

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ВОДНОЙ СРЕДЫ

А.Н. Петрухина, магистрант

Е.А. Ларионов, канд. хим. наук

В.М. Ларионова, канд. хим. наук

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского
(Россия, г. Калуга)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-12-3-16-19

Аннотация. В настоящей статье сделан краткий обзор проблем, возникающих в связи с загрязнением окружающей среды лекарственными препаратами. Производство и потребление лекарств и биологически активных добавок неуклонно растет, и всё большее их количество попадает во внешнюю среду. Несмотря на незначительные концентрации, фармакологически активные вещества, вспомогательные вещества и продукты их деградации могут оказывать сильное влияние на живые организмы. Загрязнению подлежат, прежде всего, водные объекты. В публикации рассматриваются вопросы, связанные с загрязнением окружающей среды такими лекарственными средствами как парацетамол и диклофенак. Одним из направлений решения проблемы лекарственного загрязнения является повышение уровня контроля над состоянием природных объектов, что в свою очередь может достигаться расширением спектра химических и физико-химических методов и методик, позволяющих обнаруживать и идентифицировать органические ксенобиотики.

Ключевые слова: лекарственное загрязнение, органические ксенобиотики, фармполлютанты, окружающая среда, экологическая проблема.

О загрязнении окружающей среды лекарственными средствами.

В настоящее время загрязнение сточных вод и водоемов лекарственными средствами перерастает в глобальную экологическую проблему для многих стран. Высокий рост производства и потребления лекарственных препаратов ведет к их неизбежному попаданию во внешнюю среду. Данный вид загрязнения оказывает негативное влияние на флору и фауну, а также на здоровье человека. Поскольку самым значимым показателем, который характеризует гигиеническую и экологическую безопасность среды обитания всего человечества планеты, а также окружающей среды, является качество природных вод, то важно контролировать процессы, влияющие на их качество [1, 2].

Результаты различных исследований практически во всех странах показывают, что остатки лекарственных средств обнаруживаются повсеместно [3]. Процесс попадания лекарств во внешнюю среду практически невозможно контролировать, так

как количество выбросов постоянно растет и, прежде всего, они попадают в воду. Поэтому в настоящее время широко исследуется вопрос загрязнения гидросферы фармполлютантами [3].

Источников попадания лекарств в окружающую среду достаточно много. Во-первых – это неиспользованные лекарственные препараты, препараты с истекшим сроком годности, которые выбрасываются в составе бытового мусора или сливаются в канализацию. Во-вторых, физиологические выделения человека. Чаще всего препараты не полностью всасываются в организме, а выводятся практически в виде исходных соединений. Также лекарственные вещества, попадая в сточные воды, способны образовывать соединения, которые обладают большой токсичностью [4, 5].

Очистные сооружения не всегда способны эффективно удалять остатки фармацевтических препаратов из сточных вод, поэтому они попадают в реки и водоемы. Важно, чтобы присутствие лекарственных

средств в питьевой воде было исключено, поэтому необходимо усовершенствовать уже существующие методы очистки природных вод, а также создавать новые и эффективные методы [6, 7].

Одними из самых широко используемых анальгетиков являются парацетамол и диклофенак, которые относятся к нестероидным противовоспалительным препаратам.

Согласно масштабному исследованию Йоркского университета, одним из наиболее встречающихся препаратов в реках являлся парацетамол, концентрация которого оказалась достаточно высока. Данный препарат обнаруживался в 75% исследований, вследствие своей высокой устойчивости и широкого применения. Известно, что около 50-60% парацетамола, попавшего в организм, выводится через мочевыделительную систему и попадает в сточные воды [8]. Во время проведения исследования забор воды осуществлялся в 1052 местах: в крупных городах и небольших населенных пунктах, а также в различных климатических зонах. Наиболее часто парацетамол в сточных водах обнаруживался в странах Южной Африки, США, Франции, Испании и Канаде [8]. Москва же находится на 78-ом месте по нахождению в сточных водах различных активных фармацевтических субстанций, в том числе и парацетамола.

Такая же ситуация и с нахождением диклофенака в природной среде. Диклофенак – это активная фармацевтическая субстанция, которая входит в состав различных обезболивающих средств (например, велтавел, вольтарен). Мировая фармацевтическая промышленность производит около 1500 т диклофенака в год, поэтому в отходах он обнаруживается практически на всех материках нашей планеты. Достаточно концентрации всего 1 мкг/мл, чтобы данный лекарственный препарат становился токсичным для различного рода организмов. Анализ научной литературы показывает, что диклофенак оказывает неблагоприятное воздействие на гидробионту, а у человека может спровоцировать различные заболевания пищеварительного тракта (гастрит, желудочно-кишечное кровотечение, язвы желудка и

кишечника), в том числе приводящие к летальному исходу.

Таким образом, интенсивное производство и потребление фармацевтических препаратов приводит к их постоянному попаданию в природную среду, тем самым загрязняя ее. Внедрение новых и эффективных способов очистки природных вод значительно улучшит экологическую ситуацию в мире, которая связана с загрязнением гидросферы фармпольюантами.

Поиск в окружающей среде лекарственных средств, их метаболитов и продуктов их физико-химического взаимодействия.

Современные физико-химические методы позволяют определять содержание лекарственных средств в природных объектах, например, в воде, в концентрациях до нг/мл [9, 10]. Это, прежде всего, различные варианты газовой и жидкостной хроматографии с масс-селективным детектированием, с последующей проверкой полученных данных по библиотекам спектров [9, 10, 11]. Однако следует отметить, что перечисленные методы не являются широкодоступными, а обслуживание оборудования может быть связано с большими материальными затратами и требует высокой квалификации персонала.

В связи с этим напрашивается вывод о том, что необходимо разрабатывать новые методы и методики разделения, концентрирования и идентификации интересующих исследователя веществ.

Компоненты лекарств (как активное начало, так и вспомогательные вещества), попадая во внешнюю среду, могут претерпевать значительные изменения под влиянием ультрафиолетового излучения, влаги, pH, температуры, бактерий и т.д. Возможно протекание различных химических реакций с компонентами среды.

Известны нормативные документы, регламентирующие изучение стабильности лекарственных средств [12]. Так, например, исследование стабильности в Государственной фармакопее Российской Федерации XIV издания регламентируется в ОФС.1.1.0009.18. Некоторые из таких испытаний предполагают создание таких условий, что химическая деструкция или

физические изменения происходят в ускоренном режиме.

В то же время для разрешения вопросов, связанных с опасностью лекарственного загрязнения, важна информация не только о стабильности лекарственного средства и вспомогательных веществ, но и о веществах, образующихся в результате физико-химических процессов и о влиянии таких веществ на живые организмы.

Таким образом, поведение органических соединений под влиянием многих факторов внешней среды во многих случаях можно моделировать в лабораторных условиях. Такого рода данные могут быть весьма полезны в поиске органических ксенобиотиков в природных объектах и при решении многих вопросов по защите окружающей среды.

Библиографический список

1. Баренбойм, Г.М. Загрязнение водных объектов Подмосковья лекарствами, их метаболитами и другими ксенобиотиками с фармакологической активностью: проблемы и пути решения / Г.М. Баренбойм, М.А. Чиганова // Вестник РАЕН. – 2014. – Т. 14, № 2. – С. 97-103.

2. Власов, А.В. Применение сорбционных и мембранных методов в процессах водоочистки от диклофенака / А.В. Власов, А.П. Вергун // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 310, № 1. – С. 134-137.

3. Гетьман, М.А. Лекарственные средства в окружающей среде / М.А. Гетьман, И.А. Наркевич // Ремедиум. – 2013. – № 2. – С. 50-54.

4. Козлова, М.А. Лекарственное загрязнение природных и сточных вод: методы очистки и результаты исследования / М.А. Козлова // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2020. – Т. 16, № 1. – С. 77-80.

5. Никифорова, В.А. Особенности влияния фармацевтических средств на окружающую среду / В.А. Никифорова, А.С. Ашихин // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. – 2021. – Т. 1. – С. 243-245.

6. Баренбойм, Г.М. Загрязнение поверхностных и сточных вод лекарственными препаратами / Г.М. Баренбойм, М.А. Чиганова // Вода: химия и экология. – 2012. – № 10(52). – С. 40-46.

7. Самойленко, Н.Н. Загрязнение муниципальных вод фармацевтическими препаратами и их производными / Н.Н. Самойленко, И.А. Ермакович // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 4, № 10 (64). – С. 8-11.

8. Pharmaceutical pollution of the world's rivers / J.L. Wilkinson, A.B.A. Boxall, R.A. Marchant [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2022. – Vol. 119, № 8. – P. e2113947119. – DOI 10.1073/pnas.2113947119.

9. Баренбойм, Г.М. Оценка биологической опасности органических ксенобиотиков / Г.М. Баренбойм, М.А. Чиганова, А.В. Аксенов // Методы оценки соответствия. – 2011. – № 7. – С. 28-33.

10. Баренбойм, Г.М. Особенности загрязнения поверхностных водных объектов компонентами лекарственных средств / Г.М. Баренбойм, М.А. Чиганова, И.В. Березовская // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2014. – № 3. – С. 131-141.

11. Ельцова, Н.О. Аналитические методы исследования стабильности фармацевтических композиций и совместимости их компонентов / Н.О. Ельцова, Г.Б. Голубицкий, Е.В. Будко // Журнал аналитической химии. – 2014. – Т. 69, № 10. – С. 1011. – DOI 10.7868/S0044450214100065.

12. Основные подходы к изучению стабильности лекарственных средств: отечественный и международный опыт / И.В. Сакаева, Н.Д. Бунятян, Е.Л. Ковалева [и др.] // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств. – 2013. – № 3. – С. 8-11.

PHARMACEUTICALS AS POTENTIAL POLLUTANTS OF AQUEOUS ENVIRONMENT

A.N. Petrukhina, *Graduate Student*

E.A. Larionov, *Candidate of Chemical Sciences*

V.M. Larionova, *Candidate of Chemical Sciences*

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski
(Russia, Kaluga)

***Abstract.** The present article is a brief review of the problems arising in connection with environmental pollution by medicines. Production and consumption of drugs and biologically active additives are steadily increasing, and more and more of them get into the external environment. Despite insignificant concentrations, pharmacologically active substances, excipients, and their degradation products can have a strong impact on living organisms. First of all, water bodies are subject to pollution. The publication considers issues related to environmental pollution by such medicines as paracetamol and diclofenac. One of the directions of solving the problem of drug pollution is to increase the level of control over the state of natural objects, which in turn, can be achieved by expanding the range of chemical and physicochemical methods and techniques that allow specialists to detect and identify organic xenobiotics.*

***Keywords:** drug pollution, organic xenobiotics, pharmaceutical pollutants, environment, ecological problem.*