

ВПЛИВ ТРЕМАТОДНОЇ ІНВАЗІЇ ТА ІОНІВ КАДМІЮ НА ДЕЯКІ ПОКАЗНИКИ ГЕМОЛІМФИ *PLANORBARIUS PURPURA* (*MOLLUSCA: GASTROPODA: PULMONATA: BULINIDAE*)

Киричук Г.Є.

Житомирський державний університет імені Івана Франка
10008, Україна, Житомир, вул. Велика Бердичівська, 40

kyrychuk@zu.edu.ua

Представлено результати досліджень довготривалого впливу на гістометрію гемоцитів і деякі кількісні показники гемолимфи *P. purpura* трематодної інвазії і різних концентрацій іонів кадмію (0,5, 2, 5 та 10 ГДК). Показано, що за дії цих чинників відбувається зміна розмірів і об'єму гемоцитів, їхніх ядер та показників ЯЦС. Проаналізовано кількість гемоцитів в 1 мм³ гемолимфи та їх процентне співвідношення за сумісної дії іонів кадмію та трематодної інвазії.

Ключові слова: Planorbarius purpura, гемолімфа, гемоцити, трематодна інвазія, іони кадмію, процентне співвідношення гемоцитів, гістометрія, морфометричні показники.

Киричук Г.Е. ВЛИЯНИЕ ТРЕМАТОДНОЙ ИНВАЗИИ И ИОНОВ КАДМИЯ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОЛИМФЫ *PLANORBARIUS PURPURA* (*MOLLUSCA: GASTROPODA: PULMONATA: BULINIDAE*) / Житомирский государственный университет имени Ивана Франко, 10008, Украина, Житомир, ул. Большая Бердичевская, 40

Представлены результаты исследований длительного воздействия на гистометрию гемоцитов и некоторые количественные показатели гемолимфы *P. purpura* трематодной инвазии и разных концентраций ионов кадмия (0,5, 2, 5 и 10 ПДК). Показано, что при действии этих факторов происходит изменение размеров и объёма гемоцитов, их ядер и ЯЦС. Проанализировано количество гемоцитов в 1 мм³ гемолимфы и процентное соотношение их типов при совместном воздействии ионов кадмия и трематодной инвазии.

Ключевые слова: Planorbarius purpura, гемолімфа, гемоцити, трематодная інвазія, іони кадмія, процентное соотношение гемоцитов, гистометрия, морфометрические показатели.

Kyrychuk G.Ye. THE INFLUENCE OF TREMATODE INVASION AND CADMIUM IONS ON SOME *PLANORBARIUS PURPURA* (*MOLLUSCA: GASTROPODA: PULMONATA: BULINIDAE*) HAEMOLYMPH INDICES / Zhytomyr Ivan Franko State University, 10008, Ukraine, Zhytomyr, 40, Velyka Berdychivska Str.

Mollusks are intermediate trematode masters. Accumulating heavy metals ions they serve as bioindicators of the environment. One of the such ions is the cadmium ion. In high concentrations it paralyzes central nerve system, causes haematopoiesis disorders, influences Cu and Zn exchange processes, causes necrotic changes in gonads. This ion is the Zn antagonist and is capable of replacing it in many vital enzymatic reactions. The mollusk haemolymph is the marker of processes going on in animal organisms. That's why the research of Cd ions mutual influence on main haemolymph components – haemocytes of *Planorbarius purpura* in norm and under trematode invasion should be considered.

Material – 254 sp of *Planorbarius purpura* (Miller, 1774). Histological, and cytological indices (762 dry swabs) were determined according to. Haemocytes classification was done according to Z. Vostal. Toxicological experiences were done according to. As the toxicant CdCl₂*2,5H₂O (exposition – 14 days) was used in concentrations corresponding to 0,5, 5,10 of MAC in term of Cd²⁺. The species of trematodes (*Echinoparyphium aconiatum* Dietz) were established only on the living material.

It was established that 1 mm³ of *P. purpura* haemolymph contains 75 – 300 haemocytes. In invaded specimens their number increases by 10-30%. The analysis of different haemocytes distribution in invaded specimens helped to establish the decrease of prohaemocytes (PH) content from 66,2 to 59,1% and the increase of vesicular cells (VC) (from 7,1 to 15,0%). The stay in cadmium environment (0,5 – 10 MAC) increases haemocytes content in uninvaded *P. purpura* by 1,2 – 1,35 times. In invaded animals these conditions weaken the haematopoiesis except under Cd²⁺ ions concentrations corresponding to 2MAC which makes sharp increase (by 1,6 times) in haemocytes number.

The influence of Cd²⁺ ions within 0,5 – 10 MAC changes the proportion of haemolymph shaped elements in the researched mollusks. Thus, in uninvaded animals sharp decrease from 66,19 to 18,85 of PH number under prethreshold concentrations (0,5 MAC) and the following stabilization of this index meaning within 23,4 – 31,1% under Cd²⁺ ions influence in 2 – 10 MAC were registered. The increase of VC from 7,10% to 29,31%, basophilic granulocytes (BC) from 12,3 to 31,9 and eosinophilic microgranulocytes (EM) from 14,40 to 23,49% was registered in uninvaded animals. In invaded animals the decrease of PG number from 59,09% to 21,90% and the sharp increase of EM from 14,67% to 32,70% were registered.

Under long time Cd ions action in 0,5 – 10 MAC the increase of EM, BG, VC both in invaded and uninvaded animals was registered. As for the PG no statistically reliable difference in cell size under all researched concentrations was fixed. The *P. purpura* PG cell volume indices under Cd ions actions within 0,5 – 10 MAC stay within control group indices both in invaded and uninvaded animals. In PG under Cd ions action in concentrations corresponding 10 MAC the increase of nucleus volume indices by 25% and NCR (nuclear cytoplasm ratio) by 88% in uninvaded animals and by 96% in invaded specimens was registered.

Key words: *Planorbarius purpura*, *haemolymph*, *haemocyte*, *trematode invasion*, *cadmium ions*, *haemocytes percent proportion*, *histometry*, *morphometric indices*.

ВСТУП

У прісноводних молюсків кровоносна система незамкнена та побудована набагато складніше, ніж в інших безхребетних. Філогенетичний розвиток останньої полягає в поступовій васкуляризації лакун – спочатку неправильні порожнини набувають форми синусів або каналів, по яких гемолімфа легко може рухатись у певному напрямку, потім діаметр синуса зменшується, а його стінки потовщуються і синус перетворюється в судину [1]. Гемолімфа цих тварин складається з плазми і формених елементів – гемоцитів, на долю яких припадає усього лише 1–2% за об'ємом [1]. Вони є основними ефекторними елементами захисної системи легеневих червононогих молюсків (*Pulmonata*) [2]. Крім того, гемоцити забезпечують розпізнавання, ізоляцію і елімінацію чужорідних чинників, а також виконують функцію відновлення внутрішнього середовища тварин від наслідків дії внутрішніх захисних реакцій. Вони здатні до хемотаксису, адгезії, фагоцитозу, генерації активних форм кисню [2].

Молюски родини *Bulinidae* широко розповсюджені в континентальних водах Східної Європи і пов'язані різноманітними топічними та трофічними зв'язками з іншими гідробіонтами. Витушкові є проміжними хазяями близько 20 видів трематод, що позначається на їхніх морфофізіологічних особливостях. Саме тому їх дослідження доцільно проводити не лише на неінвазованих особинах, а й на заражених трематодами тваринах. Акумулюючи у своєму організмі іони важких металів, *Pulmonata* виступають біоіндикаторами стану навколишнього середовища [3]. Одним з таких іонів є іон кадмію. Він за своєю токсичністю в кілька разів перевищує дію іонів інших важких металів. У високих концентраціях іон кадмію паралізує центральну нервову систему, викликає порушення гомеостазу, впливає на процеси обміну купруму та цинку, викликає некротичні зміни в гонадах [4]. Кадмій належить до числа дуже отруйних речовин, може знижувати репродукцію, плодючість, розвиток ембріонів та вилуплення прісноводних молюсків [4]. Одні дослідники вважають, що кадмій необхідний для вуглеводного обміну [5], а інші [6] констатують, що специфічне біологічне значення кадмію як мікроелемента не доведено. Однак завдяки своїм хімічним властивостям цей іон має кумулятивні властивості і, виступаючи антагоністом цинку, здатен заміщувати його в багатьох життєво важливих ензиматичних реакціях, призводячи до їх гальмування.

Клітини гемолімфи прісноводних гастропод відрізняються різноманіттям форм і адаптацій до різних чинників середовища, у тому числі абіотичних, біотичних та антропогенних. У зв'язку з цим для них характерний сильно виражений поліморфізм, який проявляється на всіх рівнях організації і, звичайно, зачіпає клітинний рівень. Це, своєю чергою, призводить до великого різноманіття в класифікації і термінології гемоцитів гастропод [7].

В основу класифікації гемоцитів були покладені різні підходи. Деякі дослідники використовують, головним чином, лише морфологічний підхід [8]. Інші автори для характеристики типів гемоцитів застосували морфоцитохімічний аналіз [9], запропонувавши класифікацію гемоцитів за їх функціональним характером. У низці робіт при систематизації гемоцитів чітко відмічається направленість морфофункціонального підходу [10].

За морфологічним підходом виділили два типи амебоцитів – ацидофільні і базофільні [11]. При цьому автори розділяли ацидофільні гемоцити на агранулярні (агранулоцити) та гранулярні (гранулоцити). Для базофільних амебоцитів було ідентифіковано дві групи клітин – великі та малі.

Застосування морфофункціонального підходу до вивчення гемоцитів (морфологія клітин, адгезивні властивості, фагоцитоз тощо) дозволило ідентифікувати одним авторам два типи гемоцитів [12], іншим – три типи – гранулоцити, лімфоцити, фібробласти [13].

Аналіз літературних джерел показав, що існує велика різноманітність типів гемоцитів – від одного типу у *Laeviculus alte* до чотирьох у *Vivipara bengalensis* [11]. Таке різноманіття систематизації клітинних елементів гемолімфи утруднює проведення аналізу гемоцитів у різних видів молюсків, проте в більшості представлених класифікацій гемоцити поділяються на зернисті (гранулоцити) і незернисті (гіаліноцити). Враховуючи викладене, ми зупинилися на класифікації гемоцитів З. Востала [14], який виділив 4 типи клітин: прогемоцити (ПГ), еозинофільні мікрогранулоцити (ЕМ), базофільні гранулоцити (БГ), везикулярні клітини (ВК). Прогемоцити відзначаються негранульованою (гіаліновою) базофільною цитоплазмою, дуже крупним округлим ядром. Їм притаманні фагоцитарні властивості. Еозинофільні мікрогранулоцити майже в 3 рази крупніші за прогемоцити. Їм властиві дрібна густа еозинофільна зернистість цитоплазми, невелике і значно світліше, ніж у прогемоцитів, ядро. Їх основна функція – «аглотинація». Базофільні гранулоцити характеризуються базофільною цитоплазмою з крупною базофільною зернистістю і округлим ядром. Їхні функції – транспортна, екскреторна (за перетворення у нефроцити), захисна (фагоцитоз і «аглотинація»). Із них власне гемоцитами є лише перші три типи з перерахованих вище клітинних елементів гемолімфи. Вони у *Pulmonata* утворюються в так званих ділянках гемопоезу: стінках ниркового мішка, стінках синусів у трабекулах сполучної тканини тощо. Ці структури отримали назву амебоцито-продукуючого органу (АПО) [2]. Останні дають початок усім типам гемоцитів завдяки дивергентному диференціюючому розвитку [15]. Натомість ВК, хоча й є звичайними компонентами гемолімфи молюсків, справжніми гемоцитами не є. Вони – елементи пухкої сполучної тканини [15]. Усі гемоцити молюсків відіграють важливу роль у захисних клітинних реакціях – хемотаксисі, адгезії, продукуванні активних форм кисню та антибактеріальних білків, фагоцитозі, інкапсуляції тощо [2]. За рахунок здатності гемоцитів до «аглотинації»¹ (збивання у комки) відбувається блокування ушкоджених судин циркуляторної системи молюсків, наслідками чого є припинення крововиливів й унеможливлення проникнення інфекції в гемоцель. Окрім того, гемоцити беруть участь в екскреції, у транспортуванні поживних речовин і лізисі бактеріальних клітин [2].

Основна кількість робіт, присвячених цій проблемі, базується на дослідженні морських молюсків, прісноводна ж малакофауна залишається менш вивченою. Саме тому заслуговує на увагу комплексне дослідження сумісного хронічного впливу різних концентрацій іонів кадмію на гемоцити *Planorbarius purpura* у нормі і за трематодної інвазії. При цьому встановлення рівня нормальних фізіологічних показників дозволить використовувати їх як базові при оцінці дії різних біотичних та абіотичних чинників середовища на організм молюсків, що може бути враховано при здійсненні біотестування в системі екологічного моніторингу стану гідроценозів. Метою роботи було оцінка впливу трематодної інвазії на іонів кадмію на деякі показники гемолімфи *Planorbarius purpura*.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріал дослідження – 254 екз. *Planorbarius purpura* (Müller, 1774), зібраних у р. Тетерів (Житомир і його околиці) у серпні-вересні 2004-2009 рр. Із гемолімфи, отриманої методом повного знекровлення тварин безпосередньо перед дослідженням, виготовлено 762 екз. сухих мазків. Фіксацію їх здійснено сумішшю Нікіфорова, фарбування – за Романовським–Гімза (тривалість – 20–30 хв). Для вимірювання гемоцитів мазок розглядали при збільшенні 7×90 (МИКМЕД-2). Виміри проведено за допомогою окуляр-мікрометра (7х90). Перерахунок здійснено за допомогою об'єкт-мікрометра (ГОСТ 7513-55). Цито- і каріометричні показники визначено застосуванням загальноприйнятих методик [16]. Ядерно-цитоплазматичний індекс (ЯЦС) розраховано за Ташке [17]. Для підрахунку кількості клітин гемолімфи використано

¹ Справжньої аглотинації в молюсків немає через відсутність у їхній гемолімфі фібриногена [2].

камеру Горяєва з попереднім забарвленням формених елементів гемолімфи азур-еозином.

Токсикологічним дослідженням передувала 14-добова аклімація витушок до лабораторних умов: рН 7,2–7,6, вміст кисню у воді 8,9–9 мг/дм³, t – 21–23 °С. Підгодівлю тварин усіх груп здійснювали шматочками (2×2 см) білокачанної капусти, мацерованої у воді (5–6 діб).

Токсикологічні досліди поставлено за методикою Алексеєва [18]. Як токсикант використано кадмію хлорид CdCl₂·2,5H₂O. У токсикологічному досліді (експозиція – 14 діб) використано концентрації, котрі відповідають 0,5; 2; 5; 10 ГДК (ГДК токсикологічне)² у перерахунку на Cd²⁺. Заміну токсичного середовища здійснювали щодоби для видалення метаболітів тварин та підтримання постійної концентрації токсиканта. Усі досліди супроводжувалися контролем. Трематодну інвазію виявляли на тимчасових гістологічних препаратах, виготовлених із тканин гепатопанкреаса витушок і досліджених під мікроскопом МБИ–3 (10×20). Видову належність трематод встановлювали виключно на живому матеріалі. В експериментах задіяні лише ті заражені особини, котрі були інвазовані партенітами і личинками трематоди *Echinoparyphium aconiatum* Dietz, марити якої є звичайними паразитами кишечника диких і свійських водоплавних птахів. Статистичну обробку матеріалу зроблено за загальноприйнятими методиками з використанням комп'ютерних програм STATISTICA 5.0.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нами встановлено, що кількість гемоцитів в 1 мм³ гемолімфи *P. purpura* в середньому коливається в межах 175-300 клітин (рис.1), що співвідноситься з показниками, зафіксованими для інших пульмонат [2]. В інвазованих особин кількість гемоцитів зростає на 20-30% і коливається в межах 200-400 клітин в 1 мм³. Відомості щодо кількості гемоцитів в 1 мм³ гемолімфи прісноводних червононогих молюсків нечисленні. Відмічено [7] значні коливання величини цього показника залежно від видової приналежності молюсків від 118 до 334 клітин в 1 мм³ та зростання в 1,3-2,2 рази при зараженні трематодами [2].

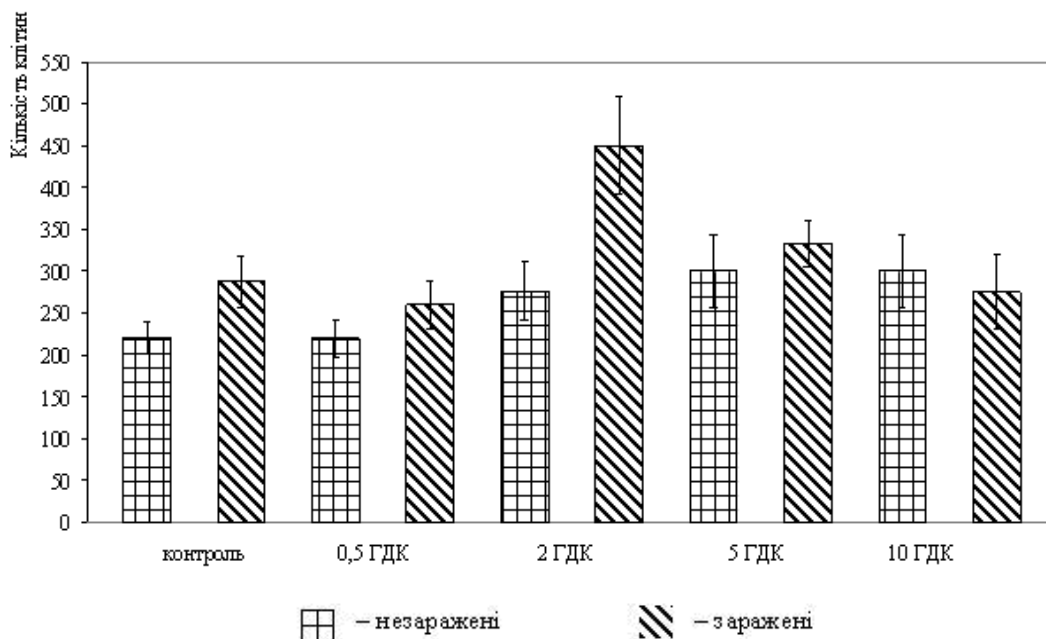


Рис. 1 Вплив іонів кадмію на кількість гемоцитів в 1 мм³ гемолімфи *P. purpura* у нормі й за дії трематодної інвазії

Довготривале перебування (14 діб) піддослідних тварин в середовищі з іонами кадмію 0,5-10

² Для кадмію зараз прийнято такі значення ГДК (за іоном кадмію): органолептичний – 0,001, токсикологічний – 0,0005 мг/дм³ [6].

ГДК призводить до прямопропорційного зростання вмісту гемоцитів у гемолімфі в незаражених *P. purpura* в 1,20-1,35 разу.

Додаткове ж фізіологічне навантаження у вигляді трематодної інвазії в поєднанні з токсичним (дія іонів кадмію) призводить до послаблення процесів гемопоезу і за дії іонів Cd^{2+} , що відповідає 0,5, 5 та 10 ГДК.

Показники вмісту гемоцитів перебувають у межах показників контрольної групи, в той час концентрація іонів Cd^{2+} , що відповідає 2 ГДК, виявила стимулюючу дію на процес кровотворення, що призвело до різкого збільшення (в 1,6 разу) кількості гемоцитів у гемолімфі *P. purpura*.

Аналіз відсоткового розподілу різних типів гемоцитів у інвазованих особин дозволив констатувати різке падіння вмісту ПГ (з 66,2 до 59,1%) та зростання кількості ВК (з 7,1 до 15,0%) (рис.2, 3), що, ймовірно, призводить до розбалансування захисних властивостей молюсків.

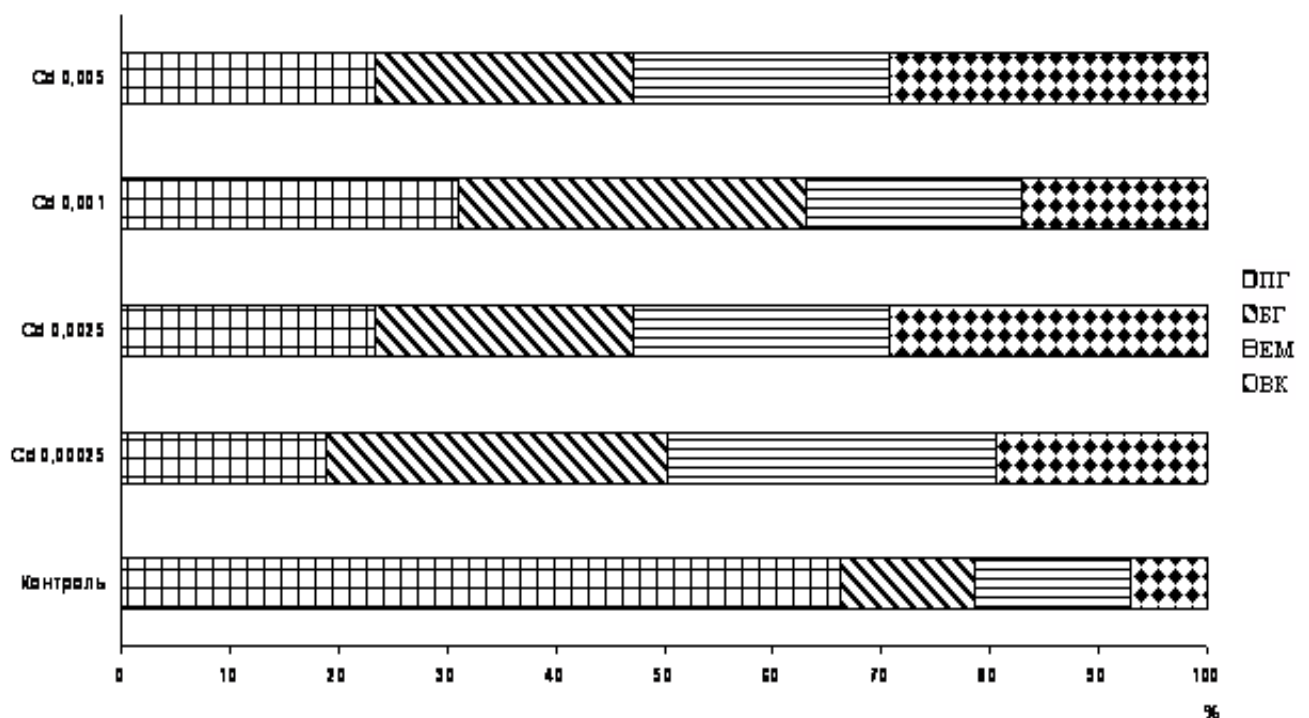


Рис. 2 Відсотковий вміст різних груп гемоцитів у гемолімфі неінвазованих *P. purpura*

Вплив іонів кадмію в межах концентрацій 0,5-10 ГДК призводить до зміни співвідношення формених елементів гемолімфи досліджених молюсків. Так, у неінвазованих тварин відмічено різке зменшення кількості ПГ з 66,19% до 18,85% при дії допорогових концентрацій токсиканту (0,5 ГДК) і подальша стабілізація значень даного показника в межах 23,4-31,1% за дії іонів Cd^{2+} концентраціями, що відповідають 2-10 ГДК.

В інтактних тварин відмічено збільшення кількості й інших клітин гемолімфи. Так, вміст ВК зростає з 7,10% до 29,31%, БГ – з 12,31% до 31,90% та ЕМ – з 14,40% до 23,49% (рис. 2). У інвазованих тварин зареєстровано зменшення кількості ПГ з 59,09 % до 21,90% (рис. 3) та різке зростання вмісту ЕМ з 14,67% до 32,70%.

Посилення синтезу ЕМ дозволяє інвазованим тваринам зменшувати патогенну дію трематодної інвазії шляхом підвищення процесів «аглотинації», припиняючи внутрішні крововиливи, які виникають при ушкодженні паразитами гепатопанкреасу.

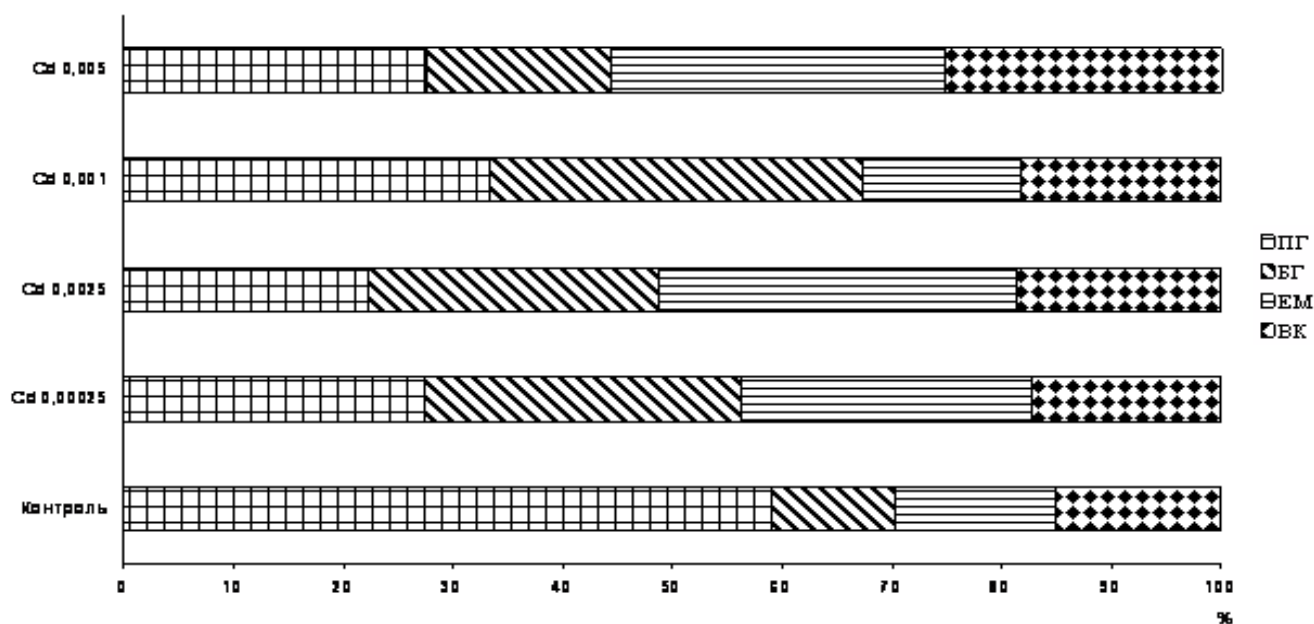


Рис. 3 Відсотковий вміст різних груп гемоцитів у гемолімфі інвазованих *P. purpura*

Зазначимо, що для *Littorina littorea*, підданих дії Cd^{2+} (концентрації 0,5–1,26 мг/дм³), також відмічено підвищення кількості гемоцитів-еозинофілів і порових клітин сполучної тканини в системі травна залоза–гонада порівняно з контрольними тваринами, що розглядається як адаптаційна реакція на сублетальну дію іонів кадмію [19].

За довготривалої дії іонів кадмію в концентраціях 0,5-10 ГДК зафіксовано збільшення діаметра клітин гемолімфи в неінвазованих тварин: для ЕМ на 30,81-74,27%, для БГ – на 56,73-79,60%, для ВК – 50,32-88,73%. При цьому для ПГ не відмічено статистично вірогідної різниці в розмірах клітин за дії всіх досліджених концентрацій іонів кадмію.

Ймовірно, що таке збільшення розмірів гемоцитів пояснюється підвищенням надходженням води в цитоплазму клітини, адже відомо [20], що за несприятливих умов у тварин відбувається порушення трансмембранного Na^+/H^+ обміну і, як наслідок, відбувається гідратація цитоплазми. Це своєю чергою призводить до лізису клітин, що й було відмічено нами в дослідних групах тварин. Водночас, збільшення вмісту води в тілі тварин, що перебувають у токсичному середовищі, розглядають як одну з форм прояву в них захисно-приспосовного процесу [3], скерованого на «розведення» отруйних речовин.

Однак трематодна інвазія є пригнічуючим чинником, котрий в комбінації з токсикантом не призводить до різкої зміни розмірів клітин. Так, у інвазованих тварин за дії іонів кадмію 0,5 ГДК розміри БГ зростають на 42,66%, за 2 ГДК – на 39,65%, за 5 ГДК – на 25,49%, за 10 ГДК – на 22,04%. (табл. 1).

Показники об'єму клітин ПГ за дії на *P. purpura* іонів кадмію в діапазоні концентрацій 0,5-10 ГДК залишаються в межах показників контрольної групи як в інвазованих, так і в інтактних тварин. Однак для ПГ за дії іонів Cd^{2+} концентрацією, що відповідає 10 ГДК зафіксовано зростання значень об'єму ядра (на 25%) та ЯЦС (на 88% у неінвазованих тварин та на 96% в інвазованих особин).

Таблиця 1 – Сумісний вплив трематодної інвазії та іонів кадмію на діаметр (мкм) клітин гемолімфи *Planorbarius purpura* ($X \pm m_x$)

С, ГДК	Інвазія	n	ПГ	ЕМ	БГ	ВК
Контроль	Немає	90	1,250±0,002	3,560±0,086	3,060±0,069	6,540±0,200
	Є	36	1,243±0,007	4,900±0,168	3,680±0,111	7,810±0,430
0,5	Немає	135	1,239±0,003	6,204±0,147	4,796±0,128	12,343±0,416
	Є	45	1,244±0,004	6,333±0,188	5,250±0,176	13,639±1,003

2	Немає	153	1,241±0,003	4,657±0,144	5,025±0,127	11,422±0,414
	Є	27	1,241±0,006	4,722±0,355	5,139±0,329	12,269±0,903
5	Немає	72	1,251±0,002	4,760±0,056	5,102±0,082	10,222±0,314
	Є	24	1,250±0,003	5,000±0,098	5,129±0,079	11,269±0,043
10	Немає	126	1,268±0,004	4,940±0,122	5,159±0,142	9,831±0,252
	Є	54	1,259±0,004	5,880±0,259	4,491±0,186	9,352±0,427

Щодо інших типів гемоцитів, то для ЕМ за дії іонів кадмію (2 ГДК) відмічено зростання значень об'єму клітин та об'єму ядра в 3,2-3,5 разу, в той час як статистично достовірних відмінностей по показнику ЯЦС не зафіксовано. Для БГ за дії всіх досліджених концентрацій відмічено зростання значень об'єму клітини в 2,6-3,1 разу (неінвазовані особини) та в 2,9-4,3 разу (інвазовані особини) та показників об'єму ядра відповідно 1,8-5,5 та 2,2-11,7 рази. Значення ЯЦС у неінвазованих особин перебувають на рівні показників контрольної групи молюсків, у той час як у інвазованих зростає в 1,4-3,4 разу. Суттєве зростання показників об'єму ядра та значень ЯЦС (рис.4) відмічено за дії іонів кадмію в межах концентрацій 2-10 ГДК (у 2,8-11,6 разу в неінвазованих особин та в 3,1-9,9 разу – інвазованих тварин).

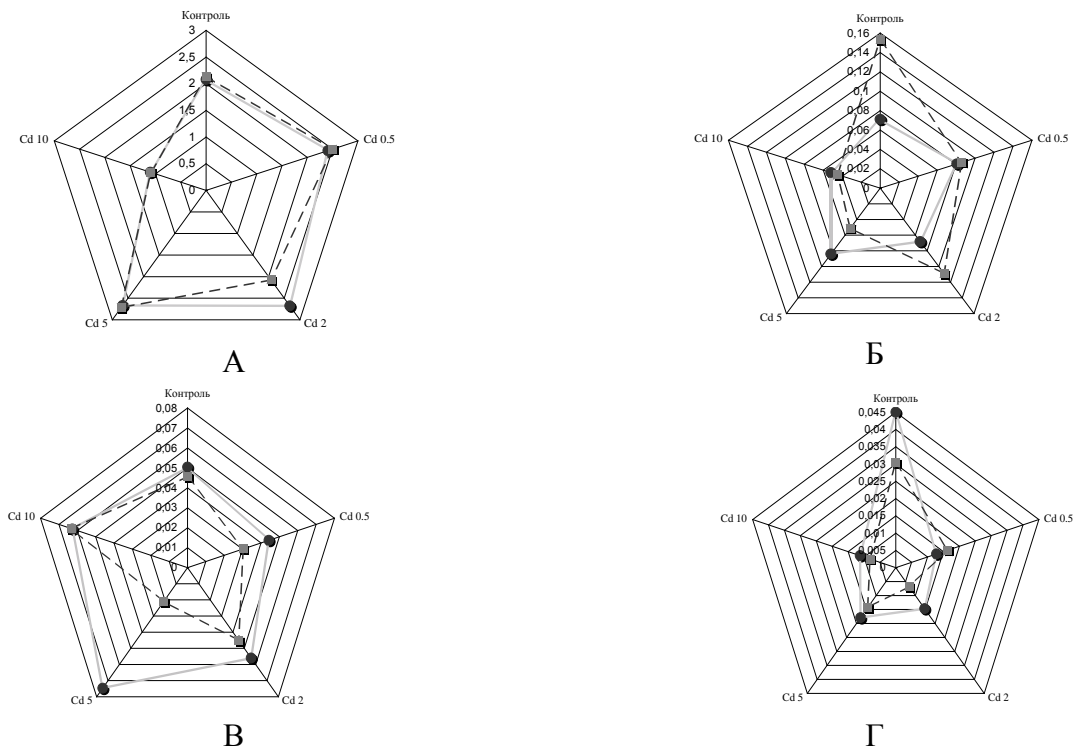


Рис. 4. Ядерно-цитоплазматичне співвідношення різних груп гемоцитів у гемолімфі *P. purpura* за сумісної дії трематодної інвазії та різних концентрацій іонів кадмію: ● – неінвазовані особини, ■ – інвазовані особини; А – ПГ, Б – БГ, В – ЕМ, Г – ВК

Перспективами подальших досліджень є вивчення гістопатологічних і гістохімічних порушень у гемоцитах молюсків за дії на них різних концентрацій іонів кадмію. Це, своєю чергою, дозволить більш точно оцінювати ступінь якісних і кількісних змін у потоках речовин та енергії через популяції витушок при встановленні значень біологічної продуктивності гідроценозів.

ВИСНОВКИ

1. Трематодна інвазія призводить до зростання кількості гемоцитів в 1 мм^3 гемолімфи *P. purpura* на 20-30% та порушення відсоткового співвідношення гемоцитів у бік різкого падіння вмісту ПГ та зростання кількості ВК.

2. Хронічна дія низьких концентрацій іонів кадмію призводить до прямо пропорційного зростання вмісту гемоцитів у гемолімфі *P. purpura*. Спільна дія трематодної інвазії та іонів кадмію інгібує процеси гемопоезу (за винятком дії концентрації, що відповідає 2 ГДК).
3. За спільної дії іонів кадмію та трематодної інвазії відмічено посилення синтезу ЕМ.
4. Довготривала дія іонів Cd^{2+} в концентрації 0,5-10 ГДК призводить до збільшення морфометричних характеристик гемоцитів (ЕМ, БГ та ВК) в 1,3-1,9 разу.
5. Зараженим редіями і личинками *E. aconiatum* особинам важче компенсувати дію токсиканта порівняно з неінвазованими молюсками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алякринская И.О. Количественная характеристика гемолимфы и гемоглобина роговой катушки *Planorbarius corneus* (*Gastropoda, Pulmonata*) / И.О. Алякринская // Зоол. журн. – 1970. – Т. 49, Вып. 3. – С. 349–354.
2. Атаев Г. Л. Защитные реакции брюхоногих моллюсков. 1-Клеточные реакции / Г.Л. Атаев, А.В. Полевщиков // Паразитология. – 2004. – Вып. 38 (4). – С. 342–351.
3. Киричук Г.Є. Фізіолого-біохімічні механізми адаптації прісноводних молюсків до змін біотичних та абіотичних чинників водного середовища : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня доктора біол. наук: спец. 03.00.17 «Гідробіологія» / Г.Є. Киричук. – Київ, 2011. – 42 с.
4. Effects of pollution on freshwater organisms / [Anne Pili, Daria O. Carle., Edward Kline et all.] // J. Water Pollut. Contr. Fed. – 1988. – Vol. 60, № 6. – P. 994-1065.
5. Морозов Н.П. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне мирового океана / Н.П. Морозов, С.А. Петухов. – М. : Агропромиздат, 1986. – 159 с.
6. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / [Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заша Э.А. и др.] – М. : Эколайн, 2000. – 127 с.
7. Курамшина Н.Г. Гастроподы в биотестировании продуктов нефтехимии, нефтепереработки и биоиндикации тяжелых металлов на территории Башкортостана : автореф. дис. на соискание учен степени д-ра биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / Н.Г. Курамшина. – Екатеринбург, 1997. – 32 с.
8. Henry M. Aspects ultrastrucraux et fonctionnels des hemocetes de quatre familles de Bivalves (*Ostreidae, Veneridae, Mytilidae, Pectinidae*) / M. Henry, M. Auffret // Valiotis. – 1990. – Vol. 20. – P. 195–196.
9. Mix M. The gemocyte of gemolymph molluscs / M. Mix // Marine Environ. Res. – 1976. – Vol. 20, № 1-2. – P. 1-141.
10. Pipe R. K. Differential binding of lectins to haemocytes of the mussel *Mytilus edulis* / R.K. Pipe // Cell and Tissue Res. – 1990. – Vol. 261, № 2. – P. 261-268.
11. Srivastava A.K. Blood cells of two gastropods / A.K. Srivastava, A.S. Narain // Natl. Acad. Sci. – 1979. – Vol. 2, № 7. – P. 276-277.
12. Ottaviani E. The blood cells of the freshwater snail *Planorbarius corneus* / E. Ottaviani // Dev. Comp. Immunol. – 1983. – Vol. 7, № 2. – P. 209–216.
13. Furuto E. The ultrastructure of hemolymph cells of the land slug *Incilaria fruhstorferi collinge* (*Gastropode, Pulmonata*) / E. Furuto, K. Yamaguchi, A. Shimozawa // Anat. Anz. – 1986. – Vol. 162, № 3. – P. 215-224.
14. Vostal Z. Prispěvek k cytologii ulitnikov (*Gastropoda*) / Z. Vostal // Biologia (ČSSR). – 1969. – Vol. 24. – P. 384-392.

15. Заварзин А.А. Очерки эволюционной гистологии крови и соединительной ткани / А.А. Заварзин. – М. – Л. : Изд-во АН СССР, 1953. – 716 с.
16. Горальський Л.П. Основи гістологічної техніки і морфо-функціональні методики дослідження у нормі і патології / Горальський Л.П., Хомич В.Т., Кононський О.І. – Житомир : Полісся, 2005. – 288 с.
17. Ташкэ К. Введение в количественную морфологию / К. Ташкэ. – Бухарест : Изд-во АН СРР, 1980. – 191 с.
18. Алексеев В.А. Основные принципы сравнительно токсикологического эксперимента / В.А. Алексеев // Гидробиол. журн. – 1981. – Т. 17, № 3. – С. 92-100.
19. Marigomez J.A. Ultrastructural alterations in the renal epithelium of cadmium-treated *Littorina littorea* (L.) / [Marigomez J.A., Cajaraville M.P., Angulo E. et all.] // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 1990. – Vol. 19, № 6. – P. 863-871.
20. Новицкая В.Н. Эритроидные элементы гемолимфы *Anadnrnd inaequivalvis* (*Mollusca: Arcidae*) в условиях экспериментальной аноксии: функциональные и морфологические характеристики / В.Н.Новицкая, А.А. Солдатов // Морс. экол. журн. – 2011. – Т. X, № 1. – С. 56-64.

REFERENCES

1. Aljakrinskaja I.O. Kolichestvennaja harakteristika gemolimfy i gemoglobina rogovoj katushki *Planorbarius corneus* (*Gastropoda, Pulmonata*) / I.O. Aljakrinskaja // Zool. zhurn. – 1970. – Т. 49, Vyp. 3. – S. 349–354.
2. Ataev G. L. Zashhitnye reakcii brjuhonogih molluskov. 1-Kletochnye reakcii / G.L. Ataev, A.V. Polevshhikov // Parazitologija. – 2004. – Vyp. 38 (4). – S. 342–351.
3. Kirichuk G.Є. Fiziologo-biohimichni mehanizmi adaptacii prisnovodnih moljuskiv do zmin biotichnih ta abiotichnih chinnikov vodnogo seredovishha : avtoref. dis. na zdobuttja naukovogo stupenja doktora biol. nauk: spec. 03.00.17 «Gidrobiologija» / G.Ye. Kirichuk. – Kiiiv, 2011. – 42 s.
4. Effects of polution on freshwater organisms / [Anne Pili, Daria O. Carle., Edward Kline et all.] // J. Water Pollut. Contr. Fed. – 1988. – Vol. 60, № 6. – P. 994-1065.
5. Morozov N.P. Mikrojelementy v promyslovoj ihtiofaune mirovogo okeana / N.P. Morozov, S.A. Petuhov. – М. : Agropromizdat, 1986. – 159 s.
6. Gidrohimicheskie pokazateli sostojanija okruzhajushhej sredy / [Guseva T.V., Molchanova Ja.P., Zasha Je.A. i dr.] – М. : Jekolajn, 2000. – 127 s.
7. Kuramshina N.G. Gastropody v biotestirovanii produktov neftehimii, neftepererabotki i bioindikacii tjazhelyh metallov na teritorii Bashkortostana : avtoref. dis. na soiskanie uchen stepeni d-ra biol. nauk : spec. 03.00.16 «Jekologija» / N.G. Kuramshina. – Ekaterinburg, 1997 – 32 s.
8. Henry M. Aspects ultrastrucraux et fonctiounels des hemocetes de quatre familles de Bivalves (*Ostreidae, Veneridae, Mytilidae, Pectinidae*) / M. Henry, M. Auffret // Valiotis. – 1990. – Vol. 20. – P. 195–196.
9. Mix M. The gemocyte of gemolymph molluscs / M. Mix // Marine Environ. Res – 1976. – Vol. 20, № 1-2. – P. 1–141.
10. Pipe R. K. Differential binding of lectins to haemocytes of the mussel *Mytilus edulis* / R.K. Pipe // Cell and Tissue Res. – 1990. – Vol. 261, № 2. – P. 261-268.
11. Srivastava A.K. Blood cells of two gastropods / A.K. Srivastava, A.S. Narain // Natl. Acad. Sci. – 1979. – Vol. 2, № 7. – P. 276-277.
12. Ottaviani E. The blood cells of tne freshwater snail *Planorbarius corneus* / E. Ottaviani // Dev. Comp. Immunol. – 1983. – Vol. 7, № 2. – P. 209–216.
13. Furuto E. The ultrastructure of hemolymph cells of the land slug *Incilaria fruhstorferi collinge* (*Gastropode, Pulmonata*) / E. Furuto, K. Yamaguchi, A. Shimozawa // Anat. Anz. – 1986 – Vol. 162, № 3. – P. 215-224.
14. Vostal Z. Prispievok k cytologii ulitnikov (*Gastropoda*) / Z. Vostal // Biologia (ČSSR). – 1969. – Vol. 24. – P. 384-392.
15. Zavarzin A.A. Ocherki jevoljucionnoj gistologii krovi i soedinitel'noj tkani / A.A. Zavarzin. – М. – Л. : Izd-vo AN SSSR, 1953. – 716 s.
16. Goral's'kij L.P. Osnovi gistologichnoi tehniky i morfo-funkcional'ni metodiki doslidzhennja u normi i patologiji /

- Goral's'kij L.P., Homich V.T., Konons'kij O.I. – Zhitomir : Polissja, 2005. – 288 s.
17. Tashkje K. Vvedenie v kolichestvennuju morfologiju / K. Tashkje. – Buharest : Izd-vo AN SRR, 1980. – 191 s.
 18. Alekseev V.A. Osnovnye principy sravnitel'no toksikologicheskogo jeksperimenta / V.A. Alekseev // *Gidrobiol. zhurn.* – 1981. – T. 17, № 3. – S. 92-100.
 19. Marigomez J.A. Ultrastructural alterations in the renal epithelium of cadmium-treated *Littorina littorea* (L.) / [Marigomez J.A., Cajaraville M.P., Angulo E. et all.] // *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* – 1990. – Vol. 19, № 6. – R. 863-871.
 20. Novickaja V.N. Jeritroidnye jelementy gemolimfy *Anadnrd inaequalvis* (*Mollusca: Arcidae*) v uslovijah jeksperimental'noj anoksii: funkcional'nye i morfologicheskie harakteristiki / V.N. Novickaja, A.A. Soldatov // *Mors. ekol. zhurn.* – 2011. – T. X, № 1. – S. 56-64.

УДК 574.587(28)

ВИДОВОЙ СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИЧИНОК СТРЕКОЗ (*ODONATA*) В НОВЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ В ОЗЕРЕ АГГЕЛЬ

Кулиева С.А., Алиев Р.А.

*Институт зоологии Национальной Академии Наук Азербайджана
AZ1073 Азербайджан, Баку, проезд 1128, квартал 504*

suleyman.s@mail.ru

В статье впервые приводятся данные о видовом составе, количестве и распределении на различных биотопах личинок стрекоз (*Odonata*) в озере Аггель в новых экологических условиях. В 2011 – 2012 годах исследования в озере Аггель нами выявлено 28 видов и форм личинок стрекоз, из которых 6 видов отмечены для озера впервые (*Coenagrion concinnum* Joh., *C. armatum* Charp., *Aeschna viridis* Eversman, *Sympetrum striolatum* Charp., *S. sanguineum* Müll., *S. meridionale* Selys.). Виды *Coenagrion concinnum* и *C. armatum* были отмечены зимой, весной и осенью 2011-го года и зимой и осенью 2012-го года; *Aeschna viridis* – зимой и осенью 2011-го года; *Sympetrum striolatum* – зимой, весной и осенью 2011-го года; *S. sanguineum* – зимой и осенью 2011 – 2012 гг.; *S. meridionale* – зимой и весной 2011 – 2012 гг.

Наиболее распространенными являются виды родов *Coenagrion*, *Aeschna* и *Sympetrum*. Максимальное развитие личинок стрекоз было отмечено в зимний (106 экз./м², 1,10 г/м²), а минимальное – в летний (12 экз./м²; 0,14 г/м²) сезоны. Экология отмеченной фауны подробно исследована.

Ключевые слова: озеро Аггель, личинки стрекоз, видовой состав, количество, биотоп, распределение.

Кулієва С.А., Алієв Р.А. ВИДОВИЙ СКЛАД І КІЛЬКІСНИЙ РОЗПОДІЛ ЛИЧИНОК БАБОК (*ODONATA*) У НОВИХ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ В ОЗЕРІ АГГЕЛЬ / Інститут зоології національної Академії наук Азербайджану, AZ1073 Азербайджан, Баку, проїзд 1128, квартал 504.

У статті вперше наводяться дані щодо видового складу, кількості і розподілу на різних біотопах личинок бабок (*Odonata*) в озері Аггель у нових екологічних умовах. У 2011-2012 роках дослідження в озері Аггель нами виявлено 28 видів і форм личинок бабок, з яких 6 видів відзначені для озера вперше (*Coenagrion concinnum* Joh., *C. armatum* Charp., *Aeschna viridis* Eversman, *Sympetrum striolatum* Charp., *S. sanguineum* Müll., *S. meridionale* Selys.). Види *Coenagrion concinnum* і *C. armatum* були відзначені взимку, навесні і восени 2011-го року і взимку і восени 2012-го року; *Aeschna viridis* – взимку і восени 2011-го року; *Sympetrum striolatum* – взимку, навесні і восени 2011-го року; *S. sanguineum* – взимку і восени 2011-2012 рр.; *S. meridionale* – взимку і навесні 2011-2012 рр.

Найбільш поширеними є види родів *Coenagrion*, *Aeschna* і *Sympetrum*. Максимальний розвиток личинок бабок було відзначено в зимовий (106 екз./м², 1,10 г/м²), а мінімальний – у літній (12 екз./м²; 0,14 г/м²) сезони. Екологія зазначеної фауни детально досліджена.

Ключові слова: озеро Аггель, личинки бабок, видовий склад, кількість, біотоп, розподіл.

Guliyeva S.A., Aliyev R.A. SPECIES COMPOSITION AND QUANTITATIVE DISTRIBUTION OF LARVAE OF DRAGONFLIES (*ODONATA*) IN THE NEW ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE LAKE AGGOL / Institute of Zoology Azerbaijan National Academy of Sciences, AZ1073, Azerbaijan, Baku, passage 1128, block 504.