

## Безопасность в чрезвычайных ситуациях (05.26.02, технические науки)

УДК 54.06

### Применение биотестирования при оценке экологических рисков на пожарах

### Biotesting in assessing environmental risks on fires

**Ю.Н. Коваль,**  
*канд. биол. наук*  
ФГБОУ ВО Сибирская  
пожарно-спасательная  
академия ГПС МЧС России

**Yu.N. Koval,**  
*Ph.D. of Biological Sciences*  
FSBEI HE Siberian Fire  
and Rescue Academy  
EMERCOM of Russia

#### Аннотация:

Многие огнетушащие вещества являются по происхождению синтетическими, и при связывании с продуктами горения при тушении пожаров могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду [1]. В целях изучения качественного воздействия на живые организмы произведена оценка токсичного воздействия пенообразователей на тест-объекты. В качестве объекта предложено применение ряски малой. Установлено, что развитие и рост проростков тест-растений напрямую зависят от степени токсичности вод. На данном этапе работы получены результаты проведенного эксперимента без специального дорогостоящего оборудования.

**Ключевые слова:** биотестирование, тест-объекты, экологический риск, загрязнение, токсичность.

#### Abstract:

Many extinguishing agents are synthetic in origin, and when bound to combustion products when extinguishing fires can have a negative impact on the environment [1]. In order to study the qualitative effects on living organisms, the toxic effects of frothers on test objects were evaluated. As an object, the use of small duckweed is suggested. It has been established that the development and growth of seedlings of test plants directly depend on the degree of toxicity of water. At this stage, the results of the experiment without special expensive equipment.

**Key words:** biotesting, test objects, environmental risk, pollution, toxicity.

#### Введение

При пожаре и при его ликвидации в окружающую среду выделяются токсичные продукты горения. Распространение загрязнителей может проходить различными путями – через атмосферу, почву, поверхностные и грунтовые воды. При последнем типе загрязнения токсичное воздействие оказывают не только продукты горения, но и поступившие вещества, которые содержатся в средствах тушения пожара [1,2].

Воздействие на окружающую среду выделяющимися при горении веществами необходимо рассматривать с учетом их трансформации, стойкости и биоаккумуляции.

Данный подход является основополагающим, так как вредные и опасные вещества способны суммирующему эффекту взаимодействия двух или более факторов или нейтрализации. В целях анализа токсичности пирогенных загрязнителей на организменном и суборганизменном уровнях проводят лабораторное тестирование эффекта.

Наиболее экспрессным является биологическая оценка загрязнения окружающей среды, такая как биотестирование.

Цель: изучение возможностей использования метода биотестирования для целей анализа последствий пожаров и огнетушащих веществ на окружающую среду

В рамках проведенного исследования были поставлены задачи:

- рассмотреть понятие и сущность метода биотестирования,
- проанализировать основные группы тест-объектов и их тест-функции,
- изучить возможности применения биотестирования для анализа воздействия токсикантов образующихся при пожарах

Объектом исследования выступает биотестирование как метод оценки качества окружающей среды.

Предметом – возможности использования биотестирования в работе аналитических лабораторий.

Мы ознакомились с литературными данными о возможности проведения биотестирования на разных таксономических группах элементарно организованных объектов. Разнообразные группы организмов обобщили и выделили наиболее удобные для анализа экологических рисков на пожарах.

От наших партнеров: Научно-образовательного центра «Экотоксикологии и экологической безопасности» СФУ получили часть результатов биотестирования с применением тест-объекта хлореллы.

Провели ряд самостоятельных экспериментов, не требующих специального оборудования в домашних условиях (на ряске, с использованием рыб гуппи и рачков артемий).

В результате экспериментов на разных объектах столкнулись с рядом трудностей. Если в качестве образцов брать водные растворы после тушения пожаров, то они оказывались довольно мутными, с большим количеством сажи и органических веществ. Такие включения препятствовали пропусканию солнечного света, который является необходимым для жизнедеятельности многих тест объектов. Кроме, того отличительная особенность водных

растворов после пожаров, в том что в них повышенное содержание  $\text{CO}_2$ . Это так же является ограничивающим фактором для многих живых объектов.

Для определения токсичности водных растворов после тушения пожаров мы остановились на весьма перспективном водном растении ряске из семейства Ароидные. Плавающая на поверхности тестируемых растворов, она не создает трудности в определении токсичности окрашенных и мутных проб. Более того, метод также позволяет работать с дисперсными системами, обеспечивая большую доступность загрязнителей для данного тест-организма. При этом длительность фитотеста на ряске малой для определения острой токсичности оставляет 48 часов, а хронической – это 5 дней.

На сегодняшний день нет официально зарегистрированной методики по определению токсичности по данному тест объекту.

В качестве определение жизнеспособности можно использовать элементарный подсчет прироста биомассы, либо измерение сухого вещества после завершения экспозиции, либо использовать разработанный на кафедре экотоксикологии в СФУ Флуориметр Фотон-10 предназначен для регистрации интенсивности замедленной флуоресценции хлорофилла растительных организмов как показателя их физиологического состояния при различных стресс-воздействиях.

Методика: использовали 3 типа образцов - два типа контроля, один с чистой водой и один с различной концентрацией тяжёлого металла кадмия. Контроль был необходим для оценки достоверности полученных результатов. И один тип образца с растворами полученные после тушения модельного пожара водой с пенообразователем. Данные смывы мы получали в лабораторных условиях после моделирования пожаров и тушения их пенами средней кратности [3].

В лабораторных условиях смоделировали стандартные условия для всех проб. Поддерживали температуру среды  $25\text{ C}^0$ , освещение 15 тыс. люкс, так же чередовали периоды день и ночь по 12 часов.

После экспозиции продолжительностью 48 часов и 10 дней регистрировали ответные реакции тест-объектов на поллютанты - прирост вегетативной массы, количество потомства, наличие некрозов на листьях, изменения окраски или гибель тест-объекта.

На основе данных биотестирования ставился диагноз зон чрезвычайных ситуаций: при смертности 50%  $\text{LC}_{50}$  – «токсична», при снижении активности тест-объектов не менее 50%  $\text{EC}_{50}$ - «нетоксична».

По итогам проведенного анализа сформулированы следующие выводы:

1. С точки зрения технического оснащения наиболее доступными оказываются методы, основанные на регистрации общебиологических характеристик — прироста популяций и морфологических характеристик.
2. Для определения токсичности стоков вод после тушения, пен и продуктов горения эффективнее всего использовать ряску, так как она не требовательна к мутности воды и CO<sub>2</sub>.
3. Установили, что развитие и рост проростков тест-растений напрямую зависят от степени токсичности вод. Наибольшее негативное воздействие на тест-объекты оказали контрольные растворы с тяжелым металлом кадмием. Смывы с пенообразователем из модельного пожара значительного влияния не оказали на тест-объект.

Таким образом, гипотеза о возможности оценки с помощью методов биотестирования степени загрязнения продуктов горения и средств тушения нашла свое подтверждение. На данном этапе работы получены результаты проведенного эксперимента без специального дорогостоящего оборудования [3,4].

#### Литература:

1. Исаева, Л.К. Экология пожаров, техногенных и природных катастроф: учебное пособие [Текст] / Л.К. Исаева. - М.: Академия ГПС МВД России, 2001. - 301 с.
2. Исаева, Л.К. Пожары и окружающая среда [Текст] / Л.К. Исаева. - М.: Изд.Дом «Калан».2001. - 2 22 с.
3. Исаева Л.К., Власов А.Г. Методические указания расчета показателей, характеризующих опасность загрязнения окружающей среды выбросами от пожаров и аварий [Текст] / Л.К. Исаева, А.Г. Власов. - М.: Академия ГПС МЧС, 2003. - 44с.
4. Долгушина Л.В. О возможностях пожарно-технической экспертизы при анализе строительных материалов / Л.В. Долгушина, А.Н. Лагунов, И.Г. Ефремов, М.В. Гапоненко // Сибирский пожарно-спасательный вестник. - 2017. - № 2 (5). - С. 9-13.