

ПРОДУКТИВНОСТЬ И СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ОМСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

П.Н. Николаев¹, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции зернофуражных культур, nikolaev@anc55.ru, ORCID ID: 0000-0002-5192-2967;

О.А. Юсова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией биохимии и физиологии растений, yusova@anc55.ru, ORCID ID: 0000-0003-3679-8985;

Н.И. Анисков², доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела генетических ресурсов овса, ржи и ячменя, ORCID ID 0000-0002-7819-8286;

И.В. Сафонова², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела генетических ресурсов овса, ржи и ячменя, i.safonova@vir.nw.ru, ORCID ID: 0000-0001-8138-930X

¹ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,

644012, г. Омск, пр. Королева, д. 26.

²ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42–44.

Новые создаваемые сорта должны быть не только высокоурожайными, но и адаптивными. В этом плане Омский аграрный центр, безусловно, является одним из лидеров селекции ячменя ярового (создано 23 сорта). Новые сорта должны отвечать как актуальным запросам сельхозтоваропроизводителей, так и агротехнологическим требованиям в соответствии с достижениями науки и производства. В этой связи цель наших исследований – определение параметров адаптивности омских сортов ячменя. Представлены результаты исследований 2015–2019 годов. Объект исследований: сорта и линии двурядной пленчатой группы Омский 95 (стандарт), Саша, Подарок Сибири, Омский 100, Омский 101, Медикум 4867, Нутанс 4883, Нутанс 4812; Многорядные пленчатые – Омский 99 (стандарт), Рикотензе 4885, Паллидум 4861; Многорядные голозерные – Омский голозерный 2 (стандарт), Омский голозерный 4. Проведены расчеты следующих параметров адаптивности: коэффициент адаптивности (по Животкову), коэффициент отзывчивости на благоприятные условия выращивания (по Зыкину), стрессоустойчивость и компенсаторная способность (по Гончаренко), пластичность (по Баранскому и по Грязнову), вариабельность признака и коэффициент агрономической стабильности (по Доспехову). Окончательную оценку реакции сортов на условия возделывания необходимо проводить по сумме рангов, учитывая, что первый ранг самый высокий. Исследуемые сорта характеризовались урожайностью на уровне $5,2 \pm 0,97$ т/га. Отмечена достоверная прибавка у всех сортов ($+0,13 \dots +0,90$ т/га к ст.). Наибольший вклад в варьирование урожайности внесли условия года (65%); доля влияния генотипа сорта составила 19%. Согласно сумме рангов по проведенным исследованиям, для условий южной лесостепи Западной Сибири наиболее адаптивные в группе двурядных пленчатых следующие сорта: Саша, Омский 100, Омский 101 и линия Нутанс 4883 (сумма рангов = 45–49); в группе многорядных пленчатых – линия Рикотензе 4885 (сумма рангов = 46); в группе многорядных голозерных – Омский голозерный 2 (стандарт) и Омский голозерный 4 (сумма рангов = 86 и 87).

Ключевые слова: сорт, яровой ячмень, урожайность, адаптивность, пластичность, стабильность, стрессоустойчивость, ранг.

Для цитирования: Николаев П.Н., Юсова О.А., Анисков Н.И., Сафонова И.В. Продуктивность и стрессоустойчивость сортов ярового ячменя омской селекции в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. Т. 14. № 2. С. 24–28. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-24-28.



PRODUCTIVITY AND STRESS RESISTANCE OF THE OMSK SPRING BARLEY VARIETIES IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

P.N. Nikolaev¹, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for breeding of grain and forage crops, nikolaev@anc55.ru, ORCID ID: 0000-0002-5192-2967;

O.A. Yusova¹, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for plant biochemistry and physiology, yusova@anc55.ru, ORCID ID: 0000-0003-3679-8985;

N.I. Aniskov², Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the department of genetic resources of oats, rye and barley, ORCID ID 0000-0002-7819-8286;

I.V. Safonova², Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of genetic resources of oats, rye and barley, i.safonova@vir.nw.ru, ORCID ID: 0000-0001-8138-930X

¹Omsk Agricultural Research Center,

644012, Omsk, Akademik Korolev Av., 26;

²All-Russian Institute of genetic resources of plants named after N.I. Vavilov, 190031, Saint-Petersburg, Bolshaya Morskaya Str., 42/44

Newly developed varieties should be not only highly productive, but also adaptable. In this regard, the Omsk Agricultural Center is certainly one of the leaders in spring barley breeding (23 varieties have been created). New vari-

eties should meet both the current needs of agricultural producers and agro-technological requirements in accordance with the achievements of science and production. In this regard, the purpose of the current study was to determine adaptability parameters of the Omsk barley varieties. There have been presented the study results of 2015–2019. The objects of the study were the two-row hulled varieties and lines 'Omsky 95' (standard), 'Sasha', 'Podarok Sibiri', 'Omsky 100', 'Omsky 101', 'Medikum 4867', 'Nutans 4883', 'Nutans 4812'; the multi-row hulled varieties and lines 'Omsk 99' (standard), 'Rikotense 4885', 'Pallidum 4861'; the multi-row hulls varieties and lines 'Omsk golozerny 2' (standard), 'Omsk golozerny 4'. There have been estimated such adaptability parameters as coefficient of adaptability (according to Zhivotkov), coefficient of responsiveness to favorable growing conditions (according to Zykin), stress resistance and compensatory ability (according to Goncharenko), adaptability (according to Baransky and Gryaznov), trait variability and coefficient of agronomic stability (according to Dospekhov). The final estimation of the response of varieties to cultivation conditions had to be carried out by the sum of the ranks, taking into account that the first rank was the highest. The studied varieties were characterized by productivity of 5.2 ± 0.97 t/ha. There was identified a significant increase for all varieties ($+0.13 \dots +0.90$ t/ha to standard). The greatest contribution to the yield variation was made by the year conditions (65%); the share of a variety genotype effect was 19%. According to the sum of ranks, for the southern forest-steppe of Western Siberia, the most adaptive varieties among the two-row hulled varieties and lines were 'Sasha', 'Omsky 100', 'Omsky 101' and 'Nutans 4883' (sum of ranks = 45–49). Among multi-row hulled varieties and lines it was 'Rikotense 4885' (sum of ranks = 46). Among the multi-row hulls varieties and lines they were 'Omsk golozerny 2' (standard), 'Omsk golozerny 4' (sum of ranks = 86 and 87).

Keywords: variety, spring barley, productivity, adaptability, stability, stress resistance, rank.

Введение. В настоящее время особо актуальной проблемой, требующей решения с точки зрения продовольственной безопасности страны, является создание и внедрение в аграрную отрасль высокопродуктивных конкурентоспособных сортов. Вновь создаваемые сорта должны быть не только высокоурожайными, но и адаптивными.

Создание нового сорта – это тонкая, кропотливая и многодесятилетняя работа. Помимо основных исполнителей процесса – селекционеров, для наделения сорта актуальными основополагающими признаками (урожайность, качество продукции, иммунитет, адаптивность, технологичность) привлекаются специалисты различных направлений (аналитики, агрохимики, семеноводы).

Достоверная и объективная оценка адаптивности сортов может быть достигнута путем испытания в контрастных условиях выращивания (Николаев и др., 2019; Юсова и др., 2020). По климатическим условиям Омская область характеризуется резко континентальным климатом, поэтому создание и правильный подбор сорта для определенной зоны возделывания, с учетом его экологической приспособленности, разрешит ему в полной мере реализовать свой биологический потенциал (Рыбась, 2016).

В этой связи цель исследований – оценка адаптивности сортов ячменя омской селекции.

Материалы и методы исследований. Представлены данные исследований с 2015 по 2019 г. (южная лесостепь Западной Сибири), методики общепринятая (Лоскутов и др., 2012).

Проведен анализ по следующим показателям: коэффициенты вариации (V), выравнивания (B) и дисперсионный анализ (Доспехов, 2011); устойчивость к стрессу ($(Y_{\min} - Y_{\max})$) и компенсаторная способность сорта ($(Y_{\min} + Y_{\max})/2$) по Гончаренко А.А. (Трифунтова, Асеева, 2019); коэффициент адаптивности (К.А.) по Животкову Л.А. (Маркова, 2019); коэффициент экологической пластичности по Баранскому Д.И. (Николаев и др., 2019); показатель уровня стабильности сорта (ПУСС)

по Неттевичу Э.Д. (Давыдова и др., 1916); коэффициент отзывчивости на выращивания (Кр.) по Зыкину В.А. (Рыбась, 2016); индекс экологической пластичности (ИЭП) (Грязнов, 2019).

В целом за май–сентябрь оптимальные повлагообеспеченности периоды вегетации наблюдались в 2015, 2016 и 2019 гг. (ГТК = 1,0–1,2); избыточное – в 2018 г. (ГТК = 1,39); наиболее засушливые условия – в 2017 г. (ГТК = 0,77).

Результаты и их обсуждение. Беспристрастным, объективным, достоверным, интегрирующим параметром ценности сорта является его урожайность (Николаев и др., 2019; Юсова и др., 2020). Наибольший вклад в варьирование урожайности внесли условия года (фактор А) – 65%; доля влияния генотипа сорта (фактора В) составила 19%. Полученные результаты дают возможность выполнять последующие расчеты параметров адаптивности сортов.

Средняя за период исследований величина урожайности по культуре составила 4,97 т/га (табл. 1). Максимальная урожайность (7,19 т/га) получена у сорта Подарок Сибири (2019 г.), минимальная (2,10 т/га) – в 2016 г. у сорта Омский голозерный 1. Перспективны по урожайности новые линии в группе двурядных пленчатых – Медикум 4867, Нутанс 4883 и Нутанс 4812 ($+0,59 \dots +0,80$ т/га к ст.) и в группе многорядных пленчатых – Рикотензе 4885 и Паллидум 4861 ($+0,16$ и $+0,13$ т/га к ст.) в среднем за период исследований. Средняя изменчивость признака отмечена в группе многорядных пленчатых ($CV = 13,5 \dots 18,1\%$).

Одним из приемов вычисления адаптивности сортов к условиям возделывания является способ, предложенный Л.А. Животковым (Маркова, 2019). Превышали стандарт по коэффициенту адаптивности следующие сорта:

– группа двурядные пленчатые – Саша, Подарок Сибири, Омский 100, Омский 101, Медикум 4867, Нутанс 4883, Нутанс 4812 (К.А. = 105,3...111,3);

– группа многорядные пленчатые – Рикотензе 4885 и Паллидум 4861 (К.А. = 103,2 и 105,9);

– группа многорядные голозерные – Омский голозерный 4 (К.А. = 84,6).

Таблица 1. Характеристика омских сортов ярового ячменя по урожайности зерна, параметрам стрессоустойчивости и адаптивности
Table 1. Characteristics of the Omsk spring barley varieties according to grain productivity, stress resistance and adaptability parameters

Сорт	Урожайность, т/га		Параметры стрессоустойчивости		Параметры адаптивности						
	Lim.	$\bar{x}$	$Y_{min}-Y_{max}$	$(Y_{min}+Y_{max})/2$	К.А	О	CV	В	ПУСС	Кр.	ИЭП
Двурядные пленчатые											
Омский 95, ст.	2,24...5,80	4,82	-3,56	4,02	93,8	3,30	30,3	69,7	100,0	2,59	0,94
Саша	4,02...6,49	5,52	-2,47	5,26	107,4	4,70	21,0	79,0	165,2	1,61	1,07
Подарок Сибири	3,61...7,19	5,72	-3,58	5,40	111,3	4,11	24,3	75,7	148,0	1,99	1,11
Омский 100	3,96...6,55	5,46	-2,59	5,26	106,2	4,96	20,2	79,8	169,9	1,65	1,06
Омский 101	3,72...6,52	5,58	-2,80	5,12	108,6	4,76	21,0	79,0	167,0	1,75	1,08
Медикум 4867	3,61...6,54	5,47	-2,93	5,08	106,4	4,45	22,6	77,4	152,1	1,81	1,06
Нутанс 4883	3,78...7,11	5,62	-3,31	5,45	109,3	4,57	21,9	78,1	161,3	1,88	1,09
Нутанс 4812	3,63...6,71	5,41	-3,10	5,17	105,3	3,76	26,6	73,4	127,8	1,85	1,05
Многорядные пленчатые											
Омский 99, ст.	4,08...5,79	5,16	-1,71	4,94	100,4	7,48	13,5	86,5	100,0	1,42	1,00
Рикотензе 4885	3,94...5,89	5,32	-1,95	4,92	103,5	7,71	15,5	84,5	103,1	1,49	1,04
Паллидум 4861	3,83...6,30	5,29	-2,47	5,07	102,9	5,51	18,1	81,9	102,5	1,68	1,03
Многорядные голозерные											
Омский голозерный 2, ст.	2,75...5,05	4,06	-2,30	3,90	79,0	4,36	22,8	77,2	100,0	1,84	0,79
Омский голозерный 4	2,59...5,18	4,35	-2,59	3,89	84,6	4,10	24,4	75,6	107,1	2,00	0,85
НСР ₀₅	—	0,7	0,16	0,16	4,5	0,36	1,2	1,2	12,9	0,08	0,03

Повышенной стрессоустойчивостью характеризовались двурядные пленчатые сорта Саша и Омский 100 ($Y_{min}-Y_{max} = -2,47$ и $-2,59$); стандарт многорядной пленчатой группы Омский 99 ($Y_{min}-Y_{max} = -1,71$); стандарт многорядной голозерной группы Омский голозерный 2 ($Y_{min}-Y_{max} = -2,30$).

Повышенные значения компенсаторной способности (степень реакции сорта на условия выращивания) отмечены у двурядного пленчатого сорта Подарок Сибири и линии Нутанс 4883 ($(Y_{min}+Y_{max})/2 = 5,40$ и $5,45$), линий Рикотензе 4885 и Паллидум 4861 ($(Y_{min}+Y_{max})/2 = 4,92$ и $5,07$).

Среди оригинальных методов определения пластичности практикуется метод, рекомендованный Баранским Д.И. (Николаев и др., 2019). Отслеживая формирование урожайности сортов, он установил их двойственное поведение в естественных условиях произрастания: часть сортов реагирует на варьирование окружающей среды, часть – нет. В группе двурядных пленчатых все исследуемые сорта и линии превышали стандарт по пластичности ($O = 3,76-4,96$). На уровне стандартов в группе многорядных пленчатых – сорт Рикотензе 4885 ($O = 7,71$), в группе многорядных голозерных – сорт Омский голозерный 4 ($O = 4,10$).

Коэффициент агрономической стабильности (B) является оптимальным при значении выше 70%. Данному уровню соответствовали все исследуемые сорта ($B = 73,4...86,5\%$). Превышали стандарт все сорта двурядной пленчатой группы ($B = 73,4...79,8\%$).

Согласно методу Неттевича Э.Д. (Давыдова и др., 1916), повышенная стабильность урожайности характерна для всех двурядных пленчатых сортов (ПУСС > 100%). Макси-

мальные показатели отмечены у сортов Саша, Омский 100, Омский 101 и линии Нутанс 4883 (ПУСС = 161,3–169,9%).

Ценным показателем при определении экологической пластичности является индекс экологической пластичности (ИЭП), представленный Грязновым А.А. (Грязнов, 2019). Максимальным значением данного показателя характеризовались: двурядный пленчатый сорт Подарок Сибири, многорядная пленчатая линия Рикотензе 4885 (ИЭП = 1,11) и многорядный голозерный сорт Омский голозерный 4 (ИЭП = 0,85).

Зыкин В.А. рекомендовал для измерения степени адаптивности сорта использовать коэффициент отзывчивости на условия окружающей среды (Рыбась, 2016). Согласно проведенным исследованиям, двурядные пленчатые сорта по отзывчивости на улучшение условий возделывания имели показатели ниже стандарта. Превышали стандарт сорта многорядной пленчатой группы Рикотензе 4885 и Паллидум 4861 ($Kp. = 1,49$ и $1,68$), а также многорядный голозерный сорт Омский голозерный 4 ($Kp. = 2,0$).

Как видно из приведенных выше данных, различные методики оценки могут как характеризовать сорт с контрастных позиций (помогая, таким образом, составить объективную оценку), так и показывать противоречивые результаты по какому-то конкретному показателю. Безусловно, применение нескольких вариантов исследований позволяет получать наиболее информативную оценку по исследуемым параметрам. Однако в таком случае возникает вопрос правильной интерпретации полученных данных.

В настоящем исследовании при оценке адаптивности сортов также применялись не-

сколько методик, и окончательная оценка сортов проведена по сумме рангов (табл. 2).

Минимальная сумма рангов означает наибольшее проявление адаптивности сорта.

Таблица 2. Ранг сортов ячменя по параметрам адаптивности
Table 2. Rank of barley varieties according to adaptability parameters

Сорт	Ранг по параметрам									Сумма рангов
	$Y_{\min} - Y_{\max}$	$(Y_{\min} + Y_{\max})/2$	К.А	О	CV	В	ПУСС	Кр.	ИЭП	
Двурядные пленчатые										
Омский 95, ст.	10	11	11	13	12	12	13	2	11	95
Саша	4	3	4	6	5	5	6	12	4	49
Подарок Сибири	11	2	1	10	9	9	9	4	1	56
Омский 100	5	3	6	4	4	4	4	10	6	46
Омский 101	6	5	3	5	5	5	5	9	3	46
Медикум 4867	7	6	5	8	7	7	8	8	5	61
Нутанс 4883	9	1	2	7	6	6	7	5	2	45
Нутанс 4812	8	4	7	12	11	11	10	7	7	77
Многорядные пленчатые										
Омский 99, ст.	1	8	10	2	1	1	2	14	10	49
Рикотензе 4885	2	9	8	1	2	2	1	13	8	46
Паллидум 4861	4	7	9	3	3	3	3	11	9	52
Многорядные голозерные										
Омский голозерный 2, ст.	3	12	14	9	8	8	12	6	14	86
Омский голозерный 4	5	13	12	11	10	10	11	3	12	87

Разносторонний анализ сортов ячменя по уровню приспособленности в зависимости от меньшей суммы рангов позволил выявить наиболее адаптивные сорта для условий южной лесостепной зоны Омской области.

Двурядные пленчатые сорта – Саша, Омский 100, Омский 101 и линия Нутанс 4883 (сумма рангов = 45–49).

Многорядная пленчатая линия Рикотензе 4885 (сумма рангов = 46).

Многорядный голозерный сорт Омский голозерный 2 (ст.) и Омский голозерный 4 (сумма рангов = 86 и 87).

Выводы

1. Согласно проведенным исследованиям с 2015 по 2019 г., в условиях южной лесостепи Западной Сибири сорта ячменя селекции Омского аграрного научного центра характеризовались урожайностью на уровне $5,2 \pm 0,97$ т/га. Отмечена достоверная прибавка всех исследуемых сортов от +0,13 до +0,90 т/га к ст.

2. Согласно коэффициенту адаптивности (по Л.А. Животкову), превышали стандарт по данному показателю двурядные пленчатые сорта: Саша, Подарок Сибири, Омский 100, Омский 101, Медикум 4867, Нутанс 4883, Нутанс 4812 (К.А. = 105,3–111,3); многорядные пленчатые – Рикотензе 4885, Паллидум 4861 (К.А. = 103,2–105,9); многорядные голозерные – Омский голозерный 4 (К.А. = 84,6); по Зыкину В.А., адаптивны сорта многорядной пленчатой группы Рикотензе 4885 и Паллидум 4861 (Кр. = 1,5 и 1,7) и многорядный голозерный сорт Омский голозерный 4 (Кр. = 2,0).

3. Повышенной стрессоустойчивостью, по Гончаренко А.А., характеризовались двурядные пленчатые сорта Саша и Омский 100 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -2,5$ и $-2,6$); стандарт много-

рядной пленчатой группы сорт Омский 99 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -1,7$); стандарт Омский голозерный 2 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -2,3$). Повышенная компенсаторная способность отмечена у двурядного пленчатого сорта Подарок Сибири и линии Нутанс 4883 ($(Y_{\min} + Y_{\max})/2 = 5,4$ и $5,5$).

4. По Баранскому Д.И., пластичны все двурядные пленчатые сорта и линии ($O = 3,8 \dots 5,0$); по Грязнову А.А., пластичны двурядный пленчатый сорт Подарок Сибири (ИЭП = 1,1), многорядная пленчатая линия Рикотензе 4885 (ИЭП = 1,0) и многорядный голозерный сорт Омский голозерный 4 (ИЭП = 0,9).

5. Согласно методике Доспехова Б.А., для многорядных пленчатых сортов характерна средняя изменчивость признака ($CV = 14 \dots 18\%$).

6. Максимально высокий коэффициент агрономической стабильности, по Доспехову Б.А., наблюдался у двурядных пленчатых сортов Подарок Сибири, Омский 100, Омский 101, Медикум 4867, Нутанс 4883 и Нутанс 4812 ($B = 73 \dots 80\%$); по Неттевичу Э.Д., максимальные показатели стабильности отмечены у сортов Саша, Омский 100, Омский 101 и линии Нутанс 4883 (ПУСС = 161,3...169,9%).

7. Согласно сумме рангов по проведенным исследованиям, для условий южной лесостепи Западной Сибири наиболее адаптивны следующие сорта:

– группа двурядных пленчатых: сорта Саша, Омский 100, Омский 101 и линия Нутанс 4883 (сумма рангов = 45...49).

– группа многорядных пленчатых: линия Рикотензе 4885 (сумма рангов = 46).

– группа многорядных голозерных: сорта Омский голозерный 2 (стандарт) и Омский голозерный 4 (сумма рангов = 86 и 87).

Библиографические ссылки

1. Грязнов А.А. Ячмень голозерный. Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2019. 384 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. Изд. 6-е, перепеч. с 5-го изд. 1985 г. Москва: Альянс, 2011. 350 с.
3. Маркова И.Н. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья // Научно-агрономический журнал. 2019. № 2(105). С. 35–37.
4. Рыбас И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, № 5. С. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
5. Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. 63 с.
6. Давыдова Н.В., Казаченко А.О., Малкина Т.П., Шарошкина Е.Е. Особенности использования озимых форм в селекции яровой мягкой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 9. С. 23–25.
7. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180(1). С. 37–43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
8. Юсова О.А., Николаев П.Н., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Изменение урожайности и качества зерна овса с повышением адаптивности сортов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 181(2). С. 42–49. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49.

References

1. Gryaznov A.A. Yachmen' golozernyi [Hulled barley]. Chelyabinsk: FGBOU VO Yuzhno-Ural'skii GAU, 2019. 384 s.
2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]: uchebnik dlya studentov vysshih sel'skokhozyaistvennykh uchebnykh zavedeniy po agronomicheskim spetsial'nostyam. Izd. 6-e, perepech. s 5-go izd. 1985 g. Moskva: Al'yans, 2011. 350 s.
3. Markova I.N. Otsenka produktivnosti i adaptivnykh svoystv sortov yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Estimation of productivity and adaptive properties of the spring bread wheat varieties in the Lower Volga region] // Nauchno-agronomicheskii zhurnal. 2019. № 2(105). S. 35–37.
4. Rybas' I.A. Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur [Adaptability improvement in grain crop breeding] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2016. T. 51, № 5. S. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
5. Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova E.V. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyu mirovoi kolleksii yachmenya i ovsa [Methodical recommendations for the study and conservation of the world collection of barley and oats]. SPb.: VIR, 2012. 63 s.
6. Davydova N.V., Kazachenko A.O., Malkina T.P., Sharoshkina E.E. Osobennosti ispol'zovaniya ozimyykh form v selektsii yarovoi myagkoi pshenitsy [Features of the use of winter forms in the spring bread wheat breeding] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. T. 30, № 9. S. 23–25.
7. Nikolaev P.N., Yusova O.A., Anis'kov N.I. Agrobiologicheskaya kharakteristika mnogoryadnykh golozernykh sortov yachmenya selektsii Omskogo ANTs [Agrobiological characteristics of multi-row hulled barley varieties developed in the Omsk ARC] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2019. № 180(1). S. 37–43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
8. Yusova O.A., Nikolaev P.N., Safonova I.V., Anis'kov N.I. Izmenenie urozhainosti i kachestva zerna ovsa s povysheniem adaptivnosti sortov [Change in productivity and quality of oats with an adaptability increase of the varieties] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2020. № 181(2). S. 42–49. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49.

Поступила: 21.01.22; доработана после рецензирования: 25.02.22; принята к публикации: 02.03.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Николаев П.Н. – подготовка опыта; выполнение полевых опытов; Юсова О.А. – концептуализация исследования, выполнение лабораторных опытов и сбор данных; Аниськов Н.И. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация; Сафонова И.В. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.