

Разработка методов усиления биологического действия оптического излучения

А.В. Микулич¹, Т.С. Ананич¹, А.И. Третьякова¹, Л.Г. Плавская¹,
И.А. Леусенко¹, О.Н. Дудинова¹, А.И. Старовойт¹, В.Ю. Плавский¹,
Tran Quoc Tien², Quang Cong Tong²

¹ Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск

² Институт материаловедения, Ханой, Вьетнам

E-mail: a.mikulich@ifanbel.bas-net.by

В работе установлена возможность усиления биологической активности оптического излучения за счет комбинированного (последовательного) воздействия излучением различных областей спектра. Были проанализированы различные варианты воздействия излучением синей, красной, инфракрасной, синей и красной, красной и синей, синей и ИК, ИК и синей областей спектра.

В качестве объекта исследования были выбраны клетки почки зеленой африканской мартышки BGM. Клетки выращивали в одноразовых стерильных чашках Петри на питательной среде Игла Дулбеко DME с 10%-ным содержанием сыворотки крупного рогатого скота при 37 °С и 5 %-ным содержанием CO₂ в инкубаторе. Посевная доза клеток составляла 8×10^4 мл⁻¹.

В качестве источников оптического излучения использовали поляризованное излучение полупроводниковых лазеров с длинами волн $\lambda = 445$ нм, 635 нм, 808 нм и поляризованное излучение светодиодных источников с длинами волн $\lambda = 445$ нм, 635 нм, 850 нм. В случае светодиодных источников для получения поляризованного излучения использовался тонкопленочный поляроид. Клеточный монослой в чашках Петри подвергался воздействию излучением через дно чашек (плотность мощности излучения $P = 3$ мВт/см², время облучения $t = 300$ с). Обеспечивали равномерное облучение всего монослоя. С целью исключения потенциальных эффектов, возникающих вследствие воздействия на компоненты культуральной среды, на время облучения ее заменяли физиологическим раствором. После облучения физиологический раствор из чашек Петри сливали и вносили свежую питательную среду. После этого чашки помещали обратно в CO₂-инкубатор.

Эффект воздействия оптического излучения на культуру клеток BGM оценивали через 24 ч после воздействия по метаболической активности (η , %) клеток с помощью колориметрического МТТ-теста [1].

Результаты исследований по метаболической активности клеток при комбинированном (последовательном) и моновоздействии источниками

оптического излучения (лазерными и светодиодными) представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Метаболическая активность клеток BGM в культуре при воздействии источниками лазерного излучения с длинами волн $\lambda = 445, 635, 808$ нм (плотность мощности воздействующего излучения $P = 3$ мВт/см², время воздействия $t = 300$ с)

Длина волны, нм	445	635	808	445+635	635+445	445+808	808+445
η , %	88,0 $\pm$ 3,2	115,0 $\pm$ 2,8	120,0 $\pm$ 3,5	130,2 $\pm$ 2,6	117,0 $\pm$ 1,3	135,1 $\pm$ 2,3	123,0 $\pm$ 3,8

Таблица 2

Метаболическая активность клеток BGM в культуре при воздействии источниками светодиодного излучения с длинами волн $\lambda = 445, 635, 850$ нм (плотность мощности воздействующего излучения $P = 3$ мВт/см², время воздействия $t = 300$ с)

Длина волны, нм	445	635	850	445+635	635+445	445+850	850+445
η , %	86,0 $\pm$ 1,0	112,0 $\pm$ 1,9	116,0 $\pm$ 0,9	128,3 $\pm$ 5,4	115,0 $\pm$ 2,7	132,8 $\pm$ 2,4	118,8 $\pm$ 7,0

Из таблиц 1 и 2 следует, что при комбинированном воздействии излучения синего и красного, синего и инфракрасного спектральных диапазонов на клетки BGM наблюдается четко выраженный синергизм. Так, если при моновоздействии лазерными источниками с длиной волны $\lambda = 445$ нм – $\eta = (88,0 \pm 3,2)$ %, $\lambda = 635$ нм – $\eta = (115,0 \pm 2,8)$ %, $\lambda = 808$ нм – $\eta = (120,0 \pm 3,5)$ %, то при комбинированном воздействии излучением синего и красного спектральных диапазонов – $\eta = (130,2 \pm 2,6)$ %, синего и инфракрасного спектральных диапазонов – $\eta = (135,1 \pm 2,3)$ %. Воздействие на культуру клеток источниками светодиодного излучения приводит к схожим результатам: при моновоздействии излучением с длиной волны $\lambda = 445$ нм – $\eta = (86,0 \pm 1,0)$ %, $\lambda = 635$ нм – $\eta = (112,0 \pm 1,9)$ %, $\lambda = 850$ нм – $\eta = (116,0 \pm 0,9)$ %, при комбинированном воздействии $\lambda = 445$ и 635 нм – $\eta = (128,3 \pm 5,4)$ %, $\lambda = 445$ и 850 нм – $\eta = (132,1 \pm 2,4)$ %. Обратная последовательность воздействия (воздействие излучением красного и синего, инфракрасного и синего спектральных диапазонов) не приводила к эффекту синергизма – показатели метаболической активности клеток практически совпадают с показателями, полученными при воздействии каждым спектром отдельно.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований по проекту Ф18ВГ-001.

1. *László Kupcsik*. // *Methods Mol. Biol.* 2011. Vol. 740. P. 13–20.