

Микропластик: реальная угроза

Влияние полимеров на здоровье птицы и качество продукции

Александр ЛУКИН, кандидат технических наук
Южно-Уральский ГАУ

Все больше наземных животных — млекопитающих и птиц — подвергаются негативному влиянию микропластика. Он представляет собой синтетические высокомолекулярные соединения, микронизированные до частиц размером менее 5 мм, а то и гораздо мельче — до микронов. В природной среде микропластик выявляют практически повсеместно — в почве, воде и воздухе (в виде пыли).

Основные пути проникновения микрочастиц в организм животных, в том числе птицы, — проглатывание с кормом, водой и, в меньшей степени, ингаляция через дыхательные пути. Данные исследований зарубежных и российских ученых свидетельствуют о том, что микроскопические частицы пластика могут накапливаться во внутренних органах (преимущественно в желудочно-кишечном тракте), а также в тканях.

Пластиковые частицы, размер которых не превышает 5 мм, относят к основным загрязнителям. Установлено, что микропластик способен дестабилизировать здоровье экосистем, нарушая структуру пищевых цепей. Биологическое накопление микропластика в разных экосистемах и его распространение по пищевой сети — серьезная проблема. Накопление полимерных материалов в почве вызывает опасение, поскольку они могут попадать в водные объекты со стоками и тем самым поддерживать непрерывный цикл загрязнения.

Особенность микропластика заключается в том, что при определенных условиях из него высвобождают-

ся токсичные вещества, а загрязнители, такие как пестициды, тяжелые металлы, остатки лекарственных препаратов и патогенные бактерии, сохраняются в мельчайших пластиковых частицах в течение длительного времени. К тому же микропластик не подвержен естественному разложению.

В научной литературе есть информация о том, что токсические вещества в составе микропластика — используемые при его производстве фталаты, бисфенол А, полициклические ароматические углеводороды и другие — могут ухудшить работу эндокринной системы и спровоцировать различные заболевания у млекопитающих и домашней птицы. Это служит причиной метаболических нарушений и репродуктивной токсичности (под этим термином подразумевают вредное воздействие пластика на половую функцию и воспроизводительную способность взрослых особей и отрицательное влияние на потомство).

Ученые бьют тревогу: частицы полимеров (нитевидные и фрагментированные структуры), не видимые невооруженным глазом, представля-

ют угрозу здоровью млекопитающих и домашней птицы. В последние годы наиболее обсуждаемыми в научных кругах и средствах массовой информации стали такие проблемы, как глобальное потепление и распространение микроскопических пластиковых частиц. Результаты исследований неутешительны: при попадании микропластика в организм животных развиваются воспалительные процессы, нарушается обмен веществ и возникает оксидативный стресс.

Такие патологии имеют долгосрочные негативные последствия. Оказавшиеся внутри частицы пластика мигрируют из кишечного тракта в лимфатическую и кровеносную системы, достигая различных органов и тканей. Например, в них обнаруживают полиэтилен, поливинилхлорид, полипропилен, полистирол и другие полимеры, при нагревании выделяющие ядовитые вещества, в частности формальдегид. Результаты опытов подтвердили, что микропластик отрицательно действует на репродуктивную систему млекопитающих: ученые выявили различные нежелательные признаки, передающиеся из поколения в поколение.

Пластиковые частицы обнаруживают в кормах и отходах птицеводства, а значит, существует риск накопления этого вещества в тканях птицы, выращиваемой на мясо. Не исключено, что микропластик будет присутствовать в мышечной тка-

ни бройлеров и поступать в организм человека как конечного звена в трофической цепи.

Несмотря на увеличение количества публикаций о вреде микропластика, в знаниях о нем существуют значительные пробелы. Так, до сих пор не определена степень влияния микропластика на здоровье птицы, не досконально изучены механизмы его проникновения в организм несушек и бройлеров и не дана оценка последствий употребления таких продуктов питания. Чтобы расставить точки над *i*, на одной из птицефабрик Челябинской области было проведено исследование, в ходе которого для анализа отобрали органы и ткани пяти кур. Выборку составили желудок, его содержимое, разные отделы кишечника и их содержимое.

Для разложения органических веществ желудочное содержимое и кишечный материал подвергли обработке 10%-м раствором гидроксида калия при температуре 60 °С на протяжении суток. Полученные таким способом растворы помещали в стеклянные емкости и центрифугировали на скорости 1 тыс. оборотов в минуту в

течение пяти минут с целью удаления крупных нерастворимых частиц, включая исходные компоненты. Жидкие составляющие проходили процесс вакуумной фильтрации в стерильных условиях ламинарного бокса с использованием фильтров, предварительно прошедших термическую обработку при 300 °С.

По окончании этапа высушивания при помощи оптического микроскопа провели анализ фильтров. Предполагаемые частицы микропластика разделили на следующие категории:

- волокна,
- фрагменты,
- пленки.

Для более детального определения состава микропластика провели исследование методом инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR). FTIR-анализ проходил в диапазоне от 600 до 4000 см⁻¹ с разрешением 4 см⁻¹ и 32 сканированиями в режиме абсорбции. Полученные спектры сопоставляли с эталонной библиотечной базой данных с целью идентификации. Для подтверждения типа полимера применяли критерий соответствия спектра не менее 70%.

При изучении фильтров, использованных для обработки проб, в тканях, а также в содержимом желудка и кишечника птицы обнаружили частицы полимеров в виде волокон, фрагментов и пленок (**рис. 1**).

Данные исследования свидетельствуют о том, что в образцах тканей желудочно-кишечного тракта и содержимого кишечника концентрация микроскопических частиц пластика была высокой. Например, в содержимом тонкого кишечника и в стенках желудка плотность микропластика достигала соответственно 10 и 4 частицы в 1 кг. В тканях кишечника (в том числе двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишке) оказалось меньше микропластика, чем в содержимом кишечника. Средний показатель составил 4 частицы в 1 кг.

Нитевидные и фрагментированные частицы, обнаруженные в желудке и его содержимом, были классифицированы как полиэтилен (**рис. 2, а**). На основе анализа спектров методом FTIR другие частицы были идентифицированы как поливинилстеарат (**рис. 2, б**).

Полученные нами данные согласуются с данными проводившихся ра-

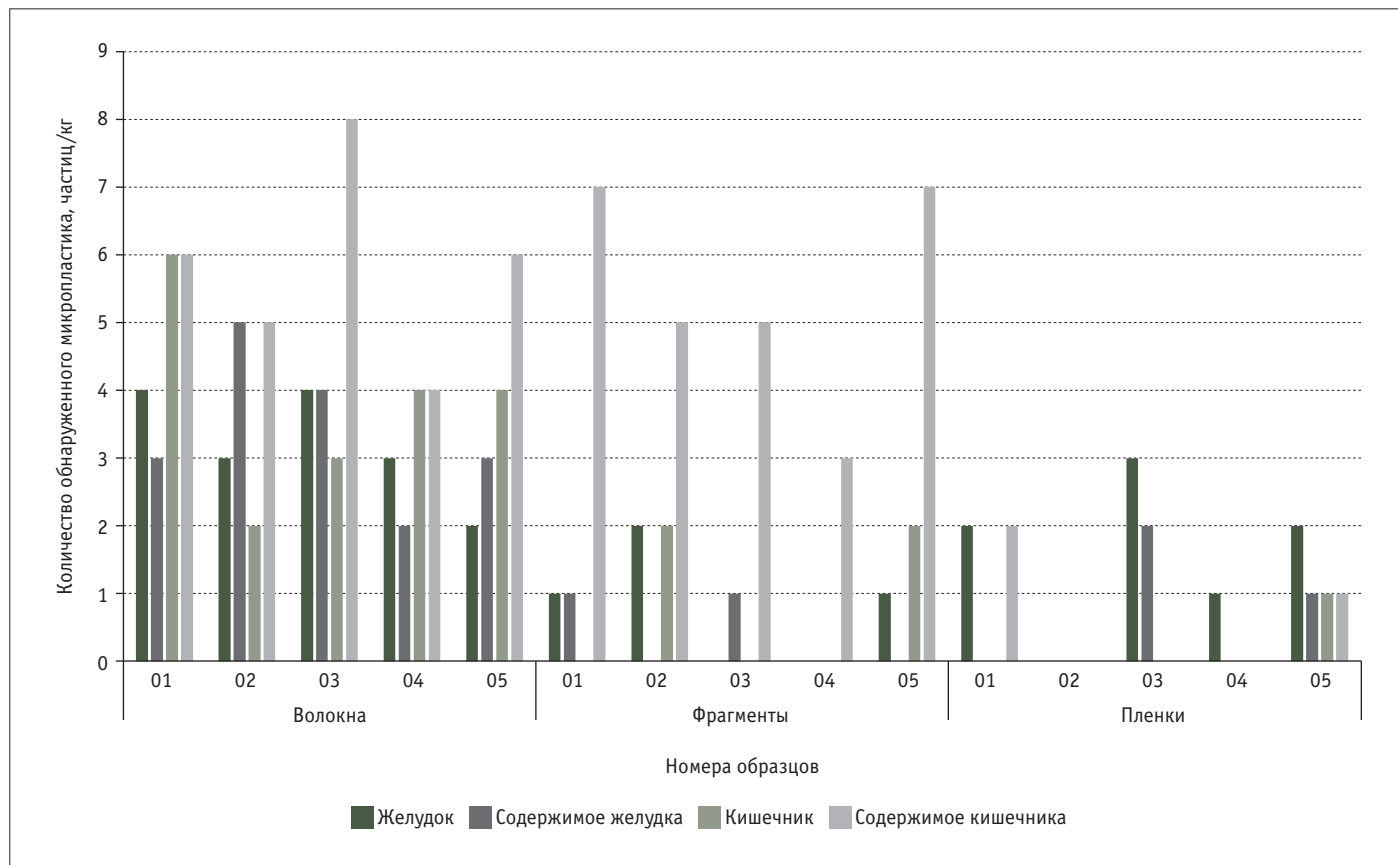


Рис 1. Количество частиц микропластика в желудочно-кишечном тракте кур

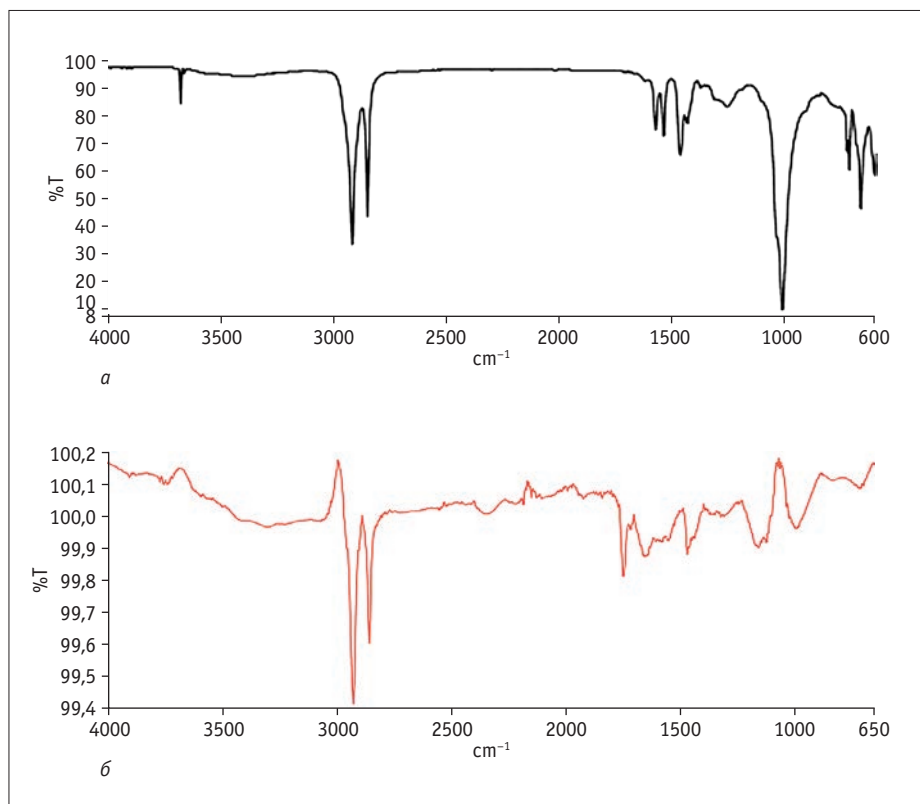


Рис. 2. Результаты FTIR-спектроскопии: а — нитевидные и фрагментированные частицы полиэтилена; б — частицы поливинилстеарата



Рис. 3. Частицы микропластика в форме нитей, фрагментов и пленок в тканях желудочно-кишечного тракта кур

нее исследований. Установлено, что частицы микропластика в большом количестве присутствуют в водной среде и повсеместно проникают в наземные биоценозы. Принимая во внимание перечисленные факты, можно сделать вывод о том, что многие продукты питания загрязнены микропластиком, а их потребление сопряжено с вероятным риском для здоровья. Это обусловлено, прежде всего, негативным влиянием полимеров на органы и ткани.

Наличие микропластика в организме сельскохозяйственных животных, в том числе птицы, выращиваемых с применением интенсивных технологий, объясняется загрязнением воздуха, воды и кормов. Исследователь R.T. Wu сообщает о том, что в курином помёте были обнаружены нитевидные и фрагментарные частицы полиэтилена и полипропилена, размеры которых превышали 1000 мкм (2021). Автор предположил, что источником полиэтилена в помёте могут быть внутренние слои мешков, используемых для хранения корма, а также оборудование для поения. Версию о корме как о возможном источнике загрязнения подтвердили дан-

ные нашего исследования. Результаты анализа говорят о том, что частицы полиэтилена и поливинилстеарата в образцах кормов и содержимом желудочно-кишечного тракта птицы были идентичными.

Транспорт микропластика через кишечную стенку в значительной степени определяется величиной частиц полимеров. Частицы, размер которых не превышает 150 мкм, с большой вероятностью абсорбируются эпителиальными клетками кишечника в процессе эндоцитоза. Иными словами, клетки захватывают внешний материал путем образования мембранных везикул. Таким образом, клетка получает для своей жизнедеятельности гидрофильные вещества, которые другим способом не проникают через липидный бислой клеточной мембраны.

Результаты анализа показали, что в тканях желудочно-кишечного тракта кур большую долю составляли волокнистые элементы, а фрагменты пластика и пленочные структуры — меньшую (рис. 3).

Преобладание волокнистых частиц в тканях и содержимом желудочно-кишечного тракта кур подтверждает гипотезу о том, что микропластик попа-

дает в организм из пластиковой тары. Наличие полиэтилена и поливинилстеарата в изучаемых образцах указывает на то, что главным источником загрязнения служит оборудование для кормления и поения. Тем не менее не следует недооценивать влияние микропластика, поступающего в организм птицы с вдыхаемым воздухом и водой.

Наличие частиц микропластика в мышечной ткани бройлеров свидетельствует об еще одном возможном канале проникновения частиц полимеров в организм человека. Следует сосредоточить усилия на разработке стратегий, направленных на контроль за производством пластиковой тары и оборудования для животноводческих и птицеводческих комплексов, внедрять эффективные технологии создания биоразлагаемых полимеров, совершенствовать системы переработки пластиковых материалов и, конечно, вести мониторинг их распространения в окружающей среде. Это позволит заметно снизить нагрузку на экологию, значительно улучшить здоровье животных, в том числе птицы, и существенно повысить качество получаемой продукции.

ЖР

Челябинская область