

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ АГРОХІМІКАТІВ, ЩО МІСТЯТЬ У СВОЄМУ СКЛАДІ НАНОЧАСТИНКИ

Нанотехнології широко використовують для створення наноагрохімікатів. Численні дослідження свідчать про переваги наноагрохімікатів, тому вони знайшли широке використання в аграрній практиці. Водночас, вони є джерелом надходження у природне середовище наночастинок (розміри менше 100 нм), які характеризуються великою активною поверхнею та специфічними фізико-хімічними властивостями, відмінними від звичайних хімічних речовин. Саме це визначає їх біодоступність, біоаккумуляцію та токсичність. Проте, нині відсутні наноекотоксикологічні підходи до оцінки їх небезпечності. Вирішення цієї проблеми потребує консолідації зусиль вчених, урядових організацій та бізнесу і є обов'язковою умовою для попередження негативного впливу наноагрохімікатів на людину та навколишнє середовище.

Ключові слова: нанотехнології, наноагрохімікати, екотоксикологія.

Однією з сфер діяльності людини, де нанотехнології зайняли важливе місце, є сільське господарство. З огляду на зміни клімату, продовольчу безпеку нанотехнології є ефективним шляхом ключових покращень у сільськогосподарському секторі [1]. Зокрема, їх широко використовують для підвищення врожайності сільськогосподарських культур, захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів [2-4].

Незважаючи на очевидні переваги нанотехнологій, залишаються відкритими питання про вплив наноматеріалів та наночастинок (NP_s), які входять до їх складу, на здоров'я людини і довкілля. Роботами багатьох авторів показано їх негативну дію на організм людини. Зокрема, при диханні наночастинок легко проникають у лімфатичну, кровоносну та нервову системи, мозок та інші тканини і органи та порушують їх нормальне функціонування [5]. Наноматеріали надходять у навколишнє середовище і вступають у взаємодію з біотичними і абіотичними компонентами. Вони можуть негативно впливати на вищі рослини, організми, що мешкають у природному середовищі [6].

Поява наночастинок у ґрунті, воді і повітрі може завдати шкоди як екологічній біоті, так і людині. Нині невідомі всі ризики, пов'язані з наноматеріалами, що викликає стурбованість з боку вчених, громадськості і влади. Існує величезний розрив знань між фізико-хімічними властивостями наноматеріалів та їх впливом на навколишнього середовища і здоров'я людини. Припускається, що при взаємодії з компонентами навколишнього середовища (хімічними речовинами, бактеріями, біологічними забруднювачами і т. д.) поведінка наноматеріалів кардинально змінюється, що може призвести до непередбачуваних результатів. Тому слід враховувати характеристику окремих середовищ при встановленні нанотоксикологічних ризиків.

У своїх дослідженнях керувалися загальноприйнятими екотоксикологічними підходами до оцінювання екологічної безпечності агрохімікатів, а також враховували особливості наночастинок, що пов'язані з їх фізико-хімічними властивостями, зокрема, розміром.

З літературних джерел відомо, що наночастинок розміром до 10 нм характеризуються найвищим рівнем біодоступності і здатності пошкоджувати біосистеми. До таких наночастинок відносяться атоми і атомні молекули, молекулярні, ікосаедричні металічні кластери. Наночастинок розміром від 10 до 50 нм характеризуються високим рівнем небезпечності, до них відносяться нанокристалічні матеріали. Середнім рівнем небезпечності характеризуються наночастинок, розмір яких коливається у межах від 51 до 100 нм, до них відносяться субмікросталічні матеріали. Найнижчим рівнем небезпечності характеризуються наночастинок, розмір яких становить 100 нм і більше, до них відносяться крупнозернисті матеріали.

Класи небезпечності встановлювали згідно ДСП 8.8.1.2.002-98, що дозволяє згрупувати хімічні речовини за певними ознаками наступним чином: надзвичайно небезпечні (1 клас), небезпечні (2 клас), помірно небезпечні (3 клас) і мало небезпечні речовини (4 клас). Хімічна речовина відноситься до конкретного класу небезпечності на підставі комплексної оцінки з урахуванням критерію шкідливості, який є лімітуючим, тобто таким що визначає найбільшу небезпеку для біологічних систем. Реакцію біосистем характеризували за наступним принципом: коливання відносно контролю не перевищують 10 % - зона оптимуму, коливання в межах 10-25 % - зона комфорту, коливання перевищують 25 % - зона песимуму.

За результатами проведеної роботи було розроблено екотоксикологічну класифікацію наноагрохімікатів, що містять у своєму складі наночастинок. Вона передбачала поділ всіх показників на дві основні групи: специфічні та традиційні. До специфічних показників відносилися такі як розмір та форма наночастинок, а також вплив наноагрохімікату на цитотоксичність за показником мітотичного індексу. До традиційних відносилися показники, що характеризували токсичність наноагрохімікату на водні, ґрунтові та наземні організми.

Токсичність наноагрохімікату для водних організмів характеризували за показниками гострої токсичності для риб і дафній (LC_{50}), загибеллю популяції дафній (материнські, дочірні особини), гострою токсичністю для водоростей (EC_{50}).

Вплив наноагрохімікату на мезо- і мікроорганізми ґрунту оцінювали за показниками гострої токсичності для ґрунтових черв'яків (LC_{50}), зниження чисельності/активності процесів, часом їх відновлення, інгібіторної дії на мінералізацію ґрунту (ID).

Гостру токсичність для птахів оцінювали за показниками LC_{50} дітарною та LD_{50} контактною гострою. Гостру токсичність для бджіл оцінювали, відповідно, за LD_{50} контактною та LD_{50} оральною.

Фітотоксичність оцінювали за морфометричними показниками розвитку стебла, кореню, енергією проростання рослин, та гальмівною дією наноагрохімікату на розвиток їх кореневої системи.

Зазначені підходи до екоотоксикологічного оцінювання наноагрохімікатів дозволяють здійснити їх комплексну характеристику і виявити потенційні екологічні ризики. Класифікація може бути розширена за умови введення додаткових показників, особливо до групи, що дозволяє оцінити специфічні властивості наночастинок.

Список літературних джерел

1. OECD Test Guidelines for the Chemicals. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 3. <https://doi.org/10.1787/2074577x>
2. Singh Duhan J., Kumar R., Kumar N., Kaur P., Nehra K. & Duhan S. (2017). Nanotechnology: The new perspective in precision agriculture. *Biotechnology Report*. Volume 15, September 2017, Pages 11-23. doi.org/10.1016/j.btre.2017.03.002
3. Santoso D., Lefroy R.D.B. & Blair G.J. (1995). Sulfur and phosphorus dynamics in an acid soil/crop system. *Aust. J. Soil Res.*, 33 (1995), pp. 113-124. doi: 10.1071/SR9950113
4. Wu L. & Liu M. (2008). Preparation and properties of chitosan coated NPK compound fertilizer with controlled release and water-retention. *Carbohydr. Polym.*, 72 (2008), pp. 240-247. doi: 10.1016/j.carbpol.2007.08.020
5. Viswanath B, Kim S. Influence of Nanotoxicity on Human Health and Environment: The Alternative Strategies. *Rev Environ Contam Toxicol*. 2017;242:61-104. doi: 10.1007/398_2016_12. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27718008>
6. Jie Hong, Jose R. Peralta-Videa, Cyren Rico, Shivendra Sahi, Marian N. Viveros, Jane Bartonjo, Lijuan Zhao, and Jorge L. Gardea-Torresdey. Evidence of Translocation and Physiological Impacts of Foliar Applied CeO_2 Nanoparticles on Cucumber (*Cucumis sativus*) Plants. *Environ. Sci. Technol.*, 2014, 48 (8), pp 4376–4385. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es404931g>

УДК 504.064

Г.В. Мартинюк, к.х.н., доцент, доцент кафедри екології, географії та туризму,
Рівненський державний гуманітарний університет
О.І. Гакало, к.с/г н., викладач,
Технічний коледж НУВГП

ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ м. РІВНЕ

З'ясовано хімічний склад та динаміку викидів шкідливих речовин від пересувних джерел у м. Рівне протягом 2017–2018 років. Встановлено, що основними хімічними забруднювачами атмосферного повітря в м. Рівне є: CO – 83 %, HCl – 4 %, тил – 3 %, NO_2 – 3 %, HF – 7 %. Складені карти-схеми забруднення атмосферного повітря хімічними сполуками на перехрестях вулиць м Рівне протягом 2016-2018 р. цоквартально.

Ключові слова: атмосферне повітря, основні хімічні забруднювачі, шкідливі викиди

Якість атмосферного повітря є одним з найважливіших екологічних чинників, від якого залежать життєдіяльність живих організмів, колообіги хімічних елементів, функціонування біосфери [1].

Викиди шкідливих речовин в атмосферу залежать від обсягів основного виробництва екологонебезпечних галузей промисловості, стану житлово-комунального господарства в місті та інших чинників [2]. Атмосферне повітря забруднюється різними токсичними газами, суспензійними дрібними частинками, рідкими речовинами, які несуть не тільки екологічну шкоду природному середовищу, але й містять у собі загрозу для здоров'я людини. Велику частку в забрудненні атмосфери становлять викиди токсичних речовин від автомобілів, які даний час становлять більше половини всіх шкідливих викидів у навколишнє середовище [3]. Це є головним джерелом забруднення атмосфери. Проблема забруднення атмосферного повітря пересувними та стаціонарними джерелами впливу на довкілля доволі відчутна в такому місті, як Рівне.

З огляду на це, ми вирішили з'ясувати хімічний склад викидів шкідливих речовин від пересувних джерел у Рівному, визначивши вміст найбільш отруйних газів та твердих речовин в повітрі протягом 2017–2018 років.