

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПОЧВ ПАРКА «ВИННОВСКАЯ РОЩА» Г.УЛЬЯНОВСКА

Любомиров Е.В., аспирант

Фетюхина М.С., студентка

Романов В.В., кандидат технических наук, доцент

Любомирова В. Н., кандидат биологических наук, доцент,

тел. 8(8422) 55-95-47, nvaselina@yandex.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: биоиндикация, инфузории, *Paramecium caudatum*, нефтепродукты, тяжёлые металлы, загрязнение почв, Винновская роща, Ульяновск, биотестирование, токсичность.

В статье представлены результаты оценки токсичности почв парка «Винновская роща» (г. Ульяновск), загрязнённых нефтепродуктами и тяжёлыми металлами, методом биотестирования на инфузориях *Paramecium caudatum*. Выявленные закономерности коррелируют с данными химического анализа о повышенном содержании тяжёлых металлов и нефтепродуктов, а также с информацией о сохраняющемся загрязнении территории по результатам экологического мониторинга. Обоснована необходимость использования комплекса биотестов для объективной оценки качества городских почв со сложной историей техногенного загрязнения.

Введение. Проблема загрязнения городских почв нефтепродуктами и тяжелыми металлами приобретает особую остроту в крупных промышленных центрах. Ульяновск, являясь одним из значимых машиностроительных узлов Поволжья, характеризуется наличием множества точечных и диффузных источников техногенного загрязнения, которые оказывают прямое воздействие на рекреационные зоны города [1]. Одним из наиболее ценных, но и наиболее уязвимых природных объектов является парк «Винновская роща» – памятник природы регионального значения, расположенный в Железнодорожном

районе города и примыкающий к промышленной площадке ЗАО «Ульяновский моторный завод» [2, 9]. История данного объекта насчитывает не только десятилетия техногенной нагрузки от работающих предприятий, но и конкретные аварийные ситуации: по данным общественности, в 1974 году на железнодорожных путях вблизи рощи произошёл сход цистерны с топливом, информация о котором до сих пор остаётся засекреченной [2]. Это привело к формированию подземной «нефтяной линзы», которая продолжает оказывать влияние на экологическое состояние территории.

В этих условиях особую значимость приобретает не только химико-аналитический контроль, но и биоиндикационная оценка состояния почв, позволяющая судить об интегральном воздействии всего комплекса загрязнителей на живые организмы. Одним из наиболее чувствительных и экспрессных методов такой оценки является биотестирование с использованием инфузорий, которые быстро реагируют на изменение условий среды и позволяют выявить токсичность даже тех соединений, которые трудно определить стандартными химическими методами [3,5,8,9]. Целью настоящей работы являлась оценка токсичности почв парка «Винновская роща», загрязнённых нефтепродуктами и тяжёлыми металлами, методом биотестирования на инфузориях *Paramecium caudatum*.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования послужили почвенные образцы, отобранные на территории парка «Винновская роща» в весенний период. Отбор проб осуществляли в соответствии с действующими нормативными документами (ГОСТ 17.4.4.02-2017, МУ 2.1.7.730-99). Пробные площадки закладывали в двух зонах: условно-фоновая (верхняя часть парка, удалённая от промышленной зоны) и импактная (нижняя часть парка, примыкающая к промышленной площадке и зоне выхода загрязнённых грунтовых вод). На каждой площадке отбирали по 5 точечных проб методом конверта с глубины 0-20 см, из которых составляли объединённую пробу массой не менее 1 кг.

Биотестирование проводили с использованием культуры инфузорий *Paramecium caudatum* Ehrenberg. Культивирование осуществляли в термостате при температуре 22-24°C на стандартной среде Лозина-Лозинского с добавлением дрожжевого экстракта в

качестве кормового субстрата. Для исследования использовали синхронизированную культуру в экспоненциальной фазе роста [3.9].

Для получения водной вытяжки почву смешивали с дистиллированной водой в соотношении 1:10, встряхивали в течение 30 минут и фильтровали. Оценку токсичности проводили по трём тест-реакциям: 1) изменение численности популяции через 24 и 48 часов экспозиции; 2) изменение частоты сокращения выделительных вакуолей (пульсаций) в течение 3 минут наблюдения; 3) доля погибших особей и наличие морфологических изменений. Подсчёт проводили под микроскопом при увеличении 8×40 . Инфузорий считали в 10 полях зрения или в 5 каплях фиксированного объёма (0,1 мл) с последующим пересчётом на 1 мл среды. Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартного пакета анализа. Степень токсичности оценивали по величине достоверного отличия от контроля при $p<0,05$.

Результаты исследований. Оценка токсичности водных вытяжек. Результаты биотестирования водных вытяжек из почв импактной зоны парка «Винновская роща» показали достоверное снижение численности инфузорий по сравнению с фоновой территорией. Через 24 часа экспозиции численность *P. Caudatum* в опыте снизилась на 28,5% относительно контроля, а через 48 часов – на 43,7% (различия достоверны при $p<0,05$). В то же время в пробах из условно-фоновой зоны достоверных отличий от контроля зафиксировано не было (рисунок 1).

Исследование частоты сокращения выделительных вакуолей, являющейся одним из наиболее чувствительных физиологических показателей, выявило ещё более выраженные изменения. В контроле частота пульсаций составляла в среднем $3,2\pm 0,4$ сокращений в минуту. В пробах из импактной зоны наблюдалось снижение этого показателя до $1,7\pm 0,3$ сокращений в минуту (угнетение на 46,9%), при этом у части особей регистрировалась полная блокада выделительной функции и значительное увеличение размеров вакуолей. В отдельных случаях (около 12% просмотренных особей) наблюдались грубые морфологические изменения клеточной стенки в виде множественных округлых выростов («вакуолизация»), предшествующие гибели клеток.

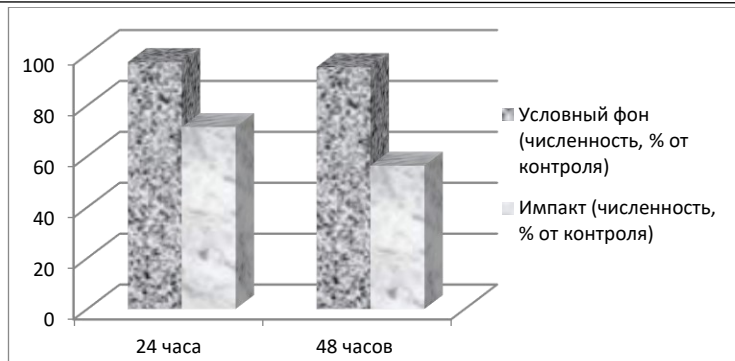


Рисунок 1 – Влияние водных вытяжек из почв парка «Винновская роща» на численность *Paramecium caudatum* через 24 и 48 часов экспозиции

Примечание: в таблице приведены средние значения численности $\pm$ стандартное отклонение (n = количество повторностей). Контроль – дистиллированная вода; условно-фоновая зона – пробы с территории без видимого антропогенного воздействия; импактная зона – пробы с территории вблизи источника загрязнения. Различия достоверны по сравнению с контролем при $p < 0,05$ (критерий Стьюдента).

Полученные данные коррелируют с результатами химико-аналитических исследований, проведённых ранее на территории парка. Согласно данным Ефремовой и Прохоровой (2011), почвы «Винновской рощи» характеризуются повышенным содержанием валовых и подвижных форм тяжёлых металлов. Суммарный показатель загрязнения (Z_c) для парка составил 18, что соответствует умеренному уровню загрязнения. При этом содержание подвижных форм свинца (11,6 мг/кг в вытяжке 1М HNO_3) и кадмия (0,31 мг/кг) было значительно выше фоновых значений и приближалось к показателям, характерным для промышленной зоны ЗАО «Ульяновский моторный завод» [1].

Анализ адаптационных возможностей. Исследование динамики численности инфузорий в течение 48 часов позволило выявить определённые адаптационные процессы в сообществе простейших. В пробах с умеренным уровнем токсичности (водные вытяжки) после первичного снижения численности на 24 часа к 48 часам наблюдалась

частичная стабилизация показателей, что может свидетельствовать о развитии адаптации части популяции к присутствию токсикантов.

Выявленные закономерности соответствуют данным литературы о четырёх этапах адаптационных изменений сообществ почвенных инфузорий при хроническом нефтезагрязнении: снижение численности, изменение сезонной динамики, элиминация неустойчивых видов с сокращением видового разнообразия и, при критических нагрузках, необратимое угнетение с последующей гибелью [6,8,9]. В условиях «Винновской рощи», где загрязнение носит многолетний хронический характер, можно прогнозировать существенное обеднение видового состава почвенных простейших и преобладание в сообществе ограниченного числа толерантных видов.

Обсуждение результатов. Проведенные исследования убедительно демонстрируют высокую чувствительность метода биотестирования на инфузориях для оценки интегральной токсичности почв, загрязнённых сложным комплексом поллютантов. Выявленное угнетение физиологических функций *P. Caudatum* (снижение численности, замедление пульсации вакуолей, морфологические изменения) коррелирует с данными химического анализа о повышенном содержании в почвах парка тяжёлых металлов (Pb, Cd, Zn, Ni, Cu) и нефтепродуктов [1,2,7,9].

Особого внимания заслуживает тот факт, что стандартное тестирование водных вытяжек, предусмотренное большинством нормативных методик, не позволяет в полной мере оценить опасность почв, загрязнённых гидрофобными соединениями – нефтепродуктами, хлорорганическими пестицидами, полихлорированными бифенилами. Водорастворимость этих токсикантов крайне низка, и они не оказывают прямого токсического действия на инфузорий при краткосрочном биотестировании. Можно предположить, что, учитывая данные литературы о наличии нефтепродуктов, их вклад в общую токсичность может быть значительным, что требует отдельного исследования на скрытую токсичность, обусловленную наличием липофильных фракций. Таким образом, для получения объективной картины токсичности почв, содержащих сложный комплекс загрязнителей, необходимо применение комплекса биотестов как элюатного, так и контактного типов, а также специальных методов пробоподготовки,

позволяющих активировать гидрофобные токсиканты [3,8,9]. Это особенно актуально для промышленных территорий со сложной историей загрязнения, к числу которых относится и парк «Винновская роща».

Выявленные различия между импактной и условно-фоновой зонами парка свидетельствуют о чёткой пространственной неоднородности загрязнения и наличии локальных очагов повышенной токсичности, связанных с поступлением загрязнённых грунтовых вод и близостью промышленной площадки. Это подтверждает необходимость организации регулярного экологического мониторинга не только промышленных зон, но и прилегающих рекреационных территорий, испытывающих техногенную нагрузку [1,9].

Выводы:

1. Почвы импактной зоны парка «Винновская роща», примыкающей к промышленной площадке ЗАО «Ульяновский моторный завод», характеризуются достоверно более высокой токсичностью по сравнению с условно-фоновыми участками, что проявляется в угнетении физиологических функций тест-культуры *Paramecium caudatum*: снижении численности популяции на 28,5–43,7%, замедлении пульсации сократительных вакуолей на 46,9%, появлении морфологических изменений у 12% особей.

2. Выявленные токсикологические показатели хорошо коррелируют с данными химико-аналитических исследований о повышенном содержании в почвах парка тяжёлых металлов (Pb, Cd, Zn, Ni, Cu) и нефтепродуктов, что подтверждает правомерность использования инфузорий в качестве чувствительных тест-объектов для интегральной оценки качества городских почв.

3. Сохраняющийся высокий уровень загрязнения парка «Винновская роща» нефтепродуктами, подтверждаемый как визуальными наблюдениями (радужные разводы на водотоках), так и данными биотестирования, свидетельствует о недостаточной эффективности проведённых рекультивационных мероприятий и необходимости продолжения мониторинговых исследований с привлечением методов биоиндикации для контроля за состоянием уникального природного объекта.

Библиографический список:

- 1.Ефремова О.А., Прохорова Н.В. Оценка загрязнения почв парков г. Ульяновска тяжёлыми металлами // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 1(5). С. 1190-1193.
- 2.Чище не стало: проблемы рекультивации Винновской рощи // Репортёр 73. 09.02.2026. URL: <https://reporter73.tv/2026/02/09/> (дата обращения: 15.03.2026).
- 3.Баранов А.П., Воронина Л.П., Лунев М.И. Биотестирование загрязненной тяжелыми металлами почвы с использованием инфузорий // Агрохимический вестник. 2015. № 3. С. 34-38.
- 4.Алекперов И.Х., Мамедова В.Ф. Биотестирование степени органического загрязнения почв Азербайджана с помощью инфузорий педобионтов // Юг России: экология, развитие. 2017. Т. 12, № 2. С. 229-236.
- 5.Карташев А.Г. Особенности адаптации почвенных инфузорий к нефтезагрязнениям // Биоиндикация антропогенных загрязнений. Томск, 2014. С. 120-124.
- 6.В Ульяновске обсудили проблемы ликвидации экологического вреда в Винновской роще // Комсомольская правда – Ульяновск. 26.06.2025. URL: <https://www.ul.kp.ru/online/news/6441576/> (дата обращения: 15.03.2026).
- 7.Способ определения токсичности почвы методом биотестирования с использованием равноресничных инфузорий *Paramecium caudatum* Ehrenberg: пат. 2482478 Рос. Федерация. № 2011142618/15; заявл. 24.10.2011; опубл. 20.05.2013. Бюл. № 14. 8 с.
- 8.Романова, Е. М. Роль эдафических факторов в циркуляции эндокринных дизрапторов в окружающей среде / Е. М. Романова, В. Н. Любомирова, В. В. Романов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4(32). – С. 94-98. – DOI 10.18286/1816-4501-2015-4-94-98. – EDN VNXBID.
- 9.Любомирова, В. Н. Оценка уровня загрязнения нефтепродуктами почв свалок твердых бытовых отходов Ульяновской области / В. Н. Любомирова, Э. Р. Камалетдинова // Молодежь и наука XXI века : Материалы IV Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 16–20 сентября 2014 года. Том I. – Ульяновск:

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, 2014. – С. 68-72. – EDN TDTOXV.

ASSESSMENT OF OIL POLLUTION LEVEL IN THE VINNOVSKAYA ROCHA PARK OF ULYANOVSK

Lyubomirov E.V., Fetyukhina M.S., Romanov V.V.,
Lyubomirova V. N.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU

Keywords: bioindication, ciliates, *Paramecium caudatum*, petroleum products, heavy metals, soil pollution, Vinnovskaya Roshcha, Ulyanovsk, biotesting, toxicity.

*The article presents the results of assessing the toxicity of soils of the Vinnovskaya Roshcha Park (Ulyanovsk), polluted with petroleum products and heavy metals, using the biotesting method on ciliates *Paramecium caudatum*. The identified patterns correlate with the data of chemical analysis on the increased content of heavy metals and petroleum products, as well as with information on the continuing pollution of the territory based on the results of environmental monitoring. The necessity of using a complex of biotests for an objective assessment of the quality of urban soils with a complex history of technogenic pollution is substantiated.*