2020–2021 гг. (табл. 2). Данная линия получила название Атлант.

В среднем за 2года урожайность сорта Атлант составила 69,3 ц/га, что достоверно превышает исходные формы: материнскую — сорт Рондо — на 11,2 ц/га, и отцовскую — сорт Союз — на 9,1 ц/га.

Используя маркер-ориентированную селекцию, еще более высокие результаты мы получили при селекции яровой мягкой пшеницы (табл. 3).

Априори яровая пшеница значительно уступает по урожайности озимой, чем и определяется ее меньшая распространенность в сельскохозяйственном производстве, несмотря на то, чтотехнологические свойства яровой пшеницы, как правило, выше.

Отобранные геномы имели колос, значительно превосходящий по показателям колос озимой пшеницы.

Так, по нашим данным, колос озимой пшеницы имеет не более 21 колоска, число зерен — 72 шт., озерненность — 3,4 шт., а отобранные колосья имели 24 колоска, 93 зерновки и озерненность 3,9 шт..

Расчетные данные показывают, что урожайность полученной линии яровой пшеницы может быть более 80 ц/га, что превышает урожайность сортов озимой пшеницы.

От правильно проводимого первичного и оригинального семеноводства прежде всего зависит продолжительность жизни сорта зерновых культур и его урожайности.

Важность качества семян осознается государством, которое оказывает постоянную поддержку семеноводству. Так, принята долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2025 г. и на перспективу до 2035 г. распоряжением правительства Российской Федерации от 10 августа2019 г. № 1796-Р.

Таблица 2. **Сравнительная характеристика тритикале**

Table 2. **Comparative characteristics of triticale**

Сорт	2020 г.			2021 г.			Среднее		
	Урожайность, ц/га	Содержание протеина, %	Сбор протеина, ц/га	Урожайность, ц/га	Содержание протеина, %	Сбор протеина, ц/га	Урожайность, ц/га	Содержание протеина, %	Сбор протеина, ц/га
Рондо	57,3	15,4	8,82	58,9	15,2	8,95	58,1	15,3	8,88
Союз	61,2	15,1	9,24	59,2	14,9	8,82	60,2	15,0	9,03
Атлант	73,3	15,0	10,99	65,3	14,8	9,66	69,3	14,9	10,32

Таблица 3. **Характеристика колосьев озимой и яровой пшеницы**

Table 3. **Characteristics of winter and spring wheat ears**

Культура	Число колосков, шт.	Число зерен, шт.	Озерненность (число зерен в колоске)	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г
Озимая пшеница	21	72	3,4	44,3	1,62
Яровая пшеница	24	93	3,9	41,9	2,21

Анализ состояния семеноводства в данном документе показывает, что 30% посевных площадей засеваются массовыми репродукциями, что обусловлено преобладанием внутрихозяйственного семеноводства. Об актуальности данной проблемы говорит и новый закон «О семеноводстве».

Таблица 3. **Оценка экономической эффективности возделывания тритикале**

Table 3. **Evaluation of the economic efficiency of triticale cultivation**

Сорт	Производственные затраты, руб./га	Выручка от реализации, руб./га	Прибыль от продаж, руб./га	Производственная рентабельность,%
Рондо	31191	90055	58864	188,72
Союз	31283	93310	62027	198,28
Атлант	31694	107415	75721	238,91

Не анализируя некоторые возможные особенности схемы оригинального семеноводства и технику работы в питомниках, остановимся на том, что признанная схема даже теоретически не позволяет со 100%-ной вероятностью воспроизводить возделываемые сорта.

Данное мнение основано на том, что в питомнике отбора мы оцениваем генотипы по сортовым признакам, то есть отбираются генотипы по фенотипу. Постоянно возрастающая мутагенная нагрузка на растения(удобрения, пестициды, радиация и др.) вызывает наследственные изменения не только признаков, но и свойств, то естьбиологических, физиологических, биохимических и технологических особенностей растений. Возникшие наследственные изменения по фенотипу выделить невозможно даже на протяжении 2 лет наблюдений — впитомнике испытания потомства 1-го и 2-го года. Учитывая тот факт, что мутации чаще характеризуются отрицательными изменениями (10000:1), эти новообразования приводят к значительному ухудшению потребительских свойств сортовых семян, которое проявляется с ростом числа лет репродуцирования.

Перечисленные новообразования привели к необходимости ограничения числаразрешенных репродукций, используемых для посева, с 5 до 3. Перечисленные приемы позволяют частично устранить последствия основных причин ухудшения сортов: биологическое и механическое засорение, расщепление, накопление мутаций и болезней. Однако радикально такие организационные мероприятия не смогут решить существующие проблемы.

При помощи методики лабораторного контроля по группам сельскохозяйственных растений с использованием электрофореза нами установлено отклонение генотипов от эталонного сорта даже в оригинальном семеноводстве. Так, в семенах элиты сорта озимой мягкой пшеницы Московская 56 выявлено нетипичных генотипов более 3%, что не соответствует ГОСТ Р 52325-2005 (эталон — 99,2%) [9, 12].

Исключить перечисленные проблемы оригинального семеноводства позволит авторская разработка «Способ воспроизводства сортов зерновых культур», сущность которой заключается в том, что в1-й год ведется отбор типичных растений по фенотипу. Из отобранных растений используют одну зерновку для проведения электрофореза. По электрофоретическому спектру проламинов сравнивают отобранные растения с эталонным сортом (сорт, по которому ведется семеноводство). В случае отклонения соответствующие потомства растений не используют для посевов. На 2-й год потомства растений, анализируемая зерновка которых соответствует сорту, объединяют и используют для посева питомника размножения 1-го года.

Предложенная схема оригинального семеноводства наиболее эффективна при воспроизводстве сортов самоопыляющихся культур, в которых предполагается полная идентичность всех зерновок в одном растении и соответствие сорту, по которому ведется семеноводство. Авторская схема семеноводства может быть использована при воспроизводстве и перекрестно опыляемы культур, особенно сортов-популяций, в которых для реализации сортового потенциала должны быть представлены только заявленные семьи в рекомендованном количественном соотношении, что также может быть достигнуто использованием рекомендованной схемы.

Таким образом, совершенствование оригинального семеноводства зерновых культур обеспечивает сохранение генотипа сорта, увеличение продолжительности жизни сорта, реализацию его генетического потенциала, экономическую эффективность инноваций в селекции зерновых культур [13, 14, 15].

Проведенные расчеты экономической эффективности возделывания тритикале в среднем за 2020–2021 гг. позволили сделать вывод, что максимальную прибыль с одного гектара производитель получит при возделывании сорта тритикале Атлант (табл. 4).

Таким образом, использованные методы в селекции тритикале позволят сократить сроки создания сорта, что даёт возможность получать за год дополнительную прибыль в размере 13694 руб. с каждого гектара.

Выводы / Conclusion

Геномная селекция и маркер-ориентированная селекция являются высокоэффективным и результативным направлением в селекции зерновых культур. Обеспечение селекционеров каталогом электрофоретических спектров сделает данное направление доступным для широкого использования.

Использование электрофоретических спектров в первичном семеноводстве позволит с высокой вероятностью воспроизводить сорта с сохранением генотипа.

Результаты наших исследований показывают возможность сокращения сроков создания новых сортов. Созданный сорт озимой тритикале Атлант и линия яровой мягкой пшеницы представляют большую ценность при использовании в производственном процессе.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.
Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.
Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.
All authors have made an equal contribution to this scientific work.
The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.
The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гольтяпин В.Я., Мишуров Н.П. Машинно-технологическое обеспечение селекции и семеноводства зерновых культур: аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 96.

2. Мамеев В.В. Ториков В.Е. Роль сорта в повышении эффективности производства зерна озимой пшеницы в условиях серых лесных почв Брянской области. *Аграрный вестник Верхневолжья.* 2020; 1(30): 55-62.

3. Сандухадзе Б.И. и др. Качество зерна сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Центрального Нечерноземья. *Хлебопродукты.* 2013; 9: 62-64.

4. Амелин А.В. и др. Значение сорта в повышении эффективности производства зерна озимой пшеницы в природно-экологических условиях Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры.* 2013; 3 (7): 57-65.

5. Конарев В.Г., Пенева Т.И. Биохимические и молекулярно-генетические аспекты селекции зерновых на белок. *Проблемы белка в сельском хозяйстве: научные труды ВАСХНИЛ.* М.: Колос, 1975: 131-140.

6. Шпилев Н.С. Патент РФ № 2127970 С1; 1999.

7. Шпилев Н.С., Белоус Н.М., Ториков В.Е., Лебедько Л.В.. Патент № 2558255 С2 Российская Федерация, 2015.

8. Ториков В.Е., Шпилев Н.С., Клименков Ф.И. Использование электрофоретических методов для идентификации сортов зерновых культур. *Вестник Алтайского ГАУ.* 2019; 2 (172);. 5-12.

9. Афанасенко О. С. Генетическая защита зерновых культур: итоги и перспективы / О. С. Афанасенко. *Защита и карантин растений.* 2020; 9; 3-7.

10. Ковтун В. И., Ковтун Л. Н. Новые генетические источники высокого содержания белка и клейковины в зерне пшеницы мягкой озимой. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета.* 2019; 5(79); 76-78.

11. Сычёв В.Г., Алметов Н.С., Козырев А.С. Эффективность средств химизации на посевах яровой пшеницы. *Плодородие.* 2007; 5: 19-20.

12. Столповский Ю. А., Пискунов А. К., Свищева Г. Р. Геномная селекция. Последние тенденции и возможные пути развития. *Генетика.* 2020; 56(9); 1006-1017.

13. Мимонов Р.В., Шаповалов В.Ф., Смольский Е.В., Нечаев М.М., Дьяченко В.В. Влияние удобрений на показатели качества зерна озимой пшеницы. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии.* 2020; 8: 6-12.

14. Малявко Г.П., Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Влияние удобрения и препарата гумистим на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях радиоактивного загрязнения. *В сборнике: Инновации и технологический прорыв в АПК. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции.* 2020; 10-15.

15. Мамеев, В.В. и др. Эффективность подкормок озимой пшеницы различными марками азотных и комплексных удобрений. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии.* 2021; 6; 12-19.

REFERENCES

1. Goltyapin V.Ya., Mishurov N.P. Machine-technological support of breeding and seed production of grain crops: analyte. review. Moscow: FSBI "Rosinformagrotech", 2020. 96. (In Russian)

2. Mamaev V.V., Torikov V.E. The role of the variety in increasing the efficiency of winter wheat grain production in the conditions of gray forest soils of the Bryansk region. *Agrarian Bulletin of the Upper Volga region*. 2020; 1(30); 55-62. (In Russian)

3. Sandukhadze, B.I. et al. Rybakova M.I., Osipova A.V. Grain quality of winter wheat varieties cultivated in the conditions of the Central Non-Chernozem region. *Bread products.* 2013; 9: 62-64. (In Russian)

4. Amelin, A.V. et. al. The significance of the variety in increasing the efficiency of winter wheat grain production in the natural and ecological conditions of the Orel region. *Leguminous and cereal crops.*2013; 3 (7): 57-65. (In Russian)

5. Konarev V.G., Peneva T.I. Biochemical and molecular genetic aspects of grain selection for protein. *Problems of protein in agriculture: scientific works of VASHNIL.* M.: Kolos, 1975: 131-140. (In Russian)

6. Shpilev N.S. Patent No. 2127970 C1 Russian Federation;1999 (In Russian)

7. Shpilev N.S., Belous N.M.,. Torikov V.E, Lebedko L.V. Patent No. 2558255 C2 Russian Federation, 27.07.2015 (In Russian)

8. Torikov V.E., Shpilev N.S., Klimenkov F.I. The use of electrophoretic methods for the identification of varieties of grain crops. *Bulletin of the Altai State Agrarian University.* 2019; 2(172); 5-12. (In Russian)

9. Afanasenko O. S. Genetic protection of grain crops: results and prospects / O. S. Afanasenko. *Protection and quarantine of plants.* 2020; 9; 3-7. (In Russian)

10. Kovtun,V. I., Kovtun L. N. New genetic sources of high protein and gluten content in soft winter wheat grain. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University.* 2019; 5(79): 76-78. (In Russian)

11. Sychyov V.G., Almetov N.S., Kozyrev A.S. The effectiveness of chemicalization agents on spring wheat crops. *Plodorodie.* 2007; 5: 19-20. (In Russian)

12. Stolpovsky Yu. A., Piskunov A. K., Svishcheva G. R. Genomic selection. I. Recent trends and possible ways of development. *Genetics.* 2020; 56(9); P. 1006-1017. (In Russian)

13. Mimonov R.V., Shapovalov V.F., Smolsky E.V., Nechaev M.M., Dyachenko V.V. The influence of fertilizers on the quality indicators of winter wheat grain. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy.* 2020; 8: 6-12. (In Russian)

14. Malyavko G.P., Belous N.M., Shapovalov V.F. The effect of fertilizer and the preparation humistim on the yield and quality of winter wheat grain under conditions of radioactive contamination. *In the collection: Innovations and technological breakthrough in agriculture. Collection of scientific papers of the international scientific and practical conference.* 2020; 10-15. (In Russian)

15. Mameev, V.V. et al. The effectiveness of winter wheat fertilizing with various brands of nitrogen and complex fertilizers. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy.* 2021; 6: 12-19. (In Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Николай Серафимович Шпилев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mailshpilev.ns@yandex
https://orcid.org/0000-0002-2269-5013
Сергей Михайлович Сычёв, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор института экономики и агробизнеса
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: sichev_65@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-0941-2963

ABOUT THE AUTHORS:

Nikolay Serafimovich Shpilev,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a. Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365,
Russian Federation
E-mailshpilev.ns@yandex
https://orcid.org/0000-0002-2269-5013
Sergey Mikhailovich Sychev, Doctor of Agricultural Sciences. Professor, Director of the Institute of Economics and Agribusiness Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail:sichev_65@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-0941-2963

Владимир Ефимович Ториков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: torikov@bgsha.com
https://orcid.org/0000-0002-0317-6410
Людмила Васильевна Лебедько, доцент кафедры экономики и менеджмента
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: liudmila.lebedko@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-1027-4457
Ирина Васильевна Сычева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет», ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-н, Брянская область, 243365, Российская Федерация
E-mail: i.sychyva@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-1874-2534

Vladimir Efimovich Torikov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail:torikov@bgsha.com
https://orcid.org/0000-0002-0317-6410
Lyudmila Vasilyevna Lebedko, Associate Professor of Economics and Management
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk Region, 243365, Russian Federation
E-mail: liudmila.lebedko@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-1027-4457
Irina Vasilyevna Sycheva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bryansk State Agrarian University", Sovetskaya str. 2a, Kokino village, Vygonichsky district, Bryansk region, 243365, Russian Federation
E-mail: i.sychyva@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-1874-2534