

АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОЛОЗЕРНЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ СЕЛЕКЦИИ ОМСКОГО АНЦ

DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43

УДК 633.16:631.527:631.526.32(527.1)

Поступление/Received: 06.02.2019

Принято/Accepted: 06.03.2019

П. Н. НИКОЛАЕВ¹, О. А. ЮСОВА¹, Н. И. АНИСЬКОВ²,
И. В. САФОНОВА²

¹ Омский аграрный научный центр,
644012 Россия, г. Омск, пр. Королева, 26;
✉ 55asc@bk.ru

² Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических ресурсов
растений имени Н. И. Вавилова (ВИР),
190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44;
✉ i.safonova@vir.nw.ru

AGROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF HULLESS BARLEY CULTIVARS DEVELOPED AT OMSK AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER

P. N. NIKOLAEV¹, O. A. YUSOVA¹, N. I. ANISKOV²,
I. V. SAFONOVA²

¹ Omsk Agrarian Scientific Center,
26 Koroleva Ave., Omsk 644012, Russia;
✉ 55asc@bk.ru

² N. I. Vavilov All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources (VIR),
42-44 Bolshaya Morskaya St.,
St. Petersburg 190000 Russia;
✉ i.safonova@vir.nw.ru

Актуальность. Создание и внедрение в производство новых сортов голозерного ячменя, способных стабильно формировать высокий и качественный урожай зерна, крайне актуально на сегодняшний день. Объектами исследований являлись голозерные сорта ячменя: 'Омский голозерный 2', 'Омский голозерный 4' и 'Майский'. Цель исследований – агробиологическая характеристика сортов голозерного ячменя селекции Омского АНЦ. **Материалы и методы.** Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2015–2017 гг. на опытных полях Омского АНЦ, расположенных в южной лесостепи (третий селекционный севооборот по предшественнику пшеницы, четвертая культура после пара). Площадь делянки – 10 м², повторность 4-кратная. Норма высева – 4 млн всхожих зерен на 1 га. Агротехника проведения опытов общепринятая для Западно-Сибирского региона. Рассчитаны параметры стабильности и пластичности по S. A. Eberhart и W. A. Russell, C. Wricke, адаптивности – по Л. А. Животкову, гомеостатичности – по В. В. Хангильдину. Стрессоустойчивость и компенсаторную способность сорта рассчитывали по A. A. Rossielle и J. Hemblin. **Результаты.** Итогом многолетней селекционной работы Омского АНЦ стало создание трех голозерных сортов ячменя: 'Омский голозерный 2' (включен в Госреестр РФ по 9, 10 и 11 регионам); 'Омский голозерный 4' (передан на Государственное сортоиспытание в 2017 г.) и 'Майский' (не включен в Госреестр РФ). Новый сорт ячменя 'Омский голозерный 4' с учетом повышенной продуктивности (+1,36 г к сорту-стандарту (st.) по массе 1000 зерен и +0,73 т/га к сорту 'Майский') по выходу питательных веществ с единицы площади находился на уровне стандарта 'Омский голозерный 2', но превышал сорт 'Майский' (+47,2 кг/га белка, +390 кг/га крахмала и +42,4 кг/га сырого жира). Также 'Омский голозерный 4' характеризовался стабильностью ($\sigma^2d = 4,8$), повышенной компенсаторной способностью ($\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2} = 3,29$) и адаптивностью (КА = 103%). Наблюдалось повышение урожайности при улучшении условий выращивания ($bi = 1,25$; $Wi = 0,344$). Сорт 'Майский' имел повышенную стрессоустойчивость ($Y_{min} - Y_{max} = -1,35$), стандартный сорт 'Омский голозерный 2' – гомеостатичность ($Hom = 0,118$). Таким образом, 'Омский голозерный 4' обладает повышенной адаптивностью и стабильностью по сравнению с предшествующими сортами.

Ключевые слова: яровой голозерный ячмень, сорт, белок, жир, урожайность, стабильность, пластичность, гомеостатичность

Background. An extremely important task today is to develop new hulless barley cultivars, capable of yielding large and high-quality grain harvests, and introduce them into agricultural production. Objective. The purpose was to study three hulless barley cultivars 'Omsky golozerny 2', 'Omsky golozerny 4' and 'Maysky', developed at Omsk Agrarian Scientific Center, in order to describe their agrobiological characteristics. **Materials and methods.** The experimental part of the work was carried out in 2015–2017 on the experimental fields of Omsk ASC in the southern forest steppe (third crop rotation after the wheat predecessor; fourth crop after fallow). There were 4 replications on the plot of 10 m². The seeding rate was 4 million viable seeds per 1 ha. Agricultural practice used in the experiments was conventional for West Siberia. Parameters of stability and plasticity were calculated according to Eberhart and Russell, Wricke; adaptability, according to Zhivotkov; homeostasis, according to Khangildin; stress tolerance and compensatory ability, according to Rossielle and Hemblin. **Results.** Many years of breeding work at Omsk ASC resulted in the development of three hulless barley cultivars: 'Omsky golozerny 2' (listed in the State Register of the Russian Federation for regions 9, 10 and 11), 'Omsky golozerny 4' (submitted for the State Crop Variety Trials in 2017), and 'Maysky' (not included in the State Register). The new hulless barley cultivar 'Omsky golozerny 4', considering its higher productivity (+1.36 g to the reference in 1000 grain weight, and +0.73 t/ha to cv. 'Maysky'), in the yield of nutrients per area unit equaled the reference 'Omsky golozerny 2', but exceeded 'Maysky' (+47.2 kg/ha of protein, +390 kg/ha of starch, and +42.4 kg/ha of crude fat). 'Omsky golozerny 4' was also characterized by stability (stability = 4.8), increased compensatory ability (3.29) and adaptability (103%). There was an increase in productivity with improved growing conditions (ecological plasticity = 1.25). 'Maysky' had higher stress tolerance (–1.35), while the reference 'Omsky golozerny 2' showed increased homeostasis (0.118). Thus, 'Omsky golozerny 4' exceeded the previous two cultivars in adaptability and stability.

Key words: spring barley, cultivar, protein, fat, yield, stability, plasticity, homeostasis

Введение

В связи с глобальными климатическими изменениями проблема создания и использования в сельскохозяйственном производстве сортов с повышенными приспособительными качествами приобретает особую актуальность (Gostev et al., 2017). С учетом климатических факторов, потребностей и спроса производства на сегодняшний день приоритетным направлением исследований становится селекция на высокую продуктивность и адаптивность к местным природно-климатическим факторам (Plant Breeding, 2001), экологическую пластичность (Murugova, 2016), а также устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам (Robinson et al., 2007; Sarkar et al., 2014).

Ячмень – одна из наиболее распространенных кормовых культур, возделываемых в России. В настоящее время значительно возрос интерес к голозерным сортам ячменя (Gryaznov et al., 2016; Gubanova, Gubanov, 2015), у которых цветочные чешуи не срываются с зерном, поэтому на семене не образуется пленок (которые составляют 10-12% массы зерна). В группу голозерных разновидностей ячменя входят: многорядный голозерный – *Hordeum vulgare* L. convar. *coeleste* (L.) A. Trof. var. *coeleste* L. – и двурядный голозерный – *H. vulgare* L. convar. *nudum* (L.) A. Trof. var. *nudum* L. Голозерный ячмень обеспечивает альтернативный источник протеина хорошего качества и метаболической энергии в животноводстве, так как не требует дополнительных затрат на удаление пленок зерна. Голозерные сорта ячменя имеют существенные преимущества перед пленчатыми по энергетическим свойствам благодаря высокому содержанию белка и крахмала (Zhelezov et al., 2013).

К сожалению, голозерный ячмень – новая малораспространенная культура для России. В связи с этим создание и внедрение в производство новых сортов голозерного ячменя, способных формировать высокий и качественный урожай зерна, является крайне актуальным на сегодняшний день.

Цель исследований – агробиологическая характеристика сортов голозерного ячменя селекции Омского АНЦ.

Материалы и методика проведения исследований

Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2015–2017 гг. на опытных полях Омского аграрного научного центра (г. Омск), расположенных в южной лесостепи. Почва – чернозем обыкновенный выщелоченный; содержание гумуса – 6–7%. Площадь делянки – 10 м², повторность 4-кратная. Норма высева – 4 млн всхожих зерен на 1 га. Посев произведен селекционной сеялкой ССФК-7; третий селекционный севооборот по предшественнику пшеницы, четвертая культура после пара. Агротехника проведения опытов общепринятая для Западно-Сибирского региона. Уборка проведена в фазу полной спелости селекционным комбайном Неже 125.

Объектом исследований служили голозерные сорта ячменя селекции Омского АНЦ. Проведена математическая обработка данных (Dospikhov, 1985; Multivariate analysis, 2001), рассчитаны параметры стабильности, пластичности и гомеостатичности (Wricke, 1962; Eberhart, Russell, 1966; Khangildin, 1979; Zhivotkov et al., 1994), а также стрессоустойчивости (Rossielle, Hemblin, 1981; Goncharenko, 2005).

Климатические условия в годы исследований были достаточно контрастными и довольно полно отражали особенности южной лесостепной зоны Омской области. Так, засушливые условия наблюдались в 2014 и 2015 г. (ГТК = 0,69 и 0,80). Достаточным увлажнением отличался период вегетации 2016 г. (ГТК = 0,99). Согласно дан-

ным диаграммы (рис. 1), превышение среднесуточных данных по температуре наблюдалось в мае (+0,3, +2,8°C к норме), июне (+0,6, +2,9°C), а также июле (+0,3, +3,4°C) 2015 и 2016 гг. на фоне достаточного увлажнения в данные месяцы (5,4 ÷ 45 мм осадков в мае; 27,3 ÷ 96,2 в июне и 27,3 ÷ 108,0 в июле). Температура воздуха в августе была существенно ниже среднесуточных данных (–0,8 ÷ –2,4°C) в период вегетации 2015 г. и превышала среднесуточные данные в 2016 г. (+1,3°C). Вегетационный период 2017 г. в целом можно охарактеризовать как сухой и достаточно жаркий. Выпадение осадков носило неравномерный характер с недобором в июне (–26,7% от среднесуточных) и августе (–73,6%). Температура воздуха превышала среднесуточную в мае, июне и августе (+1,6 ÷ 2,1°C к норме). В июле недобор тепла составил 1,1°C.

Результаты исследований

В мировой коллекции среди ячменей имеется большое количество голозерных форм, которые характеризуются повышенным качеством зерна на фоне низкой урожайности (Tsandekova, Neverova, 2017). В настоящее время в Государственный сортовой реестр РФ внесены четыре голозерных сорта: 'Нудум 95', 'Омский голозерный 1', 'Оскар' (двурядные), 'Омский голозерный 2' (многорядный) (Gryaznov, 2017). В 2017 г. на Государственное сортоиспытание передан новый многорядный голозерный сорт ячменя 'Омский голозерный 4' селекции Омского АНЦ. Ниже представлена агробиологическая характеристика перечисленных сортов.

'Омский голозерный 2' выведен в Сибирском научно-исследовательском институте сельского хозяйства СО РАСХН (Омский АНЦ) методом сложных скрещиваний сортов [(Голозерный × Нутанс 4304) × Рикотензе + паллидум 4414] с последующим индивидуальным отбором растений в F₃.

'Омский голозерный 2' относится к лесостепной экологической группе сортов, среднеспелый. Тип развития сорта яровой, разновидность – целесте. Сорт высокорослый (высота растений 85–111 см), куст полупрямостоячий, толщина и прочность стебля высокая, соломина прочная, окраска стеблевых узлов коричневая. Лист широкий, влагалище нижних листьев без опушения. Встречаемость растений с наклоненным флажковым листом низкая. Форма колоса в поперечном разрезе прямоугольная. Колос цилиндрический, шестирядный, остистый, соломенно-желтый, рыхлый, средней длины, полупрямостоячий. Ушки серповидные светлые, антоциановая окраска ушек слабая, язычок обыкновенный. Цветочные чешуи не сросшиеся с зерновкой, грубые, глянцевитые, в отдельные годы с антоциановой окраской, исчезающей при созревании. Щетинка узкая, коротковолосистая, переход цветочной чешуи в ость постепенный. Зерно желтое, голое, полуокруглое, средней крупности, масса 1000 зерен – 40,4 г.

За годы испытаний сорт ячменя 'Омский голозерный 2' показал себя как иммунный ко всем видам головни, по устойчивости к болезням значительно превышал сорт 'Омский голозерный 1'. Согласно описанию морфологических особенностей сорта, 'Омский голозерный 2' соответствует требованиям однородности и стабильности. Сорт включен в Госреестр по Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам. Патент № 4075 зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений РФ 29.05.2008 г.

'Омский голозерный 4' (Целесте 4869) выведен в Сибирском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (Омский АНЦ) путем гибридизации сортов (Нутанс 4621 × Омский голозерный 2) с последующим индивидуальным отбором в F₃.

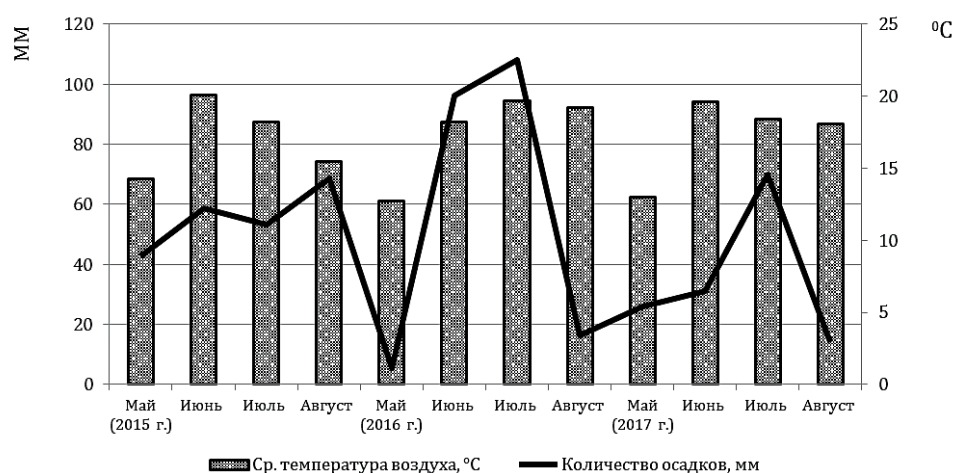


Рисунок. Климатическая характеристика периодов вегетации 2015–2017 гг.

Figure. Climate characteristics of the 2015–2017 growing seasons

‘Омский голозерный 4’ относится к лесостепной экологической группе сортов, засухоустойчив, среднеспелый. Тип развития яровой, разновидность – целесте. Куст полупрямостоячий, толщина и прочность стебля средние, окраска стеблевых узлов коричневая. Лист широкий, влагалища нижних листьев без опушения. Встречаемость растений с наклоненным флажковым листом средняя. Ушки серповидные светлые, антоциановая окраска слабая. Язычок обыкновенный. Колос цилиндрический, шестирядный, остистый, соломенно-желтый, рыхлый, средней длины, полупрямостоячий. Форма колоса в поперечном разрезе прямоугольная, цветочные чешуи не сросшиеся с зерновкой, грубые, глянцевитые. В отдельные годы – с антоциановой окраской, исчезающей при созревании. Переход цветочной чешуи в ость постепенный. Нервация цветочной чешуи слабо выражена. Ости длинные, расположены параллельно колосу, легко осыпаются при созревании, желтые, имеется зазубренность краев. В отдельные годы проявляется антоциановая окраска кончиков остей. Щетинка узкая, коротковолосистая, переход цветочной чешуи в ость постепенный. Первый сегмент колосового стержня со слабым изгибом. Зерно средней крупности, желтое, голое, полукруглое.

За годы испытаний сорт ‘Омский голозерный 4’ на искусственном инфекционном фоне проявил практическую устойчивость к черной и пыльной головне (поражение 0 – 2%), слабую восприимчивость к каменной головне (поражение 7,4 – 11,8%) и по устойчивости к поражению головневыми болезнями значительно превысил стандартный сорт ‘Омский голозерный 2’. Сорт передан на Государственное сортоиспытание в 2017 г. по Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам.

‘Майский’ (Нудум 4785) выведен в Сибирском науч-

но-исследовательском институте сельского хозяйства СО РАСХН (Омский АНЦ) методом гибридизации сортов [(Голозерный × Нутанс 4304) × Линия 728/94] с последующим индивидуальным отбором.

Сорт относится к лесостепной экологической группе, среднеспелый (вегетационный период от всходов до созревания составляет 76–89 суток), устойчив к полеганию и осыпанию. Тип развития яровой, разновидность – нудум. Сорт среднерослый, высота растения 65–85 см, соломина прочная, опушение листовых влагалищ на нижних листьях отсутствует. Колосья двурядные, остистые, желтые, цилиндрической формы, средней длины, рыхлые. Антоциановая окраска кончиков ости отсутствует. Ости длинные, расположены вдоль колоса (параллельно), желтые, зазубрены от основания или после $\frac{1}{3}$ длины ости. Цветочные чешуи не сросшиеся с зерновкой, грубые, глянцевитые. В отдельные годы – с антоциановой окраской, исчезающей при созревании. Наблюдается длинное опушение основной щетинки зерна, опушение брюшной бороздки зерновки отсутствует. Зерно буровато-желтое, голое, крупное. Масса 1000 зерен – 48,0–50,9 г.

Сорт слабовосприимчив к поражению черной и каменной головней, устойчив к пыльной. По продуктивности сорт ‘Майский’ относится к высокоурожайным в условиях Западной Сибири. Сорт не включен в Госреестр РФ, но используется в селекционной работе в качестве исходного материала.

Содержанию белка как одному из основных показателей качества зерна в настоящее время уделяется большое внимание (Robinson et al., 2007). Анализ качества зерна ячменя свидетельствует о том, что новый сорт ячменя ‘Омский голозерный 4’, в среднем за три последних года, имел 13,6% белка (табл. 1), что на уровне стандартного сорта ‘Омский голозерный 2’ (13,84%), но ниже

Таблица 1. Характеристика голозерных сортов ячменя по продуктивности и качеству зерна, среднее за 2015–2017 гг.

Table 1. Grain yield and quality characteristics of hulless barley cultivars, average for 2015–2017

Сорт	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Белок		Крахмал		Сырой жир	
			$\bar{x}$, %	Сбор с 1 га, кг/га	$\bar{x}$, %	Сбор с 1 га, т/га	$\bar{x}$, %	Сбор с 1 га, кг/га
Омский голозерный 2, st.	3,48	40,34	13,84	392,1	63,84	1,93	2,61	75,80
Майский	2,91	49,12	14,48	342,5	66,03	1,65	1,91	49,60
Омский голозерный 4	3,64	41,70	13,60	389,7	64,33	2,04	3,00	92,00
НСР ₀₅	–	1,21	0,53	–	1,11	–	0,68	–
$S_{\bar{x}}$	0,19	–	–	11,57	–	0,11	–	6,51

чем у последнего переданного на ГСИ голозерного сорта 'Майский' (14,48%). Масса 1000 зерен, в среднем, составила 41,70 г, что на 1,36 г выше стандарта.

По энергетической ценности зерна, а это, прежде всего, содержание сырого жира, 'Омский голозерный 4' имел достоверное преимущество (+0,39% к st. и +1,09% к сорту 'Майский'). Также наблюдалась повышенная крахмалистость зерна нового сорта (+0,49% к st.), которая, по мнению зарубежных авторов, положительно коррелирует с массой 1000 зерен и урожайностью (Baker et al., 1968).

Анализ сортов ячменя по сбору с единицы площади основных питательных элементов показал, что 'Омский голозерный 4' по данным показателям находится на уровне стандарта (сбор белка 389,7 кг/га, крахмала 2,04 т/га, сырого жира 92,0 кг/га). По отношению к последнему переданному на ГСИ голозерному сорту 'Майский' у нового сорта 'Омский голозерный 4', за счет повышенной урожайности (+0,73 т/га) наблюдалась прибавка по сбору белка, крахмала и сырого жира (+47,2, +39,0 и +42,4 кг/га соответственно).

Таким образом, новый сорт 'Омский голозерный 4' с учетом повышенной продуктивности дает возможность получать наибольший выход питательных веществ с единицы площади.

Создание и использование сортов голозерного ячменя, наиболее перспективных для определенного региона, требует их характеристики по адаптивности, пластичности, стабильности и стрессоустойчивости с целью выявления экологической ниши данных сортов (Nikolaev et al., 2018; Popolzhukhin et al., 2018). Для получения достоверной оценки адаптивного потенциала сортов целесообразно проводить их экологическое испытание с использованием различных статистических методов оценки (Kadi et al., 2010; Saad et al., 2013).

Часто причиной высокого потенциала урожайности, но низкой его реализации в экстремальные годы может являться недооценка в селекционной работе крайне важного признака – экологической пластичности (Sadras, Slafer, 2012). Согласно методике S. A. Eberhart и W. A. Russell

(1966), показатель пластичности (b_i) показывает реакцию сортов на изменение условий выращивания. Чем выше значение коэффициента ($b_i > 1$), тем большей отзывчивостью обладает данный сорт. Наиболее отзывчив на улучшение условий выращивания сорт 'Омский голозерный 4' ($b_i = 1,25$); он увеличивал свою урожайность на 1,25 т/га при среднем повышении урожайности на 1,0 т/га (табл. 2). Также данный сорт формировал наиболее стабильную урожайность ($\sigma^2 d = 4,8$).

Устойчивость сортов к стрессу имеет отрицательный знак, и чем он меньше, тем выше стрессоустойчивость сорта (Rossielle, Hemblin, 1981). Наиболее стрессоустойчив сорт 'Майский' ($Y_{min} - Y_{max} = -1,35$). Среднее значение максимальной и минимальной урожайности отражает продуктивность в контрастных условиях, его компенсаторную способность. Данной характеристике соответствовал сорт 'Омский голозерный 4' ($\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2} = 3,29$).

C. Wricke (1962) предложил сумму квадратов взаимодействия делить на две части (эквиваленты W_i), которые отдельные генотипы вносят в этот компонент анализа. Автором доказано, что чем меньше доля, вносимая сортом во взаимодействие «генотип × среда», тем он пластичнее в испытываемых условиях произрастания. В нашем опыте перечисленным требованиям соответствовал сорт 'Омский голозерный 4' ($W_i = 0,344$).

В. В. Хангильдин (Khangildin, 1979) для расчета адаптивности использовал показатель гомеостатичности (Hom). Он считал, что мерой гомеостаза служит способность сорта к меньшему снижению урожая при ухудшении условий выращивания. В нашем случае максимальная гомеостатичность зафиксирована у сорта 'Омский голозерный 4' ($Hom = 0,116$), что на уровне стандарта ($Hom = 0,118$).

А. А. Животков (Zhivotkov et al., 1994) при определении адаптивности сорта (KA) рассчитывал отношение урожайности каждого из испытываемых сортов к среднесортowej урожайности сорта. Перевод абсолютных величин в проценты позволяет сравнивать поведение сортов. В наших исследованиях наиболее адаптивен сорт 'Омский голозерный 4' ($KA = 103\%$).

Таблица 2. Показатели адаптивной способности голозерных сортов ячменя, в среднем за 2015–2017 гг.

Table 2. Adaptability indices of hulless barley cultivars, average for 2015–2017

Сорт	По S. A. Eberhart, W. A. Russell		По A. A. Rossielle, J. Hemblin		По C. Wricke	По В. В. Хангильдину	По А. А. Животкову
	b_i	$\sigma^2 d$	$Y_{min} - Y_{max}$	$\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2}$	W_i	Hom	$KA, \%$
Омский голозерный 2, st.	1,16	5,2	-2,17	2,90	0,408	0,118	98,0
Омский голозерный 4	1,25	4,8	-2,27	3,29	0,344	0,116	103,0
Майский	0,92	5,8	-1,35	3,04	0,919	0,171	99,0
$S_{\bar{x}}$	0,08	0,3	0,29	0,11	0,050	0,018	1,5

b_i – экологическая пластичность; $\sigma^2 d$ – стабильность; $Y_{min} - Y_{max}$ – устойчивость к стрессу; $\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2}$ – компенсаторная способность сорта; W_i – пластичность сорта; Hom – гомеостатичность; KA – коэффициент адаптивности.

Закключение

1. Результатом многолетней селекционной работы Омского АНЦ стало создание трех голозерных сортов ячменя: 'Омский голозерный 2' (включен в Госреестр РФ по 9, 10 и 11 регионам); 'Омский голозерный 4' (передан на Государственное сортоиспытание в 2017 г.); 'Майский' (не включен в Госреестр РФ, но используется в селекционной работе в качестве исходного материала).

2. Новый сорт ячменя 'Омский голозерный 4', с учетом повышенной продуктивности (+1,36 г к st. по массе 1000 зерен и +0,73 т/га к сорту 'Майский'), имел выход питательных веществ с единицы площади на уровне стандарта 'Омский голозерный 2', но превышал сорт 'Майский' (+47,2 кг/га белка, +390 кг/га крахмала и +42,4 кг/га сырого жира).

3. Положительными характеристиками сорта 'Омский голозерный 4' являлись повышение урожайности при улучшении условий выращивания ($bi = 1,25$; $Wi = 0,344$) и стабильность $\sigma_d^2 = 4,8$). Также данный сорт обладал повышенной компенсаторной способностью ($\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2} = 3,29$) и адаптивностью ($KA = 103\%$).

4. Стандартный сорт 'Омский голозерный 2' характеризовался повышенной гомеостатичностью ($Hom = 0,118$), сорт 'Майский' – стрессоустойчивостью ($Y_{min} - Y_{max} = -1,35$).

References/Литература

- Baker R., Bendelov V., Buhannen K. (1968) Early generation inheritance of malting quality characters in barley cross. *Crop. Sci.*, vol. 8, no. 4, 55 p.
- Dospekhov B. A. (1985) Methodology of field trial (Metodika polevogo opyta). Moscow: Agropromizdat, 352 p. [in Russian] [Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.].
- Eberhart S. A., Russell W. A. (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, vol. 6, no.1, pp. 36-40.
- Goncharenko A. A. (2005) On adaptability and sustainability of cereal crop cultivars (Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoychivosti sortov zernovykh kultur). *Bulletin of the RAAS (Vestnik RASKhN)*, no. 6, pp. 49-53 [in Russian] [Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 49-53].
- Gostev A. V., Pykhtin A. I., Nitchenko L. B. (2017) The influence of technologies on productivity of cereal crops in the Central Region of Russia (Vliyaniye tekhnologii na urozhaynost zernovykh kultur v usloviyakh Tsentralnogo regiona Rossii). *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*, no. 17(32), pp. 625-630 [in Russian] [Гостев А. В., Пыхтин А. И., Нитченко Л. Б. Влияние технологий на урожайность зерновых культур в условиях Центральной России // Международная мультидисциплинарная научная Геоконференция СГЭМ, 2017, № 17(32). С. 625-630]. DOI: 10.5593/sgem2017/32/S13.081
- Gryaznov A. A. (2017) Peculiarities of breeding work with hulless barley (Osobennosti selektsionnoy raboty s голозерным yachmenem). *News of Higher Education Institutions. Ural Region (Izvestiya vysshykh uchebnykh zavedeniy. Uralskiy region)*, no. 2, pp. 103-109 [in Russian] [Грязнов А. А. Особенности селекционной работы с голозерным ячменем // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. 2017. № 2. С. 103-109].
- Gryaznov A. A., Kusheva O. V., Minaev E. A. (2016) The use of hulless barley varieties in animal husbandry (Ispolzovaniye sortov голозерного yachmenya v zhivotnovodstve). *Feeding of agricultural animals and fodder production (Kormleniye selskokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo)*, no. 6, pp. 16-21 [in Russian] [Грязнов А. А., Кущева О. В., Минаев Е. А. Использование сортов голозерного ячменя в животноводстве // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2016, № 6. С. 16-21].
- Gubanova V. M., Gubanov M. V. (2015) Studying hulless genotypes according to their productivity, biochemical composition and physical properties of seeds in the northern forest steppe of Tyumen Province (Izucheniye голозерных sortobraztsov po produktivnosti, biokhimicheskomu sostavu i fizicheskim svoystvam semyan v severnoy lesostepi Tyumenskoй oblasti). *National Association of Scholars (Natsionalnaya Assotsiatsiya Uchenykh)*, no. 3-7(8), pp. 5-58 [in Russian] [Губанова В. М., Губанов М. В. Изучение голозерных сортообразцов по продуктивности, биохимическому составу и физическим свойствам семян в северной лесостепи Тюменской области // Национальная Ассоциация Ученых. 2015. № 3-7(8). С. 56-58].
- Kadi Z., Adjel F., Bouzerzour H. (2010) Analysis of the genotype X environment interaction of barley grain yield (*Hordeum vulgare* L.) under semi-arid conditions. *Advances in Environmental Biology*, no. 4(1), pp. 34-40.
- Khangildin V. V. (1979) The homeostasis of grain harvest components and the prerequisites for the development of a spring wheat cultivar model. Genetic analysis of quantitative plant characteristics (Gomeostaz komponentov uroznya zerna i predposylki k sozdaniyu modeli sorta yarovoy pshenitsy. Geneticheskiy analiz kolichestvennykh priznakov rasteniy). Ufa: BF ANSSSR, pp. 5-39 [in Russian] [Хангильдин В. В. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы. Генетический анализ количественных признаков растений. Уфа: БФ АНСССР, 1979. С. 5-39].
- Multivariate analysis of traits determining adaptation in cultivated barley (2001) (Mnogofaktorny analiz priznakov, opredelyayushchikh adaptatsiyu v kultiviruyemom yachmene). *Plant Breeding (Selektsiya)*, no. 120(3), pp. 217-222 [in Russian] [Многофакторный анализ признаков, определяющих адаптацию в культивируемом ячмене // Селекция растений, 2001, № 120(3). С. 217-222]. DOI: 10.1046/j.1439-0523.2001.00599.x
- Murugova G. A. (2016) Assessment of the source material of spring barley according to ecological plasticity in Primorsky Territory (Otsenka iskhodnogo materiala yarovogo yachmenya po ekologicheskoy plastichnosti v usloviyakh Primorskogo kraya). *Agricultural Bulletin of Primorye (Agrarny vestnik Primorya)*, no. 3(3), pp. 26-30 [in Russian] [Муругова Г. А. Оценка исходного материала ярового ячменя по экологической пластичности в условиях Приморского края // Аграрный вестник Приморья. 2016. № 3(3). С. 26-30].
- Nikolaev P. N., Aniskov N. A., Yusova O. A. (2018) Plasticity, stability and adaptability of grain quality of spring barley varieties in the conditions of Omsk region (Plastichnost, stabilnost i adaptivnost kachestva zerna sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Omskoy oblasti). *Bulletin of Ulyanovsk State Agricultural Academy (Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii)*, no. 1, pp. 43-49 [in Russian] [Николаев П. Н., Анисков Н. А., Юсова О. А. Пластичность, стабильность и адаптивность качества зерна сортов ярового ячменя в условиях Омской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 43-49]. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-1-43-48
- Popolzhukhin P. V., Nikolaev P. N., Aniskov N. A., Yusova O. A., Safonova I. V. (2018) Evaluation of productivity and adaptive properties of spring barley varieties under conditions of the Siberian Irtysh region (Otsenka produktivnosti i adaptivnykh svoystv sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Sibirskogo Priirtyshya). *Arable Farming (Zemledeliye)*, no. 3, pp. 40-43 [in Russian] [Поползухин П. В., Николаев П. Н., Анисков Н. И., Юсова О. А., Сафонова И. В. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья // Земледелие. 2018. № 3. С. 40-43]. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309
- Robinson L. H., Juttner J., Milligan A., Lahnstein J., Eglinton J. K., Evans D. E. (2007) The identification of a barley haze active protein that influences beer haze stability: Cloning and characterisation of the barley SE protein as a barley trypsin inhibitor of the chloroform/methanol type. *Journal of Cereal Science*, no. 45(3), pp. 343-352. DOI: 10.1016/j.jcs.2006.08.012
- Rosselle A. A., Hemblin J. (1981) Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop. Sci.*, vol. 21, no. 6, pp. 27-29.
- Saad F. F., El-Mohsen A. A., Al-Soudan I. H. (2013) Parametric statistical methods for evaluating barley genotypes in multi-environment trials. *World Essays Journal*, no. 1(4), pp. 125-136.
- Sadras V. O., Slafer G. A. (2012) Environmental modulation of yield components in cereals: Heritabilities reveal a hierarchy of phenotypic plasticities. *Field Crops Research*, pp. 215-224. DOI: 10.1016/j.fcr.2011.11.014
- Sarkar B., Ram Sh., Verma R. P. S., Sarkar A. (2014) Identifying

superior feed barley genotypes using GGE biplot for diverse environments in India. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, no. 1(74), pp. 26-33. DOI: 10.5958/j.0975-6906.74.1.004

Tsandekova O. L., Neverova O. A. (2017) Features of hullless barley in grain productivity and quality evaluation (review) (Osobennosti голозерного ячменя в otsenke produktivnosti i kachestva zerna (obzor)). *Grain Economy of Russia (Zernovoye khozyaystvo Rossii)*, no. 5(53), pp. 12-15 [in Russian] (Цандекова О. Л., Неверова О. А. Особенности голозерного ячменя в оценке продуктивности и качества зерна (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 12-15).

Wricke C. (1962) Under line method zur Ertassung der ecologischen Strenbreite in Feldversuchen *Z. Pflanzenzüchtung*, vol. 47, no. 1, pp. 92-96.

Zheleznov A. V., Kokoev T. V., Zheleznova N. B. (2013) Hullless barley: origin, distribution and prospects of use (Yachmen голозерный: proiskhozhdeniye, rasprostraneniye i per-

spektivy ispolzovaniya). *Vavilov Journal of Genetics and Breeding (Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii)*, vol. 17, no. 2, pp. 286 - 297 [in Russian] (Железнов А. В., Кукоев Т. В., Железнова Н. Б. Ячмень голозерный: происхождение, распространение и перспективы использования // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17, № 2. С. 286-297).

Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. (1994) A method for identifying potential productivity and adaptability of winter wheat cultivars and breeding forms according to the 'yield' parameter (Metodika vyyavleniya potentsialnoy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu «urozhaynosti»). *Plant Breeding and Seed Production (Selektsiya i semenovodstvo)*, no. 2, pp. 3-6 [in Russian] (Животков Л. А., Морозова З. А., Секатюева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3-6).

Прозрачность финансовой деятельности/The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования/How to cite this article

Николаев П. Н., Юсова О. А., Анисков Н. И., Сафонова И. В. Агробиологическая характеристика голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019; 180(1): 38-43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43

Nikolaev P. N., Yusova O. A., Aniskov N. I., Safonova I. V. Agrobiological characteristics of hullless barley cultivars developed at Omsk Agrarian Scientific Center. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2019; 180(1): 38-43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы/The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Дополнительная информация/Additional information

Полные данные этой статьи доступны/Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-38-43>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы/The journal's opinion is neutral to the presented materials, the author, and his or her employer

Все авторы одобрили рукопись/All authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует/No conflict of interest