

ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ПЕСТИЦИДІВ З КЛАСІВ ТРИКЕТОНІВ ТА КАРБОКСАМІДІВ НА НІТРИФІКУЮЧУ АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ВИЛУЖЕНОГО

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця (м. Київ, Україна)

ulia.martianova@gmail.com

Надмірне використання хімічних засобів захисту рослин поряд з іншими техногенними забруднювачами посилює процеси деградації ґрунтового покриву та сповільнює самоочищення ґрунтів. Метою роботи було встановлення закономірностей впливу трикетонного гербіциду біциклопірону та карбоксамідного фунгіциду підіфлуметофену на самоочищення чорнозему вилуженого від азотовмісних речовин.

При проведенні лабораторного гігієнічного експерименту речовини вносили у кількостях, що відповідали: біциклопірон – 1; 5 і 20 максимальним нормам витрати /м.н.в./ (0,15 кг/га), підіфлуметофен – 2; 10 і 30 м.н.в. (0,18 кг/га). Визначення вмісту іонів амонію, нітрит-аніонів та азоту нітратів здійснювали у ґрунтовій витяжці фотометричним методом.

Встановлено, що середня і максимальна концентрації у ґрунті біциклопірону (0,25 і 1,0 мг/кг) та підіфлуметофену (0,6 і 1,8 мг/кг) були діючими, оскільки викликали достовірні односпрямовані зміни вмісту іонів амонію та нітрит-аніонів більш, ніж на 25% в порівнянні з контролем, протягом більш, ніж 7 діб. За впливом на динаміку азоту нітратів усі досліджені вихідні концентрації біциклопірону у ґрунті визнані недіючими. Найвища концентрація підіфлуметофену гальмувала утворення нітратів і була діючою, середня визнана пороговою, мінімальна (0,12 мг/кг) – недіючою. Загалом, порогова концентрація біциклопірону за впливом на нітрифікуючу активність ґрунту становить 0,05 мг/кг; порогова концентрація підіфлуметофену є вищою за 0,12 мг/кг і нижчою за 0,6 мг/кг. Біциклопірон та підіфлуметофен у середній та максимальній досліджуваних концентраціях пригнічують процеси самоочищення чорнозему вилуженого від азотовмісних сполук, спричинюючи більш виражений вплив на амоніфікацію та 1-у фазу нітрифікації.

Ключові слова: пестициди, ґрунт, самоочищення, нітрифікуюча активність.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи «Оптимізація методики гігієнічної регламентації пестицидів у воді водою та ґрунті як складової гігієнічного моніторингу при застосуванні хімічних засобів захисту рослин в сільському господарстві», № державної реєстрації 0118U001390.

Вступ. Одним з актуальних природоохоронних завдань в Україні є збереження унікального ґрунтового покриву, який є запорукою подальшого розвитку аграрного сектору держави, її продовольчої безпеки і благополуччя [1]. Загалом площа сільськогосподарських земель в Україні (42,7 млн. га) становить 70%

її території та у розрахунку на одну особу є найбільшою серед європейських країн. До того ж площа чорноземів в Україні сягає 17,4 млн. га, що становить близько 8% світових запасів [2].

Нажаль, останнім часом посилюються процеси деградації ґрунтового покриву, у тому числі внаслідок техногенного забруднення радіонуклідами, важкими металами, високостійкими пестицидами, патогенними мікроорганізмами, що створює загрозу як для стану довкілля у цілому, так і для здоров'я населення [3, 4]. Ситуація набуває особливої небезпечності, оскільки надмірне техногенне навантаження гальмує природне самоочищення ґрунтів від екзогенних хімічних речовин (ЕХР) та сторонніх, зокрема патогенних, мікроорганізмів.

У забезпеченні самоочищення ґрунтів та відновленні їх родючості важливу роль відіграє аутохтонна ґрунтова мікрофлора (бактерії, мікроскопічні гриби та водорості, актиноміцети, найпростіші), вищі рослини та безхребетні тварини. Певна роль у цих процесах належить вільним та іммобілізованим ферментним системам, що продукуються і виділяються згаданими організмами в процесі їх життєдіяльності або під час автолізу відмерлої біомаси [5]. Саме тому вивчення стану ферментативного дзеркала ґрунту є обов'язковим при гігієнічній регламентації ЕХР, зокрема пестицидів, у ґрунті [6].

Мета дослідження полягала у встановленні закономірностей впливу трикетонного гербіциду біциклопірону та карбоксамідного фунгіциду підіфлуметофену на самоочищення чорнозему вилуженого від азотовмісних речовин.

Біциклопірон, який за механізмом дії на шкідливі рослини належить до інгібіторів 4-гідроксифенілпіруват-діоксигенази, є діючою речовиною монопрепарату Акурон Уно 200 SL, РК для захисту посівів кукурудзи. Фунгіциди на основі підіфлуметофену – інгібітору сукцинатдегідрогенази фітопатогенів – рекомендовані для захисту багатьох культур: овочевих і плодкових (монопрепарат Міравіс 200 SC, КС і сумішевий препарат Міравіс Прайм 400 SC, КС), хлібних злаків (сумішеві препарати Міравіс Нео 300 SE, SE та Міравіс Ейс 275 SE, SE), зернобобових (сумішевий препарат Міравіс Дуо 200 SC, КС).

Необхідність вивчення впливу досліджуваних пестицидів на самоочищення ґрунту від азотовмісних речовин обумовлена тим, що підіфлуметофен за стабільністю у різних типах ґрунтів виявився високостійким (I клас небезпечності) в лабораторних експериментах та натурних спостереженнях; біциклопірон – високостійким (I клас) в лабораторних та помірно стійким (III клас) в польових дослідках [7].

Стосовно впливу на ґрунтову біоту визнано, що біциклопірон та підіфлуметофен практично нетоксичні для ґрунтової мезофауни, зокрема дощових

червів (*Eisenia foetida*) [8]. Біциклопірону притаманний низький рівень біоаккумуляції, тоді як підфлуметофену – високий [8]. За даними [9] підфлуметофен в концентрації 2,7 мг/кг сухого ґрунту не впливає на трансформацію азоту та вуглецю; у більшості варіантів його застосування ризик для нецільової мікрофауни ґрунту є прийнятним за винятком дворазового внесення у нормі витрати 200 г/га [10].

Об'єкт і методи дослідження. Вплив досліджуваних пестицидів на процеси самоочищення чорнозему вилуженого від азотовмісних речовин вивчали в лабораторному гігієнічному експерименті згідно з [6]. У 1-ій серії дослідів у ґрунті створювали вихідні концентрації біциклопірону 0,05; 0,25 і 1,0 мг/кг, що відповідали 1; 5 і 20 максимальним нормам витрати (м.н.в.) (1 м.н.в. становить 0,15 кг/га). У 2-ій серії досліджували вплив підфлуметофену у вихідних концентраціях 0,12; 0,6 і 1,8 мг/кг, що відповідали 2; 10 і 30 м.н.в. (0,18 кг/га). Найменша вихідна концентрація підфлуметофену відповідає 2 м.н.в., оскільки препарати на його основі застосовують дворазово за вегетаційний сезон, тоді як препарати на основі біциклопірону – одноразово. Контролем у кожній серії був чорнозем вилужений, в який не вносили досліджувані пестициди.

Для оптимізації процесу нітрифікації до дослідних та контрольних зразків ґрунту було додано (мг/100 г): амонію сульфату – 21,53, калію фосфату однозамінного – 7,84, магнію сульфату – 3,9, кальцію гідроксиду – 100 і для збагачення нітрифікуючими бактеріями – 5 мл бовтанки листового перегною у відповідності до [6]. Кожний варіант дослідів був поставлений в склянках місткістю 1 л у триразовій повторності. Зразки ґрунту протягом дослідів витримували при кімнатній температурі; його вологість підтримували на рівні 60% від повної вологоємності.

Відбір проб здійснювали на 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 і 30-у добу від початку експерименту. Визначення вмісту сполук азоту здійснювали у ґрунтовій витяжці фотометричними методами: концентрацію іонів амонію – за утворенням йодиду меркурамонію з реактивом Несслера, нітрит-аніонів – за утворенням яскраво забарвлених азокрасок з реактивом Грісса, нітратного азоту (азоту нітратів) – за утворенням тринітрофеноляту амонію з дисульфофеноловою кислотою [11].

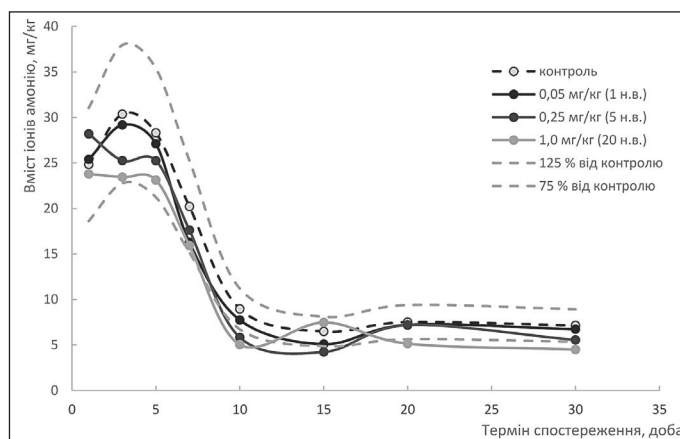


Рисунок 1 – Вплив біциклопірону на динаміку вмісту іонів амонію в чорноземі вилуженому.

Статистичну обробку результатів (дескриптивна статистика, двовибірковий *t*-критерій Стьюдента для незалежних та для залежних вибірок) проводили за програмами Microsoft Excel та MedCalc v.19.4.1 (MedCalc Software Inc, Broekstraat, Belgium, 1993–2020).

Результати дослідження та їх обговорення. Звільнення ґрунту від органічних азотовмісних речовин як природного, так і антропогенного походження перебігає завдяки процесам амоніфікації та нітрифікації. Амоніфікації піддаються білки, нуклеїнові та амінокислоти, глікопептиди, аміни, аміди та інші сполуки, одним з кінцевих продуктів розкладання яких є аміак. Амоніфікація відбувається в аеробних та анаеробних умовах за участю бактерій родів *Bacteroides* та *Bacillus*, таких як *B. megaterium*, *B. mycoides*, *B. mesentericus* та ін. [12]. Нітрифікація – аеробний процес, який проходить у дві стадії: перша – окиснення аміаку (катіону амонію) до аніону азотистої кислоти (нітрит-аніону) нітрифікуючими бактеріями родів *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosovibrio* та ін.; друга – окиснення аніону азотистої кислоти до аніону азотної (нітрат-аніону) бактеріями родів *Nitrobacter*, *Nitrospiraceae*, *Nitrosococcus*. Саме тому вплив досліджуваних пестицидів на нітрифікуючу активність чорнозему вилуженого вивчали за динамікою вмісту іонів амонію, нітрит-іонів та азоту нітратів.

У 1-ій серії експериментів протягом перших 3 діб вміст іонів амонію в контрольному ґрунті підвищувався, після чого знижувався (рис. 1) і на 30-у добу був у 3,5 рази нижчим, ніж на 1-у добу ($p < 0,05$). Схожу динаміку спостерігали при мінімальній вихідній концентрації біциклопірону у ґрунті (0,05 мг/кг). При середній та максимальній вихідних концентраціях гербіциду у ґрунті вміст іонів амонію одразу ж починав знижуватися і за 30 діб спостереження зменшився у 5,1 і 5,3 рази відповідно (розходження достовірні, $p < 0,05$).

Середня і максимальна концентрації біциклопірону у ґрунті були діючими, оскільки викликали односторонні зміни вмісту іонів амонію більш, ніж на 25% в порівнянні з контролем, протягом більш, ніж 7 діб (рис. 1). Так, при вихідній концентрації гербіциду 0,25 мг/кг вміст іонів амонію був нижчим, ніж у контрольному ґрунті, з 10-ої по 15-у добу на 34,9% ($p < 0,05$). При максимальній вихідній концентрації біциклопірону (1,0 мг/кг) зміни в порівнянні з контрольним ґрунтом були більш вираженими: вміст іонів амонію був нижчим на 10-у добу на 43,7% та з 20-ої по 30-у добу на (31,4–37,0)% ($p < 0,05$).

Концентрація біциклопірону у ґрунті 0,05 мг/кг визнана недіючою за впливом на вміст іонів амонію, оскільки відхилення від контролю в окремі терміни спостереження не перевищували 25% (розходження недостовірні, $p > 0,05$).

Оскільки нітрит-аніони є проміжними продуктами біохімічного окиснення аміаку до нітрат-аніонів, збільшення їх концентрації в ґрунті відбувається внаслідок як посилення перетворення катіону амонію в нітрит-аніони, так і уповільнення наступного окиснення нітритів до нітратів.

Встановлено, що протягом першої частини експерименту як в контрольному ґрунті, так і в ґрунті з внесенням біциклопірону вміст нітрит-

аніонів підвищувався: в контрольному ґрунті та при мінімальній вихідній концентрації гербіциду – протягом перших 15 діб, при середній та максимальній вихідних концентраціях – протягом перших 10 діб. У другій частині експерименту у контрольному ґрунті та при мінімальній вихідній концентрації біциклопірону вміст нітрит-аніонів знижувався; при середній концентрації – знижувався на 15-у добу, майже не змінювався на 20-у і знову знижувався на 30-у добу; при максимальній концентрації – знижувався на 15-у та 20-у добу, а далі на 30-у добу дещо підвищувався.

Концентрації біциклопірону у ґрунті 1,0 і 0,25 мг/кг є діючими. Так, при вихідній концентрації гербіциду 1,0 мг/кг вміст нітрит-аніонів був вищим, ніж у контрольному ґрунті, на 1-у та 5-у добу на 97,8% ($p < 0,05$) і 59,8% ($p < 0,05$) відповідно та був нижчим, ніж у контролі, з 15-ої по 20-у добу на (38,7–65,3)% ($p < 0,05$). Концентрацію біциклопірону у ґрунті 0,05 мг/кг визнали пороговою, оскільки відхилення від контролю лише одноразово (на 5-у добу) перевищило 25% (сягнуло 37,5%, $p > 0,05$).

Вміст азоту нітратів протягом періоду спостереження зростав як в контрольному ґрунті, так і в усіх дослідних зразках з внесенням біциклопірону (рис. 2). Так, при вихідних концентраціях біциклопірону 0,00; 0,05; 0,25 і 1,0 мг/кг вміст азоту нітратів на 30-у добу перевищував той, що був на 1-у добу, у 3,4; 3,3; 3,0 і 3,1 рази відповідно ($p < 0,05$). Усі досліджені концентрації біциклопірону у ґрунті були недіючими за впливом на динаміку азоту нітратів, оскільки розходження з контролем в усі терміни спостереження були недовісні ($p > 0,05$) та не перевищували 25%.

Таким чином, порогова концентрація біциклопірону у ґрунті за впливом на вміст іонів амонію є вищою за 0,05 мг/кг і нижчою за 0,25 мг/кг; за впливом на вміст нітрит-аніонів становить 0,05 мг/кг; за впливом на вміст азоту нітратів є вищою за 1,0 мг/кг. Зниження порівняно з контролем вмісту іонів амонію при дії високих концентрацій біциклопірону (0,25 і 1,0 мг/кг) скоріш за все пов'язане з гальмуванням процесів амоніфікації, оскільки підвищення відносно контролю вмісту нітрит-аніонів протягом перших 5 діб експозиції (що начебто свідчить про прискорення 1-ої фази нітрифікації) в подальшому (вже на 7-у добу) гальмується і змінюється на зниження.

У 2-й серії експериментів протягом перших 7 діб вміст іонів амонію в контрольному ґрунті підвищувався, після чого знижувався (рис. 3) і на 30-у добу був у 2,4 рази нижчим, ніж на 1-у добу ($p < 0,05$). Таку саму динаміку спостерігали і у всіх дослідних зразках ґрунту при дії підфлуметофену (рис. 3). Однак фунгіцид у максимальній концентрації (1,8 мг/кг) гальмував зазначений процес, що особливо чітко проявилось в кінці експерименту на 30-у добу, коли вміст іонів амонію був на 217,2% вищим, ніж у контрольному ґрунті, та в 1,5 рази вищим, ніж у 1-у добу ($p < 0,05$). Зазначена концентрація підфлуметофену в ґрунті була визнана діючою. Також діючою можна вважати концентрацію 0,6 мг/кг, оскільки вона викликала зміни вмісту іонів амонію більш, ніж на 25% в порівнянні з контролем,

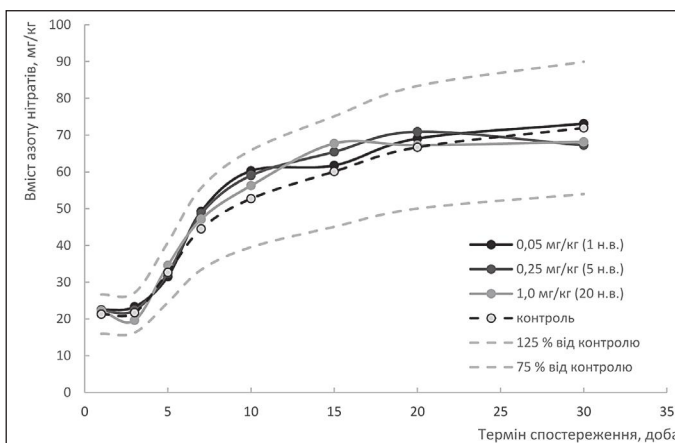


Рисунок 2 – Вплив біциклопірону на динаміку вмісту азоту нітратів в чорноземі вилуженому.

на 3-ю, 7-у і 30-у добу; до того ж зміни на 30-у добу були значними (на 126,7% по відношенню до контролю), вірогідними ($p < 0,05$) та односпрямованими з тими, що відбувалися у цей термін при максимальній концентрації фунгіциду у ґрунті.

Концентрація 0,12 мг/кг є недіючою, оскільки розбіжності з контролем в окремі терміни спостереження були недовісні ($p > 0,05$), становили (4,7–16,9)%, тобто не перевищували 25%, і лише одноразово (на 20-у добу) сягнули 30% ($p > 0,05$); до того ж їх спрямованість була протилежною відносно змін при максимальній концентрації.

Протягом експерименту спостерігали фазові зміни вмісту нітрит-аніонів: у першій половині – підвищення як в контрольному ґрунті, так і в ґрунті з внесенням підфлуметофену; у другій половині у контрольному ґрунті та при мінімальній вихідній концентрації – зниження на 20-у і 30-у добу, при середній та максимальній – зниження на 20-у і деяке підвищення на 30-у добу.

Концентрація підфлуметофену у ґрунті 1,8 мг/кг є діючою, оскільки викликала вірогідне ($p < 0,05$) зниження вмісту нітрит-аніонів порівняно з контрольним ґрунтом на (65,4–74,1)% з 3-ої по 7-у добу та підвищення на 59,2% на 30-у добу. Також діючою можна вважати концентрацію 0,6 мг/кг, оскільки зниження вмісту нітрит-аніонів з 1-ої по 3-ю добу на (31,2–32,7)% і підвищення на 41,1% ($p < 0,05$) на 30-у добу були односпрямованими з тими, що відбували-

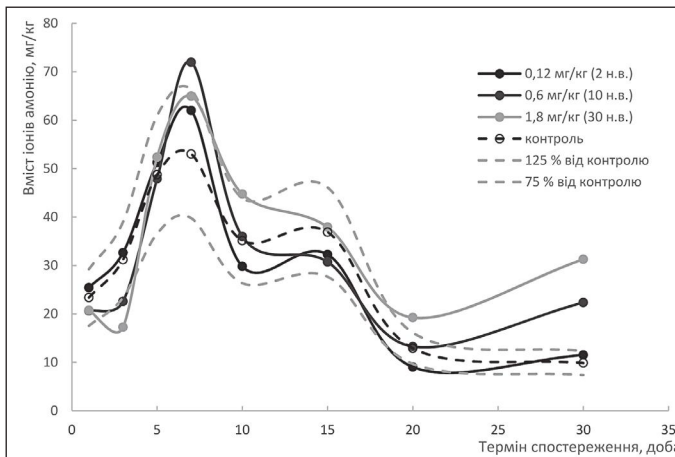


Рисунок 3 – Вплив підфлуметофену на динаміку вмісту іонів амонію в чорноземі вилуженому.

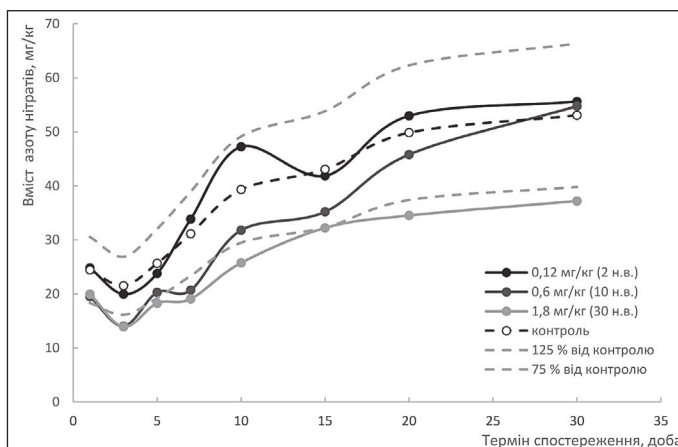


Рисунок 4 – Вплив підфлуметофену на динаміку вмісту азоту нітратів в чорноземі вилуженому.

ся в ці терміни й при максимальній концентрації підфлуметофену у ґрунті.

Концентрація 0,12 мг/кг є недіючою, оскільки відхилення від контролю в окремі терміни спостереження становили (4,4–22,9)%, тобто не перевищували 25%, і лише одноразово (на 1-у добу) сягнули 35% ($p > 0,05$).

Вміст азоту нітратів протягом періоду спостереження зростав як в контрольному ґрунті, так і в усіх дослідних зразках з внесенням підфлуметофену (рис. 4). Однак речовина у високій концентрації гальмувала зазначений процес і була діючою, оскільки з 3-ої по 30-у добу викликала вірогідне ($p < 0,05$) зниження вмісту азоту нітратів в порівнянні з контролем на (28,7–38,7)%.

Концентрація підфлуметофену в ґрунті 0,12 мг/кг була недіючою, оскільки відхилення від контролю в усі терміни спостереження були недостовірні ($p > 0,05$), не перевищували 25% (в більшості випадків були меншими за 10% і лише на 10-у добу становили 20,2%).

Концентрація підфлуметофену у ґрунті 0,6 мг/кг може бути визнана пороговою за впливом на динаміку азоту нітратів, оскільки відхилення більші за 25% спостерігали лише на 3-ю (зниження на 34,8%) і 7-у (зниження на 33,5%) добу; в інші терміни спостереження відхилення не перевищували 25%, а на 20-у і 30-у добу становили лише 8,1% і 3,2% відповідно.

Отже, порогова концентрація підфлуметофену у ґрунті за впливом на вміст іонів амонію та нітрит-аніонів є вищою за 0,12 мг/кг і нижчою за 0,6 мг/кг, за впливом на вміст азоту нітратів становить 0,6 мг/кг.

Таким чином, порогова концентрація біциклопірону за впливом на процеси амоніфікації та нітрифікації у ґрунті становить 0,05 мг/кг, підфлуметофе-

ну є вищою за 0,12 мг/кг і нижчою за 0,6 мг/кг. Оскільки ланка «іони амонію – азот нітритів» виявилась чутливішою за ланку «азот нітритів – азот нітратів», можна припустити, що у дослідженому діапазоні концентрацій обидва пестициди чинять більш виражений вплив на амоніфікацію і 1-у фазу нітрифікації у ґрунті та значно меншою мірою впливають на 2-у фазу нітрифікації.

З інформаційних джерел відомо, що інші представники класу трикетонів не чинили негативного впливу на мінералізацію азоту та вуглецю у ґрунті: мезотріон – в концентраціях від 0,53 до 1,1 мг/кг [13] та при внесенні у нормі витрати 0,4 кг/га [14]; сулкотріон та темботріон – протягом 28 днів спостереження при внесенні у нормі витрати 4,5 та 0,5 кг/га відповідно [14]. Щодо представників класу карбоксамідів, то боскалід в концентраціях 10, 100 і 200 мг/кг не впливав на трансформацію вуглецю після 60 днів інкубації [15] та не чинив негативного впливу на мінералізацію азоту і вуглецю у ґрунті при внесенні у дозі 6 кг/га [14]; пентіопірад в концентрації до 1000 мг/кг (еквівалентно нормі внесення 750 кг/га) не впливав на дихання ґрунту та трансформацію азоту у ньому [16].

Висновки.

1. Біциклопірон у вихідних концентраціях 0,25 мг/кг і 1,0 мг/кг (що відповідають 5 і 20 м.н.в.) та підфлуметофен у вихідних концентраціях 0,6 мг/кг і 1,8 мг/кг (що відповідають 10 і 30 м.н.в.) пригнічують процеси самоочищення чорнозему вилуженого від азотовмісних сполук. Порогова концентрація біциклопірону за впливом на нітрифікуючу активність ґрунту становить 0,05 мг/кг; порогова концентрація підфлуметофену є вищою за 0,12 мг/кг і нижчою за 0,6 мг/кг.

2. У діапазоні діючих концентрацій біциклопірон (0,25 і 1,0 мг/кг) та підфлуметофен (0,6 і 1,8 мг/кг) чинять більш виражений вплив на амоніфікацію і 1-у фазу нітрифікації та значно меншою мірою впливають на 2-у фазу нітрифікації у чорноземі вилуженому.

3. Застосування при вирощуванні сільськогосподарських культур гербіцидів на основі біциклопірону та фунгіцидів на основі підфлуметофену у рекомендованих нормах витрати та кратності обробок не спричинить погіршення перебігу процесів нітрифікації у реальних ґрунтово-кліматичних умовах України.

Перспективи подальших досліджень. З метою обґрунтування вимог щодо безпечного для здоров'я населення та стану довкілля застосування нових пестицидів у сільському господарстві плануються подальші дослідження їх впливу на ферментативну активність ґрунту.

Література

1. XI Delehat'skyi zizd gruntoznavt'siv ta ahrokhimikiv Ukrainy. Gruntovi resursy: vchora, sohodni, zavtra. Visnyk ahramoi nauky. 2018;1(790):83-85. [in Ukrainian].
2. Verkhovna Rada Ukrainy. Stratehiia udoskonalennia mehanizmu upravlinnia v sferi vykorystannia ta okhorony zemel' sil's'kohospodars'koho pryznachenna derzhavnoi vlasnosti ta rozporiadzhennia nymy [Internet]. 2017. Dostupno: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/413-2017-%D0%BF#Text>. [in Ukrainian].
3. Honcharuk YeH. Grunt yak faktor formuvannia umov zhyttia ta zdorovia naselennia. Zhurnal AMN Ukrainy. 1995;1(1):129-139. [in Ukrainian].
4. Tsyhanenko OI, Pershehuba YaV, Zakharova NM, Avramenko LM, Skliarova NA, Oksamytna LF. Orhanichne zemlerobstvo, yak shliakh pokrashchennia zdorovia naselennia cherez produkty zdorovoho kharchuvannia. Hihiena naselennykh mist. 2019;69:181-185. DOI: <https://doi.org/10.32402/hygiene2019.69.181>. [in Ukrainian].
5. Sytnyk K, Bahniuk V. Stan gruntiv i maibutnie liudstva. Visnyk NAN Ukrainy. 2008;8:3-27. [in Ukrainian].

- Goncharuk EI, Sidorenko GI. Gigienicheskoe normirovaniye khimicheskikh veshchestv v pochve. Moskva: Meditsina; 1986. 320 s. [in Russian].
- Martianova YuV, Korshun MM. Prohnozuvannya stupeni nebezpechnosti zabrudnennia gruntu, pidzemnykh ta poverkhnivykh bododzherel pestetsydam riznykh khimichnykh klasiv zalezno vid gruntovo-klimatichnykh umov. Ukrainskyi naukovyi medychnyi molodizhnyi zhurnal. 2021;124(2):77-88. DOI 10.32345/USMYJ.2(124).2021.77-88. [in Ukrainian].
- Korshun MM, Martianova YuV. Ecoloho-hihienichna otsinka novykh pestetsydiv dlia khimichnoho zakhystu zernovykh zlakovykh kultur. Medychna nauka Ukrainy. 2021;17(3):85-92. DOI: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.3.2021.09>. [in Ukrainian].
- Environmental Protection Authority. Science memo for application to import or manufacture miravis prime for release (APP203959). Environmental Protection Authority; 2021. 122 p. Available from: https://www.epa.govt.nz/assets/FileAPI/hsno-ar/APP203959/APP203959_Science_Memorandum.pdf.
- European Commission. Pydiflumetofen. Volume 1. European Commission. 2019. 280 p. Available from: <https://echa.europa.eu/documents/10162/da5eb3c8-0089-60e5-44e5-68936d4f26e6>.
- Natsionalni standarty Ukrainy. Yakist gruntu. Vyznachannia nitratnoho i amoniinoho azotu v modyfikatsii NNTs IHA im. O.N. Sokolovskoho. DSTU 4729:2007. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy; 2008. 14 s. [in Ukrainian].
- RGAU-MSHA. Ammonificiruyushhaya i nitrificiruyushhaya aktivnost pochv. Dostupno: <https://www.activestudy.info/ammonificiruyushhaya-i-nitrificiruyushhaya-aktivnost-pochv/>. [in Russian].
- APVMA. Public Release Summary on the evaluation of the new active mesotrione in the product callisto herbicide APVMA product number 87588. 2019. 27 p. Available from: https://apvma.gov.au/sites/default/files/publication/57906-callisto_herbicide_public_release_summary.pdf.
- PPDB: Pesticide Properties Data Base. University of Hertfordshire. Version: July 2020. Available from: URL: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>.
- Boscalid. Document M-CA. Section 1. 2. Annex to Regulation 283/2013. BASF DocID 2015/1046813. 2016. 135 p. Available from: [file:///C:/Users/pc/Downloads/Boscalid%20AI%20Renewal%20-%20BASF%20Doc%20MCA%20\(Sec%201%20-%2010\)%20\(2016\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/Boscalid%20AI%20Renewal%20-%20BASF%20Doc%20MCA%20(Sec%201%20-%2010)%20(2016).pdf).
- APVMA. Public release summary on the evaluation of penthiopyrad in the new product dupont fontelis fungicide. 2012. 48 p. Available from: <https://apvma.gov.au/sites/default/files/publication/13881-prs-penthiopyrad.pdf>.

ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ПЕСТИЦИДІВ З КЛАСІВ ТРИКЕТОНІВ ТА КАРБОКСАМІДІВ НА НІТРИФІКУЮЧУ АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ВИЛУЖЕНОГО

Мартіанова Ю. В., Коршун О. М.

Резюме. Аналіз сучасної екологічної ситуації свідчить про посилення процесів деградації ґрунтового прокриву та сповільнення процесів самоочищення ґрунтів внаслідок забруднення важкими металами, радіонуклідами, пестицидами, патогенними мікроорганізмами. *Мета дослідження:* встановлення закономірностей впливу трикетонного гербіциду біциклопірону та карбоксамідного фунгіциду підіфлуметофену на самоочищення чорнозему вилуженого від азотовмісних речовин. *Об'єкт і методи дослідження.* Вплив досліджуваних пестицидів на процеси нітрифікації в чорноземі вилуженому вивчали в лабораторному гігієнічному експерименті. Біциклопірон вносили у концентраціях 0,05; 0,25 і 1,0 мг/кг, що відповідали 1; 5 і 20 максимальним нормам витрати (0,15 кг/га), підіфлуметофен – у вихідних концентраціях 0,12; 0,6 і 1,8 мг/кг, що відповідали 2; 10 і 30 максимальним нормам витрати (0,18 кг/га). Визначення вмісту сполук азоту (іонів амонію, нітрит-аніонів та азоту нітратів) здійснювали у ґрунтовій витяжці фотометричними методами на 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 і 30-у добу від початку експерименту. *Результати.* Встановлено, що середня і максимальна концентрації у ґрунті біциклопірону (0,25 і 1,0 мг/кг) та підіфлуметофену (0,6 і 1,8 мг/кг) були діючими, оскільки викликали односпрямовані зміни вмісту іонів амонію та нітрит-аніонів більш, ніж на 25% в порівнянні з контролем, протягом більш, ніж 7 діб. За впливом на динаміку азоту нітратів усі досліджені концентрації біциклопірону у ґрунті були недіючими, оскільки розходження з контролем в усі терміни спостереження були недостовірні та не перевищували 25%. Найвища концентрація підіфлуметофену гальмувала утворення нітратів і була діючою, середня визнана пороговою, мінімальна (0,12 мг/кг) – недіючою. Загалом, порогова концентрація біциклопірону за впливом на нітрифікуючу активність ґрунту становить 0,05 мг/кг; порогова концентрація підіфлуметофену є вищою за 0,12 мг/кг і нижчою за 0,6 мг/кг. *Висновки.* Біциклопірон та підіфлуметофен у середній та максимальній досліджуваних концентраціях пригнічують процеси самоочищення чорнозему вилуженого від азотовмісних сполук, спричинюючи більш виражений вплив на амоніфікацію та 1-у фазу нітрифікації. Застосування у сільському господарстві пестицидів на їх основі не призведе до погіршення перебігу процесів нітрифікації у реальних ґрунтово-кліматичних умовах України.

Ключові слова: пестициди, ґрунт, самоочищення, нітрифікуюча активність.

HYGIENIC ASSESSMENT OF THE PESTICIDES EFFECT OF TRICETONES AND CARBOXAMIDES CLASSES ON LEACHED CHERNOZEM NITRIFYING ACTIVITY

Martianova Yu. V., Korshun O. M.

Abstract. The analysis of the current ecological situation shows the intensification of soil degradation processes and the slowing down of soil self-purification processes due to pollution by heavy metals, radionuclides, pesticides, pathogenic microorganisms. *Aim research:* regularities establishment of tricetone herbicide bicyclopyrone influence and carboxamide fungicide pydiflumetofen on self-purification of chernozem leached from nitrogen-containing substances. *Materials and methods.* The effect of the studied pesticides on the processes of nitrification in leached chernozem was studied in a laboratory hygienic experiment. Bicyclopyrone was added in concentrations of 0.05; 0.25 and 1.0 mg/kg, corresponding to 1; 5 and 20 maximum application rates (0.15 kg/ha), pydiflumetofen – in initial concentrations of 0.12; 0.6 and 1.8 mg/kg, corresponding to 2; 10 and 30 maximum application rates (0.18 kg/ha). Determination of nitrogen compounds (ammonium ions, nitrite anions and nitrate nitrogen) was carried out in the soil extract by photometric method on the 1st, 3rd, 5th, 7th, 10th, 15th, 20th and 30th days from the beginning of the experiment. *Results.* It was found that the average and maximum concentrations were of bicyclopyrone (0.25 and 1.0 mg/kg) and pydiflumetofen (0.6 and 1.8 mg/kg) in soil were effective because they caused unidirectional changes in the content of ammonium ions and nitrite anions more than 25 % compared to control, for more than

7 days. According to the effect on the dynamics of nitrogen nitrates, all studied concentrations of bicyclopyrone in soil were ineffective, because the differences with the control at all observation times were insignificant and did not exceed 25%. The high concentration of pydiflumetofen inhibited formation of nitrates was effective, the average was recognized as a threshold, the minimum (0.12 mg/kg) was ineffective. In general, the threshold concentration of bicyclopyrone by the effect on the nitrifying activity of soil is 0.05 mg/kg; the threshold concentration of pydiflumetofen is higher than 0.12 mg/kg and lower than 0.6 mg/kg. *Conclusions.* Bicyclopyrone and pydiflumetofen in the average and maximum investigated concentrations inhibit of self-purification process of chernozem leached from nitrogen-containing compounds, causing a more pronounced effect on ammonification and the 1st phase of nitrification. The use of pesticides based on them in agriculture will not worsen the course of nitrification processes in real soil-climatic conditions of Ukraine.

Key words: pesticides, soil, self-purification, nitrifying activity.

ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Martianova Yu. V.: 0000-0002-9609-2717^{ABCD}

Korshun O. M.: <https://orcid.org/0000-0003-1591-7340>^{BDEF}

Конфлікт інтересів:

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Адреса для кореспонденції

Мартіянова Юлія Володимирівна

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Адреса: Україна, 01601, м. Київ, бульвар Тараса Шевченка, 13

Тел.: +380969138754

E-mail: ulia.martianova@gmail.com

A – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Рецензент – проф. Катрушов О. В.

Стаття надійшла 14.08.2021 року

Стаття прийнята до друку 08.02.2022 року