

1 Мадиебеков А.С., Исмуханова Л.Т., Султанбекова Б.М., Жәди А.Ө., Жумалипов А.Р., Мадиебекова А.А. Жетісу облысындағы топырақтардың физико-химиялық қасиеттеріне антропогендік факторлардың әсерін бағалау // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. – 2025. – № 2(106). – С. 410–419. <https://doi.org/10.37884/2-2025/41>

Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. №2 (106) 2025, ISSN 2304-3334

ГТАХР 87.21.09

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/41>

А.С. Мадиебеков¹, Л.Т. Исмуханова¹, Б.М. Султанбекова¹, А.Ө. Жәди^{1*},
А.Р. Жумалипов², А.А. Мадиебекова¹

¹География және су қауіпсіздігі институты, Алматы, Қазақстан Республикасы,
madibekov@mail.ru, l-aura@bk.ru, adaika_01@mail.ru, askhat.zhadi@mail.ru,
aisha.madibekova@mail.ru

²Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан, aidar043@mail.ru

ЖЕТІСУ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚТАРДЫҢ ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Бұл жұмыста топырақтың рН, минерализация және топырақтың гранулометриялық құрамы сияқты физикалық және химиялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Талдау үшін әртүрлі нүктелерден алынған 52 топырақ үлгісі таңдалды, бұл құмайтан ауыр құмбалшық пен балшыққа дейін топырақ түрлерінің кең ауқымын қамтуға мүмкіндік берді. Зерттеудің мақсаты топырақтың химиялық сипаттамалары мен оның құрылымдық ерекшеліктері арасындағы байланысты зерттеу болды. Жұмыс барысында топырақтың гранулометриялық құрамының минерализацияға және рН әсеріне толық талдау жүргізілді. Нәтижелер минерализация мәні 20-дан 3240 мг/дм³ дейін өзгеретінін көрсетті, ең үлкен мәндер балшық және құмбалшық мөлшері жоғары топырақтарда байқалады. Құмы жоғары болатын топырақтар аз минерализация және рН мәні бейтарап ортаны көрсетеді. Зерттеу сонымен қатар топырақтың гранулометриялық құрамының химиялық қасиеттеріне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Топырақтың рН деңгейі өсімдіктердің өсуі мен дамуына қажет қоректік заттардың қолжетімділігіне тікелей әсер етеді. Бұл деректерді дәлірек агрохимиялық аймақтарға бөлу және жерді ауылшаруашылық пайдалану тәжірибесін жақсарту үшін пайдалануға болады. Нәтижелер агрономия мен экологияға қатысты шешімдер қабылдауда топырақтың физикалық және химиялық сипаттамаларын ескерудің маңыздылығын көрсетеді. Адам әрекетінен пайда болатын қалдықтармен топырақтың ластануын болдырмау үшін тиісті шараларды іске асыру қажет.

Кілт сөздер: Жетісу, топырақ, физико-химиялық қасиеттері, рН, минерализация, гранулометриялық құрам.

Кіріспе

Жетісу облысы қолайлы табиғи-климаттық жағдайлармен сипатталып, құнарлы топырақтар мен су ресурстарымен қамтамасыз етілген, бұл өз кезегінде оның экономикалық әлеуетінің жоғары болуына негіз болады. Бұл өңір арқылы маңызды көлік бағыттары өтеді, ал Қытай Халық Республикасымен шекараның жақын орналасуы оған стратегиялық маңыз береді. Облыстың экономикасы негізінен аграрлық және индустриалдық секторларға бағытталған, алайда бұл фактор антропогендік әсерді күшейтеді. Ластанудың негізгі көздері — жылуэнергетика кәсіпорындары, автомобиль көлігі, коммуналдық қызметтер және агроөнеркәсіптік кешен. Атмосфералық ауаның ластануы РМ-10 және РМ-2.5 бөлшектері, көміртегі оксиді және күкіртсутегі үшін шекті мүмкіндік концентрациялардың (ШМК) асып кетуімен байланысты. Облыстың су айдындары құрамында нитриттер мен фосфаттар бар коммуналдық қызметтердің ағынды суларының тегілуі нәтижесінде ластануға ұшырайды. Жеделдетілген урбанизация және индустриаландыру экожүйелердің деградациясына ықпал етеді, бұл экологиялық мониторинг деңгейін арттыруды және тиімді табиғатты қорғау іс-шараларын енгізуді талап етеді [1].

Топырақтың физикалық және химиялық қасиеттерін зерттеу топырақтану, экология және жалпы ауыл шаруашылығы үшін маңызды міндет болып табылады. Топырақтың рН

Топырақтың рН деңгейі, минерализациясы және құрамы олардың ауыл шаруашылығына жарамдылығын бағалау үшін өте маңызды. Бейтарап рН және минерализациясы жоғары топырақтар ауылшаруашылық мақсатта ең қолайлы болып табылады, ал құмды және құмды топырақтардың өнімділігін арттыру қосымша шараларды талап етеді. Өнеркәсіптік және ауылшаруашылық көздерінен ластану сияқты антропогендік факторларды ескере отырып, топырақтың жай-күйін жақсарту және оларды деградациядан қорғау үшін шаралар кешенін әзірлеу қажет.

Қаржыландыру. Зерттеу жұмыстары Қазақстан Республикасы Ғылым және Жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінің қаржылай қолдауымен «Жетісу өңірі экосистемінің тұрақтылығы: жинақтаушы орталардың геоэкологиялық талдауы және тұрақты дамуына бағытталған ұсынымдар» (№ AP23488902) гранттық қаржыландыруы негізінде жүргізілді.

Әдебиеттер тізімі

- Интернет ресурс <https://qazalem.kz/ru/regions/11.https://www.gov.kz/memleket/entities/zhetysu-oblysy?lang=ru> (дата обращения 24.01.2025)
- Наумов Н. С., Блисов Т. М. Экология почв: Учебно-методический комплекс / Костанай: КГУ им. А. Байтурсынова. – 2008. – 109 с.
- Почвы Казахстана (В 16 выпусках) / Почвы Алматинской области. Выпуск 4. – Алматы: ТОО «KazBookTrade». – 2017. – 472 с.
- Запарина Е., Инелова З., Борос Е., Шимшиков Б.Е. Анализ состояния почв прибрежной зоны соленых и содовых озер Жетысу (на примере озер Алаколь, Сасыкколь, Жаланащколь, Балкаш и Ушколь) // Вестник КазНУ. Серия Экологическая. – 2023. – № 76 (3). – С. 41–53
- Цапко Ю. Л., Огородняя А. И., Мешреф Р. Б., Холодная А. С. Глинование дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава как фактор изменения их рН-буферности / Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 2. – С. 67–77.
- ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Методы отбора проб почвы для химического анализа. – М., 1983.
- Ушаков М. А. Проблемы загрязнения почвы тяжелыми металлами / М. А. Ушаков. – М.: Наука. – 2001.
- Жапаев Р. К., Куныпияева Г. Т., Оспанбаев Ж., Сембаева А. С., Қырғызбай Қ., Какимжанов Е. Х. Влияние способов обработки почвы на водно-физические свойства почвы в условиях богары Юго-Востока Казахстана // Исследования, результаты. – 2024. – №2 (1). – С. 220-232. ISSN 2304-3334 <https://doi.org/10.37884/2-1-2024/558>
- ГОСТ 17.4.4.02-85. Охрана природы. Методы лабораторного анализа почв. – М., 1985.
- Madibekov A.; Ismukhanova L.; Opp C.; Saidaliyeva Z.; Zhadi A.; Sultanbekova B.; Kurmanova M. Spatial Distribution of Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Ni in the Soils of Ili River Delta and State Natural Reserve “Ili-Balkhash”. Appl. Sci. – 2023. – 13. – S. 5996. <https://doi.org/10.3390/app13105996>
- Бондарь В. А., Волков И. А. Проблемы экологии почв // Киев: Наукова думка. – 1999.
- Сельчук А. П. Методика исследования почв на содержание загрязняющих веществ. – М.: Академия. – 2007.
- Демидова И. Л. Токсикологические исследования почв на содержание тяжелых металлов // Ростов-на-Дону. Феникс. – 2012.
- Авдонькин А. А. Потенциальная кислотность почв, зависимость от рН: Дис. ... канд. биол. наук : 03.00.27 : Москва. – 2005. – 121 с. РГБ ОД, 61:05-3/719.
- Горбылева А. И., Воробьев В. Б., Петровский Е. И. Почвоведение: Учебное пособие / Под ред. Горбылевой А.И. – 2-е изд., перераб. – М.: НИЦ ИНФРАМ; Мн.: Нов. Знание. – 2014. – 400с.
- Шепелев М. А. Экология почв // Учебно-методическое пособие. – Костанай. – 2017. – 135 с.

CiteScore 2024 – 5.5

SJR 2021 – 0.521

SNIP 2021 – 0.956

Процентиль 77



Article

Pilot Study of Microplastics in Snow from the Zhetysu Region (Kazakhstan)

Azamat Madibekov ^{1,2,*}, Laura Ismukhanova ^{1,3} , Christian Opp ^{4,*} , Botakoz Sultanbekova ^{1,3}, Askhat Zhadi ^{2,5},
Renata Nemkaeva ⁶ and Aisha Madibekova ³

- ¹ Institute of Geography and Water Security, Almaty 050010, Kazakhstan; ismukhanova@ingeo.kz (L.I.); sultanbekova@ingeo.kz (B.S.)
 - ² Department of Meteorology and Hydrology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty 050010, Kazakhstan; zhadi@ingeo.kz
 - ³ Department of UNESCO Chair on Sustainable Development, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty 050010, Kazakhstan; aisha.madibekova@mail.ru
 - ⁴ Faculty of Geography, Philipps-Universität Marburg, D-35032 Marburg, Germany
 - ⁵ Department of Water Resources and Land Reclamation, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty 050010, Kazakhstan
 - ⁶ Electron Microscopy Laboratory, National Nanotechnology Laboratory of Open Type, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty 050010, Kazakhstan; nemkaeva.renata@gmail.com
- * Correspondence: a.s.madibekov@gmail.com (A.M.); opp@geo.uni-marburg.de (C.O.)

Abstract

The pilot study is devoted to the assessment of both the accumulation and spatial distribution of microplastics in the snow cover of the Zhetysu region. The height of snow cover in the study area varied from 4.0 to 80.5 cm, with a volume of melt water ranging from 1.5 to 143 L. The analysis of 53 snow samples taken at different altitudes (from 350 to 1500 m above sea level) showed the presence of microplastics in 92.6% of samples in concentrations from 1 to 12 particles per square meter. In total, 170 microplastic particles were identified. The main polymers identified by Raman spectroscopy were polyethylene (PE), polypropylene (PP), and polystyrene (PS). These are typical components of plastic waste. The spatial distribution of microplastics showed elevated concentrations near settlements and roads. Notable contaminations were also recorded in remote mountainous areas, confirming the significant role of long-range atmospheric transport. Particles smaller than 0.5 mm dominated, having high aerodynamic mobility and capable of long-range atmospheric transport. Quantitative and qualitative characteristics of microplastics in snow cover have been realized for the first time both in Kazakhstan and in the Central Asian region, which contributes to the formation of primary ideas and future approaches about microplastic pollution in continental inland regions. The obtained results demonstrate the importance of atmospheric transport in the distribution of microplastics. They indicate the need for further monitoring and microplastic pollution analyses in Central Asia, taking into account its detection even in hard-to-reach and remote areas.

Keywords: microplastics; pollution; snow cover; atmospheric transport; migration



Academic Editor: Matteo Carnevale Mitro

Received: 2 June 2025

Revised: 30 June 2025

Accepted: 7 July 2025

Published: 10 July 2025

Citation: Madibekov, A.; Ismukhanova, L.; Opp, C.; Sultanbekova, B.; Zhadi, A.; Nemkaeva, R.; Madibekova, A. Pilot Study of Microplastics in Snow from the Zhetysu Region (Kazakhstan). *Appl. Sci.* **2025**, *15*, 7736. <https://doi.org/10.3390/app15147736>

Copyright © 2025 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Microplastics are synthetic particles less than 5 mm in size [1]. Their presence has been detected in the last decades in almost all natural environments, including the atmosphere and snow cover. Studies in recent years prove that snow plays an important role in the transport, deposition, and distribution of microplastics, especially in high-altitude and

Education and environmental awareness: Engaging residents and tourists helps to reduce the input of macro-litter that later fragments into microplastics.

Monitoring and scientific research: Regular monitoring of microplastics in snow and air, together with further studies on their effects on snow ecosystems, is essential for evidence-based management decisions.

Author Contributions: Conceptualization, A.M. (Azamat Madibekov), L.I. and C.O.; methodology, L.I., A.M. (Azamat Madibekov) and C.O.; software, A.Z.; validation, A.M. (Azamat Madibekov) and C.O.; formal analysis, L.I., A.Z., B.S. and R.N.; investigation, A.M. (Azamat Madibekov), L.I., A.Z., B.S., R.N. and A.M. (Aisha Madibekova); resources, A.M. (Azamat Madibekov) and C.O.; data curation, A.M. (Azamat Madibekov); writing—original draft preparation, L.I., A.M. (Azamat Madibekov) and C.O.; writing—review and editing, A.M. (Azamat Madibekov), L.I. and C.O.; visualization, A.M. (Azamat Madibekov), A.Z., L.I. and A.M. (Aisha Madibekova); supervision, A.M. (Azamat Madibekov) and C.O.; project administration, A.M. (Azamat Madibekov); funding acquisition, A.M. (Azamat Madibekov) and C.O. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: The work was carried out in the framework of grant funding by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan No. AP23488902 “Ecosystem Sustainability of Zhetyssy Region: Geo-environmental analysis of depositing environments and recommendations for sustainable development”.

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: The original contributions presented in this study are included in the article. Further inquiries can be directed to the corresponding authors.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

- Bergmann, M.; Mützel, S.; Primpke, S.; Tekman, M.B.; Trachsel, J.; Gerdt, G. White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic. *Sci. Adv.* **2019**, *5*, eaax1157. [\[CrossRef\]](#)
- Aves, A.R.; Revell, L.E.; Gaw, S.; Ruffell, H.; Schuddeboom, A.; Wotherspoon, N.E.; LaRue, M.; McDonald, A.J. First evidence of microplastics in Antarctic snow. *Cryosphere* **2022**, *16*, 2127–2145. [\[CrossRef\]](#)
- Jones-Williams, K.; Rowlands, E.; Primpke, S.; Galloway, T.; Cole, M.; Waluda, C.; Manno, C. Microplastics in Antarctica—A plastic legacy in the Antarctic snow? *Sci. Total Environ.* **2025**, *966*, 178543. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Karapetrova, A.; Cowger, W.; Michell, A.; Braun, A.; Bair, E.; Gray, A.; Gan, J. Exploring microplastic distribution in Western North American snow. *J. Hazard. Mater.* **2024**, *480*, 136126. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Yu, J.T.; Diamond, M.L.; Ward, E.; Adams, J.K.; Cherian-Hall, A.; Gamber, M.; Obediah, T.; Palmer, M.; Platt, A.; Worthy, C.; et al. Snow as an indicator of atmospheric transport of anthropogenic particles (microplastics and microfibers) from urban to Arctic regions. *Arct. Sci.* **2025**, *11*, 1–14. [\[CrossRef\]](#)
- Gaylarde, C.C.; Baptista Neto, J.A.; da Fonseca, E.M. Microplastics in the cryosphere—A potential time bomb? *Water Emerg. Contam. Nanoplast.* **2023**, *2*, 20. [\[CrossRef\]](#)
- Reynolds, R.L.; Goldstein, H.L.; Kokaly, R.E.; Derry, J. Microplastic Particles in Dust-on-Snow, Upper Colorado River Basin, Colorado Rocky Mountains, 2013–16; Open-File Report 2022–1061; U.S. Geological Survey: Reston, VA, USA, 2022; 7p. [\[CrossRef\]](#)
- Hamilton, B.M.; Harris, L.N.; Provencher, J.F.; Rochman, C.M. The utility of monitoring snow for microplastics in the Arctic: A pilot study from Iqaluktuuttiaq, Nunavut. *Arct. Sci.* **2024**, *10*, 476–482. [\[CrossRef\]](#)
- Jurkschat, L.; Gill, A.J.; Milner, R.; Holzinger, R.; Evangelidou, N.; Eckhardt, S.; Materić, D. Using a citizen science approach to assess nanoplastics pollution in remote high-altitude glaciers. *Sci. Rep.* **2025**, *15*, 1864. [\[CrossRef\]](#)
- Eckhardt, S.; Cassiani, M.; Evangelidou, N.; Sollum, E.; Pissio, I.; Stohl, A. Source–receptor matrix calculation for deposited mass with the Lagrangian particle dispersion model FLEXPART v10.2 in backward mode. *Geosci. Model. Dev.* **2017**, *10*, 4605–4618. [\[CrossRef\]](#)
- Grythe, H.; Kristiansen, N.I.; Zwaafink, C.D.G.; Eckhardt, S.; Ström, J.; Tunved, P.; Krejci, R.; Stohl, A. A new aerosol wet removal scheme for the Lagrangian particle model FLEXPART v10. *Geosci. Model. Dev.* **2017**, *10*, 1447–1466. [\[CrossRef\]](#)