

ЗНАЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПРОСА ПОСЕВНОГО ДЛЯ УСЛОВИЙ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Л.Х. СОКУРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: 0000-0002-2352-8057

ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА - ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»

E-mail: kbniish2007@yandex.ru

Существенное усиление засушливости климата за последние годы требует выведения новых сортов с повышенным адаптивным потенциалом к стрессовым условиям.

Целью исследований является изучение коллекционных образцов проса, создание признаковых и генетических коллекций новых доноров и источников для использования их в практической селекции, выделение ценного исходного материала для селекции. Получение новых генотипов проса с повышенными продуктивностью и качеством зерна, жаро- и засухоустойчивостью, неполегающие, неосыпающиеся формы для дальнейшей передачи новых сортов на Государственное сортоиспытание.

Представлен результат создания исходного материала проса посевного в степной зоне Кабардино-Балкарии. Произведен скрининг генофонда проса из мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова. Выявлены наиболее ценные сортообразцы для дальнейшей селекции. Проведен поэтапный анализ использования исходного материала в скрещиваниях. Определена важная роль некоторых образцов проса для получения форм, используемых в дальнейшей работе, расширены их генетические основы. Выявлены доноры и генетические источники, которые рекомендованы в качестве исходного материала на высокую продуктивность, устойчивость к полеганию растения, осыпанию зерна и т.д. Определена основополагающая роль ступенчатой гибридизации для объединения в одном генотипе желаемых признаков и свойств с использованием сортов и промежуточных форм собственной селекции, полученных на всех предшествующих этапах при выведении сортов Кавказские зори, Шхельда, Чегет, Эльбрус 10. Потенциальная их продуктивность – 4,5 т/га. В результате проведенных научных исследований в период с 2019 по 2021 годы питомник исходного материала пополнен на 20 наиболее высокопродуктивных стрессоустойчивых образцов проса. На Государственное сортоиспытание передан новый сорт проса посевного Шхельда.

Ключевые слова: просо, исходный материал, доноры, генетические источники.

Для цитирования: Сокурова Л.Х. Значение и изучение исходного материала проса посевного для условий Кабардино-Балкарской республики. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):116-124. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-116-124

CREATION AND EVALUATION OF THE SOURCE MATERIAL OF MILLET FOR THE CONDITIONS OF THE KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC

L.H. Sokurova

INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH «FSC «KABARDINO-BALKARIAN SCIENTIFIC CENTER OF RAS»

Abstract: *A significant increase in climate aridity in recent years requires the development of new varieties with increased adaptive potential to stressful conditions.*

The purpose of the research is to study collection accessions of millet, to create trait and genetic collections of new donors and sources for their use in practical breeding, to identify valuable source material for breeding. Obtaining new millet genotypes with increased productivity and grain quality, heat and drought resistance, non-lodging, non-shattering forms for further transfer of new varieties to the State Variety Test, etc.

The result of the creation of the initial material of millet in the steppe zone of Kabardino-Balkaria is presented. The gene pool of pearl millet from the world collection of the Vavilov VNIIR was screened. The most valuable variety samples for further breeding have been identified. A step-by-step analysis of the use of the initial material in crosses was carried out. The important role of some accessions of millet for obtaining forms used in further work is determined, their genetic bases are expanded. Donors and genetic sources have been identified, which are recommended as starting material for high productivity, resistance to plant lodging, grain shedding, etc. The fundamental role of stepwise hybridization for combining the desired traits and properties in one genotype using varieties and intermediate forms of our own breeding obtained at all previous stages when breeding varieties Kavkazskiye Zori, Shkhelda, Cheget, Elbrus 10, etc. was determined. Their potential productivity is 4.5 t/ha. As a result of scientific research carried out in the period from 2019 to 2021, the source material nursery was replenished with 20 most highly productive stress-resistant millet accessions.

A new variety of millet «Shkhelda» was submitted for the State variety testing.

Keywords: millet, source material, donors, genetic sources.

Просо посевное в Северо-Кавказском регионе является ценной крупяной и кормовой культурой. Просо принадлежит к культурным растениям, возделываемым с глубокой древности. Зерно проса и продукты его переработки используются в животноводстве и птицеводстве, а также в ряде технических производств. Большую ценность представляет и просяная солома, которая приравнивается к селу однолетних трав [1]. Просо используется в отдельные неблагоприятные годы как страховая культура и в связи с его засухоустойчивостью и скороспелостью - в качестве пожнивной и поукосной культуры [2].

Мобилизация генетических ресурсов растений и их сохранение является стратегически важной задачей в обеспечении государственной и глобальной продовольственной, биоресурсной и экологической безопасности России. На ее основе создаются новые высокоурожайные сорта и гибриды сельскохозяйственных растений [3, 4, 5, 6].

Возможности сорта в реализации потенциала урожайности зависят от условий вегетации растений, уровня устойчивости к стрессовым факторам, технологии возделывания. Важную роль в определении показателей урожайности и биологической продуктивности играет экологическая устойчивость растений, характеризующая эволюционно и генетически обусловленную способность сортов и гибридов противостоять действию абиотических и биотических стрессоров (засухе, жаре, суховеям и т.д.). Между потенциальной продуктивностью и экологической устойчивостью растений нередко существует отрицательная коррекция, обусловленная конкуренцией соответствующих органов и структур за ограниченные ресурсы ассимилянтов. Однако в неблагоприятных условиях внешней среды именно благодаря экологической устойчивости растений могут поддерживаться процессы накопления, сохранения и трансформации первичных продуктов ассимиляции на всех стадиях формирования урожая. При этом основными механизмами, обуславливающими экологическую устойчивость растений, является избегание или уход от действия стрессового фактора и толерантность.

Природно-экологические условия произрастания видов проса значительно различаются по количеству осадков, температурному, световому режиму, высоте над уровнем моря, типом почв и т.д. Такая пространственно-территориальная адаптивная пластичность проса от пустынь до полярных районов земледелия привела к формированию огромного разнообразия форм, отличающихся по комплексу морфологических и биологических признаков [7].

Имеющиеся в мировой коллекции источники недостающих признаков часто малопригодны для непосредственного использования в селекции из-за низкой экологической приспособленности. Селекционный процесс растягивается на много лет для создания с использованием инорайонного материала промежуточных форм, приспособленных к местным условиям и постепенно накапливающих максимум ценных хозяйственно-биологических признаков. В связи с этим изучение исходного материала в конкретных экологических условиях имеет большое значение для выявления и включения в селекционный процесс наиболее перспективного материала, который соответствует поставленным целям.

Материалы и методика исследований

В качестве исходных родительских форм используются приспособленные к местным условиям сорта и линии собственной селекции или сорта близких к ним агроэкологических зон. Также практикуется метод скрещивания отдаленных эколого-географических форм, который был предложен Н.И. Вавиловым. В селекционные программы коллекционный материал включается нами только после его всестороннего изучения. Наша рабочая коллекция представлена образцами проса отечественной и зарубежной селекции. Подбор и изучение исходного материала, отвечающего требованиям к донорам и источникам лимитирующих для условий Северного Кавказа признаков, проводится по методике ВИР.

Исследования проводили в 2019-2021 гг. в группе селекции и семеноводства проса Института сельского хозяйства КБНЦ РАН. Агрометеорологические условия 2019-2021 гг. существенно различались по погодным условиям вегетационных периодов проса посевного. За вегетационный период в 2019 году выпало 204,9 мм осадков (83,3% от нормы), в 2020 году – 216,8 мм (88,1% от нормы), в 2021 году – 305,7 мм (на 24,2% выше средних многолетних). (табл.1).

Материалом для исследований послужили 106 образцов проса посевного различных эколого-географических групп, полученные из ВНИИР им. Н.И. Вавилова. Опыт закладывался на делянках с учетной площадью 2 м² в трехкратной повторности. Метод размещения опытных делянок - систематический. Посев проса в опыте осуществлялся по мере готовности почвы в оптимальные для культуры сроки. Технология возделывания общепринятая для проса.

Для лабораторного анализа по количественным признакам перед уборкой отбирали сноповый материал в количестве 25 растений каждого образца. Наблюдения, учеты и анализы проводили согласно Методическим указаниям ВИР и Методике полевого опыта.

**Среднедекадные данные выпадения осадков и температуры воздуха
в годы проведения исследований**

Месяцы	Декады	Выпало осадков, мм					Температура воздуха, градусы				
		2019	2020	2021	Среднее за три года	Средне многол	2019	2020	2021	среднее за три года	Среднее многолетнее
Май	1	39,1	86,2	17,8			21,0	30,0	16,7	22,5	
	2	17,2	7,1	7,8			23,56	33,0	20,5	25,6	
	3	16,0	12,2	88,9			27,0	31,0	19,4	25,8	
	Сумма месячная	72,3	105,5	114,5	97,4	65,3	23,8	31,3	18,8	24,6	16,2
Июнь	1	1,2	11,0	92,1			36,0	37,0	19,5	30,8	
	2	7,7	-	5,3			36,0	39,5	22,7	32,7	
	3	20,0	44,6	21,9			38,0	38,0	27,3	34,4	
	Сумма месячная	18,9	55,6	119,3	64,6	84,2	36,6	38,1	23,2	32,6	20,6
Июль	1	6,1	20,1	6,7			37,0	42,0	26,0	35,0	
	2	34,4	-	6,0			33,0	40,0	27,5	33,5	
	3	16,2	11,9	59,2			39,5	39,5	25,7	34,9	
	Сумма месячная	56,7	32,0	71,9	53,5	59,4	36,5	40,5	26,4	34,4	23,0
Август	1	32,2	36,7	11,7			36,0	40,0	29,4	35,1	
	2	3,3	4,7	12,8			40,0	35,5	27,6	34,3	
	3	4,2	32,5	-			39,5	35,5	28,0	34,3	
	Сумма месячная	39,8	73,9	24,5	46,0	44,5	38,5	37,0	28,3	34,6	30,2
Итого:		197,7	267,0	330,2		253,4	33,8	36,7	24,2	31,5	22,5

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе исследований коллекционного материала нами было выявлено большое количество корреляционных связей между анализируемыми признаками и выделены образцы, максимально сочетающие продуктивность метелки с другими ценными признаками (табл. 2). Изученные образцы отличаются между собой варьированием признаков, определяющих урожайность и составляющих ее структуру.

Высота растения является одним из наиболее важных морфологических признаков и находится в большой зависимости от условий вегетации. Высота растений изучаемых образцов по нашим данным варьировала в пределах 57,5-130,0 см. Изученные образцы распределялись следующим образом: очень низкорослых образцов, с высотой <60 см было 6% к общему количеству материала. Вторая группа растений - низкие по высоте от 61 до 80 см, включала 19,0%. Третья группа – среднерослые, от 80 до 100 см – 35,5%. Четвертая группа от 100 до 130 занимала 39,5%. При этом подтверждается отрицательная корреляция между высотой растения и устойчивостью к полеганию: $r = 0,50-0,75$, т.е. этот признак определяется высотой от 25 до 55% в разные годы.

Анализ, проведенный по различным группам образцов проса (по спелости, крупнозёрности, урожайности и т.д.), позволил определить, что зона оптимума по высоте растений, при которой устойчивость к полеганию сохраняется в пределах 7-9 баллов (в 90% случаев) составляет от 80 до 120 см.

Также были определены корреляции устойчивости к полеганию и урожайности ($r=0,23-0,53$). Степень влияния этого признака на урожайность составляет от 10 до 30% в зависимости от условий, складывающихся в период выметывание-созревание.

Более скороспелые образцы проса образуют метелку на 25-30 день после всходов. Среднеспелые формы выбрасывают метелку на 30-45 день после всходов. Вегетационный период проса продолжительнее во влажное лето с пониженной температурой, чем в более засушливые годы с высокой температурой. На длительность вегетационного периода в значительной степени влияет весенняя погода. При сухой весне (2019-2020 гг.) просо от всходов до выхода в трубку развивается медленнее, затягивается его созревание и, таким образом удлиняется вегетация.

Важным адаптационным признаком является продолжительность вегетационного периода проса. У различных образцов проса в зависимости от их особенностей и условий выращивания вегетационный период колеблется от 60 до 90 дней и более. Так, в 2019-2020 гг. весна и лето были жаркими и засушливыми. Высокую жаровыносливость и приспособленность к резким колебаниям температуры показали образцы степной поволжской, лесостепной, саяно-алтайской и среднеазиатской горной групп, которые представляют практический интерес в целях создания более скороспелых форм. Вегетационный период у этих образцов 70-90 дней, от всходов до выметывания метелки-30-45 дней.

Средняя высота растений образцов этих групп составляет 80-90 см, метелка длинная – 20-25 см. Образцы степной поволжской группы в целом отличаются высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к осыпанию зерна и полеганию, а также высокой продуктивностью зерна.

По результатам наших данных, во все годы исследований самой многочисленной, независимо от увлажнения, была группа среднеспелых образцов – от 67% в 2019 году, до 45, 53% образцов в 2020 и 2021гг.

Таблица 2

Лучшие номера проса питомника исходного материала

№ п/п	№ по каталогу ВИР	Образец происхождения	Урожайность, т/га	Отклонение от стандарта, т/га	Масса 1000 зерен, г	Вес зерна с метелки, г	Число зерен в метелке, шт.	Высота растения, см	Длина метёлки, см	Полегаемость, балл	Осыпаемость, балл
1		Чегет ст	2,0	-	7,3	3,0	410	90,0	20,0	9	9
2	10311	Вельсовское, Орл. обл.	3,0	1,0	9,9	4,3	434	75,5	253,0	8	9
3	10312	Славянское, Орл. обл.	2,9	0,9	8,2	3,8	463	90,0	26,0	9	9
4	10321	Княжеское, Орл. обл.	3,0	1,0	8,6	5,2	604	83,0	20,0	9	8
5	10323	Спутник, Орл. обл.	2,9	0,9	8,0	4,7	578	80,0	20,0	9	9
6	10343	Золотистое, Сар. обл.	2,8	0,8	8,6	5,1	593	90,0	23,5	8	9
7	10344	Саратовское 10, Сар. обл.	3,0	1,0	8,6	5,3	616	110,0	28,0	8	
8	10347	Корибейчер, Австрия	2,9	0,9	8,3	5,5	652	91,0	25,0	8	8
9	10370	Wol 2511, Орл. обл.	2,6	0,6	9,4	5,6	595	90,0	27,0	9	9
10	10380	Wol 2596, Орл. обл.	2,7	0,7	8,8	4,4	500	87,5	25,0	9	9
11	10030	Воронежское 886	2,9	0,9	8,2	4,2	512	85,0	25,0	9	9
12	144	Алма-Атинская обл.	2,8	0,8	7,5	4,6	602	100,0	27,0	9	8
13	5456	Кабардино-Балкария	3,0	1,0	6,4	4,0	625	108,0	45,0	9	8
14	6793	Саратовская обл.	2,9	0,9	8,6	5,0	570	107,0	30,0	9	9
15	6285	Кабардино-Балкария	2,8	0,8	7,5	4,8	626	120,0	40,0	9	9
16	7766	Чечено-Ингушетия	2,7	0,7	7,5	4,5	616	120,0	30,0	9	9
17	8471	Прохладенское местное КБР	2,6	0,6	7,7	5,0	604	122,0	30,0	9	9
18	9023	Гибрид уст. к головне	2,9	0,9	8,0	4,2	625	108,6	35,0	9	9
19	10275	Квартет	2,9	0,9	8,2	5,1	521	101,0	37,0	9	9
20	10404	СН 160-40-43, Орл. обл.	2,8	0,8	8,6	4,8	550	100,0	28,0	8	9
21	10408	ам Бл /33 №5, Орл. обл.	2,8	0,8	7,5	4,3	523	86,0	27,0	9	9
		НСР ₀₅	0,33								

Репродуктивная способность растения, определяемая числом семян с одного растения – это основной признак, обеспечивающий селективное преимущество генотипа. За годы изучения больше всего семян (515-900 штук в метелке) сформировали растения образца К-1876 (Чечено-Ингушетия), К-6054 (Ростовская область), К-458 (Воронежская обл.), К-1272 (Крым), К-10211 (Ильиновское), К-6223 (Ростовская область), К-6269 (Кабардино-Балкария), К-6283(Кабардино-Балкария), К-6282 (Кабардино-Балкария), К-10275 (Квартет), К-10221 (Колоритное) и др., превышение над стандартным сортом составило 130-516 штук в метелке. Масса 1000 зерен – это важнейший количественный признак. В наших исследованиях этот признак определяется генотипом сорта на 47%, средой на 23%, их взаимодействием на 29%.

Образцы по этому признаку характеризовались в пределах 5,5-9,4 г. По сравнению со стандартом Чегет (7,6 г) выделились следующие образцы: К-10311 (Вельсовское), К-10312 (Славянское), К-10321 (Союз), К-10323 (Спутник), К-10344 (Саратовское 10), К-10347 (Корибейгер, Австрия), К-10370 (Ld 2514, Орловская обл.), К-10380 (Ld 2596, Орловская обл.), К-10030 (Воронежское 886), К-6793 (Саратовская обл.), К-9023 (Гибрид устойчивый к головне), К-10275 (Квартет), К-10404 (СН 160-40-43 Орловская обл.). Превышение над стандартным сортом Чегет составляет 0,4-1,4 г.

Как показали наши исследования, число колосков в метелке изучаемых образцов варьирует от 12,0 до 28,6 шт/мет. Выделились образцы значительно превысившие стандарт Чегет (16,8 шт/мет.): К-10312 (Славянское, К-10311 (Вельсовское), К-10321 (Княжеское), К-10344 (Саратовское 10), К-5456 (Кабардино-Балкария), К-9023 (Гибрид устойчивый к головне), К-10196 (Крупноскорое), К-6283 (Кабардино-Балкария), К-6284 (Кабардино-Балкария), К-6285 (Кабардино-Балкария), К-5464 (Кабардино-Балкария), К-1522 (Краснодарский край), К-10034 (Харьковская обл.), К-10104 (Воронежская обл.), К-6382 (Курская обл.), К-10211 (Ильиновское) и др. По этому признаку влияние среды и генотипа составило 17 и 45 соответственно, их взаимодействия – 29%.

Осыпаемость может обуславливаться как особенностями образца, так и факторами среды. При резких переходах от дождливой к жаркой и сухой погоде происходит осыпание зерна. При разбивке изучаемых образцов на группы со слабой, средней и сильной осыпаемостью оказалось, что со слабой осыпаемостью 86 образцов, со средней – 11, сильной осыпаемости не наблюдалось. Понижаемость метелки оценивалась в период созревания зерна по девятибалльной шкале. Сильного поникания не наблюдалось, слабое поникание, при котором метелка наклонена на 30-40° от вертикали наблюдалось на 20 образцах.

Пленчатость – один из важнейших хозяйственных признаков – чем ниже пленчатость, тем выше пищевые и кормовые достоинства зерна. Пленчатость в наших исследованиях повышалась в засушливых 2019-2020 гг., а в 2021 году показатели были существенно ниже и крупа в этом году была лучших вкусовых качеств.

По результатам наших исследований, варьирование признака в зависимости от образца и погодных условий составило от 13 до 19%. Самая низкая пленчатость отмечена в 2021 году. Самая высокая пленчатость наблюдалась в 2020 году, когда развитие проса проходило в засушливых условиях. Источником низкой пленчатости можно считать образцы: К-10312 (Славянское), К-10129 (Чегет, КБР), К-185 (Афганистан), К-9970 (Универсальное 830), К-6439 (Курская обл.), К-6675 (Белгородская обл.), К-541 (Гемельская обл.), К-852 (Оренбургская обл.), К-1459 (Саратовская обл.), К-8380 (Долинское 9) и другие.

Высокую продуктивность растений и экологическую пластичность во все годы исследований стабильно демонстрировали образцы проса: К-10311 (Вельсовское), К-10312 (Славянское), К-10321 (Княжеское), К-10323 (Спутник), К-10343 (Золотистое), К-10344 (Саратовское 10), К-10347 (Корибейгер, Австрия), К-10370 (Wol 2511, Орловская обл.), К-10380 (Wol 2596, Орловская обл.), К-10030 (Воронежское 886), К-144 (Алма-Атинская обл.), К-5456 (Кабардино-Балкария), К-6793 (Саратовская обл.), К-6285 (Кабардино-Балкария), К-7766 (Чечено-Ингушетия), К-8471 (Прохладенское местное, КБР), К-9023 (Гибрид устойчивый к головне), К-10275 (Квартет), К-10404 (СН 160-40-43, Орловская обл.), К-10408 (ам Бл/33 №5, Орловская обл.) и другие, превышение урожайности зерна над стандартным

сортом Чегет составляет 6-10 ц/га. Таким образом, в ходе изучения коллекции проса выделился ряд образцов, как по отдельным хозяйственно ценным признакам, так и по их комплексу. Они могут быть использованы в дальнейшем как ценный исходный материал для селекционной работы с культурой

Заключение

Таким образом в результате изучения коллекции ВИР и местных образцов проса выявлено наличие большого разнообразия форм по морфологическим и хозяйственно ценным признакам и свойствам. Из коллекции ВИР выделены 20 наиболее перспективных высокоурожайных образцов проса, которые по ряду показателей представляют ценный исходный материал для селекции. Создан новый сорт проса посевного Шхельда, который проходит Государственное испытание.

Результатом практической селекции являются генотипы проса, дающие существенную прибавку к стандарту Чегет в контрольном питомнике и конкурсном сортоиспытании.

Литература

1. Сокурова Л.Х. Создание и оценка исходного материала для селекции проса в Кабардино-Балкарии // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14. Вып. 10. – С. 1522-1529. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-10-1522-1529
2. Сокурова Л.Х. Поиск источников ценных признаков в генофонде проса из коллекции ВИР // Международные научные исследования. – 2017. – № 2. – С. 108-110.
3. Курцева А.Ф. Генетические ресурсы проса (*Panicum Miliaceum* L.) ВНИИР им. Н.И. Вавилова: Сто лет на службе аграрной науке // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 4 (4). – С. 57-61.
4. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 5-17. DOI: 10.24411/2309-348x-2020-11198
5. Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., В.И. Панарина, Бобков С.В., Бударина Г.А., Грядунова Н.В., Хмызова Н.Г. и другие. Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Каталог сортов. Орёл: ООО ПФ «Картуш». – 2022. – 204 с.
6. Зотиков В.И., Задорин А.М., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Стратегия производства зернобобовых и крупяных культур на основе селекции, семеноводства и ресурсосберегающих технологий. (Результаты выполнения Межведомственного координационного плана фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению АПК РФ на 2016- 2017 гг.) Орёл. ФГБНУ ВНИИЗБК. – 2018. – 90 с.
7. Сокурова Л.Х. Лимитирующие факторы продукционного процесса проса посевного в Кабардино-Балкарии // Известия КБНЦ РАН. – 2020. – № 1 (93). С. 81-87. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-1-93-81-87

References

1. Sokurova L.H. Sozdanie i ocenka ishodnogo materiala dlya selekcii prosa v Kabardino-Balkarii [Creation and evaluation of source material for millet breeding in Kabardino-Balkaria] *Scientific life – Nauchnaya zhizn.*, 2019. vol. 14. Issue. 10. pp. 1522-1529. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-10-1522-1529/ (in Russian)
2. Sokurova L.H. Poisk istochnikov cennih priznakov v genofonde prosa iz kollekcii VIR [Search for sources of valuable traits in the millet gene pool from the VIR collection] *International Scientific Research - Mezhdunarodnie nauchnie issledovaniya*. 2017, no. 2, pp. 108-110. (in Russian)
3. Kurceva A.F. Geneticheskie resursi prosa (*Panicum Miliaceum* L.) VNIIR im. N.I. Vavilova: Sto let na sluzhbe agrarnoi nauke [Genetic resources of millet (*Panicum Miliachem* L.) VNIIR im. N.I. Vavilova: A hundred years in the service of agricultural science] *Leguminous and cereal crops - Zernobobovye i krupyaniye kulturi*, 2012, no 4 (4), pp. 57-61. (in Russian)

4. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Razvitie proizvodstva zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii na osnove ispol'zovaniya selektsionnykh dostizhenii [Development of the production of leguminous and cereal crops in Russia based on the use of breeding achievements]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020, no.4(36), pp. 5-17. DOI: 10.24411/2309-348kh-2020-11198 (in Russian)
5. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., V.I. Panarina, Bobkov S.V., Budarina G.A., Gryadunova N.V., Khmyzova N.G. et al. Selektsionnye dostizheniya Federal'nogo nauchnogo tsentra zernobobovykh i krupyanykh kul'tur. Katalog sortov [Breeding achievements of the Federal Scientific Center for Legumes and Groat Crops. Variety catalog]. Orel: Kartush Publ., 2022, 204 p. (in Russian)
6. Zotikov V.I., Zadorin A.M., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Strategiya proizvodstva zernobobovykh i krupyanykh kul'tur na osnove seleksii, semenovodstva i resursosberegayushchikh tekhnologii [Strategy for the production of leguminous and cereal crops based on breeding, seed production and resource-saving technologies].(Rezultaty vypolneniya Mezhvedomstvennogo koordinatsionnogo plana fundamental'nykh i prioritnykh prikladnykh issledovaniy po nauchnomu obespecheniyu APK RF na 2016- 2017 gg. [The results of the implementation of the Interdepartmental Coordination Plan for Fundamental and Priority Applied Research on the Scientific Support of the AIC of the Russian Federation for 2016-2017]) Orel. FGBNU VNIIZBK - FSBSI FSC LGC, 2018, 90 p. (in Russian)
7. Sokurova L.H. Limitiruyush'ie faktori produkcionnogo processa prosa posevnogo v Kabardino-Balkarii [Limiting factors of the production process of millet sowing in Kabardino-Balkaria] *Izvestia KBNTS RAS - Izvestiya KBNC RAN*, 2020, no. 1 (93). pp. 81-87. DOI: 10.35330/1991-6639-2020-1-93-81-87/ (in Russian)