

УДК 579.842.11:556.53:614.7

**СОДЕРЖАНИЕ *ESCHERICHIA COLI* В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ
ЗОН РЕКРЕАЦИЙ Г.МОГИЛЕВА**

Поворова Оксана Викторовна

доцент кафедры естествознания

учреждения образования «Могилевский государственный университет

имени А.А. Кулешова»; кандидат биологических наук

(г. Могилев, Беларусь)

povorova@m.msu.by

Зайцева Владислава Владимировна

студент кафедры естествознания
учреждения образования «Могилевский государственный университет
имени А.А. Кулешова»
(г. Могилев, Беларусь)
z.zvlada13@gmail.com

Судакова Екатерина Александровна

преподаватель филиала БГТУ «Белорусский государственный колледж
промышленности строительных материалов»
(г. Минск, Беларусь)
ekatesssse@gmail.com

Аннотация. В работе представлены результаты мониторинга содержания Escherichia coli в зонах рекреации г. Могилёва (реки Днепр и Дубровенка, створы «вход в город» и «центр города», июль–август). Установлено, что концентрация E. coli варьирует от 0 до 5 КОЕ/см³, что соответствует высокому санитарному качеству воды. В центральной части города содержание E. coli стабильно выше, чем на фоновых створах: на Дубровенке – в среднем на 0,56 КОЕ/см³, на Днепре – на 1,22 КОЕ/см³. Корреляции с температурой воды, нитратами и нитритами не выявлено, что указывает на разную природу бактериального и химического загрязнения.

Ключевые слова. Escherichia coli, кишечная палочка, река Днепр, река Дубровенка

Кишечная палочка является индикаторным показателем безопасности и безвредности воды поверхностных водных объектов рекреационного (для культурно-бытового) использования. Присутствие E. coli в воде может свидетельствовать как о естественном (аутохтонном) происхождении, так и о фекальном загрязнении, поэтому интерпретация результатов требует учёта пространственно-временной динамики.

Отбор проб для анализа содержания микроорганизмов проведён в четырёх точках, находящихся в пределах черты города Могилёва. На реке Дубровенка: Т1 – верхний створ – зона входа реки в город, расположенная в Печерском лесопарке (53°55'46" с.ш., 30°17'20" в.д.); Т2 – нижний створ – центральная часть города, набережная реки Дубровенка (53°54'32" с.ш., 30°19'34" в.д.). На реке Днепр: Т3 – верхний створ – зона входа реки в город (53°53'02" с.ш., 30°22'07" в.д.); Т4 – нижний створ – центральная часть города (53°53'26" с.ш., 30°20'00" в.д.). Пробы отбирались дважды в месяц на 1 и 15 число каждого летнего месяца. Для выделения и культивирования бактерий использовалась среда Эндо-ГРМ.

Концентрация *E. coli* варьирует от 0 до 5 КОЕ/см³, что характерно для естественных популяций кишечных палочек в поверхностных водах, не испытывающих прямого фекального загрязнения, а также соответствует высокому санитарно-бактериологическому качеству воды. В изучаемые летние периоды оба водообъекта имеют схожую бактериальную нагрузку в сходных створах (верхний/нижний). Во всех створах выявлено максимальное число изучаемых микроорганизмов в июле и снижение к концу августа. Снижение выражено сильнее у Днепра, что связано с его большей проточностью, объёмом воды и более быстрым охлаждением в конце летнего периода. Снижение выражено слабее у Дубровенки, что объясняется меньшей проточностью, замедленным водообменом и инерцией сохранения тепла в малой реке. Наибольшее количество *E. coli* в июле может быть связано с накоплением органики за предшествующие теплые месяцы, оптимальной температурой воды (18–20 °С) для роста аутохтонных штаммов, максимальной рекреационной нагрузкой в наиболее теплый период года.

Выявлено стабильное повышение содержания бактерий в нижних створах по сравнению с верхними во все изучаемые периоды: в Т2 по сравнению с Т1 выше на 1 КОЕ/см³ в июне, 0,34 КОЕ/см³ в июле, на 0,33 КОЕ/см³ в августе; в Т4 по сравнению с Т3 выше 1 КОЕ/см³ в июне и августе, на 1,67 КОЕ/см³ в июле. Средняя разница между Т2 и Т1 составляет 0,56 КОЕ/см³, между Т4 и Т3 – 1,22 КОЕ/см³. Повышение численности изучаемых микроорганизмов на 0,3–1,7 КОЕ/см³ в нижних створах свидетельствует о чистоте фоновых вод и о локальном антропогенном воздействии внутри городской черты, которое может быть связано с поверхностным смывом с урбанизированных территорий (асфальт, газоны), точечными сбросами ливневой канализации, рекреационной нагрузкой (люди, домашние животные, птицы в прибрежной зоне).

Не выявлены зависимости между содержанием *E. coli* и температурой воды ($r = -0,12$, $p > 0,05$), содержанием нитритов и нитратов в воде ($r = -0,11$ и $r = -0,18$, $p > 0,05$). Отсутствие связи между количественными показателями бактерий и азотсодержащими веществами (нитратами, нитритами) означает, что нитратный фон формируется иными процессами, не связанными с текущим бактериальным загрязнением. Вероятным источником нитратов может быть диффузный агрогенный сток (удобрения, смываемые с сельскохозяйственных угодий), который поступает в реки независимо от бытовых или ливневых сбросов.

В качестве санитарного показателя фекального загрязнения вод используют содержание кишечной палочки в виде двух эпидемиологических показателей – коли-индекс и коли-титр. Коли-индекс – количество особей кишечной палочки, обнаруживаемое в 1 л исследуемого объекта. Коли-индекс – величина, пропорциональная фактическому содержанию кишечной палочки в исследуемом субстрате. Коли-титр – это наименьшее количество исследуемого материала в миллилитрах, в котором обнаружена одна кишечная палочка. В ходе работы было высчитано, что коли-индекс варьирует от 0 до 5000 КОЕ/л. Соответственно, коли-титр варьирует до 0,2 мл (при 5 КОЕ/см³). Для питьевой воды нормативы требуют отсутствия *E. coli* в 100 мл, что соответствует коли-индексу 0. Для рекреационных вод (зон купания) применяются менее жёсткие нормативы, не более 100 КОЕ/100 см³ [1, с. 6]. Согласно Директиве ЕС 2006/7/ЕС [2, с. 44-45], качество воды считается «отличным» при *E. coli* ≤ 250 КОЕ/100 мл (≤ 2500 КОЕ/л); «допустимым» при *E. coli* ≤ 500 КОЕ/100 мл (≤ 5000 КОЕ/л). В большинстве исследованных проб коли-индекс не превышал 2500 КОЕ/л, что соответствует категории «отличное качество» для рекреационного водопользования.

Таким образом, установлено, что городская среда г. Могилёва оказывает стабильное умеренное бактериологическое воздействие на поверхностные воды. Наибольший вклад антропогенной нагрузки проявляется в июле (особенно для Днепра), а река Дубровенка характеризуется замедленным самоочищением в конце летнего периода. Отсутствие корреляции *E. coli* с нитратами и нитритами подтверждает агрогенную природу нитратного загрязнения, независимую от бытовых и ливневых сбросов.

В дальнейшем мы продолжим мониторинг с добавлением показателей растворённого кислорода, БПК и термотолерантных колиформных бактерий для дифференциации автохтонных и фекальных штаммов по комплексу физиолого-биохимических и экологических признаков (а не только по факту наличия бактерий), поскольку свежие фекальные штаммы всегда сопровождаются высоким БПК и дефицитом кислорода, в отличие от автохтонных или адаптировавшихся.

Список литературы

1. Допустимые значения показателей безопасности воды поверхностных водных объектов для рекреационного использования : постановление Министерства Здравоохранения Республики Беларусь, 5 дек. 2016 г., №122 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 23.12.2016. – 8/31536.

2. Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC // Official Journal of the European Union. – 2006. – L 64. – P. 37–51. - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32006L0007>.