

МЕЛИОРАЦИЯ И ОХРАНА ПОЧВ

МИКРОПЛАСТИК В ПОЧВАХ: ИСТОЧНИКИ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ВЛИЯНИЕ НА ПОЧВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ ФУНКЦИИ

Антонова Полина Владимировна, студент 1 курса Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, gjk.irf06@yandex.ru

Пятых Татьяна Дмитриевна, студент 1 курса Института агrobiотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tanya.pyatykh@gmail.com

(Научный руководитель – **Каменных Наталья Леонидовна**, к. б. н., доцент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nl-povetkina@mail.ru)

Аннотация: микропластик - одна из наиболее серьезных проблем пластикового загрязнения. Почва аккумулирует в 23 раза больше пластика, чем мировой океан. Основным источником микропластика в почве – сельское хозяйство: пленки, удобрения, сточные воды. Микропластик переносит СО₂, тяжелые металлы, нарушая питание и рост растений, вызывая риск попасть в пищевые цепочки

Ключевые слова: микропластик, загрязнение, почвы, концентрации, миграции

Актуальность

Ежегодно производится более 400 млн т/год. Почва аккумулирует большую часть микропластика в окружающей среде. Микропластиком считаются частицы до 5мм, мезопластиком частицы от 5 до 20мм. Выделяют два вида микропластика: первичный и вторичный. Первичный микропластик – частицы, производимые намеренно и добавляемые в косметические, гигиенические средства или содержащиеся в синтетической одежде. Вторичный микропластик – частицы, образованные при распаде более крупного пластика, например, бутылок, пакетов и тд.

Таблица

Концентрации микропластика в почвах на основе мета-анализа

Регион	Тип почвы	Концентрация (частиц/кг)	Концентрация (мг/кг)
Европа	с/х (Австрия, Германия)	От 25 до 14 000	До 4,5
	Урбанизированные/прибрежные	до 3753*10 ³	от 0,002 до 67 500
Азия [Zhou	с/х (Китай, Ханчжоу)	от 0,34 до 410 958	до 67 500

У, 2023]	Пустынные/ пригородные	от 376 до 754	-
Россия [Абакумов, 2023; Даденко, 2023]	Дерново-подзолистые/ арктические	до 1200	-
	Черноземы	до 10 000	-
США	с/х	до 1900	до 2700
	Прибрежные	до 41 096	от 0,01 до 600 000

Исходя из мета-анализов можно судить, что глобальные резервуары микропластика – сельскохозяйственные земли

Основными источниками микропластика в почву являются:

- Сельское хозяйство: плёночная мульча, агротекстиль и полимерные удобрения [Büks, Кауренjohann, 2020; Абакумов и др., 2023];
- Атмосферные осадки [Даденко и др., 2023];
- Ирригация сточными водами, затопления, вынос с поверхностным стоком
- Городские (шины, дорожная разметка, строительные материалы)

Выделяют несколько механизмов миграции микропластика [Luo, 2024]; Перемещение с водой, например, из-за осадков, стоков и ирригации (повторно использованной водой) частицы мигрируют по порам, а в почвах с более развитой макропористостью этот процесс происходит более интенсивно. На основе экспериментов можно судить о неотъемлемой роли биоты. Например, дождевые черви способны переносить частицы на глубину до 10-15 см [Rillig et al., 2017]. А корни создают небольшие каналы и разложение их остатков увеличивает проницаемость почвенного профиля [Li et al., 2023]. Нанопластик (<100 нм) может мигрировать в почвенном растворе, подобно

На глубину и скорость перемещения влияет ряд факторов [Luo et al., 2024; Zhang et al., 2021]. Размер и форма частиц (волокна мигрируют быстрее, чем, например, пленки), плотность полимера, зависящая от вида пластика. Почвенные факторы тоже влияют, например, тип почвы (в песках движение происходит быстрее, чем в глинистых). Дожди и вода усиливают вертикальную миграцию частиц. Биотурбация протекает быстрее при наличии корней растений, личинок, дождевых червей и тд

Микропластик в почвах вызывает биологические и экологические последствия. Например, изменение поведения дождевых червей, коллембол и нематод и снижение их численности. [Бобровский, Шишконокова, 2024];

накопление в корнях и надземной биомассе культурных растений, потенциальный вход в пищевые цепи [Yang et al., 2024].

Так же частицы могут достигать корневой зоны, где могут всасываться растениями. Исследования 2024г. показали, что нанопластик способен проникать в корневую систему и перемещаться по сосудистой системе растений. Далее он может мигрировать по пищевым цепочкам, что приводит к его распространению в другие сферы жизни.

Микропластик меняет физические свойства почвы (водопроницаемость, аэрацию и плотность), это может отражаться на росте растений и активности почвенных микроорганизмов [de Souza Machado et al., 2019].

Мигрируя, микропластик способен достигать грунтовых вод, что открывает новый путь загрязнения — гидросферу [Wang et al., 2023].

Существуют определенные проблемы методик.

Нет единых стандартных протоколов анализа. Риск загрязнения проб при отборе. Частицы меньше 300 мкм сложнее идентифицировать [Horton et al., 2017]. Учёные говорят о необходимости стандартизации методик отбора и анализа, чтобы можно было сопоставлять результаты разных исследований [Luo et al., 2024; Schefer et al., 2025].

Способы уменьшения загрязнения почв микропластиком

Профилактика на уровне производства, расширенная ответственность производителя. Биоразлагаемые и оксо-разлагаемые полимеры. Технологии по очистке почв (магнитная сепарация). Необходимость включения микропластика в национальные и международные системы мониторинга почв (нормативно-правовые аспекты)

Перспективы и выводы

Микропластик — новый глобальный фактор деградации почв, требующий включения в национальные системы мониторинга и разработки предельно допустимых концентраций.

Список литературы

1. Абакумов Е. В., Кузнецова И. С., Лопатина А. А., 2023. Микропластик в почвах Российской Арктики: источники и уровни загрязнения // Почвоведение. № 9. С. 1095–1108.

2. Даденко Е. В., Колеватых М. А., 2023. Микропластик в почвах урбанизированных территорий Санкт-Петербурга // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. Т. 68, № 3. С. 445–460.
3. Лозовский А. В., Минкина Т. М., Сушкова С. Н., и др., 2024. Микро- и нанопластик в чернозёмах юга России: концентрации и влияние на биоту // Почвоведение. № 5. С. 567–579.
4. Мониторинг микропластика в окружающей среде Российской Федерации: методические рекомендации, 2024. — М.: Росприроднадзор. 64 с.
5. Büks F., Kaupenjohann M., 2020. Global concentrations of microplastics in soils – A review // SOIL. 6: 649–662.
6. Corradini, F., et al., 2019. Evidence of microplastic accumulation in agricultural soils from plastic sewage sludge disposal // Environmental Science & Technology. 53(4), 1910–1920.
7. Horton A. A., Walton A., Spurgeon D. J., et al., 2017. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps // Science of the Total Environment. 586: 127–141.
8. Li J., et al., 2023. Vertical distribution and characteristics of microplastics in agricultural soils of China // Journal of Hazardous Materials. 441: 129903.
9. Luo T., et al., 2024. Factors influencing the vertical migration of microplastics in soil environments: A review // Environmental Pollution. 337: 123598.
10. Rillig M. C., et al., 2017. Earthworms and microplastics in soil: A review of interactions // Scientific Reports. 7: 13629.
11. Schefer, J., et al. (2025). Minimal vertical transport of microplastics in soil over two years under field conditions. Nature Communications, 16(1), 54–67.
12. Wang, F., et al. (2023). Transport behavior of micro- and nanoplastics in soils: Mechanisms and influencing factors. Environmental Research, 222, 115449.
13. Yang J., Li R., Zhou Q., et al., 2024. Nanoplastics in agricultural soils: Sources, transport mechanisms and ecological impacts // Journal of Hazardous Materials. 465: 133145
14. Yu L., et al., 2024. Uptake and translocation of micro/nanoplastics in terrestrial plants: Mechanisms and consequences // Environmental Science & Technology. 58(3): 1556–1572.
15. Zhang, G. S., et al. (2021). Transport and fate of microplastics in soil ecosystems: A critical review. Environmental Pollution, 274, 116–125.
16. Zhou Y., Liu X., Wang J., 2023. Microplastics as an emerging threat to soil health: A global meta-analysis // Environmental Pollution. 319: 120963.