

УДК 504.53

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ПЛАСТИКОМ И МИКРОПЛАСТИКОМ

**Т. И. Кухарчик, С. В. Какарека, К. О. Рябычин, А. А. Мелешко,
В. Д. Чернюк, М. А. Кудревич**

*Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск,
Республика Беларусь, tkukharchyk@gmail.com*

Обсуждаются методические подходы к изучению загрязнения почв пластиком и микропластиком, апробированные в полевых и лабораторных условиях в Беларуси. Эколого-геохимические исследования выполнены в зонах влияния промышленных предприятий по производству пенополистирольных плит и в прибрежных зонах ряда водохранилищ городских и пригородных водоемов г. Минска. Кратко охарактеризована процедура выделения частиц макро- и микропластика из почв.

Ключевые слова: пластик; микропластик; полимеры; полистирол; загрязнение почв.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO STUDY OF SOIL POLLUTION WITH PLASTIC AND MICROPLASTICS

**T. I. Kukharchyk, S. V. Kakareka, K. O. Rabychyn, A. A. Meleshko,
V. D. Chernyuk, M. A. Kudrevich**

*Institute for Nature Management of the NAS of Belarus,
Minsk, Belarus, tkukharchyk@gmail.com*

Methodological approaches to the study of soil contamination by plastic and microplastic, tested in field and laboratory conditions in Belarus, are discussed. Ecological and geochemical studies were carried out in the influence zones of industrial enterprises producing polystyrene foam and in the coastal zones of a number of reservoirs of urban and suburban reservoirs in Minsk. The procedure for isolating macro- and microplastic particles from soils is briefly described.

Keywords: plastic; microplastic; polymers; polystyrol; soil pollution.

Загрязнение окружающей среды пластиком и микропластиком, их распространение в морских и пресноводных аквальных системах, ледниках и высокогорных районах, почвах различных ландшафтов признаны одной из приоритетных экологических проблем глобального характера [1-3]. Быстрый рост объемов производства и применения полимерных материалов сопровождается ростом объемов образования отходов,

экологически безопасное обращение с которыми относится к сложным задачам [4].

Опасность накопления отходов пластика связана с их крайне медленной деградацией и аккумуляцией в различных природных компонентах. Попадая в окружающую среду пластик представляет серьезную угрозу для животного мира как вследствие поступления в организм и нарушения его функционирования, зачастую со смертельным исходом, так и при внешнем воздействии (опутывание леской или пленкой др.) [5]. Кроме того, в различных видах пластика содержится широкий спектр химических веществ, негативное воздействие которых доказано на примере различных загрязнителей. Возможно также разрушение и фрагментация отходов пластика под воздействием ультрафиолета, физического истирания, перепада температурных условий, механических воздействий и других факторов, что приводит к образованию частиц микропластика – частиц размером менее 5 мм [6].

В отношении изучения и оценки загрязнения почв пластиком и микропластиком пока нет унифицированных подходов и единиц измерения. Перечень применяемых методов и процедур определяется целями и задачами исследований, природными особенностями территории, характером источников воздействия и другими факторами. Например, при изучении прибрежных зон аквальных систем используются методы последовательного обхода выделенных участков, обнаружения и/или сбора отходов; размеры участков при этом значительно варьируют [7-8]. В дополнение используется метод заложения площадок в один или несколько квадратных метров для сбора мелких фрагментов пластика. На пляжах данный метод дополняется просеиванием песка. Указанные методические подходы использованы при изучении прибрежных зон рек в разных регионах мира [9, 10].

Что касается отбора проб почв, то общие стратегии применимы к микропластикам и могут включать отбор проб по систематической, стратифицированной или случайной сети, на трансектах и/или в «горячих» точках [11, 12]. Пробы почв могут быть как точечными, так и смешанными, отобранными с различной глубины. Следует отметить, что наибольшее внимание пока уделяется источникам загрязнения почв сельскохозяйственных угодий вследствие применения полиэтиленовой пленки и мульчирования почв осадком сточных вод [13].

Основной проблемой при извлечении микропластика из почв является сложность разделения минерального субстрата и частиц пластика, а также различное содержание органического вещества. В зависимости от целей и задач исследований, типов пластика и субстратов используется сочетание методов с первоначальным фракционированием

проб на ситах и флотацией в различной плотности растворах, а также термоаналитических, микроскопических, спектроскопических и других методов [14-16].

В Беларуси изучение загрязнения почв пластиком и микропластиком начаты недавно в Институте природопользования и направлены на оценку уровней загрязнения почв в зонах локальных источников воздействия [17], а также прибрежных зон аквальных систем.

В качестве объектов исследования нами выбраны предприятия по производству пенополистирольных плит и других изделий из пенопласта, расположенные в г. Минске и Минской области. При отборе проб почв учитывались источники поступления частиц полистирола, уклоны поверхности, наличие водотоков и другие факторы. Пробы почв отбирались с поверхностных горизонтов; в ряде случаев закладывались почвенные прикопки для выявления возможной вертикальной миграции частиц полистирола.

Для изучения загрязнения прибрежных зон водоемов и водотоков разработаны и апробированы следующие методы исследования: маршрутный с учетом и/или сбором макропластика; заложение площадок со сбором пластика или с просеиванием почв через сита. В ряде случаев отбирались пробы почв и донных отложений для лабораторных определений. Исследования проводились на городских (вдхр. Цнянское, Чижовское, Комсомольское озеро, вдхр. Дрозды) и пригородных водоемах (вдхр. Вяча, Петровичское), а также удаленных от крупных населенных пунктов.

В качестве основных видов антропогенного воздействия на прибрежные зоны рассматривались пляжный организованный и неорганизованный отдых, любительская рыбалка и пешеходные прогулки (с местами для пикников и любительской рыбалки). Длина маршрутов варьировала от 10 до 1000 м в зависимости от характера использования береговой зоны, природных особенностей береговой линии, открытости водной поверхности и других факторов. При маршрутных исследованиях осуществлялась визуальная фиксация отходов пластика и его учет с дифференциацией по назначению изделий, их целостности и размеров.

Размеры площадок в пределах пляжных зон составляли 2х2 м, на участках любительской рыбалки они варьировали от 2х2 до 5х6 м, что определялось, например, размерами зоны скошенного тростника для доступа к открытой воде (в том числе для лодок), наличием специальных сооружений для доступа к воде и других факторов. На каждой площадке проводился сбор всех визуально определяемых отходов пластика или их фрагментов. Далее, совком с площадки снимался верхний слой почвы (глубиной до 1 см) и просеивался через сито с размером ячеек 5 мм. Весь

собранный пластиковый мусор, в том числе просеянный, классифицировался, измерялся, производилась процедура фотофиксации.

Выделение частиц микропластика из почвы осуществлялось с использованием различных процедур. На первом этапе проводилось просеивание проб через стандартный набор сит с определением фракционного состава и формированием навески. Для удаления органических включений использовалась перекись водорода H_2O_2 и сульфат железа FeSO_4 . Далее проба подвергалась флотации в солевом растворе ZnCl_2 . Для разделения частиц микропластика с минеральной частью почвы и его извлечения из раствора использовалось центрифугирование, после чего с помощью фильтровальной установки и вакуумного насоса осуществлялся перенос частиц микропластика путем сливания верхнего слоя соли из пробирок на мембранный фильтр. Заключительный этап — микроскопическое определение частиц микропластика с выделением частиц в виде фрагментов, волокон, пленок и других визуально обнаруживаемых форм.

В докладе обсуждаются методические сложности идентификации частиц микропластика с определением типов полимеров и возможные подходы к решению данной проблемы. Показана необходимость развития полевых исследований и совершенствования методов учета отходов пластика, оптимизации схемы отбора проб почв и их испытаний в лабораторных условиях.

Библиографические ссылки

1. *Bigalke M., Filella M.* Foreword to the research front on Microplastics in Soils // *Environ. Chem.* 2019. V.16. P. 1–2.
2. *Kim Y.-N., Yoon J.-H., Kim K.-H.* Microplastic contamination in soil environment – a review // *Soil science annual.* 2020. Vol. 71(4). P. 300–308.
3. *Bank M. S.* Microplastic in the Environment: Pattern and Process. *Environmental Contamination Remediation and Management.* Springer. 2022. 354 p.
4. Technical guidelines on the environmentally sound management of plastic wastes. Meeting of the SIWG on plastic wastes. Geneva, 8-10 December 2022. UNEP/CHW/PW-SIWG.3/3.
5. Seasonality of riverine macroplastic transport/van Emmerik et al. // *Sci. Rep.* 2019. № 9. P. 1–9.
6. *Plastics in the Environment/* Ed. by A. Gomiero. London, United Kingdom, IntechOpen, 2019.
7. *González F. D., Hanke G.* Toward a Harmonized Approach for Monitoring of Riverine Floating Macro Litter Inputs to the Marine Environment// *Frontiers in Marine Science.* 2017. № 4. 10.3389/fmars.2017.00086.
8. Riverbank macrolitter in the Dutch Rhine–Meuse delta / van Emmerik [et al.] // *Environmental Research Letters.* 2020. № 15 (10).104087.

9. Plastic Pirates sample litter at rivers in Germany – Riverside litter and litter sources estimated by schoolchildren/ Kiessling et al. // Environ. Pollut. 2019. 245. P. 545–557.
10. *Vriend P., Roebroek C., van Emmerik T.* Same but Different: A Framework to Design and Compare Riverbank Plastic Monitoring Strategies// Frontiers in Water. 2020. № 2. 563791.
11. A comparative study of soil microplastic pollution sources: a review /R. W. Chia [et al.] //Environmental Pollutants and Bioavailability. 2023. Vol. 35:1.
12. Identification and quantification of macro- and microplastics on an agricultural farmland/ S. Piehl [et al.] // Sci. Rep. 2018. № 8. P. 1–9.
13. *Möller J. N., Löder M.G.J., Laforsch C.* Finding Microplastics in Soils: A Review of Analytical Methods // Environ. Sci. Technol. 2020.Vol. 54. P. 2078–2090.
14. Microplastics in soils: Analytical methods, pollution characteristics and ecological risks/ D. He [et al.]// Trends in Analytical Chemistry. 2018.№ 109. P. 163–172.
15. *Zhang G., Liu Y.* The distribution of microplastics in soil aggregate fractions in southwestern China // Sci. Total Environ. 2018. Vol. 642. P. 12–20.
16. Microplastics in soil: A review on methods, occurrence, sources, and potential risk/ L. Yang [et al.]// Sci. TotalEnviron. 2021.Vol. 780. P. 146546.
17. *Кухарчик Т. И., Чернюк В. Д.* Загрязнение почв микропластиком при производстве пенополистирола // Почвоведение. 2022. № 3. С. 370–380.