

Градация сортов пшеницы озимой (*Triticum aestivum* L.) по длине стебля и устойчивости к полеганию в условиях Рязанской области

О. В. ЛЕВАКОВА, Е. Д. ЖАРКОВА

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, ул. Парковая, 1, с. Подвьязе, Рязанский р-н, Рязанская обл., 390502, Российская Федерация

Резюме. Исследования проводили с целью выделения исходного материала озимой пшеницы для использования в селекционных программах при создании неполегающих и высокопродуктивных сортов. Работу выполняли в 2019–2021 гг. в Рязанской области. Материалом для исследования служили 119 образцов озимой пшеницы, стандарт – сорт Ангелина. Большая часть (68 %) сортов отнесена к низкорослой группе, среднерослых форм – 6,7 %, полукарликовых – 25,2 %. Выявлена отрицательная тесная связь ($r = -0,988$) высоты растений с устойчивостью к полеганию, которая во многом определяла продуктивность ($r = 0,995$). Устойчивость к полеганию проявили образцы полукарликовой группы ($7,15 \pm 0,40$ балла); повышенную продуктивность – низкорослые сорта ($3,87 \pm 0,20$ т/га). По содержанию белка и клейковины выделились сорта среднерослой группы (соответственно $17,4 \pm 0,50$ % и $32,0 \pm 0,65$ %); по крупности зерна – генотипы низкорослой группы (масса 1000 зерен $45,3 \pm 0,41$ г). В целом повышенную продуктивность отмечали у сортов Исцтар ($5,5$ т/га), Мироновская 63 ($4,7$ т/га), Хортица ($4,6$ т/га); наименьшую высоту растений – СТГ 806015 (85 см), Хортица (85,3 см), Льговская 4 (89 см), Исцтар (89,3 см), Донская лира (90,7 см), Мироновская 28 (92 см), Скипетр (92 см), Мироновская 63 (93,3 см) и Поэма (93,7 см). По устойчивости к полеганию выделились практически все сорта низкорослых форм – 6,3...8,3 баллов; по крупности зерна – Льговская 4, Мироновская 27, Скипетр с массой 1000 зерен $45,6...46,0$ г.

Ключевые слова: озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.), высота растений, устойчивость к полеганию, продуктивность, качество зерна.

Сведения об авторах: О. В. Левакова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: podvyaze@bk.ru); Е. Д. Жаркова, младший научный сотрудник.

Для цитирования: Левакова О. В., Жаркова Е. Д. Градация сортов пшеницы озимой (*Triticum aestivum* L.) по длине стебля и устойчивости к полеганию в условиях Рязанской области // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. №1. С. 16–20. doi: 10.53859/02352451_2023_37_1_16.

Gradation of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) according to the length of the stem and resistance to lodging under the conditions of the Ryazan region

O. V. Levakova, E. D. Zharkova

Institute of Seed-Growing and Agrotechnology, Federal Scientific Agricultural Engineering Center of All-Russian Mechanization Institute, ul. Parkovaya, 1, s. Podvyaz'e, Ryazanskii r-n, Ryazanskaya obl., 390502, Russian Federation

Abstract. The research was aimed to isolate the source material of winter wheat for use in breeding programmes when creating non-lodging and highly productive varieties. The work was carried out in 2019–2021 in the Ryazan region. The material for the study was 119 samples of winter wheat, the standard was the Angelina variety. Most (68%) of the varieties are assigned to the short-growing group, medium-sized forms – 6.7%, semi-dwarf – 25.2%. A negative close relationship ($r = -0.988$) of plant height with resistance to lodging was revealed, which largely determined productivity ($r = 0.995$). Lodging resistance was shown by samples of the semi-dwarf group (7.15 ± 0.40 points); increased productivity – short-growing varieties (3.87 ± 0.20 t/ha). According to the content of protein and gluten, varieties of the medium-sized group stood out (respectively 17.4 ± 0.50 % and 32.0 ± 0.65 %); by grain size – genotypes of the short-growing group (weight of 1000 grains 45.3 ± 0.41 g). In general, increased productivity was observed in varieties Ishtar (5.5 t/ha), Mironovskaya 63 (4.7 t/ha), Khortitsa (4.6 t/ha); the smallest plant height – STRG 806015 (85 cm), Khortitsa (85.3 cm), Lgovskaya 4 (89 cm), Ishtar (89.3 cm), Donskaya Lira (90.7 cm), Mironovskaya 28 (92 cm), Skipetr (92 cm), Mironovskaya 63 (93.3 cm) and Pojema (93.7 cm). In terms of resistance to lodging, almost all varieties of short-growing forms stood out – 6.3–8.3 points; by grain size – Lgovskaya 4, Mironovskaya 27, Skipetr with a mass of 1000 grains $45.6–46.0$ g.

Keywords: winter wheat (*Triticum aestivum* L.); plant height; resistance to lodging; productivity; grain quality.

Author Details: O. V. Levakova, Cand. Sc. (Agr.); leading research fellow (e-mail: podvyaze@bk.ru); E. D. Zharkova, junior research fellow.

For citation: Levakova OV, Zharkova ED. [Gradation of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) according to the length of the stem and resistance to lodging under the conditions of the Ryazan region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023;37(1):16–20. Russian. doi: 10.53859/02352451_2023_37_1_16.

Один из главных факторов, ограничивающих продуктивность зерновых культур, – устойчивость сортов к полеганию. Полегание посевов всегда носит угрожающий характер. Если оно происходит в период налива зерна, то снижение урожайности может быть очень высоким. Кроме того, в таких посевах часто отмечают эпифитотийное развитие болезней, что в значительной мере способствует формированию щуплого низкокачественного зерна с потерями общей массы зерновки до 30 % [1].

Селекционные успехи в создании высокопродуктивных сортов, достигнутые в 70...80-е гг. прошлого века, связывают с использованием генетических факторов, в первую очередь, обуславливающих проявление признака

короткостебельности. Высоту растений пшеницы прямо или косвенно контролируют гены разных генетических систем [2, 3, 4].

В результате скрещивания мексиканских сортов пшеницы с карликовыми японскими были созданы генотипы с укороченным стеблем благодаря переносу в высокорослые сорта генов *Rht-B1b* и *Rht-D1b* из образца японской селекции Norin. На сегодняшний день у пшеницы известно 22 гена короткостебельности [5, 6].

Широкое распространение в селекционных программах на снижение длины стебля получили гены системы *Rht*. При этом только четыре из них – *Rht-B1b* (4BS), *Rht-D1b* (4DS), *Rht8* (2DL) и *Rht11* (*Rht-B1e*) – имели практическое применение при создании новых сортов [7, 8].

В последние десятилетия удалось идентифицировать локусы количественных признаков (QTL), контролирующие признаки, связанные с полеганием [9, 10]. Уменьшение длины стебля озимой пшеницы под влиянием генетических факторов вызвало изменение не только архитектуры растений, но и оказало влияние на многие важные хозяйственно-биологические показатели, в том числе полегание [11, 12, 13].

Основные причины, вызывающие полегание, можно разделить на 4 группы – специфика самих растений (строение и свойства стебля, развитие и строение корней и др.); метеорологические (ветер, дождь, град, температура и световой режим и др.) и агротехнические (избыточное увлажнение и питание, в первую очередь азотное, недостаток фосфора и калия, завышенные нормы посева и др.) факторы; поражение пшеницы болезнями, которое в немалой степени связано с сортовыми особенностями и агротехникой [8].

Селекционные программы пшеницы озимой на продуктивность неразрывно связаны с отбором на устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, включая устойчивость к полеганию. Селекционеры располагают обширным исходным материалом с широким разнообразием биотипов [14, 15]. По результатам изучения зависимости высоты растений от генетических особенностей сортообразцов и условий среды возможен более целенаправленный подбор и использование исходного материала [16].

Актуальная на сегодняшний день проблема оценки взаимодействия генотипа и среды включает определение изменчивости отдельных количественных элементов и их вклада в стабилизацию урожайности. Скрининг сортов пшеницы озимой на устойчивость к полеганию – один из необходимых этапов селекции.

Цель исследования – выделение исходного материала для использования в селекционных программах по созданию неполегающих и высокопродуктивных сортов озимой пшеницы в условиях Рязанской области.

Условия, материалы и методы. Работу проводили в Институте семеноводства и агротехнологий – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ИСА-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) в 2019–2021 гг. в коллекционном питомнике.

Материалом для исследования служили 119 сортов коллекционного питомника различного эколого-географического происхождения. Стандарт – сорт Ангелина.

Почва участка – темно-серая лесная, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу, среднего уровня плодородия. Агрохимические показатели: $pH_{\text{кон}}$ (ГОСТ

26483-85) – 4,88 ед.; содержание органического вещества (ГОСТ 26213-91) – 4,54%; содержание подвижного фосфора и калия (ГОСТ Р 54650-2011) – соответственно 378,0 и 275,0 мг/кг почвы, азота нитратного (ГОСТ 26951-86) – 41,4 мг/кг, азота аммонийного (ГОСТ 26489-85) – 4,43 мг/кг, обменного магния (ГОСТ 26487-85) – 2,16 ммоль/100 г.

Агротехника – общепринятая для Рязанской области. Закладку питомника проводили в первой декаде сентября по предшественнику чистый пар сеялкой ССКФ-7 на делянках 3 м². Норма высева 5,0 млн всхожих семян на 1 га.

В процессе исследований использовали действующие методические рекомендации (Федин М. А. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных растений. Часть 2. М.: Издательство Министерства сельского хозяйства СССР, 1985. 263 с.*). Определение степени модификационной изменчивости признака (коэффициент вариации – C_v , %), проявления признака (среднее, максимальное и минимальное значения – соответственно $X_{\text{ср}}$, $\max$ и $\min$), сопряженности параметров с урожайностью (коэффициент корреляции – r), стандартной ошибки среднего значения (SE), а также дисперсионный анализ результатов исследования выполняли по Б. А. Доспехову (Доспехов Б. А. *Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Колос, 1979. 416 с.*) с использованием компьютерных программ «Microsoft Office Excel» и «Diana». Согласно классификации Всероссийского института растениеводства (Пшеница мира. Видовой состав, достижение селекции, современные и исходный материал / В. Ф. Дорофеев, Л. В. Удачин, Л. В. Семёнова и др. Л.: Агропромиздат, 1987. 560 с.) сорта пшеницы озимой по высоте растений подразделяли на высокорослые – выше 120 см, среднерослые – 100...120 см, низкорослые – 80...100 см, полукарликовые – 60...80 см, карликовые – меньше 60 см.

Содержание клейковины и белка в зерне исследуемых сортов определяли методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе цельного зерна Infratec 1241.

Климат области типичен для средней полосы Европейской части России и относится к зоне неустойчивого увлажнения, вследствие частых засушливых периодов и неравномерного выпадения атмосферных осадков по сезонам. Гидротермические условия 2019–2021 гг. значительно различались по температурному режиму и сумме осадков, которые варьировали в течение вегетационных периодов. Оптимальной погодой характеризовался 2020 гг. с ГТК 1,55, в засушливые годы (2019, 2021 гг.) величина этого показателя находилась в интервале 0,58...0,70 (табл. 1).

В целом во все годы наблюдений периоды весенне-летней вегетации озимой пшеницы отличались повышенным температурным режимом, в сравнении со средними

Таблица 1. Условия вегетационных периодов пшеницы озимой в годы проведения исследований

Параметр	2019 г.		2020 г.		2021 г.		Средне многолетнее	
	сумма осадков, мм	температура, °C	сумма осадков, мм	температура, °C	сумма осадков, мм	температура, °C	сумма осадков, мм	температура, °C
Август	19,4	23,6	36,4	19,1	24,8	23,7	21	18,6
Сентябрь	30,5	17,5	11,8	14,8	48,2	11,7	40	11,2
Октябрь	36,3	8,3	65,1	9,6	14	7,5	47	4,6
Ноябрь	19,6	-1,5	9,9	1,2	44	2,1	33	-1,3
Декабрь	23,5	-0,4	21,8	-5,9	58,3	-6,1	48	-7,7
Январь	33,1	-8,9	29,2	-0,5	89,8	-5,7	38	-11,4
Февраль	48,2	-2,5	28,4	-1	66,4	-11,8	31	-10,1
Март	24,2	0,6	7,6	5,5	11,6	-1,7	25	-4,8
Апрель	28,7	10,4	24,2	6,9	62	8,8	28	4,1
Май	48,0	19,1	57,1	14	42,5	17,1	37	12,7
Июнь	38,2	22,7	112,9	20,9	72,3	23,2	52	16,6
Июль	38,2	19,5	55,5	22,5	41,1	25,9	64	18,8

Таблица 2. Высота образцов пшеницы озимой по годам исследований и устойчивость к полеганию

Год	Высота растений, см			Устойчивость к полеганию, балл				Урожайность, т/га			
	$X_{ср.}$	min...max	$C_v, \%$	$X_{ср.}$	min...max	$X_{ср.}$	сопряженность с высотой, r	$X_{ср.}$	min...max	$X_{ср.}$	сопряженность с высотой, r
2019	82,4	60...105	12,5	7,5	5...9	13,8	+0,245	2,43	0,2...4,6	33,5	-0,286
2020	105,9	75...130	10,8	3,9	1...9	61,2	-0,364*	5,98	3,5...8,3	19,4	-0,417*
2021	87,8	60...110	13,6	7,6	5...9	13,7	+0,247	2,92	1,2...4,4	25,8	-0,193

* достоверно при $p \leq 0,05$.

многолетними значениями. Повышение дневных и средних температур воздуха в июне–июле, а также критически низкое количество выпавших осадков или их отсутствие, приводили к развитию почвенной и воздушной засух.

Результаты и обсуждение. В наших исследованиях цветение озимой пшеницы приходилось на первую декаду июня. В этой фазе заканчивается рост растений. Известно, что их высота – один из генетически заложенных признаков, однако в зависимости от условий выращивания, в частности погоды, она может значительно изменяться [2].

Результаты изучения коллекционных образцов в лесостепной зоне Рязанской области показали высокую изменчивость высоты растений пшеницы озимой по годам. Об этом свидетельствуют средние и высокие коэффициенты вариации (от 6,34 % у Новосибирской 40 до 31,81 % у Алматы). Среднесортное варьирование высоты растений составило 15,2 %, что свидетельствует о сильной изменчивости признака и широкой норме реакции на условия выращивания. Таким образом, помимо вклада метеорологических условий, имеется большая доля генотипического влияния на высоту растений пшеницы озимой. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа это подтверждают: вклад генотипа (сорта) в общую изменчивость признака «высота растений» составил 48,8 %, условий среды – 1,17 %, генотипо-средовых взаимодействий (реакции генотипа на условия внешней среды) – 46,1 % ($F_{факт.} > F_{теор.}$ на уровне $p=0,025$).

В лимитирующих засушливых условиях 2021 г. высота растений варьировала по сортам от 60 см (Иришка) до 105 см (Мироновская 808) при среднесортной величине этого показателя 82,4 см (табл. 2), в оптимальный по увлажнению 2020 г. – от 83 см (Сила) до 130 см (Мироновская 808, Волжская К) при среднесортной высоте 105,9 см. Даже в рамках одного конкретного сорта изменчивость этого признака по вегетационным периодам была значительной. Например, у сорта Памяти Федина (Россия) высота составляла 79,0...120,0 см, Оренбургская 14 (Россия) – 73,0...120,0 см. Таким образом, один и тот же сорт в различные по метеоусловиям вегетационные периоды может входить в разные группы по высоте растений, которая может служить одним из показателей, характеризующих экологическую пластичность генотипа в контрастных почвенно-климатических условиях.

Высота растений озимой пшеницы оказывала неоднозначное воздействие на устойчивость к полеганию и

урожаемость культуры по годам. Так, достоверное среднее отрицательное влияние отмечено в увлажненном 2020 г. – коэффициенты корреляции составили соответственно $r=-0,364$ и $r=-0,417$.

Многие исследователи считают, что наиболее эффективный метод в борьбе с полеганием – возделывание короткостебельных сортов [17]. Однако, согласно результатам наших экспериментов, среди короткостебельных генотипов обнаруживаются склонные к полеганию. Например, у относящихся к полукарликовой группе сортов Богданка и Березит (Россия), при средней высоте растений около 80,0 см отмечали среднюю устойчивость к полеганию 5,7 баллов. Наоборот, в среднерослой группе есть образцы устойчивые к полеганию, например, у сорта Безенчукская 616 (Россия) при средней высоте 105,0 см она равна 6,3 баллам. То есть высота растений не всегда характеризует устойчивости к полеганию и при создании новых сортов необходимо учитывать комплекс признаков, связанных с этим признаком.

При разделении на группы по высоте растений большая часть исследуемых сортов, включая стандарт Ангелина, была отнесена к низкорослым (68 %). Среднерослых форм в коллекции было 6,7 %, доля полукарликовых генотипов составила 25,2 %.

Оптимальная длина соломины, которая сочетается с устойчивостью растений к полеганию и продуктивностью, находится в пределах 75...100 см [18]. В нашем исследовании наибольшую среднюю продуктивность (3,87 т/га) отмечали у низкорослых растений с высотой 80...100 см. Второе место занимали полукарлики (60...80 см) – 3,82 т/га, третье – среднерослые (100...120 см) – 3,39 т/га (табл. 3).

Наибольшая устойчивость к полеганию зафиксирована у растений полукарликовой группы – $7,15 \pm 0,40$ балла. У среднерослых сортов отмечали более стабильную высоту и урожайность по годам ($C_v=3,1...9,2 \%$).

Всестороннее изучение корреляционных взаимосвязей между высотой растений и хозяйственно важными характеристиками в условиях Рязанской области даёт возможность создавать сорта с высоким потенциалом урожайности, способных противостоять экстремальным погодным условиям региона, а также целенаправленно вести отбор в селекционном процессе.

Наибольшее содержание белка и клейковины в зерне отмечено у сортов среднерослой группы – соответственно $17,4 \pm 0,50 \%$ и $32,0 \pm 0,65 \%$. Причем в двух годах из трех

Таблица 3. Распределение хозяйственно-ценных признаков в зависимости от групп высоты растений озимой пшеницы

Группа	Урожайность		Высота		Устойчивость к полеганию, балл	Содержание, %		Масса 1000 зерен, г
	среднее за 3 года, т/га	$C_v, \%$	среднее за 3 года, см	$C_v, \%$		белок	клейковина	
Среднерослые	$3,39 \pm 0,21$	9,2	$107,8 \pm 2,3$	3,1	$5,41 \pm 0,48$	$17,4 \pm 0,50$	$32,0 \pm 0,65$	$44,3 \pm 0,33$
Низкорослые	$3,87 \pm 0,20$	24,4	$95,4 \pm 1,2$	5,9	$6,19 \pm 0,21$	$16,7 \pm 0,22$	$30,8 \pm 0,39$	$45,3 \pm 0,41$
Полукарлики	$3,82 \pm 0,29$	20,9	$79,4 \pm 1,5$	5,3	$7,15 \pm 0,40$	$16,3 \pm 0,45$	$29,5 \pm 0,64$	$44,1 \pm 0,24$
Сопряженность с высотой, r	-0,770*	–	–	–	-0,999*	+0,986*	+0,999*	+0,240

* достоверно при $p \leq 0,05$.

Таблица 4. Лучшие сорта низкорослых форм по комплексу положительных биологических и хозяйственных признаков

Сорт	Происхождение	Урожайность, т/га	Высота, см	Устойчивость к полеганию, балл	Содержание, %		Масса 1000 зерен, г
					белка	клейковины	
Ангелина, стандарт	Россия	4,03±0,69	99,0±6,4	6,0±1,0	18,0±0,7	33,1±1,1	45,0±0,6
Фантазия	Беларусь	4,10±0,99	100,3±6,2	7,0±0,8	16,2±0,2	30,0±0,1	40,1±1,5
Льговская 4	Россия	4,30±0,48	89,0±3,7	7,0±0,8	16,0±1,0	29,5±0,7	46,0±1,4
Льговская 8	Россия	4,30±0,38	101,7±6,4	6,3±0,4	16,2±1,7	29,2±1,2	44,6±1,2
Оренбургская 12	Россия	4,20±0,33	99,7±5,1	6,3±0,4	16,1±0,3	30,2±0,5	43,0±1,5
Волжская С1	Россия	4,30±0,51	97,0±6,1	6,6±1,0	15,9±0,8	29,5±0,5	43,8±0,6
Волжская 22	Россия	4,30±0,63	104,0±5,3	6,3±1,2	16,5±1,1	30,8±0,7	41,6±1,7
Исцтар	Германия	5,50±1,00	89,3±3,5	8,3±0,4	15,6±1,3	28,6±1,2	39,1±1,2
Мироновская 63	Украина	4,70±1,10	93,3±7,3	6,3±0,4	17,2±0,6	32,1±1,2	43,8±0,7
Мироновская 27	Украина	4,30±0,57	99,3±3,6	6,0±0,4	16,4±1,0	30,7±0,5	45,6±0,7
Мироновская 28	Украина	4,10±0,89	92,0±6,0	6,3±0,4	16,0±0,8	30,4±0,3	43,8±1,5
Хортица	Украина	4,60±1,17	85,3±6,6	6,3±1,0	15,7±1,5	29,6±1,0	44,4±2,0
СТРГ 806015	Германия	4,20±0,88	85,0±5,0	6,0±0,9	15,3±1,3	27,0±1,2	38,4±1,8
Скипетр	Россия	4,12±0,40	92,0±4,1	6,0±1,6	15,6±1,3	28,3±1,1	46,0±2,2
Донская лира	Россия	4,30±0,99	90,7±8,2	6,3±0,4	15,5±1,1	28,0±1,1	43,3±1,5
Поэма	Россия	4,30±1,12	93,7±3,7	6,0±0,9	16,6±2,0	31,0±1,3	39,4±2,0
НСР ₀₅		1,12	5,4	0,2	0,7	1,1	1,6

(2019, 2020 гг.), высота растений в этой группе имела среднюю достоверную положительную сопряженность с содержанием белка в зерне ($r=+0,581...+0,624$). На втором месте по качественным показателям находились сорта низкорослой группы: среднее содержание белка – $16,7\pm0,22\%$, клейковины – $30,8\pm0,39\%$.

Более крупное зерно формировали растения низкорослой группы со средней массой 1000 шт. – $45,3\pm0,41$ г. Сорта среднерослой группы по крупности зерна находились практически на одном уровне с полукарликами – $44,3\pm0,33$ г и $44,1\pm0,24$ г соответственно.

Таким образом, в качестве источников продуктивности и устойчивости к полеганию в природно-климатических условиях аналогичных месту проведения исследований целесообразно использовать низкорослые формы растений пшеницы озимой.

По результатам исследований выделен ряд низкорослых образцов, характеризующихся стабильным проявлением высоты растений в различных погодных условиях и устойчивостью к полеганию, относительно стандарта.

Значимо превысил стандарт по урожайности только сорт Исцтар (на $1,47$ т/га). Тенденция к повышению сбора зерна (на $0,57...0,67$ т/га) отмечена у сортов Мироновская 63, Хортица. Меньшей, чем у стандарта ($99,0$ см), высотой растений характеризовались сорта СТРГ 806015 (на $14,0$ см), Хортица (на $13,7$ см), Льговская 4 (на $10,0$ см), Исцтар (на $9,7$ см), Донская лира (на $8,3$ см), Мироновская 28 (на 7 см), Скипетр (на 7 см), Мироновская 63 (на $5,7$ см) и Поэма (на $5,3$ см). Устойчивость к полеганию практически у всех выделенных низкорослых сортов была больше чем у стандарта, и составляла $6,3...8,3$ балла. У Мироновской 27, СТРГ 806015 и Поэмы она находилась на одном уровне

со стандартом – $6,0$ баллов. Образцов, превзошедших сорт Ангелина по качественным показателям, не выявлено. Близким к стандарту содержанием белка ($17,2\%$) и клейковины ($32,1\%$) характеризовался сорт Мироновская 63. Значительных различий по массе 1000 зерен не обнаружено. Наиболее крупное зерно формировали растения сортов Льговская 4, Мироновская 27, Скипетр с массой 1000 шт. – $45,6...46,0$ г.

Выводы. В качестве источников продуктивности и устойчивости к полеганию для условий Рязанской области лучше всего подходят низкорослые формы растений пшеницы озимой. Среди них выделен ряд генотипов с положительными биологическими и хозяйственными признаками. Достоверное превосходство над стандартом по урожайности отмечено у сорта Исцтар ($5,5$ т/га), тенденция к повышению величины этого показателя – у сортов Мироновская 63 ($4,7$ т/га) и Хортица ($4,6$ т/га). Меньшая высота растений (на $5,3...14,0$ см), в сравнении со стандартом ($99,0$ см), зафиксирована у сортов СТРГ 806015, Хортица, Льговская 4, Исцтар, Донская лира, Мироновская 28, Скипетр, Мироновская 63 и Поэма. Устойчивость к полеганию практически у всех выделенных низкорослых сортов была выше, чем у стандарта, и составляла $6,3...8,3$ балла. Содержание белка ($17,2\%$) и клейковины ($32,1\%$) близкое к уровню стандарта отмечено у сорт Мироновская 63. Наиболее крупным зерном характеризовались сорта Льговская 4, Мироновская 27 и Скипетр с массой 1000 шт. $45,6...46,0$ г.

По результатам исследований можно рекомендовать вовлечение в селекционный процесс для создания неполегающих высокопродуктивных генотипов такие сорта, как Исцтар, Мироновская 63 и Хортица.

Литература.

1. Влияние сроков сева на урожайность новых сортов и линий озимого ячменя селекции КубГАУ / А. А. Салфетников, Н. В. Репко, Е. С. Бойко и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 95. С. 604–632. URL: <https://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/40.pdf> (дата обращения: 25.04.2022).
2. Захарова Н. Н., Захаров Н. Г., Гаранин М. Н. Высота растений озимой мягкой пшеницы в связи с ее урожайностью и устойчивостью к полеганию в лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1 (49). С. 51–59. doi: 10.18286/1816-4501-2020-1-51-59.
3. A modern Green Revolution gene for reduced height in wheat / T. Wurschum, S. M. Langer, C. F. H. Longin, et al. // Plant J. 2017. No. 92. P. 892–903. doi: 10.1111/tpj.13726.
4. Признаки, определяющие полегание растений, и оценка устойчивости к нему у интенсивных и экстенсивных российских сортов риса (*Oryza sativa* L.) / М. А. Скаженник, Н. В. Воробьев, А. Х. Шеуджен и др. // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 1. С. 149–157. doi: 10.15389/agrobiol.2019.1.149rus.
5. Влияние агрометеорологических изменений климата на зерновую продуктивность ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны РФ / О. В. Левакова, И. А. Дедушев, Л. М. Ерошенко и др. // Юг России: экология, развитие. 2022. Т. 17. № 1. С. 128–135. doi: 10.18470/1992-1098-2022-1-128-135.

6. Идентичность генов короткостебельности *Rht-11* и *Rht-B1e* / М. Г. Дивашук, А. В. Васильев, Л. А. Беспалова и др. // *Генетика*. 2012. Т. 48. № 7. С. 897–900.
7. Lodging resistance and yield potential of winter wheat: Effect of planting density and genotype / Xiao Y., Liu J., Li H., et al. // *Front. Agr. Sci. Eng.* 2015. Vol. 2. No. 2. P. 168–178. doi: 10.15302/J-FASE-2015061.
8. Агеева Е. В., Леонова И. Н., Лихенко И. Е. Полегание пшеницы: генетические и экологические факторы и решение проблемы // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020. Т. 24. № 4. С. 356–362. doi: 10.18699/VJ20.628.
9. Anatomical and chemical characteristics associated with lodging resistance in wheat / E. Kong, D. Liu, X. Guo, et al. // *Crop J.* 2013. Vol. 1. No. 1. P. 43–49. doi: 10.1016/j.cj.2013.07.012.
10. Berry P. M., Berry S. T. Understanding the genetic control of lodging associated plant characters in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) // *Euphytica*. 2015. No. 205. P. 671–689. doi: 10.1007/s10681-015-1387-2.
11. Lodging: Significance and preventive measures for increasing crop production / S. Dahiya, S. Kumar, Harender, et al. // *Int. J. Chem. Studies*. 2018. Vol. 6. No. 1. P. 700–705.
12. Беспалова Л. А., Мокроусов В. В. Влияние *Rht*-генотипа на элементы структуры урожая сортов озимой мягкой пшеницы // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2010. № 6 (27). С. 27–35.
13. Рипбергер Е. И., Боме Н. А., Траутц Д. Изменчивость высоты растений гибридных форм яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) как способ их адаптации в различных эколого-географических условиях // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2015. Т. 19. № 2. С. 185–190. doi: 10.18699/VJ15.023.
14. Левакова О. В., Банникова М. И. Анализ генетических источников ценных признаков сортов озимой мягкой пшеницы в целях создания исходного материала // *Аграрная наука*. 2019. № 7-8. С. 38–40. doi: 10.32634/0869-8155-2019-330-7-38-40.
15. Левакова О. В. Результаты изучения адаптивно-экологических показателей новых сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области // *Зерновое хозяйство России*. 2019. № 2. С. 13–17. doi: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-13-16.
16. Торбина И. В., Фардеева И. Р. Озимая пшеница селекции Удмуртского НИИСХ УДМФИЦ УРО РАН в конкурсном сортоиспытании // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2020. № 3. С. 5–16. doi: 10.26897/0021-342X-2020-3-5-16.
17. The elements of productivity and their contribution to high level of crop yield / L. M. Eroshenko, O. V. Levakova, O. V. Gladysheva, et al. // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 843. Article 012005. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/843/1/012005> (дата обращения: 25.04.2022). doi: 10.1088/1755-1315/843/1/012005.
18. Медведев А. М., Медведева Л. М. Селекционно-генетический потенциал зерновых культур и его использование в современных условиях. М.: Россельхозакадемия, 2007. 484 с.

References

1. Salfetnikov AA, Repko NV, Boyko ES, et al. [The influence of sowing dates on the yield of new varieties and lines of winter barley bred at KubSAU]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Internet]. 2014 [cited 2022 Apr 25];(95):604-32. Available from: <https://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/40.pdf>. Russian.
2. Zakharova NN, Zakharov NG, Garanin MN. [Plant height of winter common wheat in connection with its yield and resistance to lodging in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2020;(1):51-9. Russian. doi: 10.18286/1816-4501-2020-1-51-59.
3. Wurschum T, Langer SM, Longin CFH, et al. A modern Green Revolution gene for reduced height in wheat. *Plant J.* 2017;(92):892-903. doi: 10.1111/tpj.13726.
4. Skazhennik MA, Vorobyev NV, Sheudzhn AH, et al. [Signs determining plant lodging and resistance assessment in intensive and extensive Russian rice varieties (*Oryza sativa* L.)]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2019;54(1):149-57. Russian. doi: 10.15389/agrobiologiya.2019.1.149rus.
5. Levakova OV, Dedushev IA, Eroshenko LM, et al. [Influence of agrometeorological climate changes on the grain productivity of spring barley in under conditions of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation]. *Yug Rossii: Ekologiya, razvitie*. 2022;17(1):128–35. Russian. doi: 10.18470/1992-1098-2022-1-128-135.
6. Divashuk MG, Vasiliev AV, Bepalova LA, et al. [Identity of *Rht-11* and *Rht-B1e* short-stem genes]. *Genetika*. 2012;48(7):897-900. Russian.
7. Xiao Y, Liu J, Li H, et al. Lodging resistance and yield potential of winter wheat: effect of planting density and genotype. *Front. Agr. Sci. Eng.* 2015;2(2):168-78. doi: 10.15302/J-FASE-2015061.
8. Ageeva EV, Leonova IN, Likhenco IE. [Lodging of wheat: Genetic and ecological factors and the solution of the problem]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*. 2020;24(4):356-62. Russian. doi: 10.18699/VJ20.628.
9. Kong E, Liu D, Guo X, et al. Anatomical and chemical characteristics associated with lodging resistance in wheat. *Crop J.* 2013;1(1):43-9. doi: 10.1016/j.cj.2013.07.012.
10. Berry PM, Berry ST. Understanding the genetic control of lodging associated plant characters in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*. 2015;(205):671-89. doi: 10.1007/s10681-015-1387-2.
11. Dahiya S, Kumar S, Harender, et al. Lodging: Significance and preventive measures for increasing crop production. *Int. J. Chem. Studies*. 2018;6(1):700-5.
12. Bepalova LA, Mokrousov VV. [Influence of the *Rht*-genotype on the elements of the structure of the yield of winter common wheat varieties]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2010;(6):27-35. Russian.
13. Ripberger EI, Bohme NA, Trautz D. [Variability of plant height of hybrid forms of spring common wheat (*Triticum aestivum* L.) as a way of their adaptation under various ecological and geographical conditions]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*. 2015;19(2):185-90. Russian. doi: 10.18699/VJ15.023.
14. Levakova OV, Bannikova MI. [Analysis of genetic sources of valuable traits of winter common wheat varieties to develop a source material]. *Agrarnaya nauka*. 2019;(7-8):38-40. Russian. doi: 10.32634/0869-8155-2019-330-7-38-40.
15. Levakova OV. [Results of the study of adaptive and ecological indicators of new varieties and promising lines of winter common wheat under the conditions of the Ryazan region]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii*. 2019;(2):13-7. Russian. doi: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-13-16.
16. Torbina IV, Fardeeva IR. [Winter wheat bred at Udmurt Research Agricultural Institute in competitive variety testing]. *Izvestiya Timirязevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2020;(3):5-16. Russian. doi: 10.26897/0021-342X-2020-3-5-16.
17. Eroshenko LM, Levakova OV, Gladysheva OV, et al. The elements of productivity and their contribution to high level of crop yield. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* [Internet]. 2021 [cited 2022 Apr 25];843: Article 012005. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/843/1/012005>. doi: 10.1088/1755-1315/843/1/012005.
18. Medvedev AM, Medvedeva LM. *Seleksionno-geneticheskii potentsial zernovykh kul'tur i ego ispol'zovanie v sovremennykh usloviyakh* [Breeding and genetic potential of grain crops and its use under modern conditions]. Moscow: Rossel'khozakademiya; 2007. 484 p. Russian.