

УДК:59.8:591.11:686-008 (477.64)

## МЕТАБОЛІЧНА АКТИВНІСТЬ НЕЙТРОФІЛІВ КРОВІ ЖАБИ ОЗЕРНОЇ (*PELOPHYLAX RIDIBUNDUS*)

Новосад Н. В., к.б.н., доцент, Робейко М.Г., магістрант

Запорізький національний університет Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

[nnovosad@mail.ru](mailto:nnovosad@mail.ru), [Marina\\_robeyko@ukr.net](mailto:Marina_robeyko@ukr.net)

У статті наведено порівняльний аналіз активності мієлопероксидази і рівня катіонних білків, кількість МПО-позитивних та КБ-позитивних нейтрофілів у крові озерної жаби в залежності від умов існування у різні сезони року.

**Мета роботи** – дослідження стану ключових кисеньзалежних та кисеньнезалежних метаболічних систем нейтрофілів крові озерної жаби *Pelophylax ridibundus* в залежності від умов існування у різні сезони року (весна, осінь).

**Методи дослідження** – цитохімічні: визначення активності мієлопероксидази та рівня катіонних білків у нейтрофілах крові; статистичні.

**Результати та висновки.** В результаті дослідження встановлено, що стан ключових кисеньзалежних та кисеньнезалежних метаболічних систем нейтрофілів крові озерної жаби змінюється залежно від пори року та рівня забруднення середовища їх існування. У розглянутий час в озерної жаби достовірно відрізняються тільки показники активності мієлопероксидази, які були вищими восени, ніж навесні. Рівень катіонних білків, кількість МПО- та КБ-позитивних нейтрофілів у весняний та осінній періоди не відрізняються. Аналіз досліджуваних показників навесні та восени за біотопами показав достовірні відмінності між активністю МПО та рівнем КБ у жаб біотопу р. Мала Токмачка (Запорізька область), які виявилися нижчими у весняний період. У свою чергу у тварин, що відловлювалися на території біотопу р. Капустянка (м. Запоріжжя), активність МПО навесні була нижчою ніж восени, а рівень катіонних білків, кількість МПО- та КБ-позитивних нейтрофілів у порівнюваних періоди роки не відрізнялися.

**Ключові слова:** озерна жаба (*Pelophylax ridibundus*), нейтрофіли, МПО, КБ, МПО-позитивні нейтрофіли (МПО<sup>+</sup>), КБ-позитивні нейтрофіли (КБ<sup>+</sup>).

## МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙТРОФИЛОВ КРОВИ ЛЯГУШКИ ОЗЕРНОЙ (*PELOPHYLAX RIDIBUNDUS*)

Новосад Н. В., к.б.н., доцент, Робейко М.Г., магістрант

Запорожский национальный университет, Украина, 69600, г. Запорожье, Жуковского, 66

В статье приведен сравнительный анализ активности миелопероксидазы и уровня катионных белков, количество МПО-положительных и КБ-положительных нейтрофилов в крови озерной лягушки в зависимости от условий существования в разные сезоны года.

**Цель работы** – исследование состояния ключевых кислородзависимых и кислороднезависимых метаболических систем нейтрофилов крови озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* в зависимости от условий существования в разные сезоны года (весна, осень).

**Методы исследования** - цитохимические: определение активности миелопероксидазы и уровня катионных белков в нейтрофилах крови; статистические.

**Результаты и выводы.** В результате исследования установлено, что состояние ключевых кислородзависимых и кислороднезависимых метаболических систем нейтрофилов крови озерной лягушки изменяется в зависимости от времени года и уровня загрязнения среды их обитания. В рассматриваемое время у озерной лягушки достоверно отличаются только показатели активности миелопероксидазы, которые были выше осенью, чем весной. Уровень катионных белков, количество МПО- и КБ-позитивных нейтрофилов в весенний и осенний периоды не отличаются. Анализ исследуемых показателей весной и осенью по биотопам показал достоверные отличия между активностью МПО и уровнем КБ у лягушек биотопа р. Малая Токмачка

(Запорожская область), которые оказались ниже в весенний период. В свою очередь у животных, которых отлавливали на территории биотопа р. Капустянка (г. Запорожье), активность МПО весной была ниже, чем осенью, а уровень катионных белков, количество МПО- и КБ-позитивных нейтрофилов в сравнимые периоды года не отличались.

*Ключевые слова:* озерная лягушка (*Pelophylax ridibundus*), нейтрофилы, МПО, КБ, МПО-позитивные нейтрофилы (МПО +), КБ-позитивные нейтрофилы (КБ +).

## METABOLIC ACTIVITY OF BLOOD NEUTROPHILS FROG LAKE (PELOPHYLAX RIDIBUNDUS)

Novosad N.V., Robeiko M.G

Zaporizhzhya national university, Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo Street 66.

**Introduction.** The marsh frog (*Pelophylax ridibundus*) is a large group of animals living in both terrestrial and aquatic environment. It has a well-developed circulatory and immune system that is why it is widely used bioindicative methods. Due to its well-developed immune system one can observe various changes in the blood because of a short stay of the amphibians in contaminated environment. Due to the large group of neutrophils, which are in the frog's blood, it is possible to determine the cytochemical structure and the functional activity of the blood cells.

Neutrophils are the most important functional elements of nonspecific protection which are able to neutralize even such a foreign body that had not been previously found. In addition, neutrophils are able to absorb antibodies against bacteria and foreign proteins in their membranes. Myeloperoxidase (MPO) is a lysosomal enzyme of neutrophil leukocytes, which refers to the proteins with a heme pigment. Myeloperoxidase forms hypochlorite anion which, as a strong oxidant, has a nonspecific bactericidal effect. Non-enzymatic cationic proteins (CP) are localized in the cytoplasm of neutrophil leukocytes and have microbicidal properties, are markers of changes in the functional state of the immune system. Endogenous antimicrobial peptides and proteins are important components of the immune system of humans and animals. They play a key role in the first line of protection of microorganisms from infections.

**Aim of the study.** Thus, the purpose of the work was to determine the state of key oxygen and oxygen-free metabolic systems of the marsh frog's neutrophils (*Pelophylax ridibundus*) depending on the living conditions in different seasons.

**Material and methods.** For the study, 41 individuals of the marsh frog (*Pelophylax ridibundus*) have been caught. In particular in 2014-2015, 24 individuals were caught in September and 17 individuals were caught in May, at the Department of Immunology and Biochemistry of the ZNU (Zaporizhzhian National University). The representatives of the genus *Pelophylax ridibundus* were caught at the river Kapustyanka (the city of Zaporizhzhya) and in the mouth of the river Mala Tokmachka (the village of Novopokrovka, Zaporizhzhian region.). The evaluation of the results have been calculated with semi quantitative analysis. *Pelophylax ridibundus* caught by hand after decapitation took blood. From taken blood smears were made that were fixed, stained and examined to determine the activity of the CP and MPO. There were used Astaldi principle and statistical analysis of data on the use of the software package SPSS.

**Results and conclusions.** In the study period of the year (spring and autumn), the results of the experiment showed the following changes in marsh frog's blood (*Pelophylax ridibundus*). There are slightly different figures of myeloperoxidase activity, which are lower in the spring ( $185,17 \pm 1,63$ ) than in autumn ( $195,06 \pm 2,23$  cu) ( $p \leq 0,05$ ). The level of cationic protein and the number of MPO and CP positive neutrophils are the same in the autumn and spring seasons.

And the animals that were caught in the territory of the biotope at the river Kapustyanka, MPO activity was significantly lower in spring than in the autumn and was  $190,27 \pm 1,37$  and  $200,25 \pm 3,8$  cu in accordance. The indicators of cationic protein, the number of MPO and CP positive neutrophils in this biotope are the same in both seasons.

In turn, the animals, trapped in the territory of the biotope of Mala Tokmachka, had significant differences between MPO activity and CP level. Both figures were lower in the spring: MPO activity was 180.85 cu in the spring, but 190.44 cu in the autumn, and CP level was 180.22 cu in the autumn, but 167 cu in the spring ( $p < 0.05$ ).

A marked reduction in the spring compared to autumn activity of myeloperoxidase in neutrophils than the level of cationic proteins is due to degranulation of neutrophils, indicates active participation oxygen-dependent metabolic system in animals that were catching in the territory of the biotope of Kapustyanka. In animals caught on the territory,

of Mala Tokmachka, a significant decrease in MPO activity and CP level indicates active participation as oxygen-dependent and oxygen-free metabolic systems .

In frogs, representatives of which were catching in the territory of the biotope at the river Kapustyanka spring and autumn, there is a positive correlation of high and medium between level CP and the number of MPO-positive neutrophils, between the number of MPO- and CP -positive neutrophils, between the level of CP and CP - positive neutrophils. Similarly, it was in the spring in the biotope, for the frogs of Mala Tokmachka. Autumn correlation of medium power of the habitat of frogs of Mala Tokmachka has been observed only between MPO activity and the number of MPO-positive neutrophils.

Keywords: marsh frog (*Relophylax ridibundus*), neutrophils, MPO, CP, MPO-positive neutrophils (MPO +) CP-positive neutrophils (CP +).

## ВСТУП

У процесі антропогенного розвитку, людина впливала на навколишнє середовище – воду, повітря, ґрунт різними промисловими відходами. В наслідок забруднення водного середовища промисловими хімічними відходами катастрофічно швидко порушується рівновага водних екосистем. Тому стало актуальним відновлення та захист екологічного стану. Існує простий, зручний, дешевий спосіб для виявлення стану забруднення навколишнього середовища – біоіндикаційний метод. Він не визначає якісний склад води, ґрунту, повітря, але надає можливість досить швидко та якісно отримати данні [1, 2].

Запорізький край – індустріально розвинута область, через це кожного дня відбуваються викиди в край токсичних, промислових відходів. Тому через свою розповсюдженість, для аналізу впливу забруднення на екосистеми, була обрана жаба озерна [3].

Жаба озерна (*Pelophylax ridibundus*, синонім *Rana ridibunda*) земноводних входять до підроду зелених (водяних) жаб (*Pelophylax Fitzinger*), роду [Зелена жаба](#) (*Pelophylax*), родини [Жаб'ячі](#) (*Ranidae*) ряду безхвостих земноводних (*Anura*). Вид бере участь в утворенні гібридогенних комплексів (на території України такий комплекс утворений озерною, ставковою та їстівною жабами) [4]. Амфібія живе як у водному так і наземному середовищі, має достатньо довгий вік життя, добре розвинуту кровоносну та імунну систему. Група земноводних відносяться до тварин, що є вразливими до антропогенного впливу. Ці земноводні володіють реагентними і індикаторними властивостями.

Кров жаби представляє собою сукупність клітин, які активно беруть участь у фізіологічних функціях організму, при цьому реагують на зовнішні подразники і захищають від дії негативних факторів навколишнього середовища [5]. Головними клітинами, що відповідають за зміни в організмі на негативний вплив є нейтрофіли [6]. Це – найбільш об'ємна субпопуляція лейкоцитів.

Визначення цитохімічних параметрів нейтрофільних гранулоцитів крові дозволяє оцінити їх функціональну активність, а також стан здоров'я тварин у природному середовищі існування. У нейтрофілах присутні ферменти мієлопероксидаза (МПО) та катіонні білки (КБ) [7]. МПО локалізується головним чином у специфічній зернистості цитоплазми гранулоцитів та є маркером клітин мієлоїдної природи. В свою чергу неферментний катіонний білок локалізується в лізосомах гранулоцитів та відіграє важливу роль у реалізації фагоцитарної функції клітин [8]. За діагностикою цитохімічних показників нейтрофілів крові озерної жаби, а саме МПО та КБ, можна дізнатися про стан тварин і тим самим визначити екологічне навантаження та антропогенний вплив на певній території [9].

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження крові 41 особини озерної жаби *Pelophylax*. проводили впродовж вересня (24 особини) та травня (17 особин) 2014 – 2015 років на базі кафедри імунології та біохімії ЗНУ.

Представників роду *Pelophylax ridibundus* відловлювали ручним способом у р. Капустянка (м. Запоріжжя) та на території біотопу р. Мала Токмачка (район с. Новопокровка, Запорізької обл.). Із взятої крові виготовляли мазки, які були зафіксовані, пофарбовані та досліджені на визначення активності КБ та МПО.

Оцінювання результатів проводилося напівкількісним аналізом за принципом Астальді. За ним всі досліджувані клітини ділили на 4 групи: з негативною реакцією (-), слабо позитивною (+), позитивною (++) та різко позитивною (+++). А також проводили оцінку активність МПО і КБ за допомогою статистичного аналізу прикладних програм SPSS [10].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Як показали результати досліджень, активність МПО була достовірно нижчою навесні, ніж восени і складала  $185,17 \pm 1,63$  та  $195,06 \pm 2,23$  у.о. відповідно (табл. 1). Розмах коливань навесні склав 25 у.о., восени – 40 у.о. Вузкий розмах коливань весною можливо пов'язаний із однаковими умовами виходу із зимівлі: не достатньо прогріта вода, не велике розмаїття їжі, низька активність холодними ночами. Проте довірчий інтервал весною та восени був однаковим. Рівень КБ недостовірно був вищим також восени і складав  $179,29 \pm 3,13$  у.о. при  $172,63 \pm 2,49$  у.о. навесні. Розмах коливань в обох групах був однаковим і складав 49 у.о. Довірчий інтервал був незначно ширшим також восени, і складав 13 у.о. при 10 у.о. навесні.

Кількість МПО- та КБ-позитивних нейтрофілів в обидва періоди була однаковою. Так, кількість МПО-позитивних нейтрофілів склала в середньому 85 %, а КБ-позитивних нейтрофілів 83 %. Таким чином, у досліджувані періоди року у озерної жаби достовірно відрізняється тільки активність МПО, яка була нижчою у весняний період року.

Таблиця 1 – Цитохімічна характеристика нейтрофілів в крові озерної жаби навесні та восени

Показник	Група	N	Середнє	Стандартне відхилення	Стандартна похибка	95% довірчий інтервал для середнього		Мінімум	Максимум
						нижня межа	верхня межа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
МПО, у.е.	весна	24	185,17	7,976	1,628	181,80	188,53	171	196
	осінь	17	195,06*	9,209	2,234	190,32	199,79	184	224
КБ, у.е.	весна	24	172,63	12,21	2,492	167,47	177,78	139	188
	осінь	17	179,29	12,89	3,127	172,67	185,92	148	197
МПО +, %	весна	24	85,25	4,542	0,927	83,33	87,17	72	90
	осінь	17	85,53	2,896	0,703	84,04	87,02	81	91
КБ+, %	весна	24	83,38	5,257	1,073	81,16	85,59	67	90
	осінь	17	83,12	3,967	0,962	81,08	85,16	77	89

Примітка. \* –  $p < 0,05$

Оскільки тварин відловлювали на території двох різних біотопів, що різняться за антропогенним навантаженням, представляло інтерес дослідити та порівняти у них активність МПО, рівень КБ та кількість МПО- та КБ-позитивних нейтрофілів. Тварин відловлювали у р. Мала Токмачка (Запорізька обл.) та у р. Капустянка, яка приймає стічні води ряду підприємств м. Запоріжжя, а також поверхневий стік з міської території, що обумовлює високий рівень її забрудненості токсичними речовинами.

Як показали результати досліджень, у тварин, яких відловлювали на території біотопу р. Капустянка, активність МПО на весні була достовірно нижча, ніж восени і складала  $190,27 \pm 1,369$  та  $200,25 \pm 3,807$  відповідно (табл. 2). Навесні довірчий інтервал був 6 у.о., а восени значно ширший – 18 у.о. Розмах коливань відповідно 25 та 40 у.о.

Таблиця 2 – Цитохімічна характеристика нейтрофілів крові озерної жаби біотопу р. Капустянка навесні та восени

Показник	Група	N	Середнє	Стандартне відхилення	Стандартна похибка	95% довірчий інтервал для середнього		Мінімум	Максимум
						нижня межа	верхня межа		
МПО, у.е.	весна	11	190,27	4,541	1,369	187,22	193,32	181	196
	осінь	8	200,25*	10,767	3,807	191,25	209,25	188	224
КБ, у.е.	весна	11	179,27	4,921	1,484	175,97	182,58	172	188
	осінь	8	178,25	16,926	5,984	164,10	192,40	148	197
МПО+, %	весна	11	87,09	1,758	0,530	85,91	88,27	85	90
	осінь	8	86,50	3,423	1,210	83,64	89,36	81	91
КБ+, %	весна	11	85,18	2,523	0,761	83,49	86,88	81	89
	осінь	89	82,38	4,438	1,569	78,66	86,09	77	89

Примітка. \* –  $p \leq 0,05$ .

Рівень КБ в осінній та весняний періоди майже не відрізняється –  $179,29 \pm 1,484$  у.о. та  $172,63 \pm 5,984$  у.о. відповідно. Навесні довірчий інтервал становив 6,61 у.о., а восени був значно ширший – 28,3 у.о. Розмах коливань склав 16 та 49 у.о. відповідно. Що стосується кількості МПО- та КБ-позитивних нейтрофілів, то їх кількість була однаковою в групах.

Показники цитохімічної характеристики нейтрофілів крові озерної жаби біотопу р. Мала Токмачка представлені у табл. 3. Як з'ясувалося, у тварин, яких відловлювали на території біотопу р. Мала Токмачка, достовірні відмінності спостерігалися у показниках активності МПО та рівня КБ: обидва показники були нижчими навесні. Так активність МПО була навесні  $180,85 \pm 2,16$  у.о., а восени  $190,44 \pm 1,386$  ( $p < 0,05$ ). Довірчий інтервал та розмах коливань були вужчими, ніж у особин із біотопу р. Капустянка: навесні довірчий інтервал склав 9,4 у.о., а восени – 6,39 у.о. Розмах коливань відповідно 23 та 11 у.о.

Рівень КБ восени складав  $180,22 \pm 2,976$  у.о., навесні –  $167 \pm 3,83$  у.о. Навесні довірчий інтервал був ширший, ніж у попередній групі і складав  $16,68$  у.о., а восени вужчий –  $13,72$  у.о. Аналогічно розмах коливань навесні був також ширший ( $49$  у.о.), а восени вужчий ( $28$  у.о.). Кількості МПО- та КБ-позитивних нейтрофілів також в групах достовірно не змінювались.

Таким чином, більш виражене зниження навесні порівняно із осінню активності мієлопероксидази в нейтрофілах крові, ніж рівня катіонних білків, яке відбувається за рахунок дегрануляції нейтрофілів, свідчить про активну участь кисеньзалежної метаболічної системи у тварин, яких відловлювали на території біотопу р. Капустянка. У тварин, яких відловлювали на території біотопу р. Мала Токмачка, достовірно зниження активності МПО та рівня КБ свідчить про активну участь як кисеньзалежної метаболічної системи нейтрофілів, так і кисеньнезалежної.

Таблиця 3 – Цитохімічна характеристика нейтрофілів крові озерної жаби біотопу р. Мала Токмачка навесні та восени

Показник	Група	N	Середнє	Стандартне відхилення	Стандартна похибка	95% довірчий інтервал для середнього		Мінімум	Максимум
						нижня межа	верхня межа		
МПО, у.е.	весна	13	180,85	7,787	2,160	176,14	185,55	171	194
	осінь	9	190,44*	4,157	1,386	187,25	193,64	184	195
КБ, у.е.	весна	13	167,00	13,808	3,830	158,66	175,34	139	188
	осінь	9	180,22*	8,927	2,976	173,36	187,08	160	188
МПО+, %	весна	13	83,69	5,588	1,550	80,32	87,07	72	90
	осінь	9	84,67	2,179	0,726	82,99	89,34	81	88
КБ+, %	весна	13	81,85	6,492	1,800	77,92	85,77	67	90
	осінь	9	83,78	3,632	1,211	80,99	86,57	78	88

Примітка.\* –  $p \leq 0,05$ .

Результати кореляційного аналізу показали що, у жаб, представників яких відловлювали на території біотопу р. Мала Токмачка, навесні існує позитивний достовірний кореляційний зв'язок високого ступеню між рівнем КБ та кількістю МПО-позитивних нейтрофілів ( $r = 0,811$ ,  $p < 0,001$ ) і між кількістю МПО- та КБ-позитивними нейтрофілами ( $r = 0,766$ ,  $p < 0,01$ ). Між рівнем КБ і КБ-позитивними нейтрофілами спостерігається позитивний достовірний кореляційний зв'язок середнього ступеню ( $r = 0,658$ ,  $p < 0,01$ ). Обчислення кореляційного зв'язку восени показало його наявність тільки між активністю МПО та кількістю МПО-позитивними нейтрофілами ( $r = 0,699$ ,  $p < 0,05$ ).

Аналогічний кореляційний зв'язок, як і в групі тварин із біотопу р. Мала Токмачка, спостерігався навесні у тварин біотопу р. Капустянка. Відмічався позитивний достовірний кореляційний зв'язок середнього ступеню між рівнем КБ та кількістю МПО-позитивних

нейтрофілів ( $r= 0,588$ ,  $p < 0,01$ ), рівнем КБ і КБ-позитивними нейтрофілами ( $r= 0,644$ ,  $p < 0,01$ ), та між кількістю МПО- та КБ-позитивними нейтрофілами ( $r= 0,541$ ,  $p < 0,05$ ). На відміну від показників кореляції восени у жаб біотопу р. Капустянка, кореляційних зв'язків між показниками у жаб біотопу р. Мала Токмачка було більше. Вони спостерігалися, як і навесні між рівнем КБ та кількістю МПО-позитивних нейтрофілів ( $r= 0,747$ ,  $p < 0,05$ ), між рівнем КБ і КБ-позитивними нейтрофілами ( $r= 0,946$ ,  $p < 0,001$ ) та між кількістю МПО- та КБ-позитивними нейтрофілами ( $r= 0,79$ ,  $p < 0,05$ ).

## ВИСНОВКИ

1. В озерної жаби *Pelophylax ridibundus* достовірно відрізняється у досліджувані періоди року тільки активність мієлопероксидази, яка нижча навесні ( $185,17 \pm 1,63$ ) ніж восени ( $195,06 \pm 2,23$  у.о.) ( $p \square 0,05$ ). Рівень катіонних білків, кількість МПО- та КБ-позитивних нейтрофілів восени та навесні не відрізняються.
2. У тварин, яких відловлювали на території біотопу р. Капустянка, активність МПО на весні була достовірно нижча, ніж восени і складала  $190,27 \pm 1,37$  та  $200,25 \pm 3,8$  у.о. відповідно. Рівень катіонних білків, кількість МПО- та КБ-позитивних нейтрофілів восени та навесні не відрізняються.
3. У тварин, яких відловлювали на території біотопу р. Мала Токмачка достовірні відмінності спостерігалися між активністю МПО та рівнем КБ. Обидва показники були нижчими навесні: активність МПО навесні складала 180,85 у.о., восени - 190,44, а рівень КБ восени складав 180,22 у.о., навесні – 167 у.о. ( $p < 0,05$ ).
4. Більш виражене зниження навесні, порівняно із осінню активності мієлопероксидази в нейтрофілах крові, ніж рівня катіонних білків, що відбувається за рахунок дегрануляції нейтрофілів, свідчить про активну участь кисеньзалежної метаболічної системи у тварин, яких відловлювали на території біотопу р. Капустянка. У тварин, що відловлювали на території біотопу р. Мала Токмачка, достовірне зниження активності МПО та рівня КБ свідчить про активну участь як кисеньзалежної метаболічної системи нейтрофілів, так і кисеньнезалежної.
5. У жаб, представників яких відловлювали на території біотопу р. Капустянка, навесні та восени існує позитивний достовірний кореляційний зв'язок високого та середнього ступеню між рівнем КБ та кількістю МПО-позитивних нейтрофілів, між кількістю МПО- та КБ-позитивними нейтрофілами, між рівнем КБ і КБ-позитивними нейтрофілами. Аналогічним він був навесні у жаб із біотопу р. Мала Токмачка. Восени кореляційний зв'язок середнього ступеню у жаб із біотопу р. Мала Токмачка спостерігався тільки між активністю МПО та кількістю МПО-позитивних нейтрофілів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Желев Ж.М. Биоиндикационная оценка антропогенного влияния на экосистемы в Болгарии по стабильности развития популяций озёрной лягушки *Rana ridibunda* / Ж.М. Желев, Т.Ю. Пескова // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий. – Краснодар : КубГУ, 2010. – С. 83-88.
2. Белова Я.В. Биоиндикаторное использование *Rana ridibunda* / Я.В. Белова, Ю.В. Алтуфьев // Вестник Астраханского университета. Естественные науки. – 2009. – №2. – С. 32. – 37.

3. Токтамысова З.С. Морфофизиологические показатели популяций озерной лягушки, подверженных антропогенному воздействию / З.С. Токтамысова // Биоразнообразие и роль зооценозов в природных и антропогенных экосистемах. – Днепропетровск, 2005. – С. 380–381.
4. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР / С.Л. Кузьмин. – М.: Изд-во научных изданий КМК, 2012. – 370 с.
5. Романова Е.Б. Гематологические аспекты механизмов адаптации природных популяций зеленых лягушек в условиях антропогенного средового стресса / Е.Б. Романова // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии. – Тольятти, 2005. – Вып. 8. – С. 169–176
6. Абрамов М.Г. Гематологический атлас [2-е изд. перераб. и доп.] / М.Г.Абрамов. – М. : Медицина, 1985. –341 с.
7. Казмирчук В. Є. Клінічна імунологія і алергологія / В. Є. Казмирчук, Л. В. Ковальчук – Вінниця: Нова книга, 2006. – 528 с.
8. Рулева Н.Ю. Миелопероксидаза: биологические функции и клиническое значение / Н.Ю. Рулева, М.А. Звягинцева, С.Ф. Дугин // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 8. – С. 4–8.
9. Силс Е. А. Сравнительный анализ гематологических показателей остромордой (*Rana arvalis*) и озёрной (*Rana ridibunda*) лягушек городских популяций / Е. А. Силс // Вестник ОГУ. – 2008. – № 10. – С. 230–234.
10. Бююль А. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей: Пер с нем. / А. Бююль, П. Цефель. – СПб. : ООО ДиаСофтЮП, 2005. – 608 с.

## REFERENCES

1. Zhelev Zh.M. Bioindikatsionnaya otsenka antropogenogo vliyaniya na ekosistemy v Bolgarii po stabilnosti razvitiya populyatsiy ozernoy lyagushki *Rana ridibunda* / Zh.M.Zhelev, T.Yu. Peskova // Aktualnye voprosy ekologii i ohrany prirody ekosistem yuzhnyh regionov Rossii i sopredelnyh territoriy. – Krasnodar : KubGU, 2010. – S. 83-88.
2. Belova Ya.V. Bioindikatornoe ispolzovanie *Rana ridibunda* / Ya.V. Belova, Yu.V. Altufev // Vestnik Astrahanskogo universiteta. Estestvennyie nauki. – 2009. – №2. – S. 32. – 37
3. Toktamysova Z.S. Morfofiziologicheskie pokazateli populyatsiy ozernoy lyagushki, podverzhennyh antropogennomu vozdeystviyu / Z.S. Toktamysova // Bioraznoobrazie i rol zootsenozov v prirodnyh i antropogennyh ekosistemah. – Dnepropetrovsk, 2005. – S. 380–381.
4. Kuzmin S.L. Zemnovodnyie byivshego SSSR / S.L. Kuzmin. – М.: Izd-vo nauchnyih izdaniy KMK, 2012. – 370 s.
5. Romanova E.B. Gematologicheskie aspekty mehanizmov adaptatsii prirodnyh populyatsiy zelenykh lyagushek v usloviyah antropogenogo sredovogo stressa / E.B. Romanova // Aktualnye problemy gerpetologii i toksikologii. – Tolyatti, 2005. – Vyp. 8. – S. 169–176.
6. Abramov M.G. Gematologicheskiy atlas [2-e izd. pererab. i dop.] / M.G.Abramov. – М. : Meditsina, 1985. –341 s.
7. Kazmirchuk V. E. Klinichna Imunologiya i alergologiya / V. E. Kazmirchuk, L. V. Kovalchuk – Vinnitsya: Nova kniga, 2006. – 528 s.



8. Ruleva N.Yu. Mieloperoksidaza: biologicheskie funktsii i klinicheskoe znachenie / N.Yu. Ruleva, M.A.Zvyagintseva, S.F.Dugin // *Sovremennyye naukoemkie tehnologi.* – Moskva, 2007. – № 8. – S. 4 – 8.
9. Sils E. A. Sravnitelnyiy analiz gematologicheskikh pokazateley ostromordoy (*Rana arvalis*) i ozernoy (*Rana ridibunda*) lyagushek gorodskih populyatsiy / E. A. Sils // *Vestnik OGU.* – Ekaterinbkrq, 2008. - № 10. – S. 230 – 234.
10. Byuyul A. SPSS: iskusstvo obrabotki informatsii. Analiz statisticheskikh dannyh i vosstanovlenie skrytyh zakonornostey: Per s nem. /Ahim Byuyul, Peter Tsefel. – Spb.: OOO DiaSoftYuP, 2005. – 608 s.

Рецензенти: Куш О.Г. - д.б.н., професор, зав. каф. нормальної фізіології ЗДМУ;  
Завгородній М.П. - к.б.н., доцент кафедри хімії ЗНУ.