

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра лазерной физики и спектроскопии

Старовойт
Анна Игоревна

**Самосенсибилизированная деструкция микробных и животных
клеток при воздействии излучения УФ и синей областей спектра**

Реферат дипломной работы

Научный руководитель:
Плавский В.Ю., к.ф.-м.н.,
зам директора,
ГНУ «Институт физики
имени Б.И.Степанова
НАН Беларуси»;

Ляшенко Л.С., доцент,
к.ф.-м.н., доцент, кафедра
лазерной физики и
спектроскопии БГУ

Минск, 2021

РЕФЕРАТ

Самосенсибилизированная деструкция микробных и животных клеток при воздействии излучения УФ и синей областей спектра.

Научные руководители - Плавский В.Ю., к.ф.-м.н., зам директора, ГНУ «Институт физики имени Б.И.Степанова НАН Беларуси»; Ляшенко Л.С., доцент, к.ф.-м.н., доцент, кафедра лазерной физики и спектроскопии БГУ

Дипломное исследование состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованных источников (111), 68 страниц и 29 рисунков.

Ключевые слова: лазерное излучение с длиной волны 405 нм и 445 нм, микробные клетки, антимикробная фотодинамическая терапия, порфирины, флавины, фотосенсибилизатор.

Объект исследования: клетки животных в культуре: а) фибробластоподобные клетки линии BGM; б) опухолевые клетки глиомы крысы С6; в) эритроциты крови человека; микробные клетки: г) грамположительные стафилококки *Staphylococcus aureus*; д) грамотрицательные кишечные палочки *Escherichia coli*; е) дрожжеподобные грибы *Candida albicans*.

Цель исследования: сравнение фотобиологического эффекта при воздействии лазерного излучения с длиной волны 405 нм и 445 нм на различные типы клеток, а также выяснение роли клеточной мембраны в реализации фотодинамического эффекта.

Методы исследования: флуоресцентная и абсорбционная спектроскопия, метод флуоресцентных зондов, калориметрический МТТ-тест.

Полученные результаты: Выполненные исследования показали, что воздействие излучения синей области спектра с длиной волны 405 или 445 нм на все виды животных клеток приводит к подавлению их роста без предварительного внесения экзогенных фотосенсибилизаторов. Действие излучения светодиодных источников и лазерного излучения близких длин волн практически не отличается. Воздействие света синей областей спектра на эритроциты крови человека приводит к их повреждению, что регистрируется по выходу гемоглобина из указанных клеток в физраствор. Установлено, что эндогенными акцепторами оптического излучения, определяющими летальное действие света на клетки, являются молекулы безметалльных порфиринов, а также флавинов, способные эффективно генерировать активные формы кислорода (синглетный кислород). Вклад порфириновых фотосенсибилизаторов в фотоинактивацию клеток наиболее выражен при воздействии излучения 405 нм (максимум полосы Core порфиринов), а флавиновых – при воздействии излучения 445 нм (максимум в спектре поглощения флавинов и минимум в спектре поглощения порфиринов).

ABSTRACT

Selfsensitized destruction of microbial and animal cells under the influence of UV and blue radiation.

Scientific supervisors - Plavsky V. Yu., Ph. D., Deputy Director, State Scientific Institution "B. I. Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Belarus"; Lyashenko L. S., Associate Professor, Ph. D., Associate Professor, Department of Laser Physics and Spectroscopy of BSU

The thesis study consists of an introduction, 4 chapters, conclusion, list of sources used (111), 68 pages and 29 figures.

Keywords: laser radiation with a wavelength of 405 nm and 445 nm, microbial cells, antimicrobial photodynamic therapy, porphyrins, flavins, photosensitizer.

Object of study: animal cells in culture: a) fibroblast-like cells of the BGM line; b) rat glioma C6 tumor cells; c) human red blood cells; microbial cells: d) gram-positive staphylococci *Staphylococcus aureus*; e) gram-negative *Escherichia coli*; e) yeast-like fungi *Candida albicans*.

The aim of the study was to compare the photobiological effect of laser radiation with a wavelength of 405 nm and 445 nm on various cell types, as well as clarification of the role of the cell membrane in the implementation of the photodynamic effect.

Research methods: fluorescence and absorption spectroscopy, fluorescent probe method, calorimetric MTT test

The results obtained: The performed studies have shown that the effect of radiation in the blue region of the spectrum with a wavelength of 405 or 445 nm on all types of animal cells leads to the suppression of their growth without first applying exogenous photosensitizers. The effect of radiation from LED sources and laser radiation of close wavelengths is practically the same. The effect of light from the blue regions of the spectrum on human red blood cells leads to their damage, which is recorded by the release of hemoglobin from these cells into saline. It is established that the endogenous acceptors of optical radiation, which determine the lethal effect of light on cells, are molecules of nonmetal porphyrins, as well as flavins, which are able to efficiently generate reactive oxygen species (singlet oxygen). The contribution of porphyrin photosensitizers to the photoinactivation of cells is most pronounced when exposed to radiation of 405 nm (the maximum of the porphyrin Soret band), and flavin-when exposed to radiation of 445 nm (the maximum in the absorption spectrum of flavins and the minimum in the absorption spectrum of porphyrins).

РЭФЕРАТ

Самасенсібілізаваная дэструкцыя мікробных клетак і клетак жывёл пры ўздзеянні выпраменьвання УФ і сіняй абласцей спектру.

Навуковыя кіраўнікі - Плаўскі В. Ю., к. ф. - м. н., нам дырэктара, ДНУ «Інстытут фізікі імя Б. і. Сцяпанавы НАН Беларусі»; Ляшэнка Л. С., дацэнт, к.ф.-м. н., дацэнт, кафедра лазернай фізікі і спектраскапіі БДУ

Дыпломнае даследаванне складаецца з увядзення, 4 раздзелаў, заключэння, спісу выкарыстаных крыніц (111), 68 старонак і 29 малюнкаў.

Ключавыя словы: лазернае выпраменьванне з даўжынёй хвалі 405 нм і 445 нм, мікробныя клеткі, антымікробным фотадынамічная тэрапія, парфірын, флавін, фотосенсибилизатор.

Аб'ект даследавання: клеткі жывёл у культуры: а) фібрабластападобныя клеткі лініі BGM; б) клеткі пухліны гліомы пацука C6; в) эрытрацыты крыві чалавека; мікробныя клеткі: г) грамстаноўчыя стафілакокі *Staphylococcus aureus*; д) грамадмоўныя кішачныя палачкі *Escherichia coli*; е) дрожджыпадобныя грыбы *Candida albicans*.

Мэта даследавання: параўнанне фотабіялагічнага эфекту пры ўздзеянні лазернага выпраменьвання з даўжынёй хвалі 405 нм і 445 нм на розныя тыпы клетак, а таксама высветленне ролі клеткавай мембраны ў рэалізацыі фотадынамічнага эфекту.

Метады даследавання: флуоресцентная і абсарбцыйная спектраскапія, метады флуарысцэнтных зондаў, каларыметрычны МТТ-тэст.

Атрыманыя вынікі: выкананыя даследаванні паказалі, што ўздзеянне выпраменьвання сіняй вобласці спектру з даўжынёй хвалі 405 або 445 нм на ўсе віды клетак жывёл прыводзіць да падаўлення іх росту без папярэдняга ўнясення экзагенных фотасенсібілізатараў. Дзеянне выпраменьвання святлодыёдных крыніц і лазернага выпраменьвання блізкіх даўжынёў хваль практычна не адрозніваецца. Ўздзеянне святла сіняй вобласці спектру на эрытрацыты крыві чалавека прыводзіць да іх пашкоджання, што рэгіструецца па выхаду гемаглабіну з названых клетак у фізраствор. Устаноўлена, што эндагеннымі акцэптарамі аптычнага выпраменьвання, якія вызначаюць смяротнае дзеянне святла на клеткі, з'яўляюцца малекулы безметальных парфірынаў, а таксама флавінаў, здольных эфектыўна генэраваць актыўныя формы кіслароду (сінглетны кісларод). Уклад парфірынавых фотасенсібілізатараў ў фотаінактывацыю клетак найбольш выяўлены пры ўздзеянні выпраменьвання 405 нм (максімум паласы Core парфірынаў), а флавінавых – пры ўздзеянні выпраменьвання 445 нм (максімум ў спектры паглынання флавінаў і мінімум у спектры паглынання парфірынаў).