



Рис. 3. Шоста доба розвитку зародків за наявності у середовищі івермектину у концентрації 1 мг/л

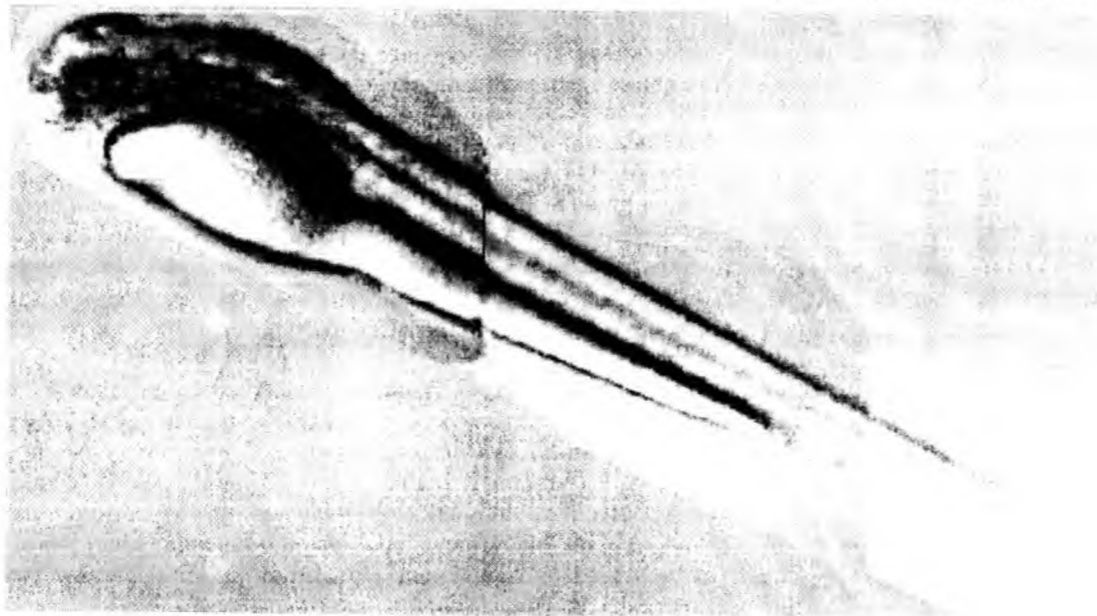


Рис. 4. Шоста доба розвитку зародків у за нормальних умов.

За наявності у середовищі авермектину у концентрації 1 мг/л спостерігали затримку розвитку та загибель зародків (до 20 %) вже на першу добу розвитку, а також відсутність рухливості, ледве помітне серцебиття. Слід зазначити, що за дії авермектину у зазначеній вище концентрації стадія вилуплення личинок розпочиналась на 5 добу, а 6 добу відмічено загибель зародків на стадії вилуплення. На відміну від впливу авермектину, за наявності у середовищі інкубації 1 мг/л івермектину (рис. 3) відсоток летальності у зародків зростав до 50 % вже на першу добу розвитку. Зародки з затримкою розвитку та запізненням стадії вилуплення (5-6 доба) характеризувалися нерухливістю, в них виявлено недорозвинення хвостового відділу та деформації черевної порожнини.

Наші дані співвідносяться з даними по проведенню тесту на токсичність і личинок морського карася проведеного групою вчених на чолі з Младінео. У роботі цих вчених досліджувались токсичні ефекти івермектину для личинок морського карася, з використантям 96-годинного тесту на токсичність у ряді концентрацій 0,00056÷10 мг/л морської води. Результати показали, що концентраціях 0,056 до 0,32 мг/л смертельних випадків та морфологічних змін не спостерігалось. Одна перші смертельні випадки спостерігались при концентраціях 0,56 мг/л через 36 годин інкубації у середовищі з івермектином, а після закінчення експерименту спостерігали 50 %-ву смертність для цієї концентрації. 100%-ву смертність після 96 годин спостерігалась при концентрації 1,8 мг/л та вище. Інші концентрації (0,56, 1,8, і 3,2 мг/л) мали ЛД₅₀ менш ніж 2 дні, за винятком 1 мг/л де ЛД₅₀ був 2,2 дні, а при концентрації 5,6 мг/л ЛД₅₀ – 0,5 днів. У риб спостерігали різноманітні зміни у поведінці, зокрема підвищена чутливість на звукові та візуальні стимули, швидке переміщення по посудині і підвищена активність дихання. Ці ознаки спостерігались в перші декілька хвилин при концентраціях вище, ніж 1 мг/л. Після періоду збудження, чутлива діяльність раптово припинялась, і риби лежали внизу акваріума. В наступній фазі спостерігалось повільне дихання [9]. Аутопсія показала, що в риб спостерігались невеликі крововиливи. Фокусні крововиливи були також знайдені в нирках, печінці, зябрах. Показано, що відбувається набрякання і гіпертрофія зябрових пластинок і ниркових трубочках. Отже, авермектини здатні проявляти повільну інтоксикацію як у мальків морського карася так і у зародків в'юна, яка проявляється на різних рівнях як поведінковому так і гістологічному.

Висновки

Присутність макроциклічних лактонів у середовищі інкубації у різних концентраціях призводить до сповільнення розвитку та росту, появи суттєвих аномалій розвитку зародків та личинок костистої риби в'юна *Misgurnus fossilis* L. Здатність зародків цих організмів швидко реагувати на присутність пестицидів та інших препаратів може бути підставою для використання їх у якості тест-систем для вивчення впливу хімічних факторів на живі об'єкти.

Література

1. Нейфах А.А., Ротт Н.Н.//Доклад НН СССР.–1959.– Т. 125, №2.– С. 423 – 434.
2. Bloomquist J.R. Toxicology, mode of action and target site-mediated resistance to insecticides acting on chloride channels//Comp. Biochem. Physiol. – 1993. – Vol. 106. – p. 301–14
3. Burrige, L.E., Haya, K., The lethality of ivermectin, a potential agent for treatment of salmonids against sea lice, to the shrimp *Crangon septemspinosa*. Aquaculture. – 1993. – Vol. 117. – p. 9–14.
4. Campbell W. C. Ivermectin as an antiparasitic agent for use in humans//Annu Rev. Microbiol. – 1991. – Vol. 45. – P. 445 – 474
5. Cully D. F., Paress P. S., Liu K. K., Schaeffer J. M., Arena, J. P. Identification of a *Drosophila melanogaster* glutamate-gated chloride channel sensitive to the antiparasitic agent avermectin//J. Biol. Chem. – 1996. – Vol. 271. – P. 20187 – 20191
6. Davies, I.M., Rodger, G.K., A review of the use of ivermectin as a treatment for sea lice *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer) and *Caligus elongatus* (Nordmann) infestation in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquacult. Res., - 2000. – Vol. 31 (11). – p. 869–883.
7. Hyland K.P.C., Adams S.J.R., Ivermectin for use in fish // Vet. Rec. - 1987, - Vol. 120, - p. 539.
8. Mladineo, I. The life cycle of *Ceratothoa oestroides* (Risso: 1826), a cymothoid isopod parasite, from sea bass *Dicentrarchus labrax* and sea bream *Sparus aurata*// Dis. Aquat. Org. 57, - 2003. – p. 97–101.
9. Mladineo, I., Marsic-Lucic J., Buzancic M. Toxicity and gross pathology of ivermectin bath treatment in sea bream *Sparus aurata*, L.//Ecotoxicol Environ Saf. – 2006. – Vol. 63 (3). – p. 438 – 42.
10. Paiement J.P., Leger C., Ribeiro P., and Prichard R.K. Haemonchus contortus: effects of glutamate, ivermectin, and moxidectin on inulin uptake activity in unselected and ivermectin-selected adults //Exp. Parasitol. – 1999. – Vol. 92(3), – p. 193–8.
11. Palmer, R., Rodger, R., Drinan, E., Dwyer, C., Smith, P.R. Preliminary trials on the efficacy of ivermectin against parasitic copepods of Atlantic salmon//Bull. Eur. ssoc. Fish Pathol. – 1987. – Vol. 7 (2). – p. 47–54.
12. Shu E.N., Okonkwo P.O., Batey W.O., Onyeanus J. Ivermectin: concentration-dependent effects on adenosinetriphosphatases in adult worms of *Onchocerca bolbulus* // Acta Tropica. – 2000. – Vol. 74. – p. 7–11
13. Youssef M. Y. M., Sadaka H. A. H., Eissa M. M., El-Ariny A. F. Topical application of ivermectin for human ectoparasites // Am. J. Trop. Med. Hyg. – 1995. – Vol. 53,– p. 652 – 653.

We was research of the changes of morphology in development of embryos and larvae of loach Misgurnus fossilis L. under the conditions of influence of the ivermectin and avermectin in the concentrations 0,01 mg/L and 1 mg/L. It was observed general stasis in concentration of avermectins 1 mg/L. The damage and development delay of the skeleton, bending rudder part of spine, hypostasis of abdominal cavity, slowing heartbeats were observed in low concentrations.

Key words: *Misgurnus, embrion, toxicology.*

УДК 582.736.3–192(477.85)

Алла Токарюк

GENISTELLA SAGITTALIS (L.) GAMS (FABACEAE) У БУКОВИНСЬКОМУ ПРИКАРПАТТІ

Представлено результати дослідження ценотичної приуроченості, насіннєвої продуктивності та відновлення популяції Genistella sagittalis (L.) Gams у Буковинському Прикарпатті.

Ключові слова: *Genistella, популяція.*

Вступ

Genistella sagittalis (L.) Gams – рідкісний європейський, занесений до “Червоної книги України” [11] вид, ареал якого займає Південну та Центральну Європу від Іспанії до Балкан. Північна межа ареалу охоплює південь Бельгії, північну частину Франції і доходить до р. Ельба. Східна межа поширення розташована в Угорщині та по р. Дунай. Окремі місцезнаходження зареєстровані в Чехії, Румунії та Польщі, в значній кількості відмічений у флорі Болгарії. Ізольовані локалітети виду знаходяться в Україні, де він поширений на

території Волинської, Закарпатської, Івано-Франківської та Чернівецької областей, проте популяції малочисельні й займають невеликі за площею ділянки [1, 2, 3, 4, 8, 10]. Знаходження *G. sagittalis* в Україні на північно-східній межі поширення робить його цікавим об'єктом еколого-ценотичних досліджень. Метою роботи було з'ясувати ценотичну приуроченість та особливості репродуктивної біології виду в Буковинському Прикарпатті.

Матеріали та методи

Упродовж 2003–2006 рр. досліджували насінневу продуктивність (НП) популяції *G. sagittalis* за методикою Т.О. Работнова [9] з доповненнями І.В. Вайнагія [5, 6]. Здійснювали статистичну обробку одержаних результатів [7]. Номенклатура таксонів наводиться за зведенням С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука [12].

Результати та обговорення

Для України в цитованих джерелах наведені короткі відомості про ценотичну приуроченість виду. Огляд робіт, присвячених *G. sagittalis*, свідчить, що вид віддає перевагу освітленим, добре прогрітим місцям. В Україні росте, переважно, на луках, іноді трапляється у світлих, розріджених лісах, не витримує притінення. Росте як на рівнині, так і в передгір'ї, де піднімається до 520–600 м н.р.м. Єдине місцезнаходження виду в Чернівецькій області – урочище Доманицький в околицях с. Кам'яна Сторожинецького району. Популяція була виявлена на узліссі грабового лісу на схилі південно-східної експозиції крутизною 5°. Опис виду представлений у роботах І.В. Артемчука [2, 3], де автор вказує, що рослини з Чернівецької області належать до *f. latifolia* Rouy et Fouc.

Ділянка з *G. sagittalis* розташована недалеко від автомобільної траси Чернівці – Сторожинець й використовується як сінокісні угіддя та пасовище. Слід відзначити, що тут деякий час був кар'єр для забору ґрунту, який потім закинули. Проте, в 2005 р. почали знову інтенсивно експлуатувати, в результаті частина куртин *G. sagittalis* на сьогоднішній день росте вздовж воронки, а 4 куртини вже з'їхали на дно кар'єру, де вкорінилися. Слід зауважити, що за результатами шестирічних досліджень встановлено, що площа популяції поступово збільшується. Проте цілком очевидно, що місцезростання *G. sagittalis* підлягає надто інтенсивному антропогенному впливу, що створює небезпеку скорочення площі цієї популяції.

Росте *G. sagittalis* росте у вигляді невеликих, діаметром від 0,2 до 1 м куртин. Рослина дуже декоративна, в період цвітіння утворює жовтий фон. У складі травостою виявлено такі види: *Agrostis capillaris* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Trisetum flavescens* (L.) P.Beauv., *Cynosurus cristatus* L., *Briza media* L., *Deschampsia cespitosa* (L.) P.Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Dactylis glomerata* L., *Carex montana* L., *Prunella vulgaris* L., *Thymus pulegioides* L., *Campanula patula* L., *Equisetum arvense* L., *Dianthus deltooides* L., *Euphorbia cyparissias* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Galium verum* L., *Convolvulus arvensis* L., *Plantago lanceolata* L., *Daucus carota* L., *Echium vulgare* L., *Securigera varia* (L.) Lassen, *Lotus ucrainicus* Klokov, *Medicago romanica* Prodán, *Trifolium alpestre* L., *T. pannonicum* Jacq., *T. repens* L., *T. pratense* L., *Achillea submillefolium* Klokov & Krytzka, *Centaurea jacea* L., *Cichorium intybus* L., *Leontodon hispidus* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Hieracium pilosella* L., *Leucanthemum vulgare* Lam, *Phalacrologa annuum* (L.) Dumort., *Polygala comosa* Schkuhr, *Polygala vulgaris* L., *Veronica chamaedrys* L., *V. officinalis* L., *Linum catharticum* L., *Sisyrinchium septentrionale* Bicknell, *Bellis perennis* L., *Rhinanthus minor* L., *Vicia cracca* L., *Clinopodium vulgare* L., *Potentilla argentea* L. Загальна площа місцезростання близько 100 м².

За результатами чотирирічних спостережень встановлено (табл. 1), що в суцвіттях *G. sagittalis* формувалося в середньому 11,3 квіток, з яких розвивалося в плоди 5,7. Отже, упродовж 2003–2006 рр. на одному генеративному пагоні запліднювалося та запліднювалося від 44,95 до 56,30 % квіток, про що свідчить процент плодоцвітіння (ППЦ), тобто близько половини квіток не утворювало плодів, чим зумовлена невелика кількість насіння. Між кількістю квіток і кількістю плодів на один генеративний пагін встановлено тісний взаємозв'язок ($0,58 < r < 0,88$).

Таблиця 1. Середня кількість квіток і плодів на один генеративний пагін у *Genistella sagittalis*

Рік	Квітки					Плоди					ППЦ	r
	M±m	C _v	min-max	t	C _s	M±m	C _v	min-max	t	C _s		
2003	11,5±0,41	35,75	3–23	27,97	3,57	5,3±0,27	48,20	1–11	19,68	5,08	46,09	0,58
2004	11,0±0,48	43,67	2–24	22,90	4,37	6,0±0,28	46,43	1–12	21,54	4,64	54,55	0,73
2005	10,9±0,49	44,50	1–26	22,47	4,45	4,9±0,21	39,93	1–12	23,76	4,21	44,95	0,60
2006	11,9±0,44	39,56	2–21	25,28	3,96	6,7±0,38	50,06	1–18	17,87	5,60	56,30	0,88

З'ясовано, що середні значення кількості насінневих зачатків на один плід в усі роки дослідження майже однакові (табл. 2), крім того, ступінь варіювання цього показника значно менший (C_v = 14,36–23,87 %), ніж кількості насінин на один плід (C_v = 30,02–44,20 %). У розглянутій популяції *G. sagittalis* в середньому за роками на один плід формується від 1,9±0,06 до 2,7±0,13 насінин. Порівняння цієї характеристики дослідженої нами популяції *G. sagittalis* з такою ж ознакою популяції, виявленої на Волині В.К. Терлецьким та А.Б. Філіпенко [10], показало, що середні значення цих показників близькі, проте абсолютні дещо різняться. Процент семініфікації (ПС), який вважається одним з основних показників пристосованості популяцій до умов зростання, коливається за роками у межах від 31,15 до 45,00 %.

Таблиця 2. Середня кількість насінневих зачатків і насінин на один плід у *Genistella sagittalis*

Рік	Насінневі зачатки					Насінини					ПС	r
	M±m	C _v	min-max	t	C _s	M±m	C _v	min-max	t	C _s		
2003	5,9±0,11	18,81	4–9	53,17	1,88	2,5±0,11	44,20	1–6	22,62	4,42	42,37	0,22
2004	6,1±0,90	14,36	4–9	69,63	1,44	1,9±0,06	30,02	1–5	33,31	3,00	31,15	0,09
2005	6,2±0,12	19,98	3–9	50,06	2,00	2,3±0,09	40,92	1–5	24,44	4,09	37,10	0,18
2006	6,0±0,16	23,87	4–9	37,48	2,67	2,7±0,13	43,75	1–6	20,44	4,89	45,00	0,34

Кількість генеративних пагонів *G. sagittalis* у куртині коливається від 17 до 356, тому потенційну насінневу продуктивність (ПНП) і фактичну насінневу продуктивність (ФНП) ми розраховували на генеративний пагін, а не на особину. Встановлено (табл. 3), що популяція *G. sagittalis* відзначається високою здатністю до продукування насіння (показник ПНП коливається за роками у межах 56,3±3,12 до 67,0±3,13 насінневих зачатків), проте ця можливість повністю не реалізовується, про що свідчать результати вивчення ФНП.

Таблиця 3. Середня кількість насінневих зачатків і насінин на один генеративний пагін (ПНП і ФНП) у *Genistella sagittalis*.

Рік	ПНП				ФНП				КНП	r
	M±m	C _v	t	C _s	M±m	C _v	t	C _s		
2003	64,9±2,65	38,66	24,54	4,08	12,1±0,81	64,00	14,82	6,75	18,64	0,45
2004	67,0±3,13	46,65	21,44	4,66	10,6±0,49	46,34	21,58	4,63	15,82	0,53
2005	56,3±3,12	47,07	21,24	4,71	9,5±0,47	49,32	20,27	4,93	14,33	0,28
2006	65,5±3,14	42,86	20,87	4,79	17,3±1,13	58,17	15,38	6,50	26,41	0,72

Так, низький показник ФНП у 2004 р. пояснюється малою кількістю насінин на один плід і, відповідно, низьким ПС, а у 2005 р. – невеликою кількістю утворених плодів на один генеративний пагін і, відповідно, низьким ППЦ. Отже, найбільш варіабельним з досліджених елементів НП є показник ФНП (C_v = 46,34–64,00 %), який залежить від кількості плодів на генеративний пагін та кількості насінин у плоді. Кількісні характеристики цих показників в свою чергу залежать як від погодних умов, що збігаються з фенофазами цвітіння, формування плодів і насіння, так і комплексу факторів властивих для екоотопу в межах якого росте дана популяція. Коефіцієнт насінневої продуктивності (КНП), який вказує на відповідність біологічних особливостей популяції умовам її зростання, є низьким. У середньому за роками на одному генеративному пагоні в насіння перетворюється 18,8 % насінневих зачатків. Вважаємо, що сформований ґрунтовий банк насіння є достатнім для збереження, підтримання та поширення цієї популяції.

Отже, у дослідженій популяції *G. sagittalis* нам не вдалося зафіксувати насінневе поновлення, самопідтримання популяції здійснюється переважно вегетативним шляхом. Це вказує на доцільність продовження досліджень, зокрема на популяційному рівні.

Висновки

Підсумовуючи вище сказане, слід зазначити, що подальше вивчення репродуктивних особливостей ізольованих малочисельних популяцій раритетних видів Буковинського Прикарпаття дозволить з'ясувати їх потенційні можливості відновлення у природних місцезростаннях, здійснити збір насінневого матеріалу для штучного відновлення у природних оселищах і в умовах інтродукції (з подальшою реінтродукцією), обґрунтувати заходи для організації природоохоронних заходів.

Література

1. Андриєнко Т.Л., Онищенко В.А., Прядко О.І. *Genistella sagittalis* (L.) Gams (*Fabaceae*) в Україні // Укр. ботан. журн. – 2005. – 62, № 1. – С. 18-21.
2. Артемчук І.В. Нова для флори СРСР рослина – дріочок крилатий (*Genistella sagittalis* (L.) Gams) // Укр. ботан. журн. – 1959. – XVI, № 2. – С. 76-79.
3. Артемчук І.В., Горбик В.П. Новые данные о распространении дрочка крылатого (*Genistella sagittalis* (L.) Gams) в западных областях УССР / Тез. докл. 20 науч. сессии Черновицкого гос. ун-та. Секция биол. наук. – Черновцы, 1964. – С. 177-178.
4. Вавриш П.О., Крись О.П., Смик Г.К. Нові місцезнаходження *Chamaespartium sagittale* (L.) Gibbs в Українських Карпатах // Укр. ботан. журн. – 1982. – 39, № 6. – С. 62-65.
5. Вайнагий І.В. Методика статистической обработки материала по семенной продуктивности растений на примере *Potentilla aurea* L. // Растит. ресурсы. – 1973. – 9, вып. 2. – С. 287-296.
6. Вайнагий І.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. – 1974. – 59, № 6. – С. 826-831.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 325 с.
8. Малиновський К.А. Нові місцезнаходження дельфінія середнього (*Delphinium intermedium* Sol.) і дріочка крилатого (*Genistella sagittalis* (L.) Gams) у Карпатах // Укр. ботан. журн. – 1962. – 19, № 6. – С. 100-102.
9. Работнов Т.А. Методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 2. – С. 20-40.
10. Терлецький В.К., Філіпенко А.Б. Знахідка *Genistella sagittalis* (L.) Gams на Волині // Укр. ботан. журн. – 1988. – 45, № 2. – С. 75-76.
11. Червона книга України. Рослинний світ / Ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. – К.: УЕ, 1996. – 608 с.
12. Mosyakin S., Fedoronchuk M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. – Kiev, 1999. – 346 p.

The results of investigation of coenetical belonging, seed productions and restoration of Genistella sagittalis (L.) Gams in Bukovynske Prykarpattya are given.

Key words: *Genistella, population.*

УДК 597.551.2-133+504.054

Мар'яна Тимчак, Марта Целевич

МОРФОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ЗАРОДКІВ ТА ЛИЧИНОК В'ЮНА ЗА УМОВ ВПЛИВУ ДВОВАЛЕНТНИХ МЕТАЛІВ

*Вплив катіонів таких важких металів, як нікель, кобальт, марганець, олово, цинк та кадмій в концентраціях 10^{-6} - 10^{-4} М приводить до сповільнення розвитку зародків та личинок в'юна *Misgurnus fossilis* L., а також до появи суттєвих аномалій у личинок, що розвивались у присутності іонів цих металів. Зокрема, спостерігаються пошкодження або недорозвинення скелету, зябер, плавців личинок, набряк черевної порожнини, сповільнення серцебиття. Аномалії розвитку були виявлені у 25-35 % личинок в'юна, що піддавались впливу іонів важких металів.*

Ключові слова: *Misgurnus, метали.*

Вступ

Вплив факторів забруднення довкілля, зокрема катіонів дво валентних металів, на розвиток зародків є актуальною проблемою, оскільки зміни електрофізіологічних показників мембран зародкових клітин у період ембріогенезу, з одного боку, тісно пов'язані зі системами мембранного транспорту, а з другого, – з функціональним станом цілого організму, що може істотно впливати на його подальший розвиток. Токсична дія хімічних сполук на організм визначається, головним чином, такими механізмами, як зміна проникності клітинних мембран, концентрації та активності енергетичних субстратів клітини, інактивація ключових ферментів метаболізму цитоплазми та інгібування мембранних ферментів, утворення міцних та незворотних зв'язків із біогенними макромолекулами [1].

Матеріали і методи

Дослідження проводили на зародках в'юна (*Misgurnus fossilis* L.) від запліднення до 10 доби розвитку після вилуплення. Овуляцію стимулювали внутрішньом'язовим введенням самкам хоріогонічного гонадотропіну (500 од.). Ікру одержували через 36 год після стимуляції та запліднювали в чашках Петрі суспензією спермій за Нейфахом [2]. Сім'яники отримували після декапітації та розтину черевної порожнини самців. Через 5-10 хв після запліднення зиготи відмивали й інкубували у фізіологічному розчині Гольтфретера при температурі 20-22°C. Стадії розвитку контролювали візуально під бінокулярним мікроскопом МБС-9. Зародки та личинки в'юна в умовах контролю інкубували у фізіологічному розчині Гольтфретера, в умовах досліду – у розчині Гольтфретера з додаванням хлоридів таких дво валентних металів, як нікель, кобальт, марганець, цинк, олово, кадмій. Солі вказаних металів використовували у концентраціях 10^{-6} - 10^{-4} М. Спостереження за личинками здійснювали за допомогою бінокулярного мікроскопа МБС-9 з фотографічною приставкою.

Результати і обговорення

Зміни у морфології личинок в'юна появлялися у віці 10 діб внаслідок впливу катіонів дво валентних металів у порівнянні з личинками, що вирощувалися у нормальних умовах.

Личинки в'юна у віці 10 діб, які розвивалися в нормальних умовах, були рухливими, з подовгастою формою тіла та вираженою пігментацією. Зябра тварин розвинені добре. Грудні та хвостовий плавці пігментовані та округлої форми. Жовтковий міхур у личинок на цій стадії був відсутній. Личинки того ж віку, які розвивалися за присутності в інкубаційному середовищі катіонів досліджуваних дво валентних металів в концентрації 10^{-5} М, характеризувалися певними аномаліями розвитку. Добре вираженим було відставання у розвитку цих личинок у порівнянні з контролем: мали менші розміри та залишки жовткового міхура. У великої кількості личинок були недорозвинені зябра, вкорочені або деформовані плавці, відсутні чи пошкоджені вусики. Тварини були млявими, малорухливими, деякі не могли втримувати вертикальне положення тіла. Візуальне спостереження за такими личинками на великому збільшенні дозволило виявити значне сповільнення серцебиття у порівнянні з контрольними тваринами.

У личинок, що розвивалися за присутності катіонів дво валентних металів спостерігалися суттєві вади розвитку. Зокрема, спостерігали викривлення або перекручення хребта, деформація кісток черепа, збільшення або, навпаки, зменшення розмірів голови, значний набряк черевної порожнини. Аномалії спостерігалися в 25-35 % личинок в'юна (в залежності від концентрації іонів дво валентних металів у середовищі інкубації), що співпадає з даними, які були одержані на зародках африканської жаби *Xenopus laevis* [6-9].

Сандерман та співробітники дослідили ембріотоксичний та тератогенний вплив іонів таких металів, як кадмій [8, 9], нікель [3-4, 9], кобальт [8, 9], мідь та цинк [5] з використанням проби FETAX (Frog Embryo Teratogenesis Assay: *Xenopus*). Було показано, що у зародків *Xenopus laevis*, яких інкубували у середовищі з додаванням хлориду кадмію в концентрації від 0,75 до 56×10^{-6} М протягом 96 годин, починаючи від стадії бластули, спостерігалися порушення розвитку, зокрема пошкодження очей, кишківника, викривлення хорди, порушення серцебиття [9]. При концентрації 18×10^{-6} М і більше спостерігалось пригнічення росту зародків [8]. Присутність у середовищі катіонів Ni^{2+} (у концентрації 1×10^{-7} – 3×10^{-3} М) приводила до появи порушень розвитку очей, скелету та кишківника зародків, рідше – до деформації серця, голови, шкіри [6, 7]. Вплив іонів кобальту (у концентрації $1,8 \times 10^{-6}$ – $1,8 \times 10^{-2}$ М) викликав появу таких пошкоджень, як аномалії очей, деформації серця, пошкодження хвоста, появи пухирців на шкірі зародків [7].

У присутності в інкубаційному середовищі іонів цинку та міді у зародків спостерігалися аномалії розвитку очей, кишківника, хорди та серця [5]. Ці аномалії були виражені суттєвіше при більш високих концентраціях металів.

Отже, вплив іонів дво валентних металів приводить до появи подібних за характером порушень розвитку як у в'юнів, так і у жаб *Xenopus laevis*. І в тих, і в інших внаслідок такого впливу спостерігалися пошкодження скелету, пігментації шкіри, порушення серцебиття, сповільнення росту.

Висновки

Отже, присутність у водному середовищі катіонів дво валентних металів приводить до сповільнення росту та появи суттєвих аномалій розвитку зародків та личинок водних організмів, зокрема риб та амфібій. Здатність цих організмів швидко реагувати на присутність іонів дво валентних металів у водному середовищі може бути підставою для використання їх зародків у якості тест-систем для вивчення впливу хімічних факторів на живі об'єкти.

Література

1. Бойко Н.М. Вплив іонів важких металів на електричні параметри мембран зародків в'юна *Misgurnus fossilis* L. Автореф. дис. ... канд. біол. наук: Львів, 2003. 20 с.
2. Нейфах А.А. Молекулярная биология процессов развития. М.: Наука, 1977. 311 с.
3. Hauptman O., Albert D.M., Plowman M.C Hopfer S.M. et al. Ocular malformations of *Xenopus laevis* exposed to nickel during embryogenesis // Ann. Clin. Lab. Sci. 1993. V. 23, № 6. P. 397-406.
4. Hopfer S.M., Plowman M.C., Sweeney K.R., Sunderman F.W. Jr. et al. Teratogenicity of Ni^{2+} in *Xenopus laevis*, assayed by the FETAX procedure // Biol. Trace. Elem. Res. 1991. V. 29, № 3. P. 203-216.
5. Luo S.Q., Plowman M.C., Hopfer S.M., Sunderman F.W. Jr. Embryotoxicity and teratogenicity of Cu^{2+} and Zn^{2+}