

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЗАРОДЫШИ АМФИБИЙ**

**З. П. Оказова, З. Г. Хабаева, В. С. Гаппоева,  
М. Т. Гаглоева, А. А. Тотиков**

*ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет», г. Грозный, Чеченская Республика;  
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова», г. Владикавказ,  
Республика Северная Осетия – Алания*

*Рецензент д-р хим. наук, профессор З. С. Хазбулатова*

**Ключевые слова:** дистантные межклеточные взаимодействия; живая система; зародыш; лягушка озерная; морфологические признаки.

**Аннотация:** Определены особенности деградационного излучения на модели зародышевого развития амфибий. Использована модель зародышевого развития и поставлена серия экспериментов с внутренним индуцированным ультрафиолетовым (УФ) воздействием. Применен метод биологического детектирования. В качестве объекта исследования использованы зародыши амфибий лягушки озерной. Установлено, что изменения необлученных особей-детекторов специфичны. Полученные результаты рассмотрены в свете существующих в литературе представлений о механизме деградационного излучения, возникающего в результате нарушения нормальных условий существования системы в процессе любого воздействия физической, химической или биологической природы.

### **Введение**

В основе представлений о дистантных межклеточных взаимодействиях находятся теоретические предпосылки А. Г. Гурвича о существовании биологического поля у различных живых организмов. Экспериментальные

---

Оказова Зарина Петровна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: okazarina73@mail.ru, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет», г. Грозный, Чеченская Республика; Хабаева Зинаида Григорьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и ботаники; Гаппоева Валентина Созыркеевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и ботаники; Гаглоева Мариам Тамазиевна – аспирант кафедры анатомии, физиологии и ботаники; Тотиков Азамат Альбертович – магистрант, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова», г. Владикавказ, Республика Северная Осетия – Алания.

проверки выдвинутого представления позволили доказать правомочность наличия у живых организмов митогенетического излучения как одной из форм передачи биологической информации. Разработка метода биологической детекции митогенетического излучения послужила основой для оценки данной формы взаимодействия на объектах различной природы. Однако и на сегодняшний день вопросы интерпретации и использования знаний и такого рода контактах остаются в зоне интересов ученых в различных областях науки [1].

Цель исследования – определение особенностей деградационного излучения на модели зародышевого развития амфибий.

### Материалы и методы исследования

Для исследования особенностей дистантных взаимодействий была использована модель зародышевого развития и поставлена серия экспериментов с внутренним индуцированным УФ-воздействием. Источником излучения служил настольный ртутно-кварцевый облучатель типа ОКН-11М с лампой типа ДРТ 240-1 с номинальной мощностью 240 Вт, диапазон длины волн излучения 240...320. В работе использовали метод биологического детектирования, модифицированный А. Г. Гурвичем для создания внутреннего индуцированного УФ-излучения [2].

В качестве объекта исследования использованы зародыши амфибий лягушки озерной *Rana ridibunda R.* и жабы *Bufo viridis L.* на стадиях бластулы и гастрюлы; продолжительность облучения составляла 180 и 600 с. Часть зародышей находились в кварцевой посуде, другая – в стеклянной. Применялись кварцевые чашки, которые отличались своими размерами и позволяли располагать их друг над другом с сохранением определенного зазора [3].

Время совместной экспозиции облученных и необлученных особей составляло 72 часа. В контрольном исследовании необлученные зародыши лягушек находились в затемненном ящике и в обычных условиях на свету. Во всех опытах расстояние объекта от облучателя составляло 25 см.

Для определения состояния зародышей использовали метод морфологического тестирования. Оценивали стадии развития и рассчитывали в процентах представленность каждой стадии.

Для создания дистантных взаимодействий зародыши амфибий размещали в изолированные кварцевые кюветы так, чтобы между ними сохранялся лишь оптический контакт. Одну из групп особей предварительно подвергали УФ-воздействию (особи-индукторы). Вторая группа служила детектором изменений, возникающих в облученных особях. Для создания деградационного излучения число погибших особей должно быть не меньше 30 – 40 %. О необходимости, для создания «зеркального» цитопатического эффекта, пороговой интенсивности облучения, имеются указания еще в работах В. П. Казначеева [4].

В литературе существуют данные о том, что испускание фотонов умирающими культурами клеток сначала резко возрастает, затем падает в соответствии с медленно возрастающей константой распада в течение нескольких часов. По всей видимости, отсутствие погибших особей-детекторов при 100%-й гибели облученных зародышей свидетельствует

о том, что деградационное излучение создается только в момент гибели и быстро затухает [5].

В соответствии с этими данными, в настоящей работе использованы эмпирически определенные продолжительности УФ-облучения (УФО) для лягушки озерной – 600 с, жабы – 180...300 с, способные вызвать возможную гибель зародышей через 2-3 суток. Тем самым обеспечивалось оптимальное время совместной экспозиции пораженных и непораженных особей, составляющее по В. П. Казначееву 72 часа.

### Результаты исследования и их обсуждение

Облучение зародышей лягушки было выполнено на 8 стадиях гастрюлы; продолжительность экспозиции УФО составила 600 с. В данной экспериментальной серии были использованы 2 типа опытов, в которых облученные и необлученные особи находились соответственно в стеклянных и кварцевых чашках. Между облученными и необлученными особями имелся только оптический контакт. Подсчет проводился по статистическим показателям:  $n$  – число опытов,  $n = 5$ ;  $M$  – среднее значение признака;  $m$  – ошибка репрезентативности,  $M \pm m$  (табл. 1).

Зародыши, находящиеся в кварцевых чашках и имеющие оптический контакт давали «зеркальный» эффект. Процент погибших особей составил около 30 % как в группе облученных, так и необлученных зародышей. Расщепление в стадиях у индукторов и детекторов также было практически одинаковым. Исключения проявлялись, как правило, в одной-двух стадиях, однако такие различия выявлялись и при использовании обычного стекла, когда число погибших особей у облученных составило 15,5,

Таблица 1

#### Особенности воздействия деградационного излучения на модели зародышевого развития лягушки озерной

Стадия	Число выявляемых особей, %					
	Обычное стекло		Кварцевое отекло		Контроль световой / темновой	
	VI	VII	CI	CII	KI	KII
20	12,12±1,6	–	–	–	–	–
21	3,25±1,2		3,12±1,3	–		
22	–		12,25±1,07	11,5±1,6		
23	26,71±2,8		34,5±1,2	36,5±1,3		
24	21,21±1,07	96,97±1,5	19,63±1,03	21,75±1,2	–	
25	–					
26	21,21±1,07	–				
27	–					
Гибель	15,5	3,03	30,5	30,25	8	3,6

Примечание: VI, VII – особи-индукторы и особи-детекторы соответственно (обычное стекло); CI, CII – особи-индукторы и особи-детекторы (кварцевое стекло); KI, KII – контроль световой и темновой соответственно.

у необлученных – 3,03 %; не было соответствия и при сравнении зародышевых стадий на разных стадиях, то есть цитопатический эффект не проявлялся.

Для контрольной и экспериментальной групп использовались зародыши лягушки озерной из одной кладки и кладок в чашках Петри, которые находились в обычных условиях (на свету) и в затемненном ящике. В контроле находились необлученные зародыши. В условиях светового контроля более 90 % особей находились на одной 23 стадии развития, а число погибших особей составляло около 8 %. Темновой контроль характеризовался меньшим, чем в опыте, числом погибших особей (около 4 %), оставшиеся в живых особи находились также на 23 стадии зародышевого развития.

Еще одним важным моментом, обнаруженным в данном эксперименте, был способ расположения зародышей. Так, у индукторов и детекторов погибшие и отстающие в развитии особи (21, 22 стадии) располагались посередине чашки Петри, а остальные (23, 24) – по краям. Таким образом, зеркальный эффект проявился не только в числе погибших особей и динамике морфологических признаков зародышевого развития, но и в сопряженном расположении погибших и оставшихся в живых индукторов и детекторов.

Облучение зародышей жаб осуществляли на стадии бластулы. Длительность УФ-воздействия составляла 600 с; использовали только кварцевые кюветы с толщиной стенок 3 мм (табл. 2).

Таблица 2

**Особенности зародышевого развития в условиях редуцированного митогенетического излучения жабы**

Стадия	Время УФО, с							
	180	–	300	–	600	–	без облучения	
	Число выявляемых особей, %							
	AI	AI	BI	BI	CI	CI	KI	KI
16	–							
22	–	2,85±1,03	5,7±1,2	8,55±1,25	–			
23	–	2,85±1,03	–			8,55±1,25	–	
24	–		17,1±1,07	–				
27	8,55±1,25	5,7±1,2	–	14,25±1,35	11,4±1,05	22,8±1,6	–	
28	51,3±1,4	48,45±1,08		51,3±1,4	54,15±1,05	2,85±1,03	100	
Патология	–	2,85	–					
Гибель	40,15	37,3	77,2	25,9	34,45	65,8	–	

Примечание: А, В, С – опытные серии с различным временем экспозиции УФО; серия I – облученные особи-индукторы; серия II – особи-детекторы; KI, KII – соответственно контроль при обычном освещении и в условиях затемнения без облучения.

Результаты анализа морфологических признаков зародышевого развития свидетельствуют о заметном отставании в развитии особей экспериментальной серии от контрольной группы.

Особый интерес представляют результаты количественного анализа погибших особей. В контроле нет погибших зародышей. В экспериментальных сериях минимальное количество погибших особей (25,9 %) выявляются: в серии ВІІ (группа детекторов), а максимальное (77,2 %) – в серии ВІ (группа индукторов). При десятиминутном облучении процент гибели зародышей в группе контактных особей СІІ был в два раза выше, чем в группе облученных особей СІ. Исключением являются результаты группы С, выявляемой как по стадии зародышевого развития (28 стадия), так и по числу погибших особей.

Обобщение результатов представленных выше экспериментальных исследований позволило выявить следующие особенности межклеточных взаимодействий. Находящиеся в условиях оптического контакта зародыши лягушек ведут себя как единая система. При УФ-облучении одной группы особей, вторая группа (детектор), совершенно здоровая и независимая, через некоторое время воспроизводит изменения, наблюдаемые у особей индукторов.

### Заключение

Изменения необлученных особей-детекторов специфичны. Они, в значительной мере, копируют особенности динамики зародышевого развития, имеющего место у особей-индукторов после облучения. Рассмотрим полученные результаты в свете существующих в литературе представлений о механизме деградиационного излучения. Считается, что деградиационное излучение возникает в результате нарушения нормальных условий существования системы в процессе любого воздействия физической, химической или биологической природы. С позиций концепций о живых системах, обязательным условием их существования является устойчивое неравновесное состояние по Э. С. Бауэру, частный случай которого – представление А. Г. Гурвича о неравновесных молекулярных конstellляциях, обладающих свободной энергией. По А. Г. Гурвичу, если молекулярные ансамбли имеют свободную энергию, то они находятся в возбужденном состоянии. При резком торможении притока энергии потенциал системы должен понизиться, то есть часть энергии освободится. Считается, что деградиационное излучение вызывается только первым воздействием, независимо от того каким оно было.

Молекулярную конstellляцию представляют как молекулярное целое, которое обладает большим запасом свободной энергии, чем ее элементы. Считается что, мигрируя по общим уровням конstellляционных систем, энергия может накапливаться в каком-нибудь элементе конstellляции, создавая локальный очаг возбуждения. В таком случае переход возбужденной конstellляции на более низкий уровень, который может привести к ее распаду на элементы (молекулы, группы молекул), должен быть связан с освобождением энергии в форме фотона различной плотности, включая и ультрафиолетовую.

В свете представлений А. Г. Гурвича, наблюдаемую сцепленность состояния облученных и необлученных зародышей амфибий следует рассматривать как результат нарушения устойчивого неравновесного состояния, являющегося условием существования живой системы. Воздействие УФ-радиации на зародыши лягушек обусловило возникновение аномалий и гибель части особей, что привело к высвобождению энергии в виде деградационного излучения вследствие разрушения неравновесных молекулярных констелляций. Энергия деградационного излучения зародышей, подвергнутых УФО, воздействовала на интактные зародыши и вызвала в них изменения, сопряженные с изменениями зародышей индукторов. Сцепленность изменений проявилась по морфологическим признакам (динамика зародышевого развития и проявление аномалий) и числу погибших особей. В эксперименте действующий раздражитель вызвал угнетение (задержку) зародышевого развития. Возможной причиной угнетения зародышевого развития у особей детекторов может быть тот факт, что у здоровых, нормально развивающихся зародышей с собственным излучением, воздействие УФ-радиации вызвало угнетение их собственного излучения, так как деградационное было, возможно, сильнее по интенсивности.

#### *Список литературы*

1. Роль ситуационных задач в процессе обучения дисциплине гистология, эмбриология, цитология / Е. Б. Ганина [и др.] // *Морфология*. – 2017. – Т. 151, № 3. – С. 63 – 64.

2. К вопросу о механизме взаимодействия биологических объектов / А. Б. Бурлаков [и др.] // *Электромагнитные волны и электронные системы*. – 2010. – Т. 15, № 11. – С. 44 – 53.

3. Анализ биологической активности 4-хлор-5-бензилизоксазола и 1,1-дихлорбензилциклопропана / З. Г. Хабаева [и др.] // *Актуальные проблемы химии, биологии и биотехнологии : материалы X Всерос. науч. конф., 11 – 13 мая 2016 г., Владикавказ*. – Владикавказ, 2016. – С. 282 – 284.

4. Модификация постэмбрионального развития *Drosophila Melanogaster* с помощью ретрорефлекторных оптических систем / А. Б. Бурлаков [и др.] // *Электромагнитные волны и электронные системы*. – 2011. – Т. 16, № 11. – С. 24 – 33.

5. Галанин, И. В. Уместенная отсталость : традиции и современность в оценке состояния проблемы / И. В. Галанин, А. Л. Горелик // *Неврологический вестник*. – 2011. – Т. 43, № 3. – С. 3 – 7.

#### *References*

1. Ganina Ye.B., Donskov S.A., Shestakova V.G., Kostyunicheva N.A. [The role of situational tasks in the process of teaching the discipline histology, embryology, cytology], *Morfologiya* [Morphology], 2017, vol. 151, no. 3, pp. 63-64. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Burlakov A.B., Kapranov Yu.S., Kufal' G.E. [The mechanism of interaction of biological objects], *Elektromagnitnyye volny i elektronnyye sistemy* [Electromagnetic waves and electronic systems], 2010, no. 5, pp. 45-48. (In Russ.)

2. Burlakov A.B., Kapranov Yu.S., Kufal' G.E., Perminov S.V., Golichenkov V.A. [To the question of the mechanism of interaction of biological objects], *Elektromagnitnyye volny i elektronnyye sistemy* [Electromagnetic waves and electronic systems], 2010, vol. 15, no. 11, pp. 44-53. (In Russ.)

3. Khabayeva Z.G., Gappoyeva V.S., Gazzayeva R.A., Gagloyeva A.R., Nosolevskaya Ye.V. *Aktual'nyye problemy khimii, biologii i biotekhnologii: materialy X Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii* [Actual problems of chemistry, biology and biotechnology: Proceedings of the X All-Russian Scientific Conference], 11-13 May, 2016, Vladikavkaz, 2016, pp. 282-284. (In Russ.)

4. Burlakov A.B., Burtsev A.S., Chernova G.V., Kapranov Yu.S., Kufal' G.E., Matyukhin I.V., Perminov S.V., Pershin I.M. [Modification of the postembryonic development of *Drosophila Melanogaster* using retroreflective optical systems], *Elektromagnitnyye volny i elektronnyye sistemy* [Electromagnetic waves and electronic systems], 2011, vol. 16, no. 11, pp. 24-33. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Galanin I.V., Gorelik A.L. [Mental retardation: traditions and modernity in assessing the state of a problem], *Nevrologicheskiy vestnik* [Neurological Bulletin], 2011, vol. 43, no. 3, pp. 3-7. (In Russ., abstract in Eng.)

---

### **Ecological Features of the Effect of Ultraviolet Radiation on Amphibian Embryos**

**Z. P. Okazova, Z. G. Khabaeva, V. S. Gappoeva,  
M. T. Gagloeva, A. A. Totikov**

*Chechen State Pedagogical University, Grozny, Republic of Chechnya;  
North Ossetian State University named after K. L. Khetagurova,  
Vladikavkaz, Republic of North Ossetia – Alanya*

**Keywords:** distant intercellular interactions; living system; embryo; lake frog; morphological attributes.

**Abstract:** The purpose of the study is to determine the features of degradation radiation on the model of embryonic development of amphibians. To study the features of distant interactions, the embryonic development model was used and a series of experiments with internally induced UV exposure was performed. The method of biological detection was used in the work. The embryo amphibian embryos were used as an object of study. It is established that changes in unirradiated detector individuals are specific. To a large extent, they copy the characteristics of the dynamics of embryonic development that occurs in individuals-inducers after irradiation. We consider the results obtained in the light of the ideas existing in the literature on the mechanism of degradation radiation. Degradation radiation occurs as a result of a violation of the normal conditions for the existence of the system during any exposure to a physical, chemical or biological nature.

---

© З. П. Оказова, З. Г. Хабаева, В. С. Гаппоева,  
М. Т. Гаглоева, А. А. Тотиков, 2019