



Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції  
«Екологія. Людина. Суспільство» (м. Київ, Україна, 7 грудня 2023 р.)

Handbook of the XXIII International Science Conference  
«Ecology. Human. Society» (December 7, 2023 Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2023.291055>

УДК 504.055

## ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ УРБООКОСИСТЕМИ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО)

Наталія МІРОНОВА, Ольга ЄФРЕМОВА,  
Артур ФОРОСТОВСЬКИЙ, Яна ГУРОВСЬКА

*Хмельницький національний університет*

вул. Інститутська, 11, м Хмельницький 29016, Україна

e-mail: [miroнова72n@ukr.net](mailto:miroнова72n@ukr.net)

Технологічний прогрес є потужним фактором негативного впливу на живі організми. Найбільш інтенсивно це проявляється в урбоекосистемах, що характеризуються значною концентрацією джерел параметричного та енергетичного забруднення. Електромагнітні поля (ЕМП) всіх частот являють собою один із найпоширеніших і швидко зростаючих впливів навколишнього середовища, щодо якого поширюються тривоги та припущення.

Сучасні технології стали причиною повсюдного електромагнітного забруднення (електросмогу) через генеровані ЕМП та електромагнітне випромінювання. Антропогенні джерела ЕМП включають медичне обладнання (наприклад, МРТ), електричні прилади, що працюють на частотах 50/60 Гц, а також різноманітне бездротове, телекомунікаційне та радіомовне обладнання з робочими частотами 100 кГц-300 ГГц. У багатьох випадках ці забруднення є сильнішими, ніж будь-які природні джерела ЕМП [1]. При цьому цей вплив однозначно зростатиме, оскільки до мільйонів радіочастотних передавачів, що вже функціонують, додаються нові технології.

Зараз усі групи населення піддаються впливу ЕМП різної потужності. Всесвітня організація охорони здоров'я у 2007 році представила підсумковий звіт міжнародної дослідницької програми «Електромагнітні поля» [2], у якому була зазначена необхідність обережної оцінки впливу електромагнітних полів, що пов'язано із браком наукової інформації з питань їх впливу на населення, у тому числі з боку таких джерел, як системи безпеки та розмагнічування, індукційне приготування їжі, водонагрівальні прилади, мобільний зв'язок тощо. Проведена у 2018 році оцінка більш ніж двох тисяч досліджень (включно з дослідженнями *in vitro* та *in vivo*) показала, що в більшості досліджень (68,2 %) були продемонстровані біологічні ефекти або ефекти для здоров'я людини, що пов'язані з впливом антропогенних ЕМП [3].

На теперішній час вкрай бракує досліджень щодо впливу на тваринні та рослинні організми. Дослідження впливу антропогенних ЕМП найбільше проводилось для комах, зокрема їх негативний вплив визначений для бджіл, які належать до видів, що використовують для навігації чутливу до антропогенних ЕМП магніторецепцію [4]. Враховуючи важливість живих організмів і їх біорізноманіття для урбоекосистем актуальним залишається вивчення впливу ЕМП, що формуються у межах міста, на стан рослин.

Метою роботи є визначення параметрів ЕМП урбоекосистеми міста Хмельницького, а також дослідження їх впливу на рослинні організми.

Урбоекосистема міста Хмельницького відноситься до середніх і поширюється на площі близько 9,3 тис. га з населенням 272 тис. осіб (станом на 01.01.2021 р.). Урбоекосистема сформована на чотирьох вододілах вздовж долини р. Південний Буг. Штучними факторами поділу території урбоекосистеми є магістральні залізниці та автошляхи. Житлова забудова представлена одно-три- та багатоповерховими будинками, на сьогодні продовжує формуватись. Промисловий комплекс представлений підприємствами, які виготовляють широкий спектр продукції, серед якої найбільше припадає на виробництво гумових і пластмасових виробів, виробництво харчових продуктів, одягу тощо. Внаслідок вдалого геопросторового розташування місто є потужним центром торгівлі, має розвинуту інфраструктуру з надання широкого спектра послуг.

Основні штучні джерела електромагнітного випромінювання міста включають: високовольтні лінії електропередач, трансформаторні підстанції; телевізійні та радіотрансляційні станції; пристрої, що забезпечують мобільний зв'язок; промислові установки високочастотного нагрівання; фізіотерапевтичні прилади; побутова та промислова техніка. Більша частина джерел рівномірно поширена в урбоекосистемному просторі за виключенням високовольтних ліній електропередач, що локалізовані на околицях міста.

Вимірювання параметрів ЕМП у хмельницькій урбоекосистемі проводили в 34 точках, рівномірно розподілених по площі міста у різних функціональних зонах, приладом ТМ-190 Multi-Field EMF Meter.

Найменші значення магнітного поля склали 0,01-0,02  $\mu\text{T}$ ; показник, що характеризує електричну складову поля (напруженість електричного поля) коливався у межах 3-6 V/m; найбільші показники магнітної та електричної складової ЕМП дорівнювали відповідно 1,00-1,16  $\mu\text{T}$  та 1200-1400 V/m. Максимальні значення показників ЕМП характерні для околиць міста (4 точки), де розташовані високопотужні лінії електропередач. З наближенням до центру міста сила ЕМП послаблюється. У жилих мікрорайонах та на рекреаційних ділянках із зеленими насадженнями інтенсивність ЕМП найменша. Згідно з Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань, затверджених Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 01.08.1996 № 239 за гранично допустимі рівні (ГДР) прийняті такі значення напруженості електричного поля: всередині житлових будинків – 500 V/m, на території зони житлової забудови – 1000 V/m, у населеній місцевості, поза зоною житлової забудови – 5000 V/m.

Таким чином виміряні параметри напруженості електричного поля в умовах хмельницької урбоекосистеми у різних функціональних зонах не перевищують ГДР, проте подальша розбудова міста потребуватиме виважених містобудівних рішень, особливо якщо розширення селітебної забудови міста плануватиметься за рахунок територій його околиць.

Гігієнічна регламентація та дослідження впливу магнітного поля на людину, що проводяться за ініціатииви Всесвітньої організації охорони здоров'я, досі тривають. У діючих документах використовується показник напруженості магнітного поля (А/м), який унормований лише для робочої зони. Відповідно до Європейських рекомендацій, наведених в ДБН В.2.5-24:2012 (Додаток Е), магнітне поле у приміщеннях житлового та громадського призначення не повинно перевищувати 0,1  $\mu\text{T}$ . Близько 60 % проведених нами вимірювань мають значення менші, ніж 0,1  $\mu\text{T}$ , при цьому із зменшенням напруженості електричного поля зменшується і магнітне (коефіцієнт кореляції складає 0,95). В цілому можна зазначити, що для більшої частини міста характерний комфортний низький рівень магнітного поля.

Вплив ЕМП на рослинні організми визначали методом біотестування з використанням як тест-об'єктів *Lepidium sativum* L. та *Allium cepa* L. у 5-кратній повторності, пророщених за найбільших середніх значень магнітного поля, визначених для хмельницької урбоекосистеми, а

саме 1,1  $\mu\text{T}$ . Для контролю проростки вирощували за найменшого показника магнітного поля (0,01  $\mu\text{T}$ ).

Проростки *Lepidium sativum* L. з'явилися в дослідних та контрольних зразках на третій день. Різниця схожості складала відповідно 14 %. Результати тестування наведені на рис. 1.

Дослідні зразки крес-салату в цілому показали кращі результати за діагностичними параметрами біотестування, зокрема середня довжина та маса коренів у дослідних зразках відповідно в 1,4 та 1,8 раза вища, ніж в контролі, середня довжина та маса пагонів – відповідно в 1,4 та 1,22 раза вища в дослідних зразках, ніж у контрольних. Хоча зразки контролю мали менші розміри, проте при візуальному огляді, особливо пагонів, вони були більш цупкими та пружнішими, ніж дослідні зразки.

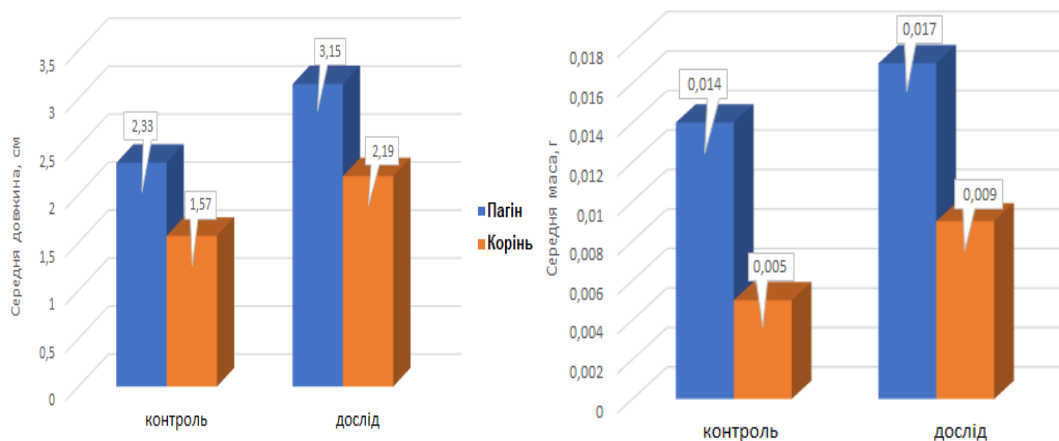


Рис. 1. Результати біотестування з використанням *Lepidium sativum* L.

На восьмий день дослідні зразки почали в'янути. Отже, на перших етапах проростання та росту тест-об'єктів *Lepidium sativum* L. потужніший електромагнітний вплив обумовлював більші значення середньої довжини та маси, проте морфологічні характеристики були гірші, також менш насиченим був зелений колір паростків, а наприкінці досліду починали з'являтися ознаки в'янення.

Після чотириденного пророщування *Allium cepa* L. відділяли корінці та проводили їх морфометричну оцінку, результати якої представлені на рис. 2.

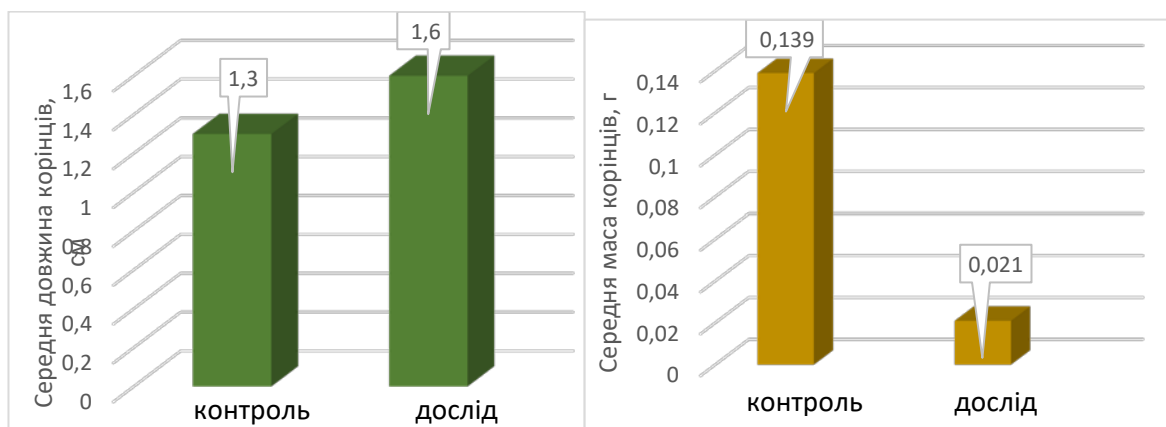


Рис. 2. Результати біотестування з використанням *Allium cepa* L.

Середня довжина корінців у досліді майже на 20 % вища, ніж у контролі, проте їх маса майже у 6 разів менша, отже ріст корінців дослідних зразків стимулюється високими значеннями ЕМП і водночас випереджає накопичення маси. Як і в досліді з крес-салатом, це призводить до погіршення структури та зовнішнього вигляду. В цілому це свідчить про стимулюючий вплив ЕМП у межах 1,1  $\mu\text{T}$  магнітного поля на рослини на початковому етапі, але в подальшому це призводить до деформації співвідношення морфологічних показників і погіршення стану дослідних зразків порівняно із контролем.

Таким чином, визначені рівні електромагнітного випромінювання на території урбоекосистеми міста Хмельницького за показниками магнітного поля та напруженості електричного поля переважно відповідають нормам чи рекомендаціям та варіюють залежно від функціонального призначення території та джерел ЕМП. Найбільші значення характерні для околиць міста, де у разі розширення урбанізованого простору можуть бути перевищення, оскільки для забудованих територій висуваються більш жорсткі вимоги, ніж до територій поза зоною житлової забудови. За максимальних значень, зафіксованих на території хмельницької урбоекосистеми, вплив ЕМП на рослинні організми проявляється у випередженні росту тест-об'єктів порівняно із накопиченням біомаси, що обумовлює погіршення структури рослинних організмів.

#### **Література:**

1. Grzegorz Redlarski, Bogdan Lewczuk, Arkadiusz Żak, Andrzej Koncicki, Marek Krawczuk, Janusz Piechocki, Kazimierz Jakubiuk, Piotr Tojza, Jacek Jaworski, Dominik Ambroziak, Łukasz Skarbek, Dawid Gradolewski. The Influence of Electromagnetic Pollution on Living Organisms: Historical Trends and Forecasting Changes, *Biomed Res. Int.* 2015, doi: 10.1155/2015/234098.
2. World Health Organization. Extremely Low Frequency Fields. Geneva, Switzerland: WHO; 2007. (Environmental Health Criteria Monograph). – Режим доступу : <https://www.who.int/publications/i/item/9789241572385>.
3. Priyanka Bandara, David Carpenter. Planetary electromagnetic pollution: it is time to assess its impact, *Planetary-health*. Vol 2, pp. 512-514, 2018. – Режим доступу: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2818%2930221-3>.
4. Ritu Ranjan Taye, Mukul Kumar Deka, Shimantini Borkataki, Siddharth Panda, Jaya Gogoi Taye R., Deka M. Rahman A, Bathari M. Effect of Electromagnetic Radiation of Cell Phone Tower on Development of Asiatic Honey Bee, *Apis cerana* F. (Hymenoptera: Apidae). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, Vol. 7, No. 8, pp. 4334-4339, 2017, doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.454>.