

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ПРОСА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ И ВЫСОКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Л.Х. СОКУРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук
ORCID ID: 0000-0002-2352-8057; E-mail: ishkbncran@yandex.ru

ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА – ФИЛИАЛ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО
НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Аннотация. В данной работе представлены результаты научно-исследовательской работы по комплексному испытанию исходного материала проса с высокой комбинационной способностью, являющегося новыми донорами и геноисточниками селекционно-ценных признаков. По комплексу ценных признаков и свойств выделены образцы, обладающие высокой урожайностью, засухоустойчивостью, устойчивостью к жаре и т.д.: К-554, К-7748, К-9298, К-3450, К-6071, К-7766, К-10370, К-10287, К-743, К-1533, К-7758, К-8744, К-9266, К-9513, К-3417, К-564, К-1147, К-1374, К-1539, К-9639 и др. Изучение коллекционного материала показало, что скороспелые сорта проса в условиях Северного Кавказа не способны достаточно полно использовать ресурсы плодородия и дают низкие урожаи. В наших условиях наиболее урожайными являются среднеспелые и среднеранние образцы, для которых типична средняя длина периода от посева до созревания 80-90 дней. Среднеспелые образцы используют осадки второй половины лета, поэтому являются наиболее подогаанными к условиям данной зоны.

Ключевые слова: просо, коллекция, исходный материал, высокая продуктивность, признаки, свойства, пластичность.

Для цитирования: Сокурова Л.Х. Исходный материал для селекции проса на экологическую устойчивость и высокую продуктивность. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 3(51):70-76. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-3-70-76

THE SOURCE MATERIAL FOR THE BREEDING OF MILLET FOR ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AND HIGH PRODUCTIVITY

Sokurova L.H.

INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH OF KABARDINO-BALKARIAN SCIENTIFIC
CENTER OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

Abstract: This paper presents the results of research work on the comprehensive testing of the source material of millet with high combinational ability, which are new donors and gene sources of breeding valuable traits. According to the complex of valuable signs and properties, samples with high yield, drought resistance, heat resistance, etc. were identified: K-554, K-7748, K-9298, K-3450, K-6071, K-7766, K-10370, K-10287, K-743, K-1533, K-7758, K-8744, K-9266, K-9513, K-3417, K-564, K-1147, K-1374, K-1539, K-9639, etc. The study of the collection material showed that precocious millet varieties in the conditions of the North Caucasus are not able to fully utilize fertility resources and produce low yields. In our conditions, the most productive are medium-ripened and medium-early samples, for which the average length of the period from sowing to ripening is 80-90 days. The medium-ripened samples use the precipitation of the second half of summer; therefore they are the most adapted to the conditions of this zone.

Keywords: millet, collection, source material, high productivity, signs, properties, plasticity.

Введение. Создание сортов и гибридов, способных давать высокие и стабильные урожаи зерна высокого качества, является основной задачей в селекции проса. В значительной степени успешное решение данной задачи определяется наличием соответствующего исходного материала с последующим включением его в селекционный процесс. В основе успешной селекции проса лежат подбор и создание исходного материала [1]. С изучения исходного материала – коллекции сортов и сортообразцов начинается селекция проса. В связи с увеличением требований, предъявляемых к создаваемым сортам, постепенно возрастает проблема поиска исходного материала. Ключевой проблемой биологической и сельскохозяйственной науки является повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур [2].

Растет спрос на новые сорта, обладающие комплексом ценных признаков, адаптированных к разнообразным условиям среды и способных давать при этом стабильные урожаи. Решение поставленных проблем неразрывно связано с расширением и эффективным использованием генетического разнообразия, что в свою очередь дает возможность существенно улучшить селекционные достижения, повышая потенциал продуктивности в условиях изменения климата [3].

Исходный материал в решающей степени определяет селекционный успех и параметры создаваемых генотипов. В связи с этим изучение и использование в селекции нового исходного материала проса с комплексом хозяйственно ценных признаков является актуальной и своевременной [4, 5]. Благодаря высокой пластичности, короткому вегетационному периоду, устойчивости к болезням и вредителям, и соблюдая технологию, позволяющую раскрыть в полной мере их биологический потенциал, высокая урожайность проса может быть достигнута во всех зонах прососеяния и получать при этом низкозатратную, качественную экологически чистую продукцию [6].

Важным адаптационным и хозяйственно ценным признаком является продолжительность вегетационного признака. Засухоустойчивость, продуктивность и качество зерна тесно с ним связаны. Потребность во влаге неодинакова в разные периоды жизни растений проса. Наибольшая чувствительность к ее недостатку и наиболее усиленный расход отмечаются за 10-12 дней перед выметыванием и до массового цветения. В период формирования зерна расходуется значительное количество воды. Недостаток влаги в этот период значительно снижает урожай. Медленный рост в первый период развития до выхода растений в трубку является характерной особенностью проса. Они начинают интенсивно развиваться и накапливать вегетативную массу только после образования мощной корневой системы. Интенсивный рост происходит в период «выход в трубку – выметывание» и почти отсутствием роста после цветения [7].

Недостаток влаги с первых этапов органогенеза оказывает резкое отрицательное влияние на рост и развитие растений, уменьшая размеры растений и их органов, сокращая межфазные периоды и общую продолжительность вегетации.

Значительную ценность как исходный материал для дальнейшей селекционной работы представляет имеющееся большое разнообразие форм проса по засухоустойчивости [8].

Материал и методика исследований

Исследования проводили с образцами проса из мировой коллекции ВИР.

Полевые опыты закладывали в НПУ № 2 Института сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра РАН в 2021-2023 годах. В схеме опыта представлено 100 образцов из коллекции ВИР.

Опыт полевой, однофакторный. Повторность вариантов двухкратная. Расположение вариантов систематическое. Площадь делянки 5 м². Почвенный покров подзоны представлен обыкновенными карбонатными черноземами. Гумусовый слой составляет 70-90 см. Подвижного фосфора в почве содержится в пределах 15,6-28,7 мг/кг, обменного калия 200-300 мг/кг (по Мачигину). РН почвы в пределах 7,6-8,0. Среднегодовое количество осадков составляет 444 мм. Для этой зоны характерна резко выраженная континентальность.

Фенологические наблюдения и визуальную оценку по морфологическим хозяйственно ценным признакам проводились в течение вегетации в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов (Б.А. Доспехов, 1985, Н.П. Агафонов, А.Ф. Курцева, 1988).

Сроки посева – оптимальные для степной зоны Кабардино-Балкарии – конец апреля, начало мая. Норма высева – 4,5-5,5 млн. всхожих семян на 1 га. Уборка в фазу полной спелости – 15-20 августа.

Май 2021 года был теплым и сухим в первой и второй декаде (17,8 мм-7,8 мм), лишь в третьей декаде выпало 88,9 мм осадков. Температурный режим (16,7-20,5 °С) соответствовал среднемноголетним данным (16,2 °С). Осадков выпало выше многолетних значений – 97,4 мм.

Всего за вегетацию выпало 330,2 мм осадков, что выше средних многолетних на 76,8 мм. При этом среднесуточная температура воздуха была на 1,7 °С выше среднемноголетних (24,2 °С).

Май 2022 г. был жарким и умеренно увлажненным. Температурный режим (17,4) выше среднемноголетних значений (16,2 °С) на 1,2 °С. За вегетацию всего выпало 218,5 мм осадков, что на 34,9 мм меньше средних многолетних.

Оценивая погодные условия вегетационного периода растений, в сравнении со средними многолетними данными, следует отметить, что в 2023 году в апреле месяце перед посевом выпало 42,6 мм осадков, что на уровне средних многолетних данных. В мае месяце выпало 73,8 мм, что на 9,8 мм выше средних многолетних. Всходы появились на 10^{ый} день. Сумма осадков за вегетационный период составила 302,5 мм, что поспособствовало формированию большего числа продуктивных метелок с хорошей озерненностью. Средняя температура воздуха при этом составляла 20,2 °С. В августе осадки были незначительными, они составили 24,5 мм, что в два раза меньше среднемноголетних, при этом среднесуточная температура воздуха была 28,3 °С, что на 5,8°С выше средних многолетних значений.

Таким образом, метеоданные, сложившиеся за вегетационные периоды в 2021-2023 гг. охватывали все то разнообразие, которое характерно для Северного Кавказа. Метеорологические условия в целом были благоприятными для роста и развития проса. Однако, в виду того, что температурный режим характеризовался неустойчивостью, а выпавшие осадки – неравномерностью распределения их по месяцам и декадам, образцы по разному реагировали на данные «критические периоды»: одни из них легче переносили засуху в первой половине развития, другие слабее. Большой ущерб раннеспелым сортам наносят ранние летние засухи, среднеранние и среднеспелые пострадали в меньшей степени, так как в последствии они использовали осадки второй половины лета.

Результаты и обсуждение

Засуха в первой половине лета оказывает больше влияния на рост растений, снижая тем самым урожайность, крупность зерна, его количество, продуктивную кустистость и т.д. Степень развития элементов продуктивности и вес зерна с растения у среднеспелых образцов была выше. Такая реакция образцов на изменения условий выращивания определяется их биолого-физиологическими особенностями, различиями в мощности и активности листовой поверхности.

Очень важное значение имеет экологическая пластичность образца – способность его приспосабливаться к различным условиям возделывания [8]. В таблице 1 приводится сравнительная характеристика образцов проса по урожаю, массе 1000 зерен, весу зерна с метелки, высоте растений, длине метелки и т.д.

Таблица 1

Урожайность и элементы структуры урожая сортообразцов проса, 2021-2023 гг.

№ по каталогу ВИР	Урожайность, ц/га	Отклонение от стандарта, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Вес зерна с главной метелки, г	Число зерен в метелке, шт	Высота растения, см	Длина метелки, см
Высокопродуктивные-среднеспелые							
456	29,5	5,5	7,3	3,6	495	94,0	29,3
554	33,9	9,9	6,5	3,5	535	92,4	31,0
742	29,0	5,0	8,0	3,8	630	100,5	33,2
6273	28,8	4,8	8,0	5,0	625	95,3	27,8
7748	35,0	11,0	7,6	5,3	700	80,5	22,0
7758	29,0	5,0	7,7	4,8	623	85,2	23,3
8744	29,7	5,7	8,2	5,3	646	107,5	33,0
8788	28,8	4,8	6,8	4,6	677	96,0	28,5
9264	29,0	5,0	7,0	4,5	640	97,6	29,0
9266	30,2	6,2	8,0	5,3	662	98,0	30,0
9298	33,5	9,5	8,5	5,3	623	113,0	35,3
10211	29,0	5,0	8,2	4,6	560	86,4	27,2
3417	31,0	7,0	7,0	5,3	760	90,0	30,0
3450	31,8	7,8	8,3	5,3	650	102,3	32,5
6071	35,5	11,5	8,0	5,0	625	101,5	27,0
7766	30,0	6,0	7,2	4,8	666	105,2	32,4
10484	29,0	5,0	9,2	4,7	510	111,5	34,2
9023	29,5	5,5	9,1	5,3	582	96,0	32,2
9513	31,0	7,0	7,5	3,3	744	118,0	27,5
10129	24,0	-	7,5	3,3	420	92,7	25,7
Среднепродуктивные-среднеранние							
9553	26,3	+ 2,3	6,5	3,2	490	95,2	30,3
556	23,5	- 0,5	7,2	3,0	416	93,5	30,4
2306	25,4	+ 1,4	7,5	3,2	440	93,0	28,2
2496	25,0	+ 1,0	6,7	2,4	358	86,0	22,0
6098	23,5	- 0,5	7,0	3,2	457	81,0	26,0
8946	25,0	+ 1,0	5,8	2,3	396	85,0	23,6
9297	23,5	- 0,5	5,7	2,2	385	89,5	27,0
9314	24,1	+ 0,1	7,0	2,3	328	90,0	25,0
3359	24,5	+ 0,5	8,0	2,5	312	82,0	22,0
750	24,4	+ 0,4	7,2	3,0	416	85,4	23,6
1374	24,0	0	8,2	3,2	390	83,5	25,0
8598	25,5	+ 1,5	7,3	3,2	444	88,0	26,0
6213	26,4	+ 2,4	6,8	3,0	441	79,0	27,2
6243	26,5	+ 2,5	7,4	3,1	420	80,2	28,5
8792	27,5	+ 3,5	6,0	2,3	383	75,0	23,5
9118	25,0	+ 1,0	6,5	2,5	384	76,7	24,0
9236	27,6	+ 3,6	6,4	2,7	422	78,5	25,5
9250	28,0	+ 4,0	7,0	2,5	357	75,5	25,4
Низкопродуктивные-раннеспелые							
532	21,0	- 3,0	7,1	2,2	310	80,2	22,5
535	21,5	- 2,5	7,1	2,1	295	81,8	23,4
542	19,6	- 4,4	6,8	1,9	280	75,8	25,0

<i>Продолжение табл. 1</i>							
8385	18,8	- 5,2	6,6	1,8	275	76,0	24,5
9384	20,5	- 3,5	7,0	2,0	286	80,4	23,5
6195	21,2	- 2,8	5,7	2,2	385	75,0	25,0
6218	18,5	- 5,5	7,2	2,2	305	73,5	22,0
6241	19,6	- 4,4	6,4	1,9	297	74,5	23,5
7483	19,4	- 4,6	6,9	1,9	275	76,0	23,0
9246	16,7	- 7,3	5,4	2,1	388	81,8	23,0
9261	17,0	- 7,0	5,8	2,1	362	80,2	22,2
9282	17,7	- 6,3	5,3	2,0	377	83,4	23,0
9297	18,5	- 5,5	6,2	1,9	306	80,4	21,6
9300	18,8	- 5,2	5,7	1,8	316	80,2	18,4
9305	18,3	- 5,7	5,4	2,1	388	81,8	17,4
9309	20,6	- 3,4	7,0	2,2	314	79,0	21,6
9313	19,2	- 4,8	6,6	1,9	287	79,2	20,5
9314	18,8	- 5,2	6,2	1,8	290	78,0	21,0
9318	18,5	- 5,5	5,8	1,9	327	80,5	21,5
9533	17,6	- 6,4	6,5	2,0	307	80,2	21,1
3359	20,2	- 3,8	5,7	2,0	350	79,0	23,8
3547	21,8	- 2,2	5,3	2,2	415	78,5	22,4
3364	20,0	- 4,0	6,2	1,8	290	80,0	24,7
754	21,0	- 3,0	7,1	2,1	296	81,0	23,0
3411	20,5	- 3,5	7,0	2,1	300	79,0	23,5
1147	22,0	- 2,0	5,7	1,9	333	80,0	19,0
3440	21,0	- 3,0	5,3	1,8	339	79,0	18,5
3443	18,5	- 5,5	7,1	1,8	253	78,8	21,0
3444	17,0	- 7,0	6,5	1,9	292	77,7	21,4
3547	16,7	- 7,3	6,4	1,9	297	77,5	20,5
3607	16,5	- 7,5	7,2	1,7	236	76,4	18,8
3657	18,0	- 6,0	6,6	2,0	303	78,0	17,5
3659	18,7	- 5,3	6,6	2,2	333	73,5	17,6
168	19,5	- 4,5	6,4	2,2	344	80,0	18,0
472	20,2	- 3,8	5,9	2,0	339	67,5	21,4
2784	21,0	- 3,0	5,7	2,1	368	71,4	22,0

Генотипический диапазон варьирования продуктивности растений проса достаточно широкий (от 1,5 до 5,3), что позволяет проводить целенаправленный поиск лучших из них и привлекать в скрещивания. Изученные образцы для этого были разбиты на три условные группы:

Первая группа – высокопродуктивные (семенная продуктивность растения от 3,3 до 5,3): К-456 (Воронежская обл.), К-554 (Саратовская обл.), К-742 (Кабардино-Балкария), К-6273 (Кабардино-Балкария), К-7748 (Ингушетия), К-7758 (Ингушетия), К-8744 (Украина, Закарпатская обл.) К-8788 (Венгрия), К-9264 (Украина, Львовская обл.), К-9266 (Украина, Львовская обл.), К-9298 (Украина, Тернопольская обл.), К-10211 (Ильиновское, Саратовская обл.), К-9513 (Германия), К-3417 (Горный Бадахшан), К-3450 (Горный Бадахшан), К-6071 (Ростовская обл.), К-7766 (Чечено-Ингушетия), К-10129 (Чегет, Кабардино-Балкария), К-10282 (Эльбрус 10, Кабардино-Балкария), К-10484 (Кавказские зори, Кабардино-Балкария) и др.

Вторая группа – среднепродуктивные (от 2,2 до 3,3): К-556 (Тамбовская обл.), К-2306 (Северо-Восточный Китай), К-6098 (Ростовская обл.), К-8946 (Украина), К-9282 (Украина), К-9297 (Украина), К-9314 (Украина), К-3359 (Горный Бадахшан), К-750 (Ставропольский

край), К-1374 (Армения), К-1496 (Ставропольский край), К-2496 (Казахстан), К-6213 (Ростовская обл.), К-6243 (Ростовская обл.), К-6363 (Нижегородская обл.), К-8598 (Югославия), К-8742 (Украина), К-8792 (Венгрия), К-9118 (Венгрия), К-9236 (Украина), К-9250 (Украина).

Третья группа – низкопродуктивные (семенная продуктивность растения от 1,7 до 2,2): К-532 (Саратовская обл.), К-535 (Орловская обл.), К-542 (Тюменская обл.), К-8385 (Северная Осетия), К-9384 (Украина), К-6195 (Ростовская обл.), К-6218 (Ростовская обл.), К-6241 (Ростовская обл.), К-7483 (Ульяновская обл.), К-9246 (Украина), К- 9261 (Украина), К-9282 (Украина), К-9297 (Украина), К-9300 (Украина), К-9305 (Украина), К – 9309 (Украина), К-9313 (Украина), К-9314 (Украина), К-9318 (Украина), К-9533 (Югославия), К-3359 (Горный Бадахшан), К-3547 (Воронежская обл.), К-3364 (Горный Бадахшан), К-754 (Чечено-Ингушетия), К-3411 (Горный Бадахшан), К-1147 (Афганистан), К- 3440 (Горный Бадахшан), К- 3443 (Горный Бадахшан), К- 3444 (Горный Бадахшан), К-3547 (Воронежская обл.), К-3607 (Северный Казахстан), К- 3657 (Северный Казахстан), К- 3659 (Северный Казахстан).

В результате проведенных в 2021-2023 годах исследований по комплексному изучению коллекции ВИР были получены следующие результаты:

– в условиях континентального климата Северного Кавказа продуктивность проса во многом определяется продолжительностью вегетационного периода. В годы исследований наиболее коротким вегетационным периодом от 50 до 60 дней отличались образцы: К-532; К-535; К-542; К-8385 и др. Урожайность образцов при этом варьировала от 16,5 до 21,5 ц/га. Масса 100 зерен у этой группы варьировала в пределах 5,3-7,2 г. Наиболее крупными (7,0-7,2 г) из них были К-532; К-535; К-9384; К-6218; К-9309; К-754; К-3411; К-3443; К-3607. Продуктивность метелки при этом составляла 1,7-2,2 г.

– Среднюю продуктивность во все годы исследований показали 18 среднеранних (от 61 до 80 дней) образцов: К-9553; К-556; К-2306; К-2496; К-6098; К-8946; К-9297 и др. Они показали в среднем за три года урожайность в пределах 23,5-28,0 ц/га. Масса 1000 зерен у этих образцов составляла 5,7-8,2 г. Наибольшую массу 1000 зерен показали образцы К-3359 и К-1374.

– Продуктивность метелки (свыше 3 г) была отмечена у следующих образцов К-9553; К-556; К-2306; К-6098; К-750; К-1374; К-8598; К-6213; К-6243. Число зерен в метелке при этом варьировало в пределах 312-490 штук.

– Высота растения у этих образцов составляла 75,0-95,2 см, с длиной метелки 22,0-30,4 см.

– Диапазон варьирования продуктивности растений у среднеспелых (от 81 до 100 дней) образцов составляет 3,3-5,3 г. Число зерен с одного растения при этом составляет 420-760 штук. Больше всего зерна сформировали образцы К-7748; К-3417; К-9513 и др.

– По массе 1000 зерен образцы характеризовались в пределах 6,5-9,2 г. По этому признаку стандарт К-10129 Чегет (7,5 г) превысили К-742; К-6273; К-8744; К-9266; К-9298; К-10211; К-3450; К-6071; К-10484; К-9023.

– Высота растения в пределах 80,5-118,0 см при котором достигается наибольшая урожайность отмечена у 20 образцов с длиной метелки от 22,0 до 35,3 см, в этом случае урожайность составляет 24,0-35,5 ц/га.

Заключение

На всех этапах изучения выделены следующие носители хозяйственно ценных признаков:

– высокоурожайные – К-554; К-7748; К-9266; К-9298; К-3417; К-3450; К-6071; К-7766; К-9513 и др.

– высокая масса 1000 зерен – К-742; К-6273; К-8744; К-9266; К-9298; К-10211; К-3450; К-6071; К-10484; К-9023; К-3359; К-1374.

– высокая продуктивность метелки – К-6273; К-7748; К-8744; К-9266; К-9298; К-3417; К-3450; К-6071; К-9023 и др.

– раннеспелые (до 60 дней) – К-532; К-535; К-542; К-8385; К-6195; К-6218; К-6241; К-7483 и др.

– среднеранние (61-80 дней) – К-9553; К-556; К-2306; К-2496; К-6098; К-8946; К-9297; К-9314 и др.

– среднеспелые (81-100 дней) – К-456; К-554; К-742; К-6273; К-7748; К-7758; К-8744; К-8788; К-9264; К-9266; К- 9298.

Высота растения в пределах 80-113,0 см при котором достигается наибольший урожай отмечена у 48 образцов с длиной метелки от 22 до 35,3 см.

Литература

1. Сокурова Л.Х. Поиск источников ценных признаков в генофонде проса из коллекции ВИР // Международные научные исследования. – 2017. – № 2 (31). – С. 108-110.
2. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. – М.: ООО «Издательство Агрорус», – 2008. – 814 с.
3. Sokurova L. and Yandieva A. Search, inspection and selection of new source material for millet breeding (Сокурова Л., Яндиева А. Поиск, изучение и выделение нового исходного материала для селекции проса) // E3S Web of Conferences 262, 01033 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126201033>
4. Сокурова Л.Х. Значение и изучение исходного материала проса посевного для условий Кабардино-Балкарской республики // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 4 (44). – С. 116-124. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-116-124.
5. Курцева А.Ф., Романова О.И. 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.
6. Сокурова Л. Х. Лимитирующие факторы продукционного процесса проса посевного в Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2020. – № 1 (93). – С. 81-87. – DOI 10.35330/1991-6639-2020-1-93-81-87.
7. Котляр А.И., Сидоренко В.С. Крупнозерные формы проса посевного в коллекции ВНИИЗБК // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 4 (24). – С. 70-71.

References

1. Sokurova, L. H. Search for sources of valuable traits in the millet gene pool from the VIR collection // *International scientific research*, 2017, no. 2(31), pp. 108-110.
2. Zhuchenko A.A. Adaptive crop production, Moscow, LLC "Publishing House Agrorus", 2008. 814 p.
3. Sokurova L. and Yandieva A. Search, inspection and selection of new source material for millet breeding (Sokurova L., Yandieva A. Search, study and isolation of new source material for millet breeding) // E3S Web of Conferences 262, 01033 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126201033>
4. Sokurova L.H. The significance and study of the source material of millet for the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2022, no.4 (44), pp. 300-308.
5. Kurtseva, A.F., Romanova O.I. Genetic resources of millet (*Panicum Miliaceum* L.) VNIIR named after N.I.Vavilov: One hundred years in the service of agrarian science // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2012, no. 4 (4), pp. 57-61.
6. Sokurova, L. H. Limiting factors of the production process of millet in Kabardino-Balkaria // *Izvestiya Kabardino-Balkaria Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2020, no. 1(93), pp. 81-87, DOI 10.35330/1991-6639-2020-1-93-81-87.
7. Kotlyar A.I., Sidorenko V.S. Coarse-grained forms of millet in collections of VNIIZBK // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, no.4 (24), pp. 70-71.