

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ МИКРО- И НАНОПЛАСТИКА В ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Тюменский государственный университет, г. Тюмень

s.v.artemenko@utmn.ru

Частицы микро- и нанопластика (МНП) присутствуют практически везде: в пыли, в воде, в земле, живых организмах. На текущий момент они обнаружены не только в различных экосистемах, но и в различных тканях организма человека. Исследования ряда авторов указывают на влияние частиц микропластика на защитные функции организма и замедление роста и размножения клеток. Воздействие МНП на водные организмы может быть связано как с первичным загрязнением и механическим влиянием частиц, так и вторичным загрязнением, связанным с переносом частицами пластика прочих химических агентов.

В работе проанализировано распределение частиц МНП в тканях рыб *Danio rerio* гистологическим методом в модельных условиях. Обнаружено проникновение частиц МНП в такие органы, как: печень, почки, жабры, кишечник и гонады.

В качестве загрязняющего агента выбран АБС-пластик с флюоресцентными свойствами. Пластик был измельчен с помощью шлифовального станка и просеян через сито с диаметром ячейки 50 микрон.

В эксперименте 90 особей были разделены на три равночисленные группы: контроль (К), загрязнение МНП пищи (АБС1) – 10% от веса корма, загрязнение МНП воды (АБС2). Экспозиция в модельных условиях – 30 дней. После экспозиции все особи были зафиксированы в ФСУ для дальнейшего парафинирования и нарезки на препараты. Поскольку частицы МНП вступают в реакцию с компонентами стандартной методики гистологической фиксации, то была проработана модификация метода. Обезвоживание жабр перед заливкой парафином производилась формалином и изопропиловым спиртом. При депарафинировании зафиксированных стейков хлороформ (растворяет АБС-пластик) был заменен на изопропиловый спирт. Окрашивание срезов железным гематоксилином по Гейденгайну.

Было произведено сравнение накопления и токсичности разных вариантов поступления МНП в организм *Danio rerio*, в т.ч. для проверки гипотезы кратного увеличения воздействия в пищевых цепях. В варианте с присутствием МНП в воде (АБС-2) и выживаемость рыб *Danio rerio* составила 68,18%, а в варианте с присутствием МНП в корме (АБС-1) – 96,55%.

При оценке органов, наибольшее количество частиц обнаружено в кишечнике (АБС1 – 16,33, АБС2 – 55,46, шт). При первичном загрязнении воды (АБС-2) рыбами проглатывается в 3,4 раза больше частиц. Дополнительно оценивалось изменение веса рыб, но значимых различий установлено не было ($p > 0,05$).

Выявлено, что частицы АБС-пластика диаметром до 50 мкм из кишечника способны попадать в кровеносные сосуды и далее проникать в печень, почки и гонады *Danio rerio*. Установлено наличие частиц МНП в печени (АБС1 – 0,63, АБС2 – 0,94, шт), почках (АБС1 – 0,28, АБС2 – 0,54, шт) и гонадах (АБС1 – 1,21, АБС2 – 1,42, шт) *Danio rerio*.

Количество частиц микропластика в жабрах не зависит ($p > 0,05$) от способа их поступления в организм *Danio rerio*. Наибольшее количество (0,34, ед.) патологий в жабрах *Danio rerio* установлено для варианта, где микропластик добавлялся с кормом. Характер патологий указывает химическое воздействие и подтверждает возможность вторичного загрязнения.

В ходе проведенного исследования выявлено, что накопление частиц микро- и нанопластика в организм пресноводных рыб небольшого размера (на примере *Danio rerio*) не зависит от пути проникновения в организм, исключение – количество частиц в кишечнике. Реакция организма рыб выявлена в виде снижения выживаемости, но механизм токсического воздействия не выявлен однозначно. Выявлены патологии жаберного аппарата, указывающие на химический характер воздействия, что указывает на способность пластика переносить в своей структуре иные токсические агенты, в т.ч. тяжелые металлы.