

АГРОНОМИЯ

Научная статья

УДК 633.14:631.52

doi: 10.28983/asj.y2023i11pp136-143

**Структура урожайности высокогетерозисных гибридов озимой ржи
и особенности ее формирования**

**Владимир Васильевич Чайкин¹, Александр Андреевич Тороп¹, Елена Александровна Тороп²,
Галина Геннадьевна Голева², Татьяна Григорьевна Ващенко²**

¹ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева», Воронежская область, Таловский район, пос. 2-го участка Института им. Докучаева, Россия

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра 1», г. Воронеж, Россия

e-mail:niish1c@mail.ru

Аннотация. В условиях ЦЧР в течение 3 лет изучали особенности формирования урожайности высокогетерозисными гибридами озимой ржи. Цель исследований – установить, за счет каких элементов структуры и процессов происходит формирование большей, в сравнении с популяционным сортом, урожайности у высокогетерозисных гибридов озимой ржи. Исходным материалом ежегодно служили 13–18 гибридов первого поколения, полученных с использованием ЦМС Р-типа. Изучаемые гибриды и стандарт высеивали по пару на делянках 5 м² в 6-кратном повторении стандартным (дактиль) методом. Изучали структуру урожайности только у тех гибридов, которые превышали стандарт (высокоурожайный популяционный сорт) на 15 % и более. Анализировали изучавшийся материал по 53 показателям, включающим кроме основных элементов продуктивности детальный анализ колоса и стебля, а также целый ряд признаков, характеризующих ценоз, растение и его отдельные органы, физиологические особенности и качество сформировавшихся зерновок. В результате проведенных исследований было установлено, что высокогетерозисные гибриды озимой ржи формируют большой урожай зерна благодаря большому урожаю надземной массы и большей доле зерна в ней. Большая доля зерна в надземной массе урожая ($K_{\text{хоз}}$) является результатом более эффективного использования гибридами запасных пластических веществ, накопившихся в результате фотосинтеза в стебле и колосе, в частности. Это подтверждается меньшей удельной массой стебля и его частей (междоузлий) и большими значениями показателей индексов микрораспределений, аттракции и налива зерна, а также канадского индекса. Для гетерозисных гибридов характерен иной тип органогенеза, отличающийся от свойственного современным популяционным сортам. Показано, что при селекции популяционных сортов озимой ржи на повышение урожайности необходимо отбирать генотипы с большими значениями канадского индекса и индексов микрораспределения, аттракции и налива зерна, а также с меньшей удельной массой стебля и его частей.

Ключевые слова: озимая рожь; гибриды; популяционный сорт; структура урожайности; селекционные индексы.

Для цитирования: Чайкин В. В., Тороп А. А., Тороп Е. А., Голева Г. Г., Ващенко Т. Г. Структура урожайности высокогетерозисных гибридов озимой ржи и особенности ее формирования // Аграрный научный журнал. 2023. № 11. С. 136–143. <http://10.28983/asj.y2023i11pp136-143>.

AGRONOMY

Original article

Yield structure of highly heterosic winter rye hybrids and features of its formation

Vladimir V. Chaikin¹, Alexander A. Torop¹, Elena A. Torop², Galina G. Goleva², Tatyana G. Vashchenko²,

¹Voronezh Federal Agrarian Research Center named after V.V. Dokuchaev, Voronezh region, Talovsky district, settl. of the 2nd section of the Dokuchaev Institute, Russia

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

e-mail:niish1c@mail.ru

Annotation. In the conditions of the Central Black Earth Region, the peculiarities of yield formation by highly heterotic hybrids of winter rye were studied for 3 years. The purpose of the research is to establish which structural





elements and processes are responsible for the formation of higher yields in highly heterotic winter rye hybrids compared to the population variety. Each year 13-18 first-generation hybrids obtained using P-type CMS served as the starting material. The studied hybrids and the standard were sown in pairs on plots of 5 m² in 6-fold repetition using the standard (dactyl) method. We studied the yield structure only of those hybrids that exceeded the standard – a high-yielding population variety – by 15 percent or more. The studied material was analyzed according to 53 indicators including in addition to the main elements of productivity, a detailed analysis of the ear and stem, as well as a number of features characterizing the cenosis, the plant and its individual organs, physiological characteristics and the quality of the formed grains. As a result of the studies, it was found out that highly heterotic hybrids of winter rye form a larger grain yield due to a larger yield of above-ground mass and a larger proportion of grain in it. Large proportion of grain in the above-ground mass of the crop (Kkhos) is the result of more efficient use by hybrids of reserve plastic substances accumulated as a result of photosynthesis in the stem and ear, in particular. This is confirmed by the lower specific gravity of the stem and its parts (internodes), and higher values of micro-distribution, grain attraction and filling indices, as well as the Canadian index. Heterotic hybrids are characterized by a different type of organogenesis, which differs from that characteristic of modern population varieties. It was concluded that when breeding population varieties of winter rye to increase yield, it is necessary to select genotypes with higher values of the Canadian index and indices of micro-distribution, attraction and grain filling, as well as with a lower specific weight of the stem and its parts.

Keywords: winter rye; hybrids; population variety; yield structure; selection indices.

For citation: Chaikin V. V., Torop A. A., Torop E. A., Goleva G. G., Vashchenko T. G. Yield structure of highly heterotic winter rye hybrids and features of its formation. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(11):136–143. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2023i11pp136-143>.

Введение. Структура урожая селективируемого материала заслуживает особого внимания. Без ее изучения нельзя успешно вести селекцию. Поэтому ее изучению постоянно уделяется большое внимание [5, 12, 13]. Сорт озимой ржи, как и других растений, – устойчивая форма. Ее устойчивость обеспечивается консервативными видовыми и разновидностными корреляциями процессов формообразования отдельных растений. Отбором в сорте создается совокупность наследственно обусловленных формообразовательных процессов, в которой с достаточной надежностью согласованы характерные для него количественные соотношения объема, скорости и продолжительности обычных для растений данного вида процессов роста, дифференцировки и развития [9]. Сорта различаются по специфике ростовых процессов, как на протяжении всего периода онтогенеза, так и на этапах формирования одноименных органов. Среднеарифметические величины количественных показателей созревших растений отражают суммарно сортоспецифичность ростовых процессов, присущих конкретным сортам.

Развитие количественных морфогенетических признаков (количество сформировавшихся в окончательной форме структур) и полнота их сформированности и созревания, а также соотношение между числом полностью развитых и недоразвитых элементов могут служить достоверной мерой для характеристики условий прохождения этапов морфогенеза в конкретном посеве сорта [8]. Структура урожайности является выражением истории посева того или иного сорта. Элементы структуры урожайности дают полную возможность установить закономерности ее формирования в зависимости от генотипа и многообразия факторов внешней среды, поэтому могут служить не только объектом для анализа, но и синтеза – синтеза новых сортов и технологий.

Анализируя соответствующими способами структуру урожайности, можно получить ценную информацию для характеристики изучаемого селекционного материала: об особенностях ростовых и морфогенетических процессов; о потенциальных возможностях улучшения селективируемых популяций; о формообразовательных и ростовых особенностях сортов в конкретном экологическом пункте; об общем направлении изменения структуры растения и ценоза в результате селекции; об основных элементах, определяющих уровень урожайности, и элементах и процессах, лимитирующих дальнейший рост потенциала урожайности и др. [12].

Хорошо известен относительно высокий уровень адаптивности озимой ржи как сельскохозяйственной культуры и ее возделываемых сортов. Но по потенциалу урожайности она



существенно уступает возделываемым в настоящее время в производстве сортам озимой пшеницы. Создание и использование в производстве гетерозисных гибридов первого поколения позволяет, практически, преодолеть этот разрыв. С создаваемыми в последнее время сортами озимой ржи могут конкурировать только новые гибриды, созданные на основе ЦМС Р-типа [14]. Но используемая при этом технология селекционного процесса слишком сложна, затратна и имеет ряд нежелательных последствий. Альтернативой ей может быть изменение архитектуры селективируемого растения. Работая в этом плане, нам удалось существенно увеличить потенциал создаваемых сортов озимой ржи [12]. Потенциал урожайности сорта последнего срока селекции – Таловской 45 составил 9,67 т/га. Для дальнейшего повышения потенциала урожайности создаваемых сортов озимой ржи необходимо искать новые возможности.

По потенциалу урожайности гибриды превышают возделываемые популяционные сорта на 15–20 % и более. Их можно рассматривать как образцы высокопродуктивных генотипов и идеатипов популяционных сортов.

Цель данной работы – установить, за счет каких элементов структуры и процессов происходит формирование большей урожайности у высокогетерозисных гибридов озимой ржи.

Методика исследований. Материалом для исследований служили гибриды озимой ржи, созданные на основе ЦМС Р-типа, превышающие стандарт (популяционный сорт) на 20 % и более при уровне урожайности 5,0–6,5 т/га. Исследования проводили в течение трех лет. В 2020 г. таких гибридов было 7, в 2021 г. – 13 и в 2022 г. – 9.

Опыт закладывали на черном пару стандартным (дактиль) методом размещения вариантов. В первый год изучавшийся материал размещали на делянках 1 м². Норма высева – 100 зерен на делянку. В последующие два вегетационных года (2019/20 и 2020/21) размер делянок увеличили до 5 м² с 6-кратным повторением и нормой посева 5 млн всхожих семян на 1 га с 6-кратным повторением вариантов. Учетная площадь делянки – 5 м². В качестве стандарта использовали сорт Таловская 41, потенциал урожайности которого превышает 9 т/га. По этому показателю в рейтинге сортов, находящихся в госиспытании, он занял первое место.

Почва под опытом – чернозем обыкновенный. Климат региона – континентальный с жарким, нередко засушливым летом и умеренно холодной зимой с устойчивым снежным покровом. В годы проведения исследований погодные условия существенно различались. Наиболее благоприятным был 2019/20 вегетационный год: осенние условия способствовали получению дружных и полных всходов и хорошему кущению и развитию растений. Условия перезимовки были исключительно благоприятными, выпадения растений не наблюдалось. Это способствовало получению необычно густого продуктивного стеблестоя. Осенние условия 2020/21 года были острозасушливыми. Засушливым был и летний период вегетации. Подобным предшествующему был и 2021/22 год, отличался лишь тем, что в осенний период условия были вполне благоприятными.

Пробный сноп для анализа формировали из растений, отобранных с пробных площадок, закладывавшихся на всех повторениях по две площадки на делянке. В общей сложности анализировали все растения с площади 1 м². По каждому гибриду и стандарту кроме элементов урожайности определяли ряд индексов, характеризующих особенности побега, стебля и колоса, и ряд селекционных индексов, используемых в настоящее время отечественными селекционерами. Силу начального роста зерновок анализировали по Б.С. Лихачёву [7]. Выполненность зерновок оценивали в баллах: 5 – зерновка выполнена полностью, 1 – зерновка не выполнена.

Результаты исследований. Подробный анализ структуры урожая гибридов и стандарта (популяционного сорта Таловская 41) приведен в таблице. Они свидетельствуют о том, что на уровне ценоза гибриды имеют явные преимущества над популяционным сортом: масса надземной части урожая у них на 7,4 % больше, чем у стандарта. Эти преимущества обусловлены большим (на 17,6 %) количеством продуктивных побегов, которое формируется благодаря лучшей (на 38,1 %) продуктивной кустистости у гибридов. По количеству всходов и сохранности растений к уборке различия были незначительными.

Структура урожайности гибридов озимой ржи

Показатель	Гибрид				Стандарт				% от стандарта
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	
Урожайность, % относительно стандарта	131,2	126,3	128,6	128,7	100,0	100,0	100,0	100,0	128,7
Количество всходов, шт.	100	306	306,4	237,5	100	275	376	250,3	94,9
Количество растений, сохранившихся к уборке	68,2	281	183,8	177,7	73,3	227	250,4	183,6	96,8
Доля сохранившихся растений, %	68,2	91,8	60,2	73,4	73,3	83,5	66,6	74,5	98,5
Количество всех побегов, шт.	887	915	516	773	748	774	542	668,0	112,4
Количество продуктивных побегов, шт.	730	591	408	576	550	491	429	490,0	117,6
Доля продуктивных побегов, %	78,9	64,6	79,6	74,4	73,5	64,2	79,6	72,4	102,8
Кустистость общая, шт.	13,0	2,99	2,95	6,31	10,2	2,81	2,20	5,07	124,4
Кустистость продуктивная, шт.	10,7	2,1	2,31	5,04	7,5	1,81	1,74	3,68	138,1
Масса побега, г	4,500	3,136	4,681	4,106	5,477	3,450	4,358	4,428	92,7
Длина побега, см	135,1	127,2	145,4	135,9	153,5	140,6	163,7	152,6	89,0
Масса надземной части, кг/м³	3,284	2,472	1,898	2,551	3,012	2,249	1,874	2,375	107,4
Индекс интенсивности	0,034	0,027	0,032	0,031	0,036	0,028	0,027	0,030	103,3
Длина колоса, см	11,16	10,07	9,85	10,36	12,0	10,83	9,21	10,68	97,9
Длина соломины, см	123,9	117,1	136,4	125,8	141,5	129,8	155,1	142,1	88,5
Удельная масса соломины, мг	17,69	13,08	16,5	15,8	19,8	15,78	15,3	16,96	93,2
Длина 2-го нижнего междоузлия, см	10,65	17,02	11,60	13,09	9,9	17,63	12,9	13,48	97,1
Масса 2-го нижнего междоузлия, г	0,240	0,192	0,261	0,231	0,270	0,273	0,280	0,274	84,3
Удельная масса 2-го нижнего междоузлия, мг	22,65	12,66	22,6	19,3	27,4	15,59	21,6	21,53	89,6
Прочность 2-го нижнего междоузлия, г	1239	578	892	903	1500	745	758	1001	90,2
Длина подколосового междоузлия, см	37,78	34,22	40,1	37,37	32,3	32,0	36,4	33,57	111,3
Доля подколосового междоузлия, %	30,6	29,2	27,0	28,9	22,9	24,6	22,2	23,2	124,5
Масса подколосового междоузлия, г	0,259	0,188	0,388	0,278	0,250	0,176	0,336	0,254	109,4
Удельная масса подколосового междоузлия, мг	6,88	5,09	9,72	7,23	7,7	5,51	9,03	7,41	97,6
Прочность подколосового междоузлия, г	371	276	440	371	376	276	301	318	113,8
Масса колоса, г	2,326	1,799	2,419	2,181	2,478	1,901	1,962	2,114	103,2





Окончание таблицы 1

Показатель	Гибрид			среднее	Стандарт			% от стандарта
	2020 г.	2021 г.	2022 г.		2020 г.	2021 г.	2022 г.	
Коэффициент устойчивости к полеганию	214,0	88,5	150,0	150,8	243	100,7	90,1	141,6
Количество цветков в колосе, шт.	77,5	66,17	70,6	71,4	78,8	68,18	65,5	70,8
Плотность колоса, колосков на 1 см, шт.	3,47	3,27	3,59	3,47	3,28	3,15	3,56	33,3
Индекс линейной плотности, зерен на 1 см	6,30	5,75	6,56	6,20	5,87	4,62	6,10	5,53
Количество зерен в колосе, шт.	70,4	57,97	64,6	64,3	70,3	55,20	56,1	60,6
Озерненность колоса, %	90,8	87,6	91,4	89,9	89,1	81,0	85,6	85,2
Количество зерен на 1 м ² , тыс. шт.	51,4	32,77	26,3	36,8	38,7	29,63	24,1	30,8
Масса зерна с колоса, г	2,147	1,585	2,269	2,000	2,07	1,690	1,809	1,856
Масса мякины с колоса, г	0,166	0,215	0,150	0,177	0,080	0,218	0,158	0,152
Индекс микрораспределений	23,6	11,07	22,2	19,0	30,9	7,31	16,3	18,2
Продуктивность колоса, доля зерна	0,928	0,892	0,938	0,919	0,967	0,885	0,920	0,924
Потенциальная продуктивность колоса	0,013	0,016	0,014	0,014	0,014	0,016	0,016	0,015
Финно-скандинавский индекс	0,518	0,436	0,457	0,470	0,456	0,393	0,343	0,397
Канадский индекс	0,193	0,156	0,229	0,193	0,200	0,156	0,195	0,184
Полтавский индекс	0,056	0,047	0,058	0,054	0,074	0,056	0,049	0,060
Мексиканский индекс	0,016	0,012	0,016	0,015	0,016	0,012	0,011	0,013
Индекс аттракции	0,990	1,023	1,017	1,010	0,805	0,814	0,757	0,792
Индекс продуктивности побега	13,61	9,118	14,9	12,54	14,1	8,589	10,8	11,16
K_{x03}	0,477	0,488	0,484	0,483	0,439	0,423	0,413	0,425
Масса 1000 зерен, г	30,6	27,23	34,9	30,91	34,2	29,82	32,2	32,7
Индекс перспективности	0,226	0,216	0,243	0,228	0,223	0,214	0,196	0,211
Индекс налива зерна	14,1	17,78	15,59	15,82	11,4	14,48	13,5	13,13
Интенсивность органогенеза в 1-й период		4,65				4,86		
Интенсивность органогенеза во 2-й период		4,25				4,67		
Интенсивность органогенеза в 3-й период		4,47				4,29		
Выполненность зерновок, балл		3,71				3,83		
Сила начального роста, балл		4,12				4,23		



Большое внимание в работе было уделено изучению особенностей побега в целом и его основной части – стебля, который является основным осевым органом растения, связывающим другие органы и части в стройную конструкцию и оказывающим непосредственное влияние на их развитие. По массе побега гибриды уступали стандарту, так как были короче, а удельная масса соломины меньше. Но по индексу интенсивности, благодаря особенностям колоса гибридов, существенных различий не было обнаружено.

По длине второго нижнего междоузлия, играющую важную роль в устойчивости к полеганию [1], гибриды и стандарт существенно не различались, но по массе и прочности на излом существенно уступали стандарту, т.к. имели значительно меньшую удельную массу.

Селекционеры при отборе на лучшую продуктивность уделяют особое внимание подколосовому междоузлию [10]. Результаты его изучения показали, что, несмотря на то, что стебель у гибридов значительно короче, они имеют более длинное подколосовое междоузлие, а его доля в общей длине стебля почти на четверть больше, чем у стандарта, и на 13,8 % прочнее.

По длине и массе колоса гибриды и стандарт существенно не различались. Не наблюдалось существенных различий также по количеству цветков и плотности колоса. Но из-за большего количества зерен в колосе и соответственно лучшей озерненности индекс линейной плотности колоса у гибридов был на 12,1 % больше. Большее количество зерен в колосе и продуктивных побегов обеспечивали большее на 18,8 % количество зерен на единице площади у гибридов.

В последнее время исследователи проявляют повышенный интерес к разного рода селекционным индексам, связанным с продуктивностью и адаптивностью растений и посевов [2, 4, 12]. Предполагается [3, 6], что их можно использовать для идентификации физиологических и генетических систем, повышающих урожайность (аттракции, микрораспределений, адаптивности, горизонтального иммунитета, оплаты лимитирующего фактора, почвенного питания, толерантности к загущению, генетической вариации фитоценоза).

Эти системы нельзя описать количественно абсолютными величинами. Они не являются признаками и проявляют себя только в определенных признаковых координатах, где обнаруживается разнонаправленность их реагирования на экологические и генетические воздействия. Системы могут быть просто и быстро без дорогого оборудования изучены в виде индексов [6]. Последние выгоднее, чем абсолютные величины, использовать в том случае, если они выявляют известную закономерность, незаметную на абсолютных величинах, или когда они менее изменчивы, чем абсолютны величины.

При анализе использованных нами индексов выделяется более эффективная «работа» стебля, о чем свидетельствуют показатели финно-скандинавского и мексиканского индексов, а также индекса продуктивности побега. Это свидетельствует о нарушении довольно тесной положительной корреляции между длиной побега и продуктивностью колоса, характерной для ржи.

Следующей важной особенностью гибридов является их более интенсивная аттрагирующая способность колоса, о чем свидетельствуют показатели индексов аттракции, налива зерна и микрораспределений. Последний в структуре урожая менее комфортных годов (2020–2021) был у гибридов на 41,0 % больше, чем у популяционного сорта-стандарта.

Интегральным показателем донорно-акцепторных отношений между колосом и ассимиляционным аппаратом является коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{\text{хоз.}}$), который показывает долю урожая зерна в общей сухой надземной массе генотипа [11]. Он свидетельствует об эффективности использования ассимилятов листьев и запасных пластических веществ стебля в процессе формирования хозяйственной части урожая и является одним из важных показателей оценки продуктивности генотипов при анализе структуры урожайности сортов и посевов. Его величина у гибридов была больше на 13,6 %. Кроме него высокую аттрагирующую способность колоса у гибридов подтверждают и показатели удельной массы соломины, которая у гибридов меньше почти на 7 %.



Большой урожай надземной массы, обусловленный большей густотой продуктивного стеблестоя, и большая в сравнении с популяционным сортом доля зерна в ней обусловили большую урожайность гибридов.

Представляют интерес предварительные результаты изучения особенностей органогенеза у гибридов и стандарта. Для последнего характерным является свойственный озимой ржи затухающий тип органогенеза от первого периода, когда формируется количество цветков в колосе до третьего и когда окончательно формируется продуктивность колоса. У гибридов этого не наблюдается.

Заключение. Высокогетерозисные гибриды озимой ржи формируют большой урожай зерна благодаря большому урожаю надземной массы и большей доле зерна в ней. Большая доля зерна в надземной массе урожая ($K_{\text{хоз.}}$) является результатом более эффективного использования гибридами запасных пластических веществ, накопившихся в результате фотосинтеза в стебле и колосе в частности. Это подтверждается меньшей удельной массой стебля и его частей (междоузлий) и большими значениями показателей индексов микрораспределений, аттракции и налива зерна, а также канадского индекса.

При селекции озимой ржи на повышение урожайности необходимо отбирать генотипы с большими значениями канадского индекса и индексов микрораспределения, аттракции и налива зерна, а также с меньшей удельной массой стебля и его частей.

Для гетерозисных гибридов характерен иной тип органогенеза, который отличается от типа, свойственного современным популяционным сортам озимой ржи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ариничева И. В. Количественные характеристики архитектоники злаков как показатель урожайности // Тр. Кубанского гос. аграр. ун-та. 2020. № 2. С. 63–69.
2. Воробьев В. А., Воробьев А. В. Роль селекционных индексов в оценке продуктивности яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 9. С. 37–39.
3. Драгавцев В. А. Задачи разработки отечественных физических приборов для быстрой (без смены поколений) идентификации генотипов при отборах в расщепляющихся и диких популяциях растений // Ж. техн. физ. 2020. Т. 90. № 10. С. 1628–1632.
4. Казакова В. В., Кабанова Е. М., Якушева А. С. Селекционно-генетические и физиологические индексы продуктивности растений озимой мягкой пшеницы // Вавиловские чтения 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 126-й годовщине со дня рождения Н. И. Вавилова и 100-летия Саратов. ГАУ, 25–27 ноября 2013. Саратов, 2013. С. 40–41.
5. Костылев П. И., Краснова Е. В., Редькин А. А. Структура урожая селекционных образцов риса и ее влияние на продуктивность // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1. С. 13–18.
6. Кочерина Н. В., Драгавцев В. А. Задачи селекционной идентификации генотипов растений по их фенотипам (количественным признакам) на ранних этапах селекции // Доклады РАСХН. 2007. № 2. С. 7–8.
7. Лихачев Б. С. Оценка прорастания на ранней стадии развития – один из методов определения силы роста семян // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1974. Т. 51. Вып. 2. С. 97–114.
8. Морозова З. А. Методология использования закономерностей морфогенеза колосовых злаков в селекции. М.: МАКСПресс, 2013. 366 с.
9. Мурашев В. В., Морозова З. А. Морфогенез пшеницы в свете теоретических проблем морфологии растений. М.: Лес, страна, 2018. 109 с.
10. Мухитов Л. А., Самуилов Ф. Д. Величина подколосового междоузлия и продуктивность сортов яровой мягкой пшеницы разных экологических групп в лесостепи Оренбургского Предуралья // Вестник Казан. ГАУ. 2014. № 3 (33). С. 135–138.
11. Признаки донорно-акцепторной системы растений, определяющие продуктивность сортов риса / М. А. Скаженник [и др.] // Научное обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 09 сентября 2016. Краснодар: Индивидуальный предприниматель Синяев Дмитрий Николаевич, 2016. С. 195–198.
12. Тороп А. А., Чайкин В. В., Тороп Е. А. Селекция озимой ржи в Центрально-Черноземном регионе России на повышение урожайности и адаптивности. Воронеж: Истоки, 2023. 440 с.

13. Хачатуров Э. Г., Коробко В. В. Структура элементов продуктивности твердой пшеницы саратовской селекции // Изв. Саратов. ун-та. Серия: химия, биол., экол. 2021. Т. 24. № 4. 450–456.

14. Genetic gain hybrid rye breeding: achievements and challenges / P. Wilde et al. // International conference on rye breeding and genetics. Conference abstracts. Wrocław (Poland), Wrocław university of environmental and life sciences. 2015. P. 20–21.

REFERENCES

1. Arinicheva I. V. Quantitative characteristics of the architectonics of cereals as an indicator of yield. *Tr. Kuban State Agrarian University*. 2020;(2):63–69. (In Russ.).

2. Vorobyov V. A., Vorobyov A. V. The role of selection indices in assessing the productivity of spring wheat. *Achievements of Science and Technology. APK*. 2018;32(9):37–39. (In Russ.).

3. Dragavtsev V. A. Problems of developing domestic physical devices for rapid (without generational change) identification of genotypes during selection in splitting and wild plant populations. *Zh. tehn. Physical*. 2020;90(10):1628–1632. (In Russ.).

4. Kazakova V. V., Kabanova E. M., Yakusheva A. S. Selection-genetic and physiological indices of plant productivity of winter soft wheat. *Vavilov Readings 2013. Collection of articles “International scientific-practical Conf. dedicated to the 126th anniversary of the birth of N.I. Vavilov and the 100th anniversary of Sarat. GU 25–27 Nov. 2013. Saratov; 2013. P. 40–41. (In Russ.).*

5. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Redkin A. A. Yield structure of selected rice samples and its influence on productivity. *Grain. economy of Russia*. 2016;(1):13–18. (In Russ.).

6. Kocherina N. V., Dragavtsev V. A. Problems of selection identification of plant genotypes by their phenotypes (quantitative characteristics) at the early stages of selection. *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2007;(2):7–8. (In Russ.).

7. Likhachev B. S. Assessment of germination at an early stage of development – one of the methods for determining the vigor of seed growth. *Tr. on adj. botanist, geneticist and selection*. 1974;51(2):97–114. (In Russ.).

8. Morozova Z. A. Methodology of using the patterns of morphogenesis of cereal grains in breeding. M.: MAXPress; 2013. 366 p. (In Russ.).

9. Murashev V. V., Morozova Z. A. Morphogenesis of wheat in the light of theoretical problems of plant morphology. M.: Forest, country; 2018. 109 p. (In Russ.).

10. Mukhitov L. A., Samuilov F. D. The size of the subspike internode and the productivity of spring soft wheat varieties of different ecological groups in the forest-steppe of the Orenburg Cis-Urals. *Vestnik Kazan. GAU*. 2014;3 (33):135–138. (In Russ.).

11. Signs of the donor-acceptor system of plants that determine the productivity of rice varieties / M. A. Skazhennik et al. Scientific support for the production of agricultural crops in modern conditions: International scientific-practical conference, Krasnodar, September 09, 2016. Krasnodar: Individual entrepreneur Sinyayev Dmitry Nikolaevich; 2016. P. 195–198. (In Russ.).

12. Torop A. A., Chaikin V. V., Torop E. A. Selection of winter rye in the Central Black Earth region of Russia to increase productivity and adaptability. Voronezh: Origins; 2023. 440 p. (In Russ.).

13. Khachaturov E. G., Korobko V. V. Structure of elements of productivity of durum wheat of Saratov selection. *Izv. Sarat. un-ta. Series. Chemistry, Biol. Ecol.* 2021;24(4):450–456. (In Russ.).

14. Genetic gain hybrid rye breeding: achievements and achievements / P. Wilde et al. International conference on rye breeding and genetics. Conference abstracts. Wrocław (Poland), Wrocław university of environmental and life sciences; 2015. P. 20–21.

*Статья поступила в редакцию 10.09.2023; одобрена после рецензирования 15.09.2023; принята к публикации 18.09.2023.
The article was 10.09.2023; approved after 15.09.2023; accepted for publication 18.09.2023.*

