

## МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ПОПУЛЯЦІЙ ЖОВТОГОРЛОЇ МИШІ (*APODEMUS FLAVICOLLIS* MELCHIOR, 1834) ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ ЯК КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

С.В. Задира, Д.В. Лукашов

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**MORPHOLOGICAL-PHYSIOLOGICAL INDEXES OF POPULATIONS OF YELLOW-NECKED MOUSE (*APODEMUS FLAVICOLLIS* MELCHIOR, 1834) OF RESERVED TERRITORIES AS CRITERION OF IMPACT ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC POLLUTION OF SOIL BY HEAVY METALS.** Zadyra S.V., Lukashev D.V. - *Nature Reserves in Ukraine*. 2012. 18 (1-2): 96-99. - On distance of 500 m to the South-West from Tripolska TES the raised content in soils of mobile forms Pb, Cd, Cr, Ni and Co is revealed that is considerably (3-5 times) exceeds levels, which are likely for territory of Kaniv natural reserve. It is established that for the population of the yellow-necked mouse which lives in the reserved territory, the decrease in the relative sizes of kidneys and liver is common. At the same time fatness increases comparatively to animals spreading under pollution conditions. The assumption is come out that the registered morphological-physiological differences testify about presence of generalized changes in an organism of the mice as a result of processes of metabolism intensification with exhausting features under pollution conditions.

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

**МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ПОПУЛЯЦІЙ ЖОВТОГОРЛОЇ МИШІ (*APODEMUS FLAVICOLLIS* MELCHIOR, 1834) ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ ЯК КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ.** Задира С.В., Лукашов Д.В. - *Заповідна справа в Україні*. 2012. 18 (1-2): 96-99. - На відстані 500 м на південний схід від Трипільської ТЕС виявлено підвищений вміст у ґрунтах рухомих форм Pb, Cd, Cr, Ni та Co, що значно (у 3-5 разів) перевищує рівні, характерні для території Канівського природного заповідника. Встановлено, що для популяції жовтогорлої миші, яка мешкає на заповідній території, є характерним зменшення відносних розмірів нирок та печінки. У той же час вживаність зростає порівняно з тваринами в умовах забруднення. Висловлюється припущення, що зареєстровані морфофізіологічні відмінності свідчать про генералізовані зміни в організмі мишей внаслідок процесів інтенсифікації метаболізму з ознаками виснаження в умовах забруднення.

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

**МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОПУЛЯЦИЙ ЖЕЛТОГОРЛОЙ МЫШИ (*APODEMUS FLAVICOLLIS* MELCHIOR, 1834) ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ.** Задыра С.В., Лукашев Д.В. - *Заповідна справа в Україні*. 2012. 18 (1-2): 96-99. - На расстоянии 500 м к юго-востоку от Трипольской ТЭС обнаружено повышенное содержание в почвах подвижных форм Pb, Cd, Cr, Ni и Co, что значительно (в 3-5 раз) превышает уровни, характерные для территории Каневского природного заповедника. Установлено, что для популяции желтогорлой мыши, которая проживает на заповедной территории, характерно уменьшение относительных размеров почек и печени. В то же время упитанность увеличивается по сравнению с животными в условиях загрязнения. Высказывается предположение, что зарегистрированные морфофизиологические отличия свидетельствуют о наличии генерализованных изменений в организме мышей в результате процессов интенсификации метаболизма с признаками истощения в условиях загрязнения.

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

Важкі метали характеризуються різною токсичною дією щодо живих організмів. Шкідливий вплив важких металів дедалі відчутніше ускладнює функціонування природних систем (Удод та ін., 2005). Важкі метали та їх сполуки здатні накопичуватися в тканинах та органах живих істот, викликаючи ряд захворювань. Надлишок або нестача певних хімічних елементів порушує збалансованість метаболічних процесів в організмі, що, в свою чергу, викликає різноманітні зміни в ендокринній, імунній, репродуктивній системах і може призвести до виникнення ряду патологій та скорочення тривалості життя (Байтимирова, 2008). Проте, людина не є індикаторним об'єктом щодо негативного впливу важких металів. На сьогоднішній день важливо знайти більш чутливий тест-об'єкт серед живих організмів. Більшість експериментальних досліджень із застосуванням гризунів проводяться в лабораторних умовах. Проте ці умови не відбива-

ють реальну дійсність стану довкілля і значно відрізняються від природних умов існування.

Незважаючи на численні публікації, які присвячені опису морфофізіологічних особливостей тварин на техногенно забруднених територіях (Wood, 1977; Земляной и др., 2001; Григорьев, 2007), на сьогоднішній день недостатньо вивчені механізми адаптації організмів до умов техногенних та природних геохімічних аномалій. Заповідні території являють собою природні резервати, в яких мінімізовано вплив діяльності людини. Природні популяції тварин охоронних територій можуть відображати природні процеси, які властиві непорушеним ландшафтам. Тому морфофізіологічні особливості мишоподібних гризунів з таких осередків можна використовувати для порівняльної оцінки наслідків впливу антропогенного забруднення довкілля. У представленій роботі використано природні популяції жовтогорлої миші (*Apode-*

*mus flavicollis* Melchior, 1834) Канівського природного заповідника та Голосіївського національного природного парку як еталонні з метою виявлення наслідків антропогенного забруднення довкілля викидами однієї з найпотужніших теплових електростанцій України – Трипільської ТЕС.

### Матеріал і методи

Для порівняльного аналізу було обрано три райони дослідження 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 Голосіївського НПП (м. Київ, Україна), незважаючи на подібність фітоценотичної структури 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 р-н, Київська область), де розташована невелика грабова посадка, впритул прилягають до південно-східного краю проммайданчика теплоелектростанції (приблизно 500 м), потрапляючи під факел розсіювання теплоелектростанції, що переважно працює на вугіллі (Красовський та ін., 2005).

Як маркери еколого-фізіологічного стану популяції було обрано морфофізіологічні параметри організму мишей – відношення маси до довжини тіла (індекс вгодності), індекси печінки, індекс нирки та наднирників, індекс легень, серця та гепатосупраренальний коефіцієнт (відношення індексу печінки до індексу наднирників), які дають змогу оцінити загальний фізіологічний стан та інтенсивність процесів метаболізму тварин (Шварц і др., 1968; Lidicker, 1973). Величину індексів виражали у відсотках (%).

Матеріалом слугували результати контрольних відловів на обраних ділянках, що було проведено згідно загальноприйнятих методик восени 2011 р. (Методика комплексної оцінки..., 2005). Загальна кількість проаналізованих особин становить 86 екз. (з них з Канівського природного заповідника – 35 екз.; Голосіївського НПП – 23 екз.; району впливу Трипільської ТЕС – 28 екз.). Збір матеріалу проводили на спеціально обраних обліку-

вих ділянках площею 3025 м<sup>2</sup> (загальна площа становила 3,63 га) для оцінки щільності розподілу особин. Аналіз морфофізіологічних характеристик здійснювали відповідно методу морфофізіологічних індикаторів (Шварц і др., 1968) та його модифікацій (Lidicker, 1973).

Вміст важких металів у верхньому 5-см шарі ґрунту визначали за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометру 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 шляхом екстракції ацетатно-аміачним буфером (рН 4,8) згідно стандартних методик (Практикум по агрохімії, 2001). Вміст металів у зразках розраховували у мг/кг маси повітряно-сухого ґрунту.

У зв'язку з невідповідністю нормальному розподілу деяких вибірових варіативних рядів, середні величини морфофізіологічних параметрів та значення вмісту 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 5.5.

### Результати та їх обговорення

Сполуки важких металів, які випадають на земну поверхню разом з атмо сферними опадами, накопичуються у ґрунтовій товщі, особливо у верхніх гумусових горизонтах, і повільно видаляються під час визоловання, ерозії та вилучення рослинами. Період напіввидалення важких металів із забруднених ґрунтів є довготривалим і значно варіює для різних елементів. Для кадмію він становить від 13 до 110 років, свинцю 770–5900 років (Wood, 1977). Можна припустити, що за таких умов при наявності постійного джерела забруднення атмосферного повітря відбудеться збільшення вмісту важких металів у верхньому шарі ґрунту, що може слугувати показником забруднення дослідженої території (Саєт і др., 1990). Дослідження вмісту важких металів у зразках ґрунту показало чіткі відмінності обраних районів за таким показником (табл. 1).

Таблиця 1.

Відмінності вмісту важких металів у зразках верхнього шару ґрунту досліджуваних територій

Вміст металів, мг/кг	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>
<b>Кислоторозчинна фракція металів (1н HNO<sub>3</sub>)</b>										
Канівський природний заповідник	11,1	5,4	<0,002	–	7,0	2,2	3,0	1,2	2,6	1,0
Голосіївський НПП (м. Київ)	6,2	1,7	<0,002	–	4,9	0,5	1,5	0,5	1,4	0,3
Район впливу Трипільської ТЕС	10,1	2,7	0,08	0,08	8,3	1,6	8,4	1,5	2,7	0,5
Регіональний кларк металу для ґрунтів лісо-степу України (Фатеев, Пашенко, 2003)	8-15	–	–	–	10-100	–	10-80	–	8-40	–
<b>Обмінна частка, екстрагована ацетатно-аміачним буфером (рН 4,8)</b>										
Канівський природний заповідник	<0,19	–	<0,002	–	0,07	0,03	0,08	0,07	0,05	0,04
Голосіївський НПП (м. Київ)	0,27	0,09	<0,003	–	0,12	0,02	0,10	0,06	0,11	0,06
Район впливу Трипільської ТЕС	0,34	0,05	0,03	0,00	0,17	0,14	0,30	0,05	0,25	0,01
ГДК (СанПіН 3210-85)	–	–	–	–	6,0	–	4,0	–	5,0	–

Таблиця 2.  
Середні величини морфофізіологічних параметрів жовтогорлої миші

Параметри	Канівський природний заповідник		Голосіївський НПП (м.Київ)		Район впливу Трипільської ТЕС	
	Me	SD <sub>Me</sub>	Me	SD <sub>Me</sub>	Me	SD <sub>Me</sub>
Індекс вгодованості	0,35	0,04	0,30	0,03	0,23	0,03
Індекс печінки, ‰	5,8	0,3	6,9	0,4	7,2	0,4
Індекс нирки, ‰	1,4	0,3	1,6	0,1	1,8	0,2
Індекс наднирковика, ‰	0,10	0,03	0,12	0,03	0,09	0,02
Гепатосупраренальний коефіцієнт	79,3	7,9	60,3	6,0	78,6	8,1
Індекс легені, ‰	1,0	0,2	1,1	0,1	1,2	0,1
Індекс серця, ‰	0,7	0,1	0,8	0,1	0,9	0,1

Відмінності ґрунтів досліджених районів за вмістом кислоторозчинної фракції важких металів виявилися статистично незначимими і відповідали величині регіонального кларку, характерного для Лісостепової зони України (Фатєєв, Пащенко, 2003). Проте, аналіз обмінної фракції важких металів показав, що її вміст у ґрунтах Канівського природного заповідника є найнижчим. Ґрунти Голосіївського НПП характеризувалися підвищеним вмістом Рb. А в районі впливу Трипільської ТЕС вміст рухомих форм всіх важких металів у ґрунтах значно (у 3–5 разів) перевищував рівні, що були характерні для території природного заповідника. Таким чином, можна стверджувати, що спостерігається збільшення в ґрунтах біологічно доступної частки досліджених важких металів у ряді: Канівський природний заповідник < Голосіївський НПП < 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 з Національним природним парком та потужної теплоелектростанції в районі впливу Трипільської ТЕС). Слід зазначити, що у жодному випадку не було виявлено перевищення рівнів ГДК важких металів для орних ґрунтів, що може бути інтерпретовано з боку діючого природоохоронного законодавства як цілком задовільна екологічна ситуація у досліджуваних районах.

Подібні результати забруднення важкими металами ґрунтів прилеглої території до Трипільської ТЕС отримані Г.Я. Красовським зі співавторами (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. Таким чином, можна стверджувати, що район навколо Трипільської ТЕС за вмістом важких металів (Pb, Cd, Cr, Ni, Co) є техногенно забрудненою територією. Територія Голосіївського НПП характеризується дещо підвищеним вмістом рухомих форм досліджених важких металів, особливо – Рb.

У Канівському природному заповіднику зафіксована найвища щільність популяції жовтогорлої миші, що в середньому становила 29 ос./га; у Голосіївському НПП

– 19 ос./га; в районі навколо Трипільської ТЕС – 23 ос./га. Таким чином, щільність на заповідній території (тобто, у Канівському природному заповіднику) більша в 1,3 рази за відповідну щільність у районі впливу Трипільської ТЕС (найбільш забрудненій території).

Аналіз морфофізіологічних параметрів організму жовтогорлої миші з досліджуваних територій, які характеризуються різним ступенем хімічного забруднення ґрунтового покриття, показав істотні відмінності (табл. 2).

Вгодованість (відношення маси тіла до його довжини) є інтегральним показником фізіологічного стану організму.

Порівняння угруповань нориць за цим показником виявило значне зростання відносної маси тіла на заповідній території (район найменш антропогенного забруднення важкими металами) з 0,23 до 0,35. Відомо, що для звичайної нориці високим коефіцієнтом вгодованості вважають показник вище 0,3 (Яковлев, Бабич, 2004). За літературними джерелами відомо, що зниження індексу вгодованості пов'язане зі збільшенням енергетичних витрат тварин за умов надлишку важких металів у довкіллі (Байтмирова, 2008). У наших дослідженнях останнє явище чітко простежується в районі впливу Трипільської ТЕС.

Виявлено статистично значиме збільшення індексу печінки з 5,8 ‰ у тварин з заповідних територій до 7,2 ‰ у особин в районі впливу Трипільської ТЕС. Крім того зростають індекси нирок (у 0,8 разів), легень (у 0,8 разів), серця (у 0,8 разів) порівняно із тваринами Канівського природного заповідника. Одночасно виявлено у грабовій посадці Трипільського району незначне зниження індексу наднирників до 0,09 ‰ та гепатосупраренального коефіцієнту до 78,6. Тоді як для території Канівського природного заповідника гепатосупраренальний коефіцієнт для тварин відмічений найвищий – 79,3; індекс наднирників є незначно збільшеним (0,10 ‰). Для тварин з Голосіївського НПП гепатосупраренальний коефіцієнт характеризується найнижчим значенням – 60,3, що майже в 1,3 рази нижче за відповідний коефіцієнт, зареєстрований на заповідній території.

Можна припустити, що підвищені показники вгодованості у тварин на заповідній території свідчать про нормальний загальний фізіологічний стан організму. У той же час, тварини з районів хімічного забруднення характеризуються нижчими показниками вгодованості, що може свідчити про погіршення загального фізіологічного стану організму. За літературними даними, одночасне збільшення маси нирок, легень та серця у мишей з таких районів відображує процеси інтенсифікації метаболізму (Байтмирова, 2008; Григорьев, 2007). 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 залежати від розмірів органів виділення та детоксикації (нирки, печінки), а також об'єму і інтенсивності кровообігу (серця, легень) (Григор'єв, 2007). Незначне збільшення індексу наднирників у Канівському природному заповіднику демонструє, що у стресовій ситуації зростає напруженість регуляторних процесів в організмі.

Отже, зареєстровані показники морфофізіологічних параметрів організму жовтогорлої миші в умовах забруднення довкілля важкими металами можуть свідчити про генералізовані зміни внаслідок процесів інтенсифікації метаболізму з ознаками виснаження. Таким чином, перевищення рівнів ГДК для ґрунтів досліджуваних територій не встановлено, але зміни морфофізіологічних параметрів спостерігаються в організмі жовтогорлої миші. Проте перевищення рівнів ГДК не пов'язане із благополуччям організму тварин. Тому, можна зробити припущення, що важкі метали – є маркерами забруднення довкілля, а зміни морфофізіологічних параметрів – це яскраве підтвердження наявності еколого-фізіологічного стресу для організму в таких умовах.

### Висновки

Встановлено, що вміст обмінної фракції важких металів у ґрунтах Канівського природного заповідника є найнижчим. В районі впливу Трипільської ТЕС зафіксований підвищений вміст рухомих форм всіх важких металів у ґрунтах, що у 3-5 разів перевищує рівні, характерні для території природного заповідника. Показано, що у мишей на заповідній території індекс печінки та індекс нирок істотно зменшуються порівняно з тваринами з району впливу Трипільської ТЕС. Відмічено, значне зростання індексу вгодованості у мишей в Канівському природному заповіднику (з 0,23 в умовах забруднення до 0,35 у тварин природно-заповідних територій).

### Література

- Байтмирова Е.А. Эколого-физиологические особенности репродуктивной функции самок рыжей полевки на территориях природных биогеохимических провинций. - Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Пермь, 2008. - 25 с.
- Григор'єв С.Е. Фауна и экология мелких млекопитающих нижнего течения реки Яна и прилегающих территорий в условиях антропогенного воздействия. - Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Якутск, 2007. - 20 с.
- Земляной А.А., Суворкин М.Ю., Рева А.А. Влияние загрязнения воздушного бассейна по "Азот" на численность и морфофизиологические индикаторы грызунов // Уч. зап. ТНУ им. В.И. Вернадского (сер.: Биология). - 2001. - Т. 14, №2. - С. 72-75.
- Красовський Г.Я., Трофимчук О.М., Крета Д.Л. та ін. Синтез картографічних моделей забруднення земель техногенним пилом з використанням космічних знімків // Екологія і ресурси. - 2005. - Т. 12. - С. 37-55.
- Методика комплексной оценки состояния сообществ и популяций доминирующих видов или видов-индикаторов мелких млекопитающих, амфибий и рыб / Ред. И.С. Мухачев. - Тюмень: ТюмГУ, 2005. - 94 с.
- Практикум по агрохимии / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, О.А. Амеляничик и др. - М.: Из-во МГУ, 2001. - 689 с.
- Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. - М.: Недра, 1990. - 335 с.
- Удод В.М., Василенко Л.О., Юй Ц.Х. Екологічна оцінка забруднення довкілля важкими металами // Екологія і ресурси. - 2005. - Т. 12. - С. 95-99.
- Фатеев А.Г., Пашенко Я.В. Фоновый вміст мікроелементів у ґрунтах України. - Харків: ННЦ, 2003. - 118 с.
- Шварц С.С., Смирнов В.С., Добровольский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. - Свердловск, 1968. - 388 с.
- Яковлев А.А., Бабич Н.В. Мышевидные грызуны и меры борьбы с ними на сельскохозяйственных угодьях. - М-во сел. хоз-ва. - М.: Росинформгротех, 2004. - 49 с.
- Lidicker W.Z. Regulation of numbers in an Island population of California Vole, a problem in Community Dynamics // Ecological Monographs. - 1973. - V. 43, №3. - P. 271-302.
- Wood J.M. Impact of metals on the biosphere. - Global chemical cycles and their alterations by man. - Berlin: Dahlem Konferenzen, 1977. - P. 137-153.