

# ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ГИДРОБИОНТАХ И ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

О.А. Борис

*Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр  
гигиены», г. Минск, Республика Беларусь*

**Резюме.** В лабораторных условиях изучено вредное воздействие поверхностно-активных веществ, содержащихся в моющих средствах, на водных (инфузории *Tetrahymena pyriformis*) и почвенных (*Eisenia foetida*) организмах по токсикометрическим показателям. Выявлено значительное уменьшение степени выраженности токсических эффектов в результате процессов биоразложения ПАВ в почве.

**Summary.** We are studied the toxicity effects of surfactants contained in detergents in the laboratory. We used the water (ciliates *Tetrahymena pyriformis*) and soil (*Eisenia foetida*) organisms. Surfactants toxicity in soil is significantly reduced at the expense of their biodegradability.

**Ключевые слова:** ПАВ, *Eisenia foetida*, *Tetrahymena pyriformis*.

**Keywords:** *Eisenia foetida*, *Tetrahymena pyriformis*, surfactants.

**Введение.** Поверхностно активные вещества (ПАВ) - органические соединения, имеющие амфифильное строение, то есть их молекулы имеют в своём составе полярную часть (гидрофильный компонент) и неполярную (углеводородную) часть (гидрофобный компонент). Имея в одной молекуле гидрофобную и гидрофильную группы, они могут адсорбироваться на поверхности раздела фаз и понижать поверхностное натяжение. У животных этой поверхностью раздела фаз является клеточная мембрана. Под воздействием ПАВ происходит повышение проницаемости мембраны либо ее разрушение [1]. Несмотря на широкое применение в промышленности и быту в качестве моющих и чистящих средств, на сегодняшний день не удается предотвратить негативное воздействие ПАВ на экологию и здоровье человека. Значительную часть антропогенной нагрузки, приходящейся на поверхностные водные объекты, составляют сточные воды, содержащие синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), которые входят в состав всех

хозяйственно-бытовых и большинства промышленных сточных вод. Попадая в водоёмы, ПАВ активно участвуют в процессах перераспределения и трансформации других загрязняющих веществ, активизируя их токсическое действие. Предельно допустимая концентрация ПАВ в воде водоёмов составляет 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, неионогенных - 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

**Материалы и методы.** В данном эксперименте проводилось изучение токсических эффектов от воздействия геля для мытья посуды, имеющего состав, типичный для представленной на нашем рынке подобной продукции. В состав геля входит до 20 % анионных ПАВ и до 2 % неионогенных ПАВ.

Все исследования проводились в лабораторных условиях. В качестве тест-объекта применялись популяция компостного червя *Eisenia foetida* и популяция одноклеточных организмов - инфузорий *Tetrahymena pyriformis*. На тест-объекте *Eisenia foetida* было изучено влияние загрязнения почвы ПАВ на выживаемость червя. Тест-объект *Tetrahymena pyriformis* позволяет проводить комплексную оценку острой и хронической токсичности с расчетом адаптационного резерва популяции инфузорий.

При проведении острого и подострого экспериментов на *Tetrahymena pyriformis* из подобранного разведения с концентрацией геля 10 мг/мл приготовлена серия разведений с концентрациями геля 10 мг/мл, 8 мг/мл, 6 мг/мл, 5 мг/мл, 2,5 мг/мл, 1 мг/мл, 0,1 мг/мл. По 1 мл раствора каждой концентрации внесено во флакончики в двух повторностях. В каждую пробу внесен инокулят инфузорий в стационарной фазе роста. При осуществлении острого эксперимента пробы инкубировались при 25<sup>0</sup> С в течение 3 часов; при проведении подострого эксперимента - в течение 24 часов. В хроническом эксперименте образец исследовался в диапазоне концентраций, охватывающих токсичные (ЛД<sub>50</sub>), пороговые и малые дозы: 10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup>, 10<sup>-4</sup>, 10<sup>-5</sup>, 10<sup>-6</sup> мг/мл. Через 24, 48, 72, 96 часов оценивалось состояние популяции, и осуществлялся подсчет организмов. По результатам подсчета определены параметры токсичности [2].

При проведении острого эксперимента на популяции компостного червя *Eisenia foetida* использовали модельный почвенно-питательный субстрат, загрязненный гелем для мытья посуды в концентрациях: 0,001 г/кг, 0,01 г/кг, 0,1 г/кг, 1,0 г/кг, 10,0 г/кг, 100,0 г/кг [3]. Каждая концентрация вносилась в трех повторностях. В ходе эксперимента изучалось влияние на вермикультуру свежевнесенных ПАВ и подвергшихся биodeградации в течение 3 недель. Для этого в половину контейнеров вносили вермикультуру в эти же сутки, а оставшиеся контейнеры выдерживали 3 недели без вермикультуры. В течение указанного периода происходило биоразложение ПАВ под действием естественной микрофлоры почвенно-питательного субстрата. В каждый контейнер вносили по 7 взрослых особей червей. Пробы с червями

инкубировались при комнатной температуре, в условиях поддержания постоянной влажности на уровне 65-68 % и pH среды 7,4-7,6 на протяжении 14 суток. В течение этого времени наблюдались изменения в поведенческих реакциях и регистрировалась гибель животных. Основным параметром токсичности служило ЛД<sub>50</sub>, рассчитанная по гибели на 7 сутки [4].

**Результаты и обсуждение.** В остром и подостром экспериментах на *Tetrahymena pyriformis* на концентрации моющего средства 0,1 мг/мл наблюдались изменения формы тела и характера движения инфузорий, мертвые организмы. При внесении моющего средства в концентрациях 1,0 – 10,0 мг/мл выявилась 100% гибель тест-объекта по истечении 3 часов инкубации. Среднесмертельная концентрация ЛД<sub>50</sub> в остром эксперименте составила 0,14±0,01 мг/мл. Среднесмертельная концентрация ЛД<sub>50</sub> в подостром эксперименте составила 0,09±0,01 мг/мл. Механизм повреждающего действия ПАВ для клетки связан с их способностью адсорбироваться на мембране, что повышает ее проницаемость или разрушает.

В хроническом эксперименте в концентрациях 10<sup>-6</sup> - 10<sup>-4</sup> мг/мл гель оказывал незначительное ростостимулирующее действие на популяцию тест-объекта на протяжении всего периода наблюдения, при увеличении концентрации исследуемого образца в пробе до 10<sup>-2</sup> мг/мл 100% гибель тест-объекта наступила по истечении 48 часов наблюдения, в пробе, содержащей исследуемый образец в концентрации 10<sup>-1</sup> мг/мл - по истечении 72 часов наблюдения.

Гель для мытья посуды с ПАВ, не подвергшихся биоразложению, заметно влиял на поведенческие реакции червей *Eisenia foetida* на высоких концентрациях. В опытах на концентрации 100,0 г/кг наблюдали резко выраженную реакцию червей при топикальном контакте с загрязненной почвой: интенсивное маятникообразное движение, сопровождающееся выделением большого количества желтой слизи и моментальную гибель. На концентрации 10,0 г/кг наблюдалось активное ползание по поверхности, отсутствие зарывания в землю, гибель в течение первых суток. При действии геля в концентрации 1,0 г/кг зарывание в землю было не полным, наблюдалась повышенная двигательная активность. На концентрациях 0,1 – 0,001 г/кг поведенческие реакции червей не отличались от контроля. Однако на концентрации 0,1 г/кг начиная с 3 суток отмечалась гибель червей. Недействующей концентрацией по эффекту гибели стала 0,01 г/кг. Среднесмертельная концентрация геля для мытья посуды для *Eisenia foetida* составила 0,318±0,11 г/кг. Если сравнивать полученные результаты острых экспериментов на инфузориях и на червях, то очевидно, что обе тест-системы приблизительно одинаково реагируют на загрязнитель. Оба организма проявляют высокую чувствительность и отражают дозозависимый эффект

воздействия. Числовые выражения среднесмертельных концентраций, полученных в опытах на гидробионтах и представителях почвенной мезофауны, имеют близкие значения.

Как и ожидалось, гораздо менее выраженный токсический эффект наблюдался от воздействия на *Eisenia foetida* геля для мытья посуды после биodeградации. Среднесмертельная концентрация геля для мытья посуды для *Eisenia foetida* составила теперь  $10,14 \pm 6,07$  г/кг. Это означает, что за 3 недели пребывания в почвенном субстрате, изучаемый гель стал примерно в 20 раз менее токсичный для червей.

**Выводы.** Полученные нами результаты демонстрируют зависимость степени и характера влияния ПАВ на водные и почвенные организмы от концентрации и степени биоразложения ПАВ.

Оценка результатов изучения токсичности ПАВ для червей *Eisenia foetida* выявляет значительное уменьшение степени выраженности токсических эффектов в результате процессов биоразложения ПАВ в почве.

### Литература

1. Леонтьева, О.А. Земноводные как биоиндикаторы антропогенных изменений среды / О.А. Леонтьева, Д.В. Семенов // Успехи соврем. биологии. - 1997. - Т.117, вып. 6.- С. 726-737.
2. Инструкция № 20-0102. Инструкция по гигиенической оценке химических веществ, многокомпонентных смесей и полимерных материалов на *Tetrahymena pyriformis*. – Минск, 2002.
3. OECD Earthworm, Acute Toxicity Tests (Original Guideline, adopted 4th April 1984) / Organization for Economic Cooperation and Development, Paris. – 1984.
4. Криштопенко, С.В. Доза-Эффект / С.В. Криштопенко, М.С. Тихов, Е.Б. Попова. - М.: Медицина, 2008. – С. 82-88.