

УДК 995.142+591.55:621.315.17

## УГРУПОВАННЯ ДОЩОВИХ ЧЕРВІВ (*OLIGOCHAETA*, *LUMBRICIDAE*) В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО СТРЕСУ

Крон А. А.<sup>1</sup>, Рошко В. Г.<sup>1</sup>, Власенко Р. П.<sup>2</sup>, Онищук І. П.<sup>2</sup>

*Угруповання дощових черв'яків (Oligochaeta, Lumbricidae) в умовах хронічного електромагнітного стресу. — А. А. Крон<sup>1</sup>, В. Г. Рошко<sup>1</sup>, Р. П. Власенко<sup>2</sup>, І. П. Онищук<sup>2</sup>. — Аналіз кількісного та якісного розподілу дощових черв'яків в зоні дії електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги виявив залежність між параметрами угруповань та напруженістю електромагнітного поля. Збільшення напруженості електромагнітного поля викликає закономірне зменшення чисельності особин, видового багатства і показників різноманіття угруповань лумбріцид.*

**Ключові слова:** лінії електропередач високої напруги, електромагнітне поле, хронічний електромагнітний стрес, дощові черви, індекси різноманіття.

**Адреса:** <sup>1</sup> – Ужгородський національний університет, вул. А.Волошина 32, м. Ужгород, 88000; e-mail: akron@bigmir.net; kafentom@univ.uzhgorod.ua; <sup>2</sup> – Житомирський державний університет ім. Івана Франка, вул. Пушкінська, 42, м. Житомир, 10002; e-mail: vlasenko\_r@mail.ru; irinashpin@gmail.com

*Communities of earthworms (Oligochaeta, Lumbricidae) under conditions of chronic electromagnetic stress. — A. Kron<sup>1</sup>, V. Roshko<sup>1</sup>, R. Vlasenko<sup>2</sup>, I. Onischuk<sup>2</sup>. — Analyzing quantitative and qualitative distribution of earthworms in the zone of high-voltage power transmission lines, a relation was discovered between community characteristics and the voltage level of electromagnetic field. With the growing voltage of electromagnetic field there appears a regular fall in the numbers of individuals, numbers of species and the biodiversity indices of micromammalia community.*

**Key words:** electrotransmission lines of high tension, electromagnetic field, chronic electromagnetic stress, small mammals, diversity indices.

**Address:** <sup>1</sup> – Uzhgorod National University, Voloshyn str.32, Uzhgorod, 88000, Ukraine, e-mail: akron@bigmir.net, kafentom@univ.uzhgorod.ua; <sup>2</sup> – Zhytomyr Ivan Franko State University, Pushkynska str. 42, Zhytomyr, 10002, e-mail: vlasenko\_r@mail.ru, irinashpin@gmail.com

### Вступ

Надійним критерієм стану середовища виступають параметри біорізноманіття живих організмів. В умовах антропоїзації природних екосистем порушуються якісний та кількісний склад первинних біологічних угруповань, що чітко відбивається не тільки на ефективності їх функціональності, але й на формальних числових показниках і характеристиках різноманіття [3, 8, 9, 10, 13]. З такої позиції можна об'єктивно підійти до оцінки впливу електромагнітного поля (ЕМП) повітряних ліній електропередач (ЛЕП) високої напруги на фауністичні угруповання різних таксономічних рангів, що зазнають хронічного електромагнітного стресу. Зазначений екологічний фактор антропоїчної природи, через широку мережу носіїв електричної енергії, покриває надзвичайно великі площі суходолу. А сучасні тенденції розвитку енергетики передбачають значне збільшення зони активної дії ЕМП на живі компоненти екосистем за рахунок зростання протяжності ЛЕП.

За умови фактичної недостатності та суперечливості наукових відомостей про характер і наслідки впливу ЕМП на біологічне різноманіття різних рівнів [1, 12], незаперечно важливим є розвиток досліджень у цьому напрямку. Завдання таких досліджень мають

зводитись, в першу чергу, до виявлення загального характеру впливу фактору на живі організми. Вони повинні дати чітку відповідь на головне питання: Яку дію виявляє ЕМП ЛЕП високої напруги – позитивну, негативну чи індіферентну?

В площині оцінки реакцій тваринних угруповань на хронічний електромагнітний стрес, ми вивчали особливості якісних та кількісних показників різноманіття дощових черв'яків (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) в зоні дії ЛЕП високої напруги. Вибір біологічного об'єкту був продиктований його доступністю (зустрічається практично в усіх природних і порушених екосистемах помірної зони Європи), зручністю для умов польового експерименту (малорухливий, чисельний, представлений невеликою кількістю видів). В нашому випадку, дощові черви можуть служити надійним показником якості впливу ЕМП ЛЕП високої напруги на тваринні угруповання, бо поряд з евритопією, вони не здатні здійснювати значних міграцій у відповідь на негативні дії того ж електромагнітного “забруднення”.

### Матеріали та методи дослідження

Вплив електромагнітного поля на угруповання дощових черв'яків (*Oligochaeta*: *Lumbricidae*) ми вивчали в умовах польового експерименту в зоні дії

ліній електропередач промислової частоти (50 Гц) з напругою 400 кВ в околицях с. Кінчеш Ужгородського району і 750 кВ – с. Ірлява Ужгородського району Закарпатської області.

Відбір проб здійснювався у весняно-осінній період 2007–2009 років за стандартною просторово-ділянковою схемою. Остання передбачала ґрунтові розкопки пробних ям об'ємом  $0,125\text{ м}^3$  ( $0,5 \times 0,5 \times 0,5$  м) на віддаль 0 м (безпосередньо під дротами), 50 м, 100 м, 150 м, 200 м від ЛЕП. Вказані віддалі підібрані нами довільно, але з урахуванням можливості аналізу впливу різної напруженості електромагнітного поля ліній електропередач на живі компоненти екосистем (чим менша віддаль до ЛЕП, тим вища напруженість ЕМП). Віддаль у 200 м від ЛЕП слугувала контролем, оскільки тут вже виявляються лише фонові значення електромагнітного поля. В якості дослідних ділянок виступали вторинні, слабо порушені ділянки суходільних лучних екосистем з однорідним мікрорельєфом і однорідною рослинністю. Ці умови дозволяють виділити електромагнітне поле як чітко виражений екологічний фактор, який постійно діє на досліджувані організми.

Для обліку дощових черв'яків застосовувався метод ґрунтових розкопок і ручного розбирання проб ґрунту [2, 5, 11, 14]. Загалом було відібрано 80 проб, з них 50 в зоні дії ЛЕП-750 кВ і 30 – в зоні дії ЛЕП-400 кВ. Було виявлено та проаналізовано 2361 екземплярів лумбріцид, що систематично відносяться до чотирьох родів: *Aporectodea*, *Lumbricus*, *Octodrilus* та *Dendrobaena*.

Статистична обробка матеріалу здійснювалась з використанням пакету прикладних статистичних програм STATISTICA 6.0, Microsoft Excel v. 9.0. Розрахунки показників біорізноманіття проводились із застосуванням індексів Шеннона (H), Сімпсона (D), вирівняності Пієлу [8].

### Результати та обговорення

Оцінка впливу ЕМП ЛЕП високої напруги на біологічні угруповання базується на адекватній реакції самих угруповань, що піддаються хронічній дії цього антропогенного фактору. Будь-які якісні чи кількісні зміни параметрів угруповань є звичайною адаптивною відповіддю живого комплексу на нетиповий вплив середовища. Тому, такі зміни ми намагалися виявити в угрупованнях дощових черв'яків, які зазнають тривалого впливу ЕМП, що значно перевищує природні фонові показники напруженості. Об'єктивне твердження може базуватись тільки на порівнянні параметрів угруповань лумбріцид в зоні дії всього спектру напруженості ЕМП – від фонових значень на контрольних ділянках, аж до найвищих, що виявляються безпосередньо під ЛЕП, в місці найнижчого провисання дротів. Наші дослідження зводились до аналізу показників видового багатства, загальної і видової чисельності та індексів різноманіття дощових черв'яків з ґрунтових проб, відібраних на стандартних віддальях від ЛЕП-400 і ЛЕП-750 кВ (0 м, 50 м, 100 м, 150 м, 200 м).

В умовах хронічного електромагнітного стресу, де фактором нетипової дії виступає ЕМП ЛЕП високої напруги, лумбріциди формують відносно стабільні угруповання в зонах з різною напруженістю зазначеного поля. В міру наближення до ЛЕП, напруженість електромагнітного поля зростає. І в залежності від ступеню толерантності місцевих видів по відношенню до цього фактора, здійснюється просторовий перерозподіл – якісний та кількісний. Результати наших досліджень вказують, що видовий склад і чисельність окремих видів на обраних нами стандартних віддальях від ЛЕП (зони з різною напруженістю ЕМП) обох дослідних ділянок, виявляють чітку тенденцію до стабільності. Тобто, адаптивні механізми забезпечують стійкість вторинних тваринних угруповань в антропогенно змінених екосистемах. Розбалансування первинних угруповань дощовиків лучних екосистем Закарпатської низовини під впливом ЕМП ЛЕП високої напруги, за умов тривалої одноманітної дії, завершується формуванням специфічних комплексів з відносно стабільними у часі показниками видового багатства і чисельності окремих видів (табл. 1). Відмінності у видовому складі дощових черв'яків із дослідних ділянок в зоні дії ЛЕП-400 кВ (5 видів) і ЛЕП-750 кВ (7 видів) пояснюються відмінністю цих ділянок у флористичному відношенні, гідрорежимом ґрунтів і географічною віддаленістю. В нашому випадку, важливим є не порівняння фаун, а аналіз і порівняння угруповань з різними віддальми в зоні впливу кожної окремої ЛЕП.

Кількісний аналіз ґрунтових лумбріцид виявив чітку закономірність їх розподілу на ділянках з різною напруженістю ЕМП. В міру наближення до ЛЕП, загальна чисельність черв'яків достовірно зменшується. Відповідно, їх щільність на одиницю площі також спадає із збільшенням інтенсивності дії досліджуваного фактору. Щільність особин в зоні дії ЕМП ЛЕП-400 кВ зростає від  $54,7$  екз./ $\text{м}^2$  (під дротами) до  $96,7$  екз./ $\text{м}^2$  у контролі. Така ж закономірність кількісного розподілу в просторі спостерігається і в зоні дії ЛЕП-750 кВ – від  $73,2$  екз./ $\text{м}^2$  до  $174$  екз./ $\text{м}^2$ , відповідно (рис. 1). Частка показників чисельності та щільності дощових черв'яків, облікованих в зоні дії найвищої напруженості ЕМП ЛЕП (під лінією) від зазначених показників контролю (200 м) становить  $46,6\%$  для ЛЕП-400 і  $42\%$  для ЛЕП-750.

До результатів обліків чисельності слід зауважити, що поряд із чисельністю окремих видів, в таблиці 1 приведені сумарні показники чисельності з урахуванням не ідентифікованих в процесі визначення мертвих особин.

Наші дослідження виявили, що збільшення напруженості ЕМП ЛЕП суттєво не впливає на видове багатство лумбріцид. Загалом, воно зменшується, але через невелику кількість видів в угрупованнях – незначно: від 4 видів до 3 видів в зоні дії

**Таблиця 1.** Розподіл дощових червів (Lumbricidae) в зоні дії ЕМП ЛЕП високої напруги

Об'єкти і параметри	Відстань (м)				
	0	50	100	150	200
	екз./м <sup>2</sup>	екз./м <sup>2</sup>	екз./м <sup>2</sup>	екз./м <sup>2</sup>	екз./м <sup>2</sup>
<b>ЛЕП 400 кВ</b>					
	<b>n=6</b>				
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826)	24	29,3	38	39,3	31,3
<i>Aporrectodea trapezoides</i> (Duguis, 1828)	2	1,3	5,3	7,33	7,3
<i>Aporrectodea longa</i> (Ude, 1885)	0	0	4,7	0	0
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny, 1826)	0	2	0	0	1,3
<i>Lumbricus rubellus</i> Hoffmeister, 1843	0	0	0	0	0
<i>Lumbricus castaneus</i> (Savigny, 1826)	0	0	0	0	0
<i>Octodrilus transpadanus</i> (Rosa, 1884)	11	15,3	9,3	21,3	24
<i>Dendrobaena octaedra</i> (Savigny, 1826)	0	0	0	0	0
Загальна кількість (N) (екз.)	75	124	146	161	145
Кількість видів (S)	3	4	4	3	4
Індекс Шеннона (H)	0,795	0,897	0,993	0,92	1,05
Вирівняність Пієлу (E)	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
Індекс Сімпсона (D)	1,94	2,09	2,08	2,25	2,54
<b>ЛЕП 750 кВ</b>					
	<b>n=10</b>				
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826)	31,2	60,4	66,4	78	62
<i>Aporrectodea trapezoides</i> (Duguis, 1828)	0,4	3,6	4	9,6	16
<i>Aporrectodea longa</i> (Ude, 1885)	0	0	0,4	0,8	0
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny, 1826)	0	0	0	0	0
<i>Lumbricus rubellus</i> Hoffmeister, 1843	0,4	0,4	2,8	0,4	4
<i>Lumbricus castaneus</i> (Savigny, 1826)	0	0,4	0	0	0
<i>Octodrilus transpadanus</i> (Rosa, 1884)	10	15,6	22,4	27,2	27,6
<i>Dendrobaena octaedra</i> (Savigny, 1826)	0	0	0	0	0,8
Загальна кількість (N) (екз.)	183	299	357	436	435
Кількість видів (S)	4	5	5	5	5
Індекс Шеннона (H)	0,65	0,73	0,85	0,87	1,11
Вирівняність Пієлу (E)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7
Індекс Сімпсона (D)	1,37	1,66	1,87	1,95	2,05

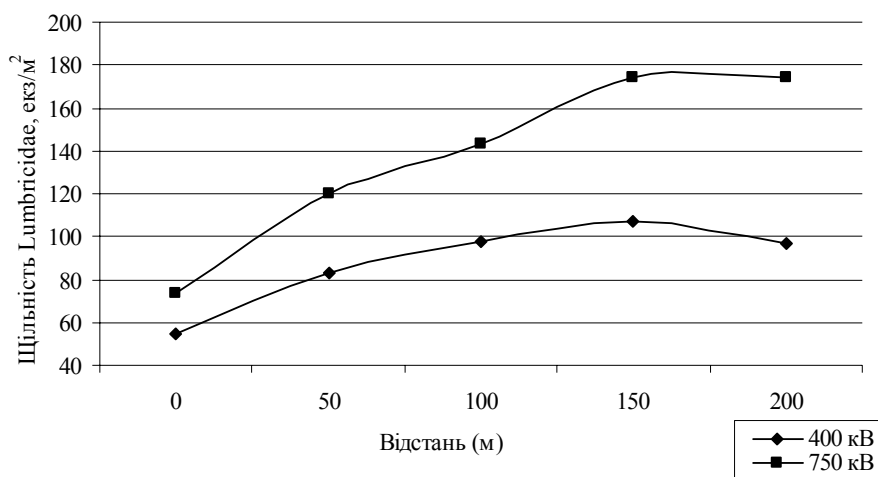


Рис. 1. Кількісний розподіл дощових червів (Lumbricidae) в зоні дії ЕМП ЛЕП високої напруги

ЛЕП-400 і від 5 видів до 4 видів в зоні дії ЛЕП-750 кВ. Це явище пояснюється не тільки високою загальною екологічною толерантністю видів-космополітів, представлених у зборах, а й екрануючим ефектом ґрунту, в товщі якого живуть дощові черви. Проте, сам факт впливу ЕМП на досліджуваних ґрунтових мешканців виявився незаперечним. Переконливим свідченням впливу ЕМП

ЛЕП на біорізноманіття виявився факт чіткого зменшення показника індексу різноманіття в умовах зростання напруженості ЕМП ЛЕП високої напруги. Індекс Шеннона (H) для дощових червів на різних віддалях від ЛЕП чітко корелює з напруженістю ЕМП. Так для ЛЕП-400, від 0 м до контролю H збільшується від 0,76 до 1,05 біт, при загальній високій вирівняності (E) – 0,7–0,8 на всіх

віддалях. Для ЛЕП-750, Н зростає від 0,65 до 1,11 біт, при показнику Е – 0,5–0,7 на всьому спектрі віддалей від ЛЕП. Наочним підтвердженням загальної реакції угруповань лумбріцид на вплив досліджуваного фактору виступає і індекс Сімпсона (D). Значення його змінюється в межах від 1,94 до 2,54 для ЛЕП-400, та від 1,37 до 2,05 для ЛЕП-750.

З позиції оцінки біорізноманіття, важливим критерієм стану угруповання виступає показник домінування. Погіршення умов існування викликає збільшення частки домінантних видів, що є свідченням зниження різноманіття та стійкості угруповання. Справедливість прямої залежності між ступенем трансформації середовища (негативного впливу фактору) і показниками стійкості угруповань, на основі їх кількісних параметрів [8], наочно простежується в нашому досліді. Частка домінантних видів закономірно зростає із збільшенням напруженості ЕМП. Для ЛЕП-400, частка домінантів зменшується від 94,5% на 0м, до 86,5% в контролі. Для ЛЕП-750 – від 98,1% на 0м до 81,0% в контролі. При порівнянні отриманих результатів з обох досліджуваних ЛЕП, зазначена закономірність чіткіше проявляється в умовах дії ЛЕП з напругою 750 кВ. Поряд з цим, абсолютна чисельність домінантних в умовах високої напруженості поля видів достовірно зменшується із наближенням до ЛЕП на обох дослідних ділянках.

Важливим показником адаптивної потенції угруповань дощових черв'як до хронічного електромагнітного стресу є індекс толерантності. Він характеризує реальні можливості представників таксону до існування в умовах нетипового впливу антропогенного фактору, вказуючи на ступінь екологічної пластичності угруповання. Індекс, виражений як частка кількості особин, облікованих в зоні найвищої напруженості ЕМП, від кількості особин, облікованих в зоні фонових значень ЕМП, об'єктивно характеризує ступінь толерантності. Для ЛЕП-400 кВ він становить 0,46, а для ЛЕП-750 кВ закономірно зменшується – 0,42. Зрозуміло, що за подібних екологічних умов, чисельність членів аналізованих угруповань повинна бути приблизно однаковою і індекс, в такому випадку, дорівнюватиме одиниці.

Первинні реакції лумбріцид на досліджуваний екологічний фактор, як і у інших ґрунтових безхребетних, закономірно проявляються у двох формах [6, 7]. Перша – це зменшення чисельності видів і загальної щільності особин із збільшенням напруженості ЕМП. А друга – відсутність не толерантних до ЕМП видів на ділянках з високою напруженістю поля. Чутливіше реагують на зазначений антропогенний фактор підстилочні (*Lumbricus castaneus*, *Dendrobaena octaedra*), ґрунтово-підстилочні (*Lumbricus rubellus*) і середньо ярусні (*Aporrectodea rosea*, *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea trapezoides*) види, що є логічним з позиції екрануючого ефекту ґрунту. В той час як виді-норники (*Aporrectodea longa*, *Octodrilus*

*transpadanus*.) виявляють тенденцію до домінування із збільшенням напруженості ЕМП. Але стосовно останніх слід зауважити, що їх загальна реакція на ЕМП поле цілком вписується у виявлену нами схему. Чисельність норників зменшується із наближенням до ЛЕП.

Поряд зі зміною параметрів чисельності, низькочастотне електромагнітне поле високої напруги впливає і на розмах варіації морфологічних ознак. Аналіз зустрічності членів угруповань лумбріцид за розмірними показниками довжини тіла, відмічених на різних віддалях від ЛЕП, виявив чітку тенденцію до зменшення розмаху варіації із збільшенням напруженості ЕМП. В угрупованнях дощових черв'як із зон різної напруженості поля, межі модифікацій виявляються різними. Норма реакції показників довжини тіла із наближенням до ЛЕП закономірно звужується. В цій площині, адаптації лумбріцид виявляються цілком тотожними з реакцією покритонасінних рослин на досліджуваний антропогенний фактор [4]. В останніх, за нашими даними, межі модифікацій морфологічних ознак також суттєво звужуються, що є свідченням загального характеру впливу ЕМП ЛЕП високої напруги на морфологічні параметри живих організмів в умовах хронічного електромагнітного стресу.

Беручи до уваги всі аналізовані нами кількісні показники угруповань дощових черв'як в зоні активної дії ЕМП ЛЕП високої напруги, можна констатувати незаперечний факт негативного біологічного ефекту низькочастотного поля на досліджувану групу безхребетних тварин. Порогове значення цього ефекту, за результатами нашого польового експерименту, виявляється при показниках напруженості ЕМП понад 0,11 кВ/м (кількісні параметри напруженості для різних віддалей від ЛЕП отримані в лабораторії електромагнітних полів та інших фізичних факторів Закарпатської обласної санітарно-епідеміологічної станції). Для ЛЕП напругою 400 кВ, негативний вплив зазначеного фактору на стан угруповань лумбріцид починає позначатися на віддалях, менших за 100 метрів. А для ЛЕП-750 кВ – менших за 150 метрів. За фактом такої значної ширини зони активної дії ЛЕП високої напруги на біологічні угруповання, слід кардинально переглянути оцінку ризику біорізноманіття в умовах хронічного електромагнітного стресу. Адже недооцінка небезпеки біорізноманіттю з боку традиційного використання та експлуатації ЛЕП високої напруги, таїть в собі не передбачувані наслідки для наземних екосистем.

## Висновки

1. ЕМП ЛЕП високої напруги виявляє незаперечний вплив на угруповання ґрунтових лумбріцид. Він проявляється у чіткій зміні основних показників різноманіття (загальна чисельність, щільність, видове багатство, частка видів-домінантів, індекси

Шеннона та Сімпсона) із збільшенням напруженості поля.

2. За умови загальної широкої екологічної пластичності дощових черв'яків, чутливіше реагують на ЕМП ЛЕП підстилочні, ґрунтово-підстилочні і середньоярусні види. В той час як види-норники виявляють

тенденцію до домінування із збільшенням напруженості ЕМП.

3. ЕМП ЛЕП промислової частоти як екологічний фактор звужує діапазон мінливості параметрів розмірів тіла лумбрицид.

1. Банкоске Дж. В., Познаньяк Д. Т., Мак Ки Дж. В. и др. Биологическое влияние электрических полей // Влияние электроустановок высокого напряжения на окружающую среду. Международная конференция по большим электрическим системам (СИГРЭ-78). Под. ред. Ю.П. Шкарина. – М.: Энергия, 1980. с. 86 – 102.
2. Бызова Ю. Б. Количественные методы в почвенной зоологии / Ю. Б. Бызова, М. С. Гиляров. – М.: Наука, 1987. – 288 с.
3. Власенко Р. П. Каріологічне та морфологічне дослідження дощових черв'яків роду *Aporrectodea* (Oligochaeta, Lumbricidae) на території Полісся // Молодь і поступ біології: Тези доп. II Міжнар. конф. студентів та аспірантів. – Львів: Сполом, 2006. – С. 242.
4. Волошин О. І., Крон А. А., Рошко В. Г. Вплив електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги на окремі морфологічні показники покритонасінних рослин // Науковий вісник Ужгородського університету, серія Біологія, 22. – Ужгород, 2008. – С. 118 – 121.
5. Всеволодова-Перель Т. С. Дождевые черви фауны России. Кадастр и определитель / Т. С. Всеволодова-Перель. – М.: Наука, 1997. – 104 с.
6. Крон А. А., Волошин О. І., Меламуд В. В., Рошко В. Г. Загальний характер впливу електромагнітного поля ліній електропередач високої напруги на ґрунтових кліщів (Arachnida, Acarina) // Науковий вісник Ужгородського університету, серія Біологія, 23. – Ужгород, 2008. – С. 174 – 179.
7. Крон А. А., Рошко В. Г., Капрусь І. Я. Реакція угруповань колембол (Collembola) на хронічний електромагнітний стрес // Матеріали міжнародної конференції присвяченої 20-ти річчю створення НПП "Синеvir" (1–3 жовтня 2009 р., Синеvir, Україна). – Синеvir, 2009. – С. 120 – 121.
8. Мэггаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 173 с.
9. Онищук І. П. Структурні особливості лумбрикоценозів в умовах антропопресії (на прикладі м. Житомира) / І. П. Онищук, О. В. Гарбар // Міжнародна наук.-практ. конф. [«Екологія: вчені у вирішенні проблем науки, освіти і практики»], (Житомир, 24–25 трав. 2007 р.). – Житомир: Вид-во "ДАУ", 2007. – С. 296 – 297.
10. Пахомов О. Є., Кунах О. М. Функціональне різноманіття ґрунтової мезофауни заплавної степових лісів в умовах штучного забруднення середовища. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2005. – 324 с.
11. Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. – М.: Наука, 1979. – 272 с.
12. Пресман А. С. Электромагнитные поля в биосфере. – М.: Знание, 1971. – 63 с.
13. Фауна та екологія дощовиків (*Oligochaeta, Lumbricidae*) урбанізованих територій на прикладі м. Житомира / [Гарбар О. В., Онищук І. П., Власенко Р. П., Колесник О. О.] // Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. ["Природничі науки в закладах освіти України: дослідження, впровадження та перспективи"]. – Умань: АЛІМІ, 2005. – С. 23 – 24.
14. Christian E. Ein synoptischer Bestimmungsschlüssel der Regenwürmer Österreichs (Oligochaeta: Lumbricidae) / E. Christian, A. Zicsi // Full text and figures in Die Bodenkultur. – 1999. – Vol. 50. – S. 121 – 131.

Отримано: 1 грудня 2009 р.

Прийнято до друку: 4 лютого 2010 р.