

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ

УДК 628.394.6:57/.59

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПРЕПАРАТА BARAKLEAN GOLD 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 BARAKLEAN GOLD 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 (LK_{50}), характеризующие изменение выживаемости (гибель) организмов на 50% за определенное время – 24, 48 и 96 часов ($LK_{50}/24; 48; 96ч$). По результатам оценки токсичности препарата установлено: препарат BARAKLEAN GOLD относится к среднетоксичным 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 (LK_{50}), для сохранения водной экосистемы.

Цель работы: оценка токсичности препарата BARAKLEAN GOLD для стандартных морских тест-объектов.

Задачи:

- оценка токсичности препарата для фито-

планктонных 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. BARAKLEAN GOLD предназначен для применения в нефтедобывающей промышленности и является прозрачной бесцветной жидкостью без запаха [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 2001г.), изд. РЭФИ, НИ-А-Природа, М., 2002 г. [5]. Руководство включено в область аккредитации лаборатории.

Все исследования проведены в лаборатор-

ных 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 ЛК₅₀ (96 часов) стандартного вещества $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ для *Ph. tricornutum*. ЛК₅₀ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 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 (ЭК₅₀ за 72ч) [1]. Полуэффективная концентрация (ЭК₅₀) 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 камере Горяева под микроскопом. Численность живых клеток водорослей коррелировала с показаниями 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 ЛК₅₀ (72 часа) стандартного вещества $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ для артемий. ЛК₅₀ равна 7,1 мг/л, что укладывается в диапазон реагирования артемий (6,9 – 8,0 мг/л) на стандартное вещество.

Определяли полулетальные концентрации (ЛК₅₀/48 и 96ч) препарата [4]. Полулетальные концентрации (ЛК₅₀) вызывают изменение выживаемости зоопланктонных ор-

ганизмов (гибель) на 50% за 48 и 96 часов.

Poecillia reticulata Peters – гуппи. Для проведения ихтиотоксикологических исследований используется широко распространенная аквариумная живородящая рыбка – *Poecillia 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 двухромовоокислему. ЛК₅₀ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 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 BARAKLEAN GOLD 5,0 и 10,0 мг/л не оказывают токсического влияния на жизнедеятельность фитопланктона. Концентрации 25,0 – 100,0 мг/л статистически достоверно угнетают развитие фитопланктона, снижая численность клеток от 20 до 99%. Показатели численности клеток водорослей в концентрациях 5,0 и 10,0 мг/л находились на уровне контрольных величин на протяжении всего опыта.

Расчетная полуэффективная концентрация препарата BARAKLEAN GOLD за трое суток (ЭК₅₀/72ч) составила 36,2 мг/л.

Из представленных в таблице 2 данных видно, что в концентрациях препарата BARAKLEAN GOLD 1,0 и 25,0 мг/л не отмечено гибели артемий в течение 4 суток. Выживаемость рачков в диапазоне исследованных концентраций препарата от 1,0 до 25,0 мг/л составила 100%.

Таблица 1

Изменение динамики численности клеток *Phaeodactylum tricornutum* при остром воздействии препаратом BARAKLEAN GOLD, экспозиция 72 часа

Концентрация, мг/л	Сутки опыта		
	1	2	3
Контроль	0,36	0,77	1,42
5,0	0,36	0,77	1,42
10,0	0,35	0,78	1,42
25,0	0,29	0,54	0,85
50,0	0,21	0,27	0,43
100,0	0,03	0,02	0,01
% от контроля			
Контроль	100	100	100
5,0	100	100	100
10,0	97	101	100
25,0	80	70	60
50,0	57	35	31
100,0	8	3	1

Таблица 2

Изменение динамики выживаемости *Artemia salina* в различных концентрациях препарата BARAKLEAN GOLD, экспозиция 96 ч, n = 30

Концентрация, мг/л	Сутки опыта			
	1	2	3	4
Контроль	30	30	30	30
1,0	30	30	30	30
2,5	20	20	20	20
5,0	30	30	30	30
10,0	30	30	30	30
25,0	30	30	30	28
50,0	29	28	24	5
100,0	24	19	11	0
250,0	19	8	0	0
% от контроля				
Контроль	100	100	100	100
1,0	100	100	100	100

Концентрация, мг/л	Сутки опыта			
	% от контроля			
2,5	100	100	100	100
5,0	100	100	100	100
10,0	100	100	100	100
25,0	100	100	100	93,3
50,0	96,7	93,3	80,0	16,7
100,0	80,0	63,3	36,7	0
250,0	63,3	26,7	0	0

Таблица 3

Изменение динамики выживаемости (%) односуточных *Roesillia reticulata* Peters в различных концентрациях препарата BARAKLEAN GOLD, экспозиция 96 ч, n = 30

Концентрация, мг/л	Сутки опыта			
	1	2	3	4
Контроль	30	30	30	30
10,0	30	30	30	30
25,0	30	30	30	28
50,0	30	29	26	22
100,0	29	27	23	15
250,0	24	21	17	5
500,0	16	10	5	0
% от контроля				
Контроль	100	100	100	100
10,0	100	100	100	100
25,0	100	100	100	93,3
50,0	100	96,7	86,7	73,3
100,0	96,7	90,0	73,3	50,0
250,0	80,0	70,0	56,7	16,7
500,0	53,3	33,3	16,7	0

Концентрации 50,0 – 250,0 мг/л статистически достоверно угнетают развитие зоопланктонных организмов, снижая выживаемость рачков от 20 до 100%.

Расчетные полулетальные концентрации препарата BARAKLEAN GOLD для артемий за 2 и 4 суток ($ЛК_{50}/48$ и 96ч) составили, соот-

ветственно, 136,6 и 35,5 мг/л.

Из представленных в таблице 3 данных видно, что в концентрациях препарата BARAKLEAN GOLD 10,0 и 25,0 мг/л не отмечено гибели рыб в течение 4 суток. Концентрации 50,0 – 500,0 мг/л статистически достоверно снижают выживаемость по-

Таблица 4

Обобщенные данные результатов исследования токсичности препарата BARAKLEAN GOLD для гидробионтов

Название препарата	Фитопланктон (ЭК 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
BARAKLEAN GOLD	36,2	136,6/35,5*	100,0	Зоопланктон (35,5 мг/л)

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

допытных рыб по сравнению с контролем от 13,3 до 100%.

Расчетная полумлетальная концентрация препарата BARAKLEAN GOLD за 96 часов (ЛК₅₀/96ч) для рыб составила 100,0 мг/л.

Представленные в таблице 4 обобщенные данные свидетельствуют о том, что для препарата BARAKLEAN GOLD наиболее слабым тест-организмом из трех исследованных (фито-, зоопланктон, рыбы) являются зоопланктонные организмы – *Artemia salina*, для которых получена наименьшая полумлетальная концентрация 35,5 мг/л.

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

– препарат BARAKLEAN GOLD оценивается как среднетоксичный (ЛК₅₀ от 5,0 до 50,0 мг/л) для водных организмов (ЛК₅₀ для зоопланктонных организмов 35,5 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 07.08.2000г., 10.01.2003г.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беленький М. Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. – Рига: Изд. АН Латвийской ССР; 1963.
2. Методические указания по рыбохозяйственной оценке пестицидов. –

Л: ГосНИОРХ; 1973.
3. Паспорт безопасности вещества (материала) BARAKLEAN GOLD. – М: Компания «Халлибуртон Интернэшнл, Инк.»; 2014.
4. Прозоровский В. Б. Использо-

вание метода наименьших квадратов для пробит-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. МПР 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 (in Russian).
3. Safety Passport substance (material)/ BA3RAKLEAN GOLD. – М: 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 BARAKLEAN GOLD TO HYDROBIONTS

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

Toxicity of the preparation BARAKLEAN GOLD 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% in a definite time -24, 48 and 96 hours (LC₅₀/24,48,96h). Based on toxicity assessment results, it was established that the preparation BARAKLEAN GOLD refers to moderately toxic substances.

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

Материал поступил в редакцию 24.02.2015 г.