

## ЛИТЕРАТУРА

1. Амелькина, С. А. Экспериментальные исследования психофизиологической и гигиенической эффективности светодиодного освещения / С. А. Амелькина, О. Е. Железникова, Л. В. Сеницына, А. М. Кокинов // Естественные и технические науки. – М., 2014. – № 1 (69). – С. 159–168.
2. Бижак Г. Спектры излучения светодиодов и спектр действия для подавления секреции мелатонина / Г. Бижак, М. Б. Кобав // Светотехника. – 2012. – № 3. – С. 11–16.

### ОСОБЕННОСТИ СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ПЕСТИЦИДОВ НА ГЕМОЛИЗ ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ IN VITRO

### FEATURES OF THE COMBINED ACTION OF LOW-INTENSIVE LASER RADIATION AND PESTICIDES ON HEMOLYSIS OF ERYTHROCYTES OF HUMAN BLOOD IN THE CONDITIONS IN VITRO

**А. Н. Батян<sup>1</sup>, М. М. Асимов<sup>2</sup>, М. О. Трусевич<sup>3</sup>**

**A. Batyan<sup>1</sup>, M. Asimov<sup>2</sup>, M. Trusevich<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,

<sup>2</sup>Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси,

<sup>3</sup>Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии,

г. Минск, Республика Беларусь

*m.trusevich@tut.by*

<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU,

<sup>2</sup>Institute of physics of B. I. Stepanov NAS of Belarus,

<sup>3</sup>The Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology,

Minsk, Republic of Belarus

Экспериментально исследовано влияние оптического излучения на нейтрализацию токсического воздействия пестицидов (карбоксина, дифеноканозола, хизалохоп-п-этила) на гемолиз эритроцитов крови человека в условиях *in vitro*. Установлено, что низкоинтенсивное лазерное излучение оказывает стабилизирующее действие и препятствует гемолизу эритроцитов в присутствии исследуемых пестицидов.

Influence of optical radiation on neutralization of toxic influence of pesticides (a karboksina, a difenokanozol, hizalokhop-p-ethyl) on hemolysis erythrocytes of human blood in the conditions *in vitro* is experimentally investigated. It is established that low-intensive laser radiation has the stabilizing effect and prevents the hemolysis of erythrocytes in the presence of the pesticides under study.

*Ключевые слова:* гемолиз эритроцитов, низкоинтенсивное лазерное излучение.

*Keywords:* hemolysis of erythrocytes, low-intensive laser radiation.

Эритроциты – красные кровяные тельца, транспортирующие кислород к клеткам биотканей. Эритроциты достаточно хрупкие субстанции. Различные факторы – тепловые, механические, биологические и химические – могут их разрушать. Процесс разрушения оболочки эритроцитов и выход гемоглобина в плазму крови является гемолизом [1]. Широко используемые химические средства борьбы с вредителями растений, сорняками, химические удобрения являются одной из причин загрязнения окружающей среды. В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований по влиянию ряда пестицидов на гемолиз эритроцитов крови человека, а также возможность снижения токсического воздействия с помощью низкоинтенсивного лазерного излучения.

**Материалы и методы исследования.** Гемолиз эритроцитов определяли по методике [2]. Для получения эритроцитарной пасты кровь центрифугировали при 3.000 об/мин в течение 7 мин. Полученные эритроциты отмывали физиологическим раствором (0,9 % NaCl) 4 раза. Отмывку проводили путем центрифугирования при 1000 об/мин в течение 10 мин. Полученные клетки разводили в соотношении 1:250 физиологическим раствором. 2 мл полученной суспензии переносили в чашку Петри (d = 5 см) и оставляли на 2 часа при +4 °С. Затем содержимое слегка встряхивали (перемешивая не прилипшие клетки) и добавляли еще 2 мл физиологического раствора. Полученные выше описанным способом эритроциты подвергали воздействию пестицидов (карбоксина, дифеноканозола, хизалохоп-п-этила) в концентрации от 0,008 mM до 1 mM и облучению лазером в течение 15 мин при комнатной температуре. Контрольные образцы также находились при комнатной температуре в течение 15 мин. После этого, супернатант осторожно удаляли с эритроцитарного монослоя и центрифугировали при 1000 об/мин

в течение 10 мин. Оставшиеся эритроциты лизировали, добавлением 2 мл дистиллированной воды. Записывали спектры поглощения полученных растворов в диапазоне длин волн 200–700 нм на приборе Shimadzu UV-2501 PC (Япония).

Процент гемолиза рассчитывали по следующей формуле:

$$H (\%) = \frac{A_1}{A_1 + A_2} \times 100,$$

где  $A_1$  – поглощение гемоглобина в супернатанте;  $A_2$  – поглощение гемоглобина после полного гемолиза. Поглощение растворов определяли при  $\lambda=522$  нм (изобестическая точка окси- и метгемоглобина).

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием приложения MS Office «Excel» и компьютерной программы «BIOSTAT».

**Результаты.** Результаты степени гемолиза эритроцитов при действии пестицидов представлены в таблице 1. Нами было выявлено достоверное увеличение степени гемолиза эритроцитов при всех используемых в работе концентрациях пестицидов.

Таблица 1 – Процент гемолиза эритроцитов под воздействием пестицидов

	Контроль, %	Концентрация пестицидов			
		0,2 мМ	0,04 мМ	0,008 мМ	0,0016 мМ
Карбоксин	19,8±0,12%	43,42±0,22**	43,44±0,38**	38,61±0,17**	37,81±0,11**
Дифенокназол		45,14±0,04**	43,89±0,13**	40,92±0,11**	37,72±0,05**
Хизолофоп-этил		43,76±0,12**	43,19±0,99**	39,97±0,13**	38,47±0,02**

\*\* достоверность различий ( $p < 0,001$ ) по сравнению с контрольной группой.

В ходе изучения влияния пестицидов на степень гемолиза эритроцитов в облученных и необлученных образцах нами было выявлено достоверное уменьшение степени гемолиза эритроцитов в облученных образцах по сравнению с необлученными при всех используемых в работе концентрациях пестицидов (таблица 2).

Таблица 2 – Процент гемолиза эритроцитов при воздействии пестицидов и лазерного излучения

Концентрация токсиканта	Карбоксин		Дифенокназол		Хизолофоп-этил	
	Контроль	Лазер	Контроль	Лазер	Контроль	Лазер
0 мМ	19,8±0,12	18,7±0,27*	19,8±0,12	18,7±0,27*	19,8±0,12	18,7±0,27*
0,2 мМ	43,42±0,22	42,19±0,19*	45,14±0,04	43,99±0,14**	43,76±0,12	42,85±0,09**
0,04 мМ	43,44±0,38	38,21±0,05**	43,89±0,13	40,67±0,11**	43,19±0,99	42,75±0,08*
0,008 мМ	38,61±0,17	37,61±0,07*	40,92±0,11	39,01±0,01**	39,97±0,13	38,61±0,05**
0,0016 мМ	37,81±0,11	37,25±0,10*	37,72±0,05	36,77±0,12**	38,47±0,02	37,96±0,11*

\* достоверность различий ( $p < 0,05$ ) по сравнению с контрольной группой;

\*\* достоверность различий ( $p < 0,001$ ) по сравнению с контрольной группой.

**Выводы.** На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что пестициды в концентрации свыше 0,008 мМ оказывают токсическое воздействие на резистентность эритроцитарной мембраны. Установлено, что низкоинтенсивное лазерное излучение препятствует разрушающему воздействию пестицидов на мембрану эритроцитов крови человека. Таким образом, полученные в работе результаты дают научное обоснование в разработке оптических методов нейтрализации отравляющего действия пестицидов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Асимов, М. М. Биофотоника взаимодействия низкоинтенсивного лазерного излучения с эритроцитами крови / М. М. Асимов, Р. М. Асимов, А. Н. Батян, М. О. Трусевич, А. Н. Рубинов // Оптика и спектроскопия. – 2013, Т. 114, № 6. – С. 977–980.
2. Puchala, M. The influence of radiation quality on radiation-induced hemolysis and hemoglobin oxidation of human erythrocytes / M. Puchala, Z. Szweda-Lewandowska, J. Kiefer // J. Radiat. Res. – 2004. – Vol. 45, №2. – P. 275–279.