УДК 631.416.2
DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.1.31

ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ РУХОМИМИ СПОЛУКАМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ВМІСТ ГУМУСУ ТА ЗМІНУ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТІВ

Дмітрієвцева Н.В. *– к.с-г.н.,*
учений секретар,
Інститут сільського господарства Західного Полісся Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-7963-6436

У статті розглянуто вплив забруднення сполуками важких металів на вміст гумусу та зміну кислотності ґрунтів. Встановлено зниження рівня внесення мінеральних добрив майже у 2 рази та органічних добрив у 15 разів. Відмічено призупинення проведення робіт із хімічної меліорації, площі провапнованих ґрунтів скоротилися майже у 9 разів, відбувається не обґрунтоване внесення фізіологічно кислих добрив, що сприяє підкисленню ґрунтів, винесенню кальцію та магнію врожаєм сільськогосподарських культур. Результатами XI туру агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення встановлено, що 32,6% обстежених земель сільськогосподарського призначення мають кислу реакцію ґрунтового розчину. Результатами досліджень встановлено, що 31,4 % площ ґрунтів Рівненської області мають низьку та 50,2% середню забезпеченість умістом гумусу. Чорноземи, ясно-сірі та темно-сірі ґрунти Зони Лісостепу характеризуються середнім умістом гумусу. Дуже низьким умістом гумусу характеризуються дерново-підзолисті ґрунти зони. На лучних та торфово-болотних ґрунтах зони Лісостепу відмічно високий та дуже високий уміст гумусу. Дерново-підзолисті ґрунти зони Лісостепу характеризутья близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину. Лучні та торфово-болотні ґрунти характеризуються слаболужною реакцією ґрунтового розчину. На чорноземних та ясно-сірих ґрунтах встановилася нейтральна реакція ґрунтового розчину. Для темно-сірих ґрунтів встановлено зміну реакції ґрунтового розчину з нейтральної до близької до нейтральної.

Для 6,9 % земель сільськогосподарського призначення Рівненської області встановлено дуже високий та високий рівень забруднення рухомими сполуками свинцю. Для 7,5 % земель сільськогосподарського призначення Рівненської області встановлено помірний та середній рівень забруднення рухомими сполуками кадмію. Проведеним кореляційно-регресійним аналізом встановлений дуже тісний та тісний зв'язки між впливом забруднення різних типів ґрунту свинцем, кадмієм, цинком і міддю та зміною кислотності ґрунту і вмістом гумусу, де коефіцієнти кореляції коливаються у межах r= 0,60-0,99.

Ключові слова: *ґрунт, моніторингова ділянка, важкі метали, кислотність ґрунту, органічна речовина, кореляційний аналіз.*

Dmitriievtseva N.V. Establishing the impact of pollution with mobile heavy metals on humus content and changes in soil acidity

The article examines the impact of heavy metal pollution on the humus content and changes in soil acidity. It was found that the level of mineral fertilizer application was reduced by almost 2 times and organic fertilizer application by 15 times. Chemical land reclamation work has been suspended, the area of calcified soils has decreased by almost 9 times, and physiologically acidic fertilizers are being applied without justification, which contributes to soil acidification and the leaching of calcium and magnesium by crop yields. The results of the 11th round of agrochemical certification of agricultural lands showed that 32,6% of the surveyed agricultural lands have an acidic soil solution reaction. The results of the research showed that 31,4% of the soil areas of the Rivne region have low and 50,2% have average humus content.

Chernozems, light gray and dark gray soils of the Forest-Steppe Zone are characterized by an average humus content. The sod-podzolic soils of the zone are characterized by a very low humus content. The meadow and peat-bog soils of the Forest-Steppe Zone have a significantly high and very high humus content. Sod-podzolic soils of the Forest-Steppe zone are characterized by a soil solution reaction close to neutral. Meadow and peat-bog soils are characterized by a slightly alkaline soil solution reaction. On chernozem and light gray soils, a neutral soil solution reaction was established. For dark gray soils, a change in the reaction of the soil solution from neutral to close to neutral was established.

For 6,9% of agricultural lands in the Rivne region, a very high and high level of contamination with mobile lead compounds was established. Moderate and medium levels of contamination with mobile cadmium compounds were found for 7,5% of agricultural land in the Rivne region.

The conducted correlation-regression analysis established a very close and close relationship between the impact of contamination of various types of soil with lead, cadmium, zinc and copper and changes in soil acidity and humus content, where the correlation coefficients range from r= 0,60-0,99.

Key words: *soil, monitoring area, heavy metals, soil acidity, organic matter, correlation analysis.*

Актуальність теми дослідження. Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення це один із заходів у галузі охорони земель, оскільки основними завданнями моніторингу земель є прогноз еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів.

Об’єктами дослідження є процеси, що протікають в основних типах ґрунтів Рівненської області. Предметом дослідження є агрофізичні показники та властивості основних типів ґрунтів Рівненської області. Дослідження проводилися на 16-ти моніторингових ділянках, розташованих на поширених ґрунтах зони Лісостепу Рівненської області. Мета досліджень полягає у встановленні закономірностей зміни агрохімічних показників основних типів ґрунтів зони Лісостепу Рівненської області. Для досягнення цієї мети передбачалось вирішити такі завдання: з’ясувати основні фактори антропогенезу, що сприяють погіршенню агрофізичних показників ґрунту; вивчити основні причини зниження вмісту гумусу та підвищення кислотності ґрунтів; провести оцінку динаміки зміни основних агрофізичних та агроекологічних показників; з’ясувати закономірності міграції важких металів у основних типах ґрунтів; встановити закономірності впливу забруднення основних типів ґрунтів важкими металами на зміну агрофізичних показників (вміст гумусу, реакція ґрунтового розчину).

Постановка проблеми.

За даними досліджень Медведєва В.В., Мірошниченка М.М., Макаренко Н.А., Клименка М.О., Балюка С.А., Фатєєва А.І. та інших в останнє десятиріччя агрофізичний стан ґрунтового покриву суттєво погіршується, проявляються такі фактори деградації ґрунтового покриву як зниження гумусу та підвищення кислотності ґрунтів внаслідок антропогенного навантаження на агроценози, низького рівня удобрювання ґрунтів органікою та мінеральними добривами, призупинення або повна відсутність проведення вапнування кислих ґрунтів [1-5]. Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення це один із заходів у галузі охорони земель, оскільки основними завданнями моніторингу земель є прогноз еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів [6].

За твердженням Гамалей В. І., Шевченко І. П., поглинання важких металів значною мірою залежить від складу і властивостей ґрунту, зокрема особливе значення у цих процесах має органічна речовина, яка різниться за кількістю та якістю щодо різних типів ґрунтів [7]. Зростання вмісту гумусу в ґрунті за наявності важких металів відзначено в роботі, що пояснюється негативним впливом полютантів на стан мікробоценозу та зниженням біологічної активності ґрунтів.

Екзогенне привнесення до ґрунту полютантів призводить до негативних змін агрофізичних показників ґрунту [8-9]. Необхідно також зазначити, що ступінь техногенного впливу багато в чому залежить від типу ґрунту. Низькобуферні ненасичені основами, малогумусні дерново-підзолисті ґрунти піддаються значному впливу забруднюючих речовин. В умовах кислого середовища полютанти трансформуються у більш рухомі міграційно здатні сполуки, які можуть надходити до нижче розташованих шарів і до ґрунтових вод, тим самим підсилюючи несприятливий екологічний вплив. В умовах нейтрального та лужного середовища на високобуферних ґрунтах (чорноземах) полютанти, як правило, знаходяться у неактивному стані і малодоступній для рослин формі.

Отже, низький рівень родючості і ступінь окультурення ґрунтів, який унеможливлює ефективне введення виробництва з високим техногенним навантаженням, а також невідповідність встановленим нормам вмісту токсичних речовин у ґрунті є основними причинами контролю техногенного навантаження на зміну агрофізичних показників ґрунту у мережі спостережень на моніторингових ділянках.

Метою досліджень є встановлення закономірностей впливу забруднення основних типів ґрунтів важкими металами на зміну агрофізичних показників.

Методика досліджень. Агрохімічне обстеження земель сільськогосподарського призначення проводилося згідно з чинними стандартами і методиками:

– визначення рН проводилося іонометричний метод визначення рН сольової витяжки в ґрунтах;

– визначення гумусу проводиться за методом Тюріна шляхом окислення його в ґрунті в сірчанокислому середовищі двохромовокислим калієм при нагріванні з наступним фотоколориметруванням;

– визначення вмісту свинцю, кадмію, цинку, міді у ґрунтових зразках проводили у витяжці в амонійно–ацетатному буфері з рН 4,8, методом атомно-абсорбційної спектрометрії на спектрофотометрі С–115М [10].

Результати досліджень. Проведеними нами дослідженнями встановлено, що намітилася тенденція до зниження обсягів внесення мінеральних добрив майже у 2 рази як в області в цілому так і по зонах Полісся і Лісостепу. У порівнянні з 1986-1990 рр. роками виявлено зниження рівня внесення добрив з 240 кг/га д. р. до 158 кг/га д. р. у 2016-2020 рр. Також відмічається зниження застосуванням органічних добрив у порівнянні з 1986-1990 рр. (11,9 т/га) рівні внесення органічних добрив скоротилися майже у 15 разів та становили 1,1 т/га. Фактично ми можемо констатувати факт повного призупинення проведення робіт із хімічної меліорації, площі провапнованих ґрунтів скоротилися майже у 9 разів, у порівнянні з 1986-1990 рр. відбувається не обґрунтоване внесення фізіологічно кислих добрив, що сприяє підкисленню ґрунтів, винесенню кальцію та магнію врожаєм сільськогосподарських культур.

Як свідчать результати XI (2016-2020 рр.) туру агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення 32,6% обстежених земель сільськогосподарського призначення мають кислу реакцію ґрунтового розчину. Результатами досліджень встановлено, що 31,4 % площ ґрунтів Рівненської області мають низьку та 50,2% середню забезпеченість умістом гумусу.

У результаті проведених досліджень на моніторингових ділянках спостереження основних типів ґрунтів зони Лісостепу протягом п’яти років встановлено, що уміст гумусу коливається в межах: ясно-сірих ґрунтах 2,0–2,3 %, при середньому показнику 1,8 %; темно-сірих ґрунтах 2,2–2,4 %, при середньому показнику 2,3 %; чорноземних – 2,3–2,5 %, при середньому показнику 2,4 %. Уміст гумусу в дерново-підзолистих коливався у межах 1,7–1,9 %, середній показник становив 1,8 %. У лучних та торфово-болотних ґрунтах уміст гумусу протягом останіх п'яти років коливався у межах 4,0–4,3 % та 6,0–6,4 % відповідно. При середньому показнику, який встановився відповідно 4,2 та 6,2 %. Таким чином, основні типи ґрунтів зони Лісостепу за умістом гумусу можна розмістити у спадаючий ряд: торфово-болотні>лучні>чорноземні>темно-сірі>ясно-сірі>дерново-підзолисті.

Чорноземи, ясно-сірі та темно-сірі ґрунти Зони Лісостепу характеризуються середнім умістом гумусу. Дуже низьким умістом гумусу характеризуються дерново-підзолисті ґрунти зони. На лучних та торфово-болотних ґрунтах зони Лісостепу відмічно високий та дуже високий уміст гумусу.

З динаміки зміни кислотності ґрунтів моніторингових ділянок зони Лісостепу видно, що показник pH_{KCl} на чорноземних ґрунтах коливався у межах 6,6–6,8 од. pH. На ясно-сірих ґрунтах показник кислотності ґрунтів коливався у межах 6,1–6,2 од. pH. Для темно-сірих показник кислотності ґрунтів коливався у межах 5,8–6,4 од. pH, встановлено зміну рекції ґрунтового розчину за останні п'ять років з нейтральної до близької до нейтральної.

Для торфово-болотних та лучних ґрунтів реакція ґрунтового розчину коливалася у межах 7,1–7,2 од. pH, що відповідає слаболужній реакції ґрунтового розчину. Дерново-підзолисті ґрунти зони Лісостепу характеризуютья близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину. Лучні та торфово-болотні ґрунти характеризуються слаболужною реакцією ґрунтового розчину. На чорноземних та ясно-сірих ґрунтах встановилася нейтральна реакція ґрунтового розчину. Для темно-сірих ґрунтів встановлено зміну реакції ґрунтового розчину з нейтральної до близької до нейтральної.

Розподіл площ по групах забруднення рухомими сполуками свинцю в ґрунтах внаслідок проведення агохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення області вказує на те, що 67,6 % земель забруднені рухомими сполуками свинцю, середньозважений показник на забруднену площу становить 1,50 мг/кг. Розподіл площ по групах забруднення рухомими сполуками кадмію в ґрунтах досліджуваних внаслідок проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення області вказує на те, що 36,0 % земель забруднені рухомими сполуками кадмію, середньозважений показник на забруднену площу становить 0,17 мг/кг.

У результаті проведених досліджень на моніторингових ділянках по основних типах ґрунтів зони Лісостепу уміст рухомих сполук свинцю орного шару коливається в межах: ясно-сірі – 1,23-4,10 мг/кг, темно-сірі – 1,18- 1,99 мг/кг, чорноземні – 1,15-1,66 мг/кг. Уміст кадмію в дерново-підзолистих, лучних та торфово-болотних ґрунтах становить 1,20, 3,11 та 4,65 мг/кг відповідно. Так, дерново-підзолисті, темно-сірі та чорноземні ґрунти характеризуються слабким рівнем забруднення рухомими сполуками свинцю. Ясно-сірі ґрунти характеризуються помірним рівнем забруднення рухомими сполуками свинцю. Лучні ґрунти відповідають підвищеному рівню забруднення рухомими сполуками свинцю. Торфово-болотні ґрунти відповідають високому рівню забруднення рухомими сполуками свинцю.

У результаті проведених досліджень на моніторингових ділянках дерново-підзолистих ґрунтів зони Лісостепу уміст рухомих сполук свинцю у підорному шарі ґрунту знизився у 1,7 разів, у порівняні з орним шаром (рис. 1). Для ясно-сірих та темно-сірих ґрунтів відмічено зниження уміст рухомих форм свинцю у 1,3 разів відповідно. Для чорноземних ґрунтів відмічено зниження його умісту у 1,2 разів. Для торфово-болотних та лучних ґрунтів підорного шару уміст рухомих форм свинцю знизився у 1,1 рази.

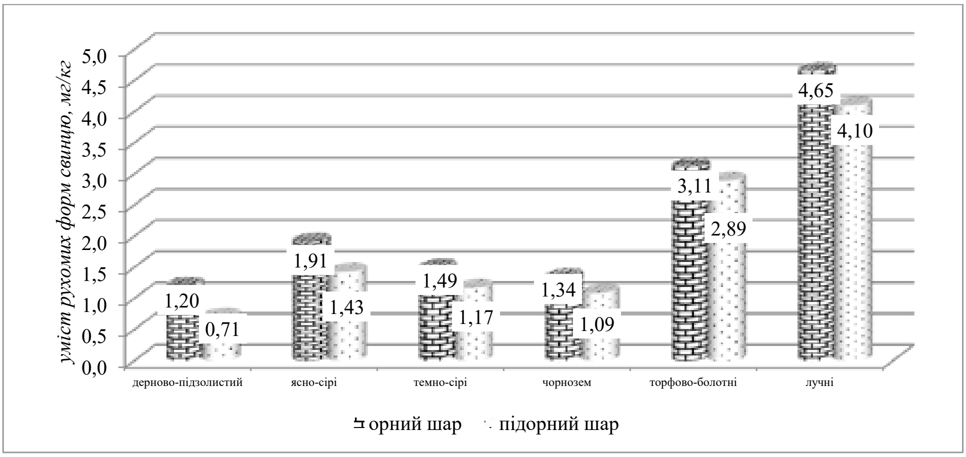

Рис. 1. Зміна середнього умісту рухомих сполук свинцю в орному та підорному шарах основних типів ґрунтів зони Лісостепу Рівненської області

У результаті проведених досліджень на моніторингових ділянках по основних типах ґрунтів зони Лісостепу уміст рухомих сполук кадмію орного шару коливається в межах: ясно-сірі – 0,07–0,13 мг/кг, темно-сірі – 0,10–0,17 мг/кг, чорноземні – 0,10–0,15 мг/кг. Уміст кадмію в дерново-підзолистих, лучних та торфово-болотних ґрунтах становить 0,14, 0,30 та 0,31 мг/кг відповідно (рис. 2).

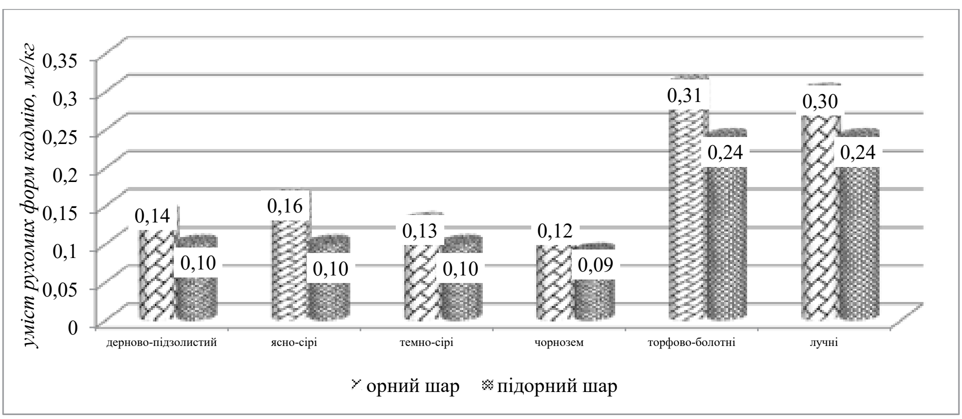

Рис. 2. Зміна середнього умісту рухомих сполук кадмію в орному та підорному шарах основних типів ґрунтів зони Лісостепу Рівненської області

Проведеними дослідженнями на моніторингових ділянках встановлено, що у темно-сірих, чорноземних, торфово-болотних та лучних ґрунтів зони Лісостепу уміст рухомих сполук кадмію у підорному шарі ґрунту знизився у 1,3 рази, у порівняні з орним шаром. Для дерново-підзолистих ґрунтів відмічено зниження його умісту у 1,4 рази. Для ясно-сірих ґрунтів відмічено зниження уміст рухомих форм свинцю у 1,6 разів відповідно.

Встановлено, що дерново-підзолисті, ясно-сірі, чорноземні та темно-сірі ґрунти зони Лісостепу відповідають слабкому рівню забруднення рухомими сполуками кадмію, тоді як лучні та торфово-болотні ґрунти помірному рівню забруднення. Рівні забруднення дерново-підзолистого, ясно-сірого, чорнозему та темно-сірого ґрунтів зони Лісостепу у підорному шарі змінився на фоновий вміст. Тоді як лучні та торфово-болотні ґрунти мають помірний рівень забруднення рухомими сполуками кадмію, який не змінився.

Вперше ми встановили залежності впливу антропогенезу на зміну гумусного стану ґрунтового покриву та зміну кислотності основних типів ґрунтів зони Лісостепу. Для характеристики структурних взаємозв'язків властивостей ґрунтів пропонується оцінка вектору, який виявляє структуру впливу вхідних параметрів родючості на відповідні вихідні перемінні. В якості вихідних параметрів використовувались наступні показники родючості: вміст гумусу (x1), %; pHсол. (x2) од. pH; рухомі форми важких металів свинцю, кадмію, цинку та міді відповідно (x3, x4, x5, x6), мг/кг грунту. Зважаючи на це, в якості вихідних параметрів ми враховували агрофізичні, агрохімічні та екологічні показники родючості. Перераховані показники родючості (матриці X) можуть слугувати основою агрофізичної моделі ґрунтових відмін.

Як видно, з кореляційної матриці, побудованої для дерново-підзолистого ґрунту зони Лісостепу, був встановлений дуже тісний зв'язок між впливом забруднення даного типу ґрунту свинцем, кадмієм, цинком та міддю та зміною кислотності грунту і вмістом гумусу у даному типі ґрунту коефіцієнт кореляції становит r=0,99 (табл. 1).

Таблиця 1

Кореляційна матриця взаємодії агрофізичних та агроекологічних показників для дерново-підзолистого ґрунту зони Лісостепу

	X_1(Cr)	X_2(pH)	X_3 (Pb)	X_4(Cd)	X_5(Zn)	X_6(Cu)
X_1(Cr)	1,000	0,84	0,99	0,67	0,99	0,99
X_2(pH)		1,000	0,91	0,57	0,99	0,99
X_3(Pb)			1,000	0,27	0,74	0,73
X_4(Cd)				1,000	0,89	0,90
X_5(Zn)					1,000	0,46
X_6(Cu)						1,000

Аналогічна ситуація склалася для темно-сірих ґрунтів зони Лісостепу, де коефіцієнт кореляції встановлений з кореляційної матриці ґрунту встановився у межах r=0,79-0,99, що констатує дуже тісний зв'язок між впливом забруднення даного типу ґрунту свинцем, кадмієм, цинком та міддю та зміною кислотності ґрунту і вмістом гумусу (табл. 2). Проведеними нами дослідженнями у мережі моніторингових ділянок для ясно-сірих ґрунтів зони Лісостепу з встановленої кореляційної матриці, побудованої для досліджуваного типу ґрунту, був встановлений дуже тісний зв'язок між впливом забруднення даного типу ґрунту свинцем, кадмієм, цинком та міддю та зміною кислотності ґрунту і вмістом гумусу.

Таблиця 2

Кореляційна матриця взаємодії агрофізичних та агроекологічних показників для темно-сірого ґрунту зони Лісостепу

	X_1(Cr)	X_2(pH)	X_3 (Pb)	X_4(Cd)	X_5(Zn)	X_6(Cu)
X_1(Cr)	1,000	0,95	0,99	0,99	0,99	0,98
X_2(pH)		1,000	0,84	0,83	0,79	0,95
X_3(Pb)			1,000	0,91	0,98	0,70
X_4(Cd)				1,000	0,78	0,76
X_5(Zn)					1,000	0,85
X_6(Cu)						1,000

Так коефіцієнт кореляції коливався у межах r=0,78-0,97 (табл. 3).

Таблиця 3

Кореляційна матриця взаємодії агрофізичних та агроекологічних показників для ясно-сірого ґрунту зони Лісостепу

	X_1(Cr)	X_2(pH)	X_3 (Pb)	X_4(Cd)	X_5(Zn)	X_6(Cu)
X_1(Cr)	1,000	0,42	0,87	0,92	0,97	0,78
X_2(pH)		1,000	0,86	0,86	0,96	0,82
X_3(Pb)			1,000	0,78	0,53	0,80
X_4(Cd)				1,000	0,99	0,70
X_5(Zn)					1,000	0,60
X_6(Cu)						1,000

Також середній кореляційний зв’язок було встановлено між впливом забруднення чорнозему зони Лісостепу свинцем та міддю на зміну кислотності та вмісту гумусу, де коефіцієнт кореляції коливався у межах r=0,60-0,67 (табл. 4).

Таблиця 4

Кореляційна матриця взаємодії агрофізичних та агроекологічних показників для чорнозему зони Лісостепу

	X_1(Cr)	X_2(pH)	X_3 (Pb)	X_4(Cd)	X_5(Zn)	X_6(Cu)
X_1(Cr)	1,000	0,99	0,67	0,78	0,81	0,60
X_2(pH)		1,000	0,61	0,85	0,84	0,99
X_3(Pb)			1,000	0,96	0,98	0,66
X_4(Cd)				1,000	0,96	0,78
X_5(Zn)					1,000	0,59
X_6(Cu)						1,000

Таким чином, перераховані показники родючості основних типів ґрунтів можуть слугувати основою агрофізичної моделі ґрунтових відмін.

Висновки:

1. Внаслідок не обґрунтованого внесення фізіологічно кислих добрив, призупинення проведення хімічної меліорації ґрунтів відбувається підкислення ґрунтового покриву Рівненської області.

2. Зниження умісту гумусу спричинено посиленням процесів мінералізації, зміною структури посівних площ, поглибленням орного шару ґрунту, недооцінкою ролі органічних добрив і травосіяння, прискоренням і розвитком процесів ерозії.

3. Для 6,9 % земель сільськогосподарського призначення Рівненської області встановлено дуже високий та високий рівень забруднення рухомими сполуками свинцю та для 7,5 % земель встановлено помірний та середній рівень забруднення рухомими сполуками кадмію.

4. Проведеним кореляційно-регресійним аналізом встановлений дуже тісний та тісний зв'язки між впливом забруднення різних типів ґрунту свинцем, кадмієм, цинком і міддю та зміною кислотності ґрунту і вмістом гумусу, де коефіцієнти кореляції коливаються у межах r= 0,60-0,99.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / за ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, А. Д. Балаєва. Київ: НААНУ. 2010. 153 с.
2. Балюк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л.І., Шимель В.В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. Вісник аграрної науки. 2017. № 8. С. 5–11.
3. Балюк С.А., Медведєв В.В., Мірошниченко М.М., Скрильник Є.В., Тимченко Д.О., Фатєєв А.І., Христенко А.О., Цапко Ю.Л. Екологічний стан ґрунтів України. Український географічний журнал. 2012. С. 38–42.
4. Макаренко Н. А. Контроль за вмістом важких металів у ґрунті. Вісник аграрної науки. 2001. № 4. С. 55–57.
5. Клименко О. М. Управління агроекологічним станом ґрунтів та якістю сільськогосподарської продукції. Рівне: Перспектива, 2006. 320 с.
6. Методичні вказівки щодо проведення моніторингу ґрунтів земель сільськогосподарського призначення у мережі спостережень на моніторингових ділянках / Греков В. О., Дацько Л. В., Майстрено М. І. та ін. К. 2011. 28 с.
7. Гамалей В. І., Шевченко І. П. Екологічний стан ґрунтів придорожніх смуг. Вісник аграрної науки. 2008. № 12. С. 54-58.
8. Оцінка і прогноз якості земель: навч. посібник / Булигін С. Ю., Барвінський А. В., Ачасова А. О., Ачасова А. Б. Харків, 2008. 237 с.
9. Клименко М. О., Прищепа А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля: підручник. Київ: Вид. центр "Академія", 2006. 368 с.
10. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: керівний нормативний документ / за ред. Яцука І.П., Балюка С.А. Київ, 2019. 108 с.

Дата першого надходження рукопису до видання: 07.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025