

4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

4.1.3. Agrochemistry, Agrosoil Science, Plant Protection and Quarantine

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-2-128-138>



УДК [631.445.4:631.452] (470.62)

Плодородие лугово-черноземных почв в условиях рисосеяния левобережья Кубани

А.Х. Шеуджен¹, О.А. Гуторова✉^{1,2}, Ю.Н. Ашинов²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»;

г. Краснодар, Российская Федерация,
✉ashad.sheudzhen@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»,

г. Майкоп, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Основные рисовые массивы в Республике Адыгея расположены в Шовгеновском, Теучежском, Красногвардейском и Тахтамукайском районах, почвенный покров которых представлен луговыми, лугово-черноземными, лугово-болотными и аллювиально-луговыми почвами, подверженными воздействию антропогенных факторов. **Цель** исследования заключалась в проведении почвенно-агрохимической оценки лугово-черноземной почвы левобережья Кубани, используемой в рисовом севообороте. **Объекты и методы исследования.** Исследования проведены на лугово-черноземной почве Чибийской оросительной системы левобережья Кубани и включали профильно-морфологический, полевые, аналитические и статистические методы исследования. **Результаты.** Установлено, что в лугово-черноземной почве левобережья Кубани, используемой в рисовом севообороте, преобладают процессы выщелачивания, при которых происходит уменьшение в пахотном горизонте илистых фракций на 12%, подвижного фосфора, на 23%, обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , на 2,4-2,7% и карбонатов на 0,87-4,48%. **Заключение.** Вследствие развития элювиально-глеевых процессов в лугово-черноземной почве левобережья Кубани, используемой в рисосеянии, усиливаются гидроморфные признаки, процессы вымывания карбонатов, илистой фракции, подвижных форм фосфора и железа, происходит уплотнение пахотных и подпахотных горизонтов, что обуславливает необходимость проведения мониторинговых исследований за состоянием их плодородия и соблюдения научнообоснованного применения удобрений.

Ключевые слова: лугово-черноземная почва, левобережье Кубани, рисовый севооборот, плодородие почвы, морфология почвы, элювиально-глеевые процессы, выщелачивание, свойства почвы, окислительно-восстановительный режим

Для цитирования: Шеуджен А.Х., Гуторова О.А., Ашинов Ю.Н. Плодородие лугово-черноземных почв в условиях рисосеяния левобережья Кубани. *Новые технологии / New technologies*. 2026; 22 (2):128-138. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-2-128-138>

Fertility of meadow-chnozem soils under rice cultivation conditions on the left bank of the Kuban

A.Kh. Sheudzhen¹, O.A. Gutorova✉^{1,2}, Yu.N. Ashinov²

¹*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin;
Krasnodar, the Russian Federation,
✉ashad.sheudzhen@mail.ru*

²*Maykop State Technological University;
Maikop, the Russian Federation*

Abstract. Introduction. The main rice fields in the Republic of Adygea are located in the Shovgenovsky, Teuchezhsky, Krasnogvardeysky and Takhtamukaysky districts; the soil cover there is represented by meadow, meadow-chnozem, meadow-marsh and alluvial-meadow soils, exposed to anthropogenic factors. The goal of the research was to conduct a soil-agrochemical assessment of the meadow-chnozem soil of the left bank of the Kuban River, used in rice crop rotation. **The objects and methods of the research.** The studies were conducted on the meadow-chnozem soil of the Chibiyskaya irrigation system on the left bank of the Kuban River and included profile-morphological, field, analytical and statistical research methods. **The results.** It was established that leaching processes predominate in the meadow-chnozem soil of the left bank of the Kuban River, used in rice crop rotation. These processes lead to a 12% decrease in clay fractions, 23% decrease in mobile phosphorus, 2.4-2.7% decrease in exchangeable Ca^{2+} and Mg^{2+} cations, and 0.87-4.48% decrease in carbonates in the arable horizon. **Conclusion:** Due to the development of eluvial-gley processes in the meadow-chnozem soil of the left bank of the Kuban River, used in rice cultivation, hydromorphic characteristics are enhanced, as are the leaching of carbonates, clay fractions, mobile phosphorus, and iron. Compaction of the arable and subarable horizons occurs, necessitating monitoring of their fertility and adherence to scientifically sound fertilizer application practices.

Keywords: meadow-chnozem soil, left bank of the Kuban River, rice crop rotation, soil fertility, soil morphology, eluvial-gley processes, leaching, soil properties, oxidation-reduction regime

For citation: Sheudzhen A.Kh., Gutorova O.A., Ashinov Yu.N. Fertility of meadow-chnozem soils under rice cultivation conditions on the left bank of the Kuban. *Novye tehnologii / New technologies*. 2026; 22 (2):128-138. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-2-128-138>

Введение. Республика Адыгея расположена на юго-западе Российской Федерации, в левобережье Кубани и входит в состав Южного федерального округа, занимая центральную часть Прикубанской наклонной (Закубанской) равнины и северные склоны Северо-Западного Кавказа. Основная территория республики находится в бассейне двух притоков Кубани – Лабы и Белой [1-2].

Земельные ресурсы занимают ведущее место в природном и экономическом потенциале Республики Адыгея. В соответствии с данными Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Республике Адыгея по состоянию на 1 января 2025 года земельный фонд

Республики Адыгея составляет 779,18 тыс. га. По результатам агрохимического обследования почв республики средневзвешенное содержание гумуса составляет 3,6%, подвижного фосфора – 30,2 мг/кг, обменного калия – 345,9 мг/кг и показатель кислотности почв – pH 5,4 [3]. Наиболее распространенными почвами являются черноземы выщелоченные (138,1 тыс. га), черноземы слитые (67,1 тыс. га), лугово-черноземные (87,1 тыс. га), луговые (58,1 тыс. га), серые лесостепные (70,5 тыс. га), серые лесные (10,7 тыс. га) [4].

Республика Адыгея обладает обширными ресурсами для развития агропромышленного комплекса. Регион занимает второе место в России по урожайности зер-

новых культур со средним показателем 57,5 ц/га в 2025 году. Валовой сбор зерна озимой пшеницы достигал 543 тыс. т. со средней урожайностью в 60,2 ц/га. Сбор озимого рапса составил 29,5 тыс. т, озимого ячменя – 42,6 тыс. т при средней его урожайности 50,6 ц/га. В последние годы особое внимание отводится производству риса. В промышленных масштабах его выращивают в Краснодарском крае и Республике Адыгея. В республике риса собрали 1,5 тыс. т со средней урожайностью в 2025 году 60 ц/га, основными рисовыми массивами являются Чибийская, Адыгейская и Афипская инженерные рисовые системы, рисосеющими районами – Шовгеновский, Теучежский, Красногвардейский и Тахтамукайский, источниками водоснабжения – реки Лаба и Кубань, водоприемниками – Краснодарское водохранилище и Лаба.

Почвенный покров основных районов возделывания риса в Адыгее представлен луговыми, лугово-черноземными, лугово-болотными, аллювиально-луговыми почвами. Эти почвы расположены вдоль левого берега реки Кубани, мощность их гумусовых горизонтов составляет 65-120 см, они обладают довольно высокой плотностью, слабой водопроницаемостью и тяжелым гранулометрическим составом. Среди них встречаются солонцеватые разности с разной степенью солонцеватости [1, 3-4].

Почвы рисовых агроландшафтов подвержены воздействию антропогенных факторов и, в первую очередь, влиянию периодического затопления. Чередование окислительного и восстановительного режимов, свойственное почвам рисового агроценоза, отражается на интенсивности и направленности протекающих в них почвенных процессов: миграции по профилю химических соединений, синтеза и распада минеральных и органических веществ, скорости протекания микробиологических и биохимических процессов, от которых во многом зависит уровень их плодородия [5-11].

Цель исследования. Почвенно-агрохимическая оценка лугово-черноземной

почвы рисовой оросительной системы в условиях левобережья Кубани.

Объекты и методы исследования.

Объектом исследования являлась лугово-черноземная почва левобережья реки Кубань. При выполнении работы применялись профильно-морфологические, полевые, аналитические и статистические методы исследования [12-13].

На лугово-черноземной почве Чибийской рисовой оросительной системы левобережной поймы реки Кубань был заложен почвенный разрез глубиной 150 см. Закладка разреза осуществлялась весной 2024 г. в пределах землепользования Адыгейского научного технологического центра по рису (пос. Прикубанский, Тахтамукайский район). При морфологическом описании почвы были выделены почвенно-генетические горизонты, определена их мощность, глубина всего профиля и отмечены все характерные морфологические признаки. Для отбора почвенных проб с каждого почвенно-генетического горизонта использовался метод сплошной колонки. Аналитические исследования выполнялись на кафедре агрохимии Кубанского ГАУ и включали определение: $pH_{вод.}$ потенциометрическим методом, гранулометрического состава почвы методом пипетки с обработкой пиррофосфатом натрия, плотности почвы ненарушенного сложения по Качинскому, плотности твердой фазы почвы пикнометрическим методом, общей пористости почвы расчетным способом, содержания в почве подвижного железа по Казариновой-Окниной, общего гумуса по Тюрину, общего азота по Къельдалю, подвижных форм фосфора и калия по Чирикову, карбонатов газовазольметрическим методом [12]. Экспериментальные данные подвергались статистической оценке [13].

Результаты и обсуждение. Для лугово-черноземной почвы, по результатам морфологического анализа, характерной чертой является проявление по всей толще почвенного профиля гидроморфных признаков, диагностируемых в виде прожилок

ржавчины и охристых пятен, что свидетельствует о чередовании процессов окисления и восстановления. При этом уже с поверхности почвы наблюдались черные пятна и точки, указывающие на присутствие в ней сульфидных соединений. Глубина почвенного разреза 1,5 м, профиль почвы хорошо дифференцирован на почвенно-генетические горизонты $A_{\text{пах}} - A - AB - B - C$, мощность которых представлена в таблице 1. По мощности исследуемая почва относится к мощной ($A+AB = 114$ см), а по степени выщелачивания карбонатов – к слабовыщелоченной с проявлением реакции на 10 %-ную соляную кислоту ниже 40 см. Последнее указывает на развитие процесса выщелачивания (табл. 1). В результате чередования периодов увлажнения и иссушения, связанного со спецификой выращивания риса, почвенные горизонты уплотнены, что подтверждено также данными по плотности сложения почвы на рисунке 3.

Таблица 1. Морфометрические признаки лугово-чернозёмной почвы левобережья Кубани

Table 1. Morphometric characteristics of meadow-chernozem soils of the left bank of the Kuban

Морфометрический признак	Величина
Мощность почвенно-генетических горизонтов, см	
$A_{\text{пах}}$	20
A	42
AB	52
B	26
C	вода
Глубина выделений новообразований (начало-конец и/или начало), см	
железистых	0-138
сульфидных	0-20
сизых пятен	0-20
карбонатных	52
Вскипание от 10 % HCl, см	60
Уровень грунтовых вод, см	145

Для почв, подверженных избыточному увлажнению, характерно образование реакционно-подвижных форм железа (FeO и Fe_2O_3), которые мигрируют по почвенному профилю, обедняя пахотный горизонт и

накапливаясь в нижней толще. Выделение железистых новообразований в виде охристых стяжений, пятен и прожилок ржавчины отчетливо видно при морфологическом анализе почвы, которые обнаружены в пределах всего профиля как следствие окисления восстановленного железа (табл. 1). Процессы, связанные с потерей железа из пахотного слоя, нежелательны для культуры риса, поскольку этот элемент снижает действие токсичных продуктов анаэробного разложения, образующихся при затоплении почв рисовых полей. При этом дефицит железа может сказаться на минеральном питании риса с проявлением у растений хлороза листьев, что приведет к замедлению их роста и снижению продуктивности рисового агроценоза.

Во вскрытом почвенном профиле лугово-черноземной почвы левобережной поймы реки Кубань суммарное содержание подвижного железа ($FeO + Fe_2O_3$) составляло 192,4 мг/100 г в горизонте $A_{\text{пах}}$ и снижалось до 20,2 мг/100 г в почвообразующей породе с преобладанием трехвалентной формы. На долю восстановленного железа для верхних горизонтов $A_{\text{пах}}$ и A приходилось 3,6-4,3%, нижних горизонтов AB, B и C – 15,8-33,1% от суммарного его содержания. При этом, более узкое отношение $FeO : Fe_2O_3$, свойственное для верхних горизонтов почвы (0,04), увеличивалось вниз по профилю до 0,19-0,50 (рис. 1).

Распределение по почвенному профилю оксидов двух- и трехвалентного железа характеризует окислительно-восстановительный режим лугово-черноземной почвы, где выражено развитие элювиально-глеевого процесса (рис. 1). Так, накопление восстановленной формы железа наблюдалось на глубине около 1 м или же в горизонте B, что указывает на усиление анаэробных процессов в нижележащих слоях почвы, а равномерное снижение содержания железа по профилю почвы отмечено для окисленной его формы.

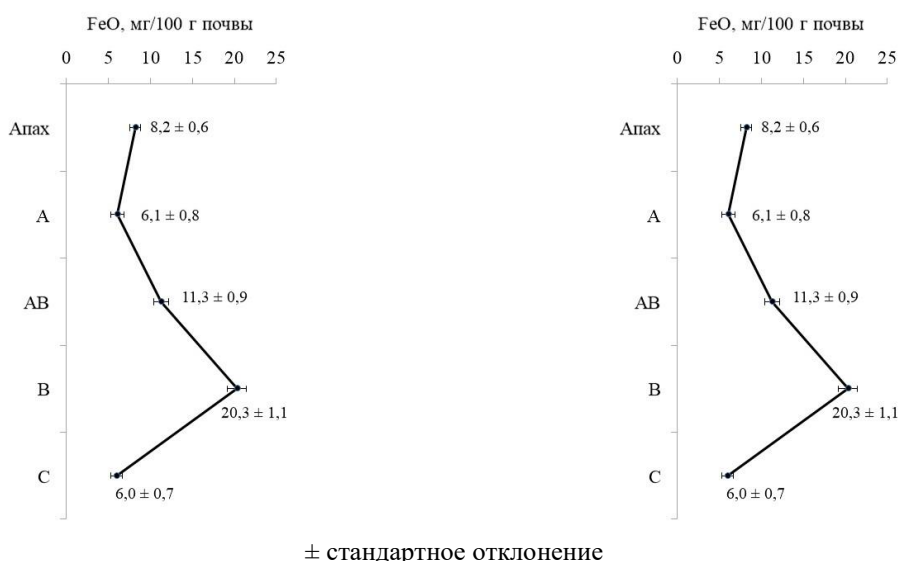


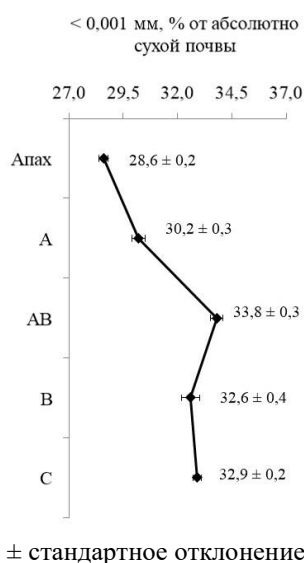
Рис 1. Содержание подвижных форм железа в лугово-черноземной почве левобережья Кубани
Fig. 1. The content of mobile forms of iron in the meadow-chernozem soil of the left bank of the Kuban

Лугово-черноземная почва левобережья Кубани обладает тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, где физической глины в пахотном горизонте содержится 57,0 %. При этом распределение ее по почвенному профилю не равномерное – наблюдается увеличение частиц < 0,01 мм на 4,5% в горизонте АВ. По соотношению пылеватых, илистых и песчаных частиц исследуемая почва иловато-пылеватая. Их содержание в пахотном горизонте составляет 49,5%, 28,6% и 21,9% от абсолютно сухой почвы соответственно. Лугово-черноземные почвы сформировались на аллювиальных легких глинах, характеризующихся содержанием физической глины, пыли, ила и песка – 60,1%, 47,3%, 32,9% и 19,6% соответственно.

В почвах, используемых в рисосеянии и подверженных условиям чередования периодов окисления и восстановления, развиваются элювиально-глеевые процессы. Вследствие этого происходит вымывание илистых фракций (< 0,001 мм) из верхних горизонтов в более глубокие слои почвы. Проведенные исследования показали, что в лугово-черноземной почве левобережья реки Кубань в пахотном и подпахотном горизонтах содержание тонкодисперсных частиц < 0,001 мм

уменьшилось на 12% и 18% относительно горизонта АВ соответственно (рис. 2).

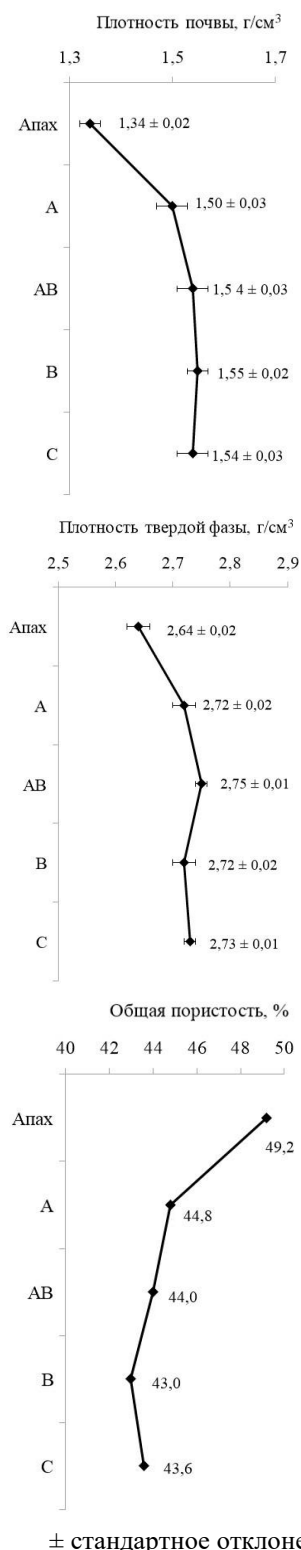
Для большинства сельскохозяйственных культур оптимальные значения плотности и плотности твердой фазы почв находятся в пределах 1,10-1,20 г/см³ и 2,4-2,8 г/см³ соответственно [16]. Плотность пахотного горизонта лугово-черноземной почвы левобережья реки Кубань составляет 1,34 г/см³, с глубиной профиля она повышается до 1,50-1,55 г/см³. Плотность твердой фазы находится на уровне 2,64-2,75 г/см³, значения которой снижены в нижней части профиля в результате уменьшения содержания гумуса. Одной из характеристик сложения почвы является её общая пористость, которая определяется как отношение объема капиллярных и некапиллярных пор (пустот), занятых водой и почвенным воздухом ко всему объему, занимаемому почвой. Эта величина находится в обратной зависимости от плотности сложения почвы. Считается, что оптимальная пористость почвы, равная 50-60%, свидетельствует о хорошей ее аэрации и водопроницаемости, что очень важно для культур, предшествующих рису. Общая пористость пахотного горизонта лугово-черноземной почвы 49,2% и снижается с глубиной профиля до 43,0-44,8% (рис. 3).



± стандартное отклонение
Рис. 2. Распределению ила (< 0,001 мм) по профилю лугово-черноземной почвы левобережья Кубани

Fig. 2. Distribution of silt (< 0.001 mm) across the profile of the meadow-chernozem soil of the left bank of the Kuban

Органическое вещество почвы является важным показателем, характеризующим уровень ее плодородия. Гумус, входящий в состав почвенного коллоидного комплекса и имеющий существенное значение в поглотительной способности, обеспечивает большую ёмкость поглощения почвы. Лугово-черноземная почва, расположенная на рисовой оросительной системе левобережной поймы реки Кубань, по обеспеченности гумусом относится к слабогумусной, содержание его постепенно снижается по профилю с 2,95% в пахотном горизонте ($A_{\text{пах}}$) до 0,66% в почвообразующей породе. В метровом слое почвы ($A+AB$) запасы гумуса составляют 389,4 т/га. Они снижены в $A_{\text{пах}}$ и увеличены вдвое в нижележащих горизонтах А и АВ вследствие высокой подвижности водорастворимого органического вещества (рис. 4). Потери водорастворимого гумуса из пахотного горизонта почвы возникают в восстановленных условиях рисового поля, приводящих к образованию водорастворимых железоорганических комплексов, свободно мигрирующих по почвенному профилю [6, 14-15].



± стандартное отклонение
Рис. 3. Изменение физических показателей по профилю лугово-черноземной почвы левобережья Кубани

Fig. 3. Changes in physical parameters along the profile of the meadow-chernozem soil of the left bank of the Kuban River

Специфический водно-воздушный режим почв, складывающийся при возделывании риса, отражается на катионном составе почвенно-поглощающего комплекса (ППК) [5-7]. Характерной особенностью лугово-черноземной почвы, вовлеченной в рисосеяние, является довольно высокая насыщенность ППК катионом кальция, которая достигает 72,8% от суммы поглощенных оснований, после него преобладает магний 20,2% и катионы калия и натрия 3,4-3,7%. Специфические условия возделывания риса способствуют вымыванию из пахотного горизонта обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . Их содержание снизилось в пахотном горизонте на 2,4-2,7% и увеличилось в подпахотном (табл. 2).

Распределение карбонатов по профилю лугово-черноземной почвы левобережья Кубани указывает на развитие процесса выщелачивания. Их содержанием обеднен пахотный горизонт на 0,87-4,48% и обогащены нижележащие слои (1,09-4,70% CaCO_3) при изменении $\text{pH}_{\text{вод.}}$ с 6,73 в $\text{A}_{\text{пах}}$ до 8,19 в горизонте С (рис. 5).

Содержание азота, как и органического углерода, в почве являются важными индикаторами ее плодородия. Отношение С: N характеризует обогащенность гумуса азотом. Содержание общего азота в пахотном горизонте лугово-черноземной почвы составляет 0,192%. Отношение С : N изменяется по профилю от 8,9 до 9,1, т.е. содержание азота в составе гумуса снижается с глубиной почвы (табл. 2).

По содержанию в пахотном горизонте подвижного фосфора (по Чирикову) лугово-черноземная почва левобережья Кубани низко обеспечена этим элементом питания. Распределение его содержания по почвенному профилю дифференцировано – подвижной формы фосфора меньше в пахотном горизонте на 23% относительно подпахотного. Содержание подвижного калия, напротив, с глубиной профиля постепенно снижается, что позволяет отнести исследуемую почву к группе высокообеспеченной этим элементом (табл. 2).

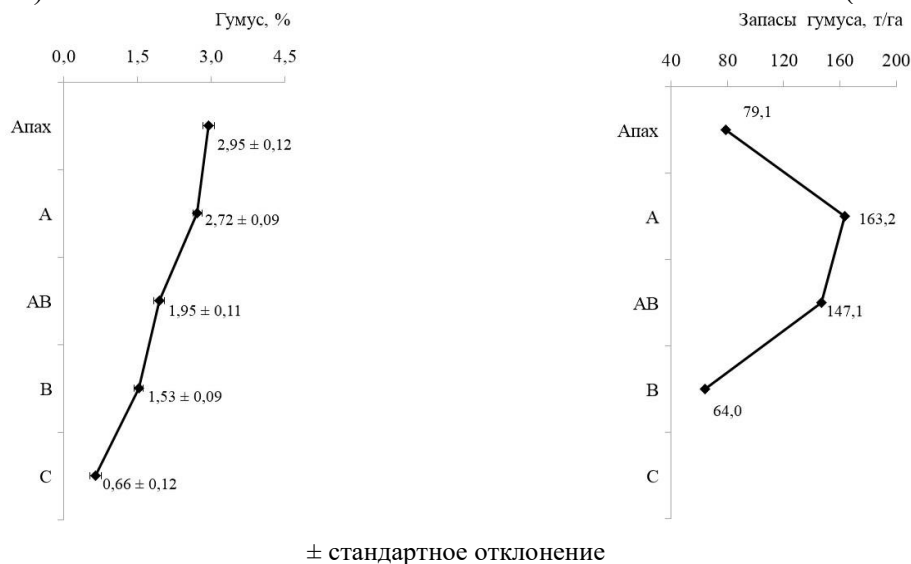


Рис. 4. Распределение содержания гумуса и его запасов по профилю лугово-черноземной почвы левобережья Кубани

Fig. 4. Distribution of humus content and its reserves along the profile of meadow-chernozem soil of the left bank of the Kuban

Таблица 2. Химические и физико-химические показатели лугово-черноземной почвы левобережья Кубани

Table 2. Chemical and physicochemical indicators of meadow-chnozem soil of the left bank of the Kuban

Горизонт	C, %	N _{общ.} , %	C : N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O
				мг.-экв./100 г почвы				мг/кг	
Апах	1,71	0,192	8,9	25,2	6,98	1,19	1,28	29,8	289,0
А	1,58	0,164	9,6	25,9	7,15	0,92	1,35	36,6	172,0
АВ	1,13	0,124	9,1	—	—	—	—	31,3	144,0
В	0,89	—	—	—	—	—	—	27,1	98,0
С	0,38	—	—	—	—	—	—	19,2	91,0

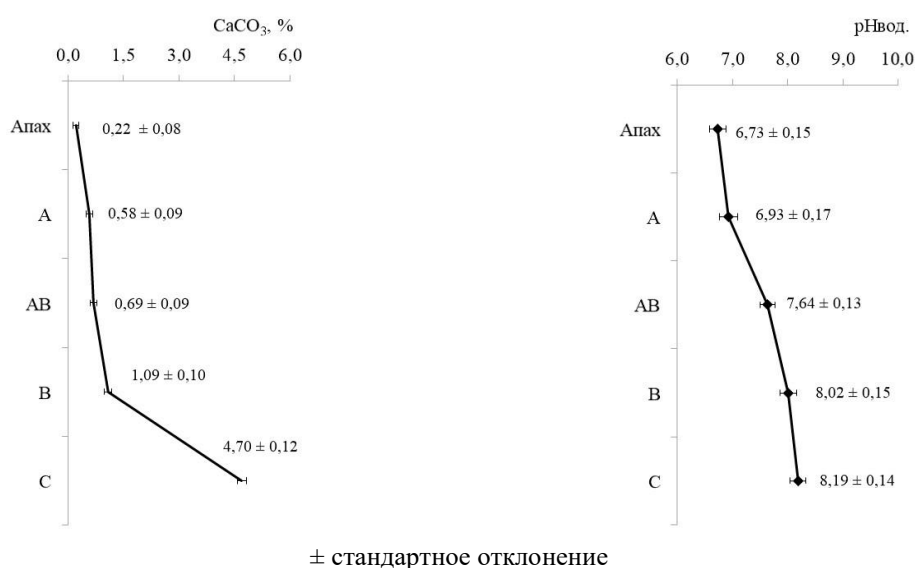


Рис. 5. Изменение содержания карбонатов и pH по профилю лугово-черноземной почвы левобережья Кубани

Fig. 5. Changes in the content of carbonates and pH along the profile of meadow-chnozem soil on the left bank of the Kuban River

Закключение. Специфические особенности возделывания риса, связанные с периодичностью окислительно-восстановительного режима, оказывают влияние на свойства лугово-черноземной тяжелосуглинистой почвы левобережья Кубани, используемой в рисовом севообороте. Вследствие развития элювиально-глеевых процессов в почве проявляются гидроморфные признаки, отмеча-

ется уплотнение пахотных и подпахотных горизонтов, вымывание карбонатов, тонкодисперсных частиц ила, подвижных форм железа и фосфора. При таких условиях необходимы мониторинговые исследования за состоянием плодородия почв и научно-обоснованное применение удобрений, учитывающие сортовые особенности культуры, предшественника, технологию выращивания и почвенно-климатические условия.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашинов Ю.Н., Мамсиров Н.И. Мониторинг земельных угодий и уровня плодородия почв Республики Адыгея // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 3. С. 185-197.
2. Доклад об экологической ситуации в Республике Адыгея за 2024 год [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.adygheya.ru/ministers/departments/upravlenie-po-okhrane-okruzhayushchey-sredy-i-prirodnym-resursam/informatsi/doklady/> (дата обращения 15.12.2025).
3. Туова Т.Г. География почв с основами почвоведения. Майкоп, 2013. С. 130-136.
4. Туова Т.Г., Тугуз Ф.В. Мониторинг качества антропогенных почв сельскохозяйственного назначения Республики Адыгея // Вестник Адыгейского государственного университета. 2014. Вып. 2 (137). С. 92-95.
5. Гуторова О.А. Романенков В.А., Шеуджен А.Х. Динамика показателей плодородия лугово-черноземной почвы при длительном возделывании риса // Агрохимия. 2019. № 10. С. 25-34.
6. Гуторова О.А., Шеуджен А.Х. Эколого-агрохимическое состояние почв рисовых агроландшафтов: монография. Майкоп: Полиграф-Юг, 2020. 347 с.
7. Система рисоводства Российской Федерации / под общ. ред. С.В. Гаркуши. Краснодар: ФНЦ риса; Просвещение-Юг, 2022. 368 с.
8. Хитров Н.Б., Роговнева Л.В. Пятилетнее изменение засоленности почв и грунтов рисовых систем Прикаркинской низменности после прекращения орошения // Почвоведение. 2021. № 1. С. 120-135.
9. Buelvas-Jiménez M., González-Pedraza A. Caracterización química de suelos cultivados con arroz en el municipio de Majagual, subregión de La Mojana, Sucre, Colombia // INGE CUC. 2022. Vol. 18, № 2. P. 128-142.
10. Magahud J.C., Badayos R.B., Sanchez P.B. Soil properties of major irrigated rice areas in the Philippines // Asia Life Sciences. 2016. Vol. 25, Iss. 1.
11. Sodikova G.S., Kodorov E.T. Effect of Rice Cultivation on Soil Agrochemical Properties in Meadow-Swamp Soils // J Biomed Res Environ Sci. 2023. Vol. 4 (12). P. 1669-1674.
12. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Гуторова О.А. Руководство к практическим занятиям по экспериментальной агрохимии. Майкоп: Полиграф-Юг, 2024. 800 с.
13. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов. Майкоп: Полиграф-Юг, 2015. 664 с.
14. Maie N., Watanabe A., Kimura M. Origin and properties of humus in the subsoil of irrigated rice paddies. I. Leaching of organic matter from plow layer soil and accumulation in subsoil // Soil Sci. and Plant Nutr. 1997. Vol. 43, No. 4. P. 901-910.
15. Drainage and leaching losses of nitrogen and dissolved organic carbon after introducing maize into a continuous paddy-rice crop rotation / Y.He [et. al.] // Agriculture, Ecosystems and Environment. 2017. Vol. 249. P. 91-100.
16. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. М.: Агропромиздат, 1988. 159 с.

REFERENCES

1. Ashinov Yu.N., Mamsirov N.I. Monitoring land areas and soil fertility in the Republic of Adyghea // New Technologies. 2022. Vol. 18, No. 3. P. 185-197. [In Russ.]
2. Report on the Environmental Situation in the Republic of Adyghea for 2024 [Electronic Resource]. Available at: <http://www.adygheya.ru/ministers/departments/upravlenie-po-okhrane-okruzhayushchey-sredy-i-prirodnym-resursam/informatsi/doklady/> (Accessed 15.12.2025). [In Russ.]
3. Tuova T.G. Soil Geography with Fundamentals of Soil Science. Maikop, 2013. P. 130-136. [In Russ.]
4. Tuova T.G., Tuguz F.V. Monitoring the quality of anthropogenic agricultural soils of the Republic of Adyghea // Bulletin of Adyghe State University. 2014. Issue 2 (137). P. 92-95. [In Russ.]
5. Gutorova O.A., Romanenkov V.A., Sheudzhen A.Kh. Dynamics of fertility indicators of meadow-chernozem soil during long-term rice cultivation // Agrochemistry. 2019. No. 10. P. 25-34. [In Russ.]

6. Gutorova O.A., Sheudzhen A.Kh. Ecological and agrochemical state of soils of rice agrolandscapes: a monograph. Maikop: Poligraf-Yug, 2020. 347 p. [In Russ.]
7. Rice growing system of the Russian Federation / edited by S.V. Garkusha. Krasnodar: Federal Scientific Centre of Rice; Prosveshchenie-Yug, 2022. 368 p. [In Russ.]
8. Khitrov N.B., Rogovneva L.V. Five-year change in soil salinity and grounds of rice systems in the Prikarkinitskaya Lowland after the cessation of irrigation // Soil Science. 2021. No. 1. P. 120-135. [In Russ.]
9. Buelvas-Jiménez M., González-Pedraza A. Five-year change in soil salinity and grounds of rice systems in the Prikarkinitskaya Lowland after the cessation of irrigation // Soil Science. 2021. No. 1. P. 120-135.
10. Magahud J.C., Badayos R.B., Sanchez P.B. Soil properties of major irrigated rice areas in the Philippines // Asia Life Sciences. 2016. Vol. 25, Iss. 1.
11. Sodikova G.S., Kodorov E.T. Effect of Rice Cultivation on Soil Agrochemical Properties in Meadow-Swamp Soils // J Biomed Res Environ Sci. 2023. Vol. 4 (12). P. 1669-1674.
12. Sheudzhen A.Kh., Bondareva T.N., Gutorova O.A. Guide to practical classes in experimental agrochemistry. Maikop: Poligraf-Yug, 2024. 800 p. [In Russ.]
13. Sheudzhen A.Kh., Bondareva T.N. Methodology of agrochemical studies and statistical evaluation of their results. Maikop: Poligraf-Yug, 2015. 664 p. [In Russ.]
14. Maie N., Watanabe A., Kimura M. Origin and properties of humus in the subsoil of irrigated rice paddies. I. Leaching of organic matter from plow layer soil and accumulation in subsoil // Soil Sci. and Plant Nutr. 1997. Vol. 43, No. 4. P. 901-910.
15. Drainage and leaching losses of nitrogen and dissolved organic carbon after introducing maize into a continuous paddy-rice crop rotation / Y.He et al. // Agriculture, Ecosystems and Environment. 2017. Vol. 249. P. 91-100.
16. Medvedev V.V. Optimization of agrophysical properties of chernozems. M.: Agropromizdat, 1988. 159 p. [In Russ.]

Информация об авторах / Information about the authors

Шеуджен Асхад Хазретович, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой агрохимии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубиллина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, д. 13, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5116-197X>, e-mail: ashad.sheudzhen@mail.ru

Гуторова Оксана Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубиллина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; ведущий научный сотрудник кафедры землеустройства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет», 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0752-2488>, e-mail: oksana.gutorova@mail.ru

Ашинов Юнус Нухович, доктор биологических наук, заведующий кафедрой землеустройства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, д. 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5309-5715>, e-mail: unus.n@mail.ru

Ashad Kh. Sheudzhen, Dr Sci. (Biology), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Agrochemistry, Kuban State Agrarian University named

after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5116-197X>, e-mail: ashad.sheudzhen@mail.ru

Oksana A. Gutorova, Dr Sci. (Agr.), Professor, Department of Agrochemistry, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin St.; Leading Researcher, Department of Land Management, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0752-2488>, e-mail: oksana.gutorova@mail.ru

Yunus N. Ashinov - Dr Sci. (Biology), Head of the Department of Land Management, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, Pervomayskaya St., 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5309-5715>, e-mail: unus.n@mail.ru

Заявленный вклад авторов

Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования.

Шеуджен Асхад Хазретович – обобщение, анализ и интерпретация данных, подготовка рукописи для подачи в редакцию.

Гуторова Оксана Александровна – проведение эксперимента, сбор данных, статистическая оценка данных.

Ашинов Юнус Нухович – проведение эксперимента.

Claimed contribution of the authors

All authors of the research were directly involved in the planning, execution, and analysis of the research.

Askhad Kh. Sheudzhen – data compilation, analysis, and interpretation, and manuscript preparation for submission.

Oksana A. Gutorova – experiment execution, data collection, and statistical evaluation.

Yunus N. Ashinov – experiment execution.

Поступила в редакцию 05.02.2026

Поступила после рецензирования 24.04.2026

Принята к публикации 27.04.2026

Received 05.02.2026

Revised 24.04.2026

Accepted 27.04.2026