

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.174:631.52(470.57)

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-39-43

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ
СОРТОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО
В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

Р. А. Биктимиров, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства кормовых культур, ведущий научный сотрудник, biktimirov.rifx@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7800-9521;

А. А. Низаева, зав. отделом кормопроизводства, главный агроном, nizaeva_a@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1936-220X

Башкирский НИИСХ ОСП ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН», 450059, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Р. Зорге, 19

Представлен материал по оценке в 2015–2019 гг. продуктивности, экологической стабильности и пластичности 11 сортов зернового сорго российской селекции различных групп спелости в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан. Целью исследования являлась оценка сортообразцов зернового сорго по параметрам экологической пластичности и стабильности урожайности в изменяющихся условиях среды. Метеоусловия в годы исследований по температурному и водному режимам были различны, что позволило оценить линии в контрастных условиях возделывания. Индекс условий среды по урожайности зерна сорго зернового в 2015 г. составил 0,9, в 2016 г. – 1,3, в 2017 г. – -1,0, в 2019 г. – -1,2. Это полностью характеризует метеоусловия лет исследований и их влияние на рост и развитие растений. Экологическую пластичность (b_i) и стабильность (σ^2_{σ}) рассчитывали по методике S. A. Eberchart, W. A. Rassel (1966) в изложении В. А. Зыкина; стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$) – по уравнению А. А. Россиле, J. Hamblin в интерпретации А. А. Гончаренко; размах урожайности (d) – по В. А. Зыкину. Сорта Камелик, Огонек, Орловское оказались пластичными – b_i был близок к 1; Славянка, Зернышко и Рось – отзывчивые на улучшение условий выращивания – $b_i > 1$. Исходя из комплексной оценки по величине экологической пластичности и стабильности лучшими сортами признаны Премьера, Белочка, Огонек, Орловское. Такие сорта относятся к высокоинтенсивным, они отзывчивы на улучшение условий и характеризуются стабильной урожайностью. В статье собраны и изложены материалы по многолетнему изучению экологической пластичности и стабильности урожайности зернового сорго в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан.

Ключевые слова: сорго (*Sorghum moench*), зерновое сорго (*Sorghum vulgare*), продуктивность, адаптивность, пластичность, стабильность.

Для цитирования: Биктимиров Р. А., Низаева А. А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов зернового сорго в условиях Республики Башкортостан // Зерновое хозяйство России. № 1(73). С. 39–43. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-39-43.

**THE ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL STABILITY AND ADAPTABILITY
OF THE GRAIN SORGHUM VARIETIES
IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN**

R. A. Biktimirov, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for feed crops breeding and seed production, leading researcher, biktimirov.rifx@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7800-9521;

A. A. Nizaeva, head of the department of feed production, main agronomist, nizaeva_a@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1936-220X

Bashkiriya RIA FSBSI "Ufa federal research center RAS" 450059, Republic of Bashkortostan, Ufa, Zorge Str., 19

The current paper has presented the study of productivity, environmental stability and adaptability of 11 Russian grain sorghum varieties of various groups of ripeness in the conditions of the Ural steppe of the Republic of Bashkortostan, conducted in 2015–2019. The purpose of the study was to estimate the grain sorghum varieties according to the parameters of environmental adaptability and stability of productivity in changing environmental conditions. The weather conditions during the years of study were different in temperature and water supply, which made it possible to evaluate the lines in the contrasting cultivation conditions. The index of environmental conditions for grain yield of grain sorghum in 2015 was 0.9, in 2016 it was 1.3, in 2017 it was -1.0, in 2019 it was -1.2. The data completely characterizes the weather conditions of the years of study and their effect on the growth and development of plants. Environmental adaptability (b_i) and stability (σ^2_{σ}) were calculated according to the methods of S.A. Eberchart and W. A. Rassel (1966) interpreted by V. A. Zykin, stress resistance ($Y_{\min} - Y_{\max}$) was estimated according to the equation of A. A. Rossille, J. Hamblin interpreted by A. A. Goncharenko, productivity range (d) was evaluated according to V. A. Zykin. The varieties 'Kamelik', 'Ogonyok', 'Orlovskoe' turned out to be adaptable (b_i was close to 1); the varieties 'Slavyanka', 'Zernyshko' and 'Ros' were responsive to the improvement of growing conditions ($b_i > 1$). Based on a comprehensive estimation of the value of environmental adaptability and stability, the varieties 'Premiera', 'Belochka', 'Ogonyok', 'Orlovskoe' were identified as the best ones. These varieties are highly intensive, responsive to the improvement of growing conditions and characterized with high productivity. The paper has collected and presented the material of the long-term study

of the environmental adaptability and stability of the grain sorghum productivity in the conditions of the Ural steppe of the Republic of Bashkortostan.

Keywords: sorghum (*Sorghum moench*), grain sorghum (*Sorghum vulgare*), productivity, adaptability, stability.

Введение. Сорго (*Sorghum Moench*) – одна из древнейших культур в мировом земледелии, где она представлена большим разнообразием форм, возделываемых на продовольственные и кормовые цели. В зависимости от характера использования сорговые культуры делятся на четыре группы: зерновое, сахарное (кормовое), травянистое (суданская трава и сорго-суданковые гибриды) и веничное сорго. Сорго зерновое характеризуется низкорослостью (до 150 см), короткой (до 35 см) и хорошо озерненной метелкой, обладает высокой и стабильной урожайностью, хорошими кормовыми достоинствами зерна. В зерне сорго содержится 7,8–16,7% белка; 61–84% крахмала; 1,7–6,5% жира; 1,2 кормовых единиц (Кадыров, 2013; Малиновский, 1992).

Новые сорта зернового сорго, адаптированные к условиям конкретной зоны и обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков, – мощное средство стабилизации производства фуражного зерна и повышения его качества (Кадыров, 2013). Сорго способно длительное время выдерживать воздушные и почвенные засухи, быстро отрастать после скашивания или сжатия, отличается высокой и стабильной продуктивностью, кормовой ценностью и универсальностью использования (Кадыров, 2013; Малиновский, 1992).

Созданные сорта зернового сорго уже обладают высокой потенциальной урожайностью, но в производственных условиях значительно её снижают. Это обусловлено высокой отзывчивостью культуры на изменяющиеся агроклиматические условия выращивания (Кадыров, 2013). Поэтому одним из приоритетных направлений в селекции стало выведение сортов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность и качество урожая с устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессов на уровне сорта, агроценоза, агроэкосистемы и агроландшафта (Малиновский, 1992; Fasahat et al., 2015).

Для выявления стабильности и адаптивности новых сортов проводят экологические испытания, по результатам которых определяют норму реакции генотипов на диапазон условий, в частности показатели экологической пластичности и стабильности. Добившись их гармоничного сочетания, можно обеспечить максимальную продуктивность в различных почвенно-климатических зонах (Сапега и др., 2012; Потанин и др., 2014; Рыбась, 2016).

Цель исследования – оценка сортов зернового сорго по параметрам экологической пластичности и стабильности урожайности в изменяющихся условиях среды.

Материалы и методы исследований.

Работу выполняли в 2015–2017 и 2019 гг. на опытных участках Чишминского селекционного центра по растениеводству Башкирского

НИИСХ УФИЦ РАН (в условиях Предуральской степной зоны Республики Башкортостан).

Почвенный покров поля представлен легкосуглинистыми типичными карбонатными черноземами средней мощности. По механическому составу – среднесуглинистые. Состав почвы с глубиной становится более легким. Подстилающие породы (песчаники и мергели), способствуют легкому просачиванию осадков вглубь. Поэтому при недостатке в этой зоне атмосферных осадков часто проявляется почвенная засуха. Среднее содержание гумуса в верхнем пахотном слое колеблется от 7 до 9% (по Тюрину). На глубине 40–60 см оно составляет 3,2–3,4%. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной – 7,1–7,4. Содержание общего азота – 0,4% (по Кьельдалю), обменного калия (по Чирикову) и подвижного фосфора (по Кирсанову) – 20,5 и 10,2 мг/100 г сухой почвы, содержание кальция – 5,6%, (по Флоринскому).

Материалом для исследования служили 11 сортов зернового сорго: Премьера, Славянка, Зернышко, Белочка, Рось, Факел, Меркурий, Камелик, Восторг, Огонек и Орловское. В качестве стандарта выбран сорт Премьера.

Агротехника возделывания сорговых культур общепринятая для зоны. Опыты закладывали по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Предшественник – яровая пшеница. Посев осуществляли 25–28 мая (в зависимости от метеоусловий) нормой высева 200 тыс. всхожих семян на 1 га сеялкой СКС-6-10 с шириной междурядий 45 см. Опыт двухфакторный. Площадь делянки – 18,9, учетная – 13,5 м². Сорта размещали систематически, повторность – четырехкратная.

Анализ морфометрических признаков проводили по «Широкому унифицированному классификатору СЭВ» и «Международному классификатору СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum moench*» (Якушевский, 1982). Учеты и наблюдения – по методике Всероссийского НИИ кормов им. В.Р. Вильямса (Новоселов и др., 1983). Группы спелости зернового сорго определяли условно по продолжительности вегетационного периода (от полных всходов до полной спелости семян), учитывая климатические условия региона.

Экологическую пластичность (b_i) и стабильность (σ_d^2) рассчитывали по методике S. A. Eberchart, W. A. Russell (1966) в изложении В. А. Зыкина (Зыкин и др., 2005), стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$) – по уравнению А. А. Россиле, J. Hamblin в интерпретации А. А. Гончаренко (Гончаренко, 2005), размах урожайности (d) – по В. А. Зыкину (Зыкин и др., 2005).

Метеорологические условия в годы исследований отличались нестабильностью в период вегетации, что позволило дать объективную оценку изучаемым линиям, исходя из сложив-

шихся внешних условий среды, обусловленных прежде всего гидротермическим режимом.

В 2015 г. третья декада мая была теплой – средняя температура воздуха была на 4,6 °C выше многолетних данных, осадков выпало 45% от нормы. Температура воздуха по декадам в июне превысила норму на 1,9; 3,0 и 7,7 °C, осадков выпало 102; 4,7 и 5,5% от многолетних. В июле первая и вторая декады были прохладными – на 3,4 и 1,5 °C ниже многолетних значений; осадков по декадам выпало 218; 45 и 48% от нормы. В августе средняя температура воздуха была ниже нормы на 0,7–3,1 °C, большая часть осадков пришлось на вторую и третью декады – 9,2 и 12,0 мм.

В 2016 г. средняя температура воздуха в третьей декаде мая составила 19,0 °C, осадков выпало 13% от нормы. В первой декаде июня температура была ниже нормы на 1,2 °C, во второй – превысила на 2,5 °C. Осадков по декадам выпало 47; 22 и 200% от нормы. В июле средняя температура воздуха и сумма осадков составили по декадам 20,4; 21,5; 22,4 °C и 12,2; 4,4 и 1,4 мм соответственно. В августе средняя температура воздуха превысила средние значения на 6,5; 8,8 и 5,1 °C, осадков выпало 69; 73 и 81% от нормы.

В 2017 г. третья декада мая была прохладной (12,1 °C) и дождливой (213% нормы). Первая декада июня была прохладной (11,8 °C), вторая – умеренно теплой (17,3 °C), третья также характеризовалась недобором тепла (17,2 °C), осадков по декадам выпало 447; 96 и 115% от нормы. Средняя температура воздуха июля по декадам составила 17,2; 19,3 и 21,1 °C, осадков выпало 30,6; 15,9 и 1,2 мм; в августе температура воздуха по декадам составила 20,2; 17,2; и 19,6 °C, а сумма осадков – 24,1; 4,8 и 9,1 мм соответственно.

В 2019 г. третья декада мая была теплой – 14,6 °C и влажной 24,1 мм. Температура воздуха по декадам в июне составила 16,5; 16,4; и 19,4 °C или -0,3; -1,3 и +1,3 °C от нормы,

осадков выпало 183,3; 22,1 и 32,0% от среднесезонных значений. В июле первая декада была прохладной 17,9 °C (-1,4 °C); вторая теплой (+1,8 °C), а третья – в пределах нормы; осадков по декадам выпало 148,3; 40 и 13% от нормы. Первая декада августа была холодной, вторая – теплой, третья – прохладной (-3,3; +1,4 и -1,7 °C от нормы), осадков по декадам выпало 298,7; 114 и 66% от нормы. В первой декаде сентября температура воздуха была ниже нормы на 2,0 °C, вторая декада была умеренно теплой (+0,7 °C); осадков по декадам выпало 26,8; 167% от нормы.

Статистическую обработку экспериментальных данных методом двухфакторного дисперсионного анализа проводили с использованием программ «Microsoft Excel» и пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS версии 2.09.

Результаты и их обсуждение. По продолжительности вегетационного периода изучаемые сорта зернового сорго были условно отнесены к трем группам спелости: раннеспелые – Премьера, Славянка, Белочка, Рось и Огонек (86–88 дней от полных всходов до восковой спелости); среднеспелые – Зернышко, Меркурий, Восторг и Орловское (94–96 дней); среднепоздние – Факел и Камелик (99–101 день).

Установлен достаточно высокий потенциал отдельных сортов зернового сорго по урожайности зерна. Так, максимальным он был в 2015 г. у сортов Рось (6,4 т/га) и Славянка (5,5 т/га). В среднем за 4 года наибольшая урожайность отмечена у сортов раннеспелой группы Рось (4,1 т/га), Славянка (3,8 т/га) и Белочка (3,4 т/га). Эти сорта превысили стандартный сорт Премьера на 24, 15 и 10% соответственно. У среднеспелых и среднепоздних сортов урожайность была примерно на одном уровне, кроме сортов Факел и Зернышко (табл. 1).

1. Адаптивный потенциал сортообразцов зернового сорго в 2015–2017 и 2019 гг. 1. Adaptive potential of the grain sorghum varieties in 2015–2017 and in 2019

Сорт	Урожайность зерна при 15% влажности, т/га			Вегетационный период, дней	Размах урожайности d, %	Стрессоустойчивость ($Y_{min} - Y_{max}$)	Генетическая гибкость ($(Y_{max} + Y_{min})/2$)
	max	min	средняя				
Премьера	4,2	2,4	3,3	87	42,9	-1,8	3,3
Славянка	5,5	2,4	3,8	86	56,4	-3,1	4,0
Зернышко	3,8	0,8	2,2	95	85,5	-3,0	2,3
Белочка	4,3	2,3	3,4	88	46,5	-2,0	3,3
Рось	6,4	2,3	4,1	88	64,0	-4,1	4,4
Факел	3,1	0,5	1,6	101	83,9	-2,6	1,8
Меркурий	3,6	1,7	2,6	94	52,8	-1,9	2,6
Камелик	4,0	1,2	2,4	99	70,0	-2,8	2,6
Восторг	3,9	1,7	2,5	96	56,4	-2,2	2,8
Огонек	4,9	1,9	3,1	87	61,2	-3,0	3,4
Орловское	4,1	1,5	2,8	96	63,4	-2,6	2,8

Чем ниже размах урожайности (d), тем стабильнее продуктивность генотипа в конкретных условиях. Наименьшая величина этого по-

казателя отмечена у сортов Премьера (42,9%) и Белочка (46,5%).

При изменяемых метеорологических условиях устойчивость сортов к стрессору – важный показатель адаптивности, который определяется по разности между минимальным и максимальным значением признака ($Y_{\min} - Y_{\max}$). Этот показатель имеет отрицательное значение, и чем он меньше по абсолютной величине, тем выше стрессоустойчивость, то есть шире диапазон приспособительных возможностей сорта. Самыми устойчивыми к стрессу ($Y_{\min} - Y_{\max}$) были сорта зернового сорго Рось (-4,1), Славянка (-3,1), Зернышко и Огонек (-3,0).

Характеристику сортов по стрессоустойчивости дополняет показатель генетической гибкости ($(Y_{\max} + Y_{\min})/2$), который отражает степень соответствия между генотипом сорта и раз-

личными факторами среды (Гончаренко, 2005). В условиях Республики Башкортостан среди изучаемых сортов зернового сорго величина этого показателя была наибольшей у сортов Рось (4,4), Славянка (4,0) и Огонек (3,4). Это свидетельствует о высокой степени соответствия между генотипом сорта и фактором среды. Самые низкие показатели были отмечены у сортов Факел (1,8) и Зернышко (2,3).

Индекс условий среды (I_j) определяет изменчивость условий выращивания. Индекс условий среды (I_j) по годам изменялся у сортов зернового сорго от 1,3 до -1,2. Лучшие условия для сортов сложились в 2016 г., где индекс среды принимал наибольшее положительное значение $I_j = 1,3$ (табл. 2).

2. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортообразцов зернового сорго в 2015–2017 и 2019 гг.

2. Productivity, environmental adaptability and stability of the grain sorghum varieties in 2015–2017 and in 2019

Сорт	Урожайность зерна (15% влажности), т/га					Пластичность, b _i	Стабильность, σ _d ²
	годы				средняя		
	2015	2016	2017	2019			
Премьера	4,2	4,2	2,4	2,4	3,3	0,8	15,5
Славянка	5,5	5,0	2,5	2,3	3,8	1,3	40,8
Зернышко	3,1	3,8	0,8	1,1	2,2	1,2	34,9
Белочка	4,3	4,3	2,6	2,3	3,4	0,8	13,5
Рось	6,4	5,2	2,5	2,3	4,1	1,5	54,4
Факел	1,9	3,1	0,9	0,5	1,6	0,8	17,1
Меркурий	3,3	3,6	1,9	1,7	2,6	0,8	15,5
Камелик	2,9	4,0	1,5	1,2	2,4	1,0	24,3
Восторг	2,7	3,9	1,7	1,8	2,5	0,7	11,9
Огонек	3,6	4,8	2,0	1,9	3,1	1,0	24,2
Орловское	4,1	3,6	2,0	1,5	2,8	0,9	22,2
I _j	0,9	1,3	-1,0	-1,2	–	–	–
НСР _{гр}	0,52	0,26	0,31	0,35	–	–	–

Пластичность сорта (коэффициент линейной регрессии урожайности b_i) – реакция генотипа на изменение условий среды. В нашем опыте большая отзывчивость на улучшение условий выращивания ($b_i > 1$) отмечена у сортов зернового сорго Славянка, Зернышко и Рось. Эти сорта интенсивного типа при оптимальных условиях формируют высокие урожаи, однако в неблагоприятных условиях или на низком агрофоне урожайность у них резко снижается.

У сортов Премьера, Белочка, Факел, Меркурий и Восторг коэффициент пластичности был ниже единицы ($b_i < 1$). Эти генотипы с низкой отзывчивостью на изменение условий лучше выращивать на экстенсивном фоне, где они обеспечат максимум отдачи при минимуме затрат.

Коэффициент пластичности равный или близкий к единице ($b_i = 1$) зафиксирован у сортов Камелик, Огонек, Орловское. У этих сортов полное соответствие изменения урожайности изменению условий выращивания.

Таким образом, следуя модели S. A. Eberhart и W. A. Russell, наибольшую ценность представляют сорта, у которых b_i близок к 1, а дисперсия стабильности, или среднее квадратическое от-

клонение от линии регрессии (σ_d^2), определяющая стабильность сорта в различных условиях среды стремится к нулю (Гончаренко, 2005). Такие сорта относят к высокоинтенсивным, они отзывчивы на улучшение условий и характеризуются стабильной урожайностью. К ним можно отнести следующие сорта зернового сорго: Премьера, Белочка, Огонек, Орловское. В изучаемом наборе наиболее стабильны сорта Восторг и Белочка ($\sigma_d^2 = 11,9$ и $13,5$ соответственно). Самыми нестабильными оказались сорта раннеспелой группы Рось и Славянка ($\sigma_d^2 = 54,4$ и $40,8$).

Выводы. Анализ экологической пластичности и стабильности позволил выделить наиболее адаптивные сорта зернового сорго при возделывании их на зерно в Республике Башкортостан. Сорта Камелик, Огонек, Орловское с коэффициентом регрессии b_i близким и равным единице, характеризуются как пластичные; Славянка, Зернышко и Рось – отзывчивы на улучшение условий выращивания и характеризуются как интенсивные – $b_i > 1$. Исходя из комплексной оценки сортов по величине средней урожайности, ее размаху, стрессоустойчивости, экологической

пластичности и стабильности лучшими сортами признаны Премьера (урожайность зерна 3,3 т/га, размах урожайности – 42,9%; стрессоустойчивость – -1,8, пластичность –0,8, стабильность – 15,5) и Белочка (3,4 т/га; 46,5%; -2,0; 0,8; 13,5 соответственно). Выделенные со-

рта Огонек, Орловское будут использованы в дальнейшей селекционной работе в качестве источников пластичности, а сорта Славянка, Зернышко и Рось – в качестве исходного материала для создания сортов интенсивного типа.

Библиографические ссылки

1. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 49–53.
2. Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: БашГАУ, 2005. 100 с.
3. Кадыров С. В. Сорго в ЦЧР. Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2008. 80 с.
4. Малиновский Б. Н. Сорго на Северном Кавказе. Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1992. 208 с.
5. Новоселов Ю. К., Харьков Г. Д., Шеховцова Н. С. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: Подразделение оперативной полиграфии ВИК, 1983. 198 с.
6. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Степочкин П. И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548–552.
7. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 617–626.
8. Сапега В. А., Турсумбекова Г. Ш., Сапега С. В. Урожайность и параметры стабильности сортов зерновых культур // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 10. С. 22–26.
9. Fasahat P., Rajabi A., Mahmoudi S. B., Noghabi M. A., Rad J. M. An Overview on the Use of Stability Parameters in Plant Breeding // Biometrics & Biostatistics International Journal. 2015. Vol. 2. № 5. P. 11.

References

1. Goncharenko A. A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur [On the adaptability and environmental stability of grain varieties] // Vestnik RASKHN. 2005. № 6. S. 49–53.
2. Zykin V. A., Belan I. A., YUsov V. S. Metodika rascheta i ochenki parametrov ekologicheskoy plastichnosti sel'skohozyajstvennykh rastenij [Methodology for calculating and estimation of the parameters of the environmental adaptability of agricultural plants]. Ufa: BashGAU, 2005. 100 s.
3. Kadyrov S. V. Sorgo v CCHR [Sorghum in the Central Blackearth Region]. Rostov-na-Donu: Rostizdat, 2008. 80 s.
4. Malinovskij B. N. Sorgo na Severnom Kavkaze [Sorghum in the North Caucasus]. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta, 1992. 208 s.
5. Novoselov Yu. K., Har'kov G. D., Shekhovcova N. S. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Methodical recommendations for conducting field trials with feed crops]. M.: Podrazdelenie operativnoj poligrafii VIK, 1983. 198 s.
6. Potanin V. G., Alejnikov A. F., Stepochkin P. I. Novyj podhod k ocenke ekologicheskoy plastichnosti sortov rastenij [A new approach to estimation of the environmental adaptability of plant varieties] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2014. T. 18. № 3. S. 548–552.
7. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovykh kul'tur (obzor) [Adaptability increase in grain breeding (review)] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2016. T. 51. № 5. S. 617–626.
8. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh., Sapega S. V. Urozhajnost' i parametry stabil'nosti sortov zernovykh kul'tur [Productivity and stability parameters of grain varieties] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012. № 10. S. 22–26.
9. Fasahat P., Rajabi A., Mahmoudi S. B., Noghabi M. A., Rad J. M. An Overview on the Use of Stability Parameters in Plant Breeding // Biometrics & Biostatistics International Journal. 2015. Vol. 2. no. 5. P. 11.

Поступила: 15.06.20; принята к публикации: 27.08.20.

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. Биктимиров Р. А., Низаева А. А. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация; Биктимиров Р. А. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.