

УДК 543.423.1
AGRIS F70

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/121/09>

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА КЕРМЕКА ФЕРГАНСКОГО (*Limonium ferganense*), ЭНДЕМИЧНОГО ВИДА ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

©Урмонов Д. Г., ORCID: 0000-0001-9693-3646, Ферганский медицинский институт
общественного здоровья, г. Фергана, Узбекистан, dadahonu252@gmail.com

©Абдураупова Н. М., ORCID: 0009-0004-1543-2428, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызская Республика, nabduraupova@oshsu.kg

©Маматкулов О. И., ORCID: 0009-0004-3827-0919, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызская Республика, omamatkulov@oshsu.kg

©Бабекова Н., ORCID: 0009-0008-2175-8941, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызская Республика, nazgulbabekova20@gmail.com

©Ташибалтаева Ш. А., ORCID: 0009-0007-8969-721X, Ошский государственный
университет, г. Ош, Кыргызская Республика, shtashbaltaeva@oshsu.kg

THE STUDY OF THE MINERAL COMPOSITION OF *Limonium ferganense*, AN ENDEMIC SPECIES OF CENTRAL ASIA

©Urmonov D., ORCID: 0000-0001-9693-3646, Fergana Medical Institute of Public Health,
Fergana, Uzbekistan, dadahonu252@gmail.com

©Abduraupova N., ORCID: 0009-0004-1543-2428, Osh State University,
Osh, Kyrgyz Republic, nabduraupova@oshsu.kg

©Mamatkulov O., ORCID: 0009-0004-3827-0919, Osh State University,
Osh, Kyrgyz Republic, omamatkulov@oshsu.kg

©Babekova N., ORCID: 0009-0008-2175-8941, Osh State University,
Osh, Kyrgyz Republic, nazgulbabekova20@gmail.com

©Tashbaltaeva Sh., ORCID: 0009-0007-8969-721X, Osh State University,
Osh, Kyrgyz Republic, shtashbaltaeva@oshsu.kg

Аннотация. Впервые проведено исследование макро- и микроэлементного состава листьев *Limonium ferganense* - эндемичного вида Центральной Азии. Цель — исследование минерального состава кермека ферганского *Limonium ferganense*, эндемичного вида в Центральной Азии. Образцы растения были собраны в окрестности села Ак-Терек (Ошская область, Кыргызстан), а элементный состав определён методом индуктивно-связанной плазменной оптической эмиссионной спектрометрии (ИСП-ОЭС). Всего выявлено 25 элементов. Среди макроэлементов доминировали натрий (290,52 мг/10 г) и сера (147,73 мг/10 г), за которыми следовали калий (73,78 мг/10 г), магний (38,40 мг/10 г), кальций (9,49 мг/10 г) и фосфор (5,97 мг/10 г). Среди микроэлементов содержание титана (25,61 мг/10 г) оказалось заметно высоким чем другие. Повышенные концентрации Na, S и Ti отражают выраженную галофитную адаптацию растения к засоленным и минерализованным почвам. Сравнительный анализ с *L. bicolor* и *L. spathalum* показал межвидовые различия, обусловленные экологическими условиями. Полученные данные расширяют знания о химическом и экологическом разнообразии представителей рода *Limonium*.

Abstract. For the first time, the macro- and microelement composition of the leaves of *Limonium ferganense*, an endemic species of Central Asia, has been studied. Study of the mineral composition of *Limonium ferganense*, an endemic species of Central Asia. Plant samples were collected from the vicinity of Ak-Terek village (Osh region, Kyrgyzstan), and the elemental

composition was determined using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). A total of 25 elements were identified. Among macronutrients, sodium (290.52 mg/10 g) and sulfur (147.73 mg/10 g) were dominant, followed by potassium (73.78 mg/10 g), magnesium (38.40 mg/10 g), calcium (9.49 mg/10 g), and phosphorus (5.97 mg/10 g). Among microelements, titanium (25.61 mg/10 g) was present in a significantly higher amount than others. The elevated concentrations of Na, S, and Ti indicate a pronounced halophytic adaptation of the plant to saline and mineralized soils. Comparative analysis with *L. bicolor* and *L. spathalum* revealed interspecific differences determined by ecological conditions. The obtained data expand current knowledge about the chemical and ecological diversity of *Limonium* species.

Ключевые слова: Кермек ферганский, макроминералы, микроминералы, ИСП-ОЭС.

Keywords: *Limonium ferganense*, macrominerals, microminerals, ICP-OES.

Limonium — крупный и таксономически разнообразный род, включающий около 600 видов цветковых растений семейства *Plumbaginaceae* [1].

Представители этого рода широко распространены в прибрежных, солончаковых и засушливых местах обитания, и показано, что некоторые виды *Limonium* обладают потенциальными фармакологическими свойствами [2].

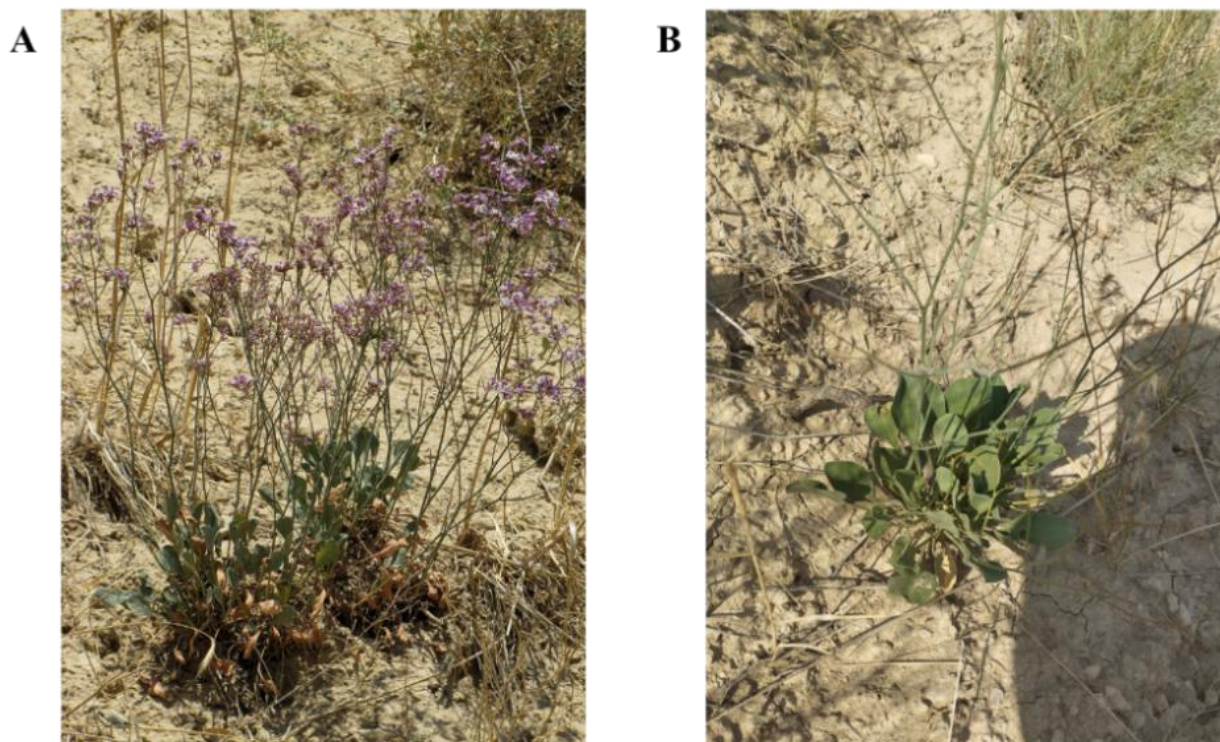


Рисунок 1. Внешний вид *L. ferganense* в период цветения (А) и вегетации (В).

Анализ минерального состава видов *Limonium* имеет важное значение с экологической и фармакологической точек зрения. Способность этих растений накапливать элементы тесно связана с механизмами адаптации к стрессовым условиям окружающей среды. Изучение элементного состава позволяет глубже понять физиологические механизмы, обеспечивающие выживание видов *Limonium* в почвах, богатых солями и тяжёлыми металлами [3].

Эти элементы не только способствуют выживанию растений *Limonium* в экстремальных условиях, но и определяют их лекарственные свойства, в частности антиоксидантную, противовоспалительную и антимикробную активность. Макроэлементы, такие как калий (K), кальций (Ca), магний (Mg) и натрий (Na), играют важную роль в поддержании нормального состава жидкостей организма, функционировании нервной и мышечной систем, здоровье костей и метаболических процессах [4].

Микроэлементы — железо (Fe), цинк (Zn), марганец (Mn) и медь (Cu) - имеют ключевое значение для синтеза гормонов и ферментов, процессов роста, развития и поддержания иммунной функции организма [5].

Анализ элементного состава является важным показателем качества при оценке безопасности и эффективности лекарственных средств, изготовленных на основе этих видов растений, особенно при контроле содержания токсичных элементов (например, Pb, Cd, As).

Limonium ferganense Ikonn.-Gal. — многолетнее травянистое растение высотой 40–75 см (Рисунок 1). Вид распространён в Средней Азии: Западный Тянь-Шань, Северный Памиро-Алай (Кыргызстан, Таджикистан, Узбекистан) [6-7].

Насколько известно, данные о химическом или элементном составе *L. ferganense* отсутствуют. С этой целью в рамках наших исследований химического состава галофитных видов Ферганской долины был проведён анализ макро- и микроэлементного состава листьев *L. ferganense* методом индуктивно-связанной плазменной оптической эмиссионной спектроскопии (ИСП-ОЭС).

Материал и методы исследования

Образцы листьев *L. ferganense* были собраны в июне 2025 года в окрестности села Ак-Терек Наукатского района Ошской области (Кыргызстан) и идентифицированы как *L. ferganense* на кафедре ботаники, общей биологии и методики преподавания биологии Ошского государственного университета.

Для минерализации навеску сухого и измельчённого образца массой 200 мг взвешивали на аналитических весах. Минерализацию проводили с использованием установки MILESTONE Ethos Easy (Италия).

В пробирку прибора помещали 200 мг образца, 6 мл очищенной дистилляцией азотной кислоты (HNO_3) и 2 мл перекиси водорода (H_2O_2) в качестве окислителя. Смесь подвергали минерализации при температуре 180°C в течение 50 минут. После завершения процесса содержимое пробирки переносили в коническую мерную колбу и разбавляли дистиллированной водой (BIOSAN, Латвия) до объёма 50 мл. Полученный раствор помещали в специальные пробирки автосамплера для дальнейшего анализа.

Подготовленные образцы анализировали методом индуктивно-связанной плазменной оптической эмиссионной спектроскопии (ИСП-ОЭС) с использованием прибора Avio 200 (Perkin Elmer, США).

Результаты и обсуждение

Результаты анализа макро- и микроэлементного состава листьев *L. ferganense* приведены в таблице ниже. В ходе исследования было выявлено присутствие 25 различных элементов в разных концентрациях.

Среди макроэлементов наибольшее количество наблюдалось у натрия (Na) — 290,52 мг/10 г. За ним следовали сера (S) — 147,73 мг/10 г, калий (K) — 73,78 мг/10 г, магний (Mg) — 38,40 мг/10 г, кальций (Ca) — 9,49 мг/10 г и фосфор (P) — 5,97 мг/10 г.

Особенно высокая концентрация Na и S свидетельствует о приспособленности растения к произрастанию в условиях засоленных или минерализованных почв.

Среди исследованных микроэлементов листьев *L. ferganense* наибольшее количество обнаружено для железа (Fe – 3,787 мг/10 г), фосфора (P – 5,969 мг/10 г) и кремния (Si – 0,719 мг/10 г).

Значительное количество титана (Ti – 25,607 мг/10 г) указывает на его активное накопление растением, что представляет особый интерес, поскольку данный элемент редко встречается в заметных концентрациях у высших растений.

Сравнительно низкие содержания цинка (Zn – 0,160 мг/10 г), марганца (Mn – 0,115 мг/10 г), меди (Cu – не обнаружено) и никеля (Ni – не обнаружено) свидетельствуют о слабой аккумуляции типичных микроэлементов в тканях данного вида.

Среди токсичных и потенциально опасных элементов в пробах выявлены свинец (Pb – 0,094 мг/10 г), мышьяк (As – 0,052 мг/10 г) и сурьма (Sb – 0,014 мг/10 г), тогда как кадмий (Cd), ртуть (Hg) и серебро (Ag) не обнаружены.

Относительно низкие концентрации Pb и As указывают на отсутствие антропогенного загрязнения среды обитания растения.

Таблица

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ЛИСТЬЕВ *L. ferganense*

Элемент	Длина волны, нм	Количество, мг/10 г	Элемент	Длина волны, нм	Количество, мг/10 г
Li	670.784	0,044	Fe	238.204	3,787
Al	5,622	1.121	Na	589.592	290,518
Mo	202.031	0,018	Pb	220.353	0,094
As	193.696	0,052	Cd	228.802	-
Se	196.026	0,061	V	292.464	-
Sb	206.836	0,014	Zn	206.200	0,160
Sn	283.998	-	Cu	327.393	-
Sr	407.771	0.141	Ag	328.068	-
K	766.490	73,783	Hg	253.652	-
Ba	0,042	0.009	Ti	334.940	25,607
Cr	267.716	0,037	Ni	231.604	-
Mn	257.610	0,115	P	213.617	5,969
B	249.677	0,054	Si	251.611	0,719
Ca	317.933	9,488	S	181.975	147,73
Be	313.107	1,793	Mg	285.213	38,399

Для некоторых представителей рода *Limonium* также изучали минеральный состав различных частей растений. На приведённой ниже диаграмме показана сравнительная концентрация пяти ключевых минеральных элементов — калия (K), магния (Mg), кальция (Ca), натрия (Na) и железа (Fe) — в листьях *L. ferganense*, изученного нами, а также в листьях *L. bicolor* [8] и *L. spathalum* [9], исследованных другими авторами.

Сравнительный анализ приведённых выше минералов показал, что каждый вид обладает специфическими особенностями, связанными с условиями его произрастания. Калий (K) наибольшей концентрацией характеризуется у *L. bicolor* (383,23 мг/10 г), тогда как у *L. ferganense* и *L. spathalum* концентрация K была значительно ниже. Магний (Mg) преимущественно накапливается в *L. bicolor* (164,74 мг/10 г), затем в *L. spathalum* (105 мг/10 г).

г). Кальций (Ca) достиг максимума в *L. spathalum* (171,00 мг/10 г) и минимального значения у *L. ferganense* (9,49 мг/10 г). Натрий (Na) в листьях *L. ferganense* оказался значительно выше, чем у остальных видов (290,52 мг/10 г), что свидетельствует о приспособленности этого растения к произрастанию в сильно засоленных почвах. Железо (Fe) наибольшей концентрацией отмечено у *L. spathalum* (422 мг/10 г), в то время как у остальных видов содержание Fe было крайне низким.

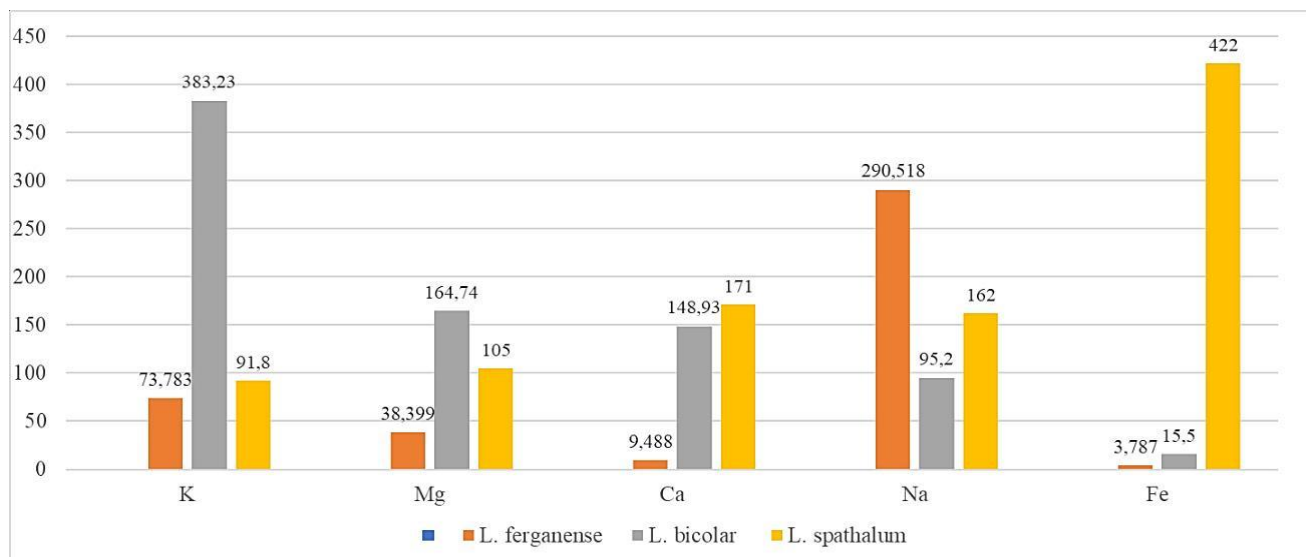


Рисунок 2. Сравнительный анализ содержания некоторых минералов (мг/10 г) в листьях *L. ferganense*, *L. bicolor* и *L. spathalum*

Заключение

Исследование показало, что *L. ferganense* характеризуется высоким содержанием натрия, серы и титана, что подтверждает его приспособленность к произрастанию в солончаках. Сравнение с другими представителями рода *Limonium* выявило выраженные экологические особенности и механизмы адаптации. Полученные результаты представляют собой первые справочные данные о минеральном составе *L. ferganense* и создают основу для дальнейших эколого-химических и фармакологических исследований галофитной флоры Центральной Азии.

Авторы выражают благодарность лаборатории экспериментальной биологии Гулистанского государственного университета (Узбекистан) за помощь в проведении элементного анализа.

Список литературы:

1. Koutroumpa K., Theodoridis S., Warren B. H., Jiménez A., Celep F., Doğan M., Conti E. An expanded molecular phylogeny of Plumbaginaceae, with emphasis on *Limonium* (sea lavenders): Taxonomic implications and biogeographic considerations // Ecology and Evolution. 2018. V. 8. №24. P. 12397-12424. <https://doi.org/10.1002/ece3.4553>
2. Gancedo N. C., Isolani R., de Oliveira N. C., Nakamura C. V., de Medeiros Araujo D. C., Sanches A. C. C., de Mello J. C. P. Chemical constituents, anticancer and anti-proliferative potential of limonium species: a systematic review // Pharmaceuticals. 2023. V. 16. №2. P. 293. <https://doi.org/10.3390/ph16020293>

3. González-Orenga S., Grigore M.-N., Boscaiu M., Vicente O. Constitutive and induced salt tolerance mechanisms and potential uses of *Limonium* Mill. species // *Agronomy*. 2021. V. 11. №3. P. 413. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030413>
4. Tripathi D. K., Singh V. P., Chauhan D. K., Prasad S. M., Dubey N. K. Role of macronutrients in plant growth and acclimation: recent advances and future prospective // *Improvement of Crops in the Era of Climatic Changes: Volume 2*. 2014. P. 197-216. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8824-8_8
5. Shenkin A. Micronutrients in health and disease. // *Postgraduate medical journal*. 006. №82(971). P. 559–567. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2006.047670>
6. Федоров А. А. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Magnoliaceae - Limoniaceae. Л.: Наука, 1984. 460 с.
7. Сенников А. Н. Флора Узбекистана. Т. 3. Ташкент: Маънавият, 2019. 201 с.
8. Wu D. Q., Li C. X., An H. G., Song H., Xu L. Determination of microelements in different parts of *Limonium bicolor* by FAAS // *Guang pu xue yu Guang pu fen xi*= *Guang pu*. 2007. V. 27. №9. P. 1848-1850.
9. Youssef S., Custódio L., Rodrigues M. J., Pereira C. G., Calhella R. C., Pinela J., Ben Hamed K. Nutritional anti-nutritional chemical composition and antioxidant activities of the leaves of the sea cliff dwelling species *Limonium spathulatum* (Desf.) Kuntze // *Frontiers in Plant Science*. 2022. V. 13. P. 979343. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.979343>

References:

1. Koutroumpa, K., Theodoridis, S., Warren, B. H., Jiménez, A., Celep, F., Doğan, M., ... & Conti, E. (2018). An expanded molecular phylogeny of Plumbaginaceae, with emphasis on *Limonium* (sea lavenders): Taxonomic implications and biogeographic considerations. *Ecology and Evolution*, 8(24), 12397-12424. <https://doi.org/10.1002/ece3.4553>
2. Gancedo, N. C., Isolani, R., de Oliveira, N. C., Nakamura, C. V., de Medeiros Araujo, D. C., Sanches, A. C. C., ... & de Mello, J. C. P. (2023). Chemical constituents, anticancer and anti-proliferative potential of limonium species: a systematic review. *Pharmaceuticals*, 16(2), 293. <https://doi.org/10.3390/ph16020293>
3. González-Orenga, S., Grigore, M. N., Boscaiu, M., & Vicente, O. (2021). Constitutive and induced salt tolerance mechanisms and potential uses of *Limonium* Mill. species. *Agronomy*, 11(3), 413. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030413>
4. Tripathi, D. K., Singh, V. P., Chauhan, D. K., Prasad, S. M., & Dubey, N. K. (2014). Role of macronutrients in plant growth and acclimation: recent advances and future prospective. *Improvement of Crops in the Era of Climatic Changes: Volume 2*, 197-216. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8824-8_8
5. Shenkin, A. (2006). Micronutrients in health and disease. *Postgraduate medical journal*, 82(971), 559-567. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2006.047670>
6. Fedorov, A. A. (1984). Rastitel'ny'e resursy` SSSR: Czvetkovy`e rasteniya, ix ximicheskij sostav, ispol'zovanie; Semejstva Magnoliaceae - Limoniaceae. Leningrad. (in Russian).
7. Sennikov, A. N. (2019). Flora Uzbekistana. 3. Tashkent. (in Russian).
8. Wu, D. Q., Li, C. X., An, H. G., Song, H., & Xu, L. (2007). Determination of microelements in different parts of *Limonium bicolor* by FAAS. *Guang pu xue yu Guang pu fen xi*= *Guang pu*, 27(9), 1848-1850.

9. Youssef, S., Custódio, L., Rodrigues, M. J., Pereira, C. G., Calhella, R. C., Pinela, J., ... & Ben Hamed, K. (2022). Nutritional anti-nutritional chemical composition and antioxidant activities of the leaves of the sea cliff dwelling species *Limonium spathulatum* (Desf.) Kuntze. *Frontiers in Plant Science*, 13, 979343.

Поступила в редакцию
06.11.2025 г.

Принята к публикации
12.11.2025 г.

Ссылка для цитирования:

Урмонов Д. Г., Абдураупова Н. М., Маматкулов О. И., Бабекова Н., Ташбалтаева Ш. А. Исследование минерального состава кермека ферганского (*Limonium ferganense*), эндемичного вида Центральной Азии // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №12. С. 76-82. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/121/09>

Cite as (APA):

Urmonov, D., Abduraupova, N., Mamatkulov, O., Babekova, N., & Tashbaltaeva, Sh. (2025). The Study of the Mineral Composition of *Limonium ferganense*, an Endemic Species of Central Asia. *Bulletin of Science and Practice*, 11(12), 76-82. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/121/09>