

О.В. Левакова, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-5400-669X
 Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ
 РФ, 390502, Рязанская обл., с. Подвязье, ул. Парковая, 1
 E-mail: levakova.olga@bk.ru

УДК: 633.16:470.44

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/13-16

ОЦЕНКА СОРТОВ И ЛИНИЙ МНОГОРЯДНОГО ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ РАЗНОВИДНОСТИ *PALLIDUM*

В Институте семеноводства и агротехнологий – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (Рязанская область) в 2018–2020 годах были проведены полевые исследования с целью изучения продуктивности и экологической пластичности многорядных ячменей разновидности *pallidum* коллекционного питомника и созданных на их основе перспективных линий из конкурсного сортоиспытания. Установлено, что устойчивость к стрессу и способность формировать стабильную продуктивность имеют сорта Волгодон (Россия) и Гелиос (Украина) – $-0,59$ и $-1,34$ соответственно. Из изучаемых линий по данному признаку выделались 35/4-14h 1171 и 27/2-11h787 – $-1,37$ и $-1,40$ соответственно. Самая низкая стрессоустойчивость выявлена у сорта Herald (США) ($-3,57$). Максимальную среднюю урожайность показал сорт Л-2377 (Республика Татарстан) и линии 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171 – более $5,0$ т/га. Наиболее продуктивные с высокой генетической гибкостью сорта: Л-2377, Гелиос и линии 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171. Коэффициент адаптивности выше единицы за три года исследований выявлен у сорта Л-2377 и линии 27/2-11h787. При анализе структуры урожая многорядного ячменя установлено, что наибольший вклад в его величину внесли два элемента: длина колоса ($r = +0,52$) и масса 1000 зерен ($r = +0,51$). Наибольшей потенциальной продуктивностью, адаптивностью и стрессоустойчивостью обладают сорта: Л-2377, Гелиос, В-934 (Канада); и линии: 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171. Отобранные многорядные сорта и перспективные линии ярового ячменя целесообразно использовать в селекционном процессе для дальнейшего улучшения создаваемых форм.

Ключевые слова: многорядный ячмень, продуктивность, пластичность, адаптивность, устойчивость к полеганию и болезням.

O.V. Levakova, PhD in Agricultural sciences, ORCID ID: 0000-0002-5400-669X

The Institute of Seed Production and Agrotechnologies – branch of the FSBSI Federal Scientific Agroengineering Center VIM
 RF, 390502, Ryazanskaya obl., s. Podvyaz'e, ul. Parkovaya, 1
 E-mail: levakova.olga@bk.ru

VARIETIES AND LINES ESTIMATION OF COMMON SPRING BARLEY *PALLIDUM* VARIETY

A field studies were carried out in 2018-2020 in the Institute of seed production and agricultural technologies (a branch of the Federal state budgetary scientific institution «Federal scientific Agroengineering center VIM» (Ryazan region)) to study the productivity and environmental plasticity of multi-row barley. The object of research was multi-row barley varieties *pallidum* collection nursery and created on their basis promising lines from competitive variety testing. It was found that the Volgodon (Russia) and Helios (Ukraine) varieties are resistant to stress and have the ability to form stable productivity – 0.59 and -1.34 , respectively. From the studied lines, 35/4-14h 1171 and 27/2-11h787 – -1.37 and -1.40 , respectively, were distinguished by this feature. The Herald (USA) had the lowest stress tolerance (-3.57). The maximum average yield was shown by the L-2377 variety (Republic of Tatarstan) and lines 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171 – more than 5.0 t/ha. The most productive varieties with high genetic flexibility are L-2377, Helios and lines 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171. It was revealed that the L-2377 variety and the 27/2-11h787 line had an adaptability coefficient higher than 1 for 3 years of research. When analyzing the structure of the yield of multi-row barley, it was found that the greatest contribution to its value was made by two elements: the ear length ($r = +0.52$) and the mass of 1000 grains ($r = +0.51$). It was found that the following varieties have the greatest potential productivity, adaptability and stress resistance: L-2377, Helios, B-934 (Canada); and lines: 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171. The selected multi-row varieties and promising lines of spring barley should be used in the selection process to further improve the created forms.

Key words: multi-row barley, productivity, plasticity, adaptability, resistance to lodging and diseases.

В России издавна ячмень выращивают как продовольственную и кормовую культуру. Несмотря на то, что в мире она имеет широкое видовое разнообразие, в Европе, так же как и в России, распространены только два подвида культурного ярового ячменя: *Hordeum vulgare* – многорядный и *Hordeum distichum* – двухрядный, принадлежащих к роду *Hordeum*. [5] Но большинство сортов ячменя, выращиваемых в Российской Федерации, принадлежит к подвиду двухрядного ячменя разновидности *nutans* (остистые формы), многорядный *pallidum* занимает минимальные площади, в основном как демонстрационные посевы. Так, из 238 сортов ярового ячменя,

зарегистрированных в Государственном реестре селекционных достижений РФ, допущенных к использованию на 2020 год, 24 сорта (10,1 %) – многорядные.

Невыровненность и низкая натура зерна, повышенная белковость – основные качества многорядного ячменя, необходимые при производстве фуража. [9]

Цель работы – изучение сортов многорядного ярового ячменя разновидности *pallidum* в коллекционном питомнике и созданных на их основе перспективных линий из конкурсного сортоиспытания в условиях Нечерноземной зоны РФ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Институте семеноводства и агротехнологий – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» в 2018–2020 годах проведены полевые исследования. Почва опытного участка: темно-серая лесная, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу. Агротехнические показатели: гумус [ГОСТ 26213-91] – 3,2 %, нитратный азот [ГОСТ 26951-86] – 15,7 мг/кг, аммонийный азот [ГОСТ 26489-85] – 2,75 мг/кг, рН солевой вытяжки [ГОСТ 26483-85] – 5,46; подвижный фосфор [ГОСТ Р 54650-2011] – 248 мг/кг, подвижный калий [ГОСТ Р 54650-2011] – 164 мг/кг, обменный магний [ГОСТ 26487-85] – 1,70 мг экв/100 г почвы.

Объект изучения – многорядный ячмень коллекционного питомника и созданные на его основе перспективные линии из конкурсного сортоиспытания.

Агротехника – общепринятая для данной культуры. Предшественник – черный пар. Опыт закладывали на делянках 3 м² без повторностей (коллекционный питомник) и 12 м² в четырехкратной повторности (конкурсное сортоиспытание). Норма высева 5,0 млн всхожих зерен на 1 га. Учеты и наблюдения проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. [7] Статистическая обработка экспериментальных данных методом дисперсионного и корреляционного анализа выполнена по методике Б.А. Доспехова с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel. Уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания (У2-У1) рассчитан по А.А. Гончаренко. [1] Анализировали продуктивный и адаптивный потенциалы сорта по показателю «урожайность» (методика Л.А. Животкова и др.). [4] Индекс стабильности и коэффициент вариации рассчитан по А.А. Грязнову [2], показатель уровня стабильности и урожайности сорта (ПУСС) – по Э.Д. Неттевичу и др. [8] Погодные условия за годы исследований сильно отличались друг от друга и наиболее полно отражали особенности региона.

Для характеристики возможных вариаций погодных условий и их влияния на продуктивность зерна определяли гидротермический коэффициент (ГТК) по Селянинову. Метеорологические условия отличались друг от друга и от средней многолетней величины.

Урожайность зерна учитывали методом сплошного обмолота комбайном SAMPО-130. Качество основных параметров цельного зерна ярового ячменя определяли на анализаторе зерна Infracore 1241 при 14 % влажности и 100 % физической чистоте.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Вегетационный период 2018 года характеризовался неблагоприятными условиями для развития яровых культур. За вегетацию осадков выпало 109 мм или 53,1 % среднеемноголетних значений. Июнь был теплым с критическим дефицитом влаги, ГТК – 0,17. В связи с засушливыми условиями отмечалось ускоренное прохождение фазы цветения у растений. Среднемесячная температура – 20,3 °С, что на 2,7 °С выше среднеемноголетних значений.

Сумма активных температур – 1944°С, ГТК – 0,59. Среднесортная урожайность многорядного ячменя за этот год составила 4,54 т/га с варьированием от 2,77 т/га у сорта В-934 (Канада) до 6,21 т/га у созданной линии 27/2-11h 1171.

Вегетационный период 2019 года также оказался неблагоприятным для развития испытываемой культуры. Летняя засуха была в I и II декадах июня, ГТК – 0 и 0,14 соответственно, а среднемесячная температура воздуха в это время на 3,2...6,0°С выше среднеемноголетних значений. В связи с этим, фазы выхода в трубку и колошение растений проходили в экстремальных условиях. Основная масса атмосферных осадков (29 мм) выпала в конце III декады месяца. Сумма активных температур – 2187°С, ГТК – 0,73. Среднесортная урожайность многорядного ячменя за этот год составила 5,0 т/га (максимальная из исследуемых лет) с варьированием от 1,43 т/га у сорта *Herald* (США) до 7,23 т/га у Л-2377 (Республика Татарстан).

Метеоусловия 2020 года отличались сильной вариабельностью, растения развивались при обильных осадках с резкими колебаниями среднесуточных температур. Неблагоприятно повлияли выпавшие в I декаде июня (ГТК = 3,9) осадки, которые спровоцировали прикорневое полегание растений еще до наступления фазы колошения. Сумма активных температур – 1912°С, ГТК – 1,34. Среднесортная урожайность многорядного ячменя за этот год составила 4,34 т/га (минимальная из исследуемых лет) с варьированием от 2,67 т/га у сорта *Выбор* (Россия) до 6,48 т/га у линии 35/1-14h 1171.

Корреляционный анализ выявил сильную взаимосвязь между урожайностью многорядного ячменя и суммой активных температур за вегетационный период ($r = +0,98$). Высокая взаимосвязь урожайности с ГТК ($r = +0,89$) установлена от конца восковой до полной спелости зерна, когда окончательно формируются размеры зерновок, определяется их масса и качество выращенной продукции.

В связи с тем, что условия гидротермического режима исследуемых сортов контрастны по годам, важный показатель сортов – их устойчивость к стрессу. Установлено, что способность формировать стабильную продуктивность в неординарных условиях среды могут сорта *Волгодон* (Россия) и *Гелиос* (Украина) – -0,59 и -1,34, соответственно. Из изучаемых линий по данному признаку выделились 35/4-14h 1171 и 27/2-11h787 – -1,37 и -1,40 соответственно. Самая низкая стрессоустойчивость у *Herald* (-3,57) (табл. 1).

Ценность исходного материала, в первую очередь, определяется способностью формировать стабильно высокий урожай в широком диапазоне погодноклиматических условий. [6] Максимальная средняя урожайность (\bar{x}) была у сорта Л-2377 и линий 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171 – более 5,0 т/га.

Наиболее продуктивные, характеризующиеся высокой генетической гибкостью (показатель $(У1+У2)/2$), сорта Л-2377, *Гелиос* и все исследуемые линии.

Для сравнения общей видовой адаптивной реакции брали «среднесортную урожайность года». По полученному среднему коэффициенту адаптивности (КА) можно судить о продуктивных возмож-

Таблица 1.

Показатели урожайности, экологической пластичности сортов и линий многорядного ячменя (2018–2020)

Сорт, линия	Урожайность, т/га			Cv, %	Генетическая гибкость (Y1+Y2/2)	Стрессоустойчивость (Y2–Y1)	Коэффициент адаптации (КА)
	min	max	\bar{x}				
<i>Выбор</i>	2,67	5,50	4,19	33,9	4,09	–2,83	0,86
Л-2377	4,60	7,23	5,62	25,1	5,92	–2,63	1,19
<i>Волгодон</i>	3,78	4,37	3,99	8,0	4,08	–0,59	0,84
<i>Гелиос</i>	3,83	5,17	4,31	17,1	4,50	–1,34	0,92
<i>Herald</i>	1,43	5,00	3,33	53,8	3,22	–3,57	0,75
В-934	2,77	5,07	4,04	28,7	3,92	–2,30	0,89
27/2-11h787	5,13	6,53	5,96	12,2	5,83	–1,40	1,29
35/1-14h 1171	3,19	6,48	5,21	33,8	4,84	–3,29	1,13
35/4-14h 1171	4,25	5,62	5,02	13,9	4,94	–1,37	1,09
Среднее	3,51	5,66	4,63	25,2	4,59	–2,14	0,99

Таблица 2.

Структура урожая многорядного ячменя и связь отдельных элементов с урожайностью (2018–2020)

Сорт, линия	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Коэффициент кущения	Продуктивность растения, г	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Масса 1000 зерен, г
<i>Выбор</i>	652	2,4	4,56	5,0	45,5	1,9	37,5
Л-2377	624	2,1	3,99	6,1	38,9	1,9	45,5
<i>Волгодон</i>	768	2,6	3,64	5,1	29,6	1,4	39,1
<i>Гелиос</i>	796	2,8	4,48	6,2	37,2	1,6	37,9
<i>Herald</i>	872	2,9	4,35	5,1	39,6	1,5	35,7
В-934	528	2,2	4,40	6,4	44,6	2,0	44,0
27/2-11h787	744	2,7	4,86	7,0	42,4	1,8	39,1
35/1-14h 1171	416	2,0	3,00	4,9	33,9	1,5	41,3
35/4-14h 1171	1056	3,2	6,08	6,8	37,8	1,9	41,3
Среднее	717	2,5	4,37	5,8	38,8	1,7	40,1
Коэффициент вариации (Cv), %	26,4	15,7	19,5	14,1	13,0	12,9	8,6
Корреляция с урожайностью	–0,17	–0,21	+0,08	+0,52	+0,01	+0,33	+0,51

ностях образцов, которые за годы изучения варьировали от 0,75 (*Herald*) до 1,23 (линия 27/2-11h787). У сорта Л-2377 и линии 27/2-11h787 за три года исследований коэффициент адаптивности – выше 1.

Рассматривая показатели элементов структуры урожая многорядного ярового ячменя следует отметить, что по числу продуктивных стеблей, самый лучший показатель был у линии 35/4-14h 1171 (1056 на 1 м²) (табл. 2). Средний показатель продуктивной кустистости по изученному материалу составил 2,5 стебля и варьировал значительно – от 2,0 (35/1-14h 1171) до 3,2 (35/4-14h 1171).

По длине колоса выделились сорта *Гелиос*, В-934 – 6,2; 6,4 см соответственно и линии 27/2-11h787, 35/4-14h 1171 – 7,0 и 6,8 см соответственно.

Число зерен в колосе – важный показатель при отборе на продуктивность, его значения могут служить предпосылкой высокого урожая. По данному признаку были выделены сорта *Выбор* и В-934 – 45,5 и 44,6 шт. соответственно, линия – 27/2-11h787 – 42,4 шт.

Максимальная масса зерна в колосе сформирована у сорта В-934 – 2,0 г, высокой массой 1000 зерен отличались сорта Л-2377 и В-934 – 45,5 и 44,0 г соответственно, одинаковую – 41,3 г сформировали линии 27/2-11h787 и 35/1-14h 1171.

При анализе структуры урожая многорядного ячменя выявлено, что наибольший вклад в его вели-

чину внесли два элемента: длина колоса ($r = +0,52$) и масса 1000 зерен ($r = +0,51$).

За годы исследований установлена отрицательная зависимость между высотой растений и устойчивостью к полеганию не зависимо от условий года ($r = -0,36...-0,54$). Самая низкая высота (63 см), высокая устойчивость к полеганию (7,3 балла) зафиксирована у линии 35/1-14h 1171 (табл. 3).

Яровой ячмень подвержен болезням, которые приводят к снижению качества и урожайности зерна. Самые распространенные и опасные заболевания ячменя в регионе – гельминтоспориоз, включающий несколько видов пятнистостей (в основном темно-бурая и сетчатая), и мучнистая роса. Следует отметить, что все исследуемые сорта и линии имели к ним высокую устойчивость.

Повышенное содержание белка в сортах многорядного ячменя ограничивает его применение в пивоваренной индустрии, но делает его более ценным сырьем в кормовой промышленности. Максимальное количество белка имели сорт В-934 и линия 27/2-11h787 – 15,00 и 14,80 % соответственно.

Выводы. По результатам изучения сортов и селекционных образцов выделены сорт Л-2377 и линии 27/2-11h787, 35/1-14h 1171, 35/4-14h 1171, превосходящие другие номера по урожайности. Наибольшей зерновой продуктивностью, как средне-

Таблица 3.
Хозяйственно полезные свойства многорядного ячменя (2018–2020)

Сорт, линия	Высота, см	Устойчивость к полеганию, балл	Болезнь, балл			Содержание белка, %
			мухлятая роса	темно-бурая пятнистость	сеччатая пятнистость	
<i>Выбор</i>	76	5,3	8,3	7,3	7,7	14,40
<i>Л-2377</i>	85	6,0	8,5	7,7	6,6	12,73
<i>Волгодон</i>	73	6,0	8,0	7,7	7,3	14,10
<i>Гелиос</i>	73	6,3	8,6	8,0	7,7	13,85
<i>Herald</i>	78	5,3	8,3	7,3	7,3	12,31
<i>В-934</i>	83	6,3	8,7	7,7	7,7	15,00
<i>27/2-11h787</i>	74	6,0	8,7	8,0	7,0	14,80
<i>35/1-14h 1171</i>	68	7,3	8,0	7,7	7,7	13,99
<i>35/4-14h 1171</i>	75	6,7	8,1	7,5	7,8	14,34
Среднее	76	6,1	8,3	7,6	7,4	13,94

сортовой, так и в контрастных условиях характеризовалась линия 27/2-11h787.

На основании корреляционного анализа установлено, что урожай многорядного ячменя в большей степени определяется признаками: длина колоса и масса 1000 зерен. Сорта *Л-2377*, *Гелиос*, *В-934* и линии 27/2-11h787, 35/4-14h 1171, выделенные по комплексу признаков продуктивности, определяющих высокую урожайность, как исходный материал отличаются наибольшей селекционной ценностью.

Сорт *В-934* и линию 27/2-11h787, имеющие высокое содержание белка, целесообразно использовать в селекционном процессе для дальнейшего улучшения создаваемых фуражных форм ячменя.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник РАСХН. — 2005. — № 6. — С. 49–53.
2. Грязнов, А.А. Селекция ячменя в Северном Казахстане / А.А. Грязнов // Селекция и семеноводство. — 2000. — № 4. — С. 2–8.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Книга по требованию, 2012. — 352 с.
4. Животков, Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность» / Л.А. Животков, З.А. Морозова, Л.И. Секутаева // Селекция и семеноводство. — 1994. — № 2. — С. 3–6.
5. Козубовская, Г.В. Урожайность многорядного ярового ячменя разновидностей pallidum в сухостепной зоне / Г.В. Козубовская, В.И. Балакшина // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 2018. — 179 (4). — С. 67–73. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-4-67-73>.

6. Левакова, О. В. Изучение исходного материала ярового ячменя в целях использования его в селекционном процессе для Центрального региона РФ / О.В. Левакова // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2018. — № 2 (26). — С. 61–65. doi:10.24411/2309-348X-2018-10018.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур под ред. В.И. Головачева, Е.В. Кирилловской. — М., 2019. — 194 с.
8. Неттевич, Э.Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна / Э.Д. Неттевич, А.И. Моргунов, М.И. Максимиенко // Вестник сельскохозяйственной науки. — 1985. — № 1. — С. 66–73.
9. Пигорев, И.Я. Многорядный ячмень в условиях Черноземья лесостепи / И.Я. Пигорев, А.А. Тарасов, И.В. Ишков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2017. — № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoryadnyy-yachmen-v-usloviyah-chernozemya-lesostepi> (дата обращения: 20.10.2020).

LIST OF SOURCES

1. Goncharenko, A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur / A.A. Goncharenko // Vestnik RASKHN. — 2005. — № 6. — С. 49–53.
2. Gryaznov, A.A. Selekcija yachmenya v Severnom Kazahstane / A.A. Gryaznov // Selekcija i semenovodstvo. — 2000. — № 4. — С. 2–8.
3. Dospikhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospikhov. — М.: Книга по требованию, 2012. — 352 s.
4. Zhivotkov, L.A. Metodika vyavleniya potencial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnykh form ozimoy pshenicy po pokazatelyu «Urozhajnost'» / L.A. Zhivotkov, Z.A. Morozova, L.I. Sekutaeva // Selekcija i semenovodstvo. — 1994. — № 2. — С. 3–6.
5. Kozubovskaya, G.V. Urozhajnost' mnogoryadnogo yarovogo yachmenya raznovidnostej pallidum v suhostepnoj zone / G.V. Kozubovskaya, V.I. Balakshina // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. — 2018. — 179 (4). — С. 67–73. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-4-67-73>.
6. Levakova, O.V. Izuchenie iskhodnogo materiala yarovogo yachmenya v celyah ispol'zovaniya ego v selekcionnom processe dlya Central'nogo regiona RF / O.V. Levakova // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. — 2018. — № 2 (26). — С. 61–65. doi:10.24411/2309-348X-2018-10018.
7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur pod red. V.I. Golovacheva, E.V. Kirillovskoj. — М., 2019. — 194 s.
8. Nettevich, E.D. Povyshenie effektivnosti otbora yarovoj pshenicy na stabil'nost' urozhajnosti i kachestva zerna / E.D. Nettevich, A.I. Morgunov, M.I. Maksimenko // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. — 1985. — № 1. — С. 66–73.
9. Pigorev, I.Ya. Mnogoryadnyj yachmen' v usloviyah Chernozem'ya lesostepi / I.Ya. Pigorev, A.A. Tarasov, I.V. Ishkov // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. — 2017. — № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoryadnyy-yachmen-v-usloviyah-chernozemya-lesostepi> (data obrashcheniya: 20.10.2020).