

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ

УДК: 628.394.6:57/.59

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПРЕПАРАТА BARAKOR 100 ДЛЯ ГИДРОБИОНТОВ

А.С. Федотов

Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение Всероссийский научно-
исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), 107140,
г. Москва, Российская Федерация

Проведена оценка токсичности препарата BARAKOR 100 для стандартных тест-объектов: фитопланктонных организмов – *Phaeodactylum tricornutum* Bohin; зоопланктонных организмов – *Artemia salina* и рыб, односуточных организмов (мальков) – *Poecilia reticulata* Peters. Для оценки токсического эффекта для гидробионтов использовали показатели медианных летальных концентраций ($ЛК_{50}$), характеризующие изменение выживаемости (гибель) организмов на 50% за определенное время – 24, 48 и 96 часов ($ЛК_{50}/24; 48; 96ч$). По результатам оценки токсичности препарата установлено: препарат BARAKOR 100 относится к очень слаботоксичным веществам.

Ключевые слова: препарат, фитопланктон, зоопланктон, рыба, токсичность.

Введение. В настоящее время проводятся крупномасштабные разработки нефти и газа на шельфе морей России, особенно в районе северных и дальневосточных морей, а также Северном Каспии. В связи с этим необходимо знать как токсичность применяемых буровых растворов и их компонентов, так и токсичность веществ, используемых на платформах для различных технологических целей, поскольку существует реальная возможность попадания их в водоемы, что может нанести определенный ущерб водным биоресурсам. Поэтому необходима оценка токсичности применяемых химических веществ на водоемах, путем определения медианных летальных концентраций ($ЛК_{50}$), для сохранения водной экосистемы.

Цель работы: оценка токсичности препарата BARAKOR 100 для стандартных морских тест-объектов.

Задачи: – оценка токсичности препарата для фитопланктонных организмов – *Phaeodactylum tricornutum* Bohin; – оценка токсичности препарата для зоопланктонных организмов – *Artemia salina*; – оценка токсичности препарата для рыб,

односуточных организмов (мальков) – *Poecilia reticulata* Peters.

Материалы и методы исследования. BARAKOR 100 предназначен для применения в нефтедобывающей промышленности и представляет собой жидкость коричневого цвета с запахом спирта [3].

Исследование токсичности препарата проводили в соответствии с «Руководством по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов» (утверждено МПР России, 27 апреля 2001 г.), изд. РЭФИ, НИА-Природа, М., 2002 г [5]. Руководство включено в область аккредитации лаборатории.

Все исследования проведены в лабораторных условиях ВНИРО на искусственной морской воде соленостью 20‰.

Для исследований на фитопланктоне в качестве стандартного морского тест-объекта использовали альгологически чистую культуру морских одноклеточных диатомовых водорослей – *Phaeodactylum tricornutum* Bohin. В опыт брали культуру в экспоненциальной фазе роста.

Повторность в опыте и контроле трехкратная. Начальная плотность клеток в эксперименте 20 000 тыс.кл./мл. Длительность эксперимента 3 суток (72 ч), освещение 3000 лк, температура $20 \pm 2^\circ\text{C}$, 12ч световой режим в климатостате.

Для определения пригодности культуры одноклеточных водорослей для биотестирования определяли LK_{50} (96 часов) стандартного вещества $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ для *Ph. tricornutum*. LK_{50} $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ равна 5,8 мг/л, что укладывается в диапазон реагирования для данного вида водорослей (4,8 – 6,7 мг/л).

На фитопланктонных организмах в течение трех суток исследовали изменение численности клеток водорослей при различных концентрациях препарата. Определяли полуэффективную концентрацию препарата (ЭК_{50} за 72ч) [1]. Полуэффективная концентрация (ЭК_{50}) препарата вызывает изменение параметров жизнедеятельности фитопланктонных организмов (изменение численности клеток) на 50% за определенное время. Показатели жизнедеятельности микроводорослей оценивали экспресс-методом по изменению флуоресценции клеток водорослей на приборе «Флюорат 02-3М». Определение изменения численности клеток проводили в ка-

мере Горяева под микроскопом. Численность живых клеток водорослей коррелировала с показателями флуоресценции водорослей. В эксперименте замеры численности клеток проводили ежедневно.

Для исследований на зоопланктонных организмах использовали стандартный морской тест-объект – эвригалинные жаброногие рачки *Artemia salina*. В опыт брали односуточных рачков, длительность эксперимента – 2 и 4 суток (48 и 96ч). В остром эксперименте рачков не кормили.

Для определения пригодности культуры артемий для биотестирования определяли LK_{50} (72 часа) стандартного вещества $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ для артемий. LK_{50} равна 7,1 мг/л, что укладывается в диапазон реагирования артемий (6,9 – 8,0 мг/л) на стандартное вещество.

Определяли полулетальные концентрации ($\text{LK}_{50}/48$ и 96ч) препарата [4]. Полулетальные концентрации (LK_{50}) вызывают изменение выживаемости зоопланктонных организмов (гибель) на 50% за 48 и 96 часов.

Rocillia reticulate Peters – группы, Для проведения ихтиотоксикологических исследований исполь-

Таблица 1

Изменение динамики численности клеток *Phaeodactylum tricornutum* при остром воздействии препаратом BARAKOR 100, экспозиция 72 часа

| Концентрация, мг/л | Сутки опыта | | |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Контроль | 6.5 | 11.67 | 35.5 |
| 0,25 | 6.5 | 11.67 | 35.5 |
| 1,0 | 6.17 | 11.07 | 35.53 |
| 5,0 | 6.17 | 10.90 | 35.33 |
| 25,0 | 6.30 | 10.87 | 35.33 |
| 100,0 | 6.33 | 11.00 | 34.33 |
| 500,0 | 5.83 | 10.63 | 31.93 |
| 2500,0 | 3.17 | 4.97 | 6.03 |
| % от контроля | | | |
| Контроль | 100 | 100 | 100 |
| 0,25 | 100 | 100 | 100 |
| 1,0 | 94,9 | 94,9 | 100 |
| 5,0 | 94,9 | 93,4 | 99,5 |
| 25,0 | 96,9 | 93,1 | 99,5 |
| 100,0 | 97,4 | 94,3 | 96,7 |
| 500,0 | 89,7 | 91,1 | 90,0 |
| 2500,0 | 48,7 | 42,6 | 17,0 |

зается широко распространенная аквариумная живородящая рыбка – *Poecilia reticulata* Peters – гуппи. Гуппи выдерживают значительные колебания солености, в природе встречаются как в пресных, так и осолоненных водах.

В опыте использовали высокочувствительных односуточных мальков данных рыб. Исследование препарата проводили в аквариальной, с использованием рассеянного света и естественного светового периода. Длительность биотестирования водной вытяжки составляла 4 суток (96 ч). Во время биотестирования рыб не кормили. Температура анализируемой пробы 20-22°C, концентрация растворенного кислорода 8,6 мг/дм³. Соотношение воды и иктиомассы составляло менее 1,5 г в литре, на каждую концентрацию приходилось по 10 экземпляров рыбок в опытах и контроле.

Физиологическую активность рыб проверяли по стандартному веществу – калию двухромовокислороду. ЛК₅₀ K₂Cr₂O₇ за 24 ч составила 127,0 мг/дм³ (что укладывается в диапазон требуемых концентраций 106–175 мг/дм³).

Определяли полулетальную концентрацию (ЛК₅₀/96 ч) препарата [4]. Полулетальные концентрации (ЛК₅₀) вызывают изменение выживаемости односуточных мальков рыб (гибель) на 50% за 96 часов.

Все исследования проводили на фоне контроля (без внесения препарата).

Степень острой токсичности препарата для гидробионтов оценивали согласно классификации Лесникова Л. А. и Врочинского К. К. [2].

Результаты и обсуждение. Согласно представленным в таблице 1 данным видно, что концентрации препарата BARAKOR 100 0,25 – 100,0 мг/л не оказывают токсического влияния на жизнедеятельность фитопланктона. Концентрации 500,0 – 2500,0 мг/л статистически достоверно угнетают развитие фитопланктона, снижая численность клеток водорослей в концентрациях 0,25 – 100,0 мг/л находились на уровне контрольных величин на протяжении всего опыта.

Расчетная полуэффективная концентрация препарата BARAKOR 100 за трое суток (ЭК₅₀/72ч) составила 1506,0 мг/л.

Из представленных в таблице 2 данных видно, что в концентрациях препарата BARAKOR 100 1,0 и 2500,0 мг/л не отмечено гибели артемий в течение 4 суток. Выживаемость рачков в диапазоне исследованных концентраций препарата от 1,0 до 2500,0 мг/л составила 100%.

Расчетные полулетальные концентрации препарата BARAKOR 100 для артемий за 2 и 4 суток (ЛК₅₀/48 и 96ч) >2500,0 мг/л.

Таблица 2

Изменение динамики выживаемости *Artemia salina* в различных концентрациях препарата BARAKOR 100, экспозиция 96 ч, n = 20

| Концентрация мг/л | Сутки опыта | | | |
|----------------------|-------------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Контроль | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 1,0 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 5,0 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 25,0 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 100,0 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 500,0 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 2500,0 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| % от контроля | | | | |
| Контроль | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1,0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 5,0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 25,0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 100,0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 500,0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2500,0 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Таблица 3

Изменение динамики выживаемости (%) односуточных *Poecilia reticulata* Peters в различных концентрациях препарата BARAKOR 100, экспозиция 96 ч, n = 30

| Концентрация, мг/л | Сутки опыта | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Контроль | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 100,0 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 500,0 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 1000,0 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 2500,0 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 5000,0 | 30 | 30 | 27 | 25 |
| 10000,0 | 28 | 25 | 21 | 16 |
| % от контроля | | | | |
| Контроль | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 100,0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 500,0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1000,0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2500,0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 5000,0 | 100 | 100 | 90,0 | 83,3 |
| 10000,0 | 93,3 | 83,3 | 70,0 | 53,3 |

Таблица 4

Обобщенные данные результатов исследования токсичности препарата BARAKOR 100 для гидробионтов

| Название препарата | Фитопланктон (ЛК ₅₀ /72 ч), мг/л | Зоопланктон ЛК ₅₀ /48 ч/96 ч, мг/л | Рыба (односуточные группы), ЛК ₅₀ /96 ч, мг/л | Слабое звено |
|--------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------|
| BARAKOR 100 | 1506,0 | >2500,0/>2500,0* | 10700,0 | Фитопланктон (1506,0 мг/л) |

Примечание: *числитель ЛК₅₀/48 ч, знаменатель ЛК₅₀/96 ч

Из представленных в таблице 3 данных видно, что в концентрациях препарата BARAKOR 100 100,0–2500,0 мг/л не отмечено гибели рыб в течение 4 суток. Концентрации 5000,0 и 10000,0 мг/л статистически достоверно снижают выживаемость подопытных рыб по сравнению с контролем от 10 до 46,7%.

Расчетная полуметальная концентрация препарата BARAKOR 100 за 96 часов (ЛК₅₀/96ч) для рыб составила 10700,0 мг/л.

Представленные в таблице 4 обобщенные данные свидетельствуют о том, что для препарата BARAKOR 100 наиболее слабым тест-организмом из трех исследованных (фито-, зоопланктон, рыбы) являются фитопланктонные организмы – *Phaeodactylum tricornutum*, для которых получе-

на наименьшая полуметальная концентрация 1506,0 мг/л.

Выводы. Согласно классификации Л.А. Лесникова и К.К. Врочинского [5] по степени острой токсичности для водных организмов:

– препарат BARAKOR 100 оценивается как очень слаботоксичный (ЛК₅₀ >500,0 мг/л) для водных организмов (ЛК₅₀ для фитопланктонных организмов 1506,0 мг/л).

В таблице 4 дополнительно внесена рассчитанная по экспериментальным данным для зоопланктона ЛК₅₀/48 ч (учитывая требования Федерального закона от 21.06.1997г 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изменениями от 07.08.2000 г., 10.01.2003 г.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беленький М. Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. –Рига: Изд. АН Латвийской ССР, 1963.
2. Методические указания по рыбохо-

зяйственной оценке пестицидов. – Л: ГосНИОРХ, 1973.
3. Паспорт безопасности вещества (материала)/ BARAKOR 100. – М: Компания «Халлибуртон Интернэшнл, Инк.», 2014.

4. Прозоровский В. Б. Использование метода наименьших квадратов для про- бит-анализа кривых летальности. В кн.: Фармакология и токсикология.- М., 1962.
5. Руководство по определению методом

биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов: Утв. МПП России 27 апреля 2001г. – М.; РЭФИ, НИА-Природа, 2002.

REFERENCES:

1. *Belenky M.L.* Elements of quantitative assessment of pharmacological effect. – Riga: publishing AN Latviskoi SSR, 1963 (in Russian).
2. Guidelines for fisheries assessment of

pesticides. –L: GosNIORH, 1973.
3. Safety Passport substance (material)/ BARAKOR 100. – M: Company «Halliburton International Inc.», 2014 (in Russian).
4. *Prozorovsky V.B.* Using the least squares

method for probit analysis of mortality curves. – М.: – Pharmacology and toxicology, 1962 (in Russian).
5. Guidance on the determination method of toxicity biotesting water, bottom sediments,

pollutants and drilling muds: approved by the Russian Ministry 27.04.2001. –М.; RAFI, NIA of Natural Resources, 2002 (in Russian).

A.S. Fedotov

TOXICITY ASSESSMENT OF THE SUBSTANCE BARAKOR 100 TO HYDROBIONTS

Federal State Unitary Institution «Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography» (VNIRO), Federal Agency for Fisheries, 107140 Moscow, Russian Federation

Toxicity of the preparation BARAKOR 100 was assessed for standard test-objects: phytoplanktonic organisms *Phaeodactylum tricornutum* Bohin; zooplanktonic organisms *Artemia salina* and fishes, one-day old fishes – *Poecillia reticulata* Peters. Toxicity assessment to hydrobionts was based on indicators of mean lethal concentrations LC50 characterizing changes in survival (death) by 50% for a determined duration- 24,48 and 96 h (LC50 -24;48;96 h). Based on the toxicity assessment of the preparation, it was established that the preparation BARAKOR 100 refers to very low toxic substances.

Keywords: preparation, phytoplankton, zooplankton, fish, toxicity.

Материал поступил в редакцию 24.02.2015 г.