

**С. В. Задира<sup>1</sup>,  
Ю. М. Борисов<sup>2</sup>, д-р біол. наук, проф.,  
Д. В. Лукашов<sup>1</sup>, д-р біол. наук, проф.**

<sup>1</sup>*Київський національний університет ім. Т. Шевченка, м. Київ, Україна,  
e-mail: luminary\_sv@ukr.net*

<sup>2</sup>*Інститут проблем екології та еволюції ім. О. М. Северцова РАН, м. Москва, Росія*

## **СЕЗОННА ДИНАМІКА МОРФОФІЗІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЖОВТОГОРЛОЇ МИШІ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

**S. V. Zadyra<sup>1</sup>,  
Yu. M. Borisov<sup>2</sup>, Dr. Sci. (Biol.), Professor,  
D. V. Lukashov<sup>1</sup>, Dr. Sci. (Biol.), Professor**

<sup>1</sup>*T. Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine,  
e-mail: luminary\_sv@ukr.net*

<sup>2</sup>*A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution (IPEE RAS), Moscow, Russia*

## **SEASONAL DYNAMICS OF MORPHOLOGICAL-PHYSIOLOGICAL INDEXES OF YELLOW-NECKED MOUSE UNDER CONDITIONS OF ENVIRONMENTAL TECHNOGENIC POLLUTION BY HEAVY METALS**

The presented research involves the integral assessment of morphological-physiological indexes of nature populations of mice in the district of influence of Tripillya TPP. It is topical to clarify specific mechanisms of influence of a large plant (e.g. thermoelectric power station) that is situated in dense populated region in the environment. Small mammals are the most convenient objects for such investigations as long as they are animals that inhabit transformed ecosystems directly near with human. Via short life cycle forest rodents have time to reflect the impact of environment on their organism. The goal of the research is definition of basic morphological-physiological indicators in an organism of the yellow-necked mouse under conditions of environmental pollution by heavy metals.

On distance of 500 m to the South-West from Tripillya Thermal Power Plant (TPP) (Obuchiv district, Kyiv region, Ukraine) the raised content in soils of mobile forms Pb, Cd, Cr, Ni and Co was revealed that considerably (3–5 times) exceeds levels for territory of Kaniv Nature Reserve (Cherkassy region, Ukraine). Territory of National Nature Park «Holosiivsky» (Kyiv, Ukraine) characterized by rather increased content of active form of investigated heavy metals especially Pb. While analyzing the content of heavy metals in yellow-necked mouse's liver on investigated territories was detected the insignificant increase of content of Cu, Zn, Cr, Mn in region of impact of Tripillya TPP. So the heavy metals are accumulating in yellow-necked mouse's liver from population in region of Tripillya TPP impact. It probably may cause physiological disturbance in organism.

Seasonal dynamics of morphological-physiological indexes of the individuals (males and females) yellow-necked mouse has been revealed. Thus exceeding the levels of maximum permissible concentrations for soil was not detected in investigated territories but morphological-physiological features of disturbance in organism of bank yellow-necked mouse from the natural populations were observed. Conformity of chemical composition of soils to the maximum permissible concentrations was not conforms to condition of prosperity of animal organism existence of which was concerned with paedosphere. Therefore it may conclude about absolute content of heavy metals in soil is not a marker of ecological conditions of environment. The registered morphological-physiological differences in autumn testify about presence of generalized changes in an organism of the mice as a result of processes of metabolism intensification with exhausting features. The registered changes of morphological-physiological

indicators can be an indicator of ecological-physiological stress in an organism of the yellow-necked mouse in the district of influence of Tripillya TPP.

*Key words: heavy metals, morphological-physiological indexes, yellow-necked mouse (Apodemus flavicollis), pollution.*

**С. В. Задира<sup>1</sup>,  
Ю. М. Борисов<sup>2</sup>, д-р біол. наук, проф.,  
Д. В. Лукашов<sup>1</sup>, д-р біол. наук, проф.**

<sup>1</sup>Київський національний університет ім. Т. Шевченка, м. Київ, Україна,  
e-mail: luminary\_sv@ukr.net

<sup>2</sup>Институт проблем экологии та еволюції ім. О. М. Северцова РАН, м. Москва, Росія

### **СЕЗОННА ДИНАМІКА МОРФОФІЗІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЖОВТОГОРЛОЇ МИШІ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

На відстані 500 м на південний схід від Трипільської ТЕС (Київська обл.) виявлено підвищений вміст у ґрунтах рухомих форм Pb, Cd, Cr, Ni та Co, що значно (у 3–5 разів) перевищує рівні, характерні для незабрудненої території (Канівський природний заповідник, Черкаська обл.). Виявлено сезонну динаміку морфофізіологічних параметрів особин (самців та самок) жовтогорлої миші. Зареєстровані морфофізіологічні відмінності в осінній період свідчать про генералізовані зміни в організмі мишей внаслідок процесів інтенсифікації метаболізму з ознаками виснаження.

*Ключові слова: важкі метали, морфофізіологічні параметри, жовтогорла миша, забруднення.*

**С. В. Задыра<sup>1</sup>,  
Ю. М. Борисов<sup>2</sup>, д-р биол. наук, проф.,  
Д. В. Лукашев<sup>1</sup>, д-р биол. наук, проф.**

<sup>1</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев, Украина,  
e-mail: luminary\_sv@ukr.net

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, г. Москва, Россия

### **СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЖЕЛТОГОРЛОЙ МЫШИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

На расстоянии 500 м к юго-востоку от Трипольской ТЭС (Киевская обл.) обнаружено повышенное содержание в почвах подвижных форм Pb, Cd, Cr, Ni и Co, что значительно (в 3–5 раз) превышает уровни, характерные для незагрязненной территории (Каневский природный заповедник, Черкасская обл.). Установлена сезонная динамика морфофизиологических параметров особей (самцов и самок) желтогорлой мыши. Зарегистрированные морфофизиологические отличия осенью свидетельствуют о наличии генерализованных изменений в организме мышей в результате процессов интенсификации метаболизма с признаками истощения.

*Ключевые слова: тяжелые металлы, морфофизиологические параметры, желтогорлая мышь, загрязнение.*

Підвищення ролі техногенного забруднення довкілля є однією з важливих проблем сучасної екології. Об'єктами досліджень багатьох екологічних досліджень протягом понад половини століття були й продовжують бути якісний склад забруднень, що обумовлюється антропогенною діяльністю, виявлення джерел надходження токсикантів до навколишнього середовища, пошук та розробка заходів щодо зменшення техногенних навантажень на біоту (Курляндский, 2002). На

території України суттєве техногенне навантаження зазнає Середнє Придніпров'я, зокрема Київська область. В ній виявлено 443 промислових підприємств, що є джерелами забруднення атмосферного повітря. Серед регіонів області найбільші забруднювачі знаходяться в Обухівському районі, кількість промислових викидів яких складає 83 тис. т/рік. Поміж них найбільш потужним забруднювачем є Трипільська теплова електрична станція (ТЕС) – понад 21 тис. т/рік, що складає 84 % усіх викидів в атмосферу підприємств Київської області (Безкорвайний, 2011).

Техногенне забруднення довкілля важкими металами безпосередньо впливає на живі організми й здатне в істотній мірі змінити як загальний фізіологічний стан особин, так і деякі їх морфологічні особливості, що може стимулювати утворення нових пристосувань у тварин. Проблема адаптації тварин – одна з найбільш актуальних проблем, що розглядаються в сучасній науці (Saldiva, 2002). Дослідження цих проблем дозволяє зрозуміти і розкрити механізми, за допомогою яких тварини пристосовуються до виживання в умовах, що змінюються. Для подібних досліджень найзручніші об'єкти – дрібні ссавці, оскільки це одні з небагатьох тварин, що мешкають у трансформованих екосистемах, безпосередньо поруч із людиною. У зв'язку з нетривалим терміном життя і відносною чутливістю до негативних факторів зовнішнього середовища можливо використовувати структуру їх популяції, а також деякі морфологічні й фізіологічні показники як індикатори впливу техногенного забруднення на екосистеми (Шварц, 1968). Представлена робота присвячена інтегральній оцінці сезонної динаміки морфологічних показників природних популяцій гризунів в умовах забруднення довкілля важкими металами.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на природних популяціях жовтогорлої миші (*Apodemus flavicollis* Melchior, 1834), що мешкають на територіях з різним ступенем антропогенного забруднення. Середовище мешкання цього виду тісно пов'язане з ґрунтовою підстилкою, саме тому він може виступати біомонітором техногенного забруднення довкілля.

Для порівняльного аналізу було обрано три райони з різним ступенем антропогенного навантаження. Територія Канівського природного заповідника (Черкаська область, Україна) – природно-заповідна територія вищого охоронного статусу, була обрана як найменш порушений ландшафт. Територія НПП «Голосіївський» (м. Київ, Україна) є подібною за фітоценотичною структурою ландшафту (грабова діброва), відчуває як опосередкований так і безпосередній вплив діяльності людини (починаючи від фактору турбування, закінчуючи забрудненням атмосферного повітря викидами міста). Район впливу Трипільської ТЕС (Обухівський район, Київська область), де розташована невелика грабова посадка, що впритул прилягає до південно-східного краю промайданчика теплоелектростанції (приблизно 500 м), що переважно працює на вугіллі, потрапляючи під факел розсіювання (Красовський, 2005).

Матеріалом слугували результати контрольних відловів гризунів на обраних ділянках, що було проведено згідно загальноприйнятих методик навесні, влітку та восени 2012 року (Гашев, 2005). Загальна кількість проаналізованих особин становить 89 екз. (з них з Канівського природного заповідника – 36 екз.; НПП «Голосіївський» – 23 екз.; район впливу Трипільської ТЕС – 30 екз.). Збір матеріалу проводили на спеціально обраних облікових ділянках площею 3025 м<sup>2</sup> (загальна площа становила 3,63 га) для оцінки щільності розподілу особин.

Вміст важких металів у верхньому 5-см шарі ґрунту та в печінці гризунів визначали за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра С115-М1 (полум'я ацетилен-повітря) з дейтерієвим коректором фону та комп'ютерно-аналітичним комплексом КАС-120. Аналізували вміст кислоторозчинної фракції металів

(1н HNO<sub>3</sub>) та їх обмінну частку у ґрунті шляхом екстракції ацетатно-аміачним буфером (рН 4,8) згідно стандартних методик (Минеев, 2001). Вміст металів у зразках розраховували у мг/кг маси повітряно-сухих зразків.

Як маркери еколого-фізіологічного стану популяції було обрано морфофізіологічні параметри організму мишей – відношення маси до довжини тіла (індекс вгодованості), індекси печінки, нирки, наднирників, легень, серця та гепатосупраренальний коефіцієнт (відношення індексу печінки до індексу наднирників), які дають змогу оцінити загальний фізіологічний стан та інтенсивність процесів метаболізму тварин (Шварц, 1968; Lidicker, 1973). Аналіз морфофізіологічних індикаторів особин проводили окремо за статтю (самці та самиці).

У зв'язку з невідповідністю нормальному розподілу деяких вибірових варіативних рядів досліджуваних показників, середні величини морфофізіологічних параметрів та вміст металів представляли як медіану (*Me*). Як показник варіабельності використовували стандартне відхилення медіани (*SD<sub>Me</sub>*). Для порівняльної характеристики вибірових параметрів застосовували *U*-критерій Мана-Уїтні. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою пакету прикладних програм Statistica 6.0.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Важкі метали є найбільш токсичними серед хімічних елементів, які негативно впливають на стан здоров'я людини, а також на стан довкілля в цілому (Курляндский, 2002). У зв'язку з цим актуальною задачею є вивчення основних джерел надходження важких металів, аналіз розподілу їх в природних середовищах, в тому числі в ґрунтах.

Найчастіше ґрунт забруднюється такими важкими металами, як залізо, марганець, мідь, цинк, молібден, кобальт, ртуть, свинець, кадмій та інші. Основна кількість важких металів надходить з викидами підприємств у нижні шари тропосфери, звідси шляхом седиментації потрапляє на поверхню ґрунту, де зазнає різноманітних трансформацій (Wood, 1977). Тому саме ґрунт є головним акумулятором техногенних мас металів. Можна припустити, що за наявності постійного джерела забруднення атмосферного повітря відбудеться поступове збільшення вмісту важких металів у верхньому шарі ґрунту, що може слугувати показником забруднення дослідженої території (Саєт, 1990). Дослідження вмісту важких металів (Pb, Cd, Cr, Ni та Co) у зразках ґрунту показало чіткі відмінності обраних районів за обмінною фракцією (табл. 1).

Таблиця 1

**Вміст обмінної фракції важких металів у зразках верхнього шару ґрунту досліджуваних територій**

Вміст металів, мг/кг Територія дослідження	Pb		Cd		Cr		Ni		Co	
	Me	SD <sub>Me</sub>	Me	SD <sub>Me</sub>	Me	SD <sub>Me</sub>	Me	SD <sub>Me</sub>	Me	SD <sub>Me</sub>
Канівський природний заповідник (Черкаська обл.)	<0,19	–	<0,002	–	0,07	0,03	0,08	0,07	0,05	0,04
НПП «Голосіївський» (м. Київ)	0,27	0,09	<0,003	–	0,12	0,02	0,10	0,06	0,11	0,06
Район впливу Трипільської ТЕС (Київська обл.)	0,34	0,05	0,03	0,00	0,17	0,14	0,30	0,05	0,25	0,01

Відмінності ґрунтів досліджених районів за вмістом кислоторозчинної фракції важких металів виявилися статистично незначимими й відповідали величині регіонального кларку, характерного для Лісостепової зони України (Фатєєв, 2003). Перевищення нормативних показників ГДК для орних ґрунтів не виявлено. Проте,

аналіз обмінної фракції важких металів показав, що її вміст у ґрунтах Канівського природного заповідника є найнижчим. Ґрунти НПП «Голосіївський» характеризувалися підвищеним вмістом Pb, а в районі впливу Трипільської ТЕС вміст рухомих форм усіх досліджених важких металів у ґрунтах значно (у 3–5 разів,  $p < 0,05$ ) перевищував рівні, що були характерні для території природного заповідника. Таким чином, можна стверджувати, що спостерігається послідовне збільшення в ґрунтах частки біологічно доступної фракції досліджених важких металів: Канівський природний заповідник < НПП «Голосіївський» < район впливу Трипільської ТЕС. Збільшення вмісту обмінної фракції важких металів у ґрунтах останніх двох районів скоріше за все зумовлено процесами атмосферного переносу та випадіння забруднювачів (наявність великого мегаполісу поряд із НПП «Голосіївський» та потужної Трипільської теплоелектростанції). Слід зазначити, що в жодному випадку не було виявлено перевищення нормативних величин ГДК важких металів для орних ґрунтів, що може бути інтерпретовано з боку діючого природоохоронного законодавства як цілком задовільну екологічну ситуацію в усіх досліджуваних районах.

Подібні результати забруднення важкими металами ґрунтів прилеглої території до Трипільської ТЕС отримані іншими дослідниками (Красовський та ін., 2005). Модельні розрахунки показують, що завдяки нерівномірності розсіювання газодимових викидів станції, у південно-східному напрямку випадає щорічно 26,3–36,0 т/км<sup>2</sup> техногенного пилу. Завдяки цьому ґрунти збагачуються сполуками Cd, Pb, Cr. Отже, можна стверджувати, що район навколо Трипільської ТЕС за вмістом важких металів (Pb, Cd, Cr, Ni, Co) є техногенно забрудненою територією. Територія НПП «Голосіївський» характеризується дещо підвищеним вмістом рухливих форм досліджених важких металів, особливо Pb.

У НПП «Голосіївський» зафіксоване послідовне зростання щільності популяції жовтогорлої миші протягом різних сезонів року: навесні – 5 ос./га, влітку – 6 ос./га, восени – 8 ос./га. У Канівському природному заповіднику та в районі впливу Трипільської ТЕС найвища щільність складає влітку (відповідно 17 ос./га та 12 ос./га). Значення щільності навесні та восени є мінімальними: у Канівському заповіднику – 5 ос./га та 8 ос./га; на території поруч із Трипільською ТЕС – 6 ос./га та 7 ос./га. Таким чином, максимальна щільність на найбільш забрудненій території, що прилягає до потужної теплоелектростанції, відмічена навесні, тоді як мінімальна щільність спостерігається восени.

Аналізуючи вміст важких металів у печінці жовтогорлої миші на досліджуваних територіях, було виявлено незначне зростання вмісту Cu, Zn, Cr та Mn в районі впливу Трипільської ТЕС. Так, вміст Cu та Cr у печінці на 17 % більший на забрудненій території, ніж на заповідній території; вміст Zn та Mn – на 22 %. Отже, у печінці жовтогорлої миші з популяції в районі впливу Трипільської ТЕС накопичуються важкі метали, що, ймовірно, може спричинювати фізіологічні порушення в організмі.

У Канівському природному заповіднику було зафіксовано відношення самців та самок навесні 33 % та 67 %; влітку – 60 % та 40 %; восени – 2 % та 98 %. У НПП «Голосіївський»: навесні самців виявлено 17 %, самок – 83 %; влітку – 57 % та 43 % відповідно; восени – 24 % та 76 %. На території поблизу Трипільської ТЕС навесні було зареєстровано самців 43 %, самок – 57 %; влітку – 50 % самців та 50 % самок; восени – 3 % самців та 97 % самок. Таким чином, простежується тенденція, що на досліджуваних територіях восени та навесні істотно домінували самки, тоді як влітку на заповідній території та в Голосіївському парку домінували самці. Відмічено однакове відношення статей (1:1) тільки в районі впливу Трипільської ТЕС влітку 2012 року.

Одним із найбільш чітких показників прямої дії важких металів виступають морфологічні показники в організмі. Аналіз морфологічних параметрів обох статей популяції жовтогорлої миші з досліджуваних територій, які

характеризуються різним ступенем хімічного забруднення ґрунтового покриву, показав суттєві відмінності ( $p < 0,05$ ) (табл. 2).

Таблиця 2

Сезонні зміни морфологічних параметрів жовтогорлої миші

Параметри	Стать	Канівський природний заповідник		НПП «Голосівський»		Район впливу Трипільської ТЕС	
		Me	SD <sub>Me</sub>	Me	SD <sub>Me</sub>	Me	SD <sub>Me</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
ВЕСНА 2012 року							
Індекс вгодованості	♂♂	0,38	0,01	0,40	0,01	0,45*	0,01
	♀♀	0,32	0,01	0,40	0,01	0,40*	0,01
Індекс печінки, ‰	♂♂	67,4	1,2	68,7	1,6	65,6	1,1
	♀♀	78,7	2,4	84,0	2,2	71,7	2,0
Індекс нирки, ‰	♂♂	13,6	0,3	17,7*	0,5	14,8	0,3
	♀♀	16,5	0,5	16,1	0,3	14,5	0,4
Індекс наднирковика, ‰	♂♂	1,1	0,1	1,4	0,1	1,2	0,1
	♀♀	1,1	0,1	0,9	0,1	1,0	0,1
Гепатосупраренальний коефіцієнт	♂♂	67,1*	2,5	47,7	1,6	49,1	1,8
	♀♀	68,7	2,4	100,0*	3,3	71,8	2,4
Індекс легені, ‰	♂♂	10,6	0,2	11,3	0,2	9,7	0,2
	♀♀	11,3	0,2	12,4	0,3	11,1	0,2
Індекс серця, ‰	♂♂	7,0	0,1	8,6	0,2	7,4	0,1
	♀♀	8,1*	0,2	6,8	0,2	6,8	0,2
ЛІТО 2012 року							
Індекс вгодованості	♂♂	0,38	0,01	0,33	0,02	0,36	0,01
	♀♀	0,29	0,01	0,29	0,01	0,30	0,01
Індекс печінки, ‰	♂♂	70,2*	1,1	64,8	0,9	58,1	0,9
	♀♀	66,1	1,4	62,9	0,6	64,2	0,8
Індекс нирки, ‰	♂♂	18,0	0,4	13,7*	0,2	16,8	0,3
	♀♀	17,0	0,4	14,5	0,3	17,4	0,5
Індекс наднирковика, ‰	♂♂	1,3	0,1	1,9	0,1	1,1	0,1
	♀♀	1,3	0,1	1,5	0,1	1,0	0,1
Гепатосупраренальний коефіцієнт	♂♂	42,5	1,5	33,1*	1,2	56,0*	2,3
	♀♀	49,5	1,6	40,7	1,4	48,5	2,1
Індекс легені, ‰	♂♂	11,6	0,3	10,0	0,2	9,1	0,2
	♀♀	11,0	0,3	11,5	0,3	9,2	0,2
Індекс серця, ‰	♂♂	6,6*	0,1	6,8	0,1	5,9	0,1
	♀♀	7,0	0,1	6,7	0,1	7,1	0,2
ОСІНЬ 2012 року							
Індекс вгодованості	♂♂	0,38	0,01	0,33	0,01	0,36	0,01
	♀♀	0,35*	0,02	0,31	0,01	0,23	0,01
Індекс печінки, ‰	♂♂	54,9	1,5	54,3	1,6	76,7*	2,7
	♀♀	61,0	2,4	60,0	2,3	67,0*	2,6
Індекс нирки, ‰	♂♂	12,7	0,4	13,7	0,6	16,4*	0,8
	♀♀	15,6	0,6	13,8	0,4	17,8	0,9

1	2	3	4	5	6	7	8
Індекс наднирковика, ‰	♂♂	1,2	0,1	1,3	0,1	1,6	0,1
	♀♀	0,9	0,1	1,0	0,1	1,0	0,1
Гепатосупраренальний коефіцієнт	♂♂	47,8	2,1	44,1	1,9	44,4	1,1
	♀♀	67,9	2,5	50,0*	1,9	64,7	1,4
Індекс легені, ‰	♂♂	10,1	0,2	10,4	0,4	12,0	0,5
	♀♀	11,3	0,3	12,0	0,4	12,8	0,5
Індекс серця, ‰	♂♂	6,2	0,1	7,3	0,3	6,8	0,2
	♀♀	7,1	0,2	7,9	0,3	8,4	0,4

**Примітка.** ♂♂ – самці; ♀♀ – самки; \* – статистично значимі відмінності ( $p < 0,05$ ).

Вгодованість (відношення маси тіла до його довжини) є інтегральним показником фізіологічного стану організму, що свідчить про благополуччя в популяції. Порівняння природних популяцій мишей за цим параметром виявило достовірно вірогідне зменшення відносної маси тіла самиць восени в районі впливу Трипільської ТЕС (забруднена територія) з 0,35 до 0,23 порівняно із заповідною територією. За літературними даними інших дослідників відомо, що високим коефіцієнтом вгодованості вважають показник вище 0,3 (Saldiva, Bohm, 2003). У наших дослідженнях простежується тенденція до зниження вгодованості на забрудненій території: у самців влітку та восени; у самиць – тільки восени. Напротивагу, навесні вгодованість та відносна маса тіла зростає у мишей обох статей (майже в півтори рази), що, ймовірно, пов'язане із необхідністю у поповненні жирових запасів після зимівлі внаслідок інтенсивного метаболізму в організмі.

Для оцінки адаптивної відповіді популяції у фазі інтеграції фізіологічних змін особин деякі дослідники застосовують гепатосупраренальний коефіцієнт (ГСК). Він свідчить про рівень стійкості гризунів до екстремальних умов (Гашев, 2005). Зареєстровано зниження ГСК восени у самців (з 48 до 44) та самиць (з 68 до 65); влітку – в самиць (з 50 до 49); навесні у самців відбувається достовірно вірогідне зменшення з 68 до 49 на забрудненій території. Зменшення цього коефіцієнта свідчить про знижену здатність популяції мишей пристосуватися до несприятливих умов існування (Lidicker, 1973). Відомо, що зниження індексу вгодованості та гепатосупраренального коефіцієнта пов'язане зі збільшенням енергетичних витрат тварин за умов надлишку важких металів у довкіллі (Байтмирова, 2008) та свідчить про погіршення загального фізіологічного стану організму.

Виявлено статистично значиме збільшення індексу печінки у тварин в районі впливу Трипільської ТЕС (у самців з 55 ‰ із заповідних територій до 77 ‰ на забрудненій території; у самок – з 61 ‰ до 67 ‰). Крім того, восени в особин обох статей зростають індекси нирок (у самців – з 13 ‰ до 16 ‰; у самок – з 16 ‰ до 18 ‰), наднирників (у самців – з 1,2 ‰ до 1,6 ‰; у самок – з 0,9 ‰ до 1 ‰), легень (у самців – з 10 ‰ до 12 ‰; у самок – з 11 ‰ до 13 ‰) та серця (у самців – з 6 ‰ до 7 ‰; у самок – з 7 ‰ до 8 ‰). Деякі дослідники пояснюють, що одночасне збільшення зазначених морфологічних індикаторів з техногенно забруднених районів важкими металами відображує процеси інтенсифікації метаболізму (Байтмирова, 2008; Земляной, 2001). У свою чергу, зростання інтенсивності метаболічних процесів під впливом важких металів є наслідком активізації системи адаптивних пристосувань організму та підвищення ролі органів, які відповідають за виведення із організму токсичних речовин. Інтенсивність процесів виведення буде безпосередньо залежати від розмірів органів виділення та детоксикації (нирки, печінки), а також від об'єму і інтенсивності кровообігу (серця, легень) (Григорьев,

2007). Незначне зростання індексу наднирників в районі впливу Трипільської ТЕС демонструє, що у стресовій ситуації зростає напруженість регуляторних процесів в організмі.

Навесні та влітку індекс печінки у гризунів незначно зменшується (крім самців, у яких зменшення цього індексу вірогідно достовірне влітку, з 70 % із заповідних територій до 58 % у районі впливу Трипільської ТЕС). Індекси нирки, наднирників та серця у самців навесні зростають, влітку – незначно зменшуються. У самок, навпаки, зафіксоване зменшення індексів нирки, наднирників, серця навесні, влітку – індекс наднирників також зменшується, тоді як індекси нирки та серця зростають. Отримані весняні та літні результати щодо мінливості морфофізіологічних індикаторів гризунів в залежності від їх статті співпадають з даними інших дослідників, які пов'язують зафіксовані тенденції із активністю особин у період розмноження, інтенсифікацією репродуктивного процесу (Байтмирова, 2008; Шварц, 1968; Saldiva, 2002). Індекс легень у тварин зменшується навесні та влітку.

## ВИСНОВКИ

Морфофізіологічні параметри жовтогорлої миші на дослідженій території характеризуються вираженою сезонною динамікою. В районі впливу Трипільської ТЕС виявлено підвищений вміст у ґрунтах рухомих форм Pb, Cd, Cr, Ni та Co на відміну від Канівського природного заповідника, що може свідчити про техногенне забруднення даної території. В осінній період морфофізіологічні параметри гризунів в умовах забруднення характеризуються зниженням індексу вгодованості та гепатосупраренального коефіцієнта та збільшенням індексів печінки, нирок, наднирників, легень, серця, що може свідчити про інтенсифікацію метаболізму з ознаками виснаження організму. Отже, забруднення ґрунтового покриву важкими металами призводить до розвитку ознак еколого-фізіологічного стресу в організмі тварин, місце мешкання яких пов'язано з едафотопом.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

**Байтмирова Е. А.** Эколого-физиологические особенности репродуктивной функции самок рыжей полевки на территориях природных биогеохимических провинций: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.16 «Экология» / Е. А. Байтмирова. – Пермь, 2008. – 25 с.

Baytimirova, E. A., 2008, “Ecological-physiological features of reproductive function of females of the bank vole on territories of natural biogeochemical provinces”: the dissertation abstract on competition of a scientific degree of cand. biol. sci.: special 03.00.16 «Ecology», Perm, 2008, 25 p.

**Безкоровайний О. І.** Екологічний паспорт Київської області / упорядн. О. І. Безкоровайний. – Офіц. вид. – К. : Мін. екол. та прир. ресурсів України, 2011. – 93 с.

Bezkorovaynyy, O. I., 2011, “Ecological passport of Kyiv region”, Official publication, Kiev, Ministry of ecology and natural resources of Ukraine, 93 p.

**Гашев С. Н.** Методика комплексной оценки состояния сообществ и популяций доминирующих видов или видов-индикаторов мелких млекопитающих, амфибий и рыб / С. Н. Гашев, Н. А. Сазонова, А. Г. Селюков и др. – Тюмень : ТюмГУ, 2005. – 94 с.

Gashev, S. N., Sazonova, N. A., 2005, “Technique of a complex assessment of a condition of communities and populations of dominating species or species-indicators of small mammals, amphibians and fishes”, Tyumen, TyumSU, 94 p.

**Григорьев С. Е.** Фауна и экология мелких млекопитающих нижнего течения реки Яна и прилегающих территорий в условиях антропогенного воздействия: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.08 «Зоология» / С. Е. Григорьев. – Якутск, 2007. – 20 с.

Grigoriev, S. E., 2007, “Fauna and ecology of small mammals of the bottom watercourse Yana and adjacent territories under conditions of anthropogenic influence”: the dissertation abstract on competition of a scientific degree of cand. biol. sci.: special 03.00.08 «Zoology», Yakutsk, 2007, 20 p.



- Земляной А. А.** Влияние загрязнения воздушного бассейна ПО «Азот» на численность и морфофизиологические индикаторы грызунов / А. А. Земляной, М. Ю. Суворкин, А. А. Рева // Ученые записки ТНУ им. В. И. Вернадского. Серия Биологии. – 2001. – Т. 14, № 2. – С. 72-75.
- Zemlyanoy, A. A., Suvorkin, M. Y., 2001, "Influence of pollution of air pool PA «Nitrogen» on the number and morphological-physiological indicators of rodents", *Scientific notes of TNU of V. I. Vernadsky*, Biology Series, 14, no. 2, pp. 72–75.
- Красовський Г. Я.** Синтез картографічних моделей забруднення земель техногенним пилом з використанням космічних знімків / Г. Я. Красовський, О. М. Трофимчук, Д. Л. Крета та ін. // Екологія і ресурси. – 2005. – Вип. 12. – С. 37-55.
- Krasovsky, G. Y., Trofimchuk, O. M., 2005, "Synthesis of cartographical models of soil pollutions by a technogenic dust with use of space photos", *Ecology and Resource*, 12, pp. 37–55.
- Курляндский Б. А.** Общая токсикология / Б. А. Курляндский, В. А. Филов. – М. : Медицина, 2002. – 606 с.
- Kurlyandsky, B. A., Filov, V. A., 2002, "General toxicology", Moscow, Medicine, 606 p.
- Минеев В. Г.** Практикум по агрохимии / В. Г. Минеев, В. Г. Сычев, О. А. Амелянчик и др. – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
- Mineev, V. G., Sychev, V. G., 2001, "Practical work till an agrochemistry", Moscow, Publishing house MSU, 689 p.
- Сагет Ю. Е.** Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Сагет, Б. А. Ревич, Е. П. Янин. – М. : Недра, 1990. – 335 с.
- Sayet, Y. E., Revich, B. A., 1990, "Environment geochemistry", Moscow, Nedra, 335 p.
- Фатєєв А. І.** Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / А. І. Фатєєв, Я. В. Пашенко. – Х. : ННЦ, 2003. – 118 с.
- Fateyev, A. I., Pashchenko, Y. V., 2003, "The background maintenance of microelements in soils of Ukraine", Kiev, ESC, 118 p.
- Шварц С. С.** Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных / С. С. Шварц, В. С. Смирнов, Л. Н. Добровольский. – Свердловск, 1968. – 388 с.
- Schwarz, S. S., Smirnov, V. S., 1968, "Method of morphological-physiological indicators in ecology of land vertebrata", Sverdlovsk, 388 p.
- Lidicker, W. Z., 1973**, "Regulation of numbers in an Island population of California Vole, a problem in Community Dynamics", 43, no. 3, pp. 271–302.
- Saldiva, P. H. N., Bohm, G. M., 2002**, "Animal indicators of adverse effects associated with air pollution", *Ecosystem Health*, 4, no. 4, pp. 230–235.
- Wood, J. M., 1977**, "Impact of metals on the biosphere", *Global chemical cycles and their alterations by man*, Berlin, Dahlem Konferenzen, pp. 137–153.

Рекомендує до друку  
чл.-к. НАНУ, д-р біол. наук І. Г. Ємельянов

Надійшла до редколегії 25.12.12