

УДК 628.671

Гигиенические критерии опасности полиолов в связи с санитарной охраной водных экосистем

В.А. Телегин, В.И. Евдокимов, В.В. Феттер*

Резюме. Лапролы (Л-3003-2-60, Л-4003-2-20, Л-6003-2Б-18) изменяют органолептические свойства воды – придают ей горько-вяжущий привкус, запах уменьшают прозрачность, – обладают свойствами поверхностно-активных веществ (ПАВ), вызывают пенообразование, в их присутствии наблюдается опалесценция водных растворов. Они относятся к высокостабильным соединениям, могут нарушать кислородный режим водоемов, изменять динамику процессов аммонификации и нитрификации, оказывать токсический эффект на дафнии. Установлены критерии опасности донных ксенобиотиков для водных объектов по указанным показателям.

Ключевые слова: ксенобиотики, охрана водоемов.

HYGIENIC CRITERIA OF DANGER POLYOLS IN CONNEKTION WITH SANITARY PROTECTION OF WATER ECOSYSTEMS

V.A. Telegin, V.I. Evdokimov, V.V. Fetter

Summary. Laprols (L-3003-2-60, L-4003-2-20, L-6003-2B-18) change organoleps properties of water – give it is bitter knitting smack, a smell, reduce a transparency, – possess properties of surface-active substances (PEAHFNS), cause foaming, at their presence opalescence of water solutions is observed. They concern highly stable connections, can break an oxygen mode reservoirs, change dynamics of processes ammonifications and nitrifications, to render toxic effect but water fleas. Criteria of danger of ground xenobiotics for water objects on the specified indicators are established.

Key words: xenobiotics, protection of reservoirs.

Выбор объектов исследования обусловлен необходимостью комплексного токсиколого-гигиенического изучения группы поверхностно-активных веществ (ПАВ) под техническим названием «лапролы» в связи с разработкой практических профилактических мероприятий по охране водных экосистем и здоровья населения [1–3]. Изучаемые вещества используются в различных отраслях промышленности и со сточными водами попадают в водосмы, что может повлечь за собой неблагоприятные воздействия на окружающую природную среду, организмы животных и людей.

Целью работы явилось гигиеническое обоснование предельно допустимых концентрации группы лапролов в водоемах. Использовались образцы веществ представленных НПО «Полимерсинтез» (г. Владимир, РФ) с регламентированными физико-химическими параметрами лапролы Л-3003-2-60, Л-4003-2-20, Л-6003-2Б-18.

Это полиоксилиленоксипропилентриолы, прозрачные вязкие жидкости, хорошо растворимые в воде и органических растворителях, с молекулярной массой соответственно 3000, 4000 и 6000.

Программа исследования составлена в соответствии с нормативными документами и рекомендациями [4–6].

На первом этапе изучена качественная и количественная десгрукция лапролов в модельных водоемах, содержащих вещества в концентрациях 2000 мг/мл, время экспозиции составляло 1 год в условиях комнатной температуры и естественного освещения. Хроматографическим методом с помощью газожидкостного хроматографа «Цвет-560» определены исходные вещества, а также продукты деструкции и трансформации.

Установлено, что на 10-й мес эксперимента в водных растворах ксенобиотики содержались в концентрациях более 50% исходного количества.

* Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Белгородский государственный национальный исследовательский университет

т.е. вещества практически не подвергаются деструкции и трансформации. Наиболее стабилен в водной среде Л-4003-2-20. Лапролы деструктируются в воде с образованием различных альдегидов, ацетона, углеводородов и др. Гигиеническая оценка продуктов деструкции свидетельствовала, что токсичность этих соединений зачастую превышает токсичность исходных продуктов.

В процессе определения стабильности лапролов по динамике запаха, привкуса и пенообразования была установлена их высокая стабильность по этим показателям. Вещества в различных концентрациях придают воде специфический запах нефтепродуктов. Определены порог восприятия (интенсивность 1 балл) и практический порог (интенсивность 2 балла) на следующих уровнях: Л-4003 – $272,0 \pm 4,7$ мг/л и $633,0 \pm 10,9$ мг/л; Л-6003 – $907,2 \pm 20,5$ мг/л и $1095 \pm 44,3$ мг/л. Лапрол-3003 в концентрации до 1500 мг/л специфического запаха воде не придавал.

Изучаемые вещества сообщали воде горько-вяжущий привкус. При этом порог восприятия и практический порог определены на уровнях: Л-3003 – $41,5 \pm 6,6$ мг/л и $61,54 \pm 6,6$ мг/л; Л-4003 – $7,1 \pm 1,2$ мг/л и $11,1 \pm 1,8$ мг/л; Л-6003 – $31,5 \pm 2,3$ мг/л и $40,0 \pm 2,8$ мг/л.

Лапролы при попадании в воду вызывали ее опалесценцию, уменьшая прозрачность. По этому признаку установлены пороговые концентрации: Л-3003 – 10,0 мг/л; Л-4003 – 10,0 мг/л, Л-6003 – 8 мг/л. Пробное хлорирование проводилось на уровне пороговых доз лапролов по привкусу. Испытаны дозы хлора 0,5; 1,0 и 2,0 мг/л (остаточный хлор – 0,2–0,5 мг/л). Исследования показали, что в указанных условиях провоцирования запахов и привкусов не наблюдалось.

Наиболее существенное изменение органолептических свойств воды – пенообразование. Крутилопузырчатая пена начинала появляться при концентрациях лапролов 0,5 мг/л и более. Пороговой концентрацией по этому признаку является для всех изучаемых веществ 0,1 мг/л.

Среди большого разнообразия отрицательного влияния вредных веществ промышленных сточных вод на водоем особое внимание уделяется их воздействию на санитарный режим (процессы естественного самоочищения от органического загрязнения). Многочисленными исследованиями доказано, что в основе этих процессов лежат преимущественно биохимические превращения органических веществ, связанные с жизнедеятельностью сапрофитной микрофлоры.

Показателями интенсивности процессов самоочищения водоема в основном являются биохимическое

потребление кислорода (БПК), степень минерализации и нитрификации органических соединений. Для более полного раскрытия характера влияния изучаемых веществ на процессы самоочищения дополнительно изучались динамики содержания растворенного в воде кислорода, активной реакции воды, развития водных организмов.

Анализ результатов БПК показал, что лапролы в прямой зависимости от их концентрации повышают потребление кислорода. Так, в сравнении с контролем на 5-е сут опыта наблюдалось превышение БПК при концентрациях 25 мг/л и более. Увеличение потребления кислорода начинается с первых суток опыта и достигает максимума на 5-е сут. Влияние на БПК при концентрации веществ 10,0 мг/л не отличалось от контроля, тогда как при концентрации 50,0 мг/л увеличивалось потребление кислорода на 20% и более. Для всех веществ по этому показателю пороговой концентрацией является 25 мг/л.

В соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» содержание растворенного в воде водоемов кислорода должно быть не ниже 4 мг/л. Контроль влияния изучаемых ксенобиотиков на содержание растворенного в воде кислорода проводился в модельных водоемах в условиях, приближенных к натурным. Сроки наблюдения (до 10 сут) до восстановления первоначального содержания кислорода в растворах.

Результаты проведенных опытов свидетельствуют, что лапролы в концентрациях до 20 мг/л не оказывают влияния на содержание растворенного в воде кислорода. При всех испытанных концентрациях от 20 мг/л до 120 мг/л и в контрольных образцах с первых по третьи сутки наблюдался возрастающий дефицит, переходящий в накопление растворенного кислорода до уровня его исходного содержания. Пороговой концентрацией по влиянию на растворенный в воде кислород можно считать 20 мг/л. Результаты воздействия лапролов на кислородный режим экспериментальных водоемов хорошо согласуются с данными по влиянию их на ВПК.

Длительность определения активной реакции воды в присутствии лапролов составляла 30 сут. При концентрациях от 20 мг/л до 120 мг/л ни у одного из веществ не наблюдалось превышения пределов рН (6,5–8,5).

Изучение процессов минерализации органических веществ проводится на модельных водоемах емкостью 5 л. Растворы готовятся на

дехлорированной водопроводной воде с добавлением бытовых сточных вод из расчета перманганатной окисляемости 15 мг/л. Длительность опыта составила 30 сут (время перехода нитритов в нитраты). Концентрация азота аммиака определялась по Несслеру, азота нитритов – по Гриссу, азота нитратов – салициловым методом. Вещества испытывались в трех сериях опытов в концентрациях 20, 40, 60 и 120 мг/л. Опыты показали, что лапролы при их содержании 20 мг/л не оказывали воздействия на процессы аммонификации ни в отношении накопления аммиака, ни в изменении скорости его окисления по сравнению с контролем. В концентрациях 120 мг/л они незначительно задерживают окисление аммонийных соединений в воде. В контрольном водоеме процессы аммонификации завершались на 12–14-е сут от начала наблюдения, а при концентрациях лапролов 120 мг/л длились до 15–17 сут. При этом максимальное накопление азота аммиака отставало от контрольного водоема на 2–4-е сут. Отмечалось превышение исходного уровня аммонийного азота со 2–3-х сут, а к 9–11-м сут его уровень в опытных водоемах был несколько выше, чем в контроле (на 0,3 мг/л). Процессы образования азота нитритов и нитратов также несколько были нарушены при концентрации 120 мг/л. Наблюдалось торможение процессов минерализации в модельных водоемах в сравнении с показателями контроля (сдвиг на 3 сут).

Таким образом, изучаемые лапролы при концентрации 120 мг/л вызывают задержку процессов минерализации органических веществ. Установлена пороговая концентрации данных ксенобиотиков по влиянию на процессы минерализации и нитрификации на уровне 40,0 мг/л.

Как правило, санитарно-гидробиологические исследования дополняют сведения о свойствах соединений, попадающих со сточными водами в водоем. В процессе самоочищения водоемов большая роль отводится водным организмам. Опыты по изучению влияния лапролов на водные организмы были поставлены с представителем низших ракообразных – *Daphnia magna*. В начале дафнии адаптировали к лабораторным условиям. Затем высаживали по 10 шт. в широкие химические стаканы с растворами изучаемых веществ, приготовленными из дехлорированной водопроводной воде. Отмечали в динамике на протяжении 10 сут выживаемость и размножение дафнии. Испытаны концентрации лапролов 1,0, 5,0, 10,0, 20,0 мг/л. Ксенобиотики при концентрациях до 5,0 мг/л не проявляли специфического влияния

на дафний. При концентрациях более 10 мг/л вещества оказывали стимулирующее действие на сапрофитную микрофлору, ограничивали подвижность и размножение дафнии. Пороговая концентрация по влиянию на санитарный режим модельных водоемов для всех лапролов определена на уровне 10,0 мг/л.

ВЫВОДЫ

Лапролы марок Л 3003-2-60, Л-4003-2-20, Л 6003-2-18 в определенных концентрациях могут изменять органолептические свойства воды, нарушать санитарный режим водоемов. Характер обнаруженных изменений однотипен для всех веществ. Полиолы изученных марок придают воде горько-вяжущий привкус, ароматический запах, уменьшают прозрачность, обладают свойствами ПАВ, в их присутствии наблюдается опалесценция водных растворов. Ведущим признаком по влиянию на органолептические свойства воды является способность вызывать пенообразование.

Указанные полиолы относятся к высокостабильным соединениям, могут нарушать кислородный режим водоемов, изменять динамику процессов аммонификации и нитрификации, оказывать токсический эффект на дафнии.

Литература

1. Зандва О.В., Телетин В.А., Жуков В.И. Влияние техногенных химических загрязнителей окружающей среды на способность полиоксипропиленгликоля в генеративную функцию и физиологический аппарат детоксикации животных // Проблемы экологии и медицины. 2006. № 5-6. С. 21-24.
2. Вапук И.А., Жуков В.И., Зандва О.В. Обоснование оптимальных условий функционирования сооружений для биологической очистки сточных вод от производства полиолов // Медицина сегодня и завтра. 2007. № 1. С. 35-38.
3. Зандва А.В., Жуков В.И., Антюфеев О.И., Мещеряков О.И. Структурно-функциональное состояние биоцидных мембран как мониторинговый показатель оценки токсического влияния ксенобиотиков на организм // Проблемы экологии и медицины. 2007. № 1. С. 19-24.
4. Красовский Г.Н., Королев А.А., Жолдакова З.И., Штабский Э.М. Гигиеническая оценка вредных веществ в воде: опыт сотрудничества стран-членов СЭВ // Межгосударственные рекомендации по гигиенической оценке стабильности и трансформации химических веществ в водной среде. М., 1987. С. 37-48.
5. Красовский Г.Н., Автунян С.Л., Жолдакова З.И., Ксаянов В.В. Система гигиенической оценки опасности биологических веществ, загрязняющих окружающую среду. Гигиена и санитария. 1990. № 9-10. С. 15-1.
6. Красовский Г.Н., Горвацкая Н.А. Гигиенические и экологические критерии вредности в области охраны водных объектов // Гигиена – 2000. – № 6. – С. 14-17.