

О МЕРАХ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦИАНОТОКСИНОВ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ФОСФАТОВ В СОСТАВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ

Х.Х. Хамидулина^{1,2}, А.С. Проскурина^{1,2}

¹Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Роспотребнадзора, 121087, г. Москва, Российская Федерация

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» 123993, г. Москва, Российская Федерация

В настоящее время все более острую значимость приобретает экологическая проблема эвтрофикации водоемов, обусловленная антропогенными факторами, и в наибольшей степени загрязнением синтетическими моющими средствами (СМС) с большим содержанием фосфора. Количество фосфора, попадающего в водоемы из СМС, составляет 95% от его общего количества. Бурное развитие водорослей и «цветение воды», приводит к росту популяции цианобактерий, способных выделять токсины, опасные для человека, в том числе гепато-, нейро- и цитотоксины.

В целях минимизации загрязнения водоемов фосфатами мировое сообщество активно заменяет фосфорсодержащие соединения в составе синтетических моющих средств на бесфосфатные. Это нашло свое отражение в предложениях Роспотребнадзора в части ужесточения требований в рамках проекта ТР ЕАЭС «О безопасности синтетических моющих средств и товаров бытовой химии» к содержанию фосфорнокислых солей в моющих средствах и установления их на уровне 0,5%. Предлагаемая величина была поддержана производителями и регуляторами в четырех государствах ЕАЭС, исключением является Республика Казахстан. Кроме того, в целях регулирования содержания цианотоксинов ФБУЗ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Роспотребнадзора рекомендовано установить ПДК микроцистина-LR в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и питьевой воде на уровне 0,001 мг/л, лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический, 1 класс опасности.

Ключевые слова: синтетические моющие средства, фосфаты, цианобактерии, микроцистин-LR, ПДК.

Цит: Х.Х. Хамидулина, А.С. Проскурина. О мерах по снижению риска воздействия цианотоксинов на здоровье населения путем регулирования фосфатов в составе синтетических моющих средств. Токсикологический вестник. 2020; 3:3-8.

Актуальность проблемы

Широкое использование населением и отдельными отраслями промышленности синтетических моющих средств (СМС) привело к загрязнению водоемов не только различными поверхностно-активными веществами, но и фосфатами.

Основная функция фосфатов в СМС – снижение жесткости воды с целью увеличения моющей способности и усиления действия поверхностно-активных веществ (ПАВ), входящих в состав средства. Кроме того, фосфаты препятствуют образованию накипи на нагревательных элемен-

Хамидулина Халида Хизбулаевна (Khamidulina Khalida Khizbulaevna), доктор медицинских наук, директор ФБУЗ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Роспотребнадзора, профессор, заведующий кафедрой гигиены ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, director@rosreg.info. ORCID:0000-0001-7319-5337

Проскурина Ангелина Сергеевна (Proskurina Angelina Sergeevna), врач по санитарно-гигиеническим лабораторным исследованиям ФБУЗ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Роспотребнадзора, ассистент кафедры гигиены ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, proskurina-as@rosreg.info

тах стиральных и посудомоечных машин, предотвращают повторное осаждение загрязнений на отмываемую поверхность. Самым распространённым видом фосфатов является триполифосфат натрия (ТПФ), входящий в рецептуры стиральных порошков.

Антропогенное загрязнение водоемов фосфором приводит к их эвтрофикации. Проблема эвтрофикации в настоящее время приобретает глобальный масштаб и вызывает широкую озабоченность. Открытие важной роли фосфора для роста растений объясняет, почему многие страны на законодательном уровне ограничили допустимое количество фосфора в сточных водах. Если раньше считалось, что морские воды менее подвержены процессам эвтрофикации, то к настоящему времени, ввиду проведения Шведским государственным агентством по надзору за химическими веществами (KemI) ряда исследований, показана важность фосфора в процессе эвтрофикации Балтийского моря. В летний период фосфор стимулирует рост сине-зеленых бактерий, что, в свою очередь, может привести к связыванию атмосферного азота и существенному увеличению его концентрации в воде. Необходимо отметить, что «биогенный элемент» азот, как и фосфор, способствует развитию процесса эвтрофикации, следствием чего является активное размножение микрофлоры в верхнем слое воды, что в свою очередь, приводит к снижению его светопрозрачности. Недостаток солнечных лучей способствует вымиранию придонных растений и прочих организмов, для которых растения являлись местом обитания. Анаэробное разложение мертвых организмов в придонном слое приводит к образованию сильных ядов, таких как фенолы и сероводород.

Помимо этого, эвтрофикация водоемов приводит к активному росту популяции цианобактерий [1,2]. В процессе своей жизнедеятельности цианобактерии способны продуцировать, накапливать и выделять в окружающую среду цианотоксины. Неконтролируемый рост популяции цианобактерий усугубляет экологическую обстановку и представляет опасность для здоровья человека.

Анализ материалов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), опыта по регулированию фосфатов в синтетических моющих средствах и цианотоксинов в среде обитания человека государствами ЕС, Японией, Новой Зеландией, Южной Кореей, Бразилией и другими странами показывает обеспокоенность человечества указанными проблемами и необходимость их решения совместными усилиями.

Цианобактерии: основные группы, характеристика, распространение

Токсигенные цианобактерии распространены в водоемах многих стран мира и являются обитате-

лями как пресных, так и морских водоемов.

Чаще всего в пресных водоемах встречаются цианобактерии рода *Microcystis*. Цианобактерии родов *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Aphanizomenon* образуют циклические пептиды, обладающие сильным гепатотоксическим действием – микроцистины. Цианобактерия *Nodularia spumigena* синтезирует сильнейший гепатотоксин – нодуларин [2]. Также микроцистины синтезируют цианобактерии родов *Cylindrospermopsis*, *Fischerella*, *Halosiphon*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Rivulata* и *Synechococcus*. Известно 150 родов и 2000 видов цианобактерий. 40 видов определены как токсигенные [2].

Цианобактерии в процессе жизнедеятельности накапливают токсины. В воду они попадают после лизиса клеток. При достаточно высоких температуре и освещенности токсины могут выделяться в процессе роста цианобактерий.

Микроцистины окисляются озоном и другими сильными окислителями. Они стабильны при солнечном свете. Быстро разрушаются под действием ультрафиолетового излучения в диапазоне абсорбционного максимума. За счет циклической структуры микроцистины стабильны в природной среде. Могут выдерживать кипячение в течение нескольких часов, а также устойчивы к химическому гидролизу при pH, близком к нейтральному. Наблюдается медленный гидролиз при температурах 21-30 °C и pH, равного 1 или 9.

Цианотоксины: воздействие на человека

Цианобактерии в процессе своей жизнедеятельности способны продуцировать токсины, известные как цианотоксины, которые могут оказывать негативное влияние на здоровье человека.

Цианотоксины обычно подразделяют на группы по характеру их токсического действия: гепатотоксины, нейротоксины, цитотоксины, дерматотоксины и внутриклеточные липополисахариды. По химической структуре токсины делятся на циклические пептиды (микроцистины и нодуларины), алкалоиды (анатоксины, сакситоксины, цилиндроспермопсин, аплисиатоксины, лингбиатоксины) и липополисахариды [2]. Среди токсинов цианобактерий микроцистины наиболее распространены в поверхностных водах и питьевой воде. 50% всех публикаций посвящены исследованию микроцистинов, 25 % - сакситоксинов и 25 % - остальным цианотоксинам [2]. Токсичность наиболее распространенных цианотоксинов приведена в таблице 1.

Основным и наиболее токсичным представителем является микроцистин-LR (рис.1)

DL₅₀ при внутрижелудочном пути поступления составляет 5 мг/кг (крысы, мыши), что позволяет отнести вещество к 1 классу опасности (чрезвычайно опасные вещества). В то же время острая токсичность при внутрибрюшинном пути посту-

Таблица 1

Токсичность наиболее распространённых цианотоксинов [2]

Токсин	Продуценты	Механизм токсического действия	LD ₅₀ *, мкг/кг
Микроцистин LR	Microcystis, Oscillatoria (Planktothrix), Anabaena, Nostoc, Phormidium и др.	Гепатотоксины, ингибиторы эукариотических протеинфосфатаз 1 и 2А	50
Микроцистин RR			1000
Нодуларин			30-50
Анатоксин-а	Anabaena, Aphanizamenon, Oscillatoria (Planktothrix)	Нейротоксины, ингибиторы ацетилхолинэстеразы	375
Гомоанатоксин-а			250
Анатоксин-а(s)			20
Сакситоксин	Anabaena, Aphanizamenon, Cylandrospermopsis, Lyngbya, Planktothrix	Нейротоксины, блокируют потенциалозависимые натриевые каналы	10
Цилиндроспермопсин	Anabaena, Aphanizamenon, Cylandrospermopsis, Umezakia	Цитотоксины, гепатотоксины, нейротоксины, ингибируют синтез белка	200
Аплисиатоксин	Lyngbya, Oscillatoria (Planktothrix), Schizothrix	Цитотоксины, активируют протеинкиназу	100
Лингбиатоксин	Lyngbya, Oscillatoria (Planktothrix), Schizothrix		250

Примечание: * - внутрибрюшинный путь поступления

пления значительно выше (DL₅₀ 0,05 мг/кг), что объясняется низкой проницаемостью слизистой оболочки желудка и кишечника [4,9].

Опасность для человека цианотоксины представляют в связи с возможностью попадать в организм во время купания, а также с питьевой водой. Токсическое действие микроцистинов на организм человека характеризуется ингибированием внутриклеточных ферментативных процессов, следствием чего является нарушение регуляции многих клеточных функций. Попадая в печень, микроцистины оказывают гепатотоксическое действие, в зависимости от дозы происходит лизис клеток и апоптоз. Смерть наступает в результате растворения структуры клеток печени и внутрипеченочного скопления крови, что приводит к геморрагическому шоку. Дозы, не являющиеся летальными, могут привести к смерти людей от печеночной недостаточности через несколько месяцев после первоначального воздействия микроцистина [8].

Согласно данным Международного агентства по изучению рака (МАИР) нет четких доказательств того, что микроцистины являются мутагенными на культурах клеток млекопитающих или человека. Однако другие данные указывают на то, что они модулируют экспрессию онкогенов, влияют на деление, выживание клеток и апоптоз, вызывают ингибирование репарации ДНК.

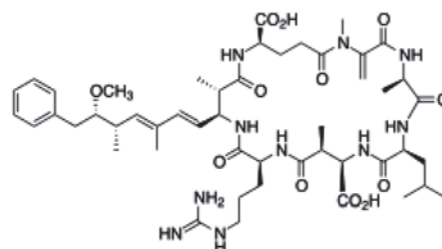


Рис. 1. Структурная формула микроцистин-LR

В трех экспериментах на крысах микроцистин-LR стимулировал предраковые заболевания печени. В исследовании, проведенном на мышах, микроцистины стимулировали возникновение предопухолевых очагов в толстом кишечнике, а субхроническое исследование с микроцистином-LR привело к образованию стойких неопластических узлов в печени. Имеются убедительные доказательства в пользу вероятного механизма промоции опухолей печени. По классификации МАИР микроцистин-LR отнесен в группу 2Б (возможно канцерогенные для человека) [8].

Подходы к нормированию микроцистина в воде

ВОЗ рекомендован норматив по содержанию микроцистина-LR в питьевой воде на уровне 1 мкг/л. В настоящее время норматив принят в 22

государствах. В частности, рядом стран: Чешской Республикой, Францией, Японией, Кореей, Новой Зеландией, Норвегией, Польшей, Бразилией, Испанией приняты рекомендации ВОЗ по содержанию в питьевой воде микроцистина-LR не более 1 мкг/л (табл. 2). В Бразилии дополнительно приняты нормы по содержанию цилиндроспермопсина (не более 15 мкг/л) и сакситоксинов (не более 3 мкг/л) [4].

Исследования, проведенные в США, показали, что, несмотря на широкое распространение цианотоксинов в поверхностных водах, случаи превышения установленной нормы на их содержание в питьевой воде носят единичный характер [4].

В России нормы на содержание цианотоксинов в питьевой воде не были приняты до недавнего времени, несмотря на то, что имеется достаточно оснований для этого [5,6]. Принимая во внимание мировую практику, рекомендации ВОЗ, а также отечественный опыт обоснования и гармонизации гигиенических нормативов ФБУЗ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Роспотребнадзора рекомендовано установить ПДК микроцистина-LR в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и питьевой воде на уровне 0,001 мг/л, лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсикологический, 1 класс опасности. К настоящему времени норматив внесен в проект ГН «Гигиенические нормативы факторов среды обитания».

Очистка воды от цианотоксинов

Авторы [4] считают, что современные методы очистки питьевой воды эффективно позволяют удалять как цианобактерии, так и цианотоксины. При этом имеется риск образования побочных продуктов при озонировании недостаточным количеством озона.

Произвести очистку воды от цианобактерий и цианотоксинов можно с помощью адсорбции, фотолиза, хлорирования, озонирования, электрохимического окисления, обработки воды ультразвуком и внесения в воду ClO_2 , KMnO_4 , H_2O_2 , CuSO_4 , однако, несмотря на некоторые до-

стоинства методов, они дороги и сложны в исполнении. Применение химических реагентов оказывает негативное экологическое воздействие, а также приводит к лизису клеток и высвобождению токсинов в среду [2].

Одновременно встречается информация, что микроцистин достаточно устойчив к кипячению, УФ-облучению и хлорированию воды. Кроме того, вследствие малого размера молекул микроцистин не задерживается фильтрами [5].

В последние годы активное развитие получили исследования биodeградации цианотоксинов. Микроцистины могут быть включены в метаболизм бактерий и использованы в качестве источника углерода и азота. В настоящее время известны бактерии-деструкторы токсинов родов *Arthrobacter*, *Bordatella*, *Brevibacterium*, *Burkholderia*, *Methylobacillum*, *Morganella*, *Novosphingobium*, *Paucibacter*, *Poteroiochomonas*, *Spingopyxis*, *Stenotrophomonas*. Данный метод борьбы считается перспективным для удаления цианотоксинов из воды и природных источников, однако его применение сдерживает недостаточное количество информации [2].

Гибели цианобактерий и снижению токсичности воды способствуют вирусы. Большинство видов вирусов-цианофагов содержится в океанах. В пресных водах их содержится порядка 40 видов [2]. Однако уже сейчас известно, что в природной среде происходит быстрая селекция резистентных к вирусам фенотипов цианобактерий [2].

Регулирование фосфатов в СМС. Международные подходы

Результаты исследований показывают, что количество фосфора, попадающего в водоемы из СМС, составляет 95% от общего, в то время как из удобрений, вносимых в почву при сельскохозяйственной деятельности, попадает всего 5 % [13]. В этой связи международное сообщество консолидирует свои усилия по их регулированию. Одним из основных направлений деятельности по регулированию опасных химических веществ является их замена более безопасными аналогами, что созвучно глобальным задачам Стратегического подхода к международному

Таблица 2

Предельно допустимые значения микроцистина-LR в питьевой воде в различных странах [6]

Страна	Нормативный уровень, мкг/л
Аргентина, Бразилия, Китай, Чешская Республика, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Италия, Япония, Корея, Нидерланды, Норвегия, Новая Зеландия, Польша, Южная Африка, Испания, Сингапур, Турция, Уругвай	1,0
Австралия	1,3
Канада	1,5

регулированию химических веществ (SAICM/СПМРХВ).

Известно [6], что широко используемый в составе стиральных порошков триполифосфат натрия (ТПФ), может быть заменен другими веществами, не содержащими фосфор. Это могут быть не только индивидуальные вещества, но и смеси с другими компонентами, часто называемые системами.

Второй по значимости после ТПФ является система, представляющая собой смесь цеолита А с поликарбонowymi кислотами и карбонатом натрия. Цеолит А образует осадок при очистке сточных вод, однако, считается, что его количество сопоставимо с осадком при утилизации ТПФ. Цеолит А нетоксичен для человека и водных объектов, доступен к добыче по низкой цене, по опыту стран ЕС не несет существенных различий в себестоимости продукции, а потому был признан подходящей альтернативой ТПФ.

Третьей системой являются цитраты. Они могут обеспечить уровень моющих свойств, аналогичный ТПФ, при его втрое меньшей концентрации. Поскольку стоимость импортного цитрата натрия высока, в России разработан и зарегистрирован патент на получение лимонной кислоты и выделение цитрата натрия, который по заявлению авторов будет более выгоден в финансово-экономическом плане [10].

Четвертая система основана на нитрилоуксусной кислоте, однако, не используется на практике из-за опасений по поводу токсичности.

Крупные производители, такие как ООО «Хенкель Рус», «Reckitt Benckiser (Рекит Бенкизер)», «Procter & Gamble (Проктер энд Гэмбл)» производят бесфосфатные синтетические моющие средства.

Регулирование содержания фосфатов в СМС в Российской Федерации

Проблема эвтрофикации водоемов в последние десятилетия приобрела глобальный масштаб, что вызывает озабоченность во многих странах мира, и Россия не исключение. В 2016 г. наиболее остро ситуация обстоит с состоянием Южноуральского водохранилища в Челябинской области, реки Дон и Цимлянское водохранилища, являющихся источниками водоснабжения и зонами рекреации для целого ряда крупных населенных пунктов. Указанная ситуация требует разработки комплекса мер, одной из которых и является ограни-

чение использования фосфатсодержащих СМС.

Сокращение применения ТПФ в России невозможно без его законодательного ограничения, учитывая высокую эффективность и низкую стоимость в сравнении с заменителями. В настоящее время требования к СМС установлены в соответствии с «Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», утвержденными Решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299, которые легли в основу Технического Регламента Евразийского Экономического Союза «О безопасности синтетических моющих средств и товаров бытовой химии», вступающего в силу в ближайшее время. Предусмотренные в нем значения содержания фосфорнокислых солей достаточно высоки (в моющих средствах (средствах для стирки) в пересчете на пятиокись фосфора (P_2O_5) - не более 17%, в средствах, содержащих фосфаты (кроме водосмягчающих средств) - не более 30%). В связи с чем Роспотребнадзором предложено внесение изменений в проект Технического регламента в части ужесточения требований к содержанию фосфорнокислых солей в моющих средствах и установления их на уровне 0,5%. Предлагаемая величина была поддержана производителями и регуляторами в четырех государствах ЕАЭС, за исключением Республики Казахстан.

В Российской Федерации вопросу развития и совершенствования системы водоподготовки уделялось и уделяется много внимания в рамках ФЦП «Чистая вода» (2011-2017 гг., Национального проекта «Экология» (2018-2024 гг)). Повышение качества питьевой воды для населения, в том числе для жителей населенных пунктов, не оборудованных современными системами централизованного водоснабжения - является первоочередной задачей на национальном уровне. Поэтому проблема совершенствования систем водоочистки требует комплексного подхода к решению: это, прежде всего минимизация внесения загрязнителей в водоемы, а также модернизация традиционных методов и внедрение новых технологий с учетом современных тенденций и мирового опыта. Все это позволит сохранить природные ресурсы, здоровье населения и экосистему нашей страны и планеты в целом [11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов Е.Е. Пути поступления фосфора в водохранилища волжского бассейна. Самарская Луна: проблемы региональной и глобальной экологии. 2014. - Т.23, №2 - С. 4-13.
2. Поляк Ю.М., Сухаревич В.И. Токсичные цианобактерии: распространение, регуляция синтеза токсинов, способы их деструкции // Вода: химия и экология. - 2017. - № 11. - с. 125-139.
3. Петрякова О.Д., Гудач М.В. Оценка преимуществ кавитационного обеззараживания и разработка кавитационного устройства нового типа. Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2011, №12, С.163-168.
4. Калиникова Т.Б., Гайнутдинов М.Х., Шагидуллин Р.Р. Цианотоксины - Потенциальная опасность для пресноводных экосистем и здоровья человека. Российский журнал прикладной экологии. № 2 (10), 2017. С.3-19.
5. Сорокинова Е.Г. Сине-зеленая

угроза. Наука из первых рук. №6 (36), 2010. С.22-27
6. Егорова Н.А., Кузь Н.В., Синицына О.О. Материалы к обоснованию гигиенического норматива микроцистина-LR в воде водных объектов. Гигиена и санитария. 2018, 97 (11), С. 1046-1052.
7. Glennie E.B., Littlejohn C., Gendebien A. EU ENVIRONMENT DIRECTORATE PHOSPHATES AND ALTERNATIVE DETERGENT BUILDERS

Report No.: UC 4011, 2002 г.
8. Ingested Nitrate and Nitrite, and Cyanobacterial Peptide Toxins. IARC MONOGRAPHS ON THE IDENTIFICATION OF CARCINOGENIC HAZARDS TO HUMANS. Volume 94, 2010. Lyon, France. P. 329-412.
9. CCOHS RTECS. Canadian Centre Occupational Health and Safety, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 2020.
10. Финогенова Т.В., Самойленко В.А.,

Арзуманов Е.Н., Мельников В.А. Штамм дрожжей *Yarrowia lipolytica* - продуцент лимонной кислоты, способ получения цитрата натрия. Патент РФ 2090611 от 20 сентября 1997 г.
11. Стрелков К.Е., Лушкин И.А., Филенков В.М. Причины и последствия цветения водоисточников, используемых для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения. Вестник НГИЭИ, 2014. С. 79-84.

12. Хамидулина Х.Х., Щербakov П.А. Развитие «зеленой» химии в рамках Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ/SAICM). Токсикологический вестник. 2017; №5; 50-55.
13. Мельников В.А. Преступная индугенция изготовителям вредных стиральных порошков. «Промышленные ведомости», 2011. № 11-12.

REFERENCES:

1. Baranov E.E. Ways of phosphorus intake to reservoirs of the Volga basin. Samara Region: problems of regional and global ecology. 2014. - Vol. 23, No. 2 -Pp. 4-13 (in Russian).
2. Polyak Yu.M., Sukharevich V.I. Toxicogenic cyanobacteria: distribution, regulation of toxin synthesis, methods of their destruction. Water: chemistry and ecology. 2017. - No. 11. - Pp. 125-139 (in Russian).
3. Petryakova O.D., Gudach M.V. Evaluation of the advantages of cavitation decontamination and development of a new type of cavitation device. Bulletin of the V.N. Tatishchev Volga State University. 2011. - No. 12. - Pp. 163-168 (in Russian).

4. Kalinnikova T.B., Gainutdinov M.Kh., Shagidullin R.R. Cyanotoxins-potential danger for freshwater ecosystems and human health. Russian journal of applied ecology. 2017. - No. 2 (10). Pp. 3-19 (in Russian).
5. Sorokovikova E.G. Blue-green threat. First-hand science. 2010. - No. 6 (36). Pp. 22-27 (in Russian).
6. Egorova N.A., Kuz N.V., Sinitsyna O.O. Materials for substantiating the hygienic standard of microcystin-LR in water of water bodies. Hygiene and sanitation. 2018. - Vol. 97 (11), Pp. 1046-1052 (in Russian).
7. Glennie E.B., Littlejohn C., Gendebien A. EU ENVIRONMENT DIRECTORATE PHOSPHATES AND ALTERNATIVE

DETERGENT BUILDERS Report No.: UC 4011, June 2002.
8. Ingested Nitrate and Nitrite, and Cyanobacterial Peptide Toxins. IARC MONOGRAPHS ON THE IDENTIFICATION OF CARCINOGENIC HAZARDS TO HUMANS. Volume 94, 2010. Lyon, France. Pp. 329-412.
9. CCOHS RTECS. Canadian Centre Occupational Health and Safety, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 2020.
10. Finogenova T.V., Samoylenko V.A., Arzumanov E.N., Melnikov V.A. The *Yarrowia lipolytica* yeast strain is a producer of citric acid, a method for producing citric acid, and a method for isolating sodium citrate.

Russian patent 2090611 dated September 20, 1997 (in Russian).
11. Strelkov K.E., Lushkin I.A., Filenkov V.M. Causes and consequences of blooming water sources used for drinking water supply. Bulletin of NGIEI, 2014. Pp. 79-84 (in Russian).
12. Khamidulina Kh.Kh., Shcherbakov P.A. Development of "green" chemistry in the framework of the Strategic approach to international chemicals management (SAICM). Toxicological Review. 2017. - No. 5. Pp. 50-55 (in Russian).
13. Melnikov V.A. Criminal indulgence for manufacturers of harmful washing powders. Industrial Statements. 2011. No. 11-12 (in Russian).

Kh. Kh. Khamidulina^{1,2}, A.S. Proskurina^{1,2}

ABOUT MEASURES TO REDUCE THE RISK OF CYANOTOXINS EXPOSURE TO THE HEALTH OF POPULATION BY REGULATING PHOSPHATES IN SYNTHETIC DETERGENTS

¹Russian Register of Potentially Hazardous Chemical and Biological Substances of Rospotrebnadzor, 121087, Moscow, Russian Federation

²Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, 123993, Moscow, Russian Federation

Currently, the environmental problem of the eutrophication of water bodies caused by anthropogenic factors and to the greatest extent pollution by synthetic detergents with a high phosphorus content is becoming increasingly acute. The amount of phosphorus entering the water bodies from synthetic detergents is 95% of its total amount. The rapid development of algae and the «blooming of water» lead to an increase in the population of cyanobacteria capable of releasing toxins that are dangerous to humans, including hepato-, neuro- and cytotoxins.

In order to minimize phosphate pollution of water bodies, the world community is actively replacing phosphorus-containing compounds in synthetic detergents with phosphate-free ones. This was reflected in the proposals of Rospotrebnadzor in terms of toughening the requirements to the content of phosphates in detergents in draft EAEU TR «On the safety of synthetic detergents and household chemical goods», setting them at 0.5%. Manufacturers and regulators in four EAEU States, with the exception of the Republic of Kazakhstan, supported the proposed value. In addition, in order to regulate the cyanotoxin's content the Russian Register of Potentially Hazardous Chemical and Biological Substances of Rospotrebnadzor recommended setting the microcystin-LR MAC in the water for domestic, drinking and cultural purposes and drinking water at a level of 0.001 mg/L, a limiting indicator of harmfulness - sanitary-toxicological, hazard class 1.

Keywords: *synthetic detergents, phosphates, cyanobacteria, microcystin-LR, MAC.*

Quote: Kh. Kh. Khamidulina, A.S. Proskurina. About measures to reduce the risk of cyanotoxins exposure to the health of population by regulating phosphates in synthetic detergents. Toxicological Review. 2020; 3:3-8.

Материал поступил в редакцию 09.06.2020 г.