

исследования не могут считаться однозначным доказательством.

Количественно содержание полифенольных соединений определяли перманганатометрическим методом [6]. Содержание полифенольных соединений в растениях зависит от периода вегетации и влияния стрессовых факторов на растение. Было обнаружено, что содержание полифенолов в биомассе в период активного роста было выше практически в два раза по сравнению с пробами, отобранными в августе, и составляло около 9%. Кроме того, содержание полифенольных соединений увеличивалось после воздей-

ствия на растение высокими температурами или при недостатке влаги.

Таким образом, достаточно высокое для растительного сырья содержание полифенольных соединений в биомассе Павловнии позволяет рекомендовать ее в качестве сырья для фармацевтической и косметологической промышленности. Для увеличения содержания полифенольных соединений необходимо подвергать растение предварительно влиянию стрессовых факторов, а также оптимизировать время сбора сырья.

### Список литературы

1. *Ganchev G. Digestibility and energy content of Paulownia (Paulownia elongata S.Y.Hu) leaves / G. Ganchev, A. Ilchev, A. Koleva // Agricultural science and technology, 2019. – Vol. 11. – №4. – P. 307–310.*
2. *The Paulownia tree an alternative for sustainable forestry / Sedeer ElShowk, Nabil El-Showk // Ain El Aouda: Crop Development, 2003.*
3. *Paulownia – a source of biologically active substances. Amino acid composition of leaves / A. Koleva, K. Dobрева, M. Stoyanova, P. Denev and etc // Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2011. – Vol. 14. – №5. – P. 54–62.*
4. *Павловния Россия: сайт. – Москва, 2020. Павловния в России. – URL: <https://www.paulownia-russia.com/about-paulownia>.*
5. *Техническая документация фирмы «Thermo Fished Scientific» / Под руководством ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» Л.А. Конопелько. – М: «Intertech Trading Corporation», США, 2009.*
6. *В.М. Ушанова, О.И. Лебедева, А.Н. Девятловская. Основы научных исследований. Исследование химического состава растительного сырья. – Красноярск: СибГТУ, 2004. – 360 с.*

## СНИЖЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ТОКСИЧНОСТИ ГУМИНОВЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ. БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МОНИТОРИНГ

В.С. Соловьёв<sup>1</sup>, М.А. Лапина<sup>2</sup>, О.В. Колесник<sup>3</sup>, Е.С. Ковель<sup>3</sup>  
Научный руководитель – к.б.н., доцент А.С. Сачкова

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, [vss59@tpu.ru](mailto:vss59@tpu.ru)

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»  
660041, Россия, Красноярск, пр. Свободный, 79

<sup>3</sup>ФГБНУ Институт биофизики ФИЦ КНЦ СО РАН  
Красноярск, ул. Академгородок, 50, стр. 50

В связи с ежегодным ростом промышленного производства и добычей полезных ископаемых, возрастает антропогенная нагрузка на окружающую среду. В результате чего вокруг особо крупных центров производства складывается крайне неблагоприятная экологическая обстановка [1]. Зачастую ситуация усугубляется тем, что в угле, используемым в качестве топлива для городских ТЭЦ, содержится заметное количество радиоактивных нуклидов, в

частности тория. Поступающий таким образом в окружающую среду торий заражает большую территорию, а за счет своей радиоактивности он оказывает свое пагубное влияние на протяжении десятков лет [1].

Перспективными агентами для снижения негативного воздействия токсикантов, в том числе радиоактивных, являются гуминовые вещества (ГВ) – природные детоксиканты [2].

Роль влияния радиоактивного тория на организмы полностью не изучена и представляет большой интерес. Удобным инструментом для изучения воздействия тория на живые организмы, а также антиоксидантных свойств ГВ являются биолюминесцентные тесты, которые несколько десятилетий используются для мониторинга токсичности сред [2, 3]. В качестве физиологического параметра в них выступает интенсивность биолюминесценции. Преимуществами данных биотестов являются чувствительность, простота, высокая скорость проведения анализа и наличие устройств для регистрации токсичности [2, 3].

Целью исследования является изучение возможности снижения радиационной токсичности гуминовыми веществами с использованием биолюминесцентных тестовых систем.

В данной работе были использованы люминесцентные морские бактерии и система двух сопряженных ферментативных реакций НАДН-ФМН-оксидоредуктаза-люцифераза. В качестве источника тория использовали  $\text{Th}(\text{NO}_3)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (доза облучения не превышала 0,1 Гр), препарат ГВ – «Гумат-80» (Иркутск).

Изучали кинетику биолюминесцентных систем в растворах тория различных концентраций ( $10^{-5}$ – $10^{-11}$  М) в отсутствие и присутствии ГВ. Определяли содержание активных форм кислорода (АФК) хемиллюминесцентным методом. Для изучения активности ферментов использовали спектрофотометрический метод.

Получена зависимость интенсивности биолюминесцентного отклика биолюминесцентных

систем и хемиллюминесценции в бактериальных суспензиях от времени воздействия тория при различных концентрациях как в отсутствие, так и присутствии ГВ. Продемонстрировано, что при увеличении времени инкубирования ГВ и тория уменьшается общая токсичность раствора.

Изучение воздействия тория и ГВ на активность бактериальной биферментной системы показало, что в растворе тория скорость окисления НАДН увеличивается в 3,3 и 1,5 раза. Совместное присутствие окислителя системы (ФМН) и ионов тория приводит к ещё большему ускорению реакций. ГВ тоже ускоряют реакцию автоокисления НАДН. Совместное же присутствие как окислителя системы, так и ионов тория приводит к еще большему ускорению реакций.

Таким образом, можно предположить, что присутствие ГВ приводит к увеличению резистентности системы к воздействию (радиоактивных) ионов экзогенных агентов.

Обсуждается механизм влияния тория на люминесцентные бактерии с учетом роли АФК в качестве межклеточных мессенджеров, а также корреляция между физиологическим откликом бактерий и продукцией ими АФК в присутствии тория.

Полученные результаты лягут в основу разработки биосенсоров на основе люминесцентных бактерий для мониторинга радиационной токсичности. На основе роли АФК в клетках бактериальных систем будут разработаны основы использования биологических систем для мониторинга радиационной токсичности.

### Список литературы

1. Теплая Г.А. // Астраханский вестник экологического образования, 2013. – №1. – 23. – С. 182–192.
2. N.S. Kudryasheva [et al.] // Photochemistry and Photobiology, 2017. – Vol. 93. – Iss. 2. – P. 536–540.
3. T.V. Rozhko [et al.] // International Journal of Molecular Sciences, 2020. – Vol. 21. – Iss.22. – P. 8464.