

УДК 57.033

ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЦ МИКРОПЛАСТИКА НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧЕК БЕЛЫХ МЫШЕЙ

**Калинина М.А., студент 2-го курса направления 06.04.01 -
Биология**

тел. 8(8422) 327322, marsy_m_k@mail.ru,

ФГБОУ ВО УлГУ

Орлова Е.А., студент 2-го курса направления 06.04.01 - Биология

тел. 8(8422) 327322, kateor@mail.ru,

ФГБОУ ВО УлГУ

Дрождина Е.П., кандидат биологических наук, доцент,

тел. 8(8422) 327322, dep1900@mail.ru,

ФГБОУ ВО УлГУ

***Ключевые слова:** микропластик, токсичность, почки, экспериментальное исследование.*

В представленной работе проведена оценка возможного токсического влияния микрочастиц пластика на морфологию почек лабораторных мышей. Выявлено увеличение ширины просвета капсулы Боумена-Шумлянского нефронов, а также незначительное уменьшение размера сосудистых клубочков нефронов.

Введение. Загрязнение окружающей среды пластиковыми отходами становится одной из самых серьезных проблем человечества. За последние десятилетия мировое производство пластмасс резко возросло, увеличившись с 1,5 млн тонн в 1950 году до 400,3 млн тонн в 2022 году [1]. Без изменения существующей практики использования пластика, ожидается дальнейший рост его производства. Так, по оценкам аналитических компаний, к 2060 году количество пластиковых отходов утроится и составит миллиард тонн в год [1]. При этом вторичной переработке подвергается не более 15% произведенного пластика. Большая его часть поступает в окружающую среду (почву, реки, океаны), подвергается физико-химической деструкции и становится источником микропластика (частицы менее 5 мм). Дальнейшая деградация микропластика приводит к образованию

нанопластика (частицы менее 100 нм).

Микропластик, образующийся в результате деградации крупных фрагментов пластиковых изделий, принято называть вторичным микропластиком. Источником первичного микропластика являются промышленные продукты, содержащие микро- и наночастицы синтетических полимеров (косметические средства, бытовая химия, средства личной гигиены, синтетический текстиль) [2].

Попав в окружающую среду, микро- и наночастицы пластика накапливаются в разнообразных средах: океанах, реках, донных отложениях, сточных водах, почве, атмосфере [3]. Показано, что частицы микропластика интенсивно поглощаются живыми организмами, аккумулируются в определенных органах и способны передаваться по пищевым цепям. Человек, являясь высшим звеном пищевых цепей, подвержен особенно высокому риску накопления частиц микропластика в организме. В связи с этим, оценка потенциального влияния микропластика на морфофункциональные характеристики различных систем органов представляется, несомненно, актуальной проблемой современной биологии и медицины.

Материалы и методы исследований.

Материалом исследования послужили 10 самцов беспородных белых мышей. Животные были разделены на 2 группы:

1) контрольная группа. Животных этой группы содержали в обычных условиях вивария, на стандартном для вивария рационе питания;

2) опытная группа. Животных этой группы содержали в обычных условиях вивария, на стандартном для вивария рационе питания, с добавлением микрочастиц пластика в пищу.

В качестве источника микропластика использовали акриловую пудру, в состав которой входят полиэтилметакрилат, полиметилметакрилат, бензолпероксид, диоксид кремния. Размер частиц в составе пудры варьирует от 5 до 50 мкм (рис. 1). Микрочастицы добавляли ежедневно в корм животным в течение 30 дней. Ежедневная доза микрочастиц пластика составила 100 мг/кг (0,003 мг на животное).

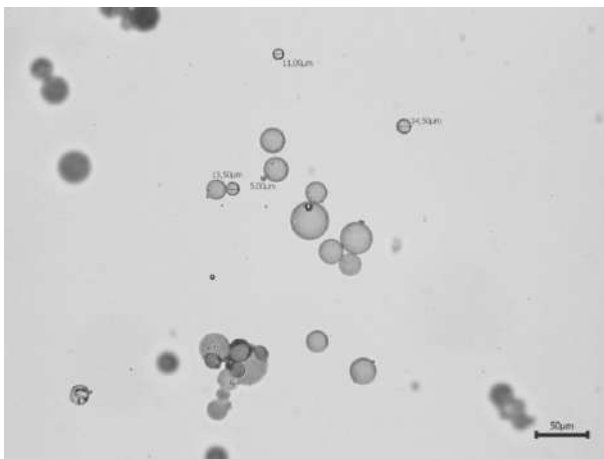


Рис. 1. Суспензия микрочастиц пластика (акриловой пудры), $\times 100$

Объектом исследования послужили почки белых мышей. Для морфологического исследования органы фиксировали в 10% нейтральном формалине, затем обезвоживали в спиртах восходящей концентрации и заключали в парафин. Поперечные срезы толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилин-эозином. Окрашенные срезы заключали в бальзам.

Морфологические исследования включали:

- определение эквивалентного диаметра сосудистых клубочков нефронов;
- определение площади сечения сосудистых клубочков нефронов;
- определение ширины просвета капсулы Боумена-Шумлянского нефронов.

Анализ постоянных микропрепаратов проводили на бинокулярном микроскопе Motic B3 при увеличениях 10×40 , 10×60 . Морфометрию осуществляли с помощью компьютерной программы TourView. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы «Statistica 12».

Результаты исследований и их обсуждение.

Добавление в корм животным частиц микропластика приводит к снижению скорости прироста массы тела экспериментальных

животных. Так, за время эксперимента (30 дней) масса животных контрольной группы возросла с $30,47 \pm 0,82$ г до $36,23 \pm 1,31$ г. ($p < 0,05$). Прирост массы животных контрольной группы составил 19%. Прирост массы животных опытной группы за тот же период времени оказался менее выраженным и составил 11% (с $30,20 \pm 0,50$ г до $33,62 \pm 1,06$ г) ($p < 0,05$) (табл.1).

Таблица 1

Масса тела (г) белых мышей после 30-дневного потребления частиц микропластика в дозе 100 мг/кг

Масса Группа	Масса животных в начале эксперимента, г	Масса животных в конце эксперимента, г
Контроль	$30,47 \pm 0,82$	$36,23 \pm 1,31$
Опыт	$30,20 \pm 0,50^*$	$33,62 \pm 1,06^*$

* достоверные отличия от животных контрольной группы ($p < 0,05$).

Наличие частиц микропластика в корме животных опытной группы существенно не отразилось на размере сосудистых клубочков почек. Отмечено некоторое уменьшение диаметра и площади сечения сосудистых клубочков (рис.2, 3), однако данные изменения оказались статистически не достоверными ($p > 0,05$).

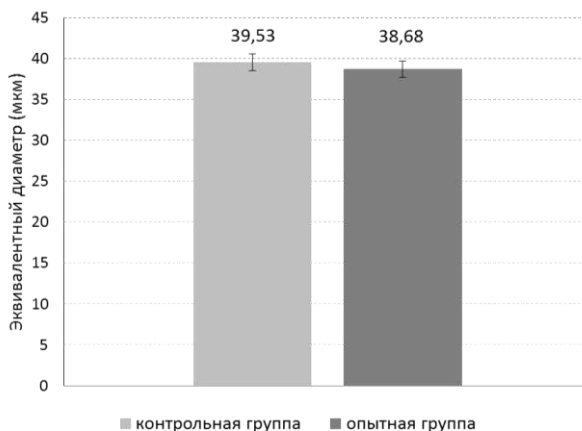


Рис.2. Эквивалентный диаметр (мкм) сосудистого клубочка нефрона животных контрольной и опытной групп

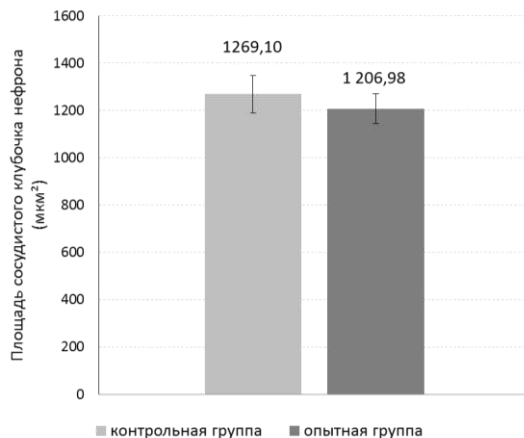


Рис. 3. Площадь сечения сосудистого клубочка нефрона (мм²) животных контрольной и опытной групп

Ширина просвета капсулы Боумена-Шумлянского нефронов животных, получавших с кормом частицы микропластика расширена по сравнению с аналогичным показателем животных контрольной группы и составляет $5,64 \pm 0,54$ мкм и $4,55 \pm 0,23$ мкм соответственно ($p < 0,05$) (рис. 4,5).

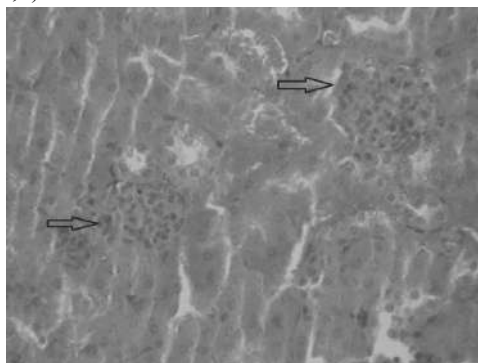


Рис. 4. Кортикальное вещество почки животных контрольной группы (окраска гематоксилин-эозином), $\times 400$. Стрелки указывают на почечные тельца

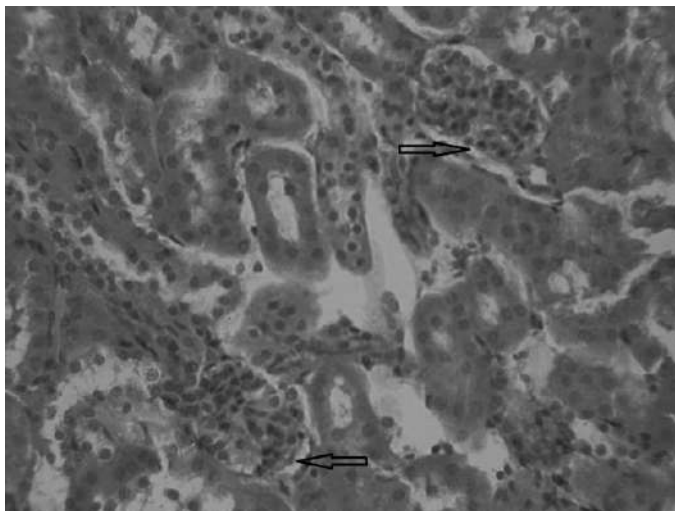


Рис. 5. Кортикальное вещество почки животных опытной группы (окраска гематоксилин-эозином), $\times 400$. Стрелки указывают на почечные тельца.

Расширение капсулы Боумена-Шумлянского в нефронах у животных опытной группы, вероятно, может свидетельствовать об увеличении интенсивности фильтрации в почечных тельцах. Возможно, подобные изменения можно объяснить увеличением степени проницаемости эпителия капсулы. В пользу последнего говорят и данные литературы. Так, было показано, что микропластик способствует разрушению белков, формирующих плотные контакты эпителиоцитов (белков окклюдина) [4, 5].

Заключение. Проведенное исследование позволяет заключить:

1. Добавление микропластика в пищу лабораторных мышей приводит к незначительному уменьшению размера сосудистых клубочков нефронов.
2. Употребление животными частиц микропластика вызывает существенное увеличение ширины просвета капсулы Боумена-Шумлянского (на 23,96%).

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего исследования влияния микропластика на

морфофункциональное состояние почек как основных органов его выведения из организма.

Библиографический список

1. Plastic waste worldwide - statistics & facts. Available online: <https://www.statista.com/topics/5401/global-plastic-waste/> (дата обращения 01.04.2024).
2. Microplastic sources, formation, toxicity and remediation: a review / A. I. Osman, M. Hosny, A.S. Eltaweil et al. // Environmental Chemistry Letters. – 6 March 2023. - <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01593-3>
3. Consequences of nano and microplastic exposure in rodent models: the known and unknown / da Silva Brito W.A., et al. // Particle and Fibre Toxicology. – 2022: 19:28. <https://doi.org/10.1186/s12989-022-00473-y>
4. Effects of microplastic (MP) exposure at environmentally relevant doses on the structure, function, and transcriptome of the kidney in mice / T. Shen, W. Zhang, Y. Wang et al. // Molecules. - 2023, 28, 7104. <https://doi.org/10.3390/molecules28207104>
5. Microplastics and Kidneys: An Update on the Evidence for Deposition of Plastic Microparticles in Human Organs, Tissues and Fluids and Renal Toxicity Concern / E. La Porta, O.Exacoustos, F. Lugani et al. // Int. J. Mol. Sci. - 2023, 24, 14391. <https://doi.org/10.3390/ijms241814391>

THE EFFECT OF MICROPLASTIC PARTICLES ON THE MORPHOFUNCTIONAL STATUS OF THE KIDNEYS OF WHITE MICE

Kalinina M.A., Orlova E.A., Drozhkina E.P.

Keywords: *microplastics, toxicity, kidneys, experimental study.*

In the present work, an assessment of the possible toxic effect of plastic microparticles on the kidney morphology of laboratory mice was carried out. An increase in the lumen width of the Bowman-Shumlyansky capsule of nephrons was revealed, as well as a slight decrease in the size of vascular glomeruli of nephrons.