

Научная статья

УДК 633.171: 631.527:

doi: 10.28983/asj.y2023i11pp88-94

**Оценка хозяйственно ценных признаков у сортов проса посевного селекции
научно-исследовательских учреждений различного географического положения**

Владимир Александрович Мозлов^{1,2}, Татьяна Владимировна Тихонова², Ирина Сергеевна Армянинова²

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока, г. Саратов, Россия

e-mail: Mozlovva@ya.ru

Аннотация. В 2022 г. были проведены исследования хозяйственно ценных признаков 16 сортов и линий отечественной селекции проса посевного различных научно-исследовательских учреждений (НИУ). Цель исследования – изучение структуры продуктивности сортов и линий проса посевного различного эколого-географического происхождения в вегетационных условиях Саратовской области. Для достижения данной цели проведены исследования на опытных полях ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», где были выращены сорта и линии саратовской селекции, а также проведено их сравнение с сортами различного географического положения. Для оценки адаптивных свойств проведены фенологические и морфологические измерения. Результаты исследований показали, что сорта и линии Саратовской селекции проявляют высокую адаптивность к изменчивым погодным условиям при резкой континентальности агроклиматического района. Они отличаются высокой урожайностью, качеством зерна, хозяйственным коэффициентом. Кроме того, они устойчивы к возбудителям рас головни. Результаты исследований могут быть использованы в других НИУ по созданию новых сортов проса, сочетающих урожайность, качество зерна и устойчивость к варьированию гидротермических условий.

Ключевые слова: просо; селекция; сорта; условия вегетации; хозяйственно ценные признаки.

Для цитирования: Мозлов В. А., Тихонова Т. В., Армянинова И. С. Оценка хозяйственно ценных признаков у сортов проса посевного селекции научно-исследовательских учреждений различного географического положения // Аграрный научный журнал. 2023. № 11. С.88–94. [http: 10.28983/asj.y2023i11pp88-94.](http://10.28983/asj.y2023i11pp88-94)

AGRONOMY

Original article

**Evaluation of economically valuable traits in millet cultivars bred by scientific research institutions
of different geographical locations**

Vladimir A. Mozlov^{1,2}, Tatiana V. Tikhonova², Irina S. Armyaninova²

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Federal Agricultural Research Center of South-East, Saratov, Russia

e-mail: Mozlovva@ya.ru

Annotation. In 2022, a study of economic traits was conducted on 16 varieties and lines of millet breeding from various research institutions (RI). The aim of the study was to investigate the productivity structure of millet varieties and lines of different ecological and geographical origins in the vegetation conditions of the Saratov region. To achieve this goal, research was conducted in experimental fields of the Federal Agricultural Research Center of South-East, where Saratov selection varieties and lines were grown, and their comparison was made with varieties of different geographical locations. Phenological and morphological measurements were carried out to assess adaptive properties. The results showed that Saratov selection varieties and lines demonstrate high adaptability to changing weather conditions in conditions of sharp continental climate in the agro-climatic region. They have high yield, economic coefficient, are resistant to smut pathogens and have high grain quality. The results of the study can be used in other research institutions to create new millet varieties combining yield, grain quality, and resistance to variation in hydrothermal conditions.

Keywords: millet; breeding; varieties; growing conditions; economically valuable traits.

For citation: Mozlov V. A., Tikhonova T. V., Armyaninova I. S. Evaluation of economically valuable traits in millet cultivars bred by scientific research institutions of different geographical locations. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(11):88–94. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i11pp88-94.](http://10.28983/asj.y2023i11pp88-94)

© Мозлов В. А., Тихонова Т. В., Армянинова И. С., 2023





Введение. В настоящее время в мире одним из актуальных является вопрос увеличения продуктивности зерновых культур, их калорийности, питательности и насыщенности витаминами. Селекционеры и генетики постоянно работают над повышением качества и урожайности зерновых культур, включая просо посевное.

В марте 2021 года 75-я сессия Генеральной Ассамблея ООН провозгласила 2023 год Международным годом проса (МГП-2023). Просо отмечено как культура, имеющая высокую засухоустойчивость, низкую потребность во вносимых ресурсах и незначительную восприимчивость к изменчивому климату. Благодаря таким качествам культуры она должна выращиваться для самообеспеченности страны и уменьшения ее зависимости от импортных зерновых культур. Основная задача МГП-2023 направлена на увеличение информированности о полезных питательных свойствах сельскохозяйственной культуры проса, его пользе для здоровья и о возможности выращивать его в неблагоприятных и изменчивых климатических условиях.

Просо посевное (*Panicum miliaceum* L.) – уникальный тетраплоидный злак. Оно содержит полезные белки, углеводы, витамины группы В, минеральные вещества (кальций, фосфор, железо и др.), а также ряд полезных фитохимических соединений, таких как флавоноиды, антоцианы и фенольные кислоты. Кроме того, обладает широким спектром адаптационных механизмов к условиям выращивания, устойчиво к абиотическим и биотическим стрессам, способно произрастать на деградированных, засоленных почвах и представляет собой одну из важнейших крупяных культур во всем мире [4]. В основном оно используется как источник получения ценного продукта – пшена. Пшено содержит в себе 12–14,7 % белка, что больше, чем в рисовой, перловой крупе, но меньше, чем в овсяной (рис 1).

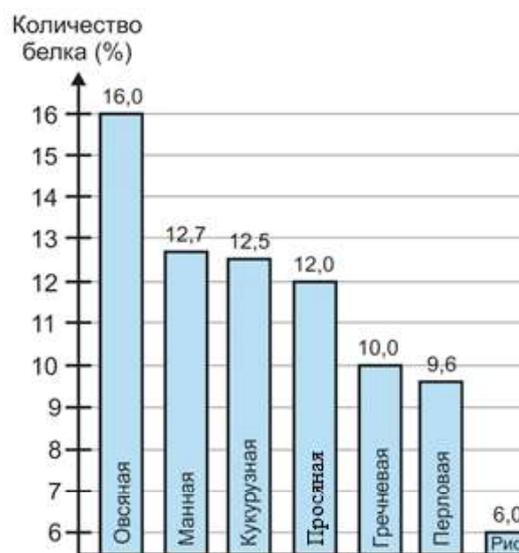


Рис. 1. Количество белка в составе разных круп

Однако в настоящее время просо является второстепенной культурой, несмотря на высокую эффективность использования воды. В мире производится около 30 млн тонн проса. Из них примерно 45 % мирового производства приходится на Индию. При дальнейшем изменении климата возможен рост производства проса посевного, т.к. оно будет использоваться как страховая культура. По данным Росстата [8], по динамике посевных площадей под этой культурой в Российской Федерации наблюдается снижение с 1875 тыс. га в 1992 г. до 300 тыс. га в 2021 г. (рис. 2). Отрицательная динамика роста площадей указывает на то, что отсутствует спрос на зерно этой культуры. Этот факт объясняется множеством причин, одна из которых – утрата национальных традиций в области культуры питания под влиянием фастфудных новинок.

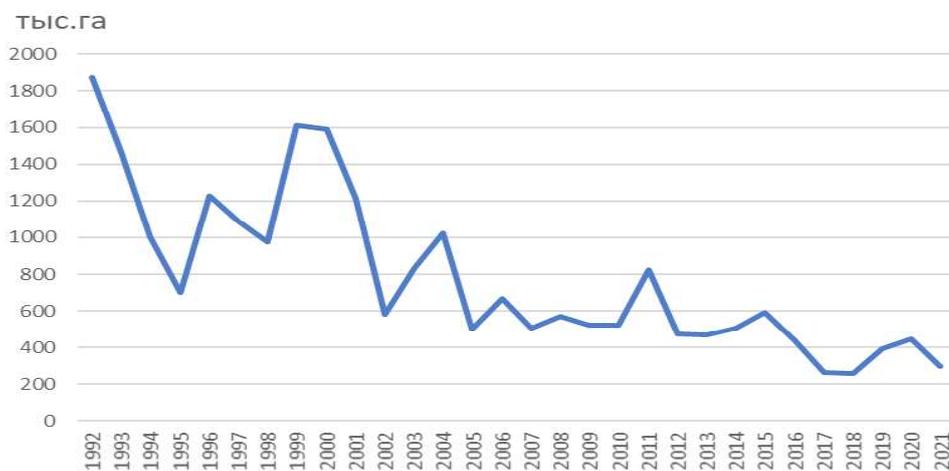


Рис. 2. Посевные площади проса в Российской Федерации, 2019–2021 гг. Росстат (https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/posev_2022.xlsx)



Одновременно со снижением посевных площадей урожайность проса в России увеличилась с 1,07 т/га в 2019 г. до 1,42 т/га в 2021 г. за счет применения современных агротехнологий, обновления сельхозтехники, а также использования новых сортов с наилучшими хозяйственно-биологическими свойствами (рис. 3). Тем не менее, валовой сбор проса за 2019–2021 гг. снизился с 439,8 до 368,3 тыс. т.

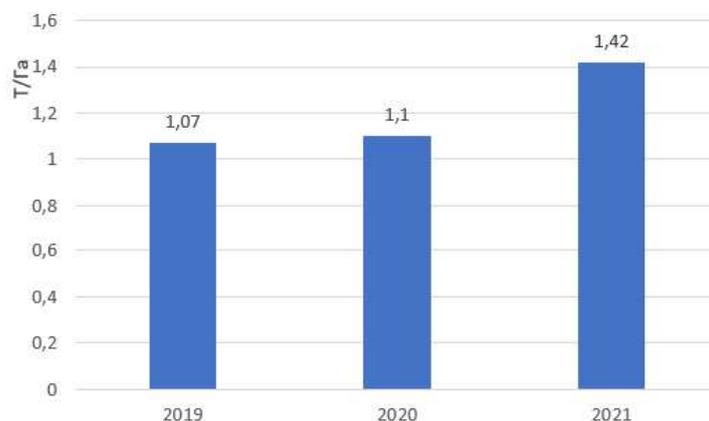


Рис. 3. Урожайность проса в Российской Федерации, 2019–2021 гг. Росстат (https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/PROD_12-2022.xls)

В решении проблемы получения высоких и стабильных урожаев проса на первый план выходят сорта, способные наиболее полно адаптироваться к широкому диапазону почвенно-климатических факторов. Эколого-географическое изучение растений различных сортов проса является одной из актуальных задач современной физиологии, селекции и растениеводства.

Цель исследования – изучение структуры продуктивности сортов и линий проса посевного различного эколого-географического происхождения в вегетационных условиях Саратовской области.

Методика исследований. Полевой опыт проводили в 2022 г. на базе ФАНЦ Юго-Востока. Объектом исследований являлись 10 сортообразцов Саратовской селекции (Саратовское 853, Саратовское 10, Саратовское 15, Золотистое, Сардар, Саратовское желтое, Сарбин, 2/22, 3/22, 20/22), 2 сортообразца Самарской селекции (Россиянка, Крестьянка), 1 сортообразец Воронежской селекции (Колоритное 15), 1 сортообразец Орловской селекции (Благодатное), 1 сортообразец Киевской селекции (Радуга) и 1 сортообразец Харьковской селекции (Харьковское 57).

Норма высева проса – 2–2,5 млн всхожих семян на 1 га. Площадь делянок составляла 28,5 м², повторность 4-кратная. Закладку опыта проводили в соответствии с общепринятыми методиками [3, 5]. В фазу полной спелости была проведена уборка материала и отобраны образцы для последующих анализов, в том числе на качество зерна [7].

Агрономическую ценность изучаемого селекционного материала определяли по методике Государственной комиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений [9].

В фазу полной восковой спелости были отобраны образцы для структурного анализа. Коэффициенты рассчитывали по следующим формулам:

$$K_{\text{хоз}} = \frac{\text{Масса зерна}}{\text{Вес снопа}} * 100\%$$

$$K_{\text{макрораспределения}} = \frac{\text{Масса метёлки}}{\text{Сухая надземная масса (или всего растения)}} * 100\%$$

$$K_{\text{микрораспределения}} = \frac{\text{Масса зерна}}{\text{масса метёлки}} * 100\%$$

Экспериментальные данные были обработаны статистическими методами с использованием компьютерных программ Microsoft Office Tabs for Excel и надстройки AgCStat.

В 2022 г. средняя температура мая 11,7 °С оказалась ниже среднемноголетней на 3,7 °С, в связи с чем сроки посева передвинулись на первую декаду июня. В июне – августе температура была выше среднемноголетней (1,2–3,6 °С). В июле отмечали высокое количество осадков,

превысившее среднемноголетнюю норму на 25,4 мм; в июне и августе – низкое количество осадков, меньше среднемноголетнего показателя на 12,6 и 26,2 мм соответственно. ГТК в июне 2022 г. равнялся 0,55, в июле – 1,09 и в августе – 0,16, за летний период – 0,58. По квалификации зон увлажнения летний период относится к очень засушливой зоне. Погодные условия за 2022 г. представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Гидротермические условия вегетационного периода проса в годы исследований
(данные метеостанции ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»)**

Период исследования	Показатель	Месяц вегетации								
		июнь			июль			август		
2022 г.	Среднесуточная температура воздуха, °С	21			21,7			24		
	Среднесуточная температура воздуха по декадам, °С	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		19,8	21,5	21,7	20	23	22	24,4	23	24,7
	Количество осадков, мм	35			74			13		
Среднемноголетняя норма	Среднесуточная температура воздуха, °С	19,8			21,9			20,4		
	Количество осадков, мм	47,6			48,6			39,2		

В 2022 г. во время формирования вторичной корневой системы стояла засуха, следствием чего являлось плохое укоренение растений, недостаточность питания и возможность гибели, как от биотических, так и абиотических факторов.

Результаты исследований. В 2022 г. в полевом опыте была изучена структура хозяйственно ценных признаков ряда сортов и линий. Вегетация растений проса проходила в резко изменяющихся условиях: относительно благоприятные периоды чередовались с экстремальными. Рост и развитие растений проса в июне проходили в сравнительно благоприятных условиях. В июле относительно благоприятные погодные условия чередовались с засухой (в отдельные дни температура воздуха достигала +38 °С и выше), в результате рост и развитие растений проходили с большой «нагрузкой» на адаптивные свойства изучаемого селекционного материала. В августе засушливые условия сочетались с относительно благоприятными, поэтому созревание сортообразцов проса посевного пришлось на сентябрь. Как известно, в течение вегетационного периода на растения оказывают влияние разнообразные абиотические факторы, но в большей степени продуктивность зависит от агрометеорологических параметров – температуры и влагообеспеченности [1]. Нарастание сухой биологической массы является одним из главных показателей эффективности функционирования продукционного процесса [6]. Температура и особенно влажность оказывают значительное влияние на формирование биологической и зерновой продуктивности [2].

Отчетливо проявились сортовые генетически контролируемые различия, как по морфологическим, так и по биологическим особенностям. Наибольшую длину метелки (37,8 см) и высоту растения (132,9 см) отмечали у Радуги; по массе зерна с 1 метелки (3,4 г) данный сорт был ниже среднего и оказался в числе сортов с низким хозяйственным коэффициентом. Однако этот сорт типичен для «умеренных» условий произрастания. При этом линия 3/22 со средней длиной метелки 22,1 см и высотой растения 11,2 см, а также высокой массой зерна с 1 метелки 6,7 г является средней по хозяйственному коэффициенту – 31,97 (табл. 2).

В среднем за год исследования высота растений проанализированных сортов и линий проса посевного варьировала от 88,2 до 132,9 см. Самыми низкорослыми оказались сорта и линии Саратовское 10 (88,2 см) и 20/22 (88,6 см), длинно стебельными – Радуга (132,9 см) и Колоритное 15 (119 см). Наибольшая длина метелки у Радуги (37,8 см) и Колоритное 15 (30,3 см), наименьшая – у Крестьянки (20,8 см) и Сарбина (21,2 см). Наибольшая масса метелки у 3/22 (8,2 г), Саратовского желтого (6,6 г), наименьшая – у Колоритное 15 (3,8 г), 20/22 (4,75 г) и Благодатное (4,8 г), см. табл. 2.



Хозяйственно ценные признаки сортов проса в фазу полной восковой спелости

№	Сорт	Масса снопа, г	Высота растения, см	Масса метелок, г	Масса 1 метелки, г	Длина метелки, см	Масса зерна, г	Масса зерна с 1 метелки, г	Озерненность 1 метелки, шт.
1	Саратовское 853	317	106,5	170	5,9	24,2	150	5,1	408
2	Саратовское 10	280	88,2	160	5,3	22,4	145	4,8	551
3	Саратовское 15	450	102,4	290	5,9	22	230	4,7	522
4	Золотистое	360	110,8	210	6,17	24,9	175	5,1	586
5	Сардар	400	104	240	6,3	22,8	185	4,8	539
6	Саратовское желтое	530	109	340	6,6	22,6	270	5,2	611
7	Сарбин	340	101,2	200	5	21,2	170	4,25	483
8	2/22	390	107	230	5,75	22,4	190	4,75	534
9	3/22	415	111,2	240	8,2	22,1	195	6,7	744
10	20/22	470	88,6	285	4,75	22,8	215	3,5	389
11	Радуга	450	132,9	240	5,1	37,8	160	3,4	427
12	Колоритное 15	365	119	180	3,8	30,3	140	2,97	371
13	Благодатное	260	107,4	140	4,8	25,2	110	3,7	462
14	Крестьянка	325	106	170	5,6	20,8	135	4,5	480
15	Россиянка	340	124	170	5,1	25,7	120	3,5	350
16	Харьковское 57	395	116,8	240	6,8	35	185	5,2	443
X		380,43	108,43	219,06	5,69	25,13	173,43	4,51	493,75
НСР05		0,28	0,04	0,15	0,034	0,04	0,09	0,005	0,29

Условия 2022 г. оказались благоприятными для сортов Золотистое, Сардар, Саратовское желтое и чрезвычайно благоприятными для линии 3/22.

Немаловажную роль играет и коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$), характеризующий полноту использования продуктов ассимиляции в период налива зерна и обозначающий долю хозяйственно ценной части урожая в общей массе растения. Повышение $K_{хоз}$ происходит как с помощью агротехнических мероприятий, так и в результате селекционной деятельности.

$K_{хоз}$ сортов и линий проса варьировал в зависимости от сорта, наиболее эффективными оказались сорта Саратовское 10, Саратовское 15, Саратовское желтое и Сарбин, имеющие самые высокие показатели, превышающие 50 единиц. Рекордсменом по этому показателю является Саратовское 10 (51,79). У остальных сортов и линий значение этого показателя варьировало от 35,56 до 50 единиц (табл. 3).

Сорта Саратовское 15 и Саратовское желтое характеризуются наиболее высоким коэффициентом макрораспределения (64,44 и 64,15 %). Самый низкий коэффициент макрораспределения – у сорта Колоритное 15 (49,32 %). Наибольшее значение коэффициента микрораспределения было зафиксировано у сорта Саратовское 10 (90,63 %), а наименьшее – у сорта Радуга (66,67 %).



Коэффициенты использования сухого вещества на формирование зерна проса (2022 г.)

Сорт	$K_{\text{хоз}}$	Коэффициент макрораспределения	Коэффициент микрораспределения
Саратовское 853	47,31	57,84	86,44
Саратовское 10	51,79	57,14	90,63
Саратовское 15	51,11	64,44	79,31
Золотистое	48,61	58,33	83,33
Сардар	46,25	60,00	77,08
Саратовское желтое	50,94	64,15	79,41
Сарбин	50,00	58,82	85,00
Линия 2/22	48,72	58,97	82,61
Линия 3/22	46,99	57,83	81,25
Линия 20/22	45,74	60,64	75,44
Радуга	35,56	53,33	66,67
Колоритное 15	38,36	49,32	77,78
Благодатное	42,31	53,85	78,57
Крестьянка	41,54	52,31	79,41
Россиянка	35,29	50,00	70,59
Харьковское 57	46,83	51,67	76,47

Анализируя полученный материал, следует отметить, что сорта и линии Саратовской селекции являются более адаптивными к изменчивым погодным условиям, чем сорта других селекционных учреждений. Это можно объяснить тем, что Саратовская селекция проводилась в условиях резкой континентальности и изменчивости агроклимата, что вынудило селекционеров уделять большое внимание развитию сортов и линий, способных выживать и давать хороший урожай при различных погодных условиях. В то же время селекционные учреждения, проводившие селекцию в условиях более стабильного климата, могли уделять меньше внимания адаптивности к экстремальным условиям и, следовательно, получать менее устойчивые сорта.

Данный фактор является одним из важных компонентов в условиях изменяющегося климата, который способствует укреплению продовольственной безопасности на территории Российской Федерации. Сорта проса посевного Саратовской селекции обладают высоким качеством зерна, устойчивостью к возбудителям рас головни (данные в статье не приводятся). Отличаются высоким хозяйственным коэффициентом, а также массой 1000 зерен, содержанием каротиноидов.

Заключение. Сорта проса посевного Саратовское 10 (51,79 %), Саратовское 15 (51,11 %), Саратовское желтое (50,94 %) и Сарбин (50 %) отличаются высоким коэффициентом хозяйственной эффективности фотосинтеза. Сорта Саратовское 15, Саратовское желтое характеризуются наиболее высоким коэффициентом макрораспределения (64,44 и 64,15 %). Наибольшее значение коэффициента микрораспределения было зафиксировано у сорта Саратовское 10 (90,63 %), наименьшее – у сорта Радуга (66,67 %).

По условиям 2022 г. лучшими по изученным показателям оказались сорта Саратовской селекции. Однако стоит учитывать, что показатели погоды и вегетации являются специфичными для определенного региона, в данном случае Саратовской области, поэтому результаты могут не отображать полную картину в других регионах. Таким образом, сравнение сортов и линий





из разных селекционных учреждений требует учета многих факторов, включая климатические условия, почвенные свойства и другие агротехнические факторы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончарова Э. А. Изучение устойчивости и адаптации культурных растений к абиотическим стрессам на базе мировой коллекции генетических ресурсов: научное наследие профессора Г. В. Удовенко / под ред. А. А. Жученко. СПб.: ГНУ ВИР, 2011. 336 с.
2. Головина Е. В., Леухина О. В., Леухина Т. В. Влияние погодных условий на формирование хозяйственно ценных признаков у сортов сои различной селекции // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022. № 2(42). С. 24–32. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-24-32. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47056004> (дата обращения: 24.02.2023).
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Жукова О. Н., Ефремова Ю. Ф., Антонов А. В., Карпенко О. М. Просо посевное (*Panicum miliaceum* L.) // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2015. № 1(43). С. 74–78. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23243208> (дата обращения: 23.02.2023).
5. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / Н. И. Корсаков [и др.]. Ленинград: ВИР, 1975. 59 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть / Минсельхоз России; ФГБУ «Госсорткомиссия». М., 2019. ISBN 978-5-6042693-0-6.
7. Ничипорович А. А. Теория фотосинтетической продуктивности растений // *Итоги науки и техники. Физиология растений. Теоретические основы продуктивности растений*. М.: ВИНТИ, 1977. Т. 3. С. 1155. URL: <http://www.fisiosof.ru/lib/45.pdf> (дата обращения: 24.02.2023).
8. Росстат. Российский статистический ежегодник. 2022: стат. сб. М., 2022. 691 с. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegodnik_2022.pdf (дата обращения: 20.02.2023).
9. Частная селекция полевых культур: учебник / В. В. Пыльнев [и др.]. СПб.: Лань, 2016. ISBN 978-5-8114-2096-4.

REFERENCES

1. Goncharova E. A. Study of resistance and adaptation of cultivated plants to abiotic stresses on the basis of the world collection of genetic resources: the scientific legacy of Professor G.V. Udovenko / ed. A.A. Zhuchenko. St. Petersburg: GNU VIR; 2011. 336 p. (In Russ.).
2. Golovina E. V., Leukhina O. V., Leukhina T. V. The influence of weather conditions on the formation of economically valuable traits in soybean varieties of various selections. *Leguminous and cereal crops*. 2022;(42):24–32. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-24-32. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47056004> (date of access: 02/24/2023). (In Russ.).
3. Dospheov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M.: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).
4. Zhukova O. N., Efremova Yu. F., Antonov A. V., Karpenko O. M. Millet (*Panicum miliaceum* L.). *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2015;1(43): 74–78. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23243208> (access date: 02/23/2023). (In Russ.).
5. Methodological guidelines for studying the collection of grain legumes / N. I. Korsakov et al. Leningrad: VIR; 1975. 59 p. (In Russ.).
6. Methodology for state variety testing of agricultural crops. Vol. 1. General part / Ministry of Agriculture of Russia; FSBI «State Variation Commission». M., 2019. ISBN 978-5-6042693-0-6. (In Russ.).
7. Nichiporovich A. A. Theory of photosynthetic productivity of plants // *Results of Science and Technology. Physiology of plants. Theoretical foundations of plant productivity*. M.: VINITI; 1977. T. 3. P. 1155. URL: <http://www.fisiosof.ru/lib/45.pdf> (access date: 24.02.2023). (In Russ.).
8. Rosstat. Russian statistical yearbook. 2022: stat. Sat. M.; 2022. 691 p. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegodnik_2022.pdf (access date: 02/20/2023). (In Russ.).
9. Private selection of field crops: textbook / V. V. Pylnev et al. St. Petersburg: Lan; 2016. ISBN 978-5-8114-2096-4. (In Russ.).

*Статья поступила в редакцию 05.04.2023; одобрена после рецензирования 30.04.2023; принята к публикации 05.05.2023.
The article was 05.04.2023; approved after reviewing 30.04.2023; accepted for publication 05.05.2023.*