

## ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

## RAPID ASSESSMENT OF THE TOXICITY OF AQUEOUS SOLUTIONS

D. Mamina

*Summary.* In recent years, biomonitoring techniques based on fluorescent methods are increasingly used to assess the state of the natural (and industrial, municipal) environment. The most modern, it is considered a fluorescent method for assessing the energy state of photosynthetic cells of higher plants. In this study (assessment) is used to determine the ratio of chlorophyll luminescence at a wavelength of 680 nm, reflecting the intensity of photosynthesis, to the luminescence of oxidized flavoproteins of mitochondria at a wavelength of 530 nm, characterizing the energy supply of cells due to internal reserves. Houseplants and plants that are easily grown in greenhouses and greenhouses can be used to assess (Express control) the toxicity (harmfulness) of aqueous solutions and the quality of atmospheric air. The most suitable (from available, easily grown and convenient for research) — feathers of green onions and juicy shoots (leaves) of a plant "Decembrist".

*Keywords:* biomonitoring, toxicity, assessment, Express control, houseplants, nature management, environment.

Мамина Диня Халиловна

К.т.н., доцент, ФГБОУВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет  
svr-nl@yandex.ru

*Аннотация.* В последние годы для оценки состояния природной (да и производственной, коммунальной) среды всё чаще используют методики биомониторинга на базе люминесцентных методов. Наиболее современной, считается флуоресцентный метод оценки энергетического состояния фотосинтезирующих клеток высших растений. При этом исследовании (оценке) используется определение отношения люминесценции хлорофилла в длине волны 680 нм, отражающей интенсивность фотосинтеза, к люминесценции окисленных флавопротеинов митохондрий в длине волны 530 нм, характеризующую энергообеспечение клеток за счёт внутренних резервов. Комнатные растения и растения, легко выращиваемые в оранжереях и теплицах могут быть использованы для оценки (экспресс-контроля) токсичности (вредности) водных растворов и качества атмосферного воздуха. Наиболее пригодны (из доступных, легко выращиваемых и удобных для исследования) — перья зелёного лука и сочные побеги (листья) растения «Декабрист».

*Ключевые слова:* биомониторинг, токсичность, оценка, экспресс-контроль, комнатные растения, природопользование, окружающая среда.

**В**сё более острой и тревожной становится проблема загрязнения окружающей среды нашей чудесной планеты Земля. Мощнейшее антропогенное давление на фитоценозы, животных и на человечество проявляют вредные инородные для Природы загрязнения в окружающем воздухе, в питьевой воде, в продуктах питания. «Поставщиками» этих веществ и физико-химических факторов являются заводы, нефтехимия, теплоэнергетика, электростанции, транспорт, сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых и даже возобновляемые «экологичные» источники энергии. Всё больше становится очень актуальным контроль (или хотя бы быстрая и надёжная оценка) загрязнения и состояния окружающей среды. Для этого в современной науке имеются многочисленные методы оценки ситуации. Одними из самых объективных являются методики биоиндикации. Биоиндикаторами являются живые организмы или биологические системы, чувствительные к различным инородным компонентам природной среды. Например, даже малейшее присутствие диоксида серы в воздухе, чётко отслеживается лишайниками. Большое число исследования в окрестностях и вблизи промышленных площадок, техустановок выявляет однозначную взаимосвязь между состоянием атмосферы и распространённостью определённых видов лишайников.

В последние годы для оценки состояния природной (да и производственной, коммунальной) среды всё чаще используют методики биомониторинга на базе люминесцентных методов. Наиболее современной, считается флуоресцентный метод оценки энергетического состояния фотосинтезирующих клеток высших растений. При этом исследовании (оценке) используется определение отношения люминесценции хлорофилла в длине волны 680 нм, отражающей интенсивность фотосинтеза, к люминесценции окисленных флавопротеинов митохондрий в длине волны 530 нм, характеризующую энергообеспечение клеток за счёт внутренних резервов. Чаще всего предметом исследования является однолетняя хвоя сосны обыкновенной. Учёными выявлено: плохие, не оптимальные биохимические и биофизические условия (освещённость, температура) для любых растений (например, атмосферного загрязнения кислыми газами) вызывает изменение характера люминесценции. Практичность использования этого подхода в природопользовании состоит в возможности оценивать состояния как отдельных растений, так и их сообществ и зон суммарного воздействия (загрязнения) без невосполнимого ущерба для биомониторов, быстро и с малыми материальными затратами.

Целью нашей работы было выявление возможности использования доступных комнатных и оранжерейных

растений для оценки (экспресс-контроля) вредности (опасной загрязнённости) водных растворов.

Мы хотели определить: применимость биоиндикационных методов исследования в природопользовании; выявить влияние водных растворов, содержащих различные вещества, и динамику этого влияния на люминесценцию зелёных образцов различных растений, вымоченных в исследуемом растворе; применить метод люминесценции зелёных растений для выявления вредности различных водных растворов, чтобы приспособить этот подход для оценки качества воздуха в помещениях, учебных аудиториях и прилегающей территории.; выявить возможности применения зелёных растений для оценки токсичности водных растворов и степени загрязнения атмосферного воздуха в учебном заведении или организации,

Методикой биолюминесценции были проверены: листья комнатных растений, перья зелёного лука, капуста.

Вредность, загрязнение, токсичность — это нарушение природного компонентного состава воды, появившееся под воздействием бытовой, хозяйственной, производственной деятельности и определяющее ухудшение её качества, опасность для здоровья человека. Вредность (токсичность) — как правило определяющий параметр качества воды, позволяющий судить об опасности или безопасности воды при её использовании, стандартная необходимая характеристика полного обследования качества воды.

Как правило, для оценки качества воды наиболее удобно и практично использовать некий числовой параметр вредности (опасности). Например, индекс токсичности. Такими тест-параметрами наиболее употребимыми являются биологические и биофизические характеристики живых систем (выживаемость, плодовитость, состояние ферментативной и метаболической активности организмов и/или искусственных биологических систем), которые изменяются под воздействием некоего испытываемого компонента (токсиканта), или их смесей, внешних физико-химических факторов. Биотестирование — исследование по определению вредного влияния (воздействия) с помощью живых организмов.

Исследования говорят об опасном воздействии веществ, смесей, физико-химических факторов на жизнедеятельность организмов (поведение биологических систем) комплексно, а не по отдельным компонентам. Вредные (токсические) эффекты, фиксируемые биотестированием, включают полный, комплексный, синергический, антагонистический эффект и прямые или побочные воздействия всех химических, физических и биологических компонентов, находящихся в исследуе-

мой воде, отрицательно влияющие на физиологические, биохимические и генетические параметры используемых в исследовании организмов. Одним из интересных, перспективных процессов (методов) используемых в биотестировании является биолюминесценция — процесс интенсивного свечения в видимой области спектра, являющегося специфической ферментативной функцией и отражающего общую метаболическую активность организмов.

Стандартная общепринятая методика основана на определении изменения интенсивности биолюминесценции генно-инженерных бактерий при воздействии токсических веществ, присутствующих в анализируемой пробе, по сравнению с контролем. Люминесцентные бактерии оптимальным образом сочетают в себе различные типы чувствительных структур, ответственных за генерацию биоповреждений (клеточная мембрана, цепи метаболического обмена, генетический аппарат), с экспрессностью, объективным и количественным характером отклика целостной системы на интегральное воздействие токсикантов. Это обеспечивается тем, что люминесцентные бактерии содержат фермент люциферазу, осуществляющую эффективную трансформацию энергии химических связей жизненно важных метаболитов в световой сигнал на уровне, доступном для экспрессных и количественных измерений.

Критерием токсического действия является изменение интенсивности биолюминесценции тест-объекта в исследуемой пробе по сравнению с таковой для пробы с раствором, не содержащим вредных, активных, токсических веществ, которые вызывают уменьшение интенсивности биолюминесценции пропорционально вредному, токсическому эффекту. Острое токсическое действие исследуемой воды на бактерии определяется по ингибированию их биолюминесценции за 30-минутный (в экспрессном варианте — 5 минут) период экспозиции. Количественная оценка параметра тест-реакции выражается в виде безразмерной величины — индекса токсичности «Т», равной отношению:

$$T = 100 (I_0 - I) / I_0,$$

где  $I_0$  и  $I$  — соответственно интенсивность свечения контроля и опыта при фиксированном времени экспозиции исследуемого раствора с тест-объектом.

#### Суть исследования [1,7]

В данной работе вместо бактерий были использованы зелёные части растений. Принцип методики исследования основан на измерении интенсивности послесвечения (люминесценции) и изменении его во времени кусочков зелёных растений после их облучения очень мягким

Таблица 1. Результаты исследований (интенсивность свечения в относительных единицах)

Серия1 (интенс. исход свечения)				Серия2 (интенс. исход свечения)				Серия3 (интенс. исход свечения)			
Д. вода.	Уксус	Соль	Ацетон	Д.вода.	Уксус	Соль	Ацетон	Д.вода.	Уксус	Соль	Ацетон
750	300	600	250	800	270	650	279	790	290	630-	240
600	250	540	220	650	240	530	200	620	255	510	210
420	2.00	300	150	410	205	290	140	430	198	285	145
350	170	z50	120	300	150	220	110	310	158~	230	125

УФ светом в течение определённого (заранее определённого экспериментально и заданного) времени.

Для проведения исследования нам потребовались:

- ◆ Люминометр «БИОТОКС-6».
- ◆ Стекланные химические стаканчики на 100 мл.
- ◆ Пинцет.
- ◆ Бумажные салфетки.
- ◆ Ножницы.
- ◆ Мерные пипетки и стаканчики.
- ◆ Осветитель.
- ◆ Секундомер и таймер.
- ◆ Дистиллированная вода.
- ◆ Уксусная кислота.
- ◆ Соль поваренная.
- ◆ Ацетон.

В стаканчиках приготавливались растворы. Из растений вырезались кусочки размером (2x3x15) мм и опускались в растворы, Таймер устанавливался на 15 мин. После 15 мин. кусочки вынимались из раствора, промокались салфеткой и укладывались на полиэтилен в тёмную коробочку (без доступа света). Затем кусочки последовательно вынимались, помещались в специальную измерительную кювету, облучались 25 сек., опускались в измерительный бокс прибора и проводилась серия из 10 измерений (через 15 сек.) интенсивности люминесценции. Измерения сводились в таблицы, по которым составлялась итоговая таблица, и строились при необходимости графики (для сравнения динамики спада интенсивности люминесценции).

#### Результаты исследований

1. Зелёные части растений меняют свои люминесцентные характеристики после временного кон-

такта («вымачивания») в различных растворах. При вымачивании в условно вредных, токсичных растворах интенсивность люминесценции падает.

2. Наиболее удобны для тест-контроля кусочки зелёных перьев (линейные отрезки) лука репчатого и побеги (плоские листья) комнатного растения «Декабрист».
3. В качестве эталона (нулевая вредность токсичность, T=0) удобно использовать бидистиллят воды.
4. Если насытить дистиллированную воду веществами, содержащимися в воздухе (барботируя, т.е. пропуская воздух через воду), то можно оценивать качественно (пока) состояние биологического влияния воздушной среды.

При исследовании были выявлены следующие закономерности:

1. Чем в лучших условиях находилось тест-растение, тем оно лучше «работает» в качестве тест-объекта.
2. При исследованиях необходимо отсутствие сквозняка, колебания температуры в помещении (+/- 5 °C) и комнатная температура около +25 °C. |:

#### Заключение

Комнатные растения и растения, легко выращиваемые в оранжереях и теплицах могут быть использованы для оценки (экспресс-контроля) токсичности(вредности) водных растворов и качества атмосферного воздуха. Наиболее пригодны (из доступных, легко выращиваемых и удобных для исследования) — перья зелёного лука и сочные побеги(листья)растения «Декабрист».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ашихмина Т. Я. Экологический мониторинг М.: Академический Проект, 2005.
2. Абрамов И. И. Определитель лишайников СССР. Л., Наука, 1974 г.
3. Гарибова Л. В. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / [Л. В. Гарибова и др.]. — М.: Мысль, 1978.
4. Жизнь растений. Т. 3. Водоросли, лишайники. — М.: Просвещение, 1977.
5. Мзний У. Д. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений / М.: Просвещение, 1998
6. Содцатенкова Ю. П. Малый практикум по ботанике. Лишайники. — М., МГУ, 1977.
7. Сынзыныс Б. И. Экологическая диагностика качества атмосферного воздуха/ — М.: Русполиграф, 1997.
8. Сынзыныс, Е.И. Егорова. — М.: Русполиграф, 1997.

© Мамина Диня Халиловна (svr-nl@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский государственный строительный университет