

**Біофізика**

УДК: 615.8+597.551.2-131

**РОЗВИТОК ЗАРОДКІВ І ЛИЧИНОК  
В'ЮНА MISGURNUS FOSSILIS L. ЗА УМОВ ВПЛИВУ  
НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО ГЕЛІЙ-НЕОНОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

**М. Бура, С. Мандзинець, М. Темник, Н. Головчак, Д. Санагурський**

*Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна  
e-mail: mcelevyuch@yahoo.com*

Досліджено вплив гелій-неонового випромінювання різної тривалості (1 та 3 хв) на розвиток зародків і личинок в'юна *Missgurnus fossilis* L. на ранніх етапах ембріогенезу. Вплив He-Ne випромінювання приводить до сповільнення розвитку зародків і личинок в'юна, а також до появи суттєвих аномалій у личинок, які піддавалися опроміненню тривалістю 1 хв. Зокрема, спостерігаються відсутність або нерівномірне утворення бластомерів, затримка появи сомітів тулуба, що призводило до пошкодження або недорозвинення скелета, зябер, плавців личинок, набряку черевної порожнини, сповільнення серцебиття. Аномалії розвитку були виявлені у 35-49% личинок в'юна, які піддавалися впливу лазерного випромінювання тривалістю 1 хв. У зародків і личинок в'юна, яких опромінювали лазером упродовж 3 хв, аномалій і дефектів розвитку не виявлено.

*Ключові слова:* зародки, личинки, в'юн, аномалії розвитку, поділ бластомерів, гелій-неоновий лазер.

Упродовж багатьох років залишалося відкритим питання можливості дії видимого світла на клітини і тканини людини та тварин. Поява лазерів – джерел інтенсивного видимого й інфрачервоного випромінювання – дала поштовх розвитку цієї проблеми [20]. На сьогодні в медицині дедалі більша увага приділяється активації життєвих процесів при лазерному опроміненні, яку називають терміном *біостимуляція* [22]. Ефекти впливу He-Ne лазерного випромінювання досліджували на багатьох біологічних об'єктах на молекулярному, клітинному й органному рівнях [15, 20]. Показано, що на ізольованому нейроні виноградного слимака лазерне випромінювання впливає на мембранний потенціал дії, збільшуючи його амплітуду та зменшуючи частоту. Причому цей ефект чітко корелює з довжиною хвилі – найбільш виражений ефект виявлено в діапазоні хвиль від 540 до 632,8 нм [21]. He-Ne лазерне випромінювання збільшувало проліферацію шванівських клітин [23], стимулювало поділ астроцитів і активувало синтез макроергів [19].

Поряд із тим, механізми біологічної дії лазерного випромінювання вивчені недостатньо. На сьогодні найбільш обґрунтованою є гіпотеза про те, що механізм дії низькоінтенсивного лазерного випромінювання може бути опосередкований структурами цитоплазматичної мембрани за рахунок поглинання квантів фотоакцепторними молекулами, що насамперед призведе до активації біохімічних реакцій у клітині [16].

ПМ зародкових клітин є важливим центром морфогенетичних перебудов у ранньому ембріогенезі, забезпечуючи вибіркиму проникність для речовин, що транспортуються у процесі життєдіяльності клітини [6, 10]. Транспорт іонів через мембрани не тільки є основою електрогенезу [1], але й суттєвим процесом регуляції багатьох клітинних функцій, включаючи ініціацію реплікації нуклеїнових кислот, біосинтез білка, про-

ліферацію та диференціацію клітин [6]. Більшість змін електричних параметрів зародкових клітин відбувається за рахунок зміни властивостей іонтранспортних систем [5, 6, 10]. При вивченні механізмів дії чинників різноманітної природи значна увага приділяється особливостям їхньої взаємодії власне з ПМ, котра є найпершою ланкою у сприйнятті зовнішніх сигналів, проведенні та трансформації їх у клітинну відповідь і центром морфологічних перебудов зародків. Для оцінки лікувального ефекту важливо знайти такі чутливі тести, котрі дадуть змогу з високою точністю встановити ступінь ефекту впливу лікувального агента (хіміотерапії чи лазерного випромінювання).

Одним із таких чутливих тестів, які відображають фізіологічний стан клітини як у нормальних умовах, так і у результаті впливу різноманітних агентів, є величина трансмембранного транспорту, активність мембранозв'язаних ферментів, зокрема  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ - та  $\text{Ca}^{2+}$ -АТФ-ази, а також морфологічні параметри зародкових клітин. Отримані дані за впливом лазерного випромінювання (тривалістю 1, 3 та 5 хв) на  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азну активність [5] і на прооксидантно-антиоксидантний баланс зародків упродовж ембріогенезу [8] свідчать про вагомий вплив He-Ne лазерного випромінювання на фізіологічний стан клітин. Однак відомості про зміни морфології зародків і личинок за умов впливу низькоінтенсивного лазерного випромінювання є нечисленними.

Тому, враховуючи, що зародки в'юна (*Misgurnus fossilis* L.) у період раннього ембріогенезу є зручною адекватною тест-системою для дослідження впливу різних фармакологічних [14], фізичних і хімічних [5, 10] чинників на живі організми, мета роботи полягала у дослідженні характеру змін морфології зародків в'юна за дії низькоінтенсивного лазерного випромінювання упродовж 1, 3 та 5 хв після запліднення.

Об'єктом досліджень були зародки та личинки в'юна (*Misgurnus fossilis* L.). Яйцеклітини одержували і запліднювали за Нейфахом [10]. Овуляцію стимулювали внутрішньом'язовим введенням самкам хоріогонічного гонадотропіну (500 од.). Ікру одержували через 36 год після стимуляції. Сім'яники отримували після декапітації та розтину черевної порожнини самців.

Ікру запліднювали в чашках Петрі суспензією сперматозоїдів. Через 5-10 хв після запліднення зиготи відмивали й інкубували при температурі 20-22°C.

Зародки та личинки в'юна в умовах контролю інкубували у фізіологічному розчині Гольтфретера такого складу (ммоль/л):  $\text{CaCl}_2$  – 1,8,  $\text{NaCl}$  – 110,  $\text{KCl}$  – 1,4,  $\text{Tris-HCl}$  – 5. В умовах досліду зародки опромінювали низькоінтенсивним лазером (He-Ne лазер) з довжиною хвилі 632,8 нм упродовж 1 та 3 хв й інкубували у розчині Гольтфретера. Зародки опромінювали за допомогою світловода (діаметр вихідної лінзи 1,2 мм), який перебував на відстані 1 см від пробірки, з густиною потоку  $1,5 \times 10^2$  Вт/м<sup>2</sup> (рис. 1). Спостереження за зародками й личинками здійснювали за допомогою бінокулярного мікроскопа МБС-9 з фотографічною приставкою.

У ході проведеного спостереження були виявлені морфологічні зміни у зародків і личинок в'юна, що піддавалися впливу низькоінтенсивного лазерного випромінювання, порівняно з контрольними тваринами.

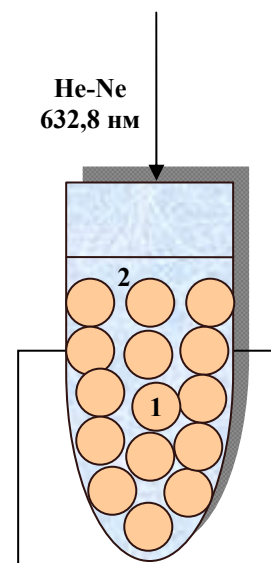


Рис. 1. Схема опромінювання зародків в'юна у розчині He-Ne-лазером: 1 – зародки, 2 – пробірка з фізіологічним розчином.

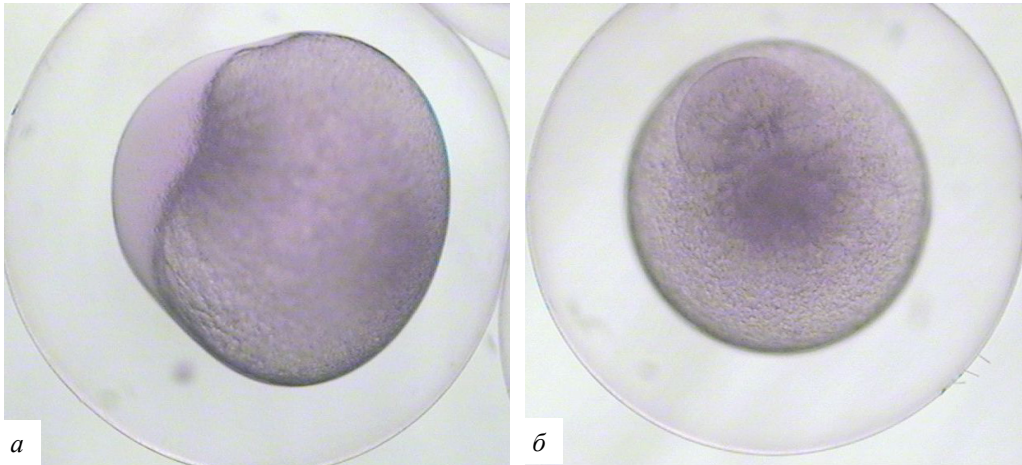


Рис. 2. Розвиток зародків в'юна: *a* – перед першим поділом (43 хв); *б* – на стадії першого поділу у контролі (60 хв).

У зародків, які розвивалися в контрольному середовищі Гольфреттера, перший поділ відбувався через 60 хв, а кожен наступний – через  $30 \pm 2$  хв. Стадії розвитку визначали за таблицями нормального розвитку [3, 7]. Після запліднення у нормі спостерігали відділення жовткової оболонки від поверхні ядра й утворення перивітелінового простору (рис. 2, *a*). Паралельно відбувалося формування цитоплазматичного горбика. Після години інкубації спостерігався поділ на 2 бластомери (рис. 2, *б*), через 1,5 год після запліднення – на 4 бластомери, борозна другого поділу проходить теж меридіально, але перпендикулярно до борозни першого поділу.

Отже, 8 бластомерів з'являються на стадії 3 поділу, а 16 бластомерів – на стадії 4 поділу (рис. 3). Через 3 год після запліднення зародки представлені 32 бластомерами, але борозни 5-го поділу проходять паралельно до екватора жовтка, у результаті чого утворюється "шапочка" на анімальному полюсі, тобто бластодиск, клітини якого не відділені від жовтка мембраною [10, 11, 13].

Слід зазначити, що зародки, які піддавалися впливові низькоінтенсивного лазерного випромінювання тривалістю 1 та 3 хв упродовж трьох годин після запліднення, не відставали у розвитку від контрольних зародків. Тобто подальші стадії утворення бластомерів ще відповідали часовим нормам – 2,5 год розвитку (чітко простежувалося утворення 16 бластомерів (4 поділ), хоч незначна частина зародків припиняла свій розвиток, що проявлялося у відсутності або нерівномірному утворенні бластомерів).

Стадія морули у контрольних дослідах наставала через 5 год після запліднення, а через 6 годин починалося формування бластули зародків в'юна. На 10-ту год розвитку наставав процес гастрюляції. На 22-й стадії розвитку (через 22 год 42 хв після запліднення) спостерігалася поява 3-ї пари сомітів тулуба; у цей час мезодермальні валики починають розпадатися на окремі клітини (рис. 4) [11, 13].

У більшості зародків, які піддавалися опроміненню (1 та 3 хв), відбувалася закладка центральної нервової системи, завершувався процес обростання жовтка бластодермою, зародки були витягнуті у довжину, причому передній кінець був розширений, а задній дещо піднятий над жовтковою пробкою (рис. 5).

Однак у зародків, які пройшли ці етапи розвитку, виявлено затримку появи сомітів тулуба та розділення мезодермальних валиків на окремі клітини. Такі відмінності у

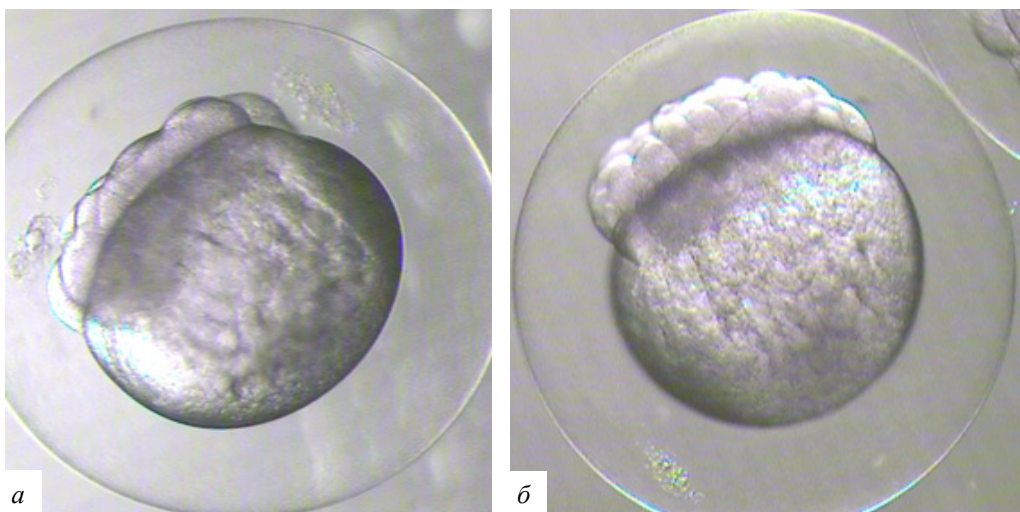


Рис. 3. Розвиток зародків: *a* – на стадії 3-го поділу бластомерів (8 бластомерів); *б* – на стадії 4-го поділу бластомерів (16 бластомерів) у контролі.

розвитку виявлено в обох експериментальних групах зародків в'юна, особливо це відзначено у зародків, які опромінювалися впродовж 1 хв (рис. 5).

На 36 стадії (48 год 32 хв) утворюється орган приклеювання (рис. 6, *a*), у хвостовій мезодермі більше 10 сомітів (рис. 6, *б*). На цій стадії розвитку відбувається пігментація очей, однак тіло на цей час ще не пігментоване. Зародки починають енергійно рухатися всередині оболонки.

На відміну від контрольних зародків, зародки, які піддавалися опроміненню, вирізнялися рухливістю, деформацією головного відділу, збільшенням у розмірах зародкового мішка, що свідчить про зниження інтенсивності процесів метаболізму та пов'язане з частковим відставанням у розвитку.

Крім цього, слід зазначити, що у зародків (тривалість опромінення 1 хв) відзначено деформацію хвостового відділу (рис. 7, *б*), що проявлялось у руйнуванні мезодермальних валиків та відсутності формування сомітів, тоді як у контрольних зародків на ту ж годину утворювався орган приклеювання, і в хвостовій мезодермі було більше 10 сомітів.

На 39 стадії (99 год, третя доба розвитку) у контрольних зародків спостерігається поява зачатків вусиків, починають утворюватися пігментні клітини, тобто очні бокали також пігментовані (рис. 8). За нормальних умов розвитку з кінця другої та протягом третьої доби зародків відбуваються вилуплення і передличинкова стадія, вони проявляють рухливість, уже формується видовження хвостового відділу, головний відділ черепа і триває розвиток очних ямок.

Через 49–51 год після запліднення настає стадія вилуплення, і ще не сформовані личинки прикріплюються за допомогою органа приклеювання до поверхні чашки (рис. 9, *a*).



Рис. 4. Розвиток зародків в'юна на 22-й стадії розвитку в контролі.



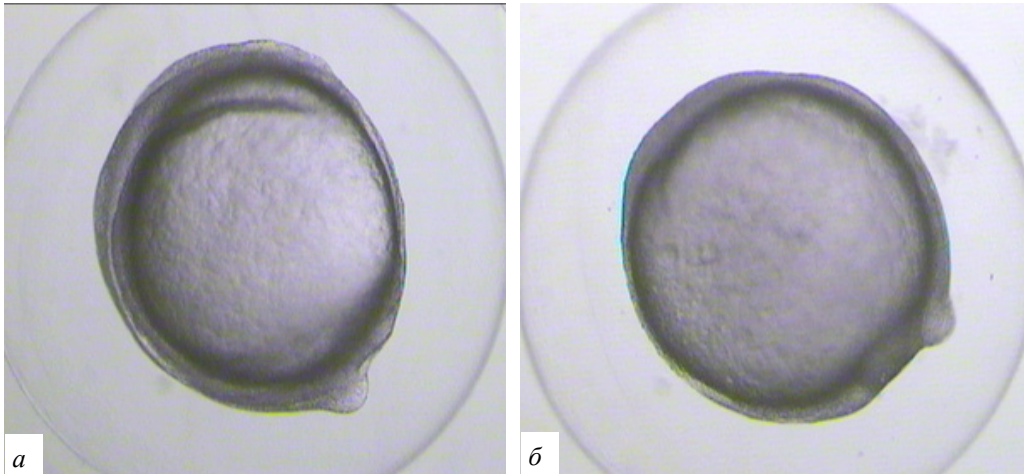


Рис. 5. Розвиток зародків в'юна на 22-й стадії розвитку за дії He-Ne-випромінювання: *a* – тривалістю 1 хв; *б* – тривалістю 3 хв.

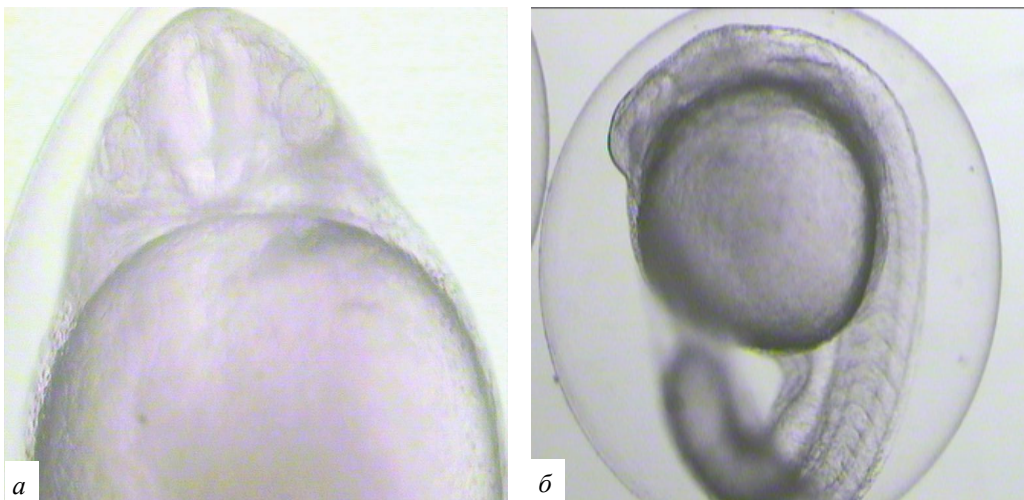


Рис. 6. Розвиток зародків в'юна на 36-й стадії розвитку у контролі: *a* – утворення органа приклеювання; *б* – у хвостовій мезодермі закладається більше 10 сомітів.

Через 1–2 доби після вилуплення у личинок в'юнів за нормальних умов збільшувалася довжина тіла, встановлювався еритроцитарний кровообіг, починалася закладка зовнішніх зябер. Передличинкова стадія завершувалася через 10 год після вилуплення [11, 13].

На третю добу в експериментальних зародків, які піддавалися впливу He-Ne-випромінювання тривалістю 1 хв, розвиток був сповільнений, вилуплення не відбуваються у більшості зародків, і стадія вилуплення тривала до повної загибелі зародків до 5 доби у більшості випадків.

Деякі зародки таки позбувалися перивітелінової оболонки, однак вони характеризувалися меншою рухливістю і відставанням у розвитку, що проявлялось у збільшеному розмірі залишків жовтка та набряку головного відділу (рис. 9, *б-в*).

Деструктивні зміни мали вигляд почорніння в ділянці хвостового відділу та деформацій у ділянці серця (набряки), затримки розвитку зябрових волосків, зменшення

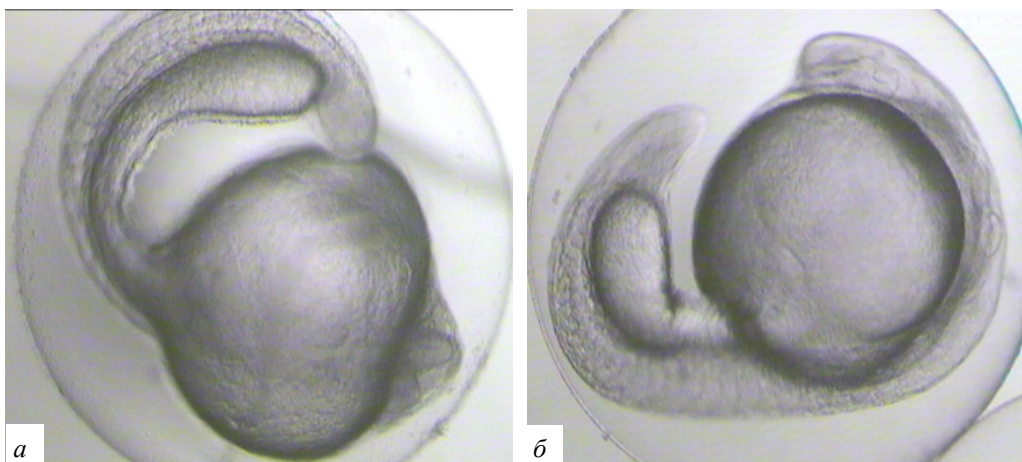


Рис. 7. Розвиток зародків в'юна на 36-й стадії розвитку за дії He-Ne-випромінювання: *a* – тривалістю 1 хв; *б* – тривалістю 3 хв.

їхніх розмірів, набрякання частин тіла, вкорочення хвостового відділу (рис. 9, *б-в*). У личинок, які опромінювалися впродовж 1 хв, були слабо розвинуті зачатки очних бокалів, на відміну від зародків, які опромінювалися 3 хв (рис. 9, *б-в*).

Жовтковий міхур на цій стадії розвитку у личинок, що піддавалися опроміненню, був більших розмірів порівняно з міхуром контрольних личинок. Ймовірно, це пов'язано зі зниженням інтенсивності обміну у личинок, що підтверджується відставанням у розвитку.

Наведені дані зміни морфології зародків за умов впливу He-Ne-лазера узгоджуються з попередньо отриманими нами даними щодо впливу He-Ne-випромінювання на перекисне окиснення ліпідів і стан активності ферментів антиоксидантної системи зародкових клітин [8]. Показано, що дія He-Ne-випромінювання призводить до дисбалансу прооксидантно-антиоксидантної системи зародкових клітин, і, ймовірно, до пошкодження мембранних структур, що підтверджується змінами активності мембранозв'язаних ферментів (АТФаз) [5], котрі відіграють вагомую роль у процесах раннього ембріогенезу. Відомо, що зрив антиоксидантного захисту внаслідок будь-якого зовнішнього впливу викликає посилення вільнорадикального окислення, що супроводжується зміною конформації ліпідів і призводить до порушення структурних і функціональних властивостей біомембран, підвищення їхньої лабільності й проникності, розбалансування ферментних систем мембран та ін. [8, 9].

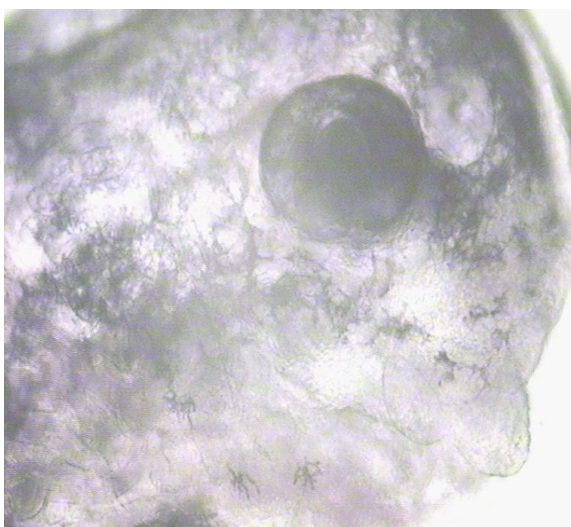


Рис. 8. Розвиток зародків в'юна на 39-й стадії розвитку (добре видно зачатки очних бокалів).

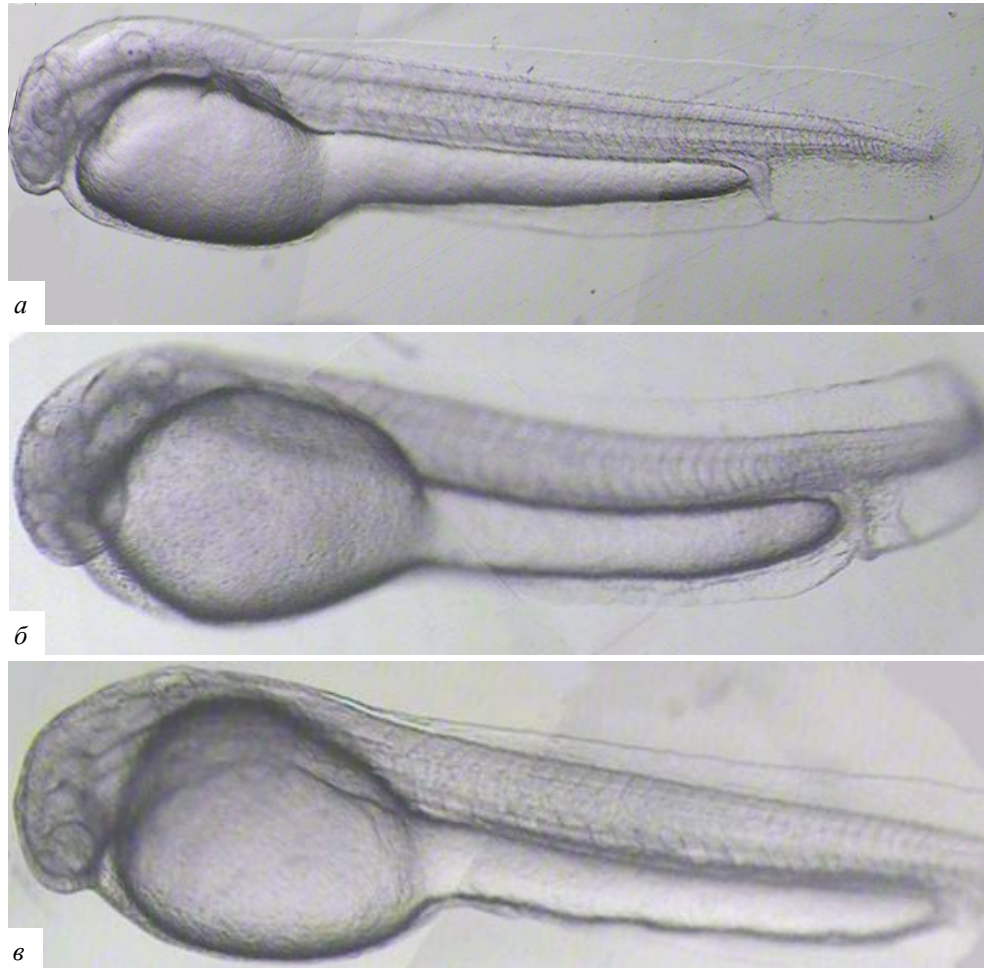


Рис. 9. Розвиток личинок в'юна на 3-й добі розвитку: *а* – у контролі; *б* – за дії He-Ne-випромінювання тривалістю 1 хв; *в* – за дії He-Ne-випромінювання тривалістю 3 хв.

Зростання інтенсивності процесів ПОЛ, а також зміни конкурентного характеру в активності СОД і КАТ зародків в'юна [8], підтверджують фотобіологічну гіпотезу дії низькоінтенсивного лазерного випромінювання. Дана гіпотеза твердить, що хромофорами у червоній ділянці спектра можуть бути молекули ферментів СОД, КАТ, а також молекулярний кисень, у якому відбувається фотозбудження з утворенням синглетного кисню [9, 12, 20].

Враховуючи отримані нами результати впливу He-Ne-випромінювання на активність  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФази зародків упродовж раннього ембріогенезу, встановлено [5, 9], що на різних етапах розвитку зародків в'юна чутливість до дії лазерного випромінювання змінюється від ранніх стадій дроблення бластомерів до пізніх. Найвища чутливість ферменту до дії лазера на стадії 2 бластомерів та 10-го поділу, нижча – на стадіях 64 бластомерів. Тобто зародки особливо чутливі на етапі формування перших зародкових клітин і на стадії ранньої бластули, коли формуються зародкові листки та відбуваються процеси диференціювання клітин [17].



Однак слід відзначити, що для лазерного випромінювання тривалістю 3 хв, властиво, відсутній інгібіторний ефект, оскільки активність  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФази зародків не відрізнялася від контролю. Отримані результати підтверджуються морфологією зародків, які піддавалися опроміненню впродовж 3 хв: вони майже не відрізнялися від контрольних зародків. Отже, можна припустити, що для дії лазера властива здатність модулювати динамічні процеси в цитоплазматичній мембрані зародків за рахунок поглинання фотоакцепторними молекулами, що призводить до конформаційних змін мембранозв'язаних ферментів (у свою чергу, й АТФ-аз) [5]. Тобто для реалізації ефекту впливу He-Ne-випромінювання необхідний хромофор, здатний поглинати чітко визначені кванти лазерної енергії, тобто володіти збігом спектра поглинання з довжиною хвилі випромінювання джерела лазера.

Личинки, які виживали до 5-ї доби, характеризувалися подовгастою формою тіла, добре вираженою пігментацією та добре розвинутими очними бокалами. Личинки були рухливими, з хорошою координацією тіла, зябра личинок були добре розвинуті, грудні та хвостовий плавник також були округлої форми і добре розвинуті. У таких личинок добре простежується серцева діяльність, тобто вони в розвитку вирівнювалися з контрольними зародками.

Встановлено, що біофізичний ефект He-Ne-випромінювання залежить від тривалості дії зазначеного фізичного чинника. Виявлено, що дія He-Ne-випромінювання супроводжу-

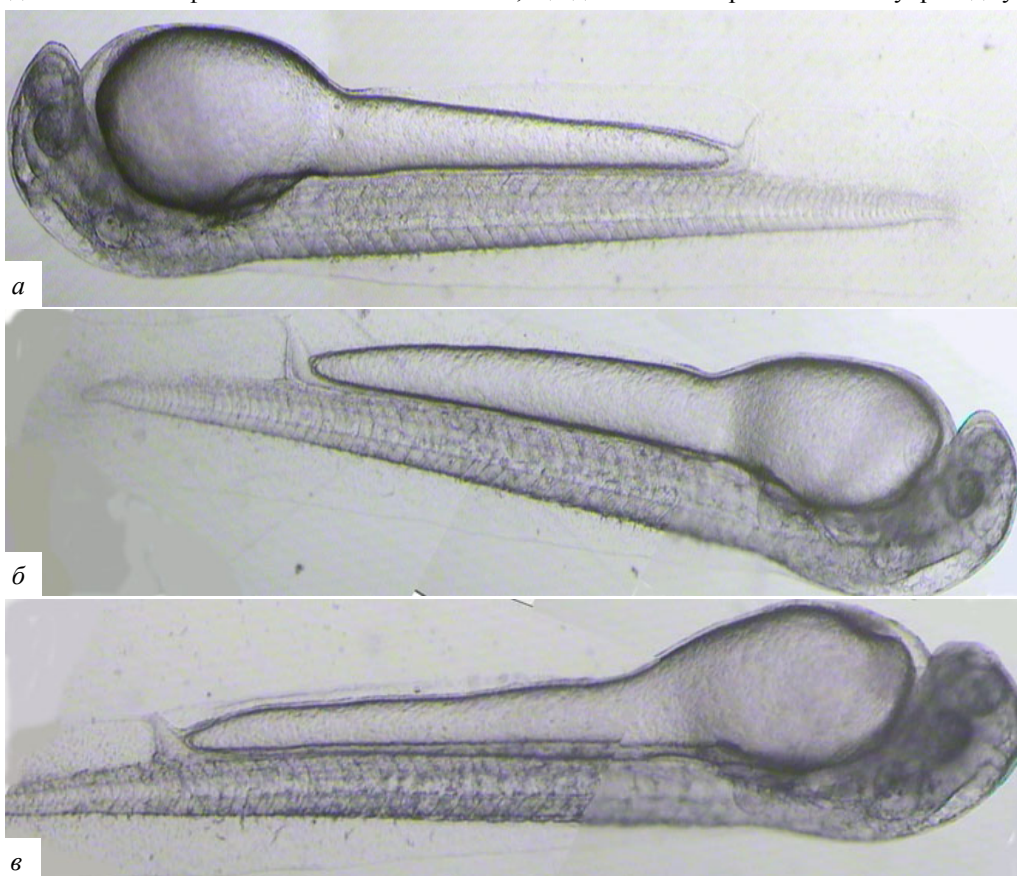


Рис. 10. Розвиток личинок в'юна на 5-й добі розвитку: *a* – у контролі; *б* – за дії He-Ne-випромінювання тривалістю 1 хв; *в* – за дії He-Ne-випромінювання тривалістю 3 хв.



ється частковою гіперплазією клітинних органел і зміною проникності клітинних мембран, які призводять до імітації функцій цих клітин, що в кінцевому результаті проявляється в затримці розвитку зародків. Ймовірно, механізм фотофізичного ефекту цих змін зумовлений змінами просторової структури компонентів клітини, які відповідають за регуляцію метаболічних процесів (макромолекул ферментів і мембран, зокрема мітохондрій) [12, 16].

Загалом припускаємо, що дія низькоінтенсивного лазерного випромінювання на клітинні мембрани виступає як пусковий фактор каскаду субмолекулярних (на рівні ферментів) і морфологічних процесів. У клітині активується біосинтез нуклеїнових кислот і білків, ферментні системи, окисно-відновні процеси, збільшується енергетичний потенціал, стимулюється біогенез мембранних органел, підвищується різниця заряду на клітинних мембранах.

1. Антонов В. Ф. Мембранный транспорт // Сор. обр. жур. Биология. 1997. №4. С. 2–9.
2. Барбараш О. Л., Марцяши А. А., Шейбак Т. В. и др. Стресс-модулирующие эффекты лазеротерапии у больных ишемической болезнью сердца // Тер. архив. 1996. № 12. С. 50–53.
3. Белоусов Л. В., Дабяган Н. В., Чунаева М. З. Пособие к большому практикуму по эмбриологии. М.: Изд-во МГУ, 1990. Ч.1. 104 с.
4. Бойко Н. М., Целевич М. В., Санагурський Д. І. Активність  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФази мембран зародків в'юна (*Misgurnus fossilis* L.) за дії катіонів важких металів // Укр. біохім. журн. 2004. Т. 76. № 2. С. 59–63.
5. Бура М. В., Мандзинець С. М. Исследование действия лазерного излучения на ферментативную активность  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -насоса зародышей вьюна // Ломоносов-2009: Материалы докладов XVI междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных, М., Россия, 14–17 апреля 2009. [Электронный ресурс]. М.: Изд-во МГУ; СП “МЫСЛЬ”, 2009. С. 8–9.
6. Веренинов А. А., Марохова И. И. Транспорт ионов у клеток в культуре. Л.: Наука, 1986. 292 с.
7. Гинзбург А. С. Оплодотворение у рыб и проблема полиспермии. М.: Наука, 1968. 368 с.
8. Головчак Н. П., Тарновська А. В., Бура М. В. та ін. Прооксидантно-антиоксидантний гомеостаз зародків в'юна за дії низькоінтенсивного лазерного опромінення // Фізика живого. 2009. Т. 17. № 1. С. 76–81.
9. Егоров С. Ю., Таубер А. Ю., Красновский А. А. и др. Фотогенерация синглетного молекулярного кислорода компонентами производного гематопорфирина // Бюлл. эксп. биол. мед. 1989. Т. 108. № 10. С. 440–442.
10. Гойда О. А. Биофизические аспекты раннего онтогенеза животных. К.: Наук. думка, 1993. 224 с.
11. Детлаф Т. А., Детлаф А. А. О безразмерных характеристиках продолжительности развития в эмбриологии // Докл. АН СССР. 1960. Т. 134. № 1. С. 199–202.
12. Зверева К. В., Грунина Е. А. Отрицательные эффекты низкоинтенсивной лазерной терапии при ревматоидном артрите // Тер. архив. 1996. № 5. С. 22–24.
13. Костомарова А. А. Вьюн *Misgurnus fossilis*. В кн.: Объекты биологии развития. М.: Наука, 1975. С. 308–323.
14. Целевич М. В., Мандзинець С. М., Санагурський Д. І.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азна активність мембран зародків в'юна *Misgurnus fossilis* L. при дії антибіотиків // Фізіол. журн. 2004. Т. 50. № 5. С. 64–68.
15. Чудновский В. М., Леонова Г. Н., Скопинов С. А. и др. Биологические модели и физические механизмы лазерной терапии. Владивосток: Дальнаука, 2002. 157 с.
16. Эйдус Л. Х. Роль мембран в реакциях клеток на внешние воздействия // Биофизика живой клетки. Пушино, 1974. С. 96–108.
17. Якименко И., Бссулин В., Бессарабок Б. Эффективность облучения яиц красным лазерным светом // Птицеводство. 2002. № 4. С. 10–12.
18. Ernst E., Fialka V. Low-dose laser therapy: critical analysis of clinical effects. Schweiz-Med-Wochenschr. 1993; 123: 949–954.

19. *Folk R. L.* Laser stimulation of nerve cells in *Aplysia* // *Science*. 1971. Vol. 171. P. 907–908.
20. *Karu T.* In *Low-power laser therapy*. N.Y: CRC Press, 2003. P. 4825–4841.
21. *Kwon Yong:Wha, Triggler D. J.* Interactions of local anesthetics with neuronal 1,4-dihydropyridine binding sites // *Biochem. Pharmacol.* 1991. Vol. 42. N 2. P. 213–216.
22. *Tiflova O. A., Karu T. I.* Effect of He-Ne laser radiation on the bacteriophage T4-*Escherichia coli* L. system // *Radiobiol.* 1989. Vol. 29. N 2. P. 278–280.
23. *Van Breugel H.H. F.I., Soodar P., Bar P. R.* Low energy He-Ne laser irradiation effects on proliferation and laminin production of rat Schwann cells *in vitro* // *Laser Surg. Med. Suppl.* 1991. Vol. 3. P. 10.

**THE DEVELOPMENT OF LOACH EMBRYOS AND LARVAE  
MISGURNUS FOSSILIS L. UNDER THE INFLUENCE CONDITIONS  
OF EMISSION HE-NE LASER**

**M. Bura, S. Mandzynets, M. Temnyk, N. Holovchak, D. Sanagurski**

*Ivan Franko National University of Lviv  
4, Hrushevskiyi St., Lviv 79005, Ukraine  
e-mail: mcelevyuch@yahoo.com*

The influence of the various exposures of He-Ne laser radiation (during 1 and 3 minutes) on the loach embryos and larvae *Missgurnus fossilis* L. was investigated in our work. We observed that laser radiation produces slowing down of development and significant larvae's anomalies after radiation exposure during 1 min. The absence or irregular formation blastomers, arrest of somite's development that lead to damage or underdevelopment of skeleton, gills, larvae's fins, and abdomen edema, slowing down of heart beat have been observed. The abnormalities of larvae have been become apparent in 35-49 % of larva after radiation exposure during 1 min. It was detected the absence inhibitor effect for laser radiation after 3 min exposure.

*Key words:* embryo, larvae, loach, development anomalies, blastomers divisions, He-Ne laser.

**РАЗВИТИЕ ЗАРОДЫША И ЛИЧИНОК  
ВЬЮНА MISGURNUS FOSSILIS L. ПРИ ВЛИЯНИИ  
НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**М. Бура, С. Мандзинец, М. Темник, Н. Головчак, Д. Санагурский**

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко  
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина  
e-mail: mcelevyuch@yahoo.com*

Исследовано влияние гелий-неонового излучения различной длительности (1 и 3 мин) на развитие зародышей и личинок вьюна *Missgurnus fossilis* L. на ранних этапах эмбриогенеза. Влияние He-Ne излучения приводит к замедлению развития зародышей и личинок вьюна, а также к появлению существенных аномалий у личинок, которые подвергались облучению длительностью 1 мин. В частности, наблюдаются отсутствие или неравномерное образование blastomeres, задержка появления сомитов туловища, что приводит к повреждению или недоразвитию скелета, жабр, плавников личинок, отека брюшной полости, замедлению сердцебиения. Аномалии развития были выявлены у 35-49% личинок вьюна, которые подвергались воздействию лазерного излучения длительностью 1 мин. У зародышей и личинок вьюна, которых облучали лазером в течение 3 мин, аномалий и пороков развития не обнаружено.

*Ключевые слова:* зародыши, личинки, вьюн, аномалии развития, деление blastomeres, гелий-неоновый лазер.

Стаття надійшла до редколегії 03.06.10  
Надійшла після доопрацювання 04.10.10  
Прийнята до друку 05.10.10