

Фосфор коричневих ґрунтів Гірських пасовищ Узбекистану

А. Ахатов, С. С. Бурієв, В. Б. Нурматова

Науково-дослідний інститут навколишнього середовища та природоохоронних технологій при Державному комітеті з екології та охорони навколишнього середовища Республіки Узбекистан, Ташкент, Республіка Узбекистан

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
<p>Отримано 15.08.2022 Отримано після доопрацювання 12.10.2022 Затверджено до видання 13.10.2022 Доступно онлайн 01.12.2022</p> <p><i>Ключові слова:</i></p> <p>гірські пасовища гумус; коричневі ґрунти; муліста фракція; резерви фосфору; фосфор.</p>	<p>Метою роботи є оцінка вмісту фосфору, його розподілу у профілі коричневих ґрунтів (Cambisols, Kastanozems, Leptosols) гірських пасовищ Республіки Узбекистан. Ґрунтові розрізи закладено у 7 сільськогосподарських районах країни. Польові дослідження, відбирання проб та аналітичні роботи виконано у 2019-2021 роках. До переліку досліджуваних показників залучено ступінь еродованості ґрунтів, вміст органічного та неорганічного вуглецю, вміст карбонатів і вміст фосфора у виділених мулістих фракціях. Проведено детальний поділ фосфору на резерви та їх розрахунок за методикою розрахунків резервів елементів живлення за Н.І. Горбуновим (1978). Обстежені гірські коричневі ґрунти характеризуються суглинковим гранулометричним складом, горіхувато-грудкуватою структурою, слабокислою або слаболужною реакцією. Загальний вміст гумусу у верхньому горизонті варіює від 1,0 до 6,8 %. Частка мулістої фракції варіює від 2,9 до 18,3 %. У мулістих фракціях вміст фосфору в 2–3 рази вищий, ніж у ґрунті в цілому, і максимум становить 0,558 %. Було виділено фосфор резервів — ближнього, безпосереднього і потенційного. Виявлено коливання за вмістом фосфору резервів у гумусовому горизонті: ближній — від 7 до 19 %, безпосередній — від 6 до 26 %, потенційний, що домінує у загальному вмісті, — від 68 до 80 %. У гумусовому горизонті відбувається накопичення нерозчинної форми фосфору, що підвищує стійкість ґрунтів до водної ерозії завдяки утворенню водотривких структур. Встановлено, що розподіл фосфору та його резервів у коричневих ґрунтах на гірських пасовищах Узбекистану є нерівномірним як у ґрунтовому профілі, так і по регіонах країни, на що впливають рельєф, експозиція схилів, особливості ґрунтотвірних порід, атмосферні опади, гідротермічні умови, період біологічної активності ґрунтів. Втрати ближнього та безпосереднього резервів гумус призводять до зниження загального вмісту фосфору в цілому.</p>

* E-mail: nurmatoffkennel@gmail.com

Форма цитування: Ахатов А., Бурієв С. С., Нурматова В. Б. Фосфор коричневих ґрунтів гірських пасовищ Узбекистану. *Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тем. наук. збірник*. 2022. Вип. 93. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". С. 24-32. <https://doi.org/10.31073/acss93-03> (російською).

УДК 631.442

Фосфор коричневых почв горных пастбищ Узбекистана

А. Ахатов, С. С. Буриев, В. Б. Нурматова*

Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохранных технологий при Государственном комитете по экологии и охране окружающей среды Республики Узбекистан, Ташкент, Республика Узбекистан

ІНФОРМАЦІЯ	АННОТАЦІЯ
<p>Поступила 15.08.2022 Поступила после доработки 12.10.2022 Утверждение в печать 13.10.2022 Доступна онлайн 01.12.2022</p> <p><i>Ключевые слова:</i></p> <p>коричневые почвы; гумус; илистая фракция; горные пастбища; резервы фосфора; фосфор</p>	<p>Целью настоящей работы является оценка содержания и распределения фосфора в профиле коричневых почв (Cambisols, Kastanozems, Leptosols) горных пастбищ Республики Узбекистан. Почвенные разрезы заложены в 7 сельскохозяйственных районах страны. Полевые исследования, отбор проб и аналитические работы выполнены в 2019–2021 гг. В перечень исследуемых показателей вошли степень эродированности почв, общее содержание гумуса, содержание илистой фракции, общее содержание фосфора и содержание подвижного фосфора в выделенной илистой фракции и в почве. Проведено детальное деление фосфора на резервы и их расчет по методике расчетов резервов элементов питания по Н.И. Горбунову (1978). Изученные горные коричневые почвы характеризуются суглинистым гранулометрическим составом, ореховато-комковатой структурой, слабокислой или слабощелочной реакцией. Общее содержание гумуса в верхнем горизонте варьирует от 1,0 до 6,8 %. Доля илистой фракции — от 2,9 до 18,3 %. Содержание фосфора в илистых фракциях в 2–3 раза выше, чем в почве в целом и максимальное — 0,558 %. Был выделен фосфор резервов — ближнего, непосредственного и потенциального. Выявлены колебания по содержанию фосфора резервов в гумусовом горизонте: ближний — от 7 до 19, непосредственный — от 6 до 26, потенциальный, доминирующий в общем содержании, — от 68 до 80 %. В гумусовом горизонте происходит накопление нерастворимой формы фосфора, что повышает устойчивость почв к водной эрозии благодаря образованию водопрочных структур. Констатирована неравномерность распределения фосфора и его резервов в коричневых почвах на горных пастбищах Узбекистана, как по почвенному профилю, так и по регионам страны, на что влияют рельеф, экспозиция склонов, особенности почвообразующих</p>

пород, атмосферные осадки, гидротермические условия, период биологической активности почв. Потери ближнего и непосредственного резервов гумуса приводят к снижению общего содержания фосфора в целом.

* E-mail: nurmatoffkennel@gmail.com

Форма цитирования: Ахатов А., Буриев С.С., Нурматова В.Б. Фосфор коричневых почв горных пастбищ Узбекистана. *Агрохимия и почвоведение*. Межведомств. тем. научн. сборник. 2022. Вып. 93. Харьков: ННЦ "ИПА им. А.Н. Соколовского". С. 24-32. <https://doi.org/10.31073/acss93-03>

Список цитируемых источников

1. World Bank. Role of phosphorus in agriculture. In: *Feasibility of phosphate rock as a capital investment in sub-Saharan Africa: issues and opportunities*. P. 9-37. World Bank/IFAM/IGA, 1994.
2. Sánchez P.A., Salinas J.G. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. *Advances in agronomy*. 1981. 34. P. 279-406. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60889-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60889-5)
3. Buresh R.J. Phosphorus management in tropical agroforestry: current knowledge and research challenges. *Agroforestry forum*. 1999. 9(4). P. 61-65.
4. Fairhurst T., Lefroy R., Mutert E., Batjes N. The importance, distribution and causes of phosphorus deficiency as a constraint to crop production in the tropics. *Agroforestry forum*. 1999. 9(4). P. 2-8. URL: <https://www.researchgate.net/profile/Niels-Batjes/publication/228068243>
5. Указ Президента Республики Узбекистан, от 23.10.2019 г. № УП-5853. Стратегия развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы. URL: <https://lex.uz/docs/4567337?ONDATE=12.02.2022&action=compare>
6. Закон Республики Узбекистан, № ЗРУ-538, 20.05.2019 г. «О пастбищах». URL: <https://lex.uz/ru/docs/4344718?ONDATE=17.08.2021>
7. Risk assessment of soil erosion in Central Asia under global warming / X. Dou, X. Ma, C. Zhao [et al.]. *Catena*. 2022. 212. P. 106056. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106056>
8. Disentangling the relative impacts of climate change and human activities on arid and semiarid grasslands in Central Asia during 1982-2015 / T. Chen, A. Bao, G. Jiapaer [et al.]. *Science of the Total Environment*. 2019. 653. P. 1311-1325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.058>
9. Ахатов А., Муродова Д. Қашқадарё ҳавзаси чўл минтақаси суғориладиган тупроқларнинг фосфорли ҳолати ва уларни резерв шакллари. *Узбекистон замини*. 2020. № 2. Б. С. 48-52. <https://uzzamin.uz/ru/magazines/2-2020/qashqadaryo-havzasi-cho-l-mintaqasi-sug-oriladigan-tuproqlarning-fosforli-holati-va-ularni-rezerv-shakllari-uzzamin.pdf> [in Uzbek].
10. Akhatov A., Gafurov B., Jakhonov A., Khalimbetov A. Distribution of the forms of reserves of humus in typical serozems formed in geomorphological areas Tashkent-Keles. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. 869(4). 042018. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/4/042018>
11. Ахатов А. Гумус ва унинг резерв шакллари. Тошкент: Наврўз, 2021. 118 с.
12. Ахатов А, Буриев С.С., Ходжиев А.К., & Нурматова В.Б. Распределение кальция и его резервных форм в орошаемых луговых и сероземно-луговых почвах. *Плодородие*. 2022. 1(124). С. 24-28. <https://doi.org/10.25680/S19948603/2022/124/07>
13. Ахатов А., Буриев С.С., Нурматова В.Б., Жураев Г.А. Гумус коричневых почв горных пастбищ Узбекистана. *Почвы и окружающая среда*. 2022. 5(3), е174. <https://doi.org/10.31251/pos.v5i3.174>
14. Кадырова Д.А., Забиоров Ф.М., Ананова К.К. Морфогенез почв среднегорий южных отрогов Гиссарского хребта и влияние на них эрозийных процессов. *Science Review*. 2018. Vol. 3(10). P. 17-20. URL: <https://www.academica.edu/36403019>
15. Почвенно-климатические условия Сурхандарии / О.У. Нормуратов, Х.Х. Закиров, Ш.К. Чориева [и др.]. *Universum: химия и биология*. 2018. № 6(48). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/5948>
16. Раупова Н.Б. Групповой и фракционный состав гумуса горно-коричневых выщелоченных почв. *Вестник аграрной науки Узбекистана*. 2018. No. 1(71), P. 117-120 URL: <http://agriculture.uz/filesarchive/AgrarJournal12018.pdf#page=117>
17. Li J., Chen H., Zhang C. Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia. *Ecological Indicators*. 2020. Vol. 116. P. 106490. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106490>
18. Генусов А.З., Горбунов Б.В., Кимберг Н.В. Классификация и диагностика почв Узбекистана, В кн.: *Генезис, география и мелиорация почв Узбекистана*. Ташкент, 1972, с. 3-49.
19. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports*. № 106. FAO, Rome, 2014, update 2015. 181 p.
20. Почвы Узбекистана / Б.В. Горбунов, А.З. Генусов, Н.В. Кимберг [и др.] Ташкент: ФАН, 1975. 222 с.
21. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. Ташкент: НИГМИ, 2007. 132 с. http://www.cawater-info.net/6wwf/conference_tashkent2011/files/uzhymet.pdf
22. Юсупов С., Мукимов Т., Хамраев А. Стратегия управления пастбищным животноводством Узбекистана. Сборник материалов «Проблемы и пути решения устойчивого использования пастбищных ресурсов». Казахстан, Астана. 2010. С. 106-113.
23. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Москва: МГУ, 1970. 487 с.
24. Розанов Б.Г. Морфология почв. Москва: МГУ, 1983. 320 с.
25. Соболев С.С. Защита почв от эрозии и повышение их плодородия. Москва: Сельхозиздат, 1961.
26. Тюрин И.В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии: учение о почвенном гумусе. Москва: Сельхозгиз, 1937. 289 с.
27. Шаймухамедов М.Ш., Воронина К.А. (1972) Методика фракционирования органо-глинных комплексов почв с помощью лабораторных центрифуг. *Почвоведение*. № 8. С. 134-138.
28. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в полевых хлопковых районах. Ташкент: СоюзНИХИ, 1963. 440 с.
29. Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия почв. Москва: Наука, 1978. 292 с.
30. Иванов И.В., Кудеяров В.Н. (Ред.). Эволюция почв и почвенного покрова. Москва: Геос, 2015. 928 с
31. Wakene N., Gebrekidan H. Forms of phosphorus and status of available micronutrients under different land-use systems of Alfisols in Bako area of Ethiopia. *Ethiopian Journal of Natural Resources*. 2003. 5(1). 17-37. URL: <https://www.researchgate.net/publication/286209270>
32. Рыжов С.Н., Ташкузиев М.М. Состав и миграционный ряд основных химических элементов типичного серозема. Ташкент: ФАН, 1976. 108 с.
33. Рыжов С.Н., Саакянц К.Б. Формы соединений фосфорной кислоты в орошаемых почвах Средней Азии. *Агрохимия*. 1966. №5. С. 59-63.
34. Тохри Б.А., Асланов Н.Н., Ташкузиев М.М. Содержание и формы фосфатов в некоторых сероземах и такырских почвах. В сб.: *Химия и технология минеральных удобрений*. Ташкент: Фан, 1971.

Phosphorus in brown soils of mountain pastures in Uzbekistan

A. Akhatov, S. S. Buriev, V. B. Nurmatova*

Research Institute of Environment and Environmental Protection Technologies at the State Committee for Ecology and Environment Protection of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received 15.08.2022 Received in revised form 12.10.2022 Accepted 13.10.2022 Available online 01.12.2022</p> <p><i>Keywords:</i></p> <p>brown soils; phosphorus; phosphorus reserves; clay fractions; humus; mountain pastures;</p>	<p>The aim of this work is to assess the content and distribution of phosphorus in the profile of brown soils (Cambisols, Kastanozems, Leptosols) of the mountain pastures of the Republic of Uzbekistan. Soil incisions laid 7 agricultural areas of the country. Field research, sampling and analytical work were performed in 2019–2021. The list of indicators under study includes the degree of soil erosion, the general content of humus, the content of the clay fraction, the general content of phosphorus and the content of the movable phosphorus in the selected clay fraction and in the soil. A detailed division of phosphorus into reserves and their calculation according to the methodology of calculations of reserves of nutrition elements according to N.I. Gorbunov (1978). The studied mountain brown soils are characterized by a loamy granulometric composition, nutty-cloddy structure, a slightly acidic or slightly alkaline reaction. The total humus content in the upper horizon varies from 1.0 to 6.8 %. The proportion of the clay fraction is from 2.9 to 18.3 %. The content of phosphorus in the clay fractions is 2–3 times higher than in the soil as a whole and the maximum is 0.558 %. The phosphorus reserves was allocated – close, immediate and potential. Fluctuations in the content of phosphorus reserves in the humus horizon were revealed: immediate from 6 to 26 %, near - from 7 to 19 %, potential, dominant in the total content of 68 to 80%. In the humus horizon, an insoluble form of phosphorus occurs, which increases the resistance of soils to water erosion due to the formation of water resistance structures. Uneven distribution of phosphorus and its reserves in brown soils on the mountain pastures of Uzbekistan, both in the soil profile and the regions of the country, is stated, which is affected by the relief, exposure of slopes, the features of soil -forming rocks, atmospheric precipitation, hydrothermal conditions, and the period of biological activity of soils. The losses of the near and direct reserves of the humus lead to a decrease in the total content of the phosphorus as a whole.</p>

E-mail: *nurmatoffkennel@gmail.com

Citing: Akhatov, A., Buriev, S. S., & Nurmatova, V. B. (2022). Phosphorus in brown soils of mountain pastures in Uzbekistan. *AgroChemistry and Soil Science*, 93, 24-34. doi:10.31073/acss93-03 [in Russian].

References

- World Bank. (1994). Role of phosphorus in agriculture. In: *Feasibility of phosphate rock as a capital investment in sub-Saharan Africa: issues and opportunities*. (pp. 9-37). World Bank/IFA/MIGA.
- Sánchez, P. A. & Salinas, J. G. (1981). Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. *Advances in agronomy*, 34, 279-406. doi: 10.1016/S0065-2113(08)60889-5
- Buresh, R. J. (1999). Phosphorus management in tropical agroforestry: current knowledge and research challenges. *Agroforestry forum*, 9(4), 61-65.
- Fairhurst, T., Lefroy, R., Mutert, E. & Batjes, N. (1999). The importance, distribution and causes of phosphorus deficiency as a constraint to crop production in the tropics. *Agroforestry forum*, 9(4), 2-8. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/profile/Niels-Batjes/publication/228068243>
- Decree of the President of the Republic of Uzbekistan, dated October 23, 2019 No. UP-5853. Agriculture Development Strategy of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030. Retrieved from: <https://lex.uz/docs/4567337?ONDATE=12.02.2022&action=compare> [in Russian].
- Law of the Republic of Uzbekistan, No. ZRU-538, 05/20/2019 "On pastures". Retrieved from: <https://lex.uz/ru/docs/4344718?ONDATE=08/17/2021> [in Russian].
- Dou, X., Ma, X., Zhao, C., Li, J., Yan, Y., & Zhu, J. (2022). Risk assessment of soil erosion in Central Asia under global warming. *Catena*, 212, 106056. doi: 10.1016/j.catena.2022.106056
- Chen, T., Bao, A., Jiapaer, G., Guo, H., Zheng, G., Jiang L., ... Tuerhanjiang, L. (2019). Disentangling the relative impacts of climate change and human activities on arid and semiarid grasslands in Central Asia during 1982–2015. *Science of the Total Environment*, 653, 1311-1325. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.058
- Akhatov, A., & Murodova, D. (2020). Phosphorus status of irrigated soils of the Kashkadarya basin desert region and their reserve forms. *Ozbekiston Zamini*, 2, 20-23. Retrieved from: <https://uzzamin.uz/ru/magazines/2-2020/qashqadaryo-havzasi-cho-l-mintaqasi-sug-oriladigan-tuproqlarning-fosforli-holati-va-ularni-rezerv-shakllari-uzzamin.pdf> [in Uzbek].
- Akhatov, A., Gafurov, B., Jakhonov, A., & Khalimbetov, A. (2020). Distribution of the forms of reserves of humus in typical serozems formed in geomorphological areas Tashkent-Keles. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 869(4), 042018. IOP Publishing. doi: 10.1088/1757-899X/869/4/042018 .
- Akhatov, A. (2021). *Humus and its reserve forms*. Navruz Publishing: Tashkent, 2021. [in Uzbek].
- Akhatov, A., Buriev, S. S., Khodzhiyev, A. K., & Nurmatova, V. B. (2022). Distribution of calcium and its reserve forms in irrigated meadow and sierozem-meadow soils. *Plodorodie*, 1(124), 24-28. doi: 10.25680/S19948603/2022/124/07 [In Russian].
- Akhatov, A., Buriev, S. S., Nurmatova, V. B., & Zhuraev, G. A. (2022). Humus from brown soils of mountain pastures in Uzbekistan. *Soils and Environment*, 5(3), e174. doi: 10.31251/pos.v5i3.174 [In Russian].
- Kadirova, D. A., Zabirov, F. M., & Ananova, K. K. (2018). Morphogenesis of soils in the middle mountains of the southern spurs of the Gissar Range and the influence of erosion processes on them. *Science Review*, 3(10), 17-20. Retrieved from: <https://www.academia.edu/36403019> [in Russian].
- Normuratov, O., Zakirov, H., Chorjeva, Sh., Nurullayev, A., Abdurahmonova, Yu., & Bollyev, A. (2018). Soil-climatic conditions of Surchandarium. *Universum: Chemistry and Biology*, 6(48). Retrieved from: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/5948> [in Russian].

16. Raupova, N. B. (2018). Group and fractional composition of humus in mountain brown leached soils. *Uzbekiston Agrarian Fani Khabarnomasi*, 1(71), 117-120. Retrieved from: <http://agriculture.uz/filesarchive/AgrarJournal12018.pdf#page=117> [in Russian]
17. Li, J., Chen, H., & Zhang, C. (2020). Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia. *Ecological Indicators*, 116. 106490. doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106490
18. Genusov, A. Z., Gorbunov, B. V., & Kimberg, N. V. (1972). Classification and diagnostics of soils of Uzbekistan, In: *Genesis, geography and reclamation of soils of Uzbekistan*. Tashkent, 1972, (pp. 3-49). [in Russian].
19. FAO. (2014). IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports*, 106. Rome. Update 2015.
20. Gorbunov, B. V., Genusov, A. Z., Kimberg, N. V., Ismatov, D. R., Tursunov, Kh. T., Pervushevskaya, G. E., ... Turapov, I. T. (1975). *Soils of Uzbekistan*, Tashkent: FAN. [in Russian].
21. Chub, V. E. (2007). *Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agro-climatic and water resources of the Republic of Uzbekistan*. Tashkent: NIGMI. Retrieved from: http://www.cawater-info.net/6wwf/conference_tashkent2011/files/uzhymet.pdf [in Russian].
22. Yusupov, S., Mukimov, T., & Khamraev, A. (2010). Pasture management strategy in Uzbekistan. In: *Collection of materials "Problems and solutions for the sustainable use of pasture resources"*. Kazakhstan, Astana. (pp. 106-113). [in Russian]
23. Arinushkina, E. V. (1970). *Procedures for soil analysis*. Moscow State University Publishing. [in Russian]
24. Rozanov, B. G. (1983). *Morphology of soils*. Moscow: Moscow State University. [in Russian]
25. Sobolev, S. S. (1961). *Protecting soils from erosion and increasing their fertility*. Selkhozizdat Publishing: Moscow. [in Russian].
26. Tyurin, I. V. (1937). *Soil organic matter and its role in soil formation and fertility: the study of soil humus*. Selkhozgiz Publishing: Moscow. [in Russian].
27. Shaimukhamedov, M. Sh., & Voronina, K. A. (1972). Method of fractionation of organo-clay soil complexes using laboratory centrifuges. *Soil science*, 8, 134-138. [in Russian]
28. *Methods of agrochemical, agrophysical and microbiological research in the field of cotton regions*. (1963). Soyuz NIXI Publishing: Tashkent. [in Russian]
29. Gorbunov, N. I. (1978). *Mineralogy and physical chemistry of soils*. Moscow: Nauka. [in Russian]
30. Ivanov, I. V., & Kudayarov, V. N. (Eds.). (2015). *Evolution of soils and soil cover*. Moscow: Geos. [in Russian]
31. Wakene, N., & Gebrekidan, H. (2003). Forms of phosphorus and status of available micronutrients under different land-use systems of Alfisols in Bako area of Ethiopia. *Ethiopian Journal of Natural Resources*, 5(1), 17-37. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/publication/286209270>
32. Ryzhov, S. N., & Toshkuziev, M. M. (1976). *The composition of the migratory series of the main chemical elements of a typical serozem*. Tashkent: Fan Publishing. [in Russian]
33. Ryzhov, S. N., Saakyants, K. B. (1966). Forms of phosphoric acid compounds in irrigated soils of Central Asia. *Agrochemistry*, 5, 59-63. [in Russian]
34. Tokhri, B. A., Aslanov, N. N., & Tashkuziev, M. M. (1971). The content and forms of phosphates in some serozems and takyr soils. In: *Chemistry and technology of mineral fertilizers*. Tashkent: Fan Publishing. [in Russian]