ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА АДАПТИВНОСТЬ К ЗАСУШЛИВЫМ УСЛОВИЯМ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Н.А. Морозов, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом селекции зерновых культур, директор, ORCID ID: 0000-0002-9065-6390;

И.В. Самсонов, заведующий лабораторией селекции ячменя, ORCID ID: 0000-0001-6516-3175;

Н.А. Панкратова, младший научный сотрудник отдела селекции зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-3366-5960

Прикумская опытно-селекционная станция – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»,

356803, Ставропольский край, г. Буденновск, ул. Вавилова, 4; e-mail: fgupposs@mail.ru

Стабилизация производства зерна является одним из главных критериев развития сельского хозяйства в России. В связи с этим в современной селекции при создании сортов значительное внимание необходимо уделять их адаптивной способности, т.е. параметрам, обеспечивающим стабильную урожайность в различных условиях произрастания. Целью данного исследования была оценка образцов ярового ячменя на адаптивность по признаку «урожайность» к засушливым условиям Ставропольского края и их дальнейшее использование в селекционной работе. Материалом для исследования послужили 86 образцов ярового ячменя. Для определения стабильности использовали коэффициент вариации (V%) по методике Б.А. Доспехова (2014). Экологическую пластичность (bi) и индекс среды (Ij) определяли по методике, разработанной S.A. Eberhart и W.A. Russell (1966) в изложении В.З. Пакудина (1984). гомеостатичность (Hom) по методике В.В. Хангильдина (1981). Стрессоустойчивость определяли согласно уравнениям А.А. Росиеллы и J. Hamblin в изложении А.А. Гончаренко (2005). В результате исследования выявлены высокоурожайные образцы Мамлюк (389 г/м²) и Стирлинг (378 г/м²), характеризующиеся высокой отзывчивостью на улучшение условий среды (bi = 1,44–1,21), вариабельностью (V = 58,9–51,2%) и низкой стрессоустойчивостью ($Y_{\min} - Y_{\max} = -538-488$). Такие генотипы способны формировать высокий урожай в благоприятных условиях и могут представлять интерес для селекции высокоинтенсивных сортов. Высокой стабильностью и гомеостатичностью по признаку «урожайность» отличались образцы, слабо реагирующие на изменения условий выращивания: Нутанс 74840 (Hom = 2,88; V = 38,4%) и Велес (Hom = 2,56; V = 38,5%), а также пластичный сорт Гетьман (Hom = 2,89; V = 40,6%). Данные образцы являются наиболее адаптивными к засушливым условиям Ставропольского края и регионов с аналогичными условиями возделывания. Они рекомендуются к использованию в селекционной работе.

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

Для цитирования: Морозов Н.А., Самсонов И.В., Панкратова Н.А. Оценка исходного материала ярового ячменя на адаптивность к засушливым условиям Ставропольского края // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5(77). С. 29–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-29-34.

ESTIMATION OF THE INITIAL MATERIAL OF SPRING BARLEY FOR ADAPTABILITY TO ARID CONDITIONS OF THE STAVROPOL TERRITORY

N.A. Morozov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the department of grain crop breeding, director, ORCID ID: 0000-0002-9065-6390;

I.V. Samsonov, head of the laboratory for barley breeding, ORCID ID: 0000-0001-6516-3175;

N.A. Pankratova, junior researcher of the department of grain crop breeding, ORCID ID: 0000-0002-3366-5960

Prikumskaya Experimental Breeding Station,

356803, Stavropol Area, Budyonnovsky district, Budennovsk, Vavilov Str., 4; e-mail: fgupposs@mail.ru

Grain production stabilization is one of the main criteria for the development of agriculture in Russia. In this regard, in modern breeding, when developing varieties, considerable attention must be paid to their adaptability, i.e. parameters that ensure stable productivity in various growing conditions. The purpose of the current study was to estimate the spring barley samples according to the trait 'yield' for adaptability to the arid conditions of the Stavropol Territory and their further use in breeding work. The material for the study were 86 spring barley samples. In order to determine the stability, there was used a variance coefficient (V%) according to the method of B.A. Dospekhov (2014). The ecological adaptability (bi) and the environment index (Ij) were determined according to the method of S.A. Eberhart and W.A. Russell (1966) as presented by V.Z. Pakudin (1984). Homeostaticity (Hom) was assessed according to the method of V.V. Hangildin (1981). Stress resistance was determined according to the equations of A.A. Rosielle and J. Hamblin as presented by A.A. Goncharenko (2005). There were identified the highly productive samples 'Mamlyuk' (389 g/m²) and 'Stirling' (378 g/m²), possessing high responsiveness to improving environmental conditions (bi = 1.44–1.21), variability (V = 58.9–51.2%) and low stress resistance ($Y_{\min} - Y_{\max} = -538-488$). Such genotypes are capable of forming high yields in favorable conditions and may be of interest for breeding high-intensity varieties. The samples weakly responsive to changes in growing conditions were distinguished by high stability and homeostaticity according to the trait 'yield', namely 'Nutans 74840' (Hom = 2.88; V = 38.4%) and 'Veles' (Hom = 2.56; V = 38.5%),

as well as the adaptable variety 'Getman' (Hom = 2.89; V = 40.6%). These samples are the most adaptive to the arid conditions of the Stavropol Territory and regions with similar cultivation conditions. They are recommended for use in breeding work.

Keywords: variety, spring barley, productivity, yield, adaptability, homeostaticity, stress resistance.

Введение. Ячмень – это важнейшая универсальная кормовая, техническая и продовольственная культура. Он является одной из основных возделываемых в мире сельскохозяйственных культур наряду с рисом, пшеницей и кукурузой (Черткова и др., 2016).

Одним из главных критериев развития сельского хозяйства в России является стабилизация производства зерна по годам вне зависимости от изменения погодных условий (Баталова, 2011). В связи с этим особую актуальность приобретает проблема создания и использования в сельскохозяйственном производстве сортов с повышенными приспособительными качествами, что является ключевым фактором для стабильного увеличения как урожайности, так и качества сельскохозяйственной продукции (Юсова и др., 2020).

Урожайность – это сложная количественная характеристика, которая обычно контролируется несколькими генами и зависит от условий окружающей среды (Георгиева и Косев, 2019). Она является одним из основных показателей, определяющих реакцию сорта на стресс, и результирующим показателем функционирования всех систем растения (Рыбась и др., 2018). Известно, что если высокая средняя урожайность есть результат высокой продуктивности только в благоприятных условиях, то такой сорт будет хуже тех, которые обладают лучшей

адаптацией к неблагоприятным условиям возделывания (Тулякова и др., 2021).

Поскольку в каждом регионе есть свои климатические и почвенные особенности, для эффективной селекции необходим подбор сортов, которые обладают высокой адаптивностью к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам, экологической пластичностью и стабильностью, т.е. параметрами, обеспечивающими стабильную урожайность в различных условиях произрастания (Сапега, 2017; Николаев и др., 2019).

Цель исследования – выявить генотипы ярового ячменя, адаптивные к засушливым условиям Ставропольского края, по признаку «урожайность» для дальнейшего их использования в селекционной работе.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили на опытном поле Прикумской опытно-селекционной станции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», расположенной в засушливой зоне Ставропольского края. Почвы опытного участка каштановые, с низким содержанием гумуса (менее 2,0%). Содержание подвижного фосфора – 32–49, калия 320–450 мг/кг почвы.

Погодные условия за годы исследований (2016–2020 гг.) имели существенные различия по влагообеспеченности и температурам (табл. 1).

1. Метеорологические условия за вегетационный период ярового ячменя (2016–2020 гг.) **1. Weather conditions during the vegetation period of spring barley (2016–2020)**

Год	Сумма температур за вегетацию, °С	Среднесуточная температура, °С	Сумма осадков за вегетацию, мм	ГТК
2016	1608,7	17,7	158,4	0,98
2017	1444,2	15,9	205,9	1,43
2018	1688,9	18,5	31,9	0,19
2019	1685,3	18,5	133,2	0,79
2020	1581,1	17,4	111,7	0,71
Среднепогодное	1563,5	17,2	136,1	0,88

Наиболее благоприятными метеороусловиями для роста и развития растений ярового ячменя характеризовались 2016–2017 гг. За вегетацию (апрель–июнь месяцы) в 2016 году сложился оптимальный среднесуточный температурный режим – 17,7 °С. В период от колошения до восковой спелости выпала двойная норма осадков – 116,7 мм, что благоприятно отразилось на наливе зерна и формировании урожая (ГТК = 0,98). 2017 год отличался прохладным температурным режимом в период вегетации. Среднесуточная температура воздуха сложилась на 1,3 °С ниже среднепогодной. Количество выпавших осадков составило 205,9 мм, превысив норму (136 мм) на 51,3%. В итоге гидротермический коэффициент превысил среднепогодное значение и составил – 1,43.

В 2018 году отмечен существенный недобор осадков (104,2 мм) и более высокие среднесуточные температуры +18,5 °С. Год характеризовался как острозасушливый и был неблагоприятным для роста и развития ярового ячменя (ГТК = 0,19).

2019 год был, как и предшествующий, более теплым, +1,3 °С к среднему значению. Осадков за вегетационный период выпало 133,2 мм, что является нормой для засушливой зоны Ставропольского края. ГТК составил 0,79.

В 2020 году на втором этапе органогенеза растения подвергались кратковременным заморозкам. Температура воздуха в фазе начала кущения опускалась до минус 6,7 °С. В апреле месяце сформировался недостаток продуктивной влаги (47% от нормы), растения не раскустились и сформировали слабый ассимиляцион-

ный аппарат. Сумма температур за апрель-июнь месяцы составила 1581,1 °С. В фазы развития растений «колошение и восковая спелость» среднесуточные температуры воздуха были выше среднемноголетних на 2,4 °С. В мае-июне месяцах отмечалась высокая насыщенность суховеями (12–21 дней). Гидротермический коэффициент составил 0,71.

В качестве материала для исследований были использованы 86 образцов ярового ячменя различного географического происхождения, из которых большую часть (62%) составляли сорта Российской селекции, 38% – западноевропейской. В качестве стандарта высевали сорт Странник (Прикумская ОСС – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»), который используется в качестве стандарта на Госсортоучастках Ставропольского края. Посев проводили сеялкой ССФК-7 по предшественнику чистый пар. Повторность однократная, площадь делянок – 1 м², норма высева – 2,7 млн всхожих семян на 1 га (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985).

Для оценки параметров адаптивности были использованы: коэффициент вариации (V%), который рассчитывали по методике полевого опыта Б.А. Доспехова (Доспехов, 2014); гомеостатичность (Hom) определяли по методике В.В. Хангильдина (Хангильдин и Литвиненко, 1981); стрессоустойчивость ($Y_{min} - Y_{max}$) рассчитывали по уравнениям А.А. Rosielle и J. Hamblin в изложении А.А. Гончаренко (Гончаренко, 2005). Индексы условий среды (Ij) и экологическую пластичность (bi), определяли методом регрессионного анализа по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell (1966) в изложении В.З. Пакудина (Пакудин и Лопатина, 1984).

Результаты и их обсуждение. За период с 2016 по 2020 годы изучения из 86 образцов выделены 14 образцов, продуктивность которых не уступала стандартному сорту Странник. Средняя урожайность зерна у выделенных образцов варьировала от 321 до 389 г/м². Высокой продуктивностью отличались образцы Российской селекции: Мамлюк – 389, Стирлинг – 378 и Велес – 367 г/м². Средняя урожайность стандарта Странник по опыту составила 319 г/м² (табл. 2).

2. Урожайность образцов ярового ячменя за 2016–2020 гг. 2. Productivity of the spring barley samples in 2016–2020

Сортообразец, страна	Урожайность, г/м²					Xi*
	Годы					
	2016	2017	2018	2019	2020	
Странник, ст.	363	503	153	320	253	319
Мамлюк, Россия	547	710	172	253	262	389
Стирлинг, Россия	623	520	135	317	295	378
Велес, Россия	530	457	157	337	357	367
Сибиряк, Россия	507	473	158	257	297	338
Юла, Россия	587	367	178	345	275	350
Волгоградский 12, Россия	583	457	138	262	165	321
Щедрый, Россия	450	570	200	287	250	351
Виконт, Россия	430	630	183	207	202	330
Нутанс 74840, Россия	357	533	238	243	260	326
Новониколаевский, Россия	425	470	103	325	285	322
Зерноградский 813, Россия	457	537	175	297	175	328
Гетьман, Украина	493	527	225	267	258	354
Адапт, Украина	420	547	85	270	355	335
Казковский, Украина	543	450	77	270	283	325
Xj**	488	517	159	284	265	342
Индекс условий среды (Ij)	145,4	174,4	-183,7	-58,6	-77,5	—

* – средняя урожайность i-го сорта за годы изучения; ** – средняя урожайность за год.

Значительные колебания среднего значения признака «урожайность» у образцов ярового ячменя (от 159 до 517 г/м²) являлись следствием существенных различий погодных условий в годы исследований. Наибольшая средняя урожайность сформировалась в 2016 и 2017 гг. (488–517 г/м²), где условия среды были наилучшими ($I_j = 145,4–174,4$). В эти годы максимальная урожайность была получена сортами Стирлинг (Россия) – 623 г/м² и Мамлюк (Россия) – 710 г/м². Худшие условия для роста и развития ярового ячменя сложились в 2018, 2019 и 2020 годах. Индекс среды имел отри-

цательное значение ($I_j = -183,7; -58,6; -77,5$). Средняя урожайность зерна в эти годы варьировала от 159 до 284 г/м². Высокие величины этого показателя отмечены: в 2018 году у сортов Нутанс 74840 (Россия) – 238 г/м² и Гетьман (Украина) – 225 г/м²; в 2019 году у образцов из России Юла – 345 г/м² и Велес – 337 г/м²; в 2020 году у сортов Велес (Россия) – 357 г/м² и Адапт (Украина) – 355 г/м².

Способность сорта проявлять устойчивость признака в изменяющихся условиях среды характеризует его стабильность. Одним из показателей нормы реакции генотипа явля-

ется коэффициент вариации (V%), который характеризует стабильность признака. В нашем опыте из-за высокой нестабильности погодных

условий изменчивость урожайности была значительной. Коэффициент вариации по сортам колебался от 38,4 до 60,0% (табл. 3).

3. Параметры адаптивности образцов ярового ячменя по признаку «урожайность» (в среднем за 2016–2020 гг.)

3. Adaptability parameters of the spring barley samples according to the trait 'yield' (mean value in 2016–2020)

Сортообразец	Урожайность, г/м ²		Коэффициент вариации, (V%)	Стрессоустойчивость, (Y _{min} – Y _{max})	Гомеостатичность, (Hom)	Экологическая пластичность, (bi)
	min	max				
Странник, ст.	153	503	40,8	-350	2,23	0,78
Мамлюк	172	710	58,9	-538	1,23	1,44
Стирлинг	135	623	51,2	-488	1,51	1,21
Велес	157	530	38,5	-373	2,56	0,85
Сибиряк	158	507	43,7	-348	2,22	0,94
Юла	178	587	43,2	-408	1,99	0,79
Волгоградский 12	138	583	60,0	-445	1,20	1,17
Щедрый	200	570	43,8	-370	2,17	0,97
Виконт	183	630	59,2	-446	1,25	1,17
Нутанс 74840	238	533	38,4	-295	2,88	0,70
Новониколаевский	103	470	44,4	-366	1,97	0,88
Зерноградский 813	175	537	50,1	-361	1,81	1,02
Гетьман	225	527	40,6	-301	2,89	0,91
Адапт	85	547	51,5	-461	1,41	1,03
Казковский	77	543	55,5	-466	1,25	1,11

Слабое варьирование изучаемого показателя имели сорта Нутанс 74840 (Россия) – 38,4%, Велес (Россия) – 38,5%, Гетьман (Украина) – 40,6% и стандарт Странник (40,8%), что говорит о высокой стабильности признака «урожайность» у данных сортов. Наибольшей изменчивостью, т.е. не стабильностью, характеризовались сорта Волгоградский 12 (Россия), Виконт (Россия) и Мамлюк (Россия). Коэффициент вариации (V%) составил от 58,9 до 60,0%.

Реакция генотипа на стресс является важным показателем адаптивности сорта. Степень устойчивости коллекционных образцов к стрессовым факторам внешней среды, рассчитывали по разности между минимальной и максимальной урожайностью (Y_{min} – Y_{max}). Этот показатель имеет отрицательный знак и чем меньше его величина, тем выше устойчивость сорта к стрессу. Среди выделившихся образцов ярового ячменя высокой стрессоустойчивостью характеризовались сорта Нутанс 74840 (Россия) Y_{min} – Y_{max} = -295 и Гетьман (Украина) Y_{min} – Y_{max} = -301. Образцы Мамлюк (Россия), Стирлинг (Россия), Волгоградский 12 (Россия), Виконт (Россия), Адапт (Украина) и Казковский (Украина) были менее устойчивы к стрессу. Разница между минимальной и максимальной урожайностью составила от 446 до 538 г/м². Слабая устойчивость к стрессу свидетельствует о низкой гомеостатичности сортов (Hom = 1,20–1,51).

Высокой гомеостатичностью, способностью организма поддерживать постоянство жизненных процессов, нарушаемых изменяющимися условиями внешней среды, отличались образцы Гетьман (Украина) Hom = 2,89; Нутанс 74840 (Россия) Hom = 2,88; Велес (Россия) Hom = 2,56;

Сибиряк (Россия) Hom = 2,22; Щедрый (Россия) Hom = 2,17 и стандартный сорт Странник Hom = 2,23.

Оценка экологической пластичности (bi), основанная на расчете коэффициента линейной регрессии, позволяет определить реакцию генотипа на улучшение условий. Чем выше значение коэффициента (bi > 1), тем большей отзывчивостью обладает данный сорт и характеризуется как интенсивный. В случае bi < 1 сорт слабо реагирует на изменение условий среды и является экстенсивным. При условии bi = 1 сорта принято называть пластичными.

Проведенные исследования показали, что образцы с высоким гомеостазом по-разному реагировали на изменяющиеся во времени пространстве условия выращивания. Сорта Нутанс 74840 (Россия) и Велес (Россия), как и стандарт Странник слабо реагировали на изменения условий возделывания (bi = 0,70–0,85). Они в меньшей степени снижают урожайность в экстремальной среде и являются более адаптивными к ухудшению условий произрастания. У образцов Гетьман (Украина), Сибиряк (Россия) и Щедрый (Россия) изменение урожайности соответствовало изменяющимся условиям выращивания (bi = 0,91 – 0,97), что свидетельствует о пластичности сортов.

Высокой отзывчивостью на улучшение условий (bi > 1) характеризовались образцы с низкой гомеостатичностью и значительной нестабильностью признака «урожайность» по годам: Мамлюк (Россия) bi = 1,44; Стирлинг (Россия) bi = 1,21; Волгоградский 12 (Россия) bi = 1,17; Виконт (Россия) bi = 1,17 и Казковский (Украина) bi = 1,11. Эти сорта относятся к интенсивному типу. Они менее приспособлены

к неблагоприятной среде и способны формировать высокую урожайность только в лучших условиях возделывания.

Выводы. Проведенные исследования за 2016–2020 гг. позволили выделить 14 перспективных образцов ярового ячменя и оценить их адаптивность к засушливым условиям Ставропольского края. В среднем за пять лет максимальную урожайность по опыту сформировали образцы Мамлюк и Стирлинг (389 и 378 г/м²), характеризующиеся высокой вариацией признака и низкой гомеостатичностью. Эти сорта способны реализовать высокий уро-

жай в благоприятных условиях и могут служить источником для селекции высоко интенсивных сортов.

В селекции на адаптивность к экстремальным условиям возделывания в качестве исходного материала представляет интерес образец Велес с урожайностью 367 г/м² (+15% к стандарту). Сорт экстенсивного типа ($bi = 0,85$), сочетающий в себе по признаку «урожайность» высокую стабильность и гомеостатичность ($V = 38,5\%$; $Hom = 2,56$), а также стабильные, стрессоустойчивые и гомеостатичные сортообразцы Гетьман и Нутанс 74840.

Библиографические ссылки

1. Баталова Г.А. Состояние и перспективы селекции и возделывания зернофуражных культур в России // Зерновое хозяйство России. 2011. № 3(15). С. 11–14.
2. Георгиева Н.А., Косев В.И. Экологическая стабильность боба овощного (*Vicia faba* L.) в условиях органического хозяйства // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. № 8. С. 981–992. <https://doi.org/10.18699/VJ19.36-o>.
3. Гончаренко А.А. Об адаптивной способности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005 № 6. С. 49–53.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
5. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И., Сафонова И.В., Ряполова Я.В. Новый среднеспелый сорт ярового ячменя Омский 101 // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180(2). С. 83–88. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-83-88>.
6. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. Т. 4. С. 109–113.
7. Рыбась И.А., Марченко Д.М., Некрасов Е.И., Иванисов М.М., Гричаникова Т.А., Романюкина И.В. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 51–54.
8. Сапега В.А. Продуктивность и параметры интенсивности и стабильности сортов ярового ячменя // Зерновое хозяйство России. 2017. № 3(51). С. 36–39.
9. Тулякова М.В., Баталова Г.А., Лоскутов И.Г., Пермьякова С.В., Кротова Н.В. Оценка адаптивных параметров коллекционных образцов овса пленчатого по урожайности в условиях Кировской области // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. № 182(1). С. 72–79. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-1-72-79>.
10. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Науч.-техн. бюл. Всесоюз. селекцион.-генет. ин-та. Одесса, 1981. Вып. 1(39). С. 8–14.
11. Черткова Н.Г., Скворцова Ю.Г., Фирсова Т.И. Реакция сортов ярового ячменя на предпосевную обработку семян // Зерновое хозяйство России. 2016. № 4(46). С. 34–37.
12. Юсова О.А., Николаев П.Н., Бендина Я.Б., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Стрессоустойчивость сортов ячменя различного агроэкологического происхождения для условий резко континентального климата // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 181(4). С. 44–55. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-44-55>.

References

1. Batalova G.A. Sostoyanie i perspektivy selekcii i vzdelyvaniya zernofurazhnykh kul'tur v Rossii [The state and prospects of breeding and cultivation of grain fodder crops in Russia] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2011. № 3(15). S. 11–14.
2. Georgieva N.A., Kosev V.I. Ekologicheskaya stabil'nost' boba ovoshchnogo (*Vicia faba* L.) v usloviyah organicheskogo hozyajstva [Ecological stability of vegetable bean (*Vicia faba* L.) in organic farming] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2019. T. 23. № 8. S. 981–992. <https://doi.org/10.18699/VJ19.36-o>.
3. Goncharenko A.A. Ob adaptivnoj sposobnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur [On the adaptability and ecological sustainability of grain varieties] // Vestnik RASKHN. 2005 № 6. S. 49–53.
4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. 5-e izd., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
5. Nikolaev P.N., YUsova O.A., Anis'kov N.I., Safonova I.V., Ryapolova YA.V. Novyj srednespelyj sort yarovogo yachmenya Omskij 101 [The new middle-maturing variety of spring barley 'Omskiy 101'] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2019. № 180(2). S. 83–88. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-83-88>.
6. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Estimation of ecological adaptability and stability of grain crop varieties] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 1984. T. 4. S. 109–113.
7. Rybas' I.A., Marchenko D.M., Nekrasov E.I., Ivanisov M.M., Grichanikova T.A., Romanyukina I.V. Ocenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy [Estimation of parameters of adaptability of winter bread wheat varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 51–54.

8. Sapega V.A. Produktivnost' i parametry intensivnosti i stabil'nosti sortov yarovogo yachmenya [Productivity and parameters of intensity and stability of the spring barley varieties] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 3(51). S. 36–39.

9. Tulyakova M.V., Batalova G.A., Loskutov I.G., Permyakova S.V., Krotova N.V. Ocenka adaptivnyh parametrov kollekcionnyh obrazcov ovsa plenchatogo po urozhajnosti v usloviyah Kirovskoj oblasti [Estimation of adaptive parameters of collection samples of hulled oats according to productivity in the Kirov region] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2021. № 182(1). S. 72–79. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-1-72-79>.

10. Hangil'din V.V., Litvinenko N.A. Gomeostatichestvo i adaptivnost' sortov ozimoy pshenicy [Homeostaticity and adaptability of winter wheat varieties] // Nauch.-tekhn. byul. Vsesoyuz. selekcion.-genet. in-ta. Odessa, 1981. Vyp. 1(39). S. 8–14.

11. Chertkova N.G., Skvortsova YU.G., Firsova T.I. Reakciya sortov yarovogo yachmenya na predposevnyuyu obrabotku semyan [Response of the spring barley varieties to pre-sowing seed treatment] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 4(46). S. 34–37.

12. YUsova O.A., Nikolaev P.N., Bendina YA.B., Safonova I.V., Anis'kov N.I. Stressoustojchivost' sortov yachmenya razlichnogo agroekologicheskogo proiskhozhdeniya dlya uslovij rezko kontinental'nogo klimata [Stress resistance of the barley varieties of various agroecological origin for the conditions of a sharply continental climate] // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2020. № 181(4). S. 44–55. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-44-55>.

Поступила: 16.03.21; принята к публикации: 24.08.21.

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. Морозов Н.А., Самсонов И.В. – концептуализация исследования; Панкратова Н.А. – подготовка опыта, выполнение полевых / лабораторных опытов и сбор данных; Самсонов И.В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.