

УДК 633.152

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-6-225-232

EDN: NBDKGH

Оценка экологической пластиности и стабильности среднеспелых гибридов кукурузы

С. П. Аппаев^{✉1,2}, Л. Х. Азубеков¹, В. Ю. Караев², Б. Р. Шомахов¹

¹Институт сельского хозяйства –
филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук
360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224

²Владикавказский научный центр Российской академии наук
363110, Россия, РСО-Алания, Пригородный район, с. Михайловское, ул. Вильямса, 1

Аннотация. Одним из важнейших этапов изучения новых гибридов является их всестороннее сравнительное испытание в различных экологических условиях и оценка экологической пластиности и стабильности, что позволяет конкретизировать регионы их использования.

Цель исследований – проведение анализа экологической пластиности и стабильности 20 новых перспективных гибридов кукурузы по урожайности.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось с применением регрессионного анализа по методике Эберхарта и Рассела в 2023–2024 годах в двух различных экологических локациях: ИСХ КБНЦ РАН (Кабардино-Балкарская Республика, Терский район, с. Опытное) и ВНЦ РАН (РСО-Алания, Пригородный район).

Результаты. Выделены перспективные высокопродуктивные гибриды: РСО-9, РСО-27 и РСО-43, показывающие устойчивую урожайность независимо от условий возделывания. Гибриды РСО-1, РСО-15, РСО-39 и РСО-40 характеризуются повышенной адаптивностью и стабильностью, эффективно реагируя на изменения в условиях выращивания. Гибридные комбинации РСО-4, РСО-6, РСО-22, РСО-23, РСО-29, РСО-33, РСО-38, РСО-45 и РСО-42 проявили высокую экологическую пластиность при средней стабильности, что указывает на их отзывчивость на улучшение агротехнологий при сохранении способности формировать высокий урожай в менее благоприятных условиях. Кроме того, сравнительный анализ двух подходов к оценке экологической пластиности – по коэффициенту регрессии и среднему квадратическому отклонению и параметрам α_j и λ_j – показал, что хотя первый метод отличается большей информативностью, второй метод может успешно применяться при работе с большими массивами гибридного материала.

Выводы. В результате комплексной оценки экологической пластиности и стабильности новых перспективных гибридных комбинаций в различных агроклиматических условиях идентифицированы гибриды как с высокой стабильностью, так и с выраженной отзывчивостью на условия выращивания. Данные гибриды эффективно реагируют на изменение условий выращивания и обеспечивают стабильную урожайность в различных экологических зонах.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, гибридная комбинация, урожайность, экологическая пластиность, стабильность

Поступила 27.10.2025, одобрена после рецензирования 05.11.2025, принята к публикации 28.11.2025

Для цитирования. Аппаев С. П., Азубеков Л. Х., Караев В. Ю., Шомахов Б. Р. Оценка экологической пластиности и стабильности среднеспелых гибридов кукурузы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 6. С. 225–232. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-6-225-232

Original article

Evaluation of ecological plasticity and stability of mid-season corn hybrids

S.P. Appaev^{✉1,2}, L.Kh. Azubekov¹, V.Yu. Karaev², B.R. Shomakhov¹

¹Institute of Agriculture –
branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
224, Kirov street, Nalchik, 360004, Russia

²Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
1, Williams street, Prigorodny district, village Mikhailovskoe, North Ossetia-Alania Republic, 363110, Russia

Abstract. One of the most important stages in the study of new hybrids is their comprehensive comparative testing under various environmental conditions and an assessment of their ecological plasticity and stability, which allows for the specification of regions for their use.

Aim. The research is to conduct an analysis of the environmental stability and yield stability of 20 new promising corn hybrids.

Research materials and methods. The study was conducted using regression analysis according to the Eberhart and Russell method in two different ecological locations: the Institute of Agriculture of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (Kabardino-Balkarian Republic, Tersky District, Opytnoye village) and the VSC RAS (Republic of North Ossetia-Alania, Prigorodny District) in 2023–2024.

Results. Promising high-yielding hybrids were identified: RSO-9, RSO-27, and RSO-43, demonstrating stable yields regardless of cultivation conditions. Hybrids RSO-1, RSO-15, RSO-39, and RSO-40 are characterized by increased adaptability and stability, effectively responding to changes in growing conditions. Hybrid combinations RSO-4, RSO-6, RSO-22, RSO-23, RSO-29, RSO-33, RSO-38, RSO-45, and RSO-42 demonstrated high ecological flexibility with moderate stability, indicating their responsiveness to improved agricultural practices while maintaining the ability to produce high yields in less favorable conditions. In addition, a comparative analysis of two approaches to assessing ecological plasticity – by the regression coefficient and the standard deviation and the parameters a_j and λ_j – showed that although the first method is more informative, the second method can be successfully applied when working with large arrays of hybrid material.

Conclusions. A comprehensive assessment of the ecological flexibility and stability of new promising hybrid combinations under various agroclimatic conditions identified hybrids with both high stability and pronounced responsiveness to growing conditions. These hybrids respond effectively to changing growing conditions and ensure stable yields across a variety of ecological zones.

Keywords: corn, hybrid, hybrid combination, yield, ecological plasticity, stability

Submitted 27.10.2025,

approved after reviewing 05.11.2025,

accepted for publication 28.11.2025

For citation. Appaev S.P., Azubekov L.Kh., Karaev V.Yu., Shomakhov B.R. Evaluation of ecological plasticity and stability of mid-season corn hybrids. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 6. Pp. 225–232. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-6-225-232

ВВЕДЕНИЕ

Ключевым фактором увеличения валовых сборов зерна наряду с ростом урожайности зерновых культур является расширение посевных площадей под озимыми и яровыми колосовыми культурами и кукурузой. Особую значимость приобретает увеличение площадей возделывания кукурузы в регионах с ограниченным безморозным периодом, что актуализирует создание новых гибридов с сокращенным вегетационным периодом (ФАО 150-300).

В данном контексте оценка экологической пластиности и стабильности гибридов приобретает существенное значение с экономической точки зрения, особенно в условиях дефицита влаги, удобрений, средств защиты растений и других лимитирующих агроклиматических факторов [1, 2].

С разработкой и внедрением в производство новых высокопродуктивных гибридов кукурузы особую остроту приобретает проблема стабилизации их урожайности – из-за недостаточной адаптированности гибридов к конкретным экологическим условиям и уровню агротехники потери урожая могут достигать 30 % и более [3, 4]. В этой связи представляется важным оценивать гибриды не только по средней урожайности за годы исследований, но и по параметрам экологической пластиности и стабильности [5–7].

Цель исследований – комплексная оценка экологической пластиности и стабильности новых перспективных гибридов кукурузы в различных агроклиматических условиях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве объекта исследования выступили 20 перспективных среднеспелых гибридов кукурузы. Испытание и полевая оценка новых гибридных комбинаций проводилась в 2023 и 2024 годах в двух агроклиматических зонах: на опытных участках Владикавказского научного центра РАН, расположенного в Пригородном районе Республики Северная Осетия-Алания (предгорная зона), и на научно-производственном участке №2 Института сельского хозяйства КБНЦ РАН, КБР (Терский район, с. Опытное, степная зона). В степной зоне КБР исследования проводились в условиях орошения, в РСО-Алания – в богарных условиях.

Расчет параметров экологической пластиности и стабильности выполнялся согласно методу, предложенному Л. М. Лопатиной и В. З. Пакудиным [8], который интегрирует методики С. Эберхардта и У. Рассела [9] с подходом К. Таи [10].

Согласно методике Л. М. Лопатиной и В. З. Пакудина математическая оценка экологической пластиности и стабильности включает три основных этапа:

1. Средствами дисперсионного анализа проверяется наличие взаимодействия «генотип – среда». При превышении фактического значения F -критерия над табличным делается вывод о достоверности взаимодействия «генотип – среда» и возможности продолжения анализа.
2. Оцениваются параметры экологической пластиности и стабильности для каждого сорта.
3. Производится выбор оптимальных значений b_i и S^2_i .

Для каждого сорта вычисляются координаты α_i и λ_j , аналогичные показателям пластиности b_i и стабильности S^2_i , с последующим нанесением на координатное поле и построением параболы: расположение точки выше параболы свидетельствует о хорошей отзывчивости сорта на изменение условий среды, ниже – о слабой отзывчивости, внутри – об отсутствии достоверных отличий от средней пластиности для данной выборки. Для оценки параметра стабильности (λ_j) строится доверительный интервал по F -критерию: расположение точек слева указывает на стабильность сорта, справа – на нестабильность.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Степная зона Кабардино-Балкарской Республики характеризуется недостаточной увлажненностью. Годовое количество осадков колеблется между 385–435 мм, а в период вегетации 240–357 мм. По тепловому режиму климат степной зоны относится к умеренно-континентальному с годовой амплитудой колебания среднесуточных температур 27,3–28,4 °C, среднегодовая температура воздуха 9,6–9,8 °C. Во второй декаде апреля прекращаются весенние заморозки.

Опытный участок Владикавказского научного центра РАН относится к лесостепной зоне. Зона характеризуется достаточным увлажнением с годовым количеством атмосферных осадков в пределах 550–650 мм. Температура января $-4,0^{\circ}\text{C}$, июля $+20,1^{\circ}\text{C}$. Устойчивый переход температуры воздуха через $+5^{\circ}$ отмечается 1–2 апреля, осенью – 3–5 ноября. Устойчивый снежный покров отмечается в ноябре–декабре, сход его – в марте. Метеорологические условия проведения опытов представлены в таблице 1.

Годы проведения исследований характеризовались в обеих зонах повышенными температурами и недостатком влаги в обеих зонах. Особенно дефицит влаги и повышенные температуры характерны для 2024 года. Так, после засушливого и теплого апреля, холодного и дождливого мая и июня, июль и август отличались высокими температурами и малым количеством осадков, что неблагоприятно сказалось на формировании урожая кукурузы.

Таблица 1. Метеорологические данные за 2023–2024 гг. (Терский район, КБР; Пригородный район, РСО-Алания)

Table 1. Meteorological data for 2023-2024 (Tersky district, Kabardino-Balkarian Republic; Prigorodny district, Republic of North Ossetia-Alania)

Месяцы	КБР				РСО-Алания			
	Осадки, мм		Температура, $^{\circ}\text{C}$		Осадки, мм		Температура, $^{\circ}\text{C}$	
	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Апрель	42,6	19,3	11,3	16,3	77,0	49,0	10,4	15,9
Май	73,8	41,1	17,0	15,5	161,1	147,1	14,6	13,0
Июнь	107,7	62,2	21,2	25,0	186,0	105,2	18,9	21,5
Июль	74,2	15,3	24,7	26,8	153,0	79,1	21,5	23,0
Август	4,2	23,0	27,1	25,3	51,1	39,0	23,9	22,3
Сентябрь	5,8	23,1	25,6	19,7	83,2	59,0	16,7	17,4
Сумма осадков за вегет. период, мм	308,3	184			711,4	478,4		
Среднемноголетняя сумма осадков за вегет. период, мм	310,2	310,2			728,0	728,0		
Средняя температура воздуха за вегет. период, $^{\circ}\text{C}$			21,2	21,4			17,7	18,9
Среднемноголетняя температура за вегет. период, $^{\circ}\text{C}$			17,4	17,4			14,3	14,3

Полевые испытания новых гибридных комбинаций в двух различных агроклиматических условиях на протяжении двух лет позволили провести комплексную оценку их экологической пластиности и стабильности (табл. 2).

Для количественной оценки стабильности урожайности по годам использовались два показателя – коэффициент регрессии (b_i) урожайности на изменение условий среды, характеризующий экологическую пластиность, и среднее квадратическое отклонение фактических значений урожайности от линии регрессии (S_i^2), отражающее стабильность.

Анализ полученных данных выявил, что гибриды РСО-1, РСО-15, РСО-39 и РСО-40 характеризуются повышенной пластиностью ($b_i > 1$) и высокой стабильностью ($S_i^2 < 10$). Данные гибриды эффективно реагируют на изменение условий выращивания и обеспечивают стабильную урожайность в различных экологических зонах. Гибрид РСО-42 наряду с высокой урожайностью обладает выраженной пластиностью ($b_i = 2,00$).

Таблица 2. Параметры экологической пластичности и стабильности лучших перспективных гибридов кукурузы**Table 2.** Parameters of ecological plasticity and stability of the best promising corn hybrids

№	Гибрид	Урожайность, т/га					b_i	S^2_i	α	λ
		КБР, 2023 г.	КБР, 2024 г.	РСО-Алания, 2023 г.	РСО-Алания, 2024 г.	Среднее				
1	PCO-1	6,67	6,49	6,71	6,44	6,58	1,32	0,11	0,32	0,04
2	PCO-4	6,72	6,54	6,75	6,52	6,63	1,30	74,82	0,30	45,41
3	PCO-5	5,52	5,32	5,57	5,41	5,43	0,94	0,16	-0,06	0,06
4	PCO-6	7,01	6,50	7,00	6,45	6,71	1,10	16,59	0,10	6,60
5	PCO-9	7,80	7,51	8,10	7,41	7,71	1,01	3,39	0,01	1,35
6	PCO-11	5,75	5,59	5,85	5,51	5,69	0,21	1,47	-0,79	0,58
7	PCO-15	6,65	6,45	6,69	6,35	6,55	1,15	4,91	0,15	1,95
8	PCO-22	6,65	6,40	6,67	6,33	6,52	1,31	29,40	0,31	11,69
9	PCO-23	6,91	6,65	7,00	6,71	6,81	1,40	53,63	0,40	21,32
10	PCO-24	7,20	6,91	7,25	6,89	7,07	0,44	48,62	-0,56	19,33
11	PCO-27	6,25	6,05	6,35	6,10	6,19	0,89	0,00	-0,11	0,00
12	PCO-29	6,89	6,65	7,01	6,70	6,81	1,45	60,56	0,45	24,08
13	PCO-33	6,95	6,75	7,10	6,70	6,87	1,18	14,99	0,18	5,96
14	PCO-34	6,96	6,77	7,14	6,71	6,88	0,45	11,95	-0,55	4,75
15	PCO-38	6,90	6,62	7,10	6,65	6,81	1,15	47,14	0,15	18,74
16	PCO-39	7,07	6,69	7,15	6,75	6,92	1,24	2,10	0,24	0,84
17	PCO-40	7,26	7,08	7,36	7,10	7,20	1,32	7,46	0,32	2,97
18	PCO-42	7,63	7,28	7,75	7,41	7,51	2,00	16,50	1,00	6,56
19	PCO-43	7,05	6,81	7,15	6,73	6,96	1,91	6,72	-0,09	2,67
20	PCO-45	6,87	6,60	6,93	6,69	6,77	1,06	99,36	0,06	49,03
Среднее по опыту		6,84	6,58	6,93	6,58	6,73				
	HCP ₀₅	0,44	0,37	0,46	0,39	0,41	0,13			

Гибриды PCO-9, PCO-27 и PCO-43 наряду со средней пластичностью отличаются высокой стабильностью урожая. Гибридная комбинация PCO-11 с низкой пластичностью и высокой стабильностью ($b_i = 0,21$ и $S^2_i = 1,47$) приближается к абсолютно стабильным гибридам и представляет наименьшую ценность в данной выборке. Аналогичными характеристиками обладают гибриды PCO-24 и PCO-34. Гибридные комбинации PCO-4, PCO-6, PCO-22, PCO-23, PCO-29, PCO-33, PCO-38 и PCO-45, проявившие высокую экологическую пластичность ($b_i > 1$), но не отличавшиеся стабильностью урожаев ($S^2_i > 20$), могут быть рекомендованы для возделывания в условиях высокого агрофона.

При работе с большими массивами гибридного материала анализ и сравнение полученных результатов усложняются. В таких случаях целесообразно применение метода К. Таи [10].

В нашем исследовании выделена гибридная комбинация PCO-1, демонстрирующая пластичность выше среднего уровня для данной выборки.

Гибриды PCO-5, PCO-11 и PCO-27 характеризуются пониженной пластичностью. Остальные гибриды не показывают достоверных отличий от средних показателей пластичности для исследуемой группы.

Сравнительный анализ двух подходов к оценке экологической пластичности – по коэффициенту регрессии и среднему квадратическому отклонению *versus* параметрам α_j и λ_j – позволяет заключить, что хотя первый метод отличается большей информативностью, второй метод демонстрирует приемлемую эффективность при работе с обширными наборами

гибридного материала. В частности, гибридная комбинация РСО-1 в обоих случаях идентифицируется как гибрид с высокой пластичностью и стабильностью. Гибрид РСО-11 в обеих системах оценки характеризуется низкой пластичностью и стабильностью. Комбинации РСО-5 и РСО-27 по параметрам b_i и S^2_i демонстрируют среднюю пластичность, но их показатели S^2_i приближаются к нулевым значениям, что позволяет классифицировать их как абсолютно стабильные гибриды с ограниченной пластичностью.

Выводы

В результате комплексной оценки экологической пластичности и стабильности новых перспективных гибридных комбинаций в различных агроклиматических условиях идентифицированы гибриды как с высокой стабильностью, так и с выраженной отзывчивостью на условия выращивания. В частности, гибриды РСО-9, РСО-27 и РСО-43 проявили высокую стабильность и относительно низкую пластичность по показателю урожайности в многолетнем аспекте. Напротив, гибриды РСО-4, РСО-6, РСО-22, РСО-23, РСО-29, РСО-33, РСО-38 и РСО-45 отличались повышенной экологической пластичностью при ограниченной стабильности урожаев. Гибриды РСО-1, РСО-15, РСО-39 и РСО-40 продемонстрировали оптимальное сочетание высокой пластичности и стабильности. Данные гибриды эффективно реагируют на изменение условий выращивания и обеспечивают стабильную урожайность в различных экологических зонах. Гибрид РСО-42 с максимальным значением урожайности в исследуемой выборке показал высокую пластичность при средней стабильности, что свидетельствует о его отзывчивости на совершенствование агротехнологий при сохранении способности формировать высокий урожай в менее благоприятных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сотченко Е. Ф., Орлянская Н. А., Сотченко Д. Ю. Сравнительная оценка новых раннеспелых гибридов кукурузы по урожайности и адаптивности // Известия Кабардино-Балкарского центра РАН. 2021. № 1(99). С. 46–54. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-46-54
2. Зайцев С. А., Волков Д. П., Гудова Л. А., Жужукин В. И. Экологическое изучение гибридов кукурузы в степной зоне Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2022. № 4. С. 13–17. DOI: 10.28983/asj.y2022i4pp13-17
3. Губин С. В., Логинова А. М., Гетц Г. В. Экологическая адаптивность новых гибридов кукурузы с участием линий омской селекции // АПК России. 2020. Т. 27. № 3. С. 421–426. EDN: CNIDXK
4. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А., Горбачева А. Г., Ветошкина И. А. Изучение адаптивности материнских форм гибридов кукурузы // Сахарная свекла. 2021. № 5. С. 35–38. DOI: 10.25802/SB.2021.64.38.006
5. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 6. С. 49–53. EDN: HSFQAX
6. Бельченко С. А., Дронов А. В., Ланцев В. В. Адаптивный потенциал среднеранних гибридов кукурузы на зерно в агроландшафтных условиях Брянской области // Вестник Ульяновской сельскохозяйственной академии. 2021. № 2(54). С. 19–27. DOI 10.18286/1816-4501-2021-2-19-26
7. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А., Чеботарев Д. С. Оценка адаптивности раннеспелых (ФАО 140-170) зерновых гибридов кукурузы в экологическом испытании // Вестник аграрной науки, 2022. 5(98) DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.5.119
8. Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. Т. 4. С. 109–113.

9. Eberchart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Sci.* 1966. Vol. 6. No. 1. Pp. 36–40.
10. Tai G.C.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials // *Crop Sci.* 1971. Vol. 11. No. 2. Pp. 184–190.

REFERENCES

1. Sotchenko E.F., Orlyanskaya N.A., Sotchenko D.Yu. Comparative evaluation of new early-maturing corn hybrids in terms of yield and adaptability. *News of the Kabardino-Balkarian Center of the Russian Academy of Sciences*. 2021. No. 1(99). Pp. 46–54. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-46-54. (In Russian)
2. Zaitsev C.A., Volkov D.P., Gudova L.A., Zhuzhukin B.I. Ecological study of corn hybrids in steppe zone of Lower Volga region. *Agrarian Scientific Journal*. 2022 No. 4. Pp. 13–17. DOI: 10.28983/asj.y2022i4pp13-17. (In Russian)
3. Gubin C.B., Loginova A.M., Getz G.B. Ecological adaptivity of new corn hybrids with participation of Omsk breeding lines. *Agroindustrial Complex of Russia*. 2020. Vol. 27. No. 3. Pp. 421–426. EDN: CNIDXK. (In Russian)
4. Orlyansky N.A., Orlyanskaya N.A., Gorbacheva A.G., Vetoshkina I.A. Study of adaptability of mother forms of corn hybrids. *Saharnaya svekla* [Sugar Beet]. 2021. No. 5. Pp. 35–38. DOI: 10.25802/SB.2021.64.38.006. (In Russian)
5. Goncharenko A.A. On the adaptability and environmental sustainability of grain crop varieties. *Vestnik Rossiyskoy akademii cel'skohozyaystvennyh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences]. 2005. No. 6. Pp. 49–53. EDN: HSFQAX. (In Russian)
6. Belchenko S.A., Dronov A.V., Lantsev V.V. Adaptive potential of mid-early grain corn hybrids in agro-landscape conditions of Bryansk region. *Bulletin of the Ulyanovsk Agricultural Academy*. 2021. No. 2 (54). Pp. 19–27. DOI: 10.18286/1816-4501-2021-2-19-26. (In Russian)
7. Orlyansky N.A., Orlyanskaya N.A., Chebotarev D.S. Assessment of the adaptability of early-maturing (FAO 140-170) grain corn hybrids in an environmental test. *Bulletin of Agrarian Science*. 2022. No. 5(98). DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.5.119. (In Russian)
8. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. Assessment of ecological plasticity and stability of crop varieties. *Agricultural Biology*. 1984. Vol. 4. Pp. 109–113. (In Russian)
9. Eberchart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. Vol. 6. No. 1. Pp. 36–40.
10. Tai G.C.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. *Crop Sci.* 1971. Vol. 11. No. 2. Pp. 184–190.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственных заданий Института сельского хозяйства – филиала Кабардино-Балкарского научного центра РАН (тема № 124020700014-5) и Владикавказского научного центра РАН (тема № 124082300067-3).

Funding. This work was supported by a state assignment from the Institute of Agriculture – branch of Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (project no. 124020700014-5) and Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (project no. 124082300067-3).

Информация об авторах

Аппаев Сафар Пахауович, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;

appaev-safar@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9741-8646>, SPIN-код: 1585-6041

Азубеков Лиуан Хазраилович, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0040-880X>, SPIN-код: 7561-1262

Караев Вадим Юрьевич, науч. сотр., Владикавказский научный центр Российской академии наук; 363110, Россия, РСО-Алания, Пригородный район, с. Михайловское, ул. Вильямса, 1;

karaeffvad@yandex.ru, SPIN-код: 6489-2142

Шомахов Беслан Рашидович, ст. науч. сотр., Институт сельского хозяйства – филиал Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук;

360004, Россия, г. Нальчик, ул. Кирова, 224;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0248-2619>, SPIN-код: 8036-5597

Information about the authors

Safar P. Appaev, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

224, Kirov street, Nalchik, 360004, Russia;

appaev-safar@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9741-8646>, SPIN-code: 1585-6041

Liuan Kh. Azubekov, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

224, Kirov street, Nalchik, 360004, Russia;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0040-880X>, SPIN-code: 7561-1262

Vadim Yu. Karaev, Researcher, Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

1, Williams street, Prigorodny district, village Mikhailovskoe, North Ossetia-Alania Republic, 363110, Russia;

karaeffvad@yandex.ru, SPIN-code: 6489-2142

Beslan R. Shomakhov, Senior Researcher, Institute of Agriculture – branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;

224, Kirov street, Nalchik, 360004, Russia;

kbniish2007@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0248-2619>, SPIN-code: 8036-5597