

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2024-1-68-74

УДК 631.14:631.445.4

Повышение устойчивости к полеганию сортов селекции диплоидной озимой ржи на почвах легкого механического состава юго-запада Нечерноземья РФ

С. А. Бельченко^{1✉}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства

М. Г. Драганская², доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства,

В. Н. Адамко², кандидат сельскохозяйственных наук, директор

¹ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2а, ✉sabel032@rambler.ru

²Новozybkovskaya СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р.Вильямса»,

243365, Брянская область, Новozybkovskiy округ, п. Опытная станция

Резюме. В статье представлены результаты повышения устойчивости к полеганию сортов селекции диплоидной озимой ржи на почвах легкого механического состава. Исследования проводили в Брянской области, которая географически расположена на юго-западной окраине Центрального региона. Климат области – умеренно-континентальный с количеством осадков в пределах 560...600 мм, свыше половины которых выпадает в период вегетации растений. Коэффициент увлажнения варьирует в пределах 0,9...1,3, а гидротермический коэффициент за период вегетации в среднем составляет 1,4. Почва опытного участка – дерново-подзолистая супесчаная, подстилаяемая с глубины 1,2 м мощными водноледниковыми песками. Мощность пахотного слоя 18...20 см. Содержание гумуса 1,5...1,7 %, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) – соответственно 156-180 и 98...120 мг/кг почвы; рН – 5,5...5,8. Объекты исследований – образцы озимой ржи. Цель исследований – снижение длины верхнего междоузлия и в конечном итоге высоты стеблестоя для повышения устойчивости озимой ржи к полеганию, без применения инбридинга, влияющего негативно на продуктивность. В результате расщепления в F₂ выявлены гибриды с доминированием ветвистого колоса с коротким верхним междоузлием и полностью классический, четырехрядный с продуктивной кустистостью материнской формы. Количественная изменчивость признаков продуктивности озимой ржи в сильной степени зависит от условий внешней среды и вариационные ряды с градацией этих величин в F₂ отличаются положительной или отрицательной трансгрессией и промежуточным наследованием.

Ключевые слова: диплоидная озимая рожь, длина верхнего междоузлия, тип колоса, структурный анализ, расщепление гибридного материала, трансгрессия.

Для цитирования: Бельченко С. А., Драганская М. Г., Адамко В. Н. Повышение устойчивости к полеганию сортов селекции диплоидной озимой ржи на почвах легкого механического состава юго-запада Нечерноземья РФ // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1 (65). С. 68-74. doi:10.18286/1816-4501-2024-1-68-74

Increase of resistance to lodging of varieties of diploid winter rye selection on soils of light texture in the southwest of the Non-black soil region of the Russian Federation

S. A. Belchenko^{✉1}, **M. G. Draganskaya**², **V. N. Adamko**²

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Bryansk State Agrarian University 243365, Bryansk region, Vygonichsky district, Kokino v., Sovetskaya st., 2a, ✉sabel032@rambler.ru

²Novozybkovskaya Agricultural Experimental Station - branch of the Federal Scientific Center "VIC named after V.R. Williams",

243365, Bryansk region, Novozybkovsky district, Experimental station v.

Abstract. The article presents results of increasing the resistance to lodging of varieties of diploid winter rye on the soils of light texture. The research was carried out on the lands of the Novozybkovsk Agricultural Experimental Station (branch of V.R. Williams Federal Research Center). Bryansk region is geographically located on the southwestern outskirts of the Central region. The climate of the region is temperate continental with precipitation in the range of 560-600 mm, more

than half of which falls during the growing season of plants. The moisture coefficient varies between 0.9-1.3, and the hydrothermal coefficient during the growing season averages 1.4. The soil of the experimental field of Novozybkovsky station is soddy-podzolic, sandy loamy, underlain from the depth of 1.2 m by thick aquiglacial sands. The thickness of the arable layer is 18-20 cm. The humus content is 1.5-1.7%, mobile phosphorus and exchangeable potassium (according to Kirsanov) are 156-180 and 98-120 mg/kg of soil, respectively; pH – 5.5-5.8. The objects of the research are samples of winter rye. The aim of our research is to reduce the length of the upper internode and, ultimately, the height of the stem to increase the resistance of winter rye to lodging, without inbreeding usage, which negatively affects productivity. As a result of splitting in F_2 , hybrids were identified with a dominance of a branched spike with a short upper internode and a completely classic maternal form with four-row productive bushiness. The quantitative variability of winter rye productivity traits is highly dependent on environmental conditions, and variation series with gradation of these values in F_2 are distinguished by positive or negative transgression and intermediate inheritance.

Keywords: diploid winter rye, length of the upper internode, spike type, structural analysis, splitting of hybrid material, transgression.

For citation: Belchenko S. A., Draganskaya M. G., Adamko V. N. Increase of resistance to lodging of varieties of diploid winter rye selection on soils of light texture in the southwest of the Non-black soil region of the Russian Federation // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;1(65): 68-74 doi:10.18286/1816-4501-2024-1-68-74

Введение

На почвах легкого механического состава Нечерноземной зоны РФ ведущей зерновой культурой является озимая рожь, которая в различные годы по климатическим условиям дает урожайность зерна свыше 3 т/га. Селекционерами Новозыбковской опытной станции в послевоенные годы были начаты исследования по созданию сортов озимой ржи, приспособленных к местным условиям. В конце 30 г. прошлого столетия создан сорт озимой ржи Новозыбковская-4, державший первенство по посевным площадям в Нечерноземной зоне около 20 лет [1, 2, 3].

В конце 60 –х г. прошлого столетия сорт Новозыбковская-4 сменил сорт озимой ржи Новозыбковская 150, существенно отличавшийся по высоте соломки, длине колоса и числу колосков в нем, массе 1000 семян. Синтетическая популяция данного сорта дала основание путем индивидуально-семейного отбора с использованием метода резерва (половинки) улучшить продуктивные показатели во вновь созданном селекционном номере СН-251-14-150, проходящем государственное сортоиспытание [4, 5, 6].

Материалы и методы

Для дальнейших исследований по созданию сортов диплоидной озимой ржи, адаптированных к почвенно-климатическим условиям зоны, исходным материалом послужил сорт Пикассо (ЦМС), пыльцу которого использовали для опыления материнской формы СН-251-14-150 [7, 8, 9]

Принимая во внимание возможный факт отсутствия в цитоплазме у ЦМС плазмогенов стерильности и наличие доминантного гена восстанавливающего фертильность, не изменяющего структуры стерильности, но препятствующая проявлению ее действия, пошли на эксперимент. Для чего на растениях лучших семей образца озимой ржи СН-251-14-150 была удалена пыльца, и к ним в качестве отцовской формы под пергаментным изолятором подставлены

колосья (2...3 шт.) сорта Пикассо в пробирку с водой, укрепленной на деревянной подставке до выбрасывания пыльников. Предусматривали постоянное наличие воды в пробирке путем долива. Полученные потомки одних и тех же родителей были высеяны в гибридном питомнике F_1 . Площадь под делянками 0,5 м², заложено изолировано 11 номеров, норма высева – 26 семян. Проводили фенологические наблюдения, пораженности заболеваниями, браковку худших семей [10, 11, 12].

Гибридный материал, за исключением пяти, был заложен в F_2 на площади 1 м² с нормой высева 60 семян/м². Фенологические наблюдения аналогичны F_1 .

Перед цветением провели полевой детальный анализ растений, браковку не типичных по типу колоса, малопродуктивных, с большой ярусностью, не устойчивых к полеганию. Аналогичный осмотр и браковку сделали перед уборкой с отбором лучших образцов с планируемыми признаками [13, 14, 15].

В лабораторных условиях провели полный структурный анализ отборов по 10 признакам, худшие забраковали. Отобранный материал будет высеян в селекционном питомнике первого года для продолжения исследований.

Результаты

В результате скрещивания получили 312 зерен, которые были высеяны изолировано в питомнике F_1 . Взшло 113 растений (36,2 %) и варьирование по всхожести составило от 57 % у семей 027-21, 028-21, 029-21 до 100 % у 023-21, 024-21, 025-21 и 030-21. Перезимовало 94 всхода (83 %). По худшим показателям всхожести, перезимовки, продуктивной кустистости и ярусности посева семьи 027-21, 029-21 и 029-31 исключены из дальнейших исследований. Перед цветением забраковали гибриды 022-21 и 023-21 по причине высокой пораженности стеблевой ржавчиной. Анализ оставшихся семей представлен в таблице 1.

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

Таблица 1. Структурный анализ семей озимой ржи, F₁

Родители, гибрид	Структура										
	ярусность	высота, см	длина колоса, см	междоузлия, см		число узлов, шт.	число колосков в колосе, шт.	продуктивных стеблей, шт.	тип колоса	Вес, г.	
				нижнее	верхнее					всего	с 1 колоса
Новozyбковская ♀	3	125	15	4	35	5	62	14	2а	33,20	2,37
Пикассо ♂	2	102	12	2	26	3	46	8	2	18,49	2,31
024-21 F ₁	3	120	15	2	41	5	66	10	2а	24,54	2,45
025-21 F ₁	3	101	14	5	33	4	36	14	2а	33,27	2,38
026-21 F ₁	3	102	14	3	33	4	38	19	2а	36,65	1,93
030-21 F ₁	2	95	13	4	34	4	36	6	2а	12,51	2,1

Примечание: тип колоса 2 – классический 4^х рядный

2а – ветвистый 6^х рядный

Таблица 2. Структура отборов озимой ржи в F₂, 2023 г.

Образец	Родители, гибрид	Высота, см	Длина колоса, см	Междоузлия, см		Тип колоса	Число узлов	Продуктивная кустист. шт.	Число колосков в колосе, шт.	Вес зерна, г	
				нижнее	верхнее					всего	с 1 колоса
Новozyбковская нива	♀	107	14,0	2,0	29	2а	4	13	44	36	2,77
Пикассо	♂	104	12,0	2,0	26	2	3	9	42	20	2,22
024-21-22 ср.	F ₁	105	13,0	2,7	26	2а	4	15	42	37	2,46
024-21-22-3	F ₁	110	13,5	3,0	24	2а	4	15	44	40	2,67
024-21-22-5	F ₁	100	14,0	3,8	23	2а	4	16	46	36	2,25
025-21-22 ср	F ₁	103	14,0	2,0	24	2а	4	14	50	35	2,50
025-21-22-1	F ₁	110	15,0	1,4	20	2а	4	12	57	35	2,92
025-21-22-2	F ₁	101	15,0	1,4	20	2а	4	12	55	32	2,67
025-21-22-5	F ₁	100	13,0	2,0	23	2а	4	14	47	38	2,71
025-21-22-7	F ₁	97	13,0	2,0	21	2а	4	20	46	45	2,25
025-21-22-8	F ₁	95	12,0	3,0	25	2а	3	14	45	33	2,36
026-21-22 ср	F ₁	96	13,0	2,0	24	2а	4	22	46	52	2,36
026-21-22-3	F ₁	105	13,0	2,0	26	2а	4	22	48	51	2,32
026-21-22-4	F ₁	92	14,0	,0	25	2а	4	33	48	90	2,73
026-21-22-6	F ₁	97	13,0	2,0	21	2а	4	21	44	62	2,95
026-21-22-7	F ₁	105	15,0	2,0	26	2а	4	14	46	35	2,50
026-21-22-8	F ₁	94	12,0	2,0	24	2а	4	28	46	54	1,93
030-21-22 ср	F ₁	103	14,0	2,4	23	2а	4	15	44	36	2,40
030-21-22-1	F ₁	100	14,0	2,0	24	2а	4	10	46	37	3,70
030-21-22-2	F ₁	115	18,0	3,0	24	2а	4	15	54	42	2,80
030-21-22-3	F ₁	95	11,0	3,0	22	2а	4	15	36	35	2,33
030-21-22-4	F ₁	95	14,0	2,0	22	2а	4	15	43	34	2,27
030-21-22-5	F ₁	110	12,0	2,0	24	2а	4	18	40	36	2,00

Семьи отличаются по ряду показателей ценных признаков продуктивности. Наблюдали проявление гена низкорослости в семье 030-21 (7 %). Показатели длины верхнего междоузлия были на уровне образца 251-14-150 и выше сорта Пикассо на 7...15 см. (табл.1).

Получено доминирование всей массы зерна с отбора у гибрида 026-21 в 1,5 раза и массы зерна с 1 колоса у семьи 024-21 в 3,7 раза.

Отмечена комбинация 024-21 с доминированием по количеству колосков в колосе в 1,5 раза за счет ветвистого типа колоса.

По продуктивной кустистости отличилась семья 026-21, превысив лучшего родителя в 2 раза. На длину колоса, частично на продуктивную кустистость, число колосков в колосе, всей массы зерна и с 1 колоса действия генов на повышение показателей не обнаружено.

Вместе с родительскими формами отобранный гибридный материал F₁ 2022 г. использовали для

закладки питомника F₂ осенью этого года: 024-21-22 – 5 семей, 025-21-22 – 16, 026-21-22 – 8 и 030-21-22 – 10 семей. Высяно 1014 зерен, возшло 588 растений (58 %), перезимовало 450 (76,5 %). С минимальным процентом всхожести оказались семьи 025-21-22 и 030-21-22 (56,5 %), выше у 024-21-22 63,8 и 026-21-22 – 66,8. Менее устойчивыми к перезимовке семьи 026-21-22 (72 %) и 030-21-22 (74,6 %) и более адаптированы 024-21-22 (78 %) и 025-21-22 (81 %).

Гибриды всех представленных семей имеют ветвистый тип колоса (2а), который характеризуется образованием колосков в 5...6 рядах и сформировал зерно на 43,7 % в комбинации – 024-21-22, 030-21-22 – 61,0 %, 025-21-22 – 68,2 % и 025-21-22 – 74 % относительно прогнозируемого количество колосков в колосе с зерном, что подтверждает три трансгрессивных семьи из комбинации 025-21-22, где превышение над лучшим родителем составляло 6,8...29,5 %, несколько ниже по данному показателю трансгрессивные формы у гибридов 026-21-22 –

4,5...9,1 % и у 030-21-22 – 4,5...22,7 % при частоте встречаемости 16,7 %. Сопутствующим показателем относительно вышеуказанного признака является масса семян с пробы величине количества колосков у семей 025-21-22 – 5 и 7 – 5,5 и 25 %, 30-21-22-2 – 16,7 % с наличием 16,7 % таких гибридов в данных комбинациях.

Более эффективна по соответствующему показателю оказалась комбинация 026-21-22, в которой из 5 гибридов 4 превышали лучшего родителя на 41,7...72 % с встречаемостью у 16,7 % особей.

Однако следует отметить, что величина количество колосков не соответствует прогнозируемой: по нашим предыдущим исследованиям в 5 и 6 колосках формируется максимально 20...24 зерна, что по структурному анализу не получено. По-видимому, сила действия гена, отвечающая за признак налива зерна в большей степени, зависела от метеорологических условий вегетации: II – III декады апреля – весь май и I – II декады июня были засушливыми (ГТК 0,0...1,0), что повлияло на налив зерна, а III декада июня и I – II июля изобиловали осадками (ГТК 2,3...3,5), что способствовало «стеканию» зерновки.

Наличие трансгрессии по массе семян с пробы не обеспечила ее по признаку масса зерна с 1 колоса, что объясняется существенной разницей по продуктивной кустистости. Из изучаемого гибридного материала (18) только три (16,7 %) были на уровне лучшей родительской формы (12 шт.), а остальные 15 превышали ее в 1,1...2,8 раза. Трансгрессия по продуктивной кустистости отмечена во всех комбинациях: 024-21-22 она составила 16,7...50,0 % при частоте встречаемости 15 %; 025-21-22 получены соответствующие показатели 16,7...66,7 % и 16,7 %; 026-21-22 – у гибридов данной

комбинации отмечена высокая продуктивная кустистость с превышением лучшего родителя от 16,7 до 133 % и наличием таких растений в пределах 18 %; 030-21-22 – гибридный материал улучшил родительскую форму на 25...50 % при частоте встречаемости 12 %

Ген продуктивной кустистости способствовал формированию этого признака, что свойственно материнской форме.

Важным показателем выравненности стеблестоя является длина верхнего междоузлия (коэффициент корреляции 0,86). У материнской формы длина верхнего междоузлия больше, чем у отцовской на 3 см. Анализ данных показал, что у всего гибридного материала она ниже материнской формы на 3-9 см, за исключением 025-21-22-4 (5,6 %). У 11 % находится на уровне отцовской формы (26 см) и снижена на 1...6 см у 83 % семей с большим процентом (27,8) на 2 см [18].

Результаты анализа длины колоса указывают на относительное постоянство у большинства гибридов, занимая промежуточное значение между родительскими формами за исключением трех в комбинации 025-21-22, где превосходство над лучшими родителями составила 7,1...23 % с частотой таких особей 14,7 %, по одному с соответствующими показателями в 026-21-22 – 7,1 и 16,7 %, 030-21-22 – 30,4 и 10,7 % [16, 17, 18]

Следует отметить факт расщепления по типу колоса (2 и 2а), который рассматривается как маркерный признак, присущий материнской форме, где при любых погодных условиях формируется третий колосок между 1-2 и 3-4 колосками, пустой или заполненный зерновкой.

Таблица 3. Расщепление гибридного материала по типу колоса

Образец	Колосья в комбинации, шт.			Колосья в пробе, шт.	Число семян, шт.
	всего	2	2а		
024-21-22-6	21	5	16	5 4	227 32
024-21-22-1	16	8	8	5 4	168 22
025-21-22-1	14	11	3	5 1	176 4
025-21-22-6	18	2	6	5 3	200 33
026-21-22-1	20	5	15	5 4	213 45
026-21-22-2	21	21	-	-	180 -
026-21-22-5	33	12	21	5 5	238 52
030-21-22-6	9	2	7	5 3	186 4

Примечание: над чертой количество колосков и семян всего, под чертой количество колосков 2а и семян в 5...6 колосках

В зависимости от числа генов, по которым отличались родительские формы, получены различные отношения по типу колоса. В гибридах 024-21-22-6, 025-21-22-6, 026-21-22-1 и 030-21-22-6 наблюдали полное доминирование ветвистого колоса над четырехрядным (3:1), частичное превосходство (2:1) у 026-21-22-5, без доминирования (1:1) у гибрида 024-21-22-1. Отмечено, что у семьи 025-21-22-1 четырехрядный колос превышал (1:4) ветвистый и у 026-21-22-2 колос полностью четырех рядный, что свойственно отцовской форме (Пикассо), но она отличалась высокой продуктивной кустистостью (21 шт.) – количественный признак материнской формы.

Отобраны семьи с ветвистым типом колоса, формируя 45...50 шт. зерен с массой 35...62 г с высокой продуктивной кустистостью, прочным стеблестоем.

Обсуждение

В процессе семеноводства диплоидной озимой ржи образца СН-251-14-150, который создан путем многократного, индивидуально-семейного отбора лучших номеров методом резерва установлен факт интенсивного расщепления по типу колоса и которым обладал исходный материал (бывший сорт Новозыбковская 150). Идет постоянный формообразовательный процесс с образованием шестирядного и ветвистого типа колоса, где дополнительно в 5-6 рядах формируются колоски, заполненные зерновкой (8...24 шт.) или пустые в зависимости от погодных условий и уровня обеспеченности элементами питания. Недостатком образца СН-25-14-150 была длина верхнего междоузлия, которая достигала 35...45 см в фазе цветения, что влекло за собой увеличение высоты стеблестоя, наклоняя или вызывая процесс полегания озимой ржи с коэффициентом корреляции между этими показателями 0,86. Трехлетнее изучение инбридинга путем применения укрупненного материала отдельно на лучших семьях

дало положительные результаты по длине верхнего междоузлия, снизив его до 28...35 см и в конечном итоге устойчивости и выравненности посева. Однако наблюдалась депрессия по урожайности зерна, уменьшению доли шестирядного типа колоса и мощности корневой системы. Проблему снижения длины верхнего междоузлия решили исследовать путем скрещивания образца СН -251-14-150 (материнская форма) с сортом озимой ржи Пикассо (отцовская форма), у которого данный показатель не превышал 26 см. В гибридах F₁ получили растения с большим варьированием всех показателей структурного анализа, в том числе по верхнему междоузлию от 33 до 41 см при 35 см у материнской формы и 26 см у отцовской. В гибридном питомнике F₂ получили особи с высотой растений 95...117 см, длиной верхнего междоузлия 20...26 см, хорошей продуктивной кустистостью 12...28 шт., с ветвистым типом колоса (2а), массой зерна всего 32...62 г и с колоса 1,93...3,70 г. Соответствующие показатели у СН-251-14-150-107 и 29 см 13, 2а, 36,0 и 3,0 г. у сорта Пикассо – 104 и 26 см – 9, 2, 20 и 2,22 г. Число колосков в ветвистом колосе с зерном ниже прогнозируемого из-за неблагоприятных условий в течении вегетации, особенно в весенне-летний период 2023 года [1, 2, 3].

Заключение

При скрещивании родительских форм озимой ржи с разным выражением количественных признаков, контролируемых полигенно, в F₁ наблюдали их промежуточное наследование, доминирование или регрессия относительно родительских форм. Получен гибридный материал озимой ржи, в котором отдельные образцы имеют длину верхнего междоузлия на уровне отцовской формы и насколько этот признак будет устойчив в последующих испытаниях, покажут результаты исследований.

Литература

1. Саввичева И. К., Драганская М. Г., Чаплыгина В.В. Система улучшающего семеноводства по критериям определенных показателей на примере озимой ржи // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2017. № 3. С. 88-92.
2. Изучение хозяйственно-ценных признаков озимой ржи в селекционных целях / И. К. Саввичева, М. Г. Драганская, Э.А. Коваленко и др. // *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVIII междунар. науч. конф.* Брянск: Брянский ГАУ, 2021. Ч. IV. С. 129-136.
3. Селекция инбредных линий озимой ржи (*secale cereale* L.) на общую и специфическую комбинационную способность и ее связь с селекционными признаками / А.А. Гончаренко, А.В. Макаров, С.А. Ермаков и др. // *Сельскохозяйственная биология*. 2019. Т. 54, № 1. С. 38-44.
4. Драганская М.Г., Коваленко Э.А. Поддержание идентичности сортового материала озимой ржи на основе семеноводства по показателю "урожайность" // *Коняевские чтения: сборник статей Международной науч.-практ. конференции.* / науч. ред. М.Ю. Карпукhin. Екатеринбург: Изд-во Уральского ГАУ, 2022. С. 6-9. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49290324> (дата обращения: 16.09.2023)
5. Использование метода парных скрещиваний в селекции озимой ржи / А. А. Гончаренко, С. А. Ермаков, А. В. Макаров и др. // *Вестник Орел ГАУ*. 2009. № 3. С. 14-19.
6. Наследование признака масса 1000 зерен у межлинейных гибридов озимой ржи / А. А. Гончаренко, А. В. Макаров, Т. В. Семенова и др. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023. № 4 (48). С. 102-109.
7. Медведев А. М. Особенности формирования признаков продуктивности и качества зерна озимых тритикале республики Беларусь // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023. № 2 (46). С. 125-133.

8. Шпилев Н. С., Ториков В. Е. Оригинальное семеноводство как фактор повышения урожайности зерновых культур // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. XXXXVIII, № 1. С. 296-299.
9. Шпилев Н. С., Ториков В. Е., Шпилев Н. С. Совершенствование селекционно-семеноводческого процесса полевых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 1 (41). С. 45-50.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336.
11. Шпилев Н. С., Ториков В. Е., Клименков Ф. И. Совершенствование оригинального семеноводства зерновых культур // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 3 (67). С. 3-5.
12. Зотиков В. И., Полухин А. А., Грядунова Н. В. Развитие инновационных технологий в растениеводстве на основе селекционных достижений // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 2 (46). С. 5-9.
13. Гордей С.И., Урбан Э.П. Результаты селекции озимой ржи на гетерозис в Беларуси // Реализация методологических и методических идей профессора Б.А. Доспехова в совершенствовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия: материалы междунар. науч.-практ. конф. М.: МСХА им К.А. Тимирязева, 2017. Т. 2. С. 114-118.
14. Грядунова Н. В., Хмызова Н. Г. Развитие селекции и семеноводства зерновых, зернобобовых и крупяных культур в условиях импортозамещения // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 3 (43). С. 5-11.
15. Повышения конкурентоспособности отечественного семеноводства и обеспечение устойчивого развития отрасли растениеводства Российской Федерации / С. А. Бельченко, А. В. Дронов, Н. М. Белоус и др. // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XX междунар. науч. конф. В 4-х ч. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2023. Ч. IV. С. 292-301.
16. Влияние систем удобрения озимой ржи на урожайность и технологические качества зерна / И. Н. Белоус, Л. П. Харкевич, В. Ф. Шаповалов и др. // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3 (57). С. 6-11
17. Урожайность и качество зерна современных сортов озимой пшеницы на юго-западе Центрального региона России / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова, Н. С. Шпилев и др. // Вестник Курской ГСХА. 2017. № 4. С. 15-19.
18. Шпилев Н. С., Ториков В. Е., Лебедько Л. В. Инновации в селекционно-семеноводческий процесс зерновых культур // Вестник Брянской ГСХА. 2021. № 5 (87) С. 3-8.

References

1. Savvicheva I. K., Draganskaya M. G., Chaplygina V. V. System of improving seed production according to the criteria of certain parameters using the example of winter rye // Grain legumes and cereal crops. 2017. № 3. P. 88-92.
2. Study of economically valuable traits of winter rye for breeding purposes / I. K. Savvicheva, M. G. Draganskaya, E. A. Kovalenko et al. // Agroecological aspects of sustainable development of the agro-industrial complex: materials of the XVIII international scientific conf. Bryansk: Bryansk State Agrarian University, 2021. Part IV. P. 129-136.
3. Selection of inbred lines of winter rye (*secale cereale* L.) for general and specific combinative ability and its relationship with selection traits / A. A. Goncharenko, A. V. Makarov, S. A. Ermakov et al. // Agricultural biology. 2019. Vol. 54. No. 1. P. 38-44.
4. Draganskaya M. G., Kovalenko E. A. Maintaining the identity of winter rye varietal material based on seed production according to the "yield" parameter // Konyaevskie readings: collection of articles of international scientific-practical conf. / scientific editor M.Yu. Karpukhin. Ekaterinburg: Publishing house of Ural State Agrarian University, 2022. P. 6-9. – Access mode: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49290324>
5. Using the method of paired crossings in selection of winter rye / A. A. Goncharenko, S. A. Ermakov, A. V. Makarov et al. // Vestnik of Orel State Agrarian University. 2009. No. 3. P. 14-19.
6. Inheritance of the trait weight of 1000 grains in interline hybrids of winter rye / A. A. Goncharenko, A. V. Makarov, T. V. Semenova et al. // Leguminous and cereal crops. 2023. No. 4 (48). P. 102-109.
7. Medvedev A. M. Features of formation of the signs of productivity and grain quality of winter triticale in the Republic of Belarus // Grain legumes and cereal crops. 2023. No. 2 (46). P. 125-133.
8. Shpilev N. S., Torikov V. E. Original seed production as a factor in increasing the yield of grain crops // Fruit growing and berry growing in Russia. 2017. Vol. XXXXVIII, No. 1. P. 296-299.
9. Shpilev N. S., Torikov V. E., Shpilev N. S. Improvement of the selection and seed-growing process of field crops // Leguminous and cereal crops. 2022. No. 1 (41). P. 45-50.
10. Dospikhov B. A. Field experiment methodology. M.: Kolos, 1973. 336.
11. Shpilev N. S., Torikov V. E., Klimenkov F. I. Improvement of original seed production of grain crops // Vestnik of Bryansk State Agricultural Academy. 2018. No. 3 (67). P. 3-5.
12. Zotikov V. I., Polukhin A. A., Gryadunova N. V. Development of innovative technologies in crop production based on breeding achievements // Leguminous and cereal crops. 2023. No. 2 (46). P. 5-9.
13. Gordey S. I., Urban E. P. Results of selection of winter rye for heterosis in Belarus // Implementation of methodological and methodical ideas of Professor B. A. Dospikhov in improving adaptive landscape farming systems: materials of the international scientific-practical conf. M.: Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, 2017. Vol. 2. P. 114-118.
14. Gryadunova N. V., Khmyzova N. G. Development of selection and seed production of grain, leguminous and cereal crops in conditions of import substitution // Grain legumes and cereal crops. 2022. No. 3 (43). P. 5-11.

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

15. Increase of competitiveness of domestic seed production and ensuring sustainable development of crop production industry of the Russian Federation / S.A. Belchenko, A. V. Dronov, N. M. Belous et al. // Agroecological aspects of sustainable development of the agro-industrial complex: materials of the XX International scientific conf. In 4 parts. Bryansk: Bryansk State Agrarian University Publishing House, 2023. Part IV. P. 292-301.

16. The influence of winter rye fertilizer systems on yield and technological quality of grain / I. N. Belous, L. P. Kharkevich, V. F. Shapovalov, et al. // Grain farming in Russia. 2018. No. 3 (57). P. 6-11

17. Productivity and grain quality of modern varieties of winter wheat in the southwest of the Central region of Russia / V. E. Torikov, O. V. Melnikova, N. S. Shpilev et al. // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2017. No. 4. P. 15-19.

18. Shpilev N.S., Torikov V. E., Lebedko L. V. Innovations in selection and seed production process of grain crops // Vestnik of Bryansk State Agricultural Academy. 2021. No. 5 (87) P. 3-8.