

УДК 631.416.2:631.584(470.63)

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-2-130-138

EDN: SOFPUM

Динамика запасов фосфора в почве в связи с интенсивным использованием пашни

М. С. Сидакова, Е. М. Егорова, Р. А. Тиев, А. Ю. Кишев[✉]

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова
360030, Россия, г. Нальчик, пр-т Ленина, 1в

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по одной из самых актуальных проблем – динамика запасов фосфора в почве в условиях интенсивного использования пашни, в том числе основные факторы, влияющие на изменение содержания фосфора, включая агротехнические практики, внесение удобрений, эрозию почвы и биологическую активность. Цель исследования – определить динамику запасов фосфора в почве в связи с интенсивным использованием пашни. Научная новизна заключается в том, что особое внимание уделено последствиям длительного земледелия для фосфорного баланса и плодородия почв. Закладка опытов, наблюдения и учеты выполнялись по методике, принятой в агрономии. В результате исследований важно отметить, что содержание фосфора на этот срок под люцерной соответствует содержанию P_2O_5 под пожнивными однолетними культурами. В 10–40-сантиметровом слое почвы содержание фосфора оказывается практически равным под всеми культурами и черным паром, но на 23–12 % меньше по сравнению с полем, подвергающимся полупаровой обработке. А в 40–100 см слое почвы выравнивается содержание P_2O_5 под люцерной, черным паром, зябью и оказывается на 14–28 % меньше по сравнению с пожнивными посевами однолетних культур, т. е. наблюдается обратная картина по сравнению с вышележащими слоями почвы, что обусловливается перераспределяющей ролью корневой системы и разложением пожнивно-корневых остатков. А относительно исследований по динамике P_2O_5 в зависимости от способа использования пашни и предшественников под вика-ржаной смесью важно отметить, что мощно развитая корневая система люцерны повышает подвижность фосфатов. В анализируемый период только корневая система люцерны в 40–100 см слое почвы поддерживает активность фосфора. В полях, не занятых растениями, фосфор связывается в малоподвижные формы. Аналогичная картина характерна для всего метрового слоя почвы. По результатам проведенных исследований можно сказать, что фосфор, входящий в состав пожнивно-корневых остатков ранее произрастающих на поле культур, застрахован от возможных превращений в почве и подобно содержащемуся в навозе легко доступен к этому времени новому поколению растений (озимым – основным и промежуточным, кукурузе и т. д.). Поэтому удержание N, P_2O_5 , K_2O и других макро- и микроэлементов из удобрений и почвы в пожнивно-корневых остатках растений представляет, хотя и известное, но по-настоящему активно еще не используемое явление.

Ключевые слова: запасы фосфора, почва, пашня, динамика накопления, севообороты, обработка почвы, удобрения, пожнивные культуры

Поступила 06.02.2025, одобрена после рецензирования 28.02.2025, принята к публикации 06.03.2025

Для цитирования. Сидакова М. С., Егорова Е. М., Тиев Р. А., Кишев А. Ю. Динамика запасов фосфора в почве в связи с интенсивным использованием пашни // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2025. Т. 27. № 2. С. 130–138. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-2-130-138

Dynamics of phosphorus reserves in the soil due to intensive use of arable land

M.S. Sidakova, E.M. Egorova, R.A. Tiev, A.Yu. Kishev✉

Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov
360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue

Abstract. The article presents the results of research on one of the most pressing problems – the study of the dynamics of phosphorus reserves in the soil under conditions of intensive use of arable land, including the main factors influencing the change in phosphorus content, including agrotechnical practices, fertilization, soil erosion and biological activity. The purpose of the study is to determine the dynamics of phosphorus reserves in the soil due to intensive use of arable land. The scientific novelty lies in the fact that special attention is paid to the effects of long-term agriculture on phosphorus balance and soil fertility. The experiments, observations and records were carried out according to the methodology adopted in agronomy. As a result of research, it is important to note that the phosphorus content for this period under alfalfa corresponds to the content of P_2O_5 under annual crop crops. In a 10–40 cm soil layer, the phosphorus content turns out to be almost equal under all crops and black steam, but 23–12% less than in a field undergoing semi-steam treatment. In the 40–100 cm soil layer, the P_2O_5 content is leveled under alfalfa, black fallow, and chilly and is 14–28% less than in crop crops of annual crops, i.e. the opposite pattern is observed compared to the overlying soil layers, which is due to the redistributing role of the root system and the decomposition of crop and root residues. And according to the dynamics of P_2O , depending on the method of using arable land and its precursors under the rye mixture, it can be said that the powerfully developed alfalfa root system increases the mobility of phosphates. During the analyzed period, only the alfalfa root system in the 40–100 cm soil layer supports phosphorus activity. In fields unoccupied by plants, phosphorus binds to sedentary forms. A similar pattern is typical for the entire meter-high soil layer. According to the results of the conducted research, it can be said that phosphorus, which is part of the crop and root residues of crops previously growing in the field, is insured against possible transformations in the soil and, like contained in manure, is easily accessible by this time to a new generation of plants (winter – basic and intermediate, corn and Therefore, the retention of N, P_2O_5 , K_2O and other macro- and microelements from fertilizers and soil in the crop-root sediments of plants is a well-known phenomenon, but not yet actively used.

Keywords: phosphorus reserves, soil, arable land, accumulation dynamics, crop rotations, tillage, fertilizers, stubble crops

Submitted 06.02.2025,

approved after reviewing 28.02.2025,

accepted for publication 06.03.2025

For citation. Sidakova M.S., Egorova E.M., Tiev R.A., Kishev A.Yu. Dynamics of phosphorus reserves in the soil due to intensive use of arable land. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2025. Vol. 27. No. 2. Pp. 130–138. DOI: 10.35330/1991-6639-2025-27-2-130-138

ВВЕДЕНИЕ

В решении продовольственной программы важное место отводится интенсивному использованию пашни посредством сочетания однолетних основных и промежуточных культур, выращивания многолетних трав в условиях достаточного увлажнения и при орошении путем исключения из севооборотов межкультурных периодов в виде зяби, пара [1, 2, 3].

Интенсивное использование пашни по-своему влияет на динамику запасов и режим элементов питания, о чем в свое время нами было сообщено. Что касается фосфатного режима почвы, то предлагаемые материалы являются оригинальными [4, 5].

Мицеллярно-карбонатные черноземы Северного Кавказа отличаются пониженным содержанием доступного фосфора, и сельскохозяйственные культуры, выращиваемые на них, эффективно реагируют на внесение фосфорных удобрений [6, 7]. Это требует тщательного изучения процессов, связанных с расходом фосфора в севооборотах, насыщенных различными культурами – зерновыми, техническими, кормовыми, возделываемыми в основных и промежуточных посевах.

Поля, не занятые культурами, не только не способствуют накоплению доступных фосфатов, но даже имеют тенденцию к снижению их содержания, особенно в осенне-зимне-весенний период, совпадающий с отсутствием в почве живой корневой системы и энергетического материала в виде пожнивно-корневых остатков [8, 9]. Количество же фосфора, поступающего в почву в севообороте, помимо вносимого с удобрениями, определяется размерами накопления растительных остатков, которые в первые 2–3 месяца после заделки минерализуются на 60–70 % [10, 11]. Следовательно, за счет оставшегося количества пожнивно-корневых остатков нельзя ожидать увеличения содержания доступных фосфатов в названный выше период [12].

Цель исследования – определить динамику запасов фосфора в почве в связи с интенсивным использованием пашни.

Задача исследования. Исходя из изложенного, мы поставили задачу изучить динамику запасов P_2O_5 в связи с различным использованием пашни в севооборотах на предкавказских мицеллярно-карбонатных черноземах. Научная новизна заключается в том, что особое внимание уделено последствиям длительного земледелия для фосфорного баланса и плодородия почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Детальное описание методики – программы исследований, почвы опытного участка, удобрения сельскохозяйственных культур в севооборотах, методы аналитических исследований – приводится в ранее опубликованных работах. Содержание P_2O_5 в почве определяли по Б. П. Мачигину. На каждый гектар независимо от интенсивности использования пашни в севообороте вносили по 60 кг суперфосфата (P_2O_5).

При уборке озимой пшеницы, предшествующей посевам пожнивных культур, независимо от способа использования пашни в севообороте (интенсивное, общепринятое) содержание P_2O_5 оказывается практически равным.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В промежуток обработки почвы – посев пожнивных культур (очень короткий) также не происходит существенных изменений в содержании доступного растениям фосфора. Поэтому в межфазный период посев – всходы пожнивных культур 0–10-сантиметровый слой почвы, в который непосредственно заделываются семена, обеспечен равным количеством P_2O_5 , за исключением пара черного (табл. 1).

Содержание фосфора на этот срок под люцерной соответствует содержанию P_2O_5 под пожнивными однолетними культурами. Сказывается способ использования пашни. В 10–40 см слое почвы содержание фосфора оказывается практически равным под всеми

культурами и черным паром, но на 23–12 % меньше по сравнению с полем, подвергающимся полупаровой обработке. В 40–100 см слое почвы выравнивается содержание P_2O_5 под люцерной, черным паром, зябью и оказывается на 14–28 % меньше по сравнению с пожнивными посевами однолетних культур, т. е. наблюдается обратная картина по сравнению с вышележащими слоями почвы, что обусловливается перераспределяющей ролью корневой системы и разложением пожнивно-корневых остатков.

Таблица 1. Динамика P_2O_5 (кг/га) в зависимости от способа использования пашни в севообороте при орошении

Table 1. Dynamics of P_2O_5 (kg/ha) depending on the method of using arable land in crop rotation under irrigation

Сроки отбора почвы	Глубина отбора, см	Культура					
		кукуруза*	суданская трава*	гречиха*	люцерна*	зябь (контроль)	черный пар
Посев-всходы	0–10	14	13	14	13	15	21
	10–40	39	40	39	43	48	37
	40–100	41	40	41	36	35	32
	0–100	94	93	94	92	98	90
Всходы 5–7 листьев	0–10	16	113	16	17	20	22
	10–40	35	31	35	37	36	37
	40–100	37	34	38	31	25	31
	0–100	82	78	89	85	81	90
Уборка	0–10	16	10	16	18	19	22
	10–40	32	26	32	30	32	40
	40–100	45	32	45	51	37	36
	0–100	93	68	93	99	88	98

Примечание: культура выращивается в пожнивных посевах. Ранняя зябь подвергается полупаровой обработке.

Отмеченные особенности формирования фосфатного режима по горизонтам почвы в связи со способом использования пашни не отражаются на запасах фосфора в метровом слое почвы.

Корневые системы однолетних культур в 0–10 см слое почвы, за исключением суданской травы, переводят в доступное состояние такое количество фосфора, которого достаточно для питания растений и содержания его в почве всего на 32–24 % меньше по сравнению с полями, на которых отсутствует растительность. Особенно активна корневая система в 10–40 см слое почвы, а в 40–100 см слое почвы содержание фосфора под однолетними пожнивными культурами и люцерной оказывается равным или даже больше, чем в пару черном и на поле, обрабатываемом по типу полупара. Аналогичная картина складывается в уборку пожнивных культур, совпадающую со сроками сева озимых промежуточных культур в севооборотах с интенсивным использованием пашни. Исключение представляет поле из-под суданской травы.

После уборки пожнивных культур в севообороте с интенсивным использованием пашни высеваются озимые промежуточные культуры (вика + рожь**), а в севообороте с общепринятым – после полупаровой обработки почвы – переходит в зябь до посева основных яро-

вых культур. Разрыв между уборкой пожнивных и посевом озимых промежуточных культур сводится до минимума с тем, чтобы уложиться в оптимальные сроки посева озимых (до 10–15.10). В период от уборки пожнивных до посева озимых промежуточных культур, независимо от способа использования пашни в севообороте, содержание P_2O_5 в посевном слое почвы (0–10 см) выравнивается и достигает в зависимости от предшественников 11–16 мг/кг почвы (табл. 2).

Таблица 2. Динамика P_2O_5 (кг/га) в зависимости от способа использования пашни и предшественников под вика-ржаной** смесью

Table 2. Dynamics of P_2O_5 (kg/ha) depending on the method of using arable land and predecessors under a vetch-rye** mixture

Сроки отбора почвы	Глубина отбора, см	Предшественники						
		кукуруза*	суданская трава*	гречиха*	зябь (контроль)	люцерна*	зябь (контроль)	черный пар
Посев-всходы	0–10	16	11	16	14	11	17	20
	10–40	33	29	33	31	39	39	35
	40–100	35	36	35	33	62	35	35
	0–100	84	76	84	78	112	91	90
Весеннее отрастание	0–10	23	13	23	22	22	19	20
	10–40	43	42	43	45	43	43	36
	40–100	49	48	49	51	51	57	59
	0–100	115	103	115	118	116	119	115
Выход в трубку	0–10	22	16	21	12	24	20	21
	10–40	44	43	44	38	49	39	30
	40–100	43	45	55	42	44	47	52
	0–100	109	104	120	82	117	106	103
Уборка	0–10	17	13	17	14	23	19	22
	10–40	37	41	37	38	46	41	33
	40–100	43	44	52	40	33	53	54
	0–100	97	106	106	82	102	113	109

Примечания: *– полупаровая обработка почвы в севообороте с интенсивным использованием пашни; **– полупаровая обработка почвы в севообороте с общепринятым использованием машин.

Следовательно, интенсивная обработка почвы в укороченные сроки подготовки не оказывает существенного влияния на содержание фосфора в почве. Мощно развитая корневая система люцерны повышает подвижность фосфатов. В 10–40 см слое почвы четко просматривается положительное последствие корневых систем однолетних пожнивных культур, особенно люцерны; не изменяется содержание фосфора в поле, обрабатываемом по типу полупара, и достоверно уменьшается в черном пару. В анализируемый период только корневая система люцерны в 40–100 см слое почвы поддерживает активность фосфора. В полях, не занятых растениями, фосфор связывается в малоподвижные формы. Аналогичная картина характерна для всего метрового слоя почвы (табл. 1, 2).

С появлением мощно развитой корневой системы (весеннее отрастание) во всех полях, занятых растениями, отмечается резкое увеличение содержания фосфора в 0–10 см слое почвы и неизменными остаются запасы в зяби и черном пару. Аналогичная картина наблю-

дается по всему метровому слою почвы. Это происходит под влиянием разложения повышенных количеств пожнивно-корневых остатков в севообороте с интенсивным использованием пашни, активной деятельности живых корней, особенно бобовых культур, увеличения степени подвижности за счет систематического применения фосфорных удобрений. В зяби и черном пару отмечено перемещение P_2O_5 в глубокие слои почвы.

В условиях Северного Кавказа в зимний период отмечаются частые оттепели. Следовательно, попеременное высушивание и увлажнение почвы в сочетании с промораживанием повышают подвижность адсорбированных ее ионов фосфатов на протяжении всего осенне-зимне-ранневесеннего периода. Еще более активно протекают эти процессы в годы, когда озимые (зимующие) культуры не прекращают вегетацию и в зимний период. Озимые промежуточные (вика–рожь**), люцерна, подсушивая почву по сравнению с черным паром и зябью в севообороте с общепринятым использованием пашни, несмотря на постоянное поглощение фосфора, резко повышают подвижность фосфорнокислых солей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований можно сказать, что фосфор, входящий в состав пожнивно-корневых остатков ранее произрастающих на поле культур (озимой пшеницы, кукурузы и других), застрахован от возможных превращений в почве и подобно содержащемуся в навозе легко доступен к этому времени новому поколению растений (озимым – основным и промежуточным, кукурузе и т. д.). Поэтому удержание N, P_2O_5 , K_2O и других макро- и микроэлементов из удобрений и почвы в пожнивно-корневых остатках растений представляет, хотя и известное, но по-настоящему активно еще не используемое явление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Хакимов Ш. З.* Влияние динамики NPK на дозы внесения минеральных удобрений под озимую пшеницу // Плодородие. 2021. № 5. С. 56–61. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.14
2. *Налиухин А. Н., Демидов Д. В.* Мировые запасы фосфатных руд и научно обоснованная потребность в фосфорных удобрениях в России // Плодородие. 2024. № 2. С. 46–50. DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.12
3. *Тутукова Д. А., Кишев А. Ю., Жеруков Т. Б.* Особенности применения микроэлементов в сельскохозяйственном производстве // Успехи современного естествознания. 2019. № 6. С. 18–22.
4. *Щепетьев М. А.* Влияние жидких и твердых азотно-фосфорных удобрений на продуктивность озимой пшеницы // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4–2 (23). С. 54.
5. *Ханиева И. М., Кишев А. Ю., Жеруков Т. Б., Мамаев К. Б.* Способы и приемы повышения почвенного плодородия // Уральский научный вестник. 2017. Т. 10. № 3. С. 042–044.
6. *Рудой Н. Г.* Градации подвижных фосфатов в почвах средней Сибири // Вестник КрасГАУ. 2014. № 5(92). С. 69–72.
7. *Шогенов Ю. М., Бозиев А. Л.* Эффективность применения удобрений под кукурузу в условиях предгорной и степной зон Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 1(43). С. 7–16.

8. Рамазанова С. Б., Айтбаев Т. Е., Калдыбаев С., Малимбаева А. Д. Изменение содержания валового, органического и минерального фосфора в каштановых почвах при длительном и систематическом применении удобрений в севооборотах // Почвоведение и агрохимия. 2013. № 1. С. 83–85.

9. Аканова Н. И., Холомьева Л. Н. Эффективность применения фосфогипса под озимую пшеницу на дерново-подзолистых почвах // Евразийский союз ученых. М., 2023. № 10(108). С. 15–21.

10. Кучмасов Д. Ю., Левин Б. В., Литус А. А., Котельникова И. С. и др. Эффективное и разностороннее применение фосфогипса в сельском хозяйстве // В сборнике: Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия. Волгоград, 2017. С. 121–136.

11. Рахимов М. А. У. Влияние методов применений фосфорных удобрений на урожайность озимой пшеницы // В сборнике: OPEN INNOVATION. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2019. С. 75–77.

12. Алтысбаев А. У., Сапаров А. С., Сулейменов Б. У. Влияние фосфорных удобрений на урожайность пшеницы // Почвоведение и агрохимия. 2016. № 1. С. 73–78.

REFERENCES

1. Khakimov Sh.Z. Influence of NPK dynamics on the application rates of mineral fertilizers for winter wheat. *Plodorodiye* [Plodorodie]. 2021. No. 5. Pp. 56–61. DOI: 10.25680/S19948603.2021.122.14. (In Russian)

2. Naliukhin A.N., Demidov D.V. World reserves of phosphate ores and scientifically substantiated need for phosphorus fertilizers in Russia. *Plodorodiye* [Plodorodie]. 2024. No. 2. Pp. 46–50. DOI: 10.25680/S19948603.2024.137.12. (In Russian)

3. Tutukova D.A., Kisev A.Yu., Zherukov T.B. Features of the use of microelements in agricultural production. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in modern natural science]. 2019. No. 6. Pp. 18–22. (In Russian)

4. Shchepetyev M.A. The influence of liquid and solid nitrogen-phosphorus fertilizers on the productivity of winter wheat. *Inzhenernyy vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don]. 2012. No. 4–2(23). P. 54. (In Russian)

5. Khanieva I.M., Kisev A.Yu., Zherukov T.B., Mamaev K.B. Methods and techniques for increasing soil fertility. *Ural'skiy nauchnyy vestnik* [Ural Scientific Bulletin]. 2017. Vol. 10. No. 3. Pp. 042–044. (In Russian)

6. Rudoy N.G. Gradations of mobile phosphates in soils of central Siberia. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU]. 2014. No. 5(92). Pp. 69–72. (In Russian)

7. Shogenov Yu.M., Boziev A.L. Efficiency of fertilizer application for corn in the foothill and steppe zones of Kabardino-Balkaria. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova* [Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov]. 2024. No. 1(43). Pp. 7–16. (In Russian)

8. Ramazanova S.B., Aitbaev T.E., Kaldybaev S., Malimbaeva A.D. Changes in the content of gross, organic and mineral phosphorus in chestnut soils with long-term and systematic application of fertilizers in crop rotations. *Pochvovedeniye i agrokhimiya* [Soil Science and Agrochemistry]. 2013. No. 1. Pp. 83–85. (In Russian)

9. Akanova N.I., Kholomyeva L.N. Efficiency of phosphogypsum application under winter wheat on sod-podzolic soils. *Yevraziyskiy soyuz uchenykh* [Eurasian Union of Scientists]. Moscow, 2023. No. 10(108). Pp. 15–21. (In Russian)

10. Kuchmasov D.Yu., Levin B.V., Litus A.A., Kotelnikova I.S. et al. *Effektivnoye i raznostoronneye primeneniye fosfogipsa v sel'skom khozyaystve* [Effective and versatile use of phosphogypsum in agriculture]. In the collection: *Rol' melioratsii zemel' v realizatsii gosudarstvennoy nauchno-tekhnicheskoy politiki v interesakh ustoychivogo razvitiya sel'skogo khozyaystva* [The role of land reclamation in the implementation of state scientific and technical policy in the interests of sustainable development of agriculture]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 50-letiyu Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta oroshayemogo zemledeliya*. Volgograd, 2017. Pp. 121–136. (In Russian)

11. Rakhimov M.A.U. *Vliyaniye metodov primeneniya fosfornykh udobreniy na urozhaynost' ozimoy pshenitsy* [Influence of phosphorus fertilizer application methods on winter wheat yield]. In the collection: OPEN INNOVATION. *Sbornik statey VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Collection of articles of the VIII International scientific and practical conference]. Penza, 2019. Pp. 75–77. (In Russian)

12. Alpysbaev A.U., Saparov A.S., Suleimenov B.U. Influence of phosphorus fertilizers on wheat yield. *Pochvovedeniye i agrokhimiya* [Soil Science and Agrochemistry]. 2016. No. 1. Pp. 73–78. (In Russian)

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

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 conflicts of interests.

Информация об авторах

Сидакова Маргарита Сарабиевна, канд. с.-х. наук, доцент, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова;

360030, Россия, г. Нальчик, пр-т Ленина, 1в;

sidakova.53@mail.ru

Егорова Елена Михайловна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры агрономии, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова;

360030, Россия, г. Нальчик, пр-т Ленина, 1в;

conf200606@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9559-4608>, SPIN-код: 1914-0691

Тиев Руслан Абдулович, канд. биол. наук, доцент, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова;

360030, Россия, г. Нальчик, пр-т Ленина, 1в;

Кишев Алим Юрьевич, канд. с.-х. наук, доцент, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова;

360030, Россия, г. Нальчик, пр-т Ленина, 1в;

a.kish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2838-6876>, SPIN-код: 2237-8388

Information about the authors

Margarita S. Sidakova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov;
360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue;
sidakova.53@mail.ru

Elena M. Egorova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov;
360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue;
conf200606@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9559-4608>, SPIN-code: 1914-0691

Ruslan A. Tiev, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov;
360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue;

Alim Yu. Kishiev, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov;
360030, Russia, Nalchik, 1v Lenin avenue;
a.kish@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2838-6876>, SPIN-code: 2237-8388