

НОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ в донных отложениях **ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

Проведены анализ, систематизация и обобщение информации по проблеме нормирования химических веществ (пестициды, промышленные ингредиенты) в донных отложениях водных экосистем, загрязняемых различными путями. Сделано заключение о возможности решения данной проблемы с использованием геохимических и биогеохимических критериев нормирования как основы разработки предельно допустимых концентраций веществ в донных отложениях.

Введение

Донные отложения (ДО) представляют собой неотъемлемую составляющую водных экосистем и важнейший фактор процесса формирования качества водной массы в них. По уровню загрязнения ДО различными химическими веществами, такими, как пестициды и промышленные ингредиенты, можно составить объективное представление о состоянии водных экосистем, подверженных антропогенному воздействию. Известно, что состояние водных экосистем может ухудшаться в связи с тем, что ДО, аккумулировавшие химические вещества, при определенных условиях становятся источником вторичного загрязнения водной массы. Объективный контроль загрязнения ДО можно осуществлять только при наличии экспериментально обоснованного санитарно-гигиенического норматива отдельного вещества в виде его предельно допустимой концентрации (ПДК). Под последним понимается концентрация вещества в ДО, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени не оказывает негативного воздействия на организм человека при попадании в него тем или иным путем. Располагая подобным средством санитарно-гигиенического контроля можно не только судить о состоянии водных экосистем, но и прогнозировать его ухудшение вследствие вторичного загрязнения водной массы химическими веществами из ДО. Однако сани-

Р.В. Галиулин*,

доктор
географических наук,
ведущий научный
сотрудник
лаборатории
функциональной
экологии,
Учреждение
Российской
академии наук
Институт
фундаментальных
проблем биологии
РАН (ИФПБ РАН)

Р.А. Галиулина,

научный сотрудник
лаборатории
функциональной
экологии,
Учреждение
Российской
академии наук
Институт
фундаментальных
проблем биологии
РАН (ИФПБ РАН)



тарно-гигиенические нормативы для ДО в нашей стране до сих пор отсутствуют даже на приоритетные химические вещества [1-4]. В этой связи закономерно возникают два вопроса. 1) С помощью каких критериев в настоящее время оценивается загрязнение ДО химическими веществами? 2) Каковы перспективы решения проблемы нормирования химических веществ в ДО?

Поэтому цель данной работы состояла в анализе, систематизации и обобщении информации по проблеме нормирования химических веществ (пестициды, промышленные ингредиенты) в ДО водных экосистем, загрязняемых различными путями, для ответа на выше поставленные вопросы.

Результаты и их обсуждение

Особенности загрязнения донных отложений водных экосистем химическими веществами

Загрязнение водных экосистем и, следовательно, их неотъемлемой составляющей – ДО, химическими веществами происходит

* Адрес для корреспонденции: galiulin-rauf@rambler.ru

различными путями – поверхностным и грунтовым стоком из загрязненных территорий, промышленными сточными водами и т.д. Так, например, оросительная вода с полей увлекает с собой частицы поверхностного слоя почвы с адсорбированными пестицидами и их последующее переотложение обуславливает попадание веществ в ДО водных экосистем. Наблюдения за накоплением таких стойких хлорорганических пестицидов, как ДДТ (дихлордифенилтрихлорметилметан) и ГХЦГ (гексахлорциклогексан) в ДО Азовского моря показали, что их содержание повторяет среднегодовой показатель в воде с отставанием на один год (рис. 1) [5].

При этом амплитуда колебаний среднегодовых величин содержания пестицидов в ДО была меньше по сравнению с их концентрацией в воде, что связано с многократным взмучиванием и переосаждением поверхностных слоев ДО. Одной из характерных особенностей пространственного распределения пестицидов в ДО Азовского моря является наличие локальных участков с более высоким содержанием веществ по сравнению с их средними значениями, что обычно приурочено к местам впадения рек, несущих химические вещества в растворенном виде, адсорбированными на взвешах и в коллоидальных формах.

Что касается таких промышленных ингредиентов, как ПХБ (полихлорбифенилы), также относящихся к стойким хлорорганическим соединениям, широко применявшихся в прошлом в качестве диэлектриков, теплоносителей,

Ключевые слова:

водные экосистемы, донные отложения, химические вещества, нормирование, геохимические и биогеохимические критерии, предельно допустимая концентрация

лей, гидравлических жидкостей, пластификаторов, наполнителей пестицидных препаратов и т.д., то их массированное поступление в водные экосистемы сточными водами и другими путями привело к тому, что загрязненность ими ДО оказалась существенно больше, чем ДДТ и ГХЦГ. Другие промышленные ингредиенты – тяжелые металлы (более 40 химических элементов с атомной единицей массы >50), могут поступать в водные экосистемы стоками с так называемых техногенных образований (отвалы и терриконы забалансовых руд, минерализованных пород, шлако- и золотвалы и др.), имеющих в бассейнах рек, а также непосредственно со сточными водами предприятий черной и цветной металлургии и т.д. Кроме того, разнообразные труднорастворимые соединения тяжелых металлов, минеральные и органические сорбенты, включающие металлы, а также субстраты, покрытые тонкой пленкой, содержащие эти вещества, под действием сил гравитации поступают из водной толщи в ДО [6].

Донные отложения как источник вторичного загрязнения водной массы химическими веществами

Вторичное загрязнение водной массы посредством десорбции, например, пестицидов, из ДО обычно происходит при соотношении содержания веществ в ДО и воде >1. Так, наиболее вероятной причиной недавнего загрязнения воды р. Чапаевка (в 1 км ниже г. Чапаевск, Самарская область) ГХЦГ в количествах от 5 до 20 ПДК согласно [7], явилось вымывание данного вещества из ДО, загрязненных за годы функционирования завода по производству стойких хлорорганических пестицидов [8]. Десорбция в воду поглощенных пестицидов из ДО не исключается и при резком изменении кислотности (рН) или возрастании температуры водной массы. Это становится возможным при попадании в водные объекты промышленных сточных вод с экстремальными значениями рН (сильнокислые, сильнощелочные) или с относительно высокой температурой при их сбросе из тепловых или атомных электростанций. Вторичное загрязнение водной массы химическими веществами, в том числе и тяжелыми металлами, может происходить, например, за счет взмучивания ДО во время штормов, при драгировании, т.е. изъятии ДО при дноуглубительных работах и т.д. [6]. Другими факторами, способствующими загрязнению воды тяжелыми металлами из ДО, являются снижение значений рН и окислительно-восстановительного потенциала (Eh) на границе раздела фаз “ДО – вода”,

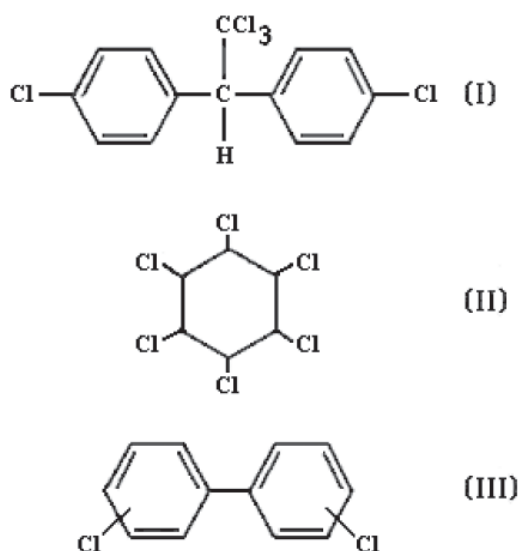


Рис. 1. Стойкие хлорорганические соединения.

Пестициды: I – ДДТ (дихлордифенилтрихлорметилметан); II – ГХЦГ (гексахлорциклогексан). Промышленные ингредиенты: III – ПХБ (полихлорбифенилы – моно-, ди-, три-, тетра-, пента-, гекса-, гепта-, окта-, нона-, декахлорбифенил)

создание дефицита растворенного кислорода в водной толще и в самих ДО и т.д. [9].

Донные отложения, загрязненные химическими веществами, как фактор негативного воздействия на ихтиофауну

Накопление таких стойких хлорорганических соединений, как ДДТ, ГХЦГ и ПХБ в ДО представляет немалую опасность для рыб-бентофагов, т.е. рыб, питающихся организмами, живущими на дне водоема или опускающихся на дно в поисках пищи. Так, кумулятивным эффектом ДДТ и ГХЦГ можно объяснить патологические изменения в печени камбалы (вакуолизация гепатоцитов, воспалительная реакция в виде скопления лимфоцитов и т.д.), выловленной в Амурском заливе (залив Петра Великого, Японское море), а также высокую степень поражения поперечно-полосатой мышечной ткани у осетровых рыб (истончение мышечных волокон, появление лизирующих миофибрилл и т.д.) в западных побережьях средней и южной части Каспийского моря, а также на предустьевых пространствах рек Кура и Терек [10, 11]. Как известно, кумулятивный эффект связан с накоплением химических веществ в организме при многократном поступлении относительно небольших их количеств, приводящих в результате к различного рода патологиям. Так, для самок осетровых рыб Азовского моря с относительно высоким содержанием ДДТ, ГХЦГ и ПХБ в их тканях были характерны следующие признаки патологии: изменения параметров детоксикационной системы печени и содержания белка во всех тканях, асинхронность созревания ооцитов и т.д. [12].

Кроме того, в икре осетров с патологией внутренних органов было найдено повышенное содержание свинца.

Стойкие хлорорганические соединения в рыбе и других гидробионтах передаются по трофической цепи к человеку как потребителю рыбной и нерыбной продукции речного и морского промысла, накапливаются в его организме, вызывая патологию крови и печени, увеличивая частоту злокачественных новообразований и т. д. Так, наибольшее содержание ПХБ было обнаружено в крови людей, потреблявших рыбу из оз. Мичиган (США), а значительно меньшее – у людей, потреблявших рыбу из оз. Гурон и оз. Эри (США – Канада), что объясняется относительно низким загрязнением этих водных объектов, входящих в систему Великих озер [13]. В работе [8] отмечен факт, что ~80 % женщин, больных раком молочной железы, питались рыбой, выловленной в водоемах, близко расположенных к вышеупомянутому заводу по производству в прошлом стойких хлорорганических пестицидов в г. Чапаевск. При такой неблагоприятной гидроэкологической ситуации, связанной с загрязнением ДО, становится крайне необходимым осуществление санитарно-гигиенического контроля за состоянием водных экосистем с помощью определенных критериев нормирования химических веществ.

Нормирование химических веществ в донных отложениях водных экосистем

Анализ литературы показал, что в настоящее время для оценки загрязненности ДО водных экосистем химическими веществами, т.е.

