

ФОТОФИЗИЧЕСКИЕ И ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РЕГУЛЯТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА НА КЛЕТКИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Плавский В.Ю.¹, Дудина О.В.¹, Плавская Л.Г.¹, Третякова А.И.¹, Микulich А.В.¹, Собчук А.Н.¹, Ананич Т.С.¹, Крученков Ю.В.¹, Нагорный Р.К.¹, Леусенко И.А.¹, Якимчук С.В.¹, Будевич А.И.², Богданович Д.М.²

¹Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь

²Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству, Жодино, Беларусь

В работе представлены данные, полученные с использованием различных типов клеток (эукариот, прокариот, клеток крови (эритроцитов), сперматозоидов), свидетельствующие, что в основе регуляторного действия оптического излучения низкой интенсивности видимой области спектра лежит изменение редокс-состояния клеток. Разработаны спектрально-флуоресцентные методы, позволившие обнаружить и идентифицировать в составе всех перечисленных типов клеток эндогенные фотосенсибилизаторы порфиринового и флавинового типов. Среди тетрапиррольных соединений, обладающих сенсibiliзирующими свойствами, в клетках преобладают безметалльные порфирины, такие как протопорфирин IX, копропорфирин III, уропорфирин III, а также цинковый комплекс протопорфирина IX. Концентрация указанных соединений чрезвычайно низка ($C \leq 10^{-9}$ М); она зависит от типа клеток и условий их культивирования. Показано, что инициируемое светом образование активных форм кислорода (АФК), в результате возбуждения эндогенных сенсibiliзаторов способно влиять на протекание метаболических процессов в клетке. В зависимости от концентрации образующихся АФК (синглетный кислород, гидроперекись, супероксиданионрадикал) воздействие света может приводить как к стимуляции клеточных процессов, так и к их угнетению, а также инициировать летальный исход. Чаще всего дозовая зависимость таких процессов представляет собой типичную двухфазовую кривую, описываемую известным законом Арндта-Шульца: при малых дозах живой организм отвечает на воздействие стимуляцией; по мере возрастания дозы стимулирующий эффект достигает максимума, затем сменяется угнетением, а при дальнейшем увеличении дозы – наблюдается гибель организма.

Совокупность выполненных исследований показала способность оптического излучения сине-зеленой области спектра а) оказывать бактерицидное и бактериостатическое действие на грамотрицательные и грамположительные бактерии и грибки [1]; б) оказывать влияние (как в сторону стимуляции, так и инактивации) на функциональные характеристики сперматозоидов животных (подвижность, сохранность, оплодотворяющую способность) [2, 3]; в) изменять метаболическую активность соматических клеток; г) инициировать выход молекул гемоглобина через эритроцитарную мембрану в отсутствие экзогенных красителей-фотосенсибилизаторов.

Библиографические ссылки

1. Plavskii V., Mikulich A., Tretyakova A. et al. Porphyrins and flavins as endogenous acceptors of optical radiation of blue spectral region determining photoinactivation of microbial cells // J. Photochem. Photobiol. B. 2018. Vol. 183. P. 172–183.
2. Plavskii V., Mikulich A., Barulin N. et al. Comparative effect of low-intensity laser radiation in green and red spectral regions on functional characteristics of sturgeon sperm // Photochem. Photobiol. 2020. Vol 96. P. 1294–1313.
3. Plavskii V., Barulin N., Mikulich A. et al. Effect of continuous wave, quasi-continuous wave and pulsed laser radiation on functional characteristics of fish spermatozoa // J. Photochem. Photobiol. B: Biology. 2021. Vol. 216, 112112.