

УДК 594.38:591.5

А. П. Стадниченко<sup>1</sup>, В. К. Гирин<sup>1</sup>, О. Д. Шимкович<sup>2</sup>

**ВМІСТ ГЕМОГЛОБІНА У ГЕМОЛІМФІ  
PLANORBARIUS CORNEUS (MOLLUSCA,  
GASTROPODA, BULINIDAE) ЯК ПОКАЗНИК  
КОМПЛЕКСНОГО ВПЛИВУ ПАРАЗИТІВ І  
ТОКСИКАНТІВ**

Досліджено вплив розчинів натрія нітрату (0,1, 1, 10, 100 мг/дм<sup>3</sup>) на вміст гемоглобіна у гемолімфі *Planorbarius corneus* у нормі і за зараження їх редіями *Echinoparyhium aconiatum* і спороцистами *Tylodelphis excavata*. З'ясовано, що за однакових концентрацій токсиканта у середовищі і однакової інтенсивності інвазії зміни вмісту гемоглобіну при зараженні цих тварин «зрілими» спороцистами *T. excavata* є більшими, ніж такі у випадку інвазії їх недорозвиненими редіями *E. aconiatum*. Вміст гемоглобіну у гемолімфі *P. corneus* за перебування їх у токсичному середовищі зумовлюється зміною кількох фізіолого-біохімічних систем різного рівня: гемоглобін-оксигемоглобін, інгібування аеробного шляху генерування енергії і активації гліколізу, перетворення гемоглобіну на метгемоглобін.

**Ключові слова:** *Planorbarius corneus*, редії і спороцисти трематод, гемоглобін, натрія нітрат.

Зростання антропогенного забруднення водного середовища різними за своєю природою і концентрацією поллютантами ставить перед водною токсикологією низку важливих першочергових завдань. Одним із основних серед них є встановлення для кожного з потрапляючих у водойми токсикантів концентрацій ГДК, тобто таких концентрацій, перевищення яких виходить за фізіологічні межі щодо конкретних видів гідробіонтів. У тварин при цьому гальмуються або повністю інгібуються захисно-приспосувальні поведінкові, фізіологічні і біохімічні реакції, що спонукає розвиток у них патологічного процесу — отруєння. Отримання і накопичення відомостей такого роду стало нагальною потребою сьогодення. Адже саме вони вкрай потрібні для пошуку біомаркерів, необхідних для біотестування і біоіндикації при проведенні екологічного моніторингу природних водних об'єктів.

Наприкінці ХХ і на початку ХХІ ст. в Україні у регіонах активного аграрного виробництва намагання підвищити врожайність сільськогосподарських культур і застосування задля цього різних мінеральних добрив призвело до забруднення ґрунтів і природних вод цими хімікатами і, як наслідок цього, — овочевої, плодовоовочевої і бахчевої продукції, що являє собою суттєву небезпеку для здоров'я населення. Слід зазначити, однак, що у той же час ці

© А. П. Стадниченко, В. К. Гирин, О. Д. Шимкович, 2016

речовини сприяють агрогенній евтрофікації водного середовища і активно використовуються автотрофними компонентами гідробіоценозів як джерело живлення. До дуже небезпечних з них для людини і тварин належать нітрати.

Метою даного дослідження було з'ясування залежності вмісту гемоглобіну (Hb) у гемолімфі витушки рогової *Planorbarius corneus* (Linné, 1758), підданої дії різних концентрацій натрія нітрату у середовищі, від морфотипу паразитуючих у неї партеногенетичних поколінь трематод і ступеня їхньої «зрілості».

Проведення такого дослідження є вельми актуальним. На сьогодні з'ясовано вплив різних концентрацій натрія нітрату (0,1—8000 мг/дм<sup>3</sup>) на вміст Hb у гемолімфі *P. corneus*, як інтактних особин, так і інвазованих партенітами деяких видів трематод. Показано, що вплив зазначеного вище токсиканта супроводжується низкою чітко виражених у них спочатку швидких поведінкових і фізіологічних реакцій захисно-приспосувального характеру, а опісля — як адаптивних, так і патологічних фізіолого-біохімічних реакцій, прояв кожної з яких притаманний певним стадіям процесу отруєння [7, 20], що розвивається у цих тварин. В публікаціях попередніх років згадується і про те, що вміст Hb у гемолімфі *P. corneus* залежить від їхнього віку, особливостей місцеперебування і сезону [12]. Щодо напрямку і ступеня зміни величини цього показника у залежності від того, яким саме морфотипом партеніт (редіями чи спороцистами) представлені трематоли і якого вони ступеня «зрілості» у інвазованих ними молюсків, то такі відомості дотепер були відсутні.

**Матеріал і методика досліджень.** Матеріалом дослідження слугували 451 екз. *P. corneus* з діаметром черепашки 25,9—33,2 мм, зібрані вручну одноментно на Житомирському Поліссі наприкінці квітня 2012 р. в безіменному ставку (басейн р. Словечни, с. Виступовичі Житомирської обл.). Щільність поселення — 19,5 екз/м<sup>2</sup>. Наголосимо на тому, що ці молюски відповідають переважній більшості вимог, які ставляться у водній токсикології при виборі видів-моніторів [22]. Адже *P. corneus* — досить крупні малорухливі тварини. Вони трапляються у водоймах різного типу, відзначаючись нерідко чималою щільністю поселення. Це фітофільні тварини, які заселяють, зазвичай, порослі водною рослинністю мілководдя. У зв'язку з цим їх легко знаходити і збирати в усі сезони року, що робить їх зручними об'єктами для проведення екологічного моніторингу за станом навколишнього середовища.

У лабораторії тварин утримували в акваріумах ємністю 20—100 л (щільність посадки — 5 екз/дм<sup>3</sup>) протягом 15-добової їхньої адаптації до умов лабораторного утримання. Ці умови: температура води — 18—20°C, рН — 7,1—7,7, оксигенізація — 8,5—8,9 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Щодоби воду акваріумів заміняли свіжою. Годували молюсків мацерованими у річковій воді (5—6 діб) тоненькими (2—3 мм) скибочками моркви, капусти і салата-латука, а також дрібно розтертим сухим кормом для риб (переважно дафніями, рідше — артеміями).

Токсикологічні експерименти поставлено за методикою В. А. Алексеева [1]. Як токсикант використовували натрія нітрат (ч. д. а.) у концентраціях 0,1, 1, 10, 100 мг/дм<sup>3</sup>. Експозиція — три доби. Щодоби токсичні розчини заміняли свіжевиготовленими. Контролем слугували акваріуми, в які не вносили натрія нітрат.

По завершенні експерименту тварин анатомували, піддаючи їх при цьому повному знекровленню. Вміст Нв у гемолімфі визначали солянокисло-гематиновим методом Салі у модифікації І. О. Алякринської [2]. Цифрові результати дослідів опрацьовано методами базової варіаційної статистики [13]. Вміст гемоглобіну у внутрішньому середовищі тварин належить до групи пластичних ознак. Тому прийнято такі критерії зміни величини цього показника:  $CV$  — до 50% ( $P = 95\%$ ) [21].

У знекровлених тварин паразитологічному обстеженню піддавали гепатопанкреас — найзвичайнішу для партеніт трематод ендостацію. З його тканин виготовляли тимчасові гістологічні препарати, які досліджували мікроскопіюванням (МБР; зб. 7×8 і 7×40). Видову ідентифікацію паразитів здійснювали за [11].

### Результати досліджень та їх обговорення

З'ясовано, що середній вміст Нв у гемолімфі незаражених *P. corneus* з контрольної групи тварин близький до такого, отриманого дослідниками раніше [12, 17—19, 22]. У *P. corneus* заражених редіями *Echinoparyhium aconiatum* Dietz (родина Echinostomatidae) статистично вірогідних змін за цим показником не відзначено. Натомість як за зараження їх «зрілими» спороцистами (з повністю зформованими, готовими до виходу церкаріями) *Tylo-delphis excavata* Szidat (родина Diplostomidae) спостерігалось зменшення його величини на 26,6% ( $P = 95,8\%$ ). В обох групах досліджуваних тварин інтенсивність інвазії була однаково слабкою: партеніти трематод займали близько 3—5% об'єму гепатопанкреаса своїх хазяїв. Здійснюваний ними на моллюсків вплив, судячи за змінами вмісту Нв в їхній гемолімфі, був незначним. Гадаємо, що це зумовлене тим, що ступінь патогенності партеніт трематод для моллюсків визначається сукупною дією низки чинників — інтенсивністю інвазії, морфотипом партеніт, ступенем їхнього розвитку, розмірами, рухливістю і способом пересування останніх, способом їхнього живлення. Відомо, що всі партеніти трематод характеризуються наявністю у них пристіночного травлення, структурною основою якого є мікрворсинки тегумента — покриву тіла трематод [8]. У спороцист вони багаточисельні, через що поверхня їхнього тегументу щіткоподібна, тоді як у редій мікрворсинки дуже ріденькі. Отже, за однакових розмірів спороцист і редій шкода, якої завдають перші з них своїм хазяям-моллюскам, значно відчутніша, ніж та, яка спричиняється впливом других.

Для спороцист пристіночне травлення — єдиний спосіб живлення. Редії ж мають, окрім нього, ще і другий спосіб живлення — голозойний, що зумовлене наявністю у них органів травлення, представлених добре розвинутою мускулистою глоткою і кишківником. Редії *E. aconiatum* від *P. corneus* контрольної групи були представлені дрібними (850×175 мкм), нерухомими

«незрілими» партенітами з недорозвиненими органами травлення і локомоторними відростками, через що на цій стадії розвитку вони були здатні користуватися лише єдиним способом живлення — пристіночним травленням. Молюски ж другої контрольної групи були інвазовані довгими (2—3 мм) і досить рухливими «зрілими» спороцистами *T. excavata*. Інтенсивніший шкідливий вплив їх на *P. corneus* зумовлений, по-перше, значно більшою густиною мікрроворсинок тегумента, а по-друге, потужнішою руйнацією тканин гепатопанкреаса їхніх хазяїв. Адже партеніти трематод, потрапивши у гепатопанкреас молюсків, локалізуються, зазвичай, в його сполучнотканинних прошарках, зцементовуючих собою печінкові трубочки — ацини. Пересування цих паразитів у межах заселеної ними єндостації здійснюється шляхом «біохімічного мінування». Редії майже всіх, а спороцисти деяких трематод відзначаються здатністю до локомоції. У процесі пристіночного травлення клітинами тегументу цих червів виділяються ферменти, під дією яких відбувається гідроліз, котрий забезпечує ферментативне розщеплення глікогена міжацинарної сполучної тканини гепатопанкреаса хазяїна [9]. У такий спосіб у ній утворюються ходи, у межах яких і відбувається пересування партеніт трематод. При цьому довгі і тонкі спороцисти *T. excavata* змісподібно згинають своє тіло, а товсті ковбасоподібні редії *E. aconiatum* поперемінно згинають його то в один, то в другий бік. Партеніти трематод завдають своїм хазяям часом (у випадку утворення значних скупчень) і механічних ушкоджень, тиснучи як на елементи міжацинарної сполучної тканини, так і на стінки ацинів, викликаючи в них дегенеративні і деструктивні зміни. Зрозуміло, що чим крупнішими і рухливішими є партеніти, тим відчутнішою є завдана ними шкода молюскам-хазяям.

Виходячи з вищевикладеного, припускаємо, що відсутність різниці у контрольній групі тварин за вмістом Hb у гемолімфі між незараженими і інвазованими редіями *E. aconiatum* молюсками зумовлено нездатністю останніх як до локомоції, так і до голозойного живлення, оскільки усі редії були представлені «незрілими» (недорозвиненими) особинами. У випадку ж зараження *P. corneus* спороцистами *T. excavata* зменшення вмісту Hb у гемолімфі можна розцінювати як прояв у них захисно-приспосувальної реакції, скерованої на піднесення рівня загального обміну речовин. Свідченням останнього є виявлення у цих тварин змін у системі Hb — оксигемоглобін (Hb←O<sub>2</sub>) у бік зростання вмісту Hb. Перед тим, як обговорювати результати токсикологічного експерименту (таблиця), зазначимо, що застосовані у ньому всі концентрації натрія нітрату були дуже слабкими — в 10<sup>2</sup>—10<sup>4</sup> разів нижчими за величину діючої наразі ГДК<sub>риб.</sub>, яка становить (за азотом) 40 мг/дм<sup>3</sup> [15].

За 0,1 мг/дм<sup>3</sup> цього токсиканта статистично вірогідних змін вмісту Hb у гемолімфі *P. corneus* у нормі і заражених редіями *E. aconiatum* виявлено не було. Щодо особин, заражених спороцистами *T. excavata*, то для них навіть така слабка концентрація натрія нітрату не була байдужою. Про це переконливо свідчить падіння вмісту Hb у гемолімфі *P. corneus* інвазованих спороцистами *T. excavata* на 12,1% проти норми ( $P = 98,6\%$ ). Виходячи з того, що інтенсивність інвазії в цій і в контрольній групі тварин була однаковою, зростання рівня Hb в гемолімфі молюсків можна розцінювати, швидше за все,

**Вплив натрія нітрату (мг/дм<sup>3</sup>) на вміст Нв (г%) у гемолімфі *P. corneus* у нормі і за інвазії парентітами трематод**

Інвазія	Редії <i>E. aconiatum</i>			Спороцисти <i>T. excavata</i>		
	<i>n</i>	lim	$\frac{M \pm m}{V}$	<i>n</i>	lim	$\frac{M \pm m}{V}$
Контроль						
Немає	22	0,59—0,99	$\frac{0,75 \pm 0,07}{19,62}$	19	0,61—1,11	$\frac{0,79 \pm 0,03}{29,91}$
Є	18	0,63—0,85	$\frac{0,71 \pm 0,03}{5,85}$	23	0,47—1,18	$\frac{0,58 \pm 0,09}{27,54}$
0,1 мг/дм <sup>3</sup>						
Немає	26	0,64—0,98	$\frac{0,76 \pm 0,08}{40,35}$	15	0,57—0,97	$\frac{0,74 \pm 0,08}{34,91}$
Є	14	0,56—1,11	$\frac{0,79 \pm 0,02}{12,18}$	29	0,60—0,83	$\frac{0,51 \pm 0,05}{39,87}$
1 мг/дм <sup>3</sup>						
Немає	23	0,55—1,20	$\frac{0,68 \pm 0,04}{23,59}$	22	0,53—1,09	$\frac{0,66 \pm 0,06}{21,80}$
Є	17	0,64—1,18	$\frac{0,59 \pm 0,06}{24,43}$	26	0,43—1,01	$\frac{0,47 \pm 0,03}{35,32}$
10 мг/дм <sup>3</sup>						
Немає	24	0,52—1,02	$\frac{0,90 \pm 0,02}{18,65}$	19	0,47—0,93	$\frac{0,97 \pm 0,08}{25,14}$
Є	21	0,44—0,95	$\frac{1,08 \pm 0,07}{22,29}$	31	0,46—1,03	$\frac{1,01 \pm 0,04}{30,11}$
100 мг/дм <sup>3</sup>						
Немає	25	0,43—0,82	$\frac{0,51 \pm 0,05}{27,17}$	19	0,49—0,61	$\frac{0,57 \pm 0,07}{31,14}$
Є	18	0,41—0,90	$\frac{0,49 \pm 0,09}{17,34}$	30	0,45—0,58	$\frac{0,58 \pm 0,04}{35,13}$

як наслідок зміни у системі Нв←О<sub>2</sub>, тобто як реакцію, спрямовану на протидію ушкоджуючому токсичному чиннику.

Натрія нітрат у концентрації 1 мг/дм<sup>3</sup> спричинив зменшення вмісту Нв як у незаражених, так і у інвазованих особин (в 1,3 і 1,1—1,3 рази відповідно), причому не тільки за зараження їх спороцистами *T. excavata*, але й за зараження редіями *E. aconiatum*. Зменшення вмісту Нв у гемолімфі є, напевне, наслідком подальшого зсуву у системі Нв←О<sub>2</sub> у бік зростання вмісту оксигемоглобіну. Це є початком розвитку у *P. corneus* стадійного [7,

20] патологічного процесу, зумовленого отруєнням їх цим токсикантом, — «рання» стадія стимуляції. Зовнішніми ознаками її є слабо виражене ослизнення шкіри молюсків і підвищення їхньої рухової активності у формі реакції уникнення, яку відмічено у 17% піддослідних особин.

За 10 мг/дм<sup>3</sup> токсиканта у середовищі на самих перших етапах експозиції у *P. corneus* проявлялась знов-таки «рання» стадія стимуляції, яка на початок другої доби експерименту переходила у «пізню» її стадію. Остання характеризувалась прогресуючим у часі проявом у них низки швидких поведінкових і фізіологічних спочатку захисно-приспосувальних, а пізніше і патологічних реакцій. Це — інтенсивне ослизнення покривів тіла, поява вогнищ пастозності, а пізніше — набряків голови і ноги, швидке одномоментне випорожнення кишківника. Вміст Нб на кінець експозиції при цьому значно зростає (порівняно з попереднім дослідом): у незаражених особин — на 32,45—46,97%, у заражених — на 77,19—83,05% ( $P = 99,5\%$ ). Це свідчить про розвиток у *P. corneus* на кінець експозиції за означеної вище концентрації депресивної стадії патологічного процесу. Збільшення вмісту Нб може свідчити про те, що саме на цьому етапі отруєння молюсків у них, очевидно, «вмикається» своєрідний захисно-приспосувальний біохімічний механізм, який дозволяє їм протягом хоча б якогось часу успішно протистояти ушкоджуючій дії токсиканта [4, 5, 14]. Він полягає у частковому або повному переході особин від аеробного шляху генерування енергії до анаеробного (гліколізу). І хоча останній є значно енергоекономним, він, однак, дозволяє отруєним тваринам обходитись мінімальною кількістю кисню (або взагалі без нього), зберігаючи тим самим протягом певного часу свою життєздатність.

За 100 мг/дм<sup>3</sup> натрія нітрату у середовищі вміст Нб у гемолімфі всіх піддослідних *P. corneus* різко знижувався. Зауважимо, що 100 мг/дм<sup>3</sup> — це найвища концентрація токсиканта з усіх застосованих у нашому досліді, а отже, саме за неї найбільше натрія нітрату може потрапляти у внутрішнє середовище *P. corneus*. Відомо, що в організмі тварин, а саме в їхньому травному тракті, відбувається часткове відновлення нітратів до значно токсичніших за них нітритів [3, 6]. Останні, надходячи в гемолімфу *P. corneus*, мабуть сприяють розвитку у них метгемоглобінемії, за якої утворюється стійка сполука метгемоглобін (MetHb). Він перешкоджає приєднанню кисню до Нб, чим порушується транспорт кисню до тканин у зв'язку з інгібуванням ферментів, які забезпечують перебіг тканинного дихання [10]. Це є можливою причиною розвитку у молюсків гемічної гіпо- або аноксії, характерних для останніх стадій процесу їхнього отруєння натрія нітратом — сублетальної і летальної. Перша з них характеризується розвитком у *P. corneus* яскраво виражених розлитих набряків голови і ноги (реакція «випадіння»), а друга — стану правдивого шоку.

Отже, на нашу думку, у середовищі, забрудненому натрія нітратом, у *P. corneus* можливою є множинна перебудова фізіолого-біохімічних систем різного типу, скерована, як цілком слушно зазначає М. С. Строганов [19], у бік кращої відповідності.

### Висновки

Встановлено, що за 0,1 мг/дм<sup>3</sup> натрія нітрату у середовищі у *P. corneus* спостерігалися зміни у системі Нb←О<sub>2</sub> у бік зростання рівня Нb у гемолімфі лише за інвазії трематодою *T. excavata*, які прогресували за збільшення концентрації токсиканта до 1 мг/дм<sup>3</sup>. За цієї ж концентрації відбувались перші подібні зміни величини обговорюваного показника у особин, заражених *E. aconiatum*. За 10 мг/дм<sup>3</sup> токсиканта спостерігалось різке зростання вмісту Нb, натомість за 100 мг/дм<sup>3</sup> — різке його падіння у всіх піддослідних тварин.

Відзначено, що за однакових концентрацій нітрата натрію і інтенсивності трематодної інвазії зміни у вмісті Нb у гемолімфі *P. corneus* яскравіше виражені при паразитуванні у нього спороцист (порівняно з випадками ураження редіями). Шкодочинний вплив партеніт трематод на моллюсків зростає з підвищенням «зрілості» спороцист і редій.

\*\*

*Исследовано влияние растворов натрия нитрата (0,1, 1, 10, 100 мг/дм<sup>3</sup>) на содержание гемоглобина в гемолимфе Planorbarius corneus в норме и при заражении их редиями Echinoparyphium aconiatum и спороцистами Tyloodelphis excavata. Установлено, что при 0,1 мг/дм<sup>3</sup> натрия нитрата в среде у незараженных P. corneus и инвазированных «зрелыми» спороцистами T. excavata особей снижался уровень гемоглобина в гемолимфе, что свидетельствует о наличии сдвига в системе гемоглобин-оксигемоглобин в сторону возрастания содержания оксигемоглобина. При 1 мг/дм<sup>3</sup> токсиканта эти нарушения у них прогрессируют. При этой же концентрации токсиканта у моллюсков, зараженных «незрелыми» редиями E. aconiatum, отмечены первые случаи подобного нарушения. При 10 мг/дм<sup>3</sup> натрия нитрата у всех P. corneus наблюдается резкое возрастание содержания гемоглобина в гемолимфе в связи со сдвигом в системе гемоглобин-оксигемоглобин в сторону повышения содержания этого дыхательного пигмента, что, очевидно, обусловлено переходом P. corneus от аэробного пути генерирования энергии к гликолизу. При 100 мг/дм<sup>3</sup> токсиканта величина обсуждаемого показателя резко снижается, скорее всего из-за превращения гемоглобина в метгемоглобин под влиянием одного из метгемоглобинобразующих веществ — натрия нитрата. При одинаковых концентрациях натрия нитрата в среде и одинаковой интенсивности инвазии нарушения в содержании гемоглобина при заражении P. corneus «зрелыми» спороцистами T. excavata ярче выражены, чем при инвазии их «незрелыми» редиями E. aconiatum. Степень изменения величины обсуждаемого показателя находится в прямо пропорциональной зависимости от степени «зрелости» партенит трематод.*

\*\*

*The influence of sodium nitrate solutions (0,1, 1, 10, 100 mg/dm<sup>3</sup>) on the content of haemoglobin in Planorbarius corneus haemolymph in norm and under invasion with Echinoparyphium aconiatum rediae and Tyloodelphis excavata sporocysts is researched. It is established that under equal toxicant concentrations in environment and equal invasion the intensity of changes in haemoglobin content under invasion of these animals with «ripe» T. excavata sporocysts are bigger than in case of their invasion with undeveloped E. aconiatum rediae. The content of haemoglobin in P. corneus haemolymph in toxic environment depends on the transformation of several systems at different levels: haemoglobin-oxygenated haemoglobin; transition from oxybotic way at glycogen splitting to glycolysis; haemoglobin reconstruction into methaemoglobin.*

\*\*

1. Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента // Гидробиол. журн. — 1971. — Т. 17, № 3. — С. 92—100.
2. Алякринская И. О. Гемоглобины и гемоцианины некоторых беспозвоночных в связи с экологией. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 1976. — 33 с.
3. Белінська С. О., Орлова Н. Я. Наукові підходи до управління хімічною безпечністю швидкозамороженої плодоовочевої продукції // Зб. наук. праць Дон. НУЕТ: «Обладнання та технології харчових виробництв». — Донецьк: Б. в., 2010. — Вып. 23. — С. 135—144.
4. Биргер Т. И. Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде. — Киев: Наук. думка, 1979. — 190 с.
5. Биргер Т. И., Маляревская А. Я. О некоторых биохимических механизмах резистентности водных беспозвоночных к токсическим веществам // Гидробиол. журн. — 1985. — Т. 13, № 6. — С. 69—73.
6. Боєчко Ф. Ф., Боєчко Л. О. Основні біохімічні поняття, визначення і терміни. — К.: Вища шк., 1993. — 528 с.
7. Веселов Е. А. Основные фазы действия токсических веществ на организмы / Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. по вопр. водн. токсикологии. — М.: Наука, 1968. — С. 15—16.
8. Гинецинская Т. А. Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция. — Л.: Наука, 1968. — 411 с.
9. Гинецинская Т. А., Машанский В. Ф., Добровольский А. А. Ультраструктура покровов и способ питания редий и спороцист (Trematodes) // Докл. АН СССР, 1966. — Т. 166, № 4. — С. 249—250.
10. Губський Ю. І. Біологічна хімія. — К.; Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. — 307 с.
11. Згун В. І. Личинки трематод в прісноводних молюсках України — К.: АН УРСР, 1961. — 141 с.
12. Киричук Г. Є. Влияние разных концентраций ионов тяжелых металлов на физико-химические свойства гемолимфы *Planorbarius purpura* (Mollusca: Bulinidae) в норме и при инвазии трематодами // Паразитология. — 2002. — Т. 36, вып. 2. — С. 108—116.
13. Лакин Г. Ф. Биометрия. — М.: Высш. шк., 1973. — 343 с.
14. Маляревская А. Я. Биохимические механизмы адаптации гидробионтов к токсическим веществам // Гидробиол. журн., 1985. — Т. 21, № 3. — С. 70—82.
15. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. — К.: Кабмін України, 1999. — С. 1.9 — 7.9.
16. Стадниченко А. П., Иваненко Л. Д., Бургомистренко Л. Г. Изменение физико-химических свойств гемолимфы *Planorbarius corneus* (Gastropoda, Pulmonata) при инвазии партенитами *Cotylurus cornutus* (Trematoda, Strigeidae) // Паразитология. — 1980. — Т. 14, вып. 1. — С. 66—70.
17. Стадниченко А. П., Сластенко Н. Н., Балашкевич Э. Н., Башинский В. Л. Влияние нитратов на жизнедеятельность и эмбриональное развитие катушек // Деп. в УкрНИИНТИ 04.09.90 г., №1507-Ук 90. — 10 с.



18. Стадниченко А. П., Сластенко Н. Н., Мокрицкая А.М. и др. Влияние натриевой селитры на быстрые поведенческие и некоторые физиолого-биохимические реакции катушки роговой в норме и при инвазии ее партенитами трематод // Деп. в УкрИНТЭИ 06.04.92 г., №447-Ук 92. — 18 с.
19. Строганов Н. С. Биологический аспект проблемы нормы и патологии в водной токсикологии // Теоретические проблемы водной токсикологии (норма и патология). — М.: Наука, 1983. — С. 5—21.
20. Шефтель В.О., Сова Р.Е. Критерий надежности как функция биологической значимости и вариабельности признака // Применение математических методов оценки и прогнозирования реальной опасности накопления пестицидов во внешней среде и организме. — Киев: АСХН УРСР, 1976. — С. 37—39.
21. Borden M. A. A study of the respiration and of the function of haemoglobin in *Planorbarius corneus* and *Arenicola marina* // J. Marine Biol. Assoc. U.K., 1931. — Vol. 17. — P. 709—738.
22. Mussel watch program // Memorandum NOS NCCOS 74, 2008. — 105 p.

<sup>1</sup> Житомирський державний університет

<sup>2</sup> Казанський (Приволзький) федеральний університет, РФ

Надійшла 16.10.15