

АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ/AGROCHEMISTRY,  
AGROSOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.64.3>

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ БИЧУРСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Научная статья

Чимитдоржиева Э.О.<sup>1,\*</sup>, Корсунова Ц.Д.<sup>2</sup>, Цыбенков Ю.Б.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-0227-5433;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0002-3055-0316;

<sup>1,2,3</sup> Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (erzhena\_ch[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье представлены результаты исследования почв Бичурской котловины в южной части Республики Бурятия. Изучена пространственная изменчивость морфологии и свойств почв для оценки плодородия. Выделены основные типы почв: мучнисто-карбонатные черноземы, каштановые, лугово-черноземные и лугово-каштановые, дерновые серые лесные и боровые пески. Оценка включала морфологию и физико-химические показатели (общий углерод, азот, pH, CO<sub>2</sub> карбонатов, гранулометрический состав). Установлено преобладание легких почв с песчаной фракцией и низким содержанием органического углерода, что свидетельствует о дефляционных процессах и снижении плодородия, что свидетельствует о дефляционных процессах и снижении плодородия.

**Ключевые слова:** почвы, углерод, азот, гранулометрический состав, физико-химические свойства, Бичурская котловина, Западное Забайкалье.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES AND FERTILITY OF SOILS IN THE BICHUR BASIN

Research article

Chimitdorzhieva E.O.<sup>1,\*</sup>, Korsunova T.D.<sup>2</sup>, Tsibenov Y.B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-0227-5433;

<sup>2</sup>ORCID : 0000-0002-3055-0316;

<sup>1,2,3</sup> Institute of General and Experimental Biology, Ulan-Ude, Russian Federation

\* Corresponding author (erzhena\_ch[at]mail.ru)

**Abstract**

The article presents the research results of soils in the Bichur Basin in the southern part of the Republic of Buryatia. The spatial variability of soil morphology and properties was studied to evaluate soil fertility. The main soil types were identified: mealy-carbonated, chestnut, meadow and meadow-chestnut, soddy grey forest and coniferous sands. The assessment included morphology and physicochemical indicators (total carbon, nitrogen, pH, CO<sub>2</sub> carbonates, granulometric composition). A predominance of light soils with a sandy fraction and low organic carbon content was established, indicating deflation processes and a decrease in fertility.

**Keywords:** soils, carbon, nitrogen, granulometric composition, physicochemical properties, Bichur Basin, Western Transbaikalia.

**Введение**

Почва играет ключевую роль в поддержании жизни, биоразнообразия и круговороте питательных веществ [3]. Рациональное использование почвенных ресурсов способствует сохранению плодородия и предотвращению деградации [4], [5], [6]. Регулярный мониторинг физико-химических параметров почвы позволяет принимать решения для устойчивого землепользования [5], [7]. Плодородие зависит от физических, химических факторов, климата, пород, рельефа и антропогенного влияния [8], [10]. Важнейшие показатели плодородия — pH, доступный азот и органический углерод (Сорг) [9].

Цель работы — исследовать пространственную вариацию физико-химических свойств почв Бичурской котловины для оценки их плодородия.

**Методы и принципы исследования**

Объектами исследования послужили почвы Бичурской котловины Республики Бурятия: черноземы мучнисто-карбонатные (Амгалантуй), каштановые (Хаян, Окино-Ключи), лугово-черноземные (Малый Куналей), лугово-каштановые (Дунда-Диреть, Ара-Киреть), дерновые серые лесные (Поселье) и боровые пески (Харлун). Классификационное положение почв определено согласно Классификации и диагностике почв России [2].

Свойства почв определялись общепринятыми в почвоведении методами (pH, CO<sub>2</sub> карбонатов) [1]. Содержание Собщ и Нобщ определены на элементном анализаторе CHNS/O Series II Perkin Elmer в ИОЭБ СО РАН. Гранулометрический состав установлен лазерно-дифракционным методом с помощью анализатора размера частиц Analysette-22 MicroTec Plus в ИОЭБ СО РАН. Для обработки экспериментальных данных использовалась программа Microsoft Excel 2010 из пакета Microsoft Office.

**Основные результаты**

**3.1. Черноземы дисперсно-карбонатные и черноземы гидрометаморфизованные**

Гранулометрический состав исследуемых черноземов варьирует от супесчаного до среднесуглинистого. В черноземе мучнисто-карбонатном содержание Собщ составляет 2,58 в слое 0–10, ниже его содержание падает до 0,12 в слое 70–80 см. Хотя гумусовый горизонт черноземов гидрометаморфизованных на ЭП2 и достигает до 35 см, тем не менее содержание Собщ в гумусово-аккумулятивном слое из-за, дефляционных процессов низкое 0,93%, ниже в слое 20–35 см Собщ больше и составляет 1,13%, на глубине 83–100 см снижаясь до 0,01%. Парный пахотный вариант агрочерноземов глинисто-иллювиальных на ЭП3 характеризуется содержанием Собщ в пахотном слое 0–20 см 0,73%, снижаясь на глубине 70–90 до 0,4–0,9%. Данные черноземы являются малогумусными, средний показатель Собщ (0–20 см) составляет  $1,28 \pm 0,51$  (55,68%).

Уровень общего азота в слое 0–20 см в мучнисто-карбонатном черноземе — 0,22%, вниз по профилю показатель падает до 0,04–0,06 в слое 20–50, а затем увеличивается 50–70 см до 0,11–0,15 см. В ЭП 2 в гидрометаморфизованных черноземах на целине 0,17%, в нижних горизонтах содержание азота падает до 0,02. В ЭП3 в пахотном агрочерноземе глинисто-иллювиальном содержание азота составляет всего 0,04%, увеличиваясь до 0,09 в слое 45–50 см. В верхних слоях целинные черноземы обладают рН, находящимся в диапазоне, близком к нейтральному  $\text{pH}=6,93\text{--}7,07$ , на пашне рН имеет слабощелочную/щелочную реакцию среды. С углублением, по мере перехода в карбонатные горизонты, уровень рН становится щелочным. Содержание  $\text{CO}_2$  карбонатов в профиле почвы варьирует от десятых долей процента до 6%.

### 3.2. Дерновые (серогумусовые) почвы

Гранулометрический состав в горизонте А1 изменяется от супесчаного в слое 0–10 см до среднего суглинка в слое 10–20 см, далее до тяжелого суглинка в А1Вm, неравномерный характер распределения гранулометрических фракций по профилю связан с неоднородностью почвообразующих пород.

Дерновые серые лесные почвы содержат Собщ 5,2%. Содержание общего азота невысокое 0,11%, вниз по профилю показатель падает до 0,03 в слое 30–40 см. Реакция среды верхних горизонтов почвы (А1 и А1Вm) в водных вытяжках оказывается почти нейтральной (6,82), что подтверждает вывод Н.А. Ногиной (1964) о том, что в степных и лесостепных почвах Забайкалья не наблюдается значительных различий в значениях рН. Следовательно, березовые леса с разреженной растительностью и густым травяным покровом не приводят к подкислению почвы. Содержание  $\text{CO}_2$  карбонатов в горизонте ВmСк плавно нарастает от 2,72 до 6,86%. В верхних горизонтах так же присутствует  $\text{CO}_2$  карбонатов, но его количество низкое 0,56–0,66%.

### 3.3. Каштановые почвы

Анализ гранулометрического состава выявил, что в распределении илистой фракции по профилю почв не наблюдается четкой закономерности, что обусловлено неоднородностью рыхлой толщи, на которой происходит их формирование. Содержание Собщ в слое 0–20 см  $1,02 \pm 0,34$  (47,64%). Показатели Собщ в нижних горизонтах снижаются в слое до 60–70 см  $0,14 \pm 0,08$  (80,60%). В ЭП9 в слое 25–32 содержание Собщ вдвое больше, что вероятно всего связано с дефляционными процессами. Содержание азота в гумусовом горизонте низкое  $0,13 \pm 0,06$  (60,08%), показатель падает вниз по профилю до  $0,06 \pm 0,03$  (71,32%). В гумусово-аккумулятивном горизонте рН каштановых почв близок к нейтральному  $\text{pH}=6,85\text{--}6,98$ . С углублением, по мере перехода в карбонатные горизонты, уровень рН становится щелочным, иногда сильнощелочным. Содержание  $\text{CO}_2$  карбонатов имеет одновершинную кривую накопления.

### 3.4. Каштановые гидрометаморфизованные

В почвенном профиле гранулометрический состав варьирует в довольно широких пределах — от легкого суглинка до рыхлого песка. Гор А супесчаный и содержит Собщ  $0,80 \pm 0,01\%$  (1,25%). В погребенном горизонте С общ составляет 0,28%. Содержание Собщ вниз по профилю падает до 0,11–0,13%. Азота мало в гор А  $0,10 \pm 0,01$  (25,82%). Вниз по профилю его количество резко падает до 0,02 в слое 75–80 см. В верхних слоях лугово-каштановые почвы обладают рН, находящимся в диапазоне, близком к нейтральному и слабощелочному  $\text{pH}=6,55\text{--}7,47$ . С углублением, по мере перехода в карбонатные горизонты, уровень рН становится щелочным.  $\text{CO}_2$  карбонатов имеет невысокие значения 0,09 до 1,03%.

### 3.5. Псаммоземы

Гранулометрический состав — в профиле почв преобладают песчаные фракции. В гумусовом горизонте Собщ содержится 0,6%, вниз по профилю его содержание падает до 0,27 в слое 14–50 см, ниже 50 см его содержится всего 0,1%. Содержание азота низкое. В верхних слоях рН имеет слабокислые значения, углублением в слое 50–100 см реакция среды близкая к нейтральной. Содержание  $\text{CO}_2$  карбонатов в борových песках минимально 0,09–0,37%, слой 14–50 см не вскипает.

### Обсуждение

В гранулометрическом составе всех изученных почв наблюдается закономерное увеличение доли физического песка. Следовательно, в результате дефляции гранулометрический состав может значительно изменяться в сторону опесчанивания. Результаты исследования показывают, что снижение уровней Собщ и Нобщ в основном обусловлено процессами дефляции.

В черноземах легкой гранулометрический состав способствует повышенной подверженности почв к дефляции и приводит к низкому уровню Собщ и Нобщ в верхних горизонтах, что создает условия для медленного ухудшения их плодородия. Каштановые почвы отличаются неустойчивым, резко меняющимся уровнем эффективного плодородия. Каштановые гидрометаморфизованные почвы обладают низким плодородием. Такие целинные почвы непригодны для распашки из-за их податливости к дефляции. Псаммоземы формируются в автоморфных условиях на мощных сортированных переветренных кварцевых песках, обладают низким уровнем плодородия. Современные почвенные процессы в дерновых серых лесных почв происходят на фоне ограниченного биологического круговорота, что препятствует развитию подзолообразования, и в настоящее время в них идет усиленный дерновый процесс, поэтому плодородие данных почв удовлетворительное.

Дефляционные процессы представляют собой одну из основных причин ухудшения экологической ситуации в данном районе. Значительная часть территории состоит из ландшафтов, подверженных дефляции. Продолжающееся ухудшение состояния почвы связано с неэффективным использованием сельскохозяйственных угодий и недостаточной агрокультурой. На пастбищах отсутствуют защитные растительные насаждения, не осуществляется лесовосстановление оврагов и балок. Также недостаточно разработаны агротехнические методы для создания лесных массивов. В районах, где проводятся агролесомелиорационные мероприятия в сухостепной и степной зонах, не хватает питомников.

### Заключение

Изученные почвы Бичурской котловины представляют разные генетические типы, объединённые широким диапазоном гидротермических условий, зависящих в первую очередь от атмосферных осадков, что существенно влияет на их свойства и режимы. Эти почвы характеризуются глубоким промерзанием, длительным мерзлым состоянием и медленным оттаиванием, а также укороченным профилем и небольшой мощностью гумусового горизонта. В гранулометрическом составе изученных почв наблюдается закономерное увеличение доли физического песка. Они имеют лёгкий гранулометрический состав, подвержены дефляции, обладают удовлетворительным уровнем плодородия, невысоким содержанием общего углерода и азота, стабильной реакцией среды и варьирующимся содержанием CO<sub>2</sub> карбонатов в зависимости от рельефа и увлажнения.

### Финансирование

Работа выполнена по теме Госзадания № 121030100228-4 «Эволюционно-генетические, биогеохимические и продукционные функции почв Байкальского региона как компонента биосферы, оценка их ресурсного потенциала и разработка технологий рационального использования и охраны».

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Funding

The work was carried out on the topic of State Assignment No. 121030100228-4 'Evolutionary-genetic, biogeochemical and production functions of soils in the Baikal region as a component of the biosphere, evaluation of their resource potential and development of technologies for rational use and protection'.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Аринушкина Е.А. Руководство по химическому анализу почв / Е.А. Аринушкина. — Москва: Издательство Московского университета, 1970. — 487 с.
2. Шишов Л.Л. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева и др. — Смоленск: Ойкумена, 2004. — 342 с.
3. Bogunovic I. Short-range and regional spatial variability of soil chemical properties in an agro-ecosystem in eastern Croatia / I. Bogunovic, S. Trevisani, M. Seput et al. // Catena. — 2017. — № 154. — P. 50–62.
4. Jin J. A 10-year monitoring of soil properties dynamics and soil fertility evaluation in Chinese hickory plantation regions of southeastern China / J. Jin, L. Wang, K. Müller et al. // Sci Rep. — 2021. — № 11. — P. 23531.
5. Mujiyo Nariyanti S. Soil fertility index based on altitude: A comprehensive assessment for the cassava development area in Indonesia / S. Mujiyo Nariyanti, A. Suntoro Herawati, A. Herdiansyah et al. // Ann. Agric. Sci. — 2022. — № 67. — P. 158–165.
6. Munaf M.A. Development of a soil fertility index using on-line Vis-NIR spectroscopy / M.A. Munaf, A.M. Mouazen // Comput. Electron. Agric. — 2021. — № 188. — P. 106341.
7. Tomczyk P. Fertility and quality of arable soils in Poland: spatial-temporal analysis of long-term monitoring / P. Tomczyk, A. Wdowczyk, B. Wiatkowska et al. // Ecological Indicators. — 2024. — № 166. — P. 112375.
8. Wiesmeier M. Land use effects on organic carbon storage in soils of Bavaria: the importance of soil types / M. Wiesmeier, M.V. Lützow, P. Spörlein et al. // Soil Tillage Res. — 2015. — № 146. — P. 296–302.
9. Xie E. Spatiotemporal variations in soil organic carbon and their drivers in southeastern China during 1981–2011 / E. Xie, Y. Zhang, Y. Zhao et al. // Soil Till. Res. — 2021. — № 205. — P. 104763.
10. Xu H. Investigating spatially varying relationships between total organic carbon contents and pH values in European agricultural soil using geographically weighted regression / H. Xu, Ch. Zhang // Science of The Total Environment. — 2021. — № 752. — P. 141977.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Arinushkina Ye.A. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv [Manual of Chemical Analysis of Soils] / Ye.A. Arinushkina. — Moscow: Moscow University Press, 1970. — 487 p. [in Russian]
2. Shishov L.L. Klassifikaciya i diagnostika pochv Rossii [Classification and diagnostics of soils in Russia] / L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva et al. — Smolensk: Ojkumena, 2004. — 342 p. [in Russian]
3. Bogunovic I. Short-range and regional spatial variability of soil chemical properties in an agro-ecosystem in eastern Croatia / I. Bogunovic, S. Trevisani, M. Seput et al. // Catena. — 2017. — № 154. — P. 50–62.

4. Jin J. A 10-year monitoring of soil properties dynamics and soil fertility evaluation in Chinese hickory plantation regions of southeastern China / J. Jin, L. Wang, K. Müller et al. // *Sci Rep.* — 2021. — № 11. — P. 23531.
5. Mujiyo Nariyanti S. Soil fertility index based on altitude: A comprehensive assessment for the cassava development area in Indonesia / S. Mujiyo Nariyanti, A. Suntoro Herawati, A. Herdiansyah et al. // *Ann. Agric. Sci.* — 2022. — № 67. — P. 158–165.
6. Munna M.A. Development of a soil fertility index using on-line Vis-NIR spectroscopy / M.A. Munna, A.M. Mouazen // *Comput. Electron. Agric.* — 2021. — № 188. — P. 106341.
7. Tomczyk P. Fertility and quality of arable soils in Poland: spatial-temporal analysis of long-term monitoring / P. Tomczyk, A. Wdowczyk, B. Wiatkowska et al. // *Ecological Indicators.* — 2024. — № 166. — P. 112375.
8. Wiesmeier M. Land use effects on organic carbon storage in soils of Bavaria: the importance of soil types / M. Wiesmeier, M.V. Lützw, P. Spörlein et al. // *Soil Tillage Res.* — 2015. — № 146. — P. 296–302.
9. Xie E. Spatiotemporal variations in soil organic carbon and their drivers in southeastern China during 1981–2011 / E. Xie, Y. Zhang, Y. Zhao et al. // *Soil Till. Res.* — 2021. — № 205. — P. 104763.
10. Xu H. Investigating spatially varying relationships between total organic carbon contents and pH values in European agricultural soil using geographically weighted regression / H. Xu, Ch. Zhang // *Science of The Total Environment.* — 2021. — № 752. — P. 141977.