

*Экология и рациональное природопользование***ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
СОПРЕДЕЛЬНОЙ СРЕДЫ «ПОЧВА-ВОДА»
В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ**

Сарапулова Г.И., Мунхуу А.

*Национальный исследовательский Иркутский
государственный технический университет,
Иркутск, e-mail: sara131@mail.ru*

Водно-почвенный экологический мониторинг является важнейшей составляющей наблюдения за качеством окружающей среды. Состояние экосистемы любого водного объекта во многом определяется влиянием его притоков и, в значительной степени, зависит от процессов, происходящих на водосборной площади. Усиливающееся техногенное воздействие на почвы водосборных территорий неизбежно сопровождается деградацией естественных свойств водных объектов. Почвы аккумулируют загрязняющие вещества в течение длительного времени и могут рассматриваться как индикатор экологического состояния объектов и территории в целом, включая гидросферу. Эти процессы приобретают масштабность на урбанизированных территориях, где сосредоточено большое количество промышленных производств, идет интенсивная застройка по берегам городской реки, что неизбежно ухудшает качество поверхностной воды и создает проблемы с водообеспечением. Почвогрунты (урбаноземы), аккумулируя весь спектр загрязнителей, отражают не только объемы их эмиссии, но могут служить надежным индикатором фактического распределения загрязняющих веществ в компонентах городских ландшафтов, включая аквальные.

Интерес к изучению малых рек значительно возрос, что обусловлено их особой ландшафтообразующей и экологической ролью. Эти реки составляют основу гидрографической сети и вместе со своим водосбором составляют специфическую геосистему, на экологию которой существенное влияние оказывает уровень загрязнения береговой линии. Многочисленные исследования поверхностных вод касаются особенностей распределения органических и неорганических веществ, а также разных элементов между водой, взвешенным веществом, донными отложениями. Накопленные к настоящему времени научные данные по распределению загрязняющих веществ отдельно в почве и воде указывают на мультимодальную зависимость параметров, что обусловлено многофакторным воздействием на пространственное поведение отдельных веществ в каждой из этих сред. Гидрогеохимические исследования комплекса «почвогрунты–поверхностная вода», с позиции взаимообусловленности параметров, практически отсутствуют. Выявление взаимозависимости ге-

охимического и гидрохимического составов сопредельных сред «почва-вода» актуально в плане разработки мер по снижению техногенного влияния на воду от загрязненных почв в зоне водосбора.

Целью проводимых нами исследований является изучение совокупности факторов, обуславливающих трансформацию свойств сопредельных сред «почвогрунты–поверхностная вода» в зоне малого водотока на урбанизированной территории г.Улан-Батора. Задачи исследования включали:

– изучение пространственно–временной динамики основных параметров состояния поверхностной воды и почвогрунтов, отражающих миграционные процессы загрязнителей в сопредельных средах в условиях техногенного воздействия;

– нахождение функций распределения загрязнителей в комплексе «почва-вода» на основе гидрогеохимических параметров и выяснение причин отклонений последних от нормативных значений.

Практическая направленность работы состояла в ранжировании территорий вдоль берега реки с позиций экологической опасности и привязке ситуации к конкретным производствам. Исследования соответствуют приоритетным направлениям науки и техники – рациональное природопользование, а также согласуются с перечнем критических технологий – оценки ресурсов и прогнозирования состояния литосферы и биосферы.

Полевые работы и изучение химического состава почвогрунтов аквальных ландшафтов и поверхностной воды в г. Улан-Баторе проведены осенью 2011 года. В 11 створах были отобраны образцы воды с учетом требований ГОСТа, определены взвешенные вещества, растворенный кислород, рН, гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты, кальций, магний, натрий, минерализация, тяжелые металлы, мышьяк и биогены – азот аммонийный, азот нитритный и нитратный, фосфаты. Пункты отбора почвогрунтов выбирались с учетом влияния промышленных предприятий, расположенных по берегам р. Туул, оказывающих линейное техногенное воздействие на аквальный ландшафт и качество поверхностной воды. Почвогрунты отбирались в районе каждого из 11 створов реки в зоне припlesa с глубины до 20 см и анализировались по стандартным методикам на основные геохимические параметры. Представляло интерес сравнить некоторые ключевые характеристики для двух сопредельных сред «почва-вода» с целью выявления причин отклонений естественных свойств воды и распределения параметров внутри почвенно-водной системы. К таким показателям были от-

несены в почвогрунтах органогены $N_{\text{орг}}$, $C_{\text{орг}}$, $S_{\text{орг}}$, а также сульфаты и хлориды из водной вытяжки. Для поверхностной воды для сравнительного анализа использованы содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, нитритов, аммония. Содержание этих органогенов в образцах почвы определены после просушки до воздушно-сухого состояния, просеивания на сите до 0,1 мм, последующего истирания, с использованием химического органического микроанализа в Иркутском институте химии СО РАН. Для оценки качества воды и почвогрунтов и соответствия их нормативам использованы значения ПДК. Полученные результаты обработаны методами статистики на основе пакета программ Statistika в Excel. С помощью корреляционного анализа получены зависимости, отражающие взаимообусловленность поведения анализируемых параметров в системе «почва–вода».

Установлено пространственное распределение $C_{\text{орг}}$, $N_{\text{орг}}$, $S_{\text{орг}}$ в верхнем 20 см слое почвогрунтов в зоне городского аквального ландшафта. Выявлено, что районы (береговые зоны) Ярмаг, Сонголон, Биокомбинат, Птицефабрика, Зайсан характеризуются содержанием органического углерода и азота в пределах 0,3–0,55 и 0,28–0,60%, соответственно. Это согласуется со спецификой указанных производств, загрязняющие вещества которых в своем составе содержат именно азотсодержащие соединения. В других береговых зонах реки – Уголок, Богатое сердце, Городок – содержания этих органогенов ниже, и наоборот, отмечается увеличение содержания серы до 0,25–0,35%, что свидетельствует о техногенном поступлении серосодержащих веществ на анализируемые участки ландшафта.

На основании корреляционного анализа получены зависимости « SO_4^{2-} почвогрунты– SO_4^{2-} вода» (1) и «Cl⁻ почвогрунты – Cl⁻ вода» (2).

$$Y = 0,255 X + 11,213, R^2 = 0,8738; \quad (1)$$

$$Y = 1,3308 X + 16,472, R^2 = 0,7559. \quad (2)$$

Качество корреляций (величины R^2) позволяют сделать вывод о статистической значимости закономерностей поведения взаимообусловленных параметров в почвенно-водном комплексе, а также о существенном влиянии стоков с территории на качество речной воды. Следует подчеркнуть, что для природных объектов, как правило, не наблюдается корреляций высокого уровня, что связано с вариабельностью условий окружающей среды и влиянием многокомпонентности состава субстратов почв или водной среды.

Сульфатная сера, поступающая с территории водосбора, может находиться в составе алкилсульфатов, пенообразователей, смачивателей, эмульгаторов, гипса, которые используются на многих производствах, промышлен-

ных и строительных участках, расположенных вдоль русла реки в г. Улан-Баторе. Выявлен, в основном, гидрокарбонатно-кальциевый тип воды, однако в некоторых створах вдоль русла зарегистрирован сульфатно-гидрокарбонатный тип воды группы кальция. Эта трансформация химического состава воды связана с техногенным поступлением ионов SO_4^{2-} с береговой территории и транспортного грузового потока через мост Ярмаг. Наблюдаемые изменения химического баланса воды, связаны именно с загрязнением, поскольку сульфатный тип природных естественных вод встречается очень редко. Неустойчивый характер химического состава воды под влиянием техногенных факторов усугубляется низкой минерализацией, не превышающей 170 мг/дм³, и малой величиной общей жесткости.

Значения других гидрохимических параметров – главные ионы, тяжелые металлы, pH, окисляемость, ХПК и БПК – обнаружили существенные отклонения от допустимых нормативов. Так, зафиксировано превышение концентраций тяжелых металлов Hg, Cd, Cr в 2–10 раз. Содержание азота NO_2^- превышало допустимый уровень в 50–100% от общего числа проб, а в некоторых пробах воды превышение ПДК нитритного азота возрастало от 10 до 100 раз. Содержание аммонийного азота (NH_4^+) в течение периода наблюдений в 2–10 раз стабильно выше норматива. Вода реки в некоторых створах также характеризуется высоким содержанием фосфора. В 80% всех проб воды уровень концентрации его минеральной формы превышает допустимый уровень на один порядок.

Для гидрогеохимических характеристик на основе физико-химических определений составлены матрицы, рассчитаны коэффициенты корреляции между элементами матрицы, выявлены взаимообусловленные тенденции распределения параметров.

Выводы. Проведен комплексный гидрогеохимический анализ в системе «почвогрунты – поверхностная вода», что позволило охарактеризовать экологическое состояние аквальных ландшафтов города Улан-Батора. Полученные результаты подтверждают трансформацию гидрогеохимических параметров и прогнозируют формирование опасной экологической ситуации, связанной с загрязнением реки и почвогрунтов по ее берегам. Неконсервативные компоненты SO_4^{2-} , Cl⁻, Na⁺ имеют, преимущественно, техногенное происхождение, о чем свидетельствуют значительные амплитуды колебаний их содержаний в разных створах реки. Выявлены зоны наиболее опасной экологической ситуации с привязкой к конкретным производствам. Корреляционные зависимости взаимообусловленных гидрогеохимических параметров в системе «почвогрунты–поверхностная вода» статисти-

чески значимы и подтверждают факт доминирующего влияния загрязненных территорий на качество воды в реке.

Полученные данные демонстрируют необходимость разработки программы гидрогеохимических исследований в г. Улан-Баторе. Не менее актуален коренной пересмотр контроля воды

не только в пределах города, но и по всей длине малого водотока, подверженного интенсивному техногенному воздействию. Невыполнение экологических нормативов приведет к быстрой потере р. Туул категории хозяйственно-питьевого назначения, что в условиях маловодности территории недопустимо.

«Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники», на борту круизного лайнера MSC Splendida Италия-Испания-Тунис-Мальта, 29 июня - 6 июля 2012 г.

Биологические науки

**О ФИЗИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ
ЛИМФОИДНЫХ УЗЕЛКОВ
В КРАНИАЛЬНЫХ БРЫЖЕЕЧНЫХ
ЛИМФОУЗЛАХ У БЕЛОЙ КРЫСЫ**

Петренко В.М., Петренко Е.В.

Санкт-Петербург, e-mail: deptanatomy@hotmail.com

До рождения белой крысы паренхима кра-ниальных брыжеечных лимфоузлов (КБЛУ) бо-лее или менее гомогенна, отмечаются главным образом ее уплотнение и расширение вглубь закладки, к воротам (пристеночная «ножка» ин-вагинации). Перед самым рождением, у плода белой крысы 21 сут появляются признаки раз-деления паренхимы КБЛУ на корковое и мозго-вое вещество в связи с вращением в них первых промежуточных синусов. Процесс первичной дифференциации КБЛУ завершается в первые дни внеутробной жизни белой крысы. В течение второй недели после ее рождения происходит образование множества первичных лимфоидных узелков в корковом веществе КБЛУ, а на третьей неделе в узелках появляются герминативные центры. После рождения крысята попадают в де-финитивную внешнюю среду обитания и сразу же подвергаются агрессии со стороны множе-ства бактерий и других антигенов. Они поступа-ют в пищеварительный тракт крысят, в т.ч. при кормлении материнским молоком. С 2-3 нед. вне-утробной жизни иммунологическая нагрузка на КБЛУ должна еще больше возрасти: крысята на-чинают все более активно, самостоятельно пере-двигаться, изучать незнакомые предметы и пере-ходить на смешанное питание.

Отмеченные морфофункциональные корреляции в постнатальном развитии КБЛУ белой крысы соответствуют 1-й и 3-й фазам иммуно-логической реакции в уже сформированном ЛУ при попадании в организм бактериального ан-тигена, где реакция протекает быстрее, чем в за-кладке ЛУ (разные количество и степень зрело-сти лимфоидных клеток и структур): 1-я фаза иммунного ответа (1-е сут) – обработанный макрофагами антиген поступает в ЛУ, как и ан-тигенреактивные клетки из пула циркулирую-щих лимфоцитов (Rabson A. et al., 2006), число

Т-лимфоцитов увеличивается в Т-зоне в резуль-тате их как иммиграции, так и пролиферации (Emeson E.E., Thurch D.R., 1971; Herman P.G. et al., 1972), что сопровождается увеличением площади Т-зоны ЛУ (Оленева Е.Н., Филиппо-вич Л.И., 1975) ~ первичная дифференциация КБЛУ в первые дни после рождения крысы; 3-я фаза иммунного ответа (7-е сут) – с 5-6-х сут возрастает число лимфоидных узелков и их гер-минативных центров (Sin Yoke Min, 1972) ~ вто-ричная дифференциация КБЛУ со 2-й нед. по-сле рождения крысы.

**ПОКАЗАТЕЛЬ МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИХ
КОРРЕЛЯЦИЙ В РАЗВИТИИ ТИМУСА
И КРАНИАЛЬНЫХ БРЫЖЕЕЧНЫХ
ЛИМФОУЗЛОВ БЕЛОЙ КРЫСЫ**

Петренко В.М., Петренко Е.В.

Санкт-Петербург, e-mail: deptanatomy@hotmail.com

Тимус является одним из первичных лим-фоидных органов, который «продуцирует» циркулирующие Т-лимфоциты. Они по микро-кровеносным сосудам поступают в паренхиму вторичных лимфоидных органов, в т.ч. кра-ниальных брыжеечных лимфоузлов (КБЛУ), где регулируют иммунопоэз, участвуют в различ-ных иммунологических реакциях. Неслучайно поэтому тимус как лимфоидный орган опре-деляется в эмбриогенезе человека (8-я нед.) и белой крысы (16 сут) раньше, чем КБЛУ (11-12 нед./19-20 сут). Тимус и КБЛУ уже давно изучаются в условиях возрастной нормы и экс-перимента (Хлыстова З.С., 1987; Долгова М.А., 1989; Сапин М.Р., Этинген Л.Е., 1996). Нередко исследователи рассматривают вопрос о морфо-генетических корреляциях нормального и экс-периментального развития тимуса и КБЛУ. Однако до сих пор не предложен показатель морфогенетических корреляций, что было бы удобно для их оценки и сопоставления резуль-татов разных исследований.

Ю.И. Бородин (1968, 1970) в процессе ис-следований соматических ЛУ предложил их разделять по строению, в т.ч. по соотношению коркового и мозгового вещества на 3 типа, в свя-