



УДК 574.24+574.64+57.044+593.437
<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2021.36.72>

Поглощение витального красителя байкальской губкой как тест-отклик на воздействие ПАВ

Г. О. Жданова¹, М. Н. Саксонов¹, И. А. Топчий¹, А. А. Игнатик¹,
А. Б. Купчинский³, В. Ж. Цыренов⁴, Д. И. Стом^{1,2,3}

¹Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

²Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

³Байкальский музей ИНЦ СО РАН, пос. Листвянка, Россия

⁴Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, г. Улан-Удэ, Россия

E-mail: stomd@mail.ru

Аннотация. Представлены экспериментальные данные по динамике поглощения красителя (нейтральный красный (3-амино-7-диметиламино-2-метилфеназин гидрохлорид)) эндемичной байкальской губкой *Baicalospongia bacilifera* под воздействием одного из самых распространённых компонентов бытовых стоков – поверхностно-активного вещества додецилсульфата натрия (sodium dodecyl sulfate, SDS) в разных концентрациях. Обсуждается перспектива использования эффекта обесцвечивания губкой растворов красителей в качестве тест-реакции на присутствие загрязняющих веществ.

Ключевые слова: *B. bacilifera*, токсическое действие, додецилсульфат натрия, нейтральный красный, *Porifera*.

Для цитирования: Поглощение витального красителя байкальской губкой как тест-отклик на воздействии ПАВ / Г. О. Жданова, М. Н. Саксонов, И. А. Топчий, А. А. Игнатик, А. Б. Купчинский, В. Ж. Цыренов, Д. И. Стом // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2021. Т. 36. С. 72–78. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2021.36.72>

Интенсивная рекреационная, туристическая и хозяйственная деятельность в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории неизбежно приводит к попаданию в воды Байкала и его притоков повышенных концентраций различных поллютантов. Наиболее приоритетными для региона загрязнителями являются поверхностно-активные вещества, нитраты, аммоний, мочевины, фосфаты, поступающие в Байкал преимущественно в составе хозяйственно-бытовых сточных вод населённых пунктов и объектов туризма, размещённых на побережье озера и в долинах многих его притоков.

Риск нарушения функционирования сложных биоценозов и, как следствие, потери уникальной чистоты водоёма обуславливает необходимость изучения откликов организмов на токсическое воздействие. Одним из важнейших компонентов сообществ озера, активно участвующих в процессах сохранения уникальной чистоты его вод, являются губки *Porifera*, представ-

ленные в Байкале 11 видами [Ефремова, 2001]. Имеется много сообщений об угнетении байкальских губок и резком падении их численности во многих районах озера [Environmental crisis at Lake Baikal ... , 2014; Mass disease ... , 2018; Variation of sponge ... , 2019]. На байкальские губки приходится большая, если не самая большая доля биомассы зообентоса озера, особенно в литорали [Current state ... , 2017], куда и поступает основное количество поллютантов.

Неподвижный образ жизни, инертность, отсутствие видимых проявлений жизнедеятельности создают значительные специфические трудности при работе с губками в условиях лабораторного эксперимента. Нехватка чётких критериев, тест-реакций, экспрессных систем биоконтроля препятствует определению физиологического состояния губок, их активности, степени инфицированности, излечения, влияния на них тех или иных стрессовых факторов.

Целью данного сообщения явилась оценка влияния додецилсульфата натрия на способность байкальской губки *B. bacilifera* к поглощению витального красителя нейтрального красного.

Объектом исследования являлась губка *Baicalospongia bacilifera*, образцы которой отбирали летом 2019 г. в литоральной зоне озера в районе пос. Бол. Коты (Южный Байкал) с использованием водолазной техники.

В лабораторных условиях губки экспонировались в ёмкостях с байкальской водой в условиях непрерывного аэрирования при температуре воды 8–9 °С. Перед экспериментом тело губки разрезали радиально на примерно одинаковые фрагменты (длина 3 см × ширина 3 см × высота 4 см). Для адаптации после разделения фрагменты губок выдерживали от 48 до 76 ч при вышеописанных условиях. В эксперименты отбирали упругие фрагменты губки, имеющие ярко-зелёную окраску [Absorption of microorganisms ... , 2019; Studying the possibility ... , 2019].

Оценивали влияние додецилсульфата натрия (SDS, sodium dodecyl sulfate) на поглощение губкой нейтрального красного (3-амино-7-диметиламино-2-метилфеназин гидрохлорида). Этот витальный краситель широко используется в микробиологии и физиологии растений для прижизненного окрашивания клеток. SDS является одним из основных компонентов широко используемых моющих и чистящих средств, что обуславливает его попадание в окружающую среду. Обладая высокой поверхностной активностью, соединение оказывает негативное воздействие на организмы [Ostroumov, 2004; Eivazi, Mullings, Banks, 2018]. Сведения о воздействии этого вещества на байкальские эндемичные *Porifera* практически отсутствуют.

Отобранные образцы губок помещали на 2 ч в растворы, приготовленные на байкальской воде, с содержанием SDS 10, 25 и 50 мг/л. Контрольный образец выдерживали аналогичное время в байкальской воде. После этого губку отмывали байкальской водой от SDS и помещали в ёмкости с раствором нейтрального красного (0,3 мг/л). Губки инкубировали в растворах красителя в течение 9 ч, периодически отбирая пробы для измерения их оптической плотности спектрометрическим методом при длине волны 440 нм с помощью спектрофотометра П5300Б (Промозколаб, Россия). Статистическую обработку данных проводили при помощи пакета программ MS Office 2016.

Эксперименты показали снижение интенсивности поглощения красителя губкой *B. bacilifera*, обработанной SDS в концентрации от 25 мг/л. Так, в первые 2 ч эксперимента степень поглощения нейтрального красного контрольной губкой составила 87,8 %, в то время как при SDS 25 мг/л – 58,6 %, а 50 мг/л – 56,3 % соответственно. В концентрации 10 мг/л SDS не оказывал негативного воздействия на поглощательную способность губки: в этом случае за 2 ч она поглотила 87,1 % красителя, что соответствовало контрольному варианту (рис.).

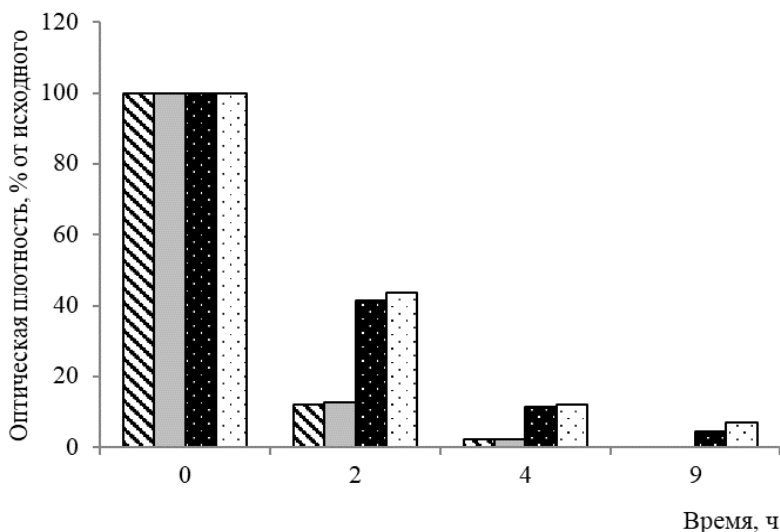


Рис. Влияние додецилсульфата натрия в концентрациях 10, 25 и 50 мг/л на поглощение нейтрального красного губкой *B. bacilifera*; ▨ – контроль (без SDS); ▩ – SDS в концентрации 10 мг/л; ■ – SDS в концентрации 25 мг/л; ▤ – SDS в концентрации 50 мг/л

Через 4 ч после начала эксперимента в отсутствие SDS и при добавлении его в концентрации 10 мг/л губка практически полностью (степень поглощения составила 97,7 %) поглощала краситель из раствора. Спустя 9 ч от начала эксперимента под воздействием этих образцов губки растворы полностью обесцвечивались. *B. bacilifera*, обработанная 25 и 50 мг/л SDS, через 4 ч поглотила 88,5 и 87,9 % красителя, а через 9 ч – 95,4 и 93,1 % соответственно.

Таким образом, экспериментально показано изменение реакции поглощения красителя губкой *B. bacilifera* под воздействием SDS. Негативный эффект отмечали при двухчасовом воздействии на губку SDS в концентрации от 25 мг/л и выше. Полученные экспериментальные данные позволяют предполагать перспективность дальнейшего изучения эффекта обесцвечивания широко распространённой в литорали Байкала губкой *B. bacilifera* растворов красителей для применения в качестве тест-реакций на присутствие загрязняющих веществ.

Авторы признательны А. А. Черемных за помощь в проведении экспериментальных работ. Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ 18-48-030019 «Изучение взаимодействия отдельных штаммов и микробных ассоциаций, обладающих электрогенной активностью в МТЭ, с загрязнителями хозяйственно-бытовых сточных вод и разработка рекомендаций по интенсификации их очистки». Исследования проведены с использованием материалов Центра коллективного пользования «Коллекция» Байкальского музея ИНЦ СО РАН (<http://ckp-rf.ru/ckp/495988/>).

Список литературы

Ефремова С. М. Губки (Porifera) // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. 1. Озеро Байкал. Кн. 1. Новосибирск : Наука, 2001. С. 179–192.

Absorption of microorganisms by Lubomirskiidae sponges / A. B. Kupchinsky, V. A. Filalkov, G. O. Zhdanova, Yu. O. Gorbunova, D. I. Stom // 19th Int. Multidiscipl. Sci. Geoconf. (SGEM 2019): Conf. Proc. 2019. Vol. 19, Iss. 3.1. P. 3–10. <https://doi.org/10.5593/sgem2019/3.1/S12.001>

Current state of the sponge fauna (*Porifera: Lubomirskiidae*) of Lake Baikal: Sponge disease and the problem of conservation of diversity / I. V. Khanaev, L. S. Kravtsova, O. O. Maikova, N. A. Bukshuk, M. V. Sakirko, N. V. Kulakova, T. V. Butina, I. A. Nebesnykh, S. I. Belikov // J. Great Lakes Res. 2017. Vol. 44, Is. 1. P. 77–85 <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2017.10.004>

Eivazi F., Mullings N., Banks M.-L. Effect of Select Surfactants on Activities of Soil Enzymes Involved in Nutrient Cycling // Commun. Soil Sci. Plant Anal. 2018. Vol. 49, N 3. P. 371–379. <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1427263>

Environmental crisis at Lake Baikal: scientists diagnose / O. A. Timoshkin, V. V. Malnik, M. V. Sakirko, K. Boedeker // First-hand Sci. 2014. Vol. 5. 75–91.

Mass disease and mortality of Baikal sponges / S. I. Belikov, S. I. Feranchuk, T. V. Butina, L. I. Chernogor, I. V. Khanaev, O. O. Maikova // Limnol. Freshw. Biol. 2018. N 1. P. 36–42. <https://doi.org/10.31951/2658-3518-2018-A-1-36>

Ostroumov S. A. The Effect of Synthetic Surfactants on the Hydrobiological Mechanisms of Water Self-Purification // Water Resour. 2004. Vol. 31. P. 502–510. <https://doi.org/10.1023/B:WARE.0000041919.77628.8d>

Studying the possibility of using the suspension of cells and primorphans of the Baikal sponge for assessing water quality / A. E. Balayan, M. N. Saksonov, A. D. Stom, A. B. Kupchinsky // 19th Int. Multidiscipl. Sci. Geoconf. (SGEM 2019): Conf. Proc. 2019. Vol. 19, Is. 1.4. P. 293–300. <https://doi.org/10.5593/sgem2019V1.4/S02.036>

Variation of sponge inhabiting infauna with the state of health of the sponge *Lubomirskia baikalensis* (Pallas, 1776) in Lake Baikal / Y. Zvereva, O. Medvezhonkova, T. Naumova, N. Sheveleva, A. Lukhnev, E. Sorokovikova, T. Evstigneeva, O. Timoshkin // Limnol. 2019. Vol. 20. P. 267–277.

Vital Dye Absorption by a Baikal Sponge as a Test Response to Surfactant Exposure

G. O. Zhdanova¹, M. N. Saksonov¹, I. A. Topchiy¹, A. A. Ignatik¹,
A. B. Kupchinsky³, V. Zh. Tsyrenov⁴, D. I. Stom^{1,2,3}

¹*Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation*

²*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation*

³*Baikal Museum ISC SB RAS, Listvyanka, Russian Federation*

⁴*East-Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russian Federation*

Abstract. Baikal sponges account for a large, if not the largest proportion of zoobenthos of Lake Baikal, especially in the littoral. It is here that the largest number of pollutants comes. A fixed lifestyle, inertia, and the absence of visible manifestations of the life activity of the sponges create significant specific difficulties when working with them in a laboratory experiment. The lack of clear criteria, test reactions, and rapid biocontrol systems hinder the determination of the physiological state of the sponges, their activity, degree of infection, cure, and the influence of various stress factors on them. In this regard, there is relatively little information about the reactions of Baikal Porifera to toxicants. This report presents experimental materials on the change in dye absorption by *Baicalospongia bacilifera* sponge under the influence of one of the most common components of domestic wastewater – sodium dodecyl sulfate. A negative effect was noted with a 2-hour exposure to the sponge of this surfactant in a concentration of 25 mg/l and higher. The obtained experimental data suggest that, in further studies, bleaching of dye solutions with a sponge of *B. bacilifera* can serve as a test reaction for the presence of contaminants.

Keywords: sponge, *Baicalospongia bacilifera*, toxic effect, sodium dodecyl sulfate, neutral red.

For citation: Zhdanova G.O., Saksonov M.N., Topchiy I.A., Ignatik A.A., Kupchinsky A.B., Tsyrenov V.Zh., Stom D.I. Vital Dye Absorption by a Baikal Sponge as a Test Response to Surfactant Exposure. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2021, vol. 36, pp. 72-78. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2021.36.72> (in Russian)

References

Efremova S. M. Gubki (Porifera) [Sponges (Porifera)]. *Annotirovannyi spisok fauny oze-ra Baikal i ego vodosbornogo basseina. T. 1: Ozero Baikal. Kn. 1* [An annotated list of the fauna of Lake Baikal and its catchment area. Vol. 1. Lake Baikal. Book 1]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2001, pp. 179-192. (in Russian)

Kupchinsky A.B., Fialkov V.A., Zhdanova G.O., Gorbunova Yu.O., Stom D.I. Absorption of microorganisms by Lubomirskiidae sponges. *19 Int. Multidiscipl. Sci. Geoconf. (SGEM), 2019. Albena, Bulgaria: Proc. Conf.* vol. 19, is. 3.1, pp. 3-10. <https://doi.org/10.5593/sgem2019/3.1/S12.001>

Khanaev I.V., Kravtsova L.S., Maikova O.O., Bukshuk N.A., Sakirko M.V., Kulakova N.V., Butina T.V., Nebesnykh I.A., Belikov S.I. Current state of the sponge fauna (Porifera: Lubomirskiidae) of Lake Baikal: Sponge disease and the problem of conservation of diversity. *J. Great Lakes Res.*, 2017, vol. 44, is. 1, pp. 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2017.10.004>

Eivazi F., Mullings N., Banks M.-L. Effect of Select Surfactants on Activities of Soil Enzymes Involved in Nutrient Cycling. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 2018, vol. 49, no. 3, pp. 371-379. <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1427263>

Timoshkin O.A., Malnik V.V., Sakirko M.V., Boedeker K. Environmental crisis at Lake Baikal: scientists diagnose. *First-hand Sci.*, 2014, no. 5, pp. 75-91.

Belikov S.I., Feranchuk S.I., Butina T.V., Chernogor L.I., Khanaev I.V., Maikova O.O. Mass disease and mortality of Baikal sponges. *Limnol. Freshw. Biol.*, 2018, no. 1, pp. 36-42. <https://doi.org/10.31951/2658-3518-2018-A-1-36>

Ostroumov S.A. The Effect of Synthetic Surfactants on the Hydrobiological Mechanisms of Water Self-Purification. *Water Resour.*, 2004, vol. 31, pp. 502-510. <https://doi.org/10.1023/B:WARE.0000041919.77628.8d>

Balayan A.E., Saksonov M.N, Stom A.D., Kupchinsky A.B. Studying the possibility of using the suspension of cells and primorphans of the Baikal sponge for assessing water quality. *19 Int. Multidiscipl. Sci. Geconf. (SGEM), 2019. Albena, Bulgaria: Proc. Conf.* vol. 19, is. 1.4, pp. 293-300. <https://doi.org/10.5593/sgem2019V/1.4/S02.036>

Zvereva Y., Medvezhonkova O., Naumova T., Sheveleva N., Lukhnev A., Sorokovikova E., Evstigneeva T., Timoshkin O. Variation of sponge inhabiting infauna with the state of health of the sponge *Lubomirskia baikalensis* (Pallas, 1776) in Lake Baikal. *Limnol.*, 2019, vol. 20, pp. 267-277.

Жданова Галина Олеговна
научный сотрудник
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: zhdanova86@yandex.ru

Zhdanova Galina Olegovna
Research Scientist
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: zhdanova86@yandex.ru

Саксонов Михаил Наумович
старший научный сотрудник
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, К. Маркса, 1
e-mail: msaksonov@mail.ru

Saksonov Mikhail Naumovich
Senior Research Scientist
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: msaksonov@mail.ru

Топчий Иван Анатольевич
лаборант-исследователь
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, К. Маркса, 1
e-mail: topchiyi@inbox.ru

Topchy Ivan Anatolyevich
Research Assistant
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: topchiyi@inbox.ru

Игнатик Анастасия Алексеевна
студент
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: ignatikanastasia@gmail.com

Ignatik Anastasia Alekseevna
Student
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: ignatikanastasia@gmail.com

Купчинский Александр Борисович
кандидат биологических наук, директор
Байкальский музей ИНИЦ СО РАН
Россия, 664520, пос. Листвянка,
ул. Академическая, 1
e-mail: albor67@mail.ru

Kupchinsky Alexander Borisovich
Candidate of Sciences (Biology), Director
Baikal Museum ISC SB RAS
1, Academicheskaya st., Listvyanka Settl.,
664520, Russian Federation
e-mail: albor67@mail.ru

Цыренов Владимир Жигжитович
доктор биологических наук, профессор

Tsyrenov Vladimir Zhighitovich
Doctor of Sciences (Biology), Professor

*Восточно-Сибирский государственный
университет технологий и управления
Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40В,
стр. 1
e-mail: vtsyrenov@gmail.com*

*East-Siberian State University of
Technology and Management
670013, Ulan-Ude, Klyuchevskaya st.,
40B, build.1, Russian Federation
e-mail: vtsyrenov@gmail.com*

*Стом Дэвард Иосифович
доктор биологических наук, профессор,
заведующий лабораторией
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
профессор
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
Россия, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова,
83
главный научный сотрудник
Байкальский музей ИИЦ СО РАН
Россия, 664520, пос. Листвянка,
ул. Академическая, 1
e-mail: stomd@mail.ru*

*Stom Devard Iosifovich
Doctor of Sciences (Biology),
Professor, Head of Laboratory
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
Professor
Irkutsk National Research Technical
University
83, Lermontov st., Irkutsk, 664074,
Russian Federation
Chief Research Scientist
Baikal Museum ISC SB RAS
1, Akademicheskaya st., Listvyanka Settl.,
664520, Russian Federation
e-mail: stomd@mail.ru*

Дата поступления: 18.02.2021

Received: February, 18, 2021