



УДК: 613.472:615.9:661.185

**Е. В. СИРЕНКО**, канд. мед. наук, ассистент кафедры  
Харьковская медицинская академия последипломного образования  
Харьковский государственный медицинский университет, г. Харьков

## ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ГРУПП ПОЛИОЛОВ НА САНИТАРНЫЙ РЕЖИМ ВОДОЕМОВ И ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДЫ

Получены экспериментальные данные о влиянии Лапролов 604, 504-2-100 и Лапроката 22 на санитарный режим водоемов. Установлено, что исследуемые вещества ухудшают органолептические свойства воды, высокостабильны в растворах, способны снижать уровень растворенного в воде кислорода и увеличивать его биохимическое потребление. Вещества не влияли на процессы минерализации органических веществ, но в то же время нарушали способность водоема к самоочищению.

Наиболее выраженными были свойства веществ в плане негативного влияния на пенообразование жизнедеятельности водных организмов. Установлена пороговая концентрация по пенообразующим свойствам – 10 мг/л. Уровни веществ, токсичные для водных организмов и сапрофитной микрофлоры – 10,0 мг/л и 20,0 мг/л соответственно.

**лапролы, лапрокаты, санитарный режим, пенообразование, минерализация, органолептика**

**Постановка проблемы в общем виде.** Увеличение масштабов производства химической промышленности приводит к постоянному нарастанию циркуляции различных токсических веществ в среде обитания человека, в

том числе, поступление химических агентов в водоемы, что затрудняет снабжение населения доброкачественной водой и использование их для оздоровительных целей. Установление гигиенических нормативов для новых

и малоизученных веществ позволяет прогнозировать их влияние на здоровье населения, а также условия водопользования.

В программу НИР «Новые химические материалы» (№ 01860021125) входило обоснование предельно допустимых концентраций в воде водоемов новой группы веществ, синтезируемых НПО «Полимерсинтез». Исследуемые соединения относятся к простым полиэфирам и имеют техническое название «Полиолы». Они широко используются как основной компонент для получения пенополиуретанов, синтетической кожи, лаков, эмалей, эпоксидных смол, тормозных и охлаждающих жидкостей. Кроме того, их часто применяют в производстве морозостойкого, амортизационного, прокладочного, звуко- и теплоизоляционного материала в различных отраслях народного хозяйства. В процессе получения и применения полиолов образуется большое количество сточных вод (до 60 м<sup>3</sup> на тонну готового продукта), которые могут поступать в водные объекты хозяйственного и культурно-бытового назначения, нарушая при этом процессы естественного самоочищения водоемов и условия водопользования [1, 4]. В то же время в современной научной литературе полностью отсутствуют сведения о влиянии новых групп полиолов на органолептические свойства воды и естественную способность водоема к самоочищению.

**Целью работы** было исследование влияния новых групп полиолов на естественные процессы самоочищения водоемов и органолептические свойства воды.

**Методы и материалы.** Объектом исследования являлись Лапрол 604 (Л 604), Лапрол 504-2-100 (Л 504-2-100) и Лапрокат 22 (Л 22). Л 604 получают в результате анионной полимеризации окиси пропиленна на ксилитной стартовой системе. Л 504-2-100 является продуктом анионной полимеризации окиси этилена на пентаэритрите. Л 22 синтезируют анионной полимеризацией окиси этилена на водном растворе диэтиламина. Все препараты представляют собой жидкости, имеют цвет от светло-желтого до коричневого, хорошо растворимы в воде и большинстве органических растворителей.

Для определения стабильности веществ в воде как показателя длительности сохранения препаратов в неизменном виде использовали косвенные методы: изменение органолептических свойств в динамике, влияние веществ на цвет, привкус, запах и прозрачность водных растворов [2, 3]. Способность к пенообразованию определяли по ГОСТ 68248–70. В качестве общесанитарных показателей исследовали: уровень растворенного в воде кислорода, биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>), степень минерализации органических соединений, рН водных растворов веществ, их влияние на рост и размножение сапрофитной микрофлоры и дафний. В основу

данного раздела эксперимента положены «Методические указания по разработке и научному обоснованию ПДК вредных веществ в воде водоемов (МУ № 1296-75)» [3]. Полученные данные обработаны математически с использованием критерия Стьюдента – Фишера.

**Результаты и их обсуждение.** Для определения стабильности полиолов марок Л 604, Л 504-2-100 и Л 22 в водных растворах готовились концентрации веществ 15,0 и 60,0 мг/л по 2 пробы на каждую, в которых определялась интенсивность привкуса и запаха на протяжении 15 суток. В указанные сроки наблюдения установлено, что на протяжении эксперимента привкус и запах сохранялись на уровне 2 баллов для первой пробы и 5 баллов – для второй. Полученные результаты исследований позволяют отнести исследуемые вещества к высокостабильным в соответствии с классификацией В. Н. Гуськовой и соавторов [3].

Исследуя способность веществ изменять органолептические свойства воды, определяли концентрации соединений, находящиеся на уровне интенсивности запаха 1 и 2 баллов при температуре 20 °С и 60 °С. Возможность усиления или возникновения постороннего запаха при хлорировании воды определялась на уровне пороговых концентраций.

Растворы готовились путем многократного разведения исходного вещества родниковой водой, лишенной посторонних запахов и привкусов. В каждой следующей колбе концентрация в два раза отличалась от предыдущей. Для провоцирования запахов использовали активный хлор в дозах 0,5–1,0–1,2 мг/л. Установлено, что вещества в концентрациях до 50,0 мг/л не изменяли прозрачность и цвет воды и не влияли на ее запах. В то же время, ксенобиотики придавали воде специфический горько-вяжущий привкус. Пороговые значения интенсивности привкуса в 1 балл составляли: для Л 22 – 17,5±1,5 мг/л, для Л 504-2-100 – 15,1±1,3 мг/л и для Л 604 – 15,7±1,6 мг/л. Практически величины интенсивности привкуса в 2 балла получены на следующих уровнях: для Л 22 – 30,3±1,3 мг/л, для Л 504-2-100 – 27,8±1,7 мг/л и для Л 604 – 29,1±1,5 мг/л. Усиления запаха или появления нового при хлорировании воды на уровне пороговых величин при температуре 20 °С и 60 °С не установлено. При определении пенообразующей способности за пороговую принималась концентрация, при которой высота мелкой пены у стенок цилиндра составляла не более 1,0 мм. Пороговые концентрации получены на следующих уровнях: Л 22 – 1,0 мг/л, Л 504-2-100 – 0,5 мг/л и Л 604 – 0,1 мг/л. Таким образом, лимитирующий органолептический признак вредности для данных веществ – способность к пенообразованию (табл. 1).

Химические соединения, поступающие в водные объекты, способны нарушать процессы естественного



**Таблица 1. Способность к пенообразованию водных растворов органических веществ**

Вещество	Концентрация, мг/л	Стабильность, мин.	Характер пены	Пороговая концентрация, мг/л.
Л — 22	100,0	25,0	крупнопузырчатая	1,0
	50,0	20,0	—	
	25,0	20,0	—	
	10,0	12,0	—	
	5,0	7,0	—	
	1,0	2,2	мелкопузырчатая	
	0,5	0,9		
Л — 604	100,0	30,0	крупнопузырчатая	0,1
	50,0	27,0	—	
	25,0	20,0	—	
	10,0	10,0	—	
	5,0	4,0	—	
	1,0	1,1	мелкопузырчатая	
	0,1	0,3		
Л-504-2-100	100,0	37,0	крупнопузырчатая	0,5
	50,0	29,0	—	
	25,0	20,0	—	
	10,0	14,1	—	
	5,0	6,4	—	
	1,0	2,2	мелкопузырчатая	
	0,5	0,5		

**Таблица 2. Влияние органических веществ на динамику биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>)**

Вещество	Концентрация	Тотчас	Сутки (O <sub>2</sub> ), мг/л		
			1	3	5
Контроль	—	6,65	5,7	2,40	2,30
Л 22	5,0	6,69	5,13	3,38	2,20
	10,0	6,17	4,58	3,86	1,29
	20,0	7,39	5,45	1,54	0
Л 504-2-100	5,0	6,29	5,26	3,08	2,19
	10,0	6,15	4,76	3,79	1,28
	20,0	7,48	3,75	1,35	0
Л 604	5,0	6,45	5,23	3,86	2,15
	10,0	7,12	3,51	2,04	0
	20,0	6,19	3,29	1,61	0

**Таблица 3. Динамика растворенного в воде кислорода в присутствии исследуемых веществ**

Вещества	Концентрация, мг/л	Дни наблюдения, O <sub>2</sub> за сутки, мг/л						
		Тотчас	1	3	5	7	10	14
Контроль	—	6,0	4,5	6,0	6,05	6,90	6,80	6,90
Л 504	10,0	6,19	3,78	7,25	6,29	5,48	6,48	8,05
	20,0	5,56	4,28	5,76	5,58	4,01	6,69	7,18
Л 604	10,0	6,09	4,78	6,78	6,38	7,69	7,89	8,28
	20,0	4,48	4,39	6,74	6,37	6,00	7,09	7,68
Л 22	10,0	5,79	4,77	6,58	6,18	5,67	6,48	7,68
	20,0	4,88	3,70	6,00	6,07	5,29	5,59	7,05

го самоочищения [2]. В основе этих процессов лежат механизмы биохимического превращения органических веществ, в том числе связанные с жизнедеятельностью сапрофитной микрофлоры. Биохимическое потребление кислорода, степень минерализации и нитрификации органических соединений являются показателями интенсивности процессов самоочищения водоемов. Содержание растворенного кислорода определялось в момент постановки опыта – тотчас и на 1, 3 и 5 сутки в двух сосудах на каждую концентрацию и в контроле. Из полученных данных следует, что концентрация 5,0 мг/л не влияла на показатели биохимического потребления кислорода во всех случаях, то есть являлась пороговой (табл. 2). Во всех случаях концентрации веществ 10,0 и 20,0 мг/л повышали биохимическое потребление кислорода, достигая максимума на 5 сутки.

Для определения растворенного в воде кислорода использовали модельные водоемы в условиях, приближенных к естественным. Время проведения эксперимента – до восстановления первоначального содержания кислорода в емкостях с исследуемыми веществами. Установлено, что полиолы не влияли на динамику растворенного в воде кислорода в концентрациях до 10,0 мг/л (табл. 3).

Отмечалось снижение концентрации растворенного в воде кислорода, начиная с первого дня эксперимента, переходящее в дальнейшем в увеличение его уровней, начиная с 7 суток. Была выраженной зависимость содержания кислорода от дозы органических веществ. Исходя из полученных

данных, пороговая концентрация для всех соединений определена на уровне 10,0 мг/л.

Активную реакцию воды (рН) определяли на протяжении 30 суток с использованием рН-метра ЛП 4-01 со стеклянными и каломельными электродами. Установлено, что показатели активной реакции воды не превышали норм, установленных «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» (рН – 6,5-8,5) в испытанных концентрациях полиолов до 20,0 мг/л.

Процессы минерализации органических веществ изучали в водоемах емкостью 5 литров с использованием растворов на дехлорированной воде и добавлением бытовых сточных вод из расчета перманганатной окисляемости 15 мг/л. Эксперимент проводили в течение 30 суток, исходя из времени минерализации органических веществ до нитратов. Азот аммиака определяли по Несслеру, азот нитритов – по Гриссу, а азот нитратов – салициловым методом. Вещества испытывали в концентрациях 5,0; 10,0; 20,0 и 40,0 мг/л. Установлено, что все полиолы в испытанных концентрациях до 20,0 мг/л не изменяли динамики процессов минерализации органических веществ в отношении накопления аммиака, азота нитритов и азота нитратов по сравнению с контролем. Концентрация 20,0 мг/л для всей группы исследуемых веществ определена как пороговая.

Для выяснения способности водоема к естественному самоочищению важным является исследование влияния ксенобиотиков на сапрофитную микрофлору и водные организмы – дафнии. Известно, что *daphnia magna* являются очень чувствительными к воздействию ксеногенных агентов [2]. В этой связи проведено исследование влияния ксенобиотиков на дафний и сапрофитную микрофлору. В начале эксперимента дафний адаптировали к лабораторным условиям, после чего высаживали по 10 особей в емкости с растворами веществ различных концентраций, приготовленных на дехлорированной водопроводной воде, и проводили наблюдение за выживаемостью и размножением низших ракообразных в течение 10 суток. Вещества разводили из расчета 5,0; 10,0 и 20,0 мг/л. Установлено, что концентрация 20,0 мг/л исследуемых веществ оказалась токсичной для дафний и приводила к нарушению их способности к размножению. В то же время показатели опытной группы рачков при воздействии дозы 10,0 мг/л полиолов существенно не отличались от контрольных. Следовательно, концентрация 10,0 мг/л исследуемых органических веществ определена, как пороговая.

Для выяснения влияния веществ на динамику развития сапрофитной микрофлоры речную воду разливали в стерильные колбы с добавлением 5,0; 10,0 и

20,0 мг/л ксенобиотиков, после чего производили посеvy различных концентраций на мясопептонный агар, инкубировали при 20–22 °С в термостате и подсчитывали количество колоний. Результаты свидетельствовали о том, что развитие микрофлоры в опыте и контроле в испытанных концентрациях проходило без статистически достоверных различий. Следовательно, на рост и размножение сапрофитной микрофлоры исследуемые органические вещества не влияли в концентрациях до 20,0 мг/л.

Установлено, что исследуемые вещества способны оказывать неблагоприятное воздействие на санитарный режим водоемов: стимулировать интенсивность биохимического потребления кислорода, снижать содержание растворенного в воде кислорода, ингибировать процессы минерализации органических веществ, оказывать токсическое воздействие на водные организмы. А в концентрациях более 10,0 мг/л они способны изменять органолептические свойства воды, придавая ей горьковязкий привкус и пенообразующие свойства. Данные вещества относятся к высокостабильным, что способствует их накоплению в водной среде в силу низкой биодеградации. На цвет, запах и прозрачность воды данные вещества не влияли.

Таким образом, исследуемые вещества при попадании со сточными водами предприятий в источники хозяйственного водоснабжения способны нарушать санитарный режим и эстетические свойства воды [4].

## ВЫВОДЫ

1. Л 604, Л 504-2-100 и Л 22 в концентрации 20,0 мг/л и более способны изменять органолептические свойства воды, придавая ей специфический горьковязкий привкус и способность к пенообразованию. Лимитирующий органолептический признак вредности – пенообразование; пороговая концентрация определена на уровне 10,0 мг/л.
2. Определены пороговые концентрации относительно влияния на санитарный режим и способности водоема к самоочищению:
  - а) биохимическое потребление кислорода – 5,0 мг/л;
  - б) растворенный в воде кислород – 10,0 мг/л;
  - в) процессы минерализации – 20,0 мг/л;
  - г) влияние на водные организмы – 10,0 мг/л и сапрофитную микрофлору – 20,0 мг/л исследуемых веществ.

Перспектива дальнейших исследований в данном направлении заключается в продолжении исследования токсикодинамических свойств полиолов с целью разработки гигиенических нормативов.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зайцева О. В. Проблема загрязнения природных водоемов сточными водами производства ПАВ на примере Шебекинского химического завода // Гигиена населенных мест. – Киев: УНГЦ. – 2000. – № 37. – С. 131–134.
2. Красовский Г. Н., Алексеева Т. В., Егорова Н. А. Биотестирование в гигиенической оценке качества воды // Гигиена и санитария. – М.: Медицина. – 1991. – № 9. – С. 13–16.
3. Методические указания по разработке и научному обоснованию предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов / Под ред. Г. Н. Красовского, А. А. Королева, З. И. Жолдаковой, Б. М. Штабского – Москва: МЗ СССР, 1975. – № 1296.
4. Нормативы качества. Воды поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения (по материалам СанПиНа 4630-88, ГОСТ 2761-84, справочника по нормативному обеспечению контроля качества воды). Госстандарт России, ТК-343 «Качество воды». – Москва, 1996. – 120 с.

*Поступила в редакцию 20.09.04*

Отримані експериментальні дані про вплив Лапролів 604, 504-2-100 і Лапроката 22 на санітарний режим водоемів. Установлено, що досліджувані речовини погіршують органолептичні властивості води, високостабільні у розчинах, здатні знижувати рівень розчиненого у воді кисню та збільшують його біохімічне споживання. Речовини не впливали на процеси мінералізації органічних речовин, але одночасно порушували здатність водоему до самоочищення.

Найбільш виразливими були властивості речовин негативно впливати на піноутворення життєдіяльності водних організмів. Установлено гранична (нормова) концентрація за піноутворюючими властивостями – 10,0 мг/л. Рівні речовин, токсичні для водних організмів і сапрофатної мікрофлори – 10,0 мг/л і 20,0 мг/л відповідно.

Some data on investigation the influence of organic substances on the sanitary regime of water pool are resulted. It is proved that combinations being studied worsen water organoleptic qualities also have high stability in solutions and influence the level of oxygen and increase its biochemical using. The combinations do not influence the process of mineralization of organic substances but negatively influence the self-cleaning of water pool and foaming of life ability of water organisms. Threshold concentration on froth-forming properties is 10.0 mg/l. Concentrations of the matters which are toxic for water organisms and saprotroph microflora are accordingly 10.0 mg/l and 20.0 mg/l.