

УДК 599.742.1:[591.044:546.4/8] (477.5/6)

## **АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ ВОЛКА (*CANIS LUPUS*) АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ**

*Смирнова И. А.*

*Запорожский национальный университет, Запорожье, irrinaya@gmail.com*

В статье приведены результаты анализа содержания тяжелых металлов во внутренних органах и мышечной ткани волков обитающих на территориях с высокой степенью антропогенной нагрузки. Впервые, для Украины выявлена возрастная и половая изменчивость в различии накопления и распределения тяжелых металлов по органам и тканям *Canis lupus*. Проанализированы возможные источники, способствующие аккумуляции тяжелых металлов в организме волка.

*Ключевые слова:* волк, техногенное воздействие, внутренние органы, тяжелые металлы, половозрастные группы.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Природная среда в настоящее время находится под значительным влиянием антропогенных факторов, которые, в отличие от абиотических и биотических, имеют преимущественно отрицательное воздействие, как на отдельные организмы, так и на экосистемы в целом [1]. Критической границы техногенное влияние промышленных гигантов достигло еще в середине XX ст., когда появилась реальная угроза существования природной среды [2]. Основной негативный аспект промышленного производства состоит в высвобождении большого количества тяжелых металлов, которые распространяются в атмосфере и включаются в круговорот веществ в биогеоценозах и в нынешнее время промышленное изъятие данных элементов превышает их природную миграцию в 25 раз [3]. Так за период 2000–2008 гг., на юго-востоке суммарные количества выбросов вредных веществ в атмосферу изменялись в пределах 76,4–81% от общих значений на всей территории Украины [4].

Хищники относятся к видам, которые занимают верхние уровни трофических пирамид и соответственно являются последним звеном в аккумуляции тяжелых металлов. Тем не менее, данные животные значительно реже, чем автотрофы и гетеротрофы нижних трофических уровней, используются в качестве биоиндикаторов. Ранее концентрации накопления токсичных металлов в организме хищных млекопитающих проводились на примере таких видов, как лисица (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) [12], выдра (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758) [13, 14], норка (*Mustela vison* Linnaeus, 1761) [18] и др. На Украине предварительные анализы по содержанию тяжелых металлов в организме крупных хищников проводились на 13 волках и 8 лисицах [15, 16]. В этих исследованиях анализ проводился без учета половозрастных характеристик исследуемых особей.

Волк является активным хищником, занимающим место на вершине экологической пирамиды, благодаря чему может использоваться в качестве индикатора накопления тяжелых металлов. По результатам исследований группы животных, обитающих в Центральной Европе, на предмет содержания в плазме крови белка металлотионина, который относится к жизненно важным белкам, связывающим множество потенциально опасных тяжелых элементов, было выяснено, что для волка характерно высокое содержание данного белка в организме. Так как на более высоких трофических уровнях организм больше подвергается воздействию экологических факторов, в первую очередь, через влияние пищевых веществ, вызывающих экологический стресс [5].

Рацион волка обитающего на юго-востоке Украины включает много компонентов общих с человеком, сюда, в первую очередь, следует отнести объекты животноводческого комплекса [6].

Цель настоящих исследований – провести анализ содержания тяжелых металлов во внутренних органах волка различных половых и возрастных категорий, выявить степень накопления тяжелых металлов в органах, а также определить зависимость этого процесса от половозрастных характеристик исследуемых особей.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом настоящего исследования послужил волк *Canis lupus* (Linnaeus, 1758). Содержание тяжелых металлов исследовано в 31 экземпляре, принадлежащим к разным возрастным классам. При определении возраста волков, нами использована методика регистрирующих структур, позволяющая определить возраст животного с точностью до года [11]. Материал был разделен на две половые группы, которые в свою очередь были разбиты на два класса возраста: I молодые животные (до 1 года,  $n=10$ ), II – взрослые (старше 1 года,  $n=21$ ).

Для определения степени накопления тяжелых металлов исследованы волки, добытые на территориях Днепропетровской, Донецкой, Запорожской, Луганской, Харьковской и Херсонской областей. Анализу подвергались пробы сердца ( $n=143$ ), легких ( $n=143$ ), селезенки ( $n=135$ ), печени ( $n=140$ ), почек ( $n=140$ ) и мышечной ткани ( $n=110$ ). Отбор и предварительную обработку проводили по стандартной методике [9]. Данные пробы подвергались высушиванию до абсолютно-сухого веса и дальнейшему озолению. Концентрацию элементов в образцах определяли атомно-абсорбционным методом определения токсичных элементов [10].

Для выявления степени накопления тяжелых металлов в организме волка нами было исследовано содержание таких элементов как кадмий (Cd), свинец (Pb), медь (Cu), цинк (Zn) и железо (Fe). По классификации химических веществ антропогенного происхождения они делятся на несколько групп: высокоопасные – Cd, Pb, Zn и умеренно опасные – Cu [7]. Отметим, что в числе исследуемых элементов находятся биогенные металлы – Zn, Fe, которые играют важную роль в процессах жизнедеятельности животных, а также приоритетные загрязнители биосферы из числа канцерогенов и токсикантов – Cd, Pb.

Оценку токсичности определяли с использованием показателей предельно допустимых концентраций (ПДК) [8]. Статистическую обработку проводили с использованием пакета программ Statistika 6.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В организме волков различных половозрастных групп преобладающие значения содержания кадмия отмечены для самцов и самок в старшей возрастной группе. Это относится как к максимальным, так и к средним показателям, до 1,7 мг/кг в легких самцов и 1,6 в печени самок (табл. 1, 2). В младшей возрастной группе самки аккумулируют большее количество кадмия, для самцов преобладание выявлено только в легких (0,356 мг/кг) и мышцах (0,9 мг/кг). Во второй возрастной группе также отмечены аналогичные показатели, за исключением средних значений в селезенке (0,4 мг/кг) и максимальных в сердце (0,5 мг/кг), которые больше у самцов. Следует указать, что кадмий очень токсичный металл и по своей токсичности он в несколько раз превышает свинец [17].

Статистическая достоверность различий по критерию Фишера была получена для возрастных групп по содержанию Cd: для сердца  $F=6,01$   $p<0,05$ , легких  $F=12,8$   $p<0,01$ , печени  $F=33,02$   $p<0,01$ , почек  $F=12,8$   $p<0,01$ , мышц  $F=10,5$   $p<0,01$ . Между самцами и самками различия достоверны для печени  $F=3,2$   $p<0,05$  и мышц  $F=3,3$   $p<0,05$ .

Сопоставляя полученные данные с ПДК, нами было выявлено, что превышения допустимого уровня в большей степени выражены во второй возрастной группе как для самок, так и для самцов. В некоторых случаях содержание кадмия более чем в 18 раз превышает значения ПДК (мышечная ткань 0,902 мг/кг). Важно отметить, что наибольшие средние значения накопления Cd в данной группе выявлены у животных 2–3 летнего возраста. При сравнении содержания кадмия в различных популяциях хищных, отметим, что по средним показателям накопления в печени и почках волки юго-востока Украины имеют сходные значения с лисами из Словакии [12], однако максимальные значения значительно превышают у вида *Canis lupus* (рис. 1). Сравнение содержания кадмия в органах дикого кабана, имеет особый интерес, так как данный вид является всеядным, употребляя как растительную, так и животную пищу. Нами было отмечено, что по сравнению с волком для *Sus scrofa* характерно значительное превышение накопления Cd в почках [12]. Для норки (*Mustela vison*) населяющей северные регионы Канады средние значения накопления намного больше в почках, а содержание в печени отличается от волка не значительно [18].

Свинец в органах самцов больше аккумулируется в младшей возрастной группе, за исключением легких (8,8 мг/кг) (табл. 1). Для самок возрастом до 1 года наибольшая концентрация отмечена в легких (3,3 мг/кг), селезенке (3,7 мг/кг), почках (3,8 мг/кг) и мышцах (4,4 мг/кг) (табл. 2). Важно отметить, что содержание свинца в организме самцов значительно выше, чем у самок, особенно в легких (8,8 мг/кг) и селезенке (13,2 мг/кг). Различия содержания свинца в половых группах волка имело достоверные значения для сердца  $F=8,9$   $p<0,01$ , легких  $F=4,9$   $p<0,01$ , селезенки  $F=11,2$   $p<0,01$  и печени  $F=3,96$   $p<0,05$ .

Содержание тяжелых металлов в организме самцов волка различных возрастных групп (мг/кг)

Металл	Органы	Возраст										Итого
		I					II					
		n	Min-max	M±m	σ	n	Min-max	M±m	σ			
Cd	Сердце	5	0,017-0,166	0,082±0,025	0,056	10	0,026-0,5	0,147±0,049	0,155	0,3 (0,05)*		
	Легкое	4	0,06-0,356	0,168±0,066	0,133	10	0,043-1,712	0,318±0,161	0,509			
	Селезенка	5	0,012-0,484	0,167±0,082	0,184	8	0,02-1,188	0,407±0,151	0,428			
	Печень	5	0,028-0,152	0,089±0,023	0,051	9	0,014-0,646	0,252±0,092	0,276			
	Почка	5	0,019-0,146	0,075±0,021	0,048	8	0,035-0,559	0,178±0,064	0,181			
Pb	Мышца	5	0,101-0,902	0,307±0,151	0,338	8	0,033-0,188	0,084±0,019	0,054	0,6 (0,5)*		
	Сердце	5	0,591-3,117	1,594±0,503	1,124	10	0,167-2,572	0,985±0,256	0,81			
	Легкое	5	0,508-4,314	1,853±0,693	1,549	10	0,01-8,784	2,247±0,853	2,698			
	Селезенка	5	0,384-13,241	3,453±2,453	5,484	8	0,288-4,184	1,626±0,524	1,482			
	Печень	5	0,605-6,277	1,941±1,087	2,43	9	0,153-5,301	1,208±0,551	1,652			
Cu	Почка	5	0,384-4,311	1,496±0,724	1,619	8	0,028-1,903	0,737±0,233	0,658	20 (5)*		
	Мышца	5	0,113-3,097	1,527±0,514	1,148	8	0,241-1,549	0,708±0,153	0,434			
	Сердце	5	1,03-8,333	3,149±1,344	3,004	10	1,694-5,953	3,274±0,44	1,393			
	Легкое	5	0,107-2,163	1,086±0,43	0,961	10	0,312-8,223	1,902±0,75	2,371			
	Селезенка	5	0,821-6,32	3,005±1,029	2,301	8	0,223-4,687	2,044±0,713	2,016			
Zn	Печень	5	3,377-22,452	8,197±3,589	8,026	9	0,263-13,654	4,611±1,546	4,637	100 (70)*		
	Почка	5	1,863-13,781	4,874±2,246	5,022	8	0,248-8,146	3,225±1,063	3,008			
	Мышца	5	1,264-7,063	3,442±1,073	2,4	8	0,148-6,386	2,287±0,799	2,259			
	Сердце	5	5,315-19,571	10,856±2,661	5,949	10	0,719-12,687	5,398±1,467	4,638			
	Легкое	5	1,838-10,559	7,835±1,545	3,454	10	0,912-22,93	6,681±2,117	6,695			
Zn	Селезенка	5	5,953-24,185	11,971±3,174	7,098	8	0,456-13,542	6,203±1,787	5,055	2,697		
	Печень	5	5,04-10,18	8,112±0,923	2,064	9	0,586-7,697	4,045±0,899	2,697			
	Почка	5	5,257-20,213	10,424±2,592	5,795	8	0,909-48,956	10,48±5,608	15,861			
Zn	Мышца	5	5,908-32,109	14,911±4,592	10,269	8	4,227-32,136	12,329±3,339	9,445			

Продолжение таблицы 1

Металл	Органы	Возраст										ПДК
		I					II					
		n	Min-max	M±m	σ	n	Min-max	M±m	σ			
Fe	Сердце	5	3,325-27,63	19,667±4,259	9,524	10	6,966-61,498	20,56±5,862	18,538			
	Легкое	5	8,872-81,407	48,222±12,718	28,438	10	9,595-143,718	41,235±13,409	42,402			
	Селезенка	5	6,368-187,5	62,545±33,267	74,387	8	10,283-81,856	37,591±10,316	29,179			
	Печень	5	9,241-34,882	19,383±4,291	9,594	9	5,259-33,075	15,355±3,621	10,864			
	Почка	5	18,318-69,424	37,122±10,82	24,195	8	10,114-101	38,57±13,291	37,592			
	Мышца	5	7,898-82,432	39,45±12,191	27,26	8	9,222-32,624	21,638±3,2	9,05			

Примечание к таблице: \* – в скобках указаны ПДК для мышечной ткани.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в организме самок волка различных возрастных групп (мг/кг)

Металл	Органы	Возраст										ПДК
		I					II					
		n	Min-max	M±m	σ	n	Min-max	M±m	σ			
Cd	Сердце	3	0,028-0,173	0,094±0,043	0,074	9	0,048-0,413	0,188±0,044	0,131			
	Легкое	5	0,005-0,163	0,046±0,029	0,066	9	0,022-0,79	0,237±0,092	0,276			
	Селезенка	4	0,008-1,239	0,367±0,293	0,586	10	0,046-1,285	0,253±0,119	0,375			
	Печень	5	0,001-0,196	0,09±0,041	0,091	9	0,03-1,629	0,318±0,17	0,509			
	Почка	5	0,007-0,235	0,072±0,042	0,095	10	0,057-0,9	0,315±0,093	0,294			
	Мышца	3	0,008-0,645	0,226±0,209	0,362	6	0,036-0,379	0,158±0,055	0,134			
Pb	Сердце	5	0,39-1,295	0,863±0,174	0,389	9	0,527-1,367	0,875±0,096	0,288			
	Легкое	4	0,09-3,324	1,771±0,808	1,615	9	0,164-2,457	1,03±0,235	0,704			
	Селезенка	5	0,273-3,74	1,728±0,716	1,6	9	0,191-1,533	0,911±0,157	0,472			
	Печень	5	0,367-0,971	0,568±0,108	0,242	9	0,032-3,896	0,93±0,396	1,187			
	Почка	5	0,524-3,796	1,238±0,642	1,435	10	0,057-2,387	1,202±0,228	0,721			
	Мышца	3	1,114-4,377	3,044±0,988	1,711	6	0,719-2,19	1,239±0,219	0,538			

Продолжение таблицы 2

Металл	Органы	Возраст										ПДК
		I					II					
		n	Min-max	M±m	σ	n	Min-max	M±m	σ			
Cu	Сердце	5	2,251-13,658	6,792±2,151	4,81	9	1,25-6,28	3,445±0,638	1,914	20 (5) *		
	Легкое	5	0,678-27,496	6,48±5,259	11,759	9	0,476-3,832	2,017±0,36	1,079			
	Селезенка	5	0,47-8,514	3,522±1,52	3,398	9	0,222-2,107	0,959±0,221	0,662			
	Печень	5	3,481-27,264	12,556±4,061	9,081	9	0,325-14,376	6,482±1,808	5,423			
	Почка	5	1,53-8,478	4,864±1,14	2,549	10	0,937-7,569	3,525±0,632	1,999			
Zn	Мышца	3	1,246-3,869	2,977±0,866	1,5	6	0,133-8,621	4,764±1,562	3,827	100 (70) *		
	Сердце	5	7,412-14,946	10,809±1,357	3,035	9	0,7-15,985	6,098±1,544	4,631			
	Легкое	5	2,433-9,395	5,359±1,196	2,674	9	1,224-12,605	5,415±1,189	3,568			
	Селезенка	5	7,317-16,588	11,848±1,683	3,763	9	0,471-12,922	6,105±1,123	3,368			
	Печень	5	7,036-11,167	9,157±0,697	1,56	9	0,214-16,421	5,289±1,665	4,994			
Fe	Почка	5	5,776-12,243	8,853±1,087	2,431	10	0,638-12,3	5,84±1,128	3,567	5		
	Мышца	3	8,174-20,878	13,152±3,916	6,783	6	5,164-12,319	7,916±1,15	2,818			
	Сердце	5	28,864-102,344	54,705±13,566	30,334	9	3,707-45,087	18,549±5,049	15,146			
	Легкое	5	22,79-58,907	40,676±7,402	16,55	9	7,594-146,596	42,748±15,217	45,652			
	Селезенка	5	33,429-123,186	64,789±15,771	35,266	9	7,461-105,177	33,015±10,498	31,493			
Pb	Печень	5	19,533-42,396	32,284±4,683	10,471	9	1,468-105,858	23,641±10,769	32,306	30,626		
	Почка	5	18,689-42,225	33,757±4,36	9,749	10	8,16-87,348	29,078±9,685	30,626			
	Мышца	3	16,0-45,803	29,307±8,75	15,155	6	8,162-132,039	38,619±19,519	47,813			

Примечание к таблице: \* – в скобках указаны ПДК для мышечной ткани.

Превышение ПДК по Pb отмечено практически во всех случаях не только для максимальных, но и для средних значений. Свинец создает депо в костях, печени, почках, и других органах [19]. В разрезе половозрастных групп нами было отмечено, что у самцов основная локализация таких металлов как Cd и Pb в легких, селезенке и мышечной ткани. У самок Cd в основном накапливается в печени, селезенке и почках. Содержание Pb наоборот значительно ниже у самок, чем у самцов, и мене всего – в сердце (1,4 мг/кг). Статистически значимы различия по содержанию Pb для селезенки  $F=12,7$   $p<0,01$ , почек  $F=4,1$   $p<0,05$  и мышц  $F=7,7$   $p<0,05$ .

Для волка, населяющего юго-восток Украины, отмечены наибольшие концентрации Pb в печени, почках и мышечных тканях, по сравнению с лисами и кабаном обитающими в горных районах Словакии [12] (рис. 2). Но фоновые показатели вида *Canis lupus* близки к уровням накопления данного металла у выдры (*Lutra lutra*) из южной Кореи [20]. В организме волка, населяющего Алтайский край и республику Алтай, А. Я. Бондаревым [21] было отмечено незначительное содержание таких металлов как кадмий, мышьяк, ртуть, свинец. Этот автор указывает, что влияние загрязняющих веществ на алтайского волка все же присутствует в виде полифакторного загрязнения окружающей среды различными токсикантами, в число которых входят всевозможные пестициды, что, возможно, влияет на снижение плодовитости самок.

В ряду особо опасных загрязнителей биосферы стоят высокотоксичные соединения свинца, попадающие в окружающую среду с выбросами бензиновых двигателей [22]. Для Украины данный источник загрязнения имеет очень большое значение [23]. Возможно, что именно автотранспорт служит основным источником, влияющим на повышенное содержание Pb в организме волка. К подобному выводу пришла Т. Г. Дерябина [24], которая указывала, что повышенные концентрации свинца в организме диких кабанов из Белоруссии могут быть вызваны степенью интенсивности автомобильного движения.

Анализируя показатели аккумуляции меди, отметим, что ее содержание у самцов волка юго-востока Украины больше в 1-ой возрастной группе (за исключением легких – 8,2 мг/кг) (табл. 1). Это же относится и к самкам, однако исключением в данном случае служит содержание меди в мышечной ткани (8,6 мг/кг) (табл. 2). В 1-ой возрастной группе при сравнении между самцами и самками, большее содержание меди отмечено для самок, у самцов максимальная концентрация отмечена в почках (13,8 мг/кг) и мышцах (7,1 мг/кг).

Медь, как у самцов, так и у самок более всего накапливается в печени (22,5 и 27,3 мг/кг), но для самок также характерны высокие показатели в легких (27,5 мг/кг). Менее всего данный элемент аккумулируется в селезенке для обеих половых групп (6,3 и 8,5 мг/кг) и в почках для самок (8,5 мг/кг). В целом, для поголовья волка, характерно 2 органа, которые являются основными депо меди – это легкие и печень. Превышение ПДК для меди, отмеченные в 1-ой возрастной группе, не так значительны как для кадмия и свинца (табл. 1, 2). Достоверность

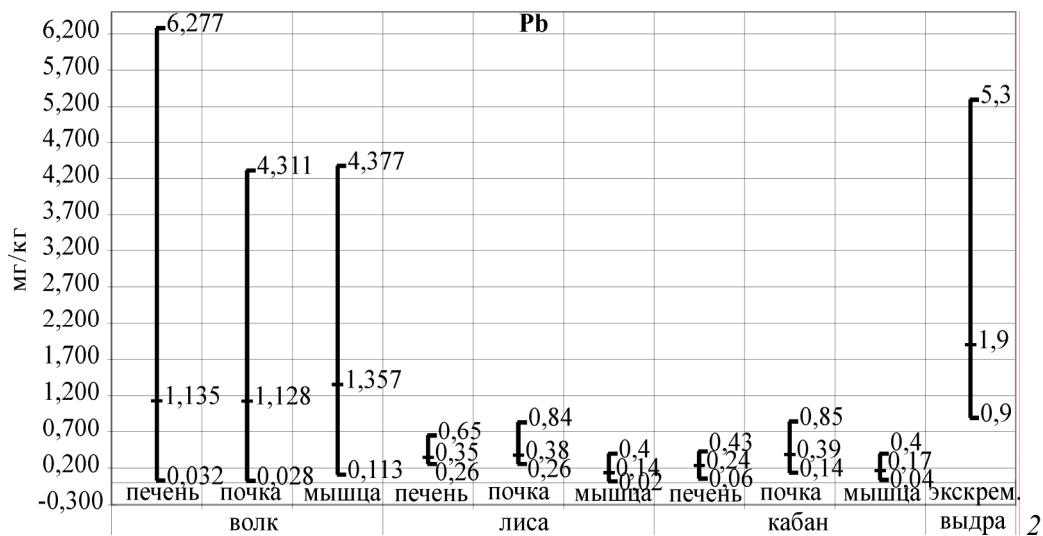
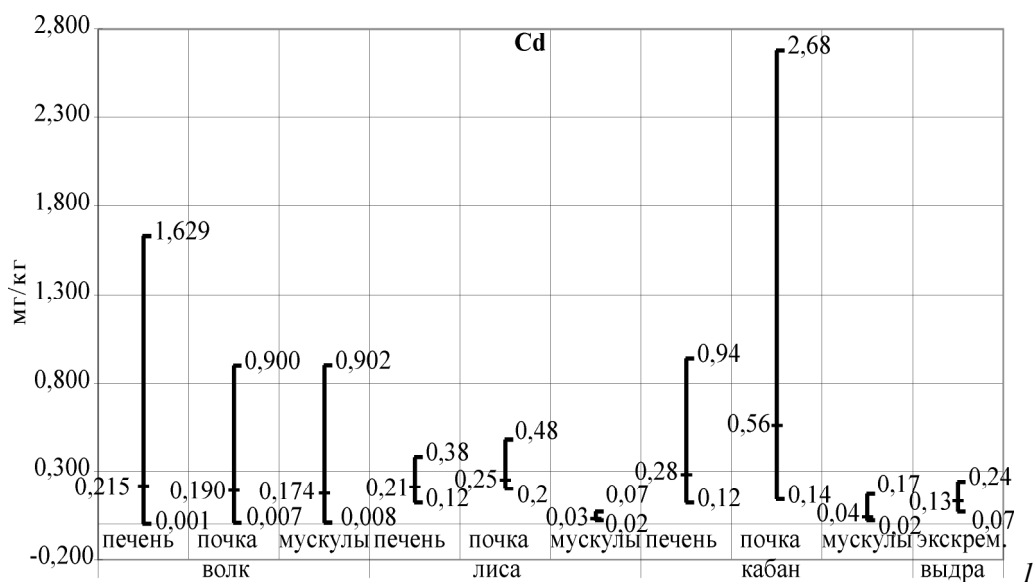


Рис. 1–2. Содержание Cd (1) и Pb (2) в организмах хищных и всеядных видов: волк (данные автора), лиса, кабан [12] и выдра [20]



различий по возрастам отмечена в легких  $F=20,99$   $p<0,01$ , селезенке  $F=3,3$   $p<0,05$  и сердце  $F=6,9$   $p<0,01$ ; между самцами и самками – в легких  $F=11,9$   $p<0,01$  и сердце  $F=3,2$   $p<0,05$ .

Сравнивая содержание меди в организме хищных млекопитающих, отметим, что в организме волка юго-востока Украины наблюдаются сходные коэффициенты накопления с выдрами из Южной Кореи [20], а фоновые показатели выдр из Великобритании, Ирландии и Дании характеризуются значительным превышением значений [14]. Следует указать, что содержание меди отличается в разных регионах, к примеру, в почвах таких промышленных центров как Днепропетровск и Днепродзержинск ее концентрация зависит от специфики производства и интенсивности общего загрязнения среды [2].

При исследовании содержания цинка и железа, которые являются биогенными элементами, для первого было выявлено отсутствие превышения уровня ПДК. В разрезе половозрастных групп среди самцов максимальные значения Zn отмечены у животных до 1 года в селезенке (24,2 мг/кг), сердце (19,6 мг/кг), печени (10,2 мг/кг) и для средних показателей, содержащихся в мышечной ткани (14,9 мг/кг) (табл. 1). Для самок в этом возрастном интервале большие показатели отмечены в селезенке (16,6 мг/кг), мышце (20,9 мг/кг) и для средних значений по печени (9,2 мг/кг) и почкам (8,9 мг/кг) (табл. 2). Преобладающие значения для цинка во второй группе, для самцов отмечены в таких органах как легкие (22,9 мг/кг), почки (49 мг/кг), а для самок в сердце (16 мг/кг) и печени (16,4 мг/кг). При сравнении между половыми группами, было отмечено, что показатели содержания цинка во внутренних органах самцов превышают таковые у самок, особенно в почках (49 мг/кг) и мышечных тканях (32,1 мг/кг).

По содержанию железа в органах волка отмечено его значительное превышение (табл. 1, 2). Преобладающие значения характерны для самцов 2-ой группы (за исключением мышц 82 мг/кг), у самок большие значения также отмечены во второй группе, за исключением сердца (102,3 мг/кг). В различных половых группах максимальное значение Fe отмечено у самцов в селезенке (187,5 мг/кг), но у самок большие значения верхнего предела накопления по преобладающему большинству органов.

Достоверность различий накопления тяжелых металлов по возрастам отмечено: для Zn в печени  $F=4,75$   $p<0,05$ , в почках  $F=6,36$   $p<0,05$ ; по Fe в селезенке  $F=3,45$   $p<0,05$  и печени  $F=4,2$   $p<0,05$ . Для разных половых групп: по Zn в легких  $F=3,24$   $p < 0,05$  и почках  $F=13,13$   $p<0,01$ ; по Fe в сердце  $F=3,03$   $p<0,05$ , и печени  $F=6,6$   $p<0,01$ .

В целом, для волка, обитающего на юго-востоке Украины, максимальные значения по цинку отмечены в почках и мышцах, а железа в сердце, легких и селезенке. Следует отметить, что железо входит в состав структурного элемента крови – гемоглобина [25] и поэтому значительное превышение его может зависть от степени повреждения органов в момент добычи.

В общей выборке подверженной анализу можно построить следующие ряды металлов в органах волка юго-востока Украины в порядке их убывания:  $Fe>Zn>Cu>Pb>Cd$ . Отметим, что у кабанов, обитающих на территории Белоруссии, отмечен схожий ряд концентраций:  $Mg>Ca>Fe>Zn>Cu>Mn>Cd>Cr>Ni>Co$  [24].

Основные пути попадания вредных веществ в организм это желудочно-кишечный тракт и система органов дыхания [12]. Как было указано выше, главный источник загрязнения в настоящее время – техногенный. Кроме крупных промышленных объектов большое значение в загрязнении окружающей среды имеют локальные источники, такие как полигоны твердых бытовых отходов (ПТБО). На ПТБО отмечено значительное превышение содержания таких металлов как Cd, Pb, Zn, Cr, Ni, Cu, отсюда происходит их миграция в окружающую природную среду [26]. Ранее нами указывалось, что значимую долю в питании волка составляет собака домашняя (*Canis familiaris*) и корма, добытые на скотомогильниках [6]. Следовательно, источниками загрязнения организма волка тяжелыми металлами могут являться ПТБО, скотомогильники и объекты его питания, связанные с ними.

Накопление тяжелых металлов отмечалось в организме микромаммалий, которые также относятся к кормовым объектом волка. О. А. Земляной указывает на превышение содержания Zn, Fe, Mg, Cu, Pb и Cd в организме микромаммалий Днепропетровской области. Важно, что все эти показатели, кроме меди, коррелируют с содержанием металлов в грунтах [3].

Для микромаммалий были отмечены более высокие концентрации Pb у перезимовавших зверьков, что свидетельствует о накоплении свинца с возрастом [27]. Для волка, напротив, максимальные значения концентрации данного элемента характерны в младшей возрастной группе, равно как и по другим анализируемым металлам за исключением Cd. Возможно, что относительно высокие показатели концентрации тяжелых металлов у волков младшего возраста, связаны с тем, что данные животные более приурочены к определенным местам обитания и не так склонны к широким перемещениям, как взрослые особи. Видимо, по этой же причине фоновые показатели накопления тяжелых металлов выше и в организме самок. Самки, в отличие от самцов, значительно чаще остаются на участке обитания. Наибольшие значения содержания таких металлов как Cu и Pb в группе самцов характерны для животных 2 и 3-летнего возраста, а в группе самок – у волков 2–6 лет. Максимальное содержание Cd так же отмечено у 2 и 3-х летних животных.

Некоторые виды в течение одного и того же сезона способны совершать дальние миграции, например, некоторые популяции северных оленей. Это делает их чувствительными биоиндикаторами загрязнений преимущественно глобального масштаба, в то время как локальные источники загрязнения могут не оказывать заметного влияния [28]. Возможно, что прибылые (до года) волки и волчицы, при существующей системе регулирования численности хищников, могут служить индикаторами локальных загрязнений биосферы, а взрослые животные (от 2 до 12 лет) особенно самцы – отражать более глобальные процессы.

## ВЫВОДЫ

1. На юго-востоке Украины в организме волков зарегистрировано превышение ПДК по содержанию кадмия, которое в большей степени выражено у животных старше 2 лет (как для самок, так и для самцов). В некоторых случаях содержание кадмия более чем в 18 раз превышает значения ПДК (мышечная ткань – 0,902 мг/кг).

2. Наибольшие значения по содержанию свинца отмечены в младшей возрастной группе. Концентрация данного элемента в организме самцов значительно выше, чем у самок (особенно в легких – 8,8 мг/кг).

3. Медь более всего аккумулируется в 1-ой возрастной группе (как у самцов, так и у самок). Основными депо меди являются легкие (27,5 мг/кг) и печень (27,3 мг/кг). Превышение ПДК для меди не так значительны, как для кадмия и свинца.

4. Превышения уровня ПДК по цинку не обнаружено. Преобладающее количество максимальных коэффициентов накопления цинка отмечены у животных до 1 года, но самое большое значение выявлено в почках самцов 2-ой возрастной группы (49 мг/кг).

5. По содержанию железа в органах волка юго-востока Украины отмечено значительное превышение ПДК. Преобладающие значения характерны для самцов и самок старшей возрастной группы (до 146,6 мг/кг).

6. Выдвигается предположение о том, что прибылые волки (и самцы, и самки) при существующей системе регулирования численности хищников могут служить индикаторами локальных загрязнений биосферы, а взрослые животные (особенно самцы) – отражать более глобальные процессы.

### Список литературы

1. Гураль Р. І. Особливості накопичення іонів важких металів у черепащі *Planorbis planorbis* (Gastropoda, Pubmonata) / Р. І. Гураль // Вестник зоологии. – 2005. – Т. 39, № 5. – С. 79–82.
2. Цветкова Н. М. Вміст і поширення купруму у природних і антропогенних ґрунтах Степового Придніпров'я / Н. М. Цветкова, А. О. Дубіна, С. М. Замліла // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2009 – Т. 3, вип. 17. – С. 106–114.
3. Земляний О. А. Використання мікроамалій для біоіндикації впливу джерел розсіювання емісії важких металів на природне середовище // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2009. – Т. 1, вип. 17. – С. 95–99.
4. Україна у цифрах у 2008 році: статистичний збірник / [отв. ред. Г. А. Осауленко]. – К.: Державне підприємство «Інформаційно-аналітичне агентство». – 2009. – 250 с.
5. Vojtech A. Shapes of differential Pulse voltammograms and Level of metallothionein at different animal species / A. Vojtech, M. Beklova, J. Pikula, J. Hubalek, L. Trnkova, R. Kizek // Sensors. – 2007. – № 7. – P. 2419–2429.
6. Домнич В. И. Пищевое поведение волка при увеличении его численности в антропогенных ландшафтах юго-востока Украины / В. И. Домнич, И. А. Смирнова, В. Е. Вовченко // Вестник ДНУ. – 2007. – Сер. А: Природні науки. – Вип. 1. – С. 306–310.
7. ГОСТ 17.4.1.02–83. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. – [Чинний від 1985.01.01]. – М., 1984. – С. 1–4.
8. СанПиН 42–123–4089–86. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах. – М., 1986. – 56 с.
9. ГОСТ 26929–94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – [Чинний від 1996.01.01]. – Минск: Изд. Стандартов, 1994. – С. 20–31.
10. ГОСТ 30178–96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. – [Чинний від 1998.01.01]. – Минск: Изд. Стандартов, 1996. – 11 с.
11. Клевезаль Г. А. Регистрирующие структуры млекопитающих в зоологических исследованиях. – М.: Наука, 1988. – 288 с.

12. Piskorova L. Heavy metal residues in tissues of wild boar (*Sus scrofa*) and red fox (*Vulpes vulpes*) in the Central Zemplin region of the Slovak Republic / L. Piskorova, Z. Vasilkova, I. Krupicer // Czech J. Anim. Sci. – 2003. – Vol. 48, № 3. – P. 134–138.
13. Gutleb A. C. Heavy metal concentrations in livers and kidneys of the otter (*Lutra lutra*) from Central Europe / A. C. Gutleb, A. Kranz, G. Nechay, A. Toman // Bull. Environ. Contam. Toxicol. – 1998. – Vol. 60. – P. 273–279.
14. Mason C. F. Metals in tissues of European otters (*Lutra lutra*) from Great Britain and Ireland / C. F. Mason, A. Stephenson // Chemosphere. – 2001. – Vol. 44. – P. 351–353.
15. Домнич В. И. Лисица обыкновенная (*Vulpes vulpes L.*) как биоиндикатор загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами на юго-востоке Украины / В. И. Домнич, Я. В. Ерхов // Вісник запорізького державного університету – Сер.: Фізико–математичні, біологічні науки. – 2004. – № 2. – С. 138–141.
16. Домнич В. И. Накопление тяжелых металлов в организме волка (*Canis Lupus l.*) на юге Украины / В. И. Домнич, Я. В. Ерхов // Екологія та ноосферологія. – 2007. – Т. 18, № 3–4. – С. 45–52.
17. Кенжегалиев М. К. Содержание тяжелых металлов в основных промысловых видах рыб и моллюсках нижнего течения реки Урал / М. К. Кенжегалиев, А. Б. Бигалиев, А. А. Абигазилова // Междунар. науч.-практ. конф.: «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы–биофилы в окружающей среде» (Семипалатинск, 2002), 16–18 октября 2002: матер. – Семипалатинск, 2002. – Докл. II. – С. 223–227.
18. Poole K. G. Environmental contaminants, population structure, and biological condition of harvested mink in the Western Northwest territories, 1991–92 / K. G. Poole, B. Elkin // Department of renewable resources government of the northwest territories Yellowknife, NWT. – 1992. – Manuscript Report No. 66. – 20 p.
19. Суворов А. В. Справочник по клинической токсикологии / А. В. Суворов. – Нижний Новгород: Изд. НГМА, 1996. – 180 с.
20. Han S. Y. Heavy Metals and PCBs in Eurasian Otters (*Lutra lutra*) in South Korea / S. Y. Han, S. W. Son, M. Ando, H. Sasaki // Proceedings VIIth International Otter Colloquium «Otter Conservation – An Example for a Sustainable Use of Wetlands»: 14–19 march 1998. – Czech Republic, 1998. – P. 103–109.
21. Бондарев А. Я. Об экотоксикологическом мониторинге фоновых экосистем по плодовитости диких животных на примере волка (*Canis lupus*) / А. Я. Бондарев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 7. – С. 24–27.
22. Савенко Г. И. Определение выбросов соединений свинца в окружающую среду городским автотранспортом / Г. И. Савенко, А. И. Стручаев, Н. Х. Копыт // Вестник СевГТУ. – 2008. – Вып. 85. – С. 156–162.
23. Овчаров О. В. Методы уменьшения влияния автотранспорта на докілья / О. В. Овчаров, С. О. Овчаров // Научно–технический сборник: Коммунальное хозяйство городов. Серия: Технические науки. – 2005. – С. 157–160.
24. Дерябина Т. Г. Дикий кабан (*Sus scrofa L.*) – биоиндикатор загрязнения мест его обитания тяжелыми металлами / Т. Г. Дерябина // Экология. – 1996. – № 6. – С. 474–475.
25. Киричук В. Ф. Физиология крови / В. Ф. Киричук. – Саратов: изд. Саратовского мед. ун-та, 1999. – 68 с.
26. Войціховська А. С. Міграція важких металів в об'єкти навколишнього природного середовища в зоні впливу полігону твердих побутових відходів / А. С. Войціховська // I-й Всеукраїнський з'їзд екологів: міжнар. наук.–практ. конф. (Вінниця, 2006), 4–7 жовтня 2006: матер.– Вінниця, 2006. – С. 265.
27. Мухачева С. В. Опыт использования мелких млекопитающих для экспертной оценки состояния природных экосистем / С. В. Мухачева, К. И. Бердюгин, Ю. А. Давыдова // Аграрный вестник Урала. – Сер. Биология. – 2009. – № 3. – С. 65–68.
28. Скугланд Т. Содержание тяжелых металлов в теле северных оленей из разных популяций / Т. Скугланд, Л. М. Баскин, И. С. Эспелиен, У. Странд // Вестн. Москов. ун-та. – Сер. 5. География, 1996. – № 6. – С. 19–23.

**Смірнова І. О. Акумуляція важких металів в організмі вовка (*Canis lupus*) антропогено трансформованих біогеоценозів південного сходу України // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2010. Вип. 3. С. 167–179.**

У статті наведено результати аналізу вмісту важких металів у внутрішніх органах і м'язовій тканині вовків, що мешкають на територіях з високим ступенем антропогенного навантаження. Уперше для України, виявлена вікова і статева мінливість у розходженні нагромадження і розподілу важких металів по органах і тканинах *Canis lupus*. Проаналізовано можливі джерела, що сприяють акумуляції важких металів в організмі вовка.

*Ключові слова:* вовк, техногенний вплив, внутрішні органи, важкі метали, статевовікові групи.

**Smirnova I. A. Accumulation of heavy metals in the organism of wolf (*Canis lupus*) anthropogenous transformed biogeocenosis in the southeast of Ukraine // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2010. Iss. 3. P. 167–179.**

In article results of the analysis of the contents of heavy metals in internal bodies and a muscles of wolves living on territories with a high degree of anthropogenous influence are resulted. For the first time for Ukraine age and sexual variability in distinction of accumulation and distribution of heavy metals on bodies and tissue *Canis lupus* is revealed. The probable sources promoting accumulation of heavy metals in an organism of the wolf are analysed.

*Key words:* wolf, technogenic influence, internal bodies, heavy metals, age and sexual groups.

*Поступила в редакцію 03.12.2010 г.*