

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЗЕЛЕННОЙ И КРАСНОЙ ОБЛАСТЕЙ СПЕКТРА НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЕРМЫ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Плавский В.Ю., Микулич А.В., Барулин Н.В., Ананич Т.С., Собчук А.Н.,
Третьякова А.И., Плавская Л.Г., Леусенко И.А.

Институт физики имени Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Изучение модулирующего действия лазерного излучения на клетки спермы животных в зависимости от длины волны представляет интерес как для выяснения вклада различных молекул–фотоакцепторов в реализацию фотобиологического эффекта, так и для практического применения методов фотобиомодуляции в репродуктивных биотехнологиях для увеличения вероятности оплодотворения ооцитов за счет повышения сохранности и подвижности сперматозоидов.

В настоящей работе, используя сперму осетровых рыб в качестве модельной системы, чувствительной к действию оптического излучения, впервые выполнены сравнительные исследования влияния низкоинтенсивного лазерного излучения зеленой (длина волны $\lambda = 532$ нм) и красной ($\lambda = 632.8$ нм) областей спектра одинаковой средней плотности мощности (3 мВт/см²) на функциональные характеристики сперматозоидов. Наличие выраженных фотобиологических эффектов наблюдается через 24 и 48 часов после облучения спермы и последующего ее хранения в охлажденном состоянии. Подтверждения биомодулирующего действия излучения (по сравнению с контрольными, необлученными образцами) получены при анализе подвижности сперматозоидов, процента подвижных сперматозоидов в образцах спермы и эффективности фертилизации (оплодотворения икры). Указанные исследования выполнены с использованием компьютерной системы анализа параметров подвижности сперматозоидов, созданной на базе тринокулярного биологического микроскопа проходящего света и программного обеспечения MMS Sperm.

Показано, что в зависимости от энергетической дозы, излучение красной и зеленой областей спектра способно оказывать как стимулирующее, так и ингибирующее влияние на подвижность сперматозоидов, что соответствует закону Арндта-Шульца. В то же время правило Бунзена–Роско о взаимозаменяемости времени и плотности мощности при обеспечении одинаковой энергетической дозы не выполняется. Вопреки распространенному мнению о больших перспективах использования излучения коротких длин волн в репродуктивных биотехнологиях (из-за более эффективного поглощения излучения клеточными хромофорами и повышенной генерации активных форм кислорода), получены убедительные доказательства более выраженного стимулирующего эффекта излучения красной области спектра. Среди возможных причин снижения стимулирующего эффекта при переходе от излучения красной к зеленой области спектра рассматривается повышенная наработка активных форм кислорода (АФК), способных при высокой концентрации оказывать ингибирующее действие на биологические системы. С использованием люминол-зависимой хемилюминесценции установлено образование АФК при воздействии на сперму лазерного излучения зеленой области спектра; при воздействии излучения красной области спектра эффективность генерации АФК практически не отличается от контроля.

Показано, что результат действия оптического излучения на сперму рыб (как и на другую биологическую систему) является балансом двух процессов: а) активации, реализуемой с участием ферментов дыхательной цепи, ионных каналородопсинов Орп3, катионных каналов с транзиторным рецепторным потенциалом TRP; б) наработкой АФК, способных играть активирующую сигнальную роль при малых концентрациях и ингибировать процессы при высокой концентрации АФК в клетках.