

ВЛИЯНИЕ ТРИКЛОЗАНА НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ МЕМБРАН И АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСОВ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ В МИТОХОНДРИЯХ ПЕЧЕНИ ОЗЁРНОЙ ЛЯГУШКИ

Дубинин М.В., Теньков К.С., Старинец В.С., Свинин А.О., Хорошавина Е.И., Самарцев В.Н., Белослудцев К.Н.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола.
dubinin1989@gmail.com

Загрязнение почвенных и водных ресурсов является одной из наиболее актуальных мировых проблем современности. Бурное развитие химической и фармацевтической промышленности приводит, в том числе, к увеличению количества химических веществ, попадающих в почву и воду. К таким веществам относятся и синтетические противомикробные препараты широкого спектра действия, в частности, триклозан, который используется во многих средствах личной гигиены, чистящих средствах, медицинском оборудовании, ветеринарии, текстильной промышленности и производстве пластмасс. Недавно нами показано, что триклозан способен индуцировать полиморфные фазовые переходы в мембране лецитиновых липосом и внутренней мембране митохондрий и, тем самым, нарушать упаковку мембраны и приводит к ее пермеабиллизации [1]. Индукция пермеабиллизации митохондрий достаточно хорошо может объяснить известное проапоптотическое действие этих агентов, поскольку в этом случае, как показано нами, происходит митохондриальное набухание и выброс проапоптотического белка цитохрома *c* из органелл.

Учитывая широкое применение триклозана в средствах личной гигиены, неудивительна тенденция к аккумуляции этого агента в водных экосистемах и иловых отложениях, где он сохраняется в течение длительного периода времени [2,3]. Вследствие известной способности триклозана аккумулироваться в тканях организмов, обитающих в водоемах, нами изучено влияние этого агента на проницаемость мембран и активность комплексов дыхательной цепи митохондрий озерной лягушки (*Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)).

Митохондрии из печени животных выделяли общепринятым методом дифференциального центрифугирования [4]. Среда выделения содержала 250 мМ сахарозу, 1 мМ EGTA, 5 мМ MOPS-Tris (pH 7,4). Набухание митохондрий, свидетельствующее об индукции проницаемости внутренней мембраны, определяли по изменению оптической плотности суспензии митохондрий (А) при длине волны 540 нм. Среда инкубации содержала 200 мМ сахарозу, 20 мМ KCl, 5 мМ янтарную кислоту, 20 мкМ EGTA, 10 мМ MOPS-Tris (pH 7,4). Активность комплексов дыхательной цепи определяли спектрофотометрически как в работе [5].

Как известно, набухание митохондрий приводит к уменьшению рассеивания проходящего через суспензию света. Это может быть зарегистрировано как снижение оптической плотности суспензии митохондрий [6]. Как показано на рисунке 1, добавление 40 мкМ триклозана к суспензии митохондрий печени лягушек приводит к снижению оптической плотности оргanelл.

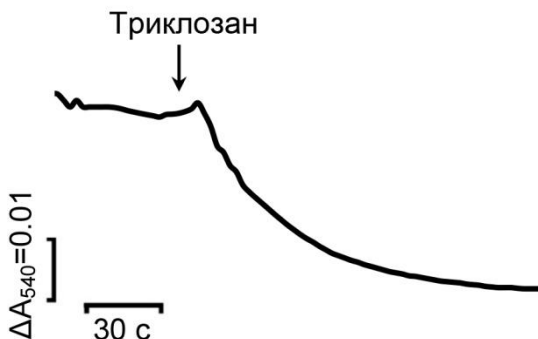


Рис. 1. Кинетика изменения светорассеяния суспензии митохондрий печени озерной лягушки при добавлении 40 мкМ (100 нмоль на 1 мг белка) триклозана

Необходимо отметить, что набухание митохондрий индуцированное триклозаном, было нечувствительно к циклоспорино А – известному ингибитору митохондриальной МРТ поры (данные не приведены). Это соответствует данным, полученным ранее на митохондриях печени крысы [1]. Можно предположить, что в основе этого эффекта триклозана также лежит образование липидных пор в мембране митохондрий.

Кроме того нами изучено влияние триклозана на активность комплексов дыхательной цепи в митохондриях печени озерной лягушки. Установлено, что триклозан в концентрации 20 мкМ эффективно ингибирует активность II, II+III и I+III комплексов дыхательной цепи (рис. 2), не оказывая влияния на активность других комплексов (данные не приведены). Подобный характер влияния триклозана на активность комплексов дыхательной цепи был показан ранее и на митохондриях печени крыс [7].

Таким образом, по итогам проведенной работы нами предположено, что триклозан может оказывать существенное влияние на проницаемость мембран и активность мембранных систем организмов, обитающих в водной среде.

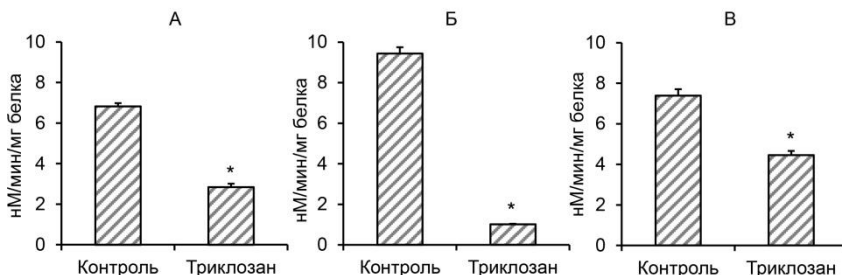


Рис. 2. Активность II (А), II+III (Б) и I+III (В) комплексов дыхательной цепи митохондрий печени крыс в присутствии 20 мкМ деквалиниума. *Различия между контролем (без триклозана) и опытом достоверны $p < 0.05$

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-315-00033, Министерства образования и науки РФ (в рамках государственного задания №17.4999.2017/8.9) и гранта Марийского государственного университета №2018-03б.

ЛИТЕРАТУРА

1. Belosludtsev K.N., Belosludtseva N.V., Agafonov A.V., Pavlik L.L., Tenkov K.S., Penkov N.V., Yashin V.A., Samartsev V.N., Dubinin M.V. Study of the mechanism of permeabilization of lecithin liposomes and rat liver mitochondria by the antimicrobial drug triclosan // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes*. 2018. V. 1860. № 2. P. 264-271.
2. Badow N., Altenburger R., Streck G., Brack W. Effect-directed analysis of contaminated sediments with partition-based dosing using green algae cell multiplication inhibition // *Environ. Sci. Technol.* 2009. V. 43. P. 7343–7349.
3. Brausch J.M., Rand G.M. A review of personal care products in the aquatic environment: environmental concentrations and toxicity // *Chemosphere*. 2011. V. 82. P. 1518-1532.
4. Дубинин М.В., Ведерников А.А., Хорошавина Е.И., Адакеева С.И., Самарцев В.Н. Индукция кальций зависимой неспецифической проницаемости внутренней мембраны в митохондриях печени млекопитающих и птиц: сравнительное исследование // *Биологические мембраны*. 2015. Т. 32. № 5-6. С. 328-337.
5. Белослудцев К.Н., Белослудцева Н.В., Теньков К.С., Шараров В.А., Косарева Е.А., Дубинин М.В. Влияние деквалиниума на дыхание и проницаемость внутренней мембраны митохондрий печени крыс // *Биологические мембраны*. 2017. Т. 34. № 6. С. 101-108.
6. Дубинин М.В., Адакеева С.И., Самарцев В.Н. Длинноцепочечные α, ω -диоловые кислоты как индукторы циклоспорин А-

нечувствительной неспецифической проницаемости внутренней мембраны митохондрий печени, нагруженных ионами кальция или стронция // Биохимия. 2013. Т. 78. № 4. С. 533-540.

7. Teplova V.V., Belosludtsev K.N., Kruglov A.G. Mechanism of triclosan toxicity: mitochondrial dysfunction including complex II inhibition, superoxide release and uncoupling of oxidative phosphorylation // Toxicology letters. 2017. V. 275. P. 108-117.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА РЕКИ ШАБА

Егошина Е.Э., Бедова П.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола.

egoshina.lena2016@yandex.ru

Зообентос один из важнейших элементов экосистем континентальных водоемов и водотоков, однако, степень его изученности недостаточна. Это обусловлено, в первую очередь, многообразием его таксономического состава. В пресноводном зообентосе умеренных широт встречаются представители до двадцати классов и десяти типов животных [1].

Представители макрозообентоса имеют сравнительно крупные размеры и растянутые жизненные циклы (обычно от года до нескольких лет), а также относительно стабильны, что позволяет им аккумулировать загрязняющие вещества [2]. В настоящее время большое значение приобретает использование зообентоса в целях оценки состояния малых рек, формирующих до половины суммарного речного стока и 94,7 % гидрографической сети России [3].

Реки Республики Марий Эл считаются одними из самых чистых в Европейской части России. Вода из них используется в хозяйственных и рекреационных целях. Речная сеть республики состоит из 19 бассейнов и включает 179 рек с длиной водотока более 10 км. Химический анализ воды в реках проводится различными службами. Гидробиологических исследований речных экосистем в республике практически не проводится. Так имеются сведения о гидробионтах реки Большая Кокшага [4], реки Ветлуга [5], реки Малая Кокшага [6], реки Немда [7], реки Пича [8].

Актуальность данной работы обусловлена тем, что макрозообентос реки Шаба изучается впервые. Целью настоящей работы является изучение современного состояния макрозообентоса реки Шаба, протекающей по территории Сернурского района Республики Марий Эл. Для реализации поставленной цели были поставлены следующие основные задачи: установить видовой состав зообентоса реки Шаба; определить частоту