УДК [(597.8+502.55) : 574.63] (285.3) (477-25)

В. И. Можановский¹, Ю. М. Сытник², О. Д. Некрасова³

¹Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко;

²Институт гидробиологии НАН Украины, г. Киев;

³Институт зоологии НАН Украины, г. Киев

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ БУРЫХ ЛЯГУШЕК ГОРОДСКОЙ ЗОНЫ КИЕВА

Досліджено рівні накопичення та розподілу важких металів (*Pb*, *Cd*, *Zn*, *Cu*, *Cr*) в органах та тканинах двох видів жаб (*Rana temporaria* та *R. arvalis*) із біотопів, безпосередньо прилеглих до деяких водойм міської зони Києва.

V. I. Mozhanovskyi¹, Y. M. Sytnik², O. D. Nekrasova³

¹Taras Shevchenko Kyiv National University;

²Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv;

³Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

CONTENT OF THE HEAVY METAL IN THE ORGANISM OF BROWN FROGS OF THE CITY ZONE OF KIEV

The content and distribution of heavy metals (*Pb*, *Cd*, *Zn*, *Cu*, *Cr*) in organs and tissues of *Rana temporaria* and *R. arvalis* from biotopes near some reservoirs in the city zone of Kyiv are studied.

Введение

В последние годы тяжелые металлы являются одними из основных загрязнителей биосферы [20]. Особенностью поведения тяжелых металлов в экосистеме является то обстоятельство, что они не подвержены радиоактивному распаду, как радионуклиды, и не разлагаются, как токсические вещества органической природы, а, однажды попав в экосистему, не исчезают, постоянно перераспределяются по компонентам, накапливаясь в живых организмах различных трофических уровней. Особенно в тех из них, которые являются конечными звеньями трофических цепей или стоят на вершине трофической пирамиды [16]. Для биоиндикации окружающей среды и выявления антропогенного загрязнения урбанизированных территорий все чаще используют животных, жизненный цикл которых связан как с водной, так и с наземной средой. Наиболее пригодны для этих целей земноводные [7]. Одним из преимуществ земноводных в данном случае является их постоянное присутствие в наземных и водных биотопах урбоэкосистем. При этом они реагируют как на краткосрочные залповые выбросы токсических веществ (острый стресс), так и на хроническое загрязнение (хронический стресс) [9; 16].

В последнее время проявляется все больший интерес к изучению амфибий как биоиндикаторов состояния окружающей среды [5; 6; 13; 14], особенно в зонах сильного антропогенного пресса, какими являются города с их развитой инфраструктурой и промышленностью. Выбор амфибий для этих целей далеко не случаен. Дело в том, что

в условиях больших городов довольно трудно собрать большие выборки животных для исследований в естественных условиях, тогда как земноводные всегда доступны исследователям. Довольно важным моментом является то, что популяции амфибий часто изолированы (ограничены застройками, трассами и т. д.) и образуют «островные местообитания», чем объясняется постоянство их мест обитания [8; 10].

Батрахофауна г. Киев и его окрестностей довольно слабо изучена, известно несколько работ по изучению видового состава [9; 11; 12; 19; 21]. Работ по содержанию и распределению тяжелых металлов и других токсических веществ в организме бесхвостых амфибий и вообще земноводных городской зоны Киева в доступных научных печатных изданиях обнаружить не удалось, есть подобные работы по изучению амфибий в некоторых регионах Украины [3; 4] и России [2; 15; 18].

В задачи исследования входило изучение уровней содержания и распределения тяжелых металлов (свинца, кадмия, цинка, меди и хрома) в организме двух видов бурых лягушек *Rana temporaria* и *R. arvalis* из биотопов, прилегающих к некоторым водоемам городской зоны Киева. Данные исследования проводились впервые.

Материал и методы исследований

В настоящее время в пределах Киева находится 431 водный объект [1], большинство из которых – озера (129). Практически все они расположены в парковых либо лесопарковых зонах. В этих местах обитают 12 видов земноводных (2 вида – хвостатых, 10 – бесхвостых) [11].

Объектами исследований были два вида бурых лягушек – *R. temporaria* и *R. arvalis*. Период исследований – 2001 (III–IX месяц) и 2002 (III–IX месяц) годы. Личинки и взрослые особи отлавливались в парковых и лесопарковых зонах возле следующих водоемов (не более 400 м): оз. Синее, оз. Голубое (Виноградарь), оз. Луговое, оз. Опечень-верхнее, оз. Опечень-нижнее, оз. Вербное (Оболонь), оз. Бабье (Труханов остров), пруды № 1 и № 2 (Голосеевский парк), пруд на 4–8 линиях (Пуща-Водица, р. Горенка), пруд «Бетонный» (ул. Зодчих, Южная Борщаговка) и пруд «Бетонный-1» (ул. Булгакова, Южная Борщаговка, р. Нивка), пруд № 15 (Святошин, р. Нивка), а также в самих водоемах. Определяли содержание свинца, кадмия, цинка, меди и хрома в следующих органах и тканях: легкие, печень, кожа, мышцы. Определение проводилось с помощью приборов AAS-3 и AAS-3N («Carl Zeiss», Германия) в пламенном варианте атомизации (пропан – бутан, ацетилен).

Усредненные данные содержания тяжелых металлов (*Pb*, *Cd*, *Zn*, *Cu*, *Cr*) в органах и тканях *R. temporaria* и *R. arvalis* представлены в таблицах 1 и 2. В то же время особи *R. temporaria* в сборах фиксировались и шести–семилетние. В вышеуказанных таблицах приведены средние результаты для возрастных групп 1⁺; 2⁺; 3⁺; 4⁺; 5⁺ с целью более наглядного сравнения этих двух видов бурых лягушек [17].

Результаты и их обсуждение

Необходимо отметить, что изучаемые тяжелые металлы зафиксированы во всех исследуемых органах и тканях. Средние величины содержания исследуемых тяжелых металлов у *R. arvalis* выше в сравнении с близкородственным видом *R. temporaria* в биотопах, прилегающих как к озерам, так и к прудам (табл. 1, 2).

Из всех исследованных возрастных групп наибольшее содержание тяжелых металлов обнаружено в организме сеголеток обоих видов бурых лягушек из всех биотопов. С увеличением возраста до 2⁺ происходит снижение содержания тяжелых металлов в органах и тканях, после чего следует постепенное повышение содержания с его после-

дующей относительной стабилизацией для особей 3⁺–5⁺-летнего возраста. Изучая органы и ткани лягушек, обнаружили, что наибольшее количество свинца ($23,12 \pm 0,60$ мг/кг) накоплено в печени у 5⁺-летних амфибий из прудов Киева (рис.). Содержание хрома в меньшей мере подвержено колебаниям.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в органах и тканях *Rana arvalis* (возраст 0⁺–5⁺) из биотопов, примыкающих к водоемам городской зоны Киева (2001–2002 гг., $M \pm m$, мг/кг сырой массы)

Биотопы	Возраст	n	Органы и ткани	Свинец	Кадмий	Цинк	Медь	Хром
Озера	Сеголетки	315	(целиком)	$18,45 \pm 1,73$	$2,47 \pm 0,21$	$32,13 \pm 2,81$	$20,12 \pm 2,30$	$3,40 \pm 0,14$
	1 ⁺	419	легкие	$8,45 \pm 0,23$	$0,95 \pm 0,12$	$22,14 \pm 0,45$	$11,07 \pm 0,43$	$2,45 \pm 0,19$
			печень	$9,40 \pm 0,32$	$1,60 \pm 0,45$	$18,19 \pm 0,35$	$19,47 \pm 0,95$	$2,12 \pm 0,54$
			кожа	$9,12 \pm 0,73$	$0,32 \pm 0,09$	$10,40 \pm ,60$	$6,11 \pm 0,60$	$0,73 \pm 0,12$
			мышцы	$7,11 \pm 0,60$	$0,54 \pm 0,11$	$6,11 \pm 0,40$	$0,89 \pm 0,19$	$1,01 \pm 0,14$
	2 ⁺	277	легкие	$7,61 \pm 0,95$	$1,07 \pm 0,21$	$25,12 \pm 0,32$	$18,09 \pm 0,61$	$1,93 \pm 0,24$
			печень	$8,45 \pm 0,69$	$1,23 \pm 0,11$	$13,17 \pm 1,09$	$18,11 \pm 0,62$	$1,90 \pm 0,32$
			кожа	$8,45 \pm 0,60$	$1,01 \pm 0,24$	$10,12 \pm 0,95$	$13,14 \pm 0,62$	$1,09 \pm 0,23$
			мышцы	$8,40 \pm 0,52$	$0,90 \pm 0,17$	$7,47 \pm 0,75$	$0,73 \pm 0,14$	$1,09 \pm 0,10$
	3 ⁺	244	легкие	$11,43 \pm 0,63$	$1,10 \pm 0,13$	$15,50 \pm 0,88$	$19,20 \pm 0,40$	$1,99 \pm 0,17$
			печень	$11,90 \pm 0,27$	$1,40 \pm 0,09$	$14,02 \pm 0,40$	$19,14 \pm 0,47$	$1,70 \pm 0,22$
			кожа	$9,00 \pm 0,40$	$0,89 \pm 0,19$	$10,88 \pm 0,25$	$11,11 \pm 0,37$	$1,66 \pm 0,12$
			мышцы	$9,00 \pm 0,11$	$0,81 \pm 0,09$	$9,00 \pm 0,20$	$1,63 \pm 0,17$	$1,50 \pm 0,15$
	5 ⁺	110	легкие	$13,17 \pm 0,90$	$1,25 \pm 0,18$	$19,30 \pm 0,61$	$19,39 \pm 0,19$	$2,23 \pm 0,09$
			печень	$18,99 \pm 0,95$	$1,53 \pm 0,17$	$16,23 \pm 0,17$	$24,17 \pm 0,93$	$1,84 \pm 0,09$
			кожа	$9,53 \pm 0,17$	$0,95 \pm 0,17$	$12,13 \pm 0,47$	$18,19 \pm 0,95$	$1,71 \pm 0,09$
			мышцы	$11,73 \pm 0,61$	$0,92 \pm 0,14$	$12,45 \pm 0,61$	$2,12 \pm 0,61$	$1,59 \pm 0,10$
Пруды	Сеголетки	189	(целиком)	$23,12 \pm 0,45$	$2,39 \pm 0,19$	$30,73 \pm 3,11$	$23,73 \pm 0,17$	$2,90 \pm 0,17$
	1 ⁺	169	легкие	$9,12 \pm 0,43$	$1,01 \pm 0,11$	$21,73 \pm 0,41$	$14,11 \pm 0,35$	$2,73 \pm 0,21$
			печень	$9,70 \pm 0,61$	$0,99 \pm 0,21$	$22,19 \pm 0,11$	$13,70 \pm 0,81$	$2,15 \pm 0,61$
			кожа	$9,17 \pm 0,61$	$0,95 \pm 0,14$	$12,40 \pm 2,70$	$13,14 \pm 0,23$	$1,61 \pm 0,18$
			мышцы	$8,14 \pm 0,17$	$0,61 \pm 0,17$	$0,79 \pm 0,61$	$0,94 \pm 0,23$	$1,43 \pm 0,17$
	2 ⁺	107	легкие	$8,05 \pm 0,77$	$1,11 \pm 0,04$	$30,11 \pm 0,97$	$20,11 \pm 0,13$	$1,80 \pm 0,40$
			печень	$8,90 \pm 0,31$	$1,37 \pm 0,16$	$13,70 \pm 0,63$	$24,00 \pm 0,17$	$1,93 \pm 0,40$
			кожа	$9,15 \pm 0,13$	$1,25 \pm 0,09$	$12,30 \pm 0,93$	$19,14 \pm 0,80$	$1,20 \pm 0,09$
			мышцы	$8,20 \pm 0,11$	$0,99 \pm 0,08$	$8,12 \pm 0,61$	$0,80 \pm 0,17$	$1,17 \pm 0,10$
	3 ⁺	141	легкие	$12,15 \pm 0,25$	$1,13 \pm 0,07$	$16,66 \pm 0,27$	$20,11 \pm 0,73$	$1,88 \pm 0,03$
			печень	$14,00 \pm 0,40$	$1,45 \pm 0,07$	$14,25 \pm 0,61$	$19,27 \pm 0,11$	$1,80 \pm 0,17$
			кожа	$9,90 \pm 0,14$	$0,93 \pm 0,13$	$13,15 \pm 1,11$	$15,12 \pm 0,60$	$1,66 \pm 0,25$
			мышцы	$8,00 \pm 0,40$	$0,90 \pm 0,07$	$7,73 \pm 0,61$	$2,11 \pm 0,40$	$1,43 \pm 0,11$
	5 ⁺	87	легкие	$13,40 \pm 0,23$	$1,40 \pm 0,09$	$18,40 \pm 0,11$	$19,01 \pm 0,23$	$2,20 \pm 0,23$
			печень	$20,11 \pm 0,14$	$1,00 \pm 0,19$	$18,40 \pm 0,60$	$29,19 \pm 0,41$	$1,90 \pm 0,11$
			кожа	$10,11 \pm 0,17$	$0,99 \pm 0,03$	$17,60 \pm 0,90$	$21,13 \pm 0,60$	$1,90 \pm 0,41$
			мышцы	$12,15 \pm 0,61$	$1,00 \pm 0,09$	$13,00 \pm 0,17$	$3,17 \pm 0,60$	$1,65 \pm 0,17$

У половозрелых особей *R. arvalis* и *R. temporaria* более высокие уровни содержания тяжелых металлов обнаружены у первого из вышеуказанных видов. Сравнивая два вида по степени накопления тяжелых металлов, необходимо отметить большее содержание свинца, цинка и хрома у *R. arvalis* практически во всех исследуемых образцах. Если в качестве биондикаторов (биомаркеров) состояния окружающей среды ис-

пользовать органы и ткани бурых лягушек, то можно сделать вывод, что участки биотопов около прудов более загрязнены тяжелыми металлами, чем возле озер.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в органах и тканях *Rana temporaria* (возраст 0⁺–5⁺) из биотопов, примыкающих к водоемам городской зоны Киева (2001–2002 гг., $M \pm m$, мг/кг сырой массы)

Биотопы	Возраст	<i>n</i>	Органы и ткани	Свинец	Кадмий	Цинк	Медь	Хром
Озера	Сеголетки	137	(целиком)	17,95 ± 0,64	2,01 ± 0,40	30,17 ± 2,01	25,13 ± 1,99	2,99 ± 0,23
	1 ⁺	95	легкие	7,93 ± 0,19	1,43 ± 0,15	23,40 ± 0,31	10,09 ± 0,15	2,30 ± 0,60
			печень	8,99 ± 0,61	1,88 ± 0,23	16,11 ± 0,40	17,19 ± 0,61	2,00 ± 0,25
			кожа	8,60 ± 0,19	0,73 ± 0,19	9,12 ± 0,11	9,12 ± 0,92	0,90 ± 0,11
			мышцы	9,42 ± 0,61	0,85 ± 0,11	10,11 ± 0,90	0,73 ± 0,03	1,00 ± 0,19
	2 ⁺	139	легкие	7,30 ± 0,60	0,90 ± 0,11	24,00 ± 0,11	14,11 ± 0,60	1,80 ± 0,04
			печень	7,11 ± 0,60	1,14 ± 0,09	11,80 ± 0,09	16,80 ± 0,40	1,85 ± 0,20
			кожа	7,90 ± 0,61	0,90 ± 0,11	9,15 ± 0,60	11,11 ± 0,17	1,01 ± 0,13
			мышцы	6,60 ± 0,14	0,77 ± 0,07	6,32 ± 0,16	0,70 ± 0,11	1,01 ± 0,11
	3 ⁺	87	легкие	10,12 ± 0,43	0,99 ± 0,23	16,00 ± 1,23	13,11 ± 0,20	1,80 ± 0,27
			печень	12,40 ± 0,60	1,29 ± 0,09	13,90 ± 0,60	18,17 ± 0,60	1,60 ± 0,17
			кожа	9,00 ± 0,17	0,71 ± 0,17	9,43 ± 0,60	11,19 ± 0,60	1,53 ± 0,27
			мышцы	7,90 ± 0,64	0,90 ± 0,11	6,90 ± 0,40	2,00 ± 0,42	1,47 ± 0,27
	5 ⁺	79	легкие	14,00 ± 0,60	1,01 ± 0,17	17,70 ± 0,44	19,20	2,10 ± 0,60
			печень	17,40 ± 0,60	1,40 ± 0,09	16,00 ± 0,09	20,11 ± 0,90	1,60 ± 0,12
			кожа	8,60 ± 0,70	0,87 ± 0,06	10,09 ± 0,60	17,90 ± 0,60	1,80 ± 0,30
			мышцы	10,95 ± 0,89	0,89 ± 0,11	11,11 ± 0,60	3,02 ± 0,40	1,29 ± 0,41
Пруды	Сеголетки	129	(целиком)	24,00 ± 0,23	2,40 ± 0,11	27,79 ± 1,17	23,11 ± 0,19	2,47 ± 0,20
	1 ⁺	99	легкие	7,40 ± 0,60	1,01 ± 0,07	20,12 ± 0,69	11,15 ± 0,60	2,40 ± 0,11
			печень	8,60 ± 0,73	1,40 ± 0,25	25,49 ± 0,60	21,40 ± 0,90	2,00 ± 0,11
			кожа	6,15 ± 0,17	1,20 ± 0,17	13,40 ± 0,65	14,00 ± 0,69	1,40 ± 0,11
			мышцы	6,93 ± 0,60	0,83 ± 0,23	8,12 ± 0,69	1,15 ± 0,13	1,50 ± 0,10
	2 ⁺	141	легкие	7,97 ± 0,61	1,10 ± 0,12	25,11 ± 0,30	18,41 ± 0,69	1,90 ± 0,17
			печень	8,00 ± 0,60	1,25 ± 0,11	12,90 ± 0,11	29,80 ± 0,60	1,75 ± 0,40
			кожа	7,40 ± 0,60	1,17 ± 0,40	10,70 ± 0,07	18,11 ± 0,69	1,17 ± 0,10
			мышцы	8,00 ± 0,60	0,83 ± 0,11	7,99 ± 0,13	0,89 ± 0,11	1,10 ± 0,07
	3 ⁺	85	легкие	10,05 ± 0,20	1,23 ± 0,07	20,11 ± 0,43	23,12 ± 0,17	1,94 ± 0,19
			печень	12,20 ± 0,60	1,40 ± 0,12	15,70 ± 0,60	29,15 ± 0,61	1,90 ± 0,09
			кожа	8,00 ± 0,60	0,89 ± 0,11	16,45 ± 0,37	19,40 ± 0,30	1,70 ± 0,09
			мышцы	9,12 ± 0,89	0,88 ± 0,09	8,18 ± 0,90	5,43 ± 0,88	1,50 ± 0,04
	5 ⁺	61	легкие	14,20 ± 0,40	1,51 ± 0,11	19,00 ± 0,17	24,01 ± 0,61	1,90 ± 0,11
			печень	23,12 ± 0,60	1,41 ± 0,19	13,20 ± 0,41	23,77 ± 0,99	1,73 ± 0,10
			кожа	13,20 ± 0,33	1,20 ± 0,09	17,15 ± 0,69	17,40 ± 0,90	1,80 ± 0,17
			мышцы	14,17 ± 0,90	1,20 ± 0,12	15,50 ± 0,43	6,00 ± 0,30	1,60 ± 0,10

Интересно, что на территории города встречались и шести–семилетние особи *R. temporaria*. В популяциях *R. arvalis* особей старше пятилетнего возраста, как указывалось выше, зафиксировать не удалось. Известно, что специфика демографии городских популяций *R. temporaria* выражается в преобладании типа особей, которые быстро растут, раньше начинают размножаться и имеют более низкую продолжительность жизни. Для них также характерно укорочение трофических связей и интенсификация обменных процессов. По мнению ряда авторов, существование популяций в условиях

загрязненной и преобразованной среды обитания обеспечивается благодаря определенным изменениям в стратегии размножения, использования пищевых ресурсов, адаптация амфибий происходит за счет отдельных особей [2–4; 11; 12; 15; 18; 19; 21].

Рис. Содержание свинца в органах и тканях *Rana arvalis* в зависимости от возраста в озерах (А) и прудах (В)

Заключение

Анализ распределения тяжелых металлов в организме двух видов бурых лягушек (*R. arvalis* и *R. temporaria*), обитающих в городской зоне Киева, свидетельствует о значительном полиметаллическом загрязнении. Следует отметить большее загрязнение прудовых экосистем по сравнению с озерными, равно как и непосредственно прилегающих биотопов. Необходимо отметить, что даже близкородственные виды бурых лягушек имеют разнонаправленный характер адаптивных особенностей, которые сформировались в условиях антропогенного пресса такого мегаполиса как Киев.

В дальнейшем планируется проведение дополнительных исследований, связанных с изучением сезонной динамики накопления тяжелых металлов разными возрастными группами *R. arvalis* и *R. temporaria*, а также изучение спектров питания и их динамики у популяций в условиях городской агломерации Киева.

Библиографические ссылки

1. Афанасьев С. А. Характеристика гидробиологического состояния разнотипных водоемов г. Киева // Вопросы экологии. — 1996. — № 1–2. — С. 112–118.
2. Вершинин В. Л. Адаптивные и микроэволюционные процессы в популяциях земноводных урбанизированных территорий // Вопросы герпетологии. Матер. I Съезда герпетологического общества им. А. М. Никольского. — Пушино — Москва: МГУ, 2001. — С. 56–57.
3. Мисюра А. Н. Экология фоновых видов амфибий центрального степного Приднепровья в условиях промышленного загрязнения водоемов. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Д., 1989. — 16 с.
4. Мисюра А. Н. Использование земноводных для оценки состояния урбанизированных территорий и прилегающих водных акваторий / А. Н. Мисюра, В. Я. Гассо, А. А. Марченковская // II Междунар. конф. «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон». — С-Пб, 2002. — С. 56.

5. **Можановський В. І.** Використання амфібій для біотестування стану якості навколишнього середовища урбанізованих територій (огляд) // Вісник Київського національного університету. Серія: Біологія. – 2003. – Вип. 39–41. – С. 88–90.
6. **Можановський В. І.** Вміст важких металів в органах та тканинах *Bufo viridis* з міської зони Києва // Наукові записки Тернопільського педуніверситету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. – 2003. – Т. 2 (21). – С. 76–79.
7. **Можановський В. І.** Вміст та розподіл важких металів (*Cd, Pb, Zn, Cu*) в організмі *Rana ridibunda* та *Bufo viridis* з деяких водойм міської зони Києва // Біорізноманіття. Екологія. Еволюція. Адаптація. Матер. конф., присвяченої 180-річчю з дня народження Л. С. Ценковського. – Одеса, 2003. – С. 102.
8. **Можановский В. И.** Тяжелые металлы в организме бурых лягушек (*Rana temporaria* и *R. arvalis*) из наземных биотопов водоемов городской зоны Киева / В. И. Можановский, Ю. М. Сытник // Zoocenosis-2005. Біорізноманіття та роль зооценозу у природних і антропогенних екосистемах. Матер. III Міжнар. конф. – Д.: Вид-во ДНУ, 2005. – С. 374–376.
9. **Некрасова О. Д.** Амфибии урбанизированных территорий // Фальцфейнівські читання. – Херсон, 1999. – С. 219–221.
10. **Некрасова О. Д.** Биотические компоненты урболандшафтов (на примере герпетокомплексов) // Ландшафт – основа науки. – Вінниця, 2000. – С. 153–156.
11. **Некрасова О. Д.** Некоторые особенности распределения батрахофауны Киева // Фальцфейнівські читання. – Херсон, 2000. – С. 136–138.
12. **Некрасова О. Д.** Структура популяций и гибридизация зеленых лягушек *Rana esculenta* complex урбанизированных территорий Среднего Приднепровья // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – К., 2002. – 21 с.
13. **Некрасова О. Д.** Биоиндикационное значение пространственного распределения популяций животных урболандшафтов на примере амфибий // Роль экологического пространства в обеспечении функционирования живых систем. – Елец, 2005. – С. 30–31.
14. **Некрасова О. Д.** Оцінка стану навколишнього середовища за допомогою видів-біоіндикаторів на прикладі амфібій // Сучасні проблеми біології. 36. Міжнар. конф. – Запоріжжя, 2007. – С. 184–186.
15. **Никаноров А. М.** Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / А. М. Никаноров, А. В. Жулидов. – Л.: Гидрометеониздат, 1991. – С. 8–39.
16. **Одум Ю.** Экология: В 2 т. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с; Т. 2. – 376 с.
17. **Смирина Э. М.** Методика определения возраста амфибий и рептилий по слоям в кости // Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся. – К., 1989. – С. 143–153.
18. **Структура** и функциональная роль животного населения в природных и трансформированных экосистемах. Тез. I Междунар. конф. – Д.: ДНУ, 2001. – 220 с.
19. **Тарашук С. В.** Герпетофауна Києва та його околиць // Урбанізоване навколишнє середовище: охорона природи та здоров'я людини. – К., 1996. – С. 224–225.
20. **Химические** и биологические методы в охране окружающей среды от загрязнения тяжелыми металлами // Тез. докл. Всесоюзн. конф. 18–21.09.1990 г., Усть-Каменогорск. – М.: ВНИИСЭНТИ, 1990. – 99 с.
21. **Шарлемань Э. В.** Заметка о фауне пресмыкающихся и земноводных окрестностей Києва // Матер. к познанию фауны юго-западной России. – К., 1917. – С. 1–17.

Надійшла до редколегії 05.08.2007