

**Эффекты кратковременного действия  
низкоинтенсивного лазерного  
и ультрафиолетового излучений  
на эмбрионы *Daphnia magna***

**Е.А. Осипова<sup>а\*</sup>, В.В. Крылов<sup>а</sup>,  
В.И. Юсупов<sup>б</sup>, Н.Б. Симонова<sup>в</sup>**

<sup>а</sup> *Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
Россия 152742, Ярославская область, Некоузский р-н, п. Борок*

<sup>б</sup> *Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН,  
Россия 142190, Московская область, г. Троицк, ул. Пионерская, 2*

<sup>в</sup> *Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,  
Россия 142290, Московская область, г. Пуццино, ул. Институтская, 3<sup>1</sup>*

Received 2.09.2011, received in revised form 9.09.2011, accepted 16.09.2011

---

*Исследовано кратковременное влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения на развивающиеся in vitro эмбрионы *Daphnia magna* Straus. Эмбрионы подвергались воздействию лазерного (633 нм, 0,16 мВт/см<sup>2</sup>) и ультрафиолетового (365 нм, 0,05 мВт/см<sup>2</sup>) излучений по отдельности и в последовательных комбинациях. Показано, что кратковременное воздействие лазерного излучения на *D. magna* во время раннего развития обуславливает продукцию более крупного потомства. Облучение эмбрионов лазерным излучением перед воздействием ультрафиолетового излучения приводит к сохранению положительной генеральной корреляции между размерами рачков и количеством производимого потомства, которая нарушается при воздействии ультрафиолетового излучения.*

*Ключевые слова: лазерное излучение, ультрафиолетовое излучение, *Daphnia magna*.*

---

**Введение**

Сегодня низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) красного и инфракрасного диапазонов широко применяется в медицине

для профилактики и терапии различных заболеваний (см., например, Брилли и др., 1998; Tuner, Node, 1999). В настоящее время принято считать, что НИЛИ при определенных

---

\* Corresponding author E-mail address: osipova@ibiw.yaroslavl.ru

<sup>1</sup> © Siberian Federal University. All rights reserved

параметрах (интенсивность 0,3 – 100 мВт/см<sup>2</sup>, длительность воздействия 1 с – 5 мин) обладает биостимулирующим и протекторным действием на биологические системы (Каги, 2007; Чудновский и др., 2002) и, в частности, на человеческий организм (Илларионов, 1994; Брилли и др., 1998). В отдельных работах показано, что воздействие НИЛИ с более низкой интенсивностью – 0,2 мВт/см<sup>2</sup> – также способно вызывать значимые биостимулирующие и протекторные эффекты, вызывая дозозависимые изменения продукции цитокинов, оксида азота и активности естественных киллерных клеток мышей (Новоселова и др., 2006; Новоселова и др., 2007). При этом оказалось, что стимуляция активности клеток происходит даже в тех случаях, когда доза лазерного света не превышает 6 мДж/см<sup>2</sup>. Исследование биостимулирующего и протекторного действия НИЛИ с такими низкими интенсивностями на других биологических объектах представляет большой интерес, поскольку позволяет разграничить видоспецифичные и общебиологические эффекты.

При изучении протекторного действия НИЛИ в качестве повреждающего фактора может быть использовано ультрафиолетовое (УФ) излучение, действие которого на живые системы довольно хорошо изучено (Самойлова, 1967; Норм, 1980). Кванты УФ-излучения обладают большей энергией по сравнению с квантами света красного и инфракрасного диапазонов и способны, в отличие от последних, вызвать определенные нарушения связей в биологических макромолекулах, приводя, например, к разрушению ДНК (Friedberg et al., 1995). Ранее нами были обнаружены негативные биологические эффекты после кратковременного (доза 12 мДж/см<sup>2</sup>) воздействия УФ-излучения с длиной волны 365 нм на развивающиеся эмбрионы *D. magna* (Осипова и др., 2010). Эксперименты с культурой

клеток фибробластов показали, что низкоинтенсивное светодиодное излучение красного диапазона может обладать протекторным действием, снижая негативное воздействие УФ-излучения (Храмов и др., 2007; Храмов и др. 2008).

Целью работы являлось изучение биостимулирующего и протекторного действия кратковременного НИЛИ на партеногенетические эмбрионы *Daphnia magna* Straus. Этот объект хорошо зарекомендовал себя при оценке биологической эффективности различных факторов низкой интенсивности (Крылов и др., 2010; Sobral et al., 2001; Krylov, 2010). Данное исследование – часть комплексного изучения влияния кратковременного НИЛИ на живые организмы.

#### Материалы и методы

*Материал.* Для экспериментов использовалась лабораторная культура *D. magna*. Условия культивирования дафний соответствовали стандартной методике биотестирования (Методика..., 1999). Поддерживали температуру 23 °С при световом режиме 16 ч – день, 8 ч – ночь. Для проведения экспериментов использовалась отстоянная аэрированная водопроводная вода. Рачков ежедневно кормили суспензией клеток *Chlorella vulgaris* Beijerinck из расчета (3-3,5)×10<sup>7</sup> клеток на 100 см<sup>3</sup> культивационной воды. Экспозиции подвергались развивающиеся *in vitro* партеногенетические яйца *D. magna*. Для экспериментов использовались партеногенетические яйца, соответствующие 3-5-му выводку.

*Исследуемые факторы.* Исследовалось влияние He-Ne лазерного излучения с длиной волны 633 нм, интенсивностью 0,16 мВт/см<sup>2</sup>. Длительность воздействия НИЛИ составляла 1 мин, что соответствует одному из наиболее распространенных в традиционной лазеротерапии значений (Илларионов, 1994).

Изучалось влияние УФ-излучения с длиной волны 365 нм и интенсивностью 0,05 мВт/см<sup>2</sup>. Длительность УФ-воздействия составляла 4 мин, что соответствует дозе 12 мДж/см<sup>2</sup>. Такая доза не является летальной и одновременно эффективно воздействует на различные системы организма, поэтому воздействия такого порядка часто используют для изучения эффектов УФ на биологические объекты (Храмов и др., 2007; Храмов и др., 2008; Чистяков и др., 2009).

*Структура экспериментов и оцениваемые показатели.* Был использован оригинальный подход, зарекомендовавший себя при оценке влияния низкочастотных магнитных полей на эмбриогенез *D. magna* (Krylov, 2010). Созревшие производители развивались индивидуально в сосудах емкостью 50 мл. После вымета очередного потомства и появления четко выраженных яичников рачков перемещали в отдельную емкость со средой, где за ними наблюдали каждые 30 мин, чтобы отметить момент перехода яиц из яичников в выводковую камеру. Это событие рассматривалось как «нулевое» время в развитии яиц (T<sub>0</sub>). Число яиц в выводке на протяжении экспериментов варьировало от 20 до 34 и составляло  $25,6 \pm 1,8$  (среднее  $\pm$  ошибка среднего). Выход яиц в выводковую камеру занимает от 5 до 20 мин. В этот момент идет амейотическое удвоение числа хромосом овоцита. Приблизительно через 1 ч после T<sub>0</sub> происходит первое зародышевое деление. Через 3 ч после T<sub>0</sub> самку перемещали под бинокулярный микроскоп, где с помощью препаровальной иглы яйца извлекали из выводковой камеры. Этот момент развития соответствует стадии средней или поздней бластулы. К этому времени яйцевая оболочка становится плотной и не разрушается при манипуляциях. Извлеченные яйца промывали, случайным образом разделяли

на контрольные и опытные варианты и помещали в малые чашки Петри, не более 10 яиц в одну чашку. Яйца от одной самки, разделенные на контрольные и опытные варианты, представляли собой отдельную экспериментальную повторность.

Экспозиция партеногенетических яиц начиналась сразу после их извлечения из выводковой камеры. Исследовалось влияние НИЛИ, УФ-излучения, а также их последовательных комбинаций. В одном варианте сразу после извлечения партеногенетических яиц из выводковой камеры на них действовало НИЛИ в течение 1 мин, затем, после минутного перерыва, действовало УФ-излучение в течение 4 мин. В другом – на партеногенетические яйца действовало УФ-излучение в течение 4 мин, затем, после минутного перерыва, действовало НИЛИ в течение 1 мин.

Слой водной среды над развивающимися яйцами составлял 5 мм. Мы пренебрегали зависимостью интенсивностей излучений от глубины, поскольку коэффициенты поглощения лазерного (633 нм) и УФ (365 нм) излучений водой составляют 0,003 и 0,02 см<sup>-1</sup> соответственно (Baker, Smith, 1982). Каждая серия экспериментов (НИЛИ, УФ-излучение, НИЛИ – УФ-излучение, УФ-излучение – НИЛИ) была проведена в трех повторностях. Во время раннего развития оценивали выживаемость партеногенетических яиц и время выхода развивающихся эмбрионов из внешней яйцевой оболочки с точностью до 15 мин.

Для того чтобы оценить отдаленные последствия влияния исследуемых факторов на *D. magna* в раннем онтогенезе, ювенильных особей из контрольных и экспериментальных повторностей, которые развились из экспонированных яиц, помещали индивидуально в сосуды емкостью 50 мл с чистой средой. Там рачки развивались в контрольных условиях до дефинитивного состояния. Во время

индивидуального развития оценивали смертность и темпы созревания дафний. У каждой самки подсчитывали количество потомства в первом выводке. При помощи бинокулярного микроскопа МБС-8 измерялась длина тела рожденных особей от головы до основания хвостовой иглы с точностью до 1/70 мм. Измерения новорожденных рачков производили до их первой линьки, т.е. до активного роста. Самцов за время проведения экспериментов обнаружено не было, абортивные яйца встречались единично.

Достоверность различий средних значений оценивали с помощью критерия Стьюдента. При проведении множественных сравнений, во избежание повышения вероятности обнаружения ложных различий, использовалась поправка Бонферрони (Benjamini, Hochberg, 1995). Для определения связей между исследуемыми показателями с нормальным распределением использовали корреляционный анализ.

## Результаты

В таблице 1 отражены изменения исследуемых показателей при действии НИЛИ и УФ-излучения на *D. magna* во время эмбриогенеза как по отдельности, так и в последовательной комбинации. Поскольку серии опытов проводили друг за другом, некоторые показатели варьировали, по-видимому, из-за разнокачественности между поколениями в синхронизированной культуре *D. magna* (Marshall et al., 2008). Параметрическое сравнение контрольных и опытных показателей внутри каждой синхронной серии опытов правомерно.

Заметно достоверное увеличение размеров производимого потомства после минутной экспозиции производителей НИЛИ во время эмбриогенеза. Наблюдалось также более раннее появление первого потомства

после воздействия УФ-излучения на производителей во время раннего развития и увеличение размеров самок после экспозиции эмбрионов в последовательной комбинации НИЛИ и УФ-излучения. Однако эти эффекты нивелируются при введении корректирующих поправок, применяемых при множественных сравнениях.

Для всех серий экспериментов были рассчитаны коэффициенты корреляции между размерами самок и количеством производимого потомства. В экспериментах с НИЛИ связи были достоверными и положительными (в контроле  $r = 0,45$ ,  $p < 0,05$ ,  $n = 25$ ; в опыте  $r = 0,40$ ,  $p < 0,05$ ,  $n = 30$ ). При изучении биологических эффектов УФ-излучения в контроле была обнаружена достоверная положительная корреляция ( $r = 0,42$ ,  $p < 0,05$ ,  $n = 18$ ), в опыте связь была достоверно отрицательной ( $r = -0,75$ ,  $p < 0,05$ ,  $n = 16$ ). В экспериментах с последовательной комбинацией НИЛИ – УФ-излучения наблюдались положительные достоверные связи (в контроле  $r = 0,55$ ,  $p < 0,05$ ,  $n = 29$ ; в опыте  $r = 0,61$ ,  $p < 0,05$ ,  $n = 32$ ). При исследовании действия комбинации УФ-излучения – НИЛИ на эмбриогенез *D. magna* в контроле была обнаружена достоверная положительная корреляция ( $r = 0,55$ ,  $p < 0,05$ ,  $n = 29$ ), в опыте статистически значимой связи обнаружено не было ( $r = 0,25$ ,  $p > 0,05$ ,  $n = 26$ ).

## Обсуждение

Мы не рассматривали механизм влияния НИЛИ на эмбриогенез дафний, однако приведем модели действия этого фактора, которые наиболее детально описаны в литературе. Полагают, что биологическая эффективность НИЛИ может быть обусловлена образованием многочисленных микроскопических градиентных полей на поверхности объекта (Popov et al., 2007), локальными термодина-

Таблица 1. Действие исследуемых излучений на показатели *D. magna*

Показатель	НИЛИ (1 мин)		УФ (4 мин)		НИЛИ (1 мин) → УФ (4 мин)		УФ (4 мин) → НИЛИ (1 мин)	
	M ± SD	n	M ± SD	n	M ± SD	n	M ± SD	n
Время вылупления эмбрионов из яйцевой оболочки, часы	25,29 ± 2,37	34	25,16 ± 1,57	22	25,12 ± 0,98	23	24,43 ± 0,53	23
	24,68 ± 1,83	30	24,31 ± 2,09	21	24,73 ± 0,92	33	24,73 ± 0,92	33
Размеры самок, мм	2,68 ± 0,14	30	2,99 ± 0,14	16	3,19 ± 0,09 *	33	3,13 ± 0,26	28
	2,63 ± 0,10	25	2,92 ± 0,11	18	3,12 ± 0,19	31	3,12 ± 0,19	31
День появления 1-го потомства	11,10 ± 0,68	31	10,81 ± 0,51 *	16	11,67 ± 1,15	33	11,98 ± 1,12	26
	11,02 ± 0,76	25	11,17 ± 0,45	18	12,05 ± 1,35	31	12,05 ± 1,35	31
Численность 1-го выводка	7,81 ± 1,92	31	13,67 ± 2,65	16	13,34 ± 4,15	32	14,73 ± 3,99	26
	7,48 ± 1,96	25	14,17 ± 1,64	18	13,79 ± 4,39	29	13,79 ± 4,39	29
Размеры потомства, мм	0,82 ± 0,05 **	222	0,80 ± 0,06	100	0,77 ± 0,04	426	0,77 ± 0,04	383
	0,80 ± 0,07	173	0,79 ± 0,05	119	0,77 ± 0,05	388	0,77 ± 0,05	388

Над чертой – значение признака в опытном варианте, под чертой – значение признака в контроле;

\* – различия достоверны при  $p < 0,05$ ; \*\* – при  $p < 0,01$  (с учётом поправки Бонферрони различия значимы при  $p < 0,01$ ).

мическими нарушениями, приводящими к высвобождению ионов кальция из внутриклеточного депо (Москвин, 2008), поглощением излучения в дыхательной цепи митохондрий, в частности в цитохром-с-оксидазе, что ведёт к повышению редокс-потенциала митохондрий, их функциональной активности и синтеза АТФ (Кару, 2000; Кару, 2001; Filippin et al., 2003).

Раннее развитие дафний является очень чувствительным промежутком онтогенеза. В это время организм наиболее подвержен влиянию многих факторов, механизмы действия которых могут быть различными (Baird et al., 1991). Обнаружено, что действие НИЛИ на эмбрионы *D. magna* в течение 1 мин приводит впоследствии к производству более крупного потомства, при этом количество отрождаемого потомства практически не отличалось от контрольных значений. Крупное потомство *D. magna* менее чувствительно к различным стрессовым воздействиям (Enserink et al., 1990). В опытах с УФ-излучением статистически значимых изменений исследуемых показателей обнаружено не было. Но ранее, в экспериментах с этой линией дафний, было обнаружено увеличение размеров и снижение количества производимого потомства в первом выводке по сравнению с контролем после действия УФ-излучения с теми же параметрами на эмбрионы *D. magna* в течение 4 мин при 28 °С (Осипова и др., 2010), т. е. в отличающихся от оптимальных температурных условиях производилось более крупное и малочисленное потомство. Увеличение размеров и сокращение численности производимого потомства встречается в природных популяциях при отклонении условий среды (температура, обеспеченность пищей и т.д.) от оптимума (Пятаков, 1956; Семенченко, 1992; Green, 1966). Возможно, в привычных темпера-

турных условиях протекторные системы организма у эмбрионов *D. magna* успешно противостояли негативному действию УФ-излучения на исследуемые показатели.

Более детально влияние исследуемых низкоинтенсивных излучений на эмбриогенез *D. magna* можно оценить, сравнив коэффициенты корреляции между показателями размеров самок и количеством производимого потомства. Известно, что при благоприятных условиях у более крупных самок численность потомства выше (Rinke, Petzoldt, 2003). Достоверные положительные корреляции были обнаружены во всех контрольных вариантах, а также после действия лазерного излучения и последовательной комбинации НИЛИ – УФ-излучения на эмбрионы. После действия УФ-излучения и последовательной комбинации УФ-излучения – НИЛИ на эмбрионы *D. magna* наблюдались отрицательная и недостоверная положительная связи между указанными параметрами, соответственно. Следовательно, действие УФ-излучения отдельно либо перед действием НИЛИ приводит к нарушению репродуктивной стратегии. Известно, что предоблучение биологических объектов НИЛИ оказывает протекторное действие и повышает их устойчивость к действию негативных факторов (Чудновский и др., 2002; Королев и др., 2007). Описано также, что красный свет, полученный от светодиодных источников, приводит к снижению негативного действия УФ-излучения на пролиферацию в культуре клеток фибробластов (Храмов и др., 2007; Храмов и др., 2008). В наших экспериментах достоверная положительная корреляция между размерами самок и количеством производимого потомства, присущая контролю, сохранялась именно в тех вариантах, где эмбрионы испытывали влияние только НИЛИ либо подвергались минутному облучению НИЛИ перед действием УФ-излучения. Мож-

но заключить, что кратковременное облучение эмбрионов *D. magna* НИЛИ He-Ne лазера (длина волны 633 нм, интенсивность 0,16 мВт/см<sup>2</sup>) обладает протекторным действием.

*Работа поддержана грантами РФФИ № 10-02-00672 и № 11-04-01252.*

### Список литературы

Брилль Г.Е., Романова Т.П., Прошина О.В., Беспалова Т.А. (1998) Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в качестве физического адаптогена при действии на организм стрессорных факторов: пособие для врачей и научных работников. Саратов: Изд-во СМУ, 32 с.

Илларионов В.Е. (1994) Техника и методика процедур лазерной терапии. Справочник. М.: Лазер маркет, 178 с.

Кару Т.Й. (2000) Первичные и вторичные клеточные механизмы лазерной терапии. В: Москвин С.В., Буйлин В.А. (ред.) Низкоинтенсивная лазерная терапия. М.: Фирма-Техника, с. 71-94.

Кару Т.Й. (2001) Клеточные механизмы низкоинтенсивной лазерной терапии. Усп. совр. биол. 121(1): 110-120.

Королев Ю.Н., Курило Л.Ф., Гениатулина М.С., Никулина Л.А., Макарова. Н.П. (2007) Радиозащитное действие лазерного излучения на сперматозоиды крыс и их потомства. Пробл. репрод. (1): 34-37.

Крылов В.В., Зотов О.Д., Осипова Е.А., Знобищева А.В., Демцун Н.А. (2010) Влияние модели Н-компоненты типичной магнитной бури на раннее развитие *Daphnia magna* Straus. Биофизика 55(4): 693-698.

Методика определения токсичности воды по смертности и изменению плодовитости дафний (1999). М.: Акварос, 50 с.

Москвин С.В. (2008) К вопросу о механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ). Вест. нов. мед. технол. 15(1): 42-45

Новоселова Е.Г., Глушкова О.В., Хренов М.О., Черенков Д.А., Лунин С.М., Новоселова Т.В., Чудновский В.М., Юсупов В.И., Фесенко Е.Е. (2007) Защитный эффект низкоинтенсивного лазерного излучения в условиях острого токсического стресса. Биофизика 52(1): 137-140.

Новоселова Е.Г., Черенков Д.А., Глушкова О.В., Новоселова Т.В., Чудновский В.М., Юсупов В.И., Фесенко Е.Е. (2006) Действие низкоинтенсивного лазерного излучения (632, 8 нм) на изолированные клетки иммунной системы мышей. Биофизика 51(3): 509-518.

Осипова Е.А., Крылов В.В., Юсупов В.И., Симонова Н.Б. (2010) Действие низкоинтенсивного лазерного и ультрафиолетового излучения на ранний онтогенез *Daphnia magna*. Биология внутренних вод : сб материалов XIV Школы-конференции молодых ученых. Ярославль: Принтхаус, с. 96-101.

Пятаков М.Л. (1956) По поводу сезонного изменения плодовитости у ветвистоусых. Зоол. журн. 34: 1439-1440.

Самойлова К.А. (1967) Действие ультрафиолетовой радиации на клетку. Л.: Наука, 145 с.

Семенченко В.П. (1992) Закономерности функционирования ветвистоусых ракообразных при различных температурных и трофических условиях (анализ на уровне особи и популяции) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Минск, 45 с.

Храмов Р.Н., Катков Ю.А., Креславский В.Д., Мурашев А.Н., Цыганова В.Г., Симонова Н.Б., Манохин А.А. (2007) Оранжево-красный свет снижает ингибирование ультрафиолетом-А пролиферации фибробластов крыс. Доклады Академии наук. 413(2): 268-270.

Храмов Р.Н., Катков Ю.А., Креславский В.Д., Мурашев А.Н., Цыганова В.Г., Симонова Н.Б., Манохин А.А. (2008) Оранжево-красный свет снижает ингибирование ультрафиолетом-А пролиферации фибробластов крыс и оказывает дозозависимый эффект на их прикрепление. Биофизика. 53(2): 294-298.

Чистяков В.А., Сазыкина М.А., Коленко М.А. (2009) Метиленовый синий как супрессор генотоксического эффекта ультрафиолетового излучения длиной волны 300-400 нм. Генетика. 45(3): 349-353.

Чудновский В.М., Леонова Г.Н., Скопинов С.А., Дроздов А.Л., Юсупов В.И. (2002) Биологические модели и физические механизмы лазерной терапии. Владивосток: Дальнаука, 157 с.

Baird D.J., Barber I., Soares A.M.V.M., Calow P. (1991) An early life-stage test with *Daphnia magna* Straus: an alternative to the 21-day chronic test? Ecotoxicol. Environ. Saf. 22: 1-7.

Baker K. S., Smith R. C. (1982) Bio-optical classification and model of natural waters. Limnol. Oceanogr. 27: 500-509.

Benjamini Y., Hochberg Y. (1995) Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. J. Roy. Stat. Soc. Series B 57: 125-133.

Enserink L., Luttmmer W., Maas-Diepeveen H. (1990) Reproductive strategy of *Daphnia magna* affects the sensitivity of its progeny in acute toxicity tests. Aquat. Toxic. 17(1): 15-25

Friedberg E.R., Walker G.C., Siede W. (1995) DNA repair and mutagenesis. Washington D.C.: ASM Press, P. 92-107.

Filippin L., Magalhaes P.J., Di Benedetto G., Colella M., Pozzan T. (2003) Stable interactions between mitochondria and endoplasmic reticulum allow rapid accumulation of calcium in a subpopulation of mitochondria. J. Biol. Chem. 278(40): 39224-39234.

Green J. (1966) Seasonal variation in egg production by Cladocera. J. Animal Ecol. 35: 77-104.

Harm W. (1980) Biological effects of ultraviolet radiation. New York : Cambridge University Press, P. 31-39.

Karu T. (2007) Ten lectures on basic science of laser phototherapy. Grangesberg, Sweden : Prima Books, 414 p.

Krylov V.V. (2010) Effects of electromagnetic fields on parthenogenic eggs of *Daphnia magna* Straus. Ecotox. Environ. Saf. 73(1): 62-66.

Marshall D.J., Bonduriansky R., Bussiere L.F. (2008) Offspring size variation within broods as a bet-hedging strategy in unpredictable environments. Ecology. 89(9): 2506-2517.

Popov A.Yu., Popova N.A., Tyurin A.V. (2007) A physical model of the action of low-intensity laser radiation on biological objects. Optic. Spectroscop. 103: 671-677.

Rinke K., Petzoldt T. (2003) Modeling the effects of temperature and food on individual growth and reproduction of *Daphnia* and their consequences on the population level. Limnologica 33: 293-304.

Sobral O., Chastinet C., Nogueira A., Soares A., Goncalves F., Ribeiro R. (2001) *In vitro* development of parthenogenetic eggs: a fast ecotoxicity test with *Daphnia magna*? Ecotox. Environ. Saf. 50: 174-179.

Tuner J., Hode L. (1999) Low level laser therapy – clinical practice and scientific background. Spjutvagen: Prima Books, 403 p.

## **Effects of Short-term Low Intensity Laser and Ultraviolet Radiation on Embryos of *Daphnia Magna***

**Elena A. Osipova<sup>a</sup>, Viacheslav V. Krylov<sup>a</sup>,  
Vladimir I. Yusupov<sup>b</sup>, Nina B. Simonova<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> *Institute of Biology of Inland Waters RAS,  
Borok, Nekouz district, Yaroslavl region, 152742 Russia*

<sup>b</sup> *Institute on Laser and Information Technologies RAS,  
2 Pionerskaya St., Troitsk, Moscow Region, 142190 Russia*

<sup>c</sup> *Institute of Theoretical and Experimental Biophysics RAS,  
3 Institutskaya St., Pushchino, Moscow Region, 142290 Russia*

---

*Short-term impact of the low intensity electromagnetic radiation on in vitro growing *Daphnia magna* Straus embryos was studied. Embryos were exposed to laser radiation (633 nm, 0.05 mW/cm<sup>2</sup>) and ultraviolet radiation (365 nm, 0.16 mW/cm<sup>2</sup>) separately as well as in sequential combinations. It was shown that short-term impact of the laser radiation on early life stages of *D. magna* led to produce well-grown offspring. Action of the ultraviolet radiation led to disturbance of a general correlation between daphnid sizes and number of produced offspring. The prior exposure of embryos to laser radiation, before the ultraviolet radiation action, did not lead to such changes.*

*Keywords: laser radiation, ultraviolet radiation, *Daphnia magna*.*

---