



Технічний звіт

з обстеження ґрунтового покриву земельної ділянки сільськогосподарського призначення у місці вибуху різних типів боєприпасів, яка розташована за межами смт Комишани Херсонської територіальної громади Херсонського району Херсонської області

Технічний звіт

з обстеження ґрунтового покриву земельної ділянки
сільськогосподарського призначення у місці вибуху
різних типів боєприпасів, яка розташована за межами
смт Комишани Херсонської територіальної громади
Херсонського району Херсонської області

Т. в. о. генерального директора

Учений секретар

ДУ «Держґрунтохорона», к.с-г.н.

В. о. завідувача відділу
землевпорядних робіт та оцінки
земель

Завідувач відділу науково-
методичного та науково-технічного
забезпечення аналітичних
досліджень, к.б.н.



Роман Паламарчук

Олена Грищенко

Наталія Мандибуря

Ярослава Жукова

СПИСОК ВИКОНАВЦІВ

Завідувач відділу досліджень з моніторингу ґрунтів



Віктор Запасний

Головний фахівець відділу досліджень з моніторингу ґрунтів



Наталія Годинчук

Завідувач відділу досліджень з охорони та підвищення родючості ґрунтів



Євгеній Ярмоленко

Заступник завідувача відділу досліджень екологічної безпеки земель, продукції та довкілля



Олександр Костенко

Головний фахівець відділу землевпорядних робіт та оцінки земель



Юлія Яценко

Головний фахівець відділу землевпорядних робіт та оцінки земель



Віталій Романенко

Головний фахівець відділу науково-методичного та науково-технічного забезпечення аналітичних досліджень



Сергій Петрищенко

Зміст

Пояснювальна записка	5
Розділ 1. Дослідження ґрунтового покриву у місці вибуху різних типів боеприпасів	7
1.1. Ґрунтово-кліматичні умови території досліджень	7
1.2. Відбір проб ґрунту	8
Розділ 2. Об'єкт і методи досліджень	11
Розділ 3. Результати досліджень	13
3.1. Результати обстеження ґрунтового розрізу та встановлення агровиробничої групи ґрунту	13
3.2. Агрохімічна характеристика проб ґрунту	19
3.3. Еколого-токсикологічна характеристика ґрунтового покриву	34
3.3.1. Аналіз забруднення ґрунту рухомими сполуками важких металів	34
3.3.2. Аналіз вмісту валових форм важких металів	54
3.3.3. Радіологічне дослідження обстежуваної ділянки	70
Розділ 4. Результати досліджень та рекомендації щодо можливості використання території досліджень для вирощування сільськогосподарських культур	71
Висновки	90
Список літератури	93

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Повномасштабне вторгнення російської федерації до України вже завдало та продовжує завдавати непоправної шкоди довкіллю, зокрема внаслідок забруднення та пошкодження ґрунтового покриву. Упродовж дев'ятнадцяти місяців активних бойових дій ґрунтовому покриву дев'яти областей України площею близько 21 мільйона гектарів завдано непоправної шкоди.

Військові дії призводять не лише до фізичного та агрохімічного погіршення стану ґрунту, але й до його хімічного забруднення [1, 2]. Пряме потрапляння снарядів, згоріла військова техніка та нафтопродукти руйнують екосистему і забруднюють ґрунти та воду важкими металами і токсичними елементами. Найшкідливішими забруднювачами ґрунтів є високотоксичний свинець, ртуть, арсен, кадмій, мідь, нікель та цинк [3, 4]. Ці та інші важкі метали під час військових дій потрапляють у навколишнє середовище від залишків вогнепальної зброї, що містить високі рівні металовмісних часток, а також від використання артилерії, гранат та ракет. Забруднення важкими металами може відгукуватися не один десяток років, оскільки вони є полівалентними, добре сорбуються ґрунтами, утворюють важкорозчинні сполуки з фосфатами і гідроокисами, що сприяє їх поступовому нагромадженню в ґрунтовому середовищі [5, 6]. Це призводить до підвищення токсичного потенціалу ґрунту, впливає на його біологічну активність, викликає патологічні зміни в протіканні біологічних процесів, накопичення шкідливих речовин у сільськогосподарських культурах. Нагромадження важких металів у ґрунті впливає на його родючість і мікробіологічну активність [3, 7]. Забруднення важкими металами є одним із факторів, що визначає продуктивність сільськогосподарських культур та якість сільськогосподарської продукції.

Завдяки високій мобільності важкі метали переміщуються ланцюгами харчування біологічних організмів і становлять загрозу для населення через свою токсичність, канцерогенність і мутагенність. Тому моніторинг екологічного стану ґрунтів щодо вмісту важких металів є надзвичайно важливим. Особливо у місцях, де проходили бойові дії [8].

Після розгляду звернення Іноземної неурядової організації Мерсі Корпс (Mercy Corps) від 27.07.2023 №21938/06.1 та Міністерства аграрної політики та продовольства України від 1.08.2023 № 21-1311-06.1/18711 державною установою «Інститут охорони ґрунтів України» було укладено договір по складанню технічних звітів з обстеження земель сільськогосподарського призначення для визначення впливу забруднюючих речовин на можливість подальшого вирощування сільськогосподарських культур №UA23-188 від 16.08.2023 з Іноземною неурядовою організацією Мерсі Корпс та відібрано проби ґрунту у **місці вибуху різних типів боєприпасів** на земельній ділянці сільськогосподарського призначення, яка розташована за межами смт Комишани Херсонської територіальної громади Херсонського району з метою встановлення агрохімічних та токсикологічних показників.

Лабораторний аналіз виконувався за чинними в Україні нормативними документами на методи випробувань лабораторією екологічної безпеки земель, якості продукції та довкілля ДУ «Держґрунтохорона» та Дніпропетровською філією державної установи «Інститут охорони ґрунтів України».

Мета досліджень: визначення впливу забруднюючих речовин на можливість подальшого вирощування сільськогосподарських культур з наданням рекомендаційних висновків щодо різновиду даних культур, подальших практичних дій, необхідних для відродження досліджуваних ділянок, для вирощування с/ґ продукції, відповідно до стандартів безпеки харчових продуктів.

РОЗДІЛ 1**ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ У МІСЦІ ВИБУХУ
РІЗНИХ ТИПІВ БОЄПРИПАСІВ****1.1. Ґрунтово-кліматичні умови території досліджень**

Херсонська область розташована у південній частині України в басейні нижньої течії р. Дніпро в межах Причорноморської низини, омивається Чорним і Азовським морями.

Як природно-територіальний комплекс Херсонщина розташована в південно-західній частині Східноєвропейської рівнини, її степовій зоні.

Лівобережна частина області має переважно рівнинний рельєф та балочну місцевість уздовж Каховського водосховища та Дніпро-Бузького лиману. Правобережну частину характеризують рівнинно-подові, балочні, яружні, схилові, заплавно-терасові типи місцевості. В геоморфологічному відношенні область має найбільші абсолютні відмітки висот і слабкий похил на південь до узбережжя Чорного моря. Розчленованість рельєфу незначна.

Ґрунти Херсонщини – важливий компонент її ландшафтів, що значною мірою визначає спеціалізацію економіки області, спосіб життя її жителів. Основними ґрунтами Херсонської області є чорноземи (звичайні та південні), каштанові ґрунти (темно-каштанові та каштанові в комплексі із солонцями і солончаками), оглеєні ґрунти подів і дернові ґрунти піщаних терас Дніпра. Однією з головних особливостей ґрунтів області в частині, що прилягає до Азовського та Чорного морів, є досить великий вміст солей у них.

Клімат Херсонської області помірно-континентальний з порівняно м'якою зимою (середні температури зимових місяців від -1° до -3°C) та спекотним і довгим літом (середні температури від $+22^{\circ}$ до $+23^{\circ}\text{C}$, максимальні – більше 40°C). Середньорічна температура дорівнює $9,3^{\circ}$ – $9,8^{\circ}\text{C}$ і має стійку тенденцію до підвищення. Середня багаторічна кількість опадів по області – близько 400 мм, але за останнє десятиріччя кількість опадів збільшилася.

Найбільш вологими районами є північно-західні (450 – 470 мм), найменш – південні (300 мм). Херсонська область – це найбільш суха область України.

Переважає кількість опадів випадає влітку у вигляді злив, взимку сніговий покрив нестійкий, не тоне кілька десятків днів, а в прибережній частині області ще менше – близько 15 днів. В останні роки, у зв'язку зі зміною клімату, сніговий покрив практично відсутній. Клімату Херсонщини притаманні літні сухотви – потужні вітри (понад 5 м/с) при низькій вологості (менше 30%) та високих температурах (вище 25°C) [9].

1.2. Відбір проб ґрунту

Для визначення агрохімічного та еколого-токсикологічного стану земельної ділянки сільськогосподарського призначення, розташованої за межами смт Комишани Херсонської територіальної громади Херсонського району, яка зазнала пошкодження внаслідок вибуху різних типів боєприпасів, проведено відбір проб ґрунту (рис. 1).



Рис. 1. Місце відбору проб ґрунту з території, що зазнала впливу від вибуху різних типів боєприпасів

Для отримання достовірних результатів було застосовано методику, що ґрунтується на мульти-інкрементному дизайні відбору проб, оскільки ґрунт має

гетерогенний склад і не всі його частинки, навіть однакового розміру, мають однакову концентрацію цільових аналітів.

Метод передбачає налаштування сітки вибірки і програмування точок відбору (рис. 2). Відстань між точками відбору проб визначається розміром області, що підлягає дослідженню та кількості проб, що відбираються рівномірно по всій зоні відбору.

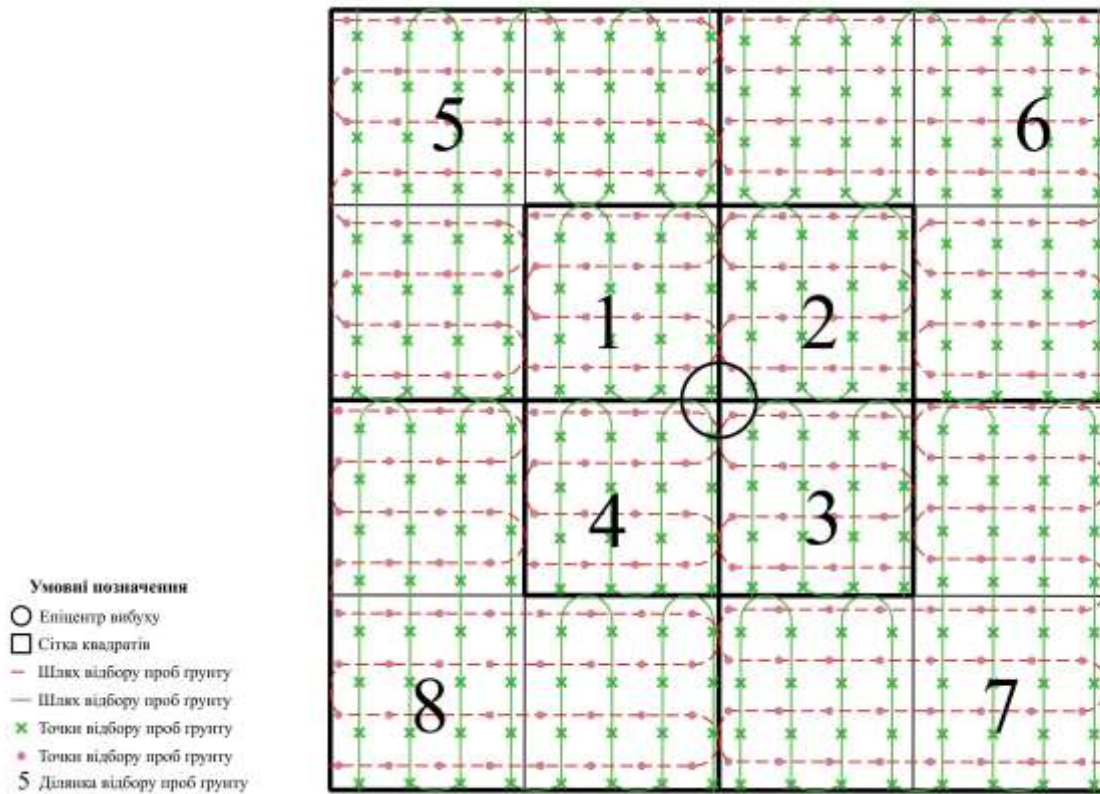


Рис. 2. Схема відбору проб ґрунту з місця вибуху різних типів боєприпасів

Вирва, утворена внаслідок вибуху різних типів боєприпасів, мала глибину 1,7 м, діаметр – 5 м (рис. 3). З огляду на такий діаметр для визначення забруднення прилеглої території, було запропоновано дослідити ділянку прийняття рішень розміром 10 м на 10 м. Для полегшення роботи і отримання достовірних даних область прийняття рішення 10 м на 10 м була поділена на вісім одиниць відбору (ділянок) з урахуванням сітки квадратів розміром 2,5 м на 2,5 м. Результати, отримані на кожній з восьми ділянок відбору проб ґрунту, можна використовувати для аналізування поширення забруднення як окремо, так і об'єднати для визначення оцінки середньої концентрації аналіту на всій ділянці прийняття рішення.

Проби ґрунту з ділянок навколо вирви після вибуху протитанкової міни відбирались згідно схеми (рис. 2) на відстані від 0 до 2,5 та від 2,5 до 5,0 метрів від епіцентру вибуху на трьох глибинах: 0–15 см; 15–30 см та 30–45см. Для отримання однієї змішаної проби для кожної ділянки 1 – 4 було відібрано по 30 точкових проб, для однієї змішаної проби для кожної ділянки 5 – 8 по 90 точкових проб.

Відбір фонові проби було здійснено з глибин 0 –15; 15 – 30 та 30 – 45 см на відстані 60 м від епіцентру вибуху. Зазначимо, що ґрунти у місці відбору фонових проб не зазнали впливу вибуху та відносяться до тієї ж агровиробничої групи, що і ґрунт у місці вибуху.

Для підтвердження агровиробничої групи ґрунтів на досліджуваній території було закладено один повнопрофільний розріз (Р₁) та проведено відбір ґрунтових проб для визначення агрохімічних показників ґрунту.



Рис. 3. Вирва від вибуху (ділянка за межами смт Комишани Херсонської ТГ Херсонського району)

РОЗДІЛ 2**ОБ'ЄКТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Об'єктом досліджень слугували 24 збірні проби ґрунту з місця вибуху різних типів боеприпасів, розташованого за межами смт Комишани Херсонської територіальної громади Херсонського району Херсонської області. З фонові проби відібрано з цієї ж агровиробничої групи на відстані 60 м від епіцентру вибуху з трьох глибин (0—15 см; 15—30 см; 30—45 см). Відбір проб проводили за мульти-інкрементним відбором згідно схеми (рис. 2). Також об'єктом досліджень слугували 5 проб ґрунту відібраних з 5 горизонтів ґрунтового розрізу.

Лабораторний аналіз проб проводили у випробувальних лабораторіях Дніпропетровської та Київської філій ДУ «Держґрунтохорона», що мають свідоцтво про технічну компетентність згідно ДСТУ ISO 10012:2005.

Еколого-агрохімічні показники визначали відповідно до:

ґумус (органічна речовина) – ДСТУ 4289:2004 [10];

кислотність (рН) – ДСТУ ISO 10390:2022 [11];

легкогідролізований азот – ДСТУ 7863:2015 [12];

нітратний та амонійний азот – ДСТУ 4729:2007 [13];

рухомі сполуки фосфору та калію – ДСТУ 4114:2002 [14];

ємність катіонного обміну – ДСТУ 8345:2015 [15];

кальцій і магній обмінний – ДСТУ 7861:2015 [16];

натрій обмінний – ДСТУ 7912:2015 [17];

вміст рухомих сполук марганцю – ДСТУ 4770.1:2007 [18];

вміст рухомих сполук цинку – ДСТУ 4770.2:2007 [19];

вміст рухомих сполук кадмію – ДСТУ 4770.3:2007 [20];

вміст рухомих сполук заліза – ДСТУ 4770.4:2007 [21];

вміст рухомих сполук кобальту – ДСТУ 4770.5:2007 [22];

вміст рухомих сполук міді – ДСТУ 4770.6:2007 [23];

вміст рухомих сполук нікелю – ДСТУ 4770.7:2007 [24];

вміст рухомих сполук свинцю – ДСТУ 4770.9:2007 [25];

вміст молібдену [26];

вміст ртуті [27];

вміст валових форм важких металів [28];

правила та порядок описування морфолого-генетичного профілю ґрунту – ДСТУ 7535:2014 [29];

ґрупування ґрунтів за агрохімічними та токсикологічними показниками здійснювали відповідно Методики проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення [30].

Для встановлення придатності досліджуваних земельних ділянок для вирощування сільськогосподарської продукції та для проведення оцінки їх екологічного стану, уміст рухомих сполук та валових форм важких металів порівнювали з гранично допустимою концентрацією забруднювачів у ґрунті [31], агрохімічні показники порівнювали з фоновими значеннями на земельних ділянках, які не зазнали впливу внаслідок вибуху.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили в пакеті програм Excel та Statistika 6.0.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Результати обстеження ґрунтового розрізу та встановлення агровиробничої групи ґрунту

На відстані 56 м від епіцентру вибуху було закладено один повнопрофільний ґрунтовий розріз (P₁) та проведено відбір ґрунтових проб для визначення фізико-хімічних та агрохімічних показників ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1

Морфологічний опис ґрунтового розрізу P₁ (агровиробнича група 110д)

	He (0 – 31 см) – гумусово-елювіальний горизонт, сухий, темно-сірий з коричнюватим відтінком, грудочкувато-зернистий, середньосуглинковий, слабощільний, коріння трав'янистих рослин, перехід поступовий..
	Hpk (31 – 45 см) – Верхній перехідний гумусово-ілювіальний горизонт, менш гумусований, сухий, темнувато-бурий, грудочкувато-дрібногоріхуватий, середньосуглинковий, ущільнений, поодинове коріння рослин, кротовини, знизу закипає з 10% HCl, перехід помітний.
	Phk (45 – 60 см) - нижній перехідний горизонт, сухий, бруднувато-бурий, слабо нерівномірно-гумусований, грудочкувато-горіхуватий, середньосуглинковий, ущільнений, карбонатний, кротовини, перехід чіткий.
	Pk(h) (60 – 85 см) – Перехідний до породи горизонт, сухий, світло-бурий з палевим відтінком, дрібногрудочкувато-горіхуватий, середньосуглинковий, ущільнений, карбонатний, перехід ясний, затікання гумусових речовин.
	Pk (85 – 120 см) – ґрунотворна порода – лес, свіжий, палево-бурий, грудочкувато-призматичний, ущільнений.

Для проведення аналітичних досліджень генетичних шарів розрізу було відібрано 5 ґрунтових проб. Для встановлення агрохімічної характеристики ґрунтового профілю з кожного з п'яти горизонтів відібрано по 1 ґрунтовій пробі ґрунту.

За результатами проведених досліджень встановлено, що горизонт (рис. 4–10, табл. 2–7):

He (0–31 см) характеризується сильно- та середньолужною реакцією ґрунтового розчину (рН), низьким вмістом гумусу, дуже низьким вмістом легкогідролізованого азоту, низьким вмістом мінерального азоту, підвищеним вмістом рухомих сполук фосфору та калію;

Hpk (31–45 см) характеризується сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (рН), низьким вмістом гумусу, дуже низьким вмістом легкогідролізованого азоту, низьким вмістом мінерального азоту, підвищеним вмістом рухомих сполук фосфору та калію;

Phik (45–60 см) характеризується середньолужною реакцією ґрунтового розчину (рН), дуже низьким вмістом гумусу, дуже низьким вмістом легкогідролізованого азоту, низьким вмістом мінерального азоту, середнім вмістом рухомих сполук фосфору та калію;

Pk(h) (60–85 см) характеризується середньолужною реакцією ґрунтового розчину (рН), дуже низьким вмістом гумусу, дуже низьким вмістом легкогідролізованого азоту, низьким вмістом мінерального азоту, середнім вмістом рухомих сполук фосфору та калію;

Pk (85–120 см) характеризується сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (рН), дуже низьким вмістом гумусу, дуже низьким вмістом легкогідролізованого азоту, дуже низьким вмістом мінерального азоту, середнім вмістом рухомих сполук фосфору та калію.

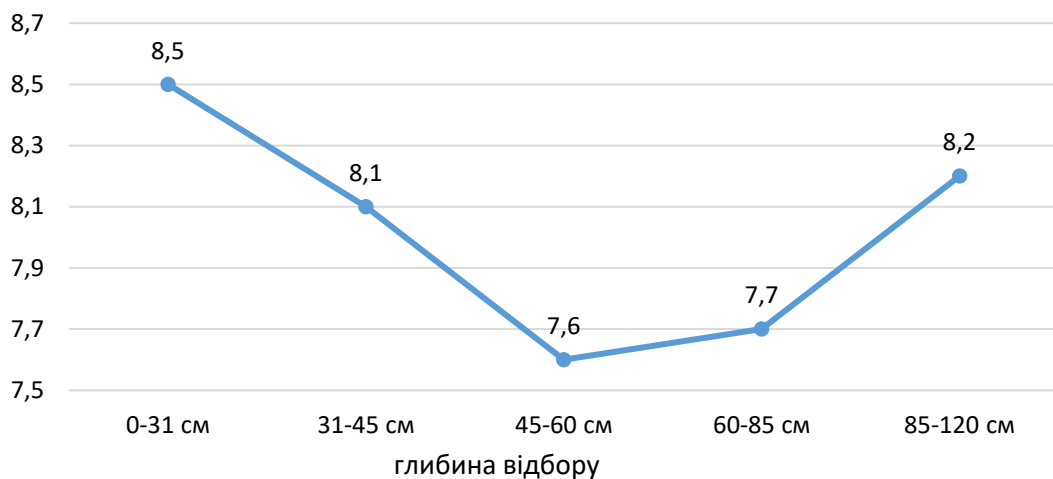


Рис. 4. Реакція ґрунтового розчину (рН водне), од. рН

Таблиця 2

**Реакція ґрунтового розчину (рН водне) генетичних горизонтів
ґрунтового розрізу Р₁ (агровиробнича група 110д)**

Р ₁ (розріз)	рН водне, од. рН		
	Горизонт, см.	Значення	Ступінь лужності
	0-31	8,5	сильнолужні
	31-45	8,1	сильнолужні
	45-60	7,6	середньоолужні
	60-85	7,7	середньоолужні
85-120	8,2	сильнолужні	

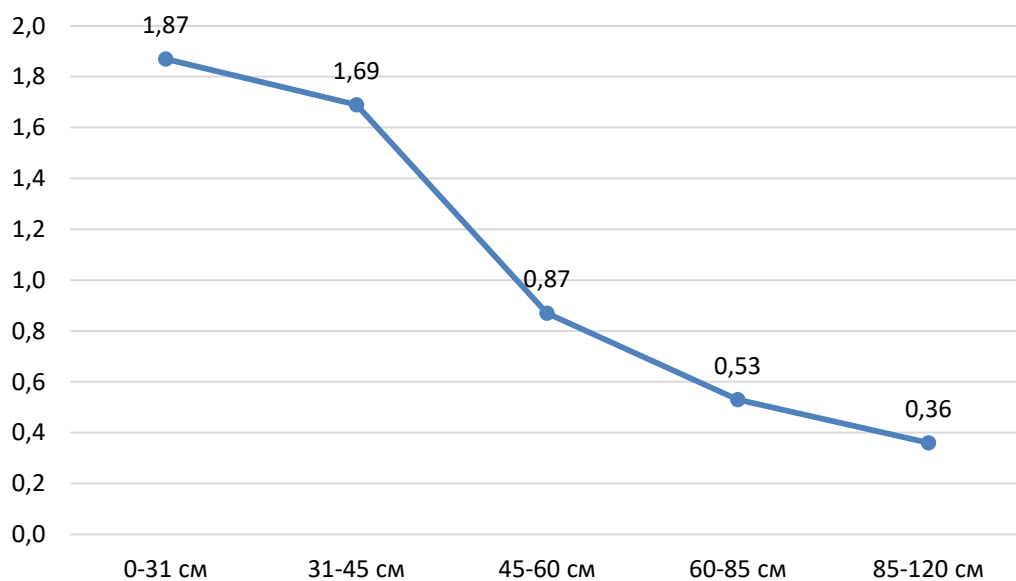


Рис. 5. Уміст органічної речовини (гумусу), %

Таблиця 3

**Уміст органічної речовини у пробах відібраних з генетичних горизонтів
ґрунтового розрізу Р₁ (агровиробнича група 110д)**

Р ₁ (розріз)	Органічна речовина (гумус), %		
	Горизонт, см	Значення	Забезпеченість
	0-31	1,87	низький
	31-45	1,69	низький
	45-60	0,87	дуже низький
	60-85	0,53	дуже низький
85-120	0,36	дуже низький	

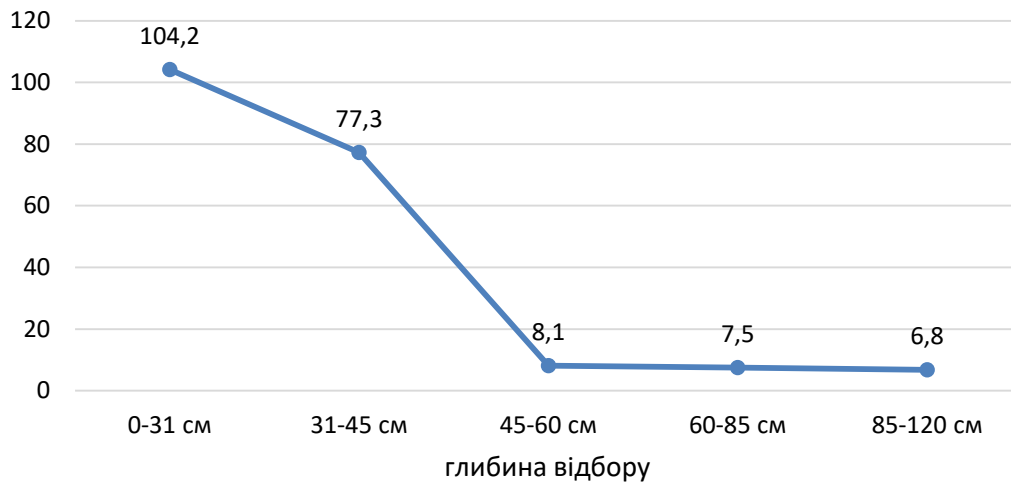


Рис. 6. Уміст азоту, що легко гідролізується, мг/кг ґрунту (за методом Корнфілда)

Таблиця 4

Уміст азоту, що легко гідролізується у пробах відібраних з генетичних горизонтів ґрунтового розрізу P₁ (агровиробнича група 110д)

P ₁ (розріз)	Азот, що легко гідролізується, мг/кг ґрунту (за Корнфілдом)		
	Горизонт, см.	Значення	Забезпеченість
	0-31	104,2	дуже низька
	31-45	77,3	дуже низька
	45-60	8,1	дуже низька
	60-85	7,5	дуже низька
	85-120	6,8	дуже низька

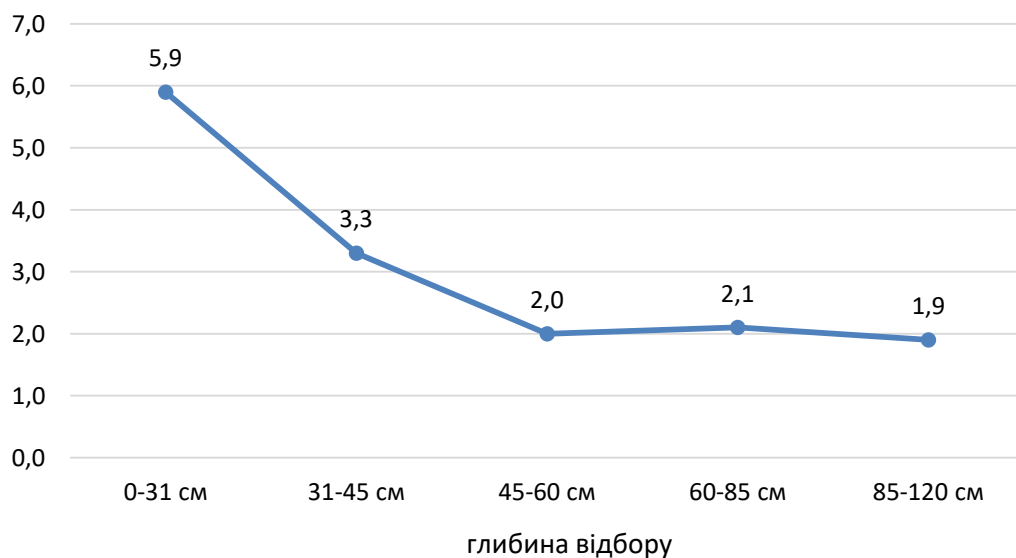


Рис. 7. Уміст нітратного азоту, мг/кг ґрунту

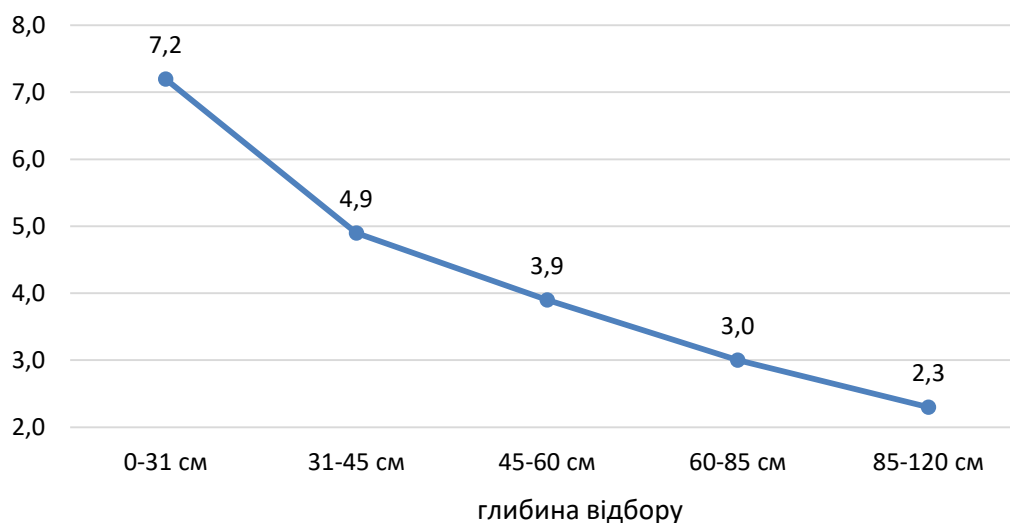


Рис. 8. Уміст амонійного азоту, мг/кг ґрунту

Таблиця 5

Уміст нітратного та амонійного азоту у пробах відібраних з генетичних горизонтів ґрунтового розрізу Р₁ (агровиробнича група 110д)

Р ₁ (розріз)	Горизонт	Азот		Мінеральний азот (1+2)	Забезпеченість
		нітратний (1), мг/кг ґрунту	амонійний (2), мг/кг ґрунту		
	0-31	5,9	7,2	13,1	низька
	31-45	3,3	4,9	8,2	низька
	45-60	2,0	3,9	5,9	низька
	60-85	2,1	3,0	5,1	низька
	85-120	1,9	2,3	4,2	дуже низька

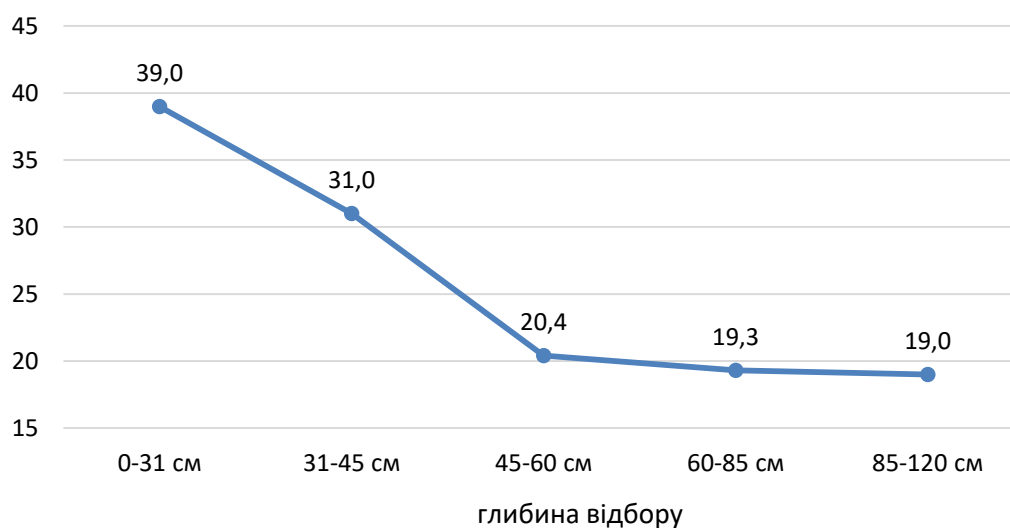


Рис. 9. Уміст рухомих сполук фосфору, мг/кг ґрунту (за методом Мачигіна)

Таблиця 6

Уміст рухомих сполук фосфору у пробах відібраних з генетичних горизонтів ґрунтового розрізу P₁ (агровиробнича група 110д)

P ₁ (розріз)	Рухомі сполуки фосфору, мг/кг ґрунту (по Мачигіну)		
	Горизонт	Значення	Забезпеченість
	0-31	39	підвищена
	31-45	31	підвищена
	45-60	20,4	середній
	60-85	19,3	середня
	85-120	19,0	середня

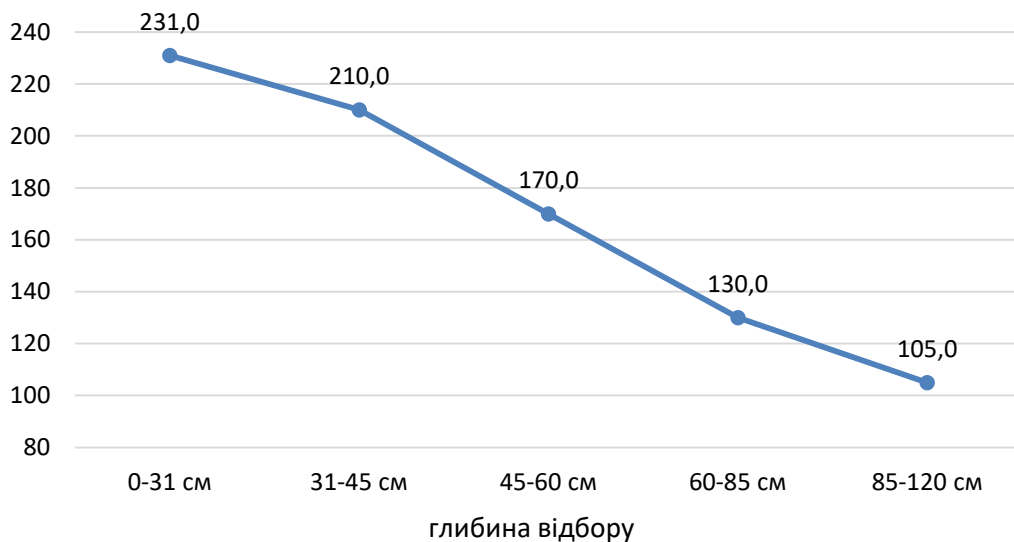


Рис. 10. Уміст рухомих сполук калію, мг/кг ґрунту (за методом Мачигіна)

Таблиця 7

Уміст рухомих сполук калію у пробах відібраних з генетичних горизонтів ґрунтового розрізу P₁ (агровиробнича група 110д)

P ₁ (розріз)	Рухомі сполуки калію, мг/кг ґрунту (по Мачигіну)		
	Горизонт	Значення	Забезпеченість
	0-31	231	підвищена
	31-45	210	підвищена
	45-60	170	середня
	60-85	130	середня
	85-120	105	середня

За результатами проведених досліджень встановлено, що ґрунт на території дослідження представлений темно-каштановими слабозмитими середньосуглинковими ґрунтами (шифр агровиробничої групи 110д).

Каштанові ґрунти – це характерний тип ґрунтів для сухих злакових та полинно-злакових степів. У темно-каштанових ґрунтах гумусово-елювіальний горизонт Не становить 20–25 см, з нетривкою слабозернистою або пластинчастою структурою, а гумусово-ілювіальний горизонт (Ні) чи ілювіальний ущільнений, із зернисто-горіхуватою структурою вгорі та горіхувато-призматичною внизу. Темно-каштанові ґрунти за кількістю гумусу і його розподілом наближаються до чорноземів, вони помірно забезпечені азотом, фосфором та калієм. На цих ґрунтах можна вирощувати усі рекомендовані для даної зони зернові, технічні і кормові культури, а при зрошуванні – і городні.

3.2. Аґрохімічна характеристика проб ґрунту

За результатами проведених досліджень встановлено, що усі відібрані проби ґрунту характеризуються дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину – від 8,6 до 9,5 од. рН. У порівнянні з фоновим значенням, зменшення показника (на 0,1–0,9 од. рН) відмічено на 5-ти ділянках в усіх трьох шарах ґрунту. Незначне зростання показника на глибині відбору 30–45 см відбулось на ділянці 8 де реакція ґрунтового розчину збільшилась на 0,1 од. рН. На трьох ділянках (6, 7 та 8) на різній глибині відбору, реакція ґрунтового розчину залишилась на рівні фонового значення. Під час проведення досліджень значних змін або переходу ґрунтів з однієї градації в іншу не виявлено (рис.11, табл. 8).

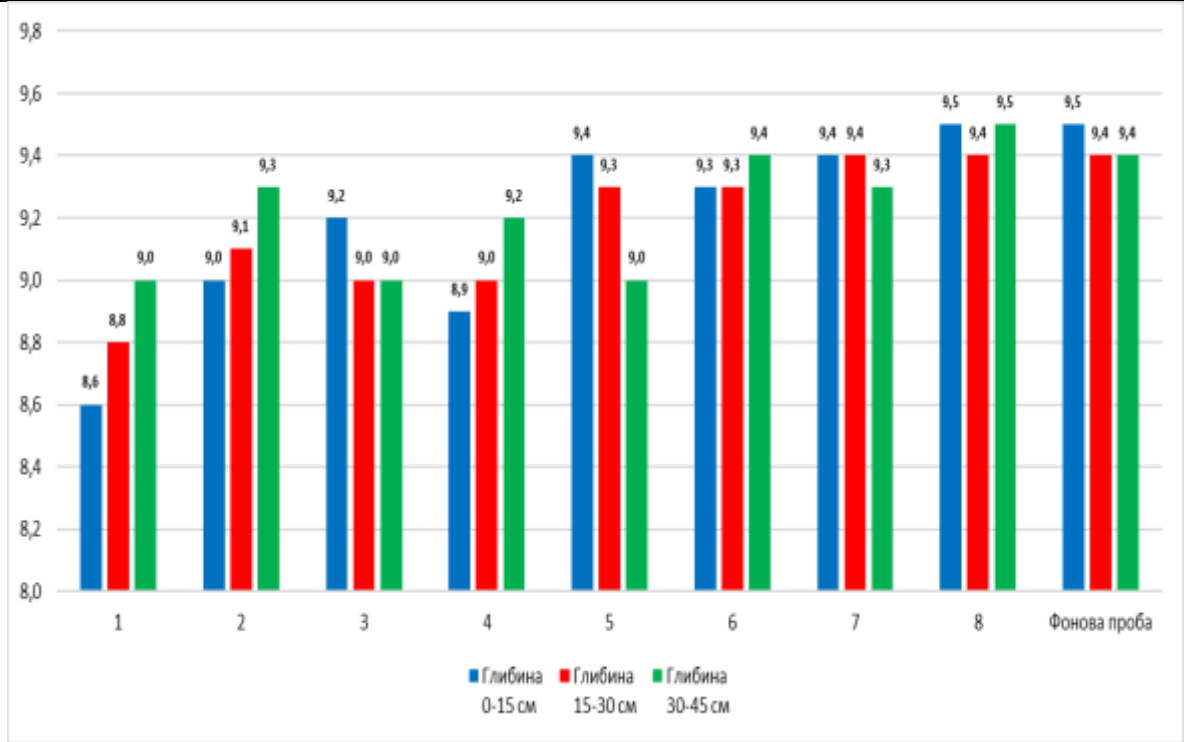


Рис. 11. Реакція ґрунтового розчину (рН водне), од. рН

Таблиця 8

Реакція ґрунтового розчину (рН водне) у пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	рН водне, од. рН		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	8,6	8,8	9,0
2	9,0	9,1	9,3
3	9,2	9,0	9,0
4	8,9	9,0	9,2
Середнє значення по ділянках 1-4	8,9	9,0	9,1
5	9,4	9,3	9,0
6	9,3	9,3	9,4
7	9,4	9,4	9,3
8	9,5	9,4	9,5
Середнє значення по ділянках 5-8	9,4	9,4	9,3
Фоновая проба	9,5	9,4	9,4

Відібрані проби ґрунту характеризуються, в основному, низьким умістом гумусу (від 1,80 до 2,10 %). Середній вміст показника відмічено на ділянці 1 (глибина відбору 0–15 см), 3 (глибина відбору 15–30 см та 30–45 см) та 4 (глибина відбору 15–30 см). У порівнянні з фоновим значенням, на 6-ти ділянках у проаналізованих пробах ґрунту, відібраних переважно на глибині 15–30 см,

встановлено збільшення вмісту гумусу від 0,14 до 0,30 %. Найбільше зростання його встановлено при дослідженні ділянки 3 на глибині відбору 15–30 см. На чотирьох ділянках (3, 4, 5 та 7), в основному на глибині відбору 0–15 см, показник залишився без змін. Майже в усіх відібраних пробах ґрунту, в основному на глибині відбору 30–45 см, спостерігається зменшення вмісту гумусу, яке варіювало від 0,06 до 0,25 %. Найбільше зменшення показника відмічено при дослідженні ділянки 2, 4 та 8 на глибині відбору 30–45 см (рис. 12, табл. 9).

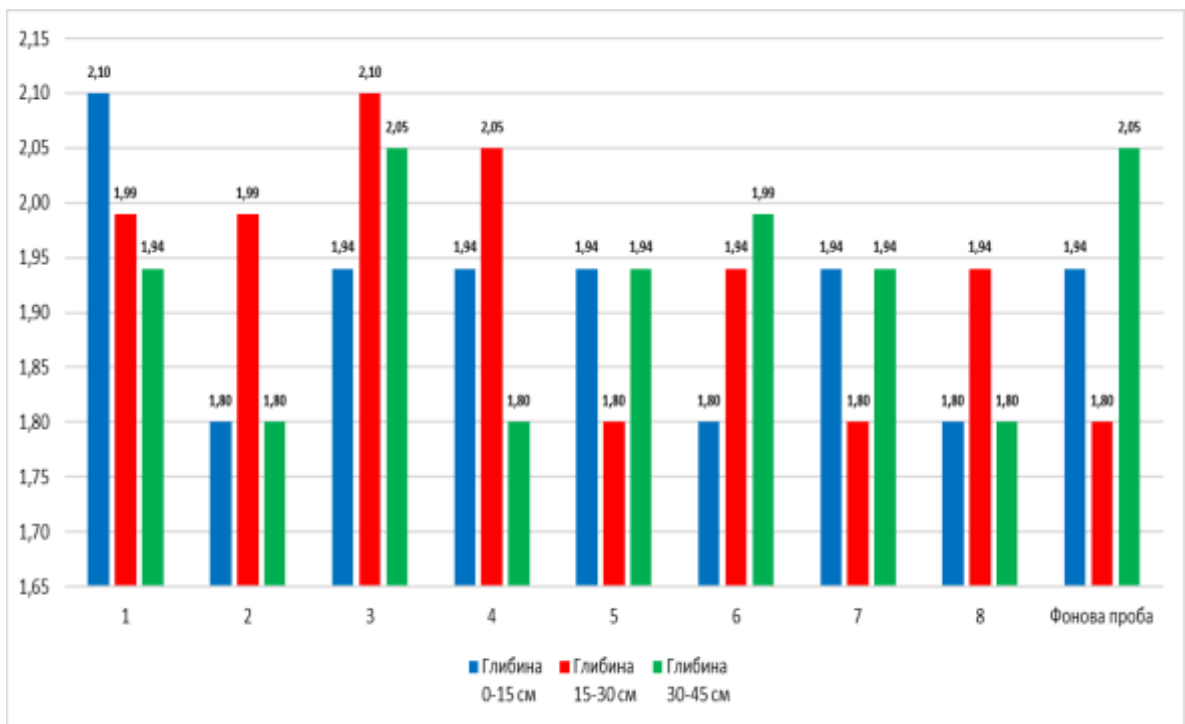


Рис. 12. Уміст гумусу (органічної речовини) в пробах ґрунту, %

Уміст органічної речовини (гумусу) у пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст органічної речовини (гумусу), %		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	2,10	1,99	1,94
2	1,80	1,99	1,80
3	1,94	2,10	2,05
4	1,94	2,05	1,80
Середнє значення по ділянках 1-4	1,95	2,03	1,90
5	1,94	1,80	1,94
6	1,80	1,94	1,99
7	1,94	1,80	1,94
8	1,80	1,94	1,80
Середнє значення по ділянках 5-8	1,87	1,87	1,92
Фонові проба	1,94	1,80	2,05

Уміст азоту за нітрифікаційною здатністю у відібраних пробах варіює від 6,6 до 13,8 мг/кг ґрунту. Відібрані проби ґрунту характеризуються низькою та середньою забезпеченістю. У порівнянні з фоновим значенням, на 6-ти ділянках у проаналізованих пробах ґрунту, відібраних переважно на глибині 30–45 см, встановлено збільшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю від 0,4 до 5,1 мг/кг ґрунту. Найбільше зростання показника відмічено при дослідженні ділянки 2 на глибині відбору 30–45 см. Збільшення вмісту показника в усіх трьох шарах ґрунту встановлено на ділянці 1. На 6-ти ділянках на глибині відбору 0–15 см та 15–30 см уміст азоту залишився на рівні фонового значення. Крім того, на 6-ти ділянках на різній глибині відбору спостерігається зменшення вмісту елемента, яке варіювало від 0,8 до 2,1 мг/кг ґрунту. Найбільше зменшення показника відмічено при дослідженні ділянки 8 на глибині відбору 15–30 см (рис. 13, табл. 10).

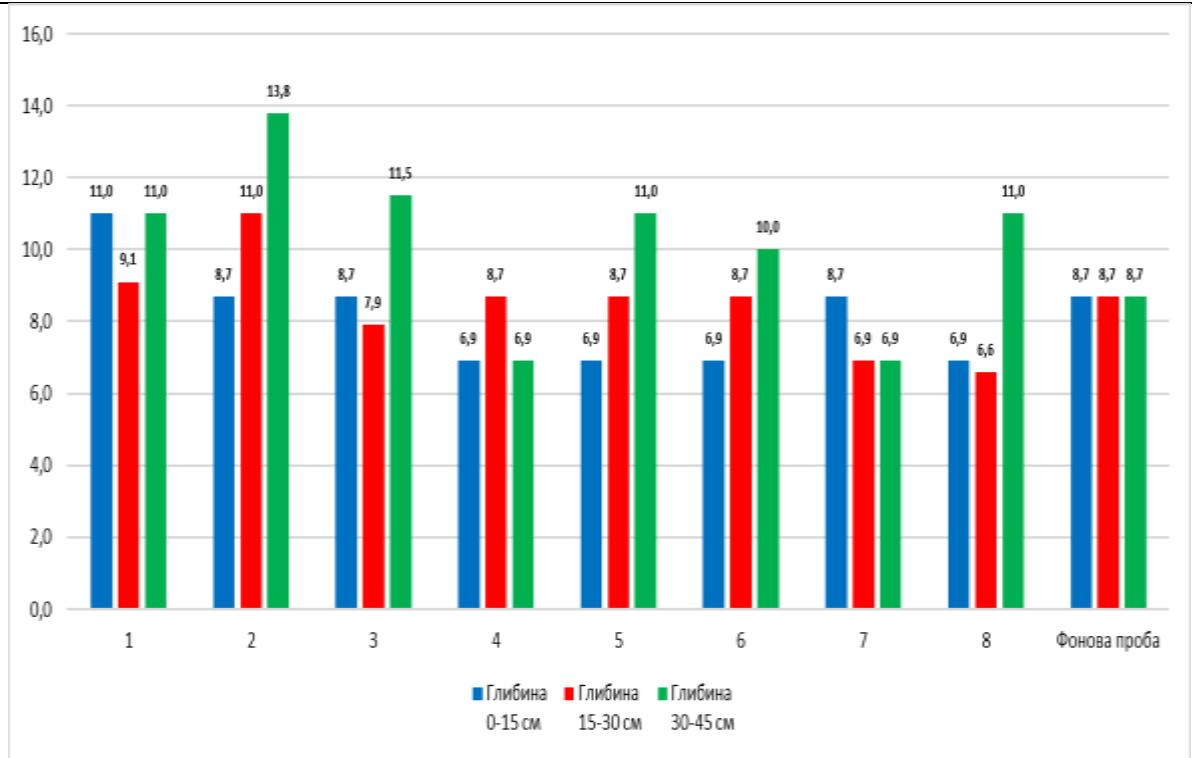


Рис. 13. Уміст азоту за нітрифікаційною здатністю в пробах ґрунту, мг/кг ґрунту

Таблиця 10

Уміст азоту за нітрифікаційною здатністю у пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст азоту за нітрифікаційною здатністю, мг/кг ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	11,0	9,1	11,0
2	8,7	11,0	13,8
3	8,7	7,9	11,5
4	6,9	8,7	6,9
Середнє значення по ділянках 1-4	8,8	9,2	10,8
5	6,9	8,7	11,0
6	6,9	8,7	10,0
7	8,7	6,9	6,9
8	6,9	6,6	11,0
Середнє значення по ділянках 5-8	7,4	7,7	9,7
Фоновая проба	8,7	8,7	8,7

Уміст азоту, що легко гідролізується у відібраних пробах варіює від 86,8 до 182,0 мг/кг ґрунту. Відібрані проби ґрунту характеризуються низькою і дуже низькою забезпеченістю азотом. Лише на ділянці 3 на глибині відбору 30–45 см

спостерігається середній вміст елемента. У порівнянні з фоновим значенням, на усіх ділянках на різній глибині відбору спостерігається збільшення показника від 2,8 до 78,4 мг/кг ґрунту. Найбільше його зростання відмічено при дослідженні ділянки 3 на глибині відбору 30–45 см. Збільшення показника в усіх трьох шарах ґрунту встановлено на ділянці 2, 3 та 4. На трьох ділянках (5, 6 та 7) у відібраних пробах, переважно на глибині 30–45 см, спостерігається зменшення вмісту елемента від 2,8 до 16,8 мг/кг ґрунту. Найбільше зменшення показника відмічено при дослідженні ділянки 7 (глибина відбору 30–45 см). На ділянці 1 та 7 на глибині відбору 15–30 см та ділянці 8 на глибині відбору 0–15 см цей показник залишився на рівні фонового значення. Майже на усіх ділянках на різній глибині відбору відбувся перехід з одної градації в іншу і лише на ділянці 1 ступінь забезпеченості елементом в 3 шарах ґрунту залишився без змін (рис. 14, табл. 11).

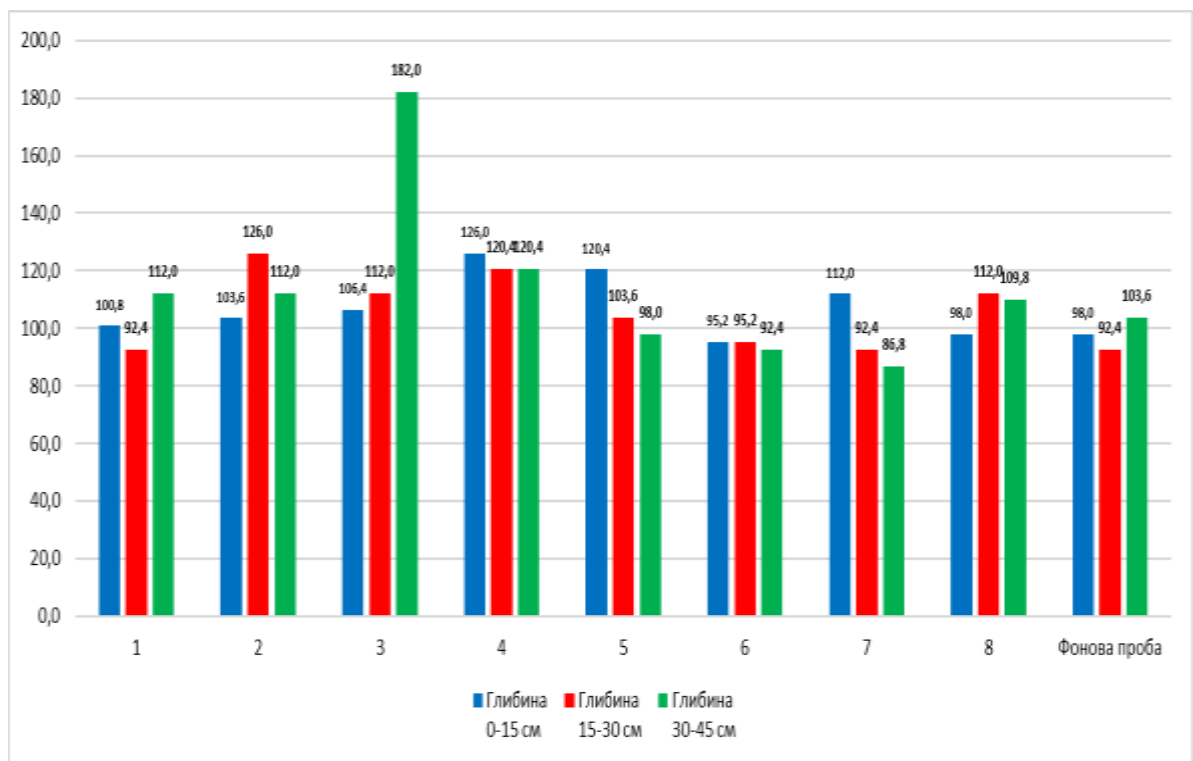


Рис. 14. Уміст азоту, що легко гідролізується азоту у пробах ґрунту, мг/кг ґрунту

Уміст азоту, що легко гідролізується у пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст азоту, що легко гідролізується, мг/кг ґрунту (за методом Корнфілда)		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	100,8	92,4	112,0
2	103,6	126,0	112,0
3	106,4	112,0	182,0
4	126,0	120,4	120,4
Середнє значення по ділянках 1-4	109,2	112,7	131,6
5	120,4	103,6	98,0
6	95,2	95,2	92,4
7	112,0	92,4	86,8
8	98,0	112,0	109,8
Середнє значення по ділянках 5-8	106,4	100,8	96,8
Фонова проба	98,0	92,4	103,6

У відібраних пробах вміст амонійного азоту варіював від середнього (18,3 мг/кг ґрунту) до дуже високого (51,5 мг/кг ґрунту). Середній ступінь забезпеченості елемента спостерігається лише на ділянці 5 на глибині відбору 15–30 см. У порівнянні з фоновим значенням, на усіх ділянках на різній глибині відбору спостерігається зменшення показника, яке варіює від 0,2 до 15,1 мг/кг ґрунту. Найбільше його зменшення відмічено при дослідженні ділянки 5 на глибині відбору 15–30 см. Зменшення вмісту амонійного азоту в усіх трьох шарах ґрунту встановлено на ділянці 2 та 5. На шести ділянках (дві ділянки на глибині відбору 0–15 см та чотири ділянки на глибині відбору 15–30 см) у проаналізованих пробах ґрунту встановлено збільшення вмісту елемента від 2,2 до 18,1 мг/кг ґрунту. Найбільше зростання показника відмічено при дослідженні ділянки 3 на глибині відбору 15–30 см. На ділянці 7 (глибина відбору 30–45 см) показник залишився на рівні фонового значення. Слід зазначити, що майже на усіх ділянках на різній глибині відбору відбувся перехід з одної градації в іншу і лише на ділянці 6 ступінь забезпеченості амонійним азотом в 3 шарах ґрунту залишився без змін (рис. 15, табл. 12).

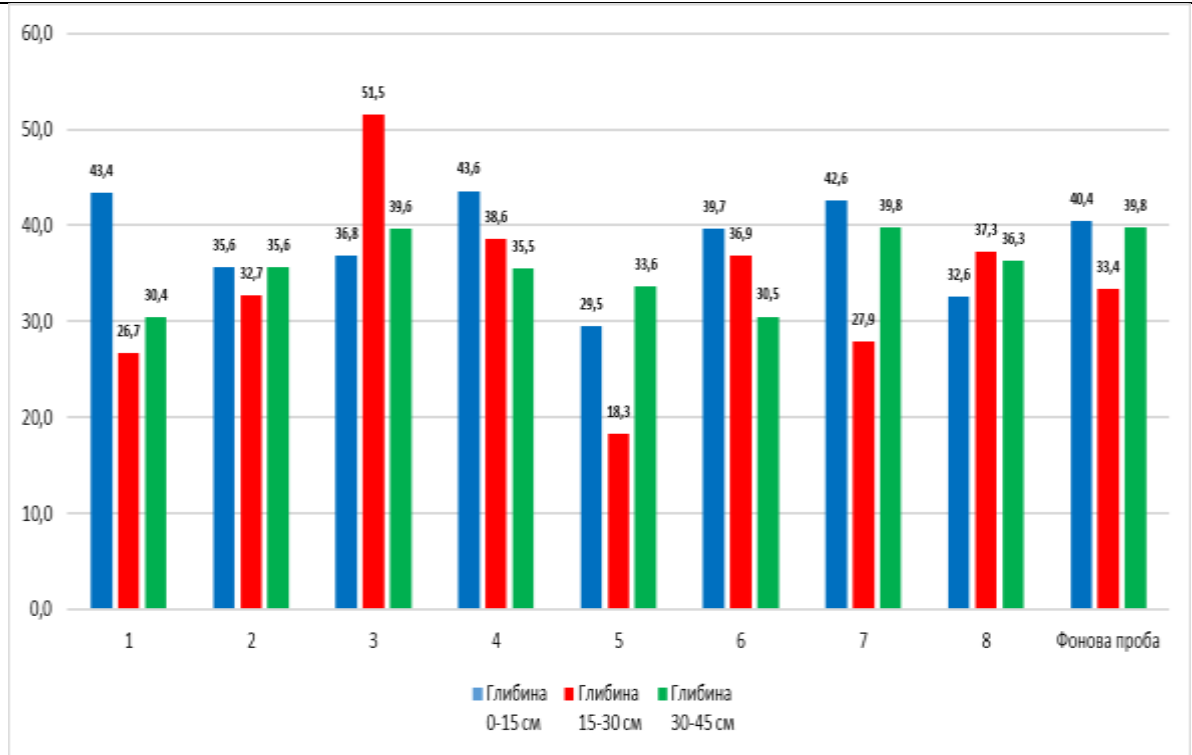


Рис. 15. Уміст амонійного азоту в пробах ґрунту, мг/кг ґрунту

Таблиця 12

Уміст амонійного азоту у пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст азоту амонійного, мг/кг ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	43,4	26,7	30,4
2	35,6	32,7	35,6
3	36,8	51,5	39,6
4	43,6	38,6	35,5
Середнє значення по ділянках 1-4	39,9	37,4	35,3
5	29,5	18,3	33,6
6	39,7	36,9	30,5
7	42,6	27,9	39,8
8	32,6	37,3	36,3
Середнє значення по ділянках 5-8	36,1	30,1	35,1
Фоновая проба	40,4	33,4	39,8

Установлено, що відібрані проби ґрунту мають дуже високу забезпеченість рухомими сполуками фосфору (від 61,5 до 78,0 мг/кг ґрунту). У порівнянні з фоновим значенням, на більшості ділянках на різній глибині відбору встановлено зменшення вмісту елемента, яке варіювало від 1,5 до 10,5 мг/кг

ґрунту. Найбільше показник зменшився на ділянці 1 на глибині відбору 15–30 см. Зменшення вмісту рухомих сполук фосфору в усіх трьох шарах ґрунту встановлено на ділянці 5. На шести ділянках у відібраних пробах ґрунту, переважно з глибини 0–15 см, спостерігається збільшення вмісту рухомих сполук фосфору від 1,5 до 10,5 мг/кг ґрунту. Найбільше зростання елемента відмічено при дослідженні ділянки 7 (глибина відбору 0–15 см). Лише на ділянці 1 на глибині відбору 0–15 см показник залишився на рівні фонового значення (рис. 16, табл. 13).

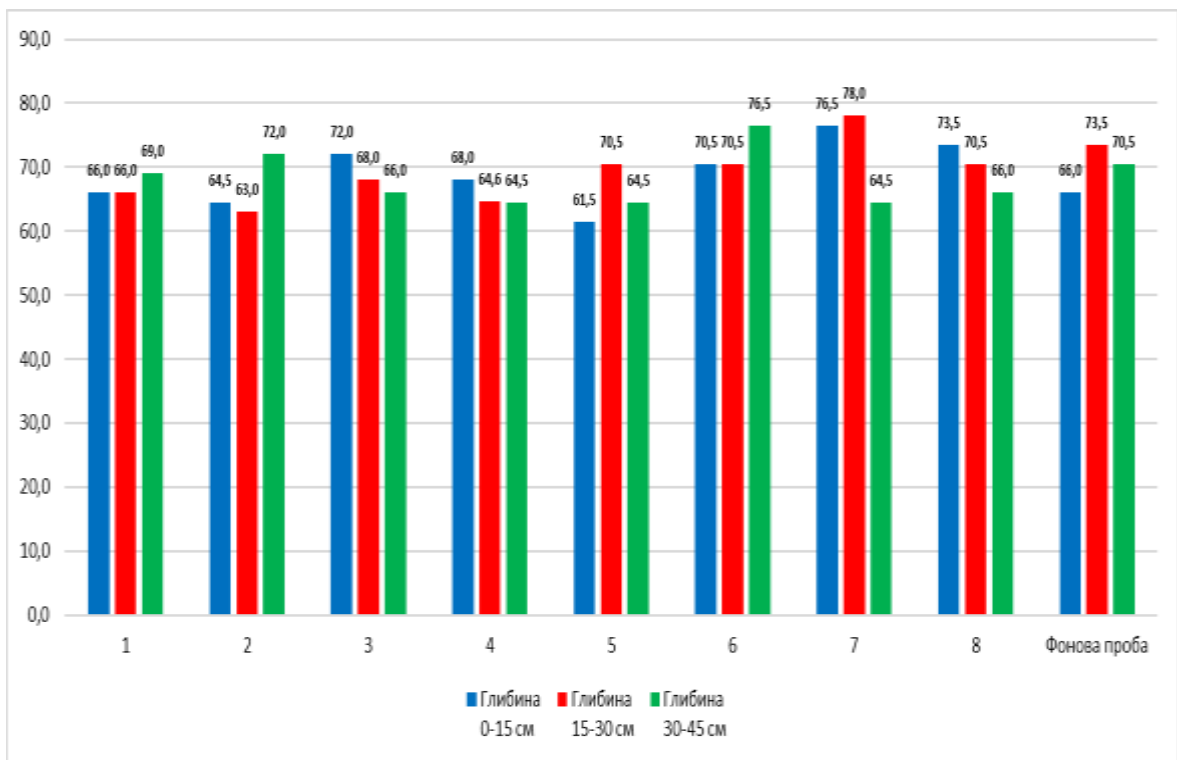


Рис. 16. Уміст рухомих сполук фосфору в пробах ґрунту, мг/кг ґрунту

Уміст рухомих сполук фосфору у пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст рухомих сполук фосфору, мг/кг ґрунту (за методом Мачигіна)		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	66,0	66,0	69,0
2	64,5	63,0	72,0
3	72,0	68,0	66,0
4	68,0	64,6	64,5
Середнє значення по ділянках 1-4	67,6	65,4	67,9
5	61,5	70,5	64,5
6	70,5	70,5	76,5
7	76,5	78,0	64,5
8	73,5	70,5	66,0
Середнє значення по ділянках 5-8	70,5	72,4	67,9
Фонова проба	66,0	73,5	70,5

Відібрані проби ґрунту характеризуються середнім ступенем забезпеченості рухомими сполуками калію, де показник варіював від 122,0 до 222,0 мг/кг ґрунту. Лише на ділянці 6 у відібраній пробі ґрунту на глибині 30–45 см спостерігається підвищена їх забезпеченість. У порівнянні з фоновим значенням, на восьми ділянках на різній глибині відбору встановлено зменшення вмісту елемента, яке варіювало від 14,0 до 58,0 мг/кг ґрунту. Найбільше вміст рухомих сполук калію зменшився на ділянці 5 та 8 на глибині відбору 15–30 см. Зменшення вмісту рухомих сполук калію в усіх трьох шарах ґрунту встановлено на 5-ти ділянках. На трьох ділянках (дві ділянки на глибині відбору 0–15 см та одна ділянка на глибині відбору 30–45 см) спостерігається збільшення вмісту елемента від 2,0 до 46,0 мг/кг ґрунту. Найбільше зростання показника відмічено при дослідженні ділянки 6 (глибина відбору 30–45 см) (рис. 17, табл. 14).

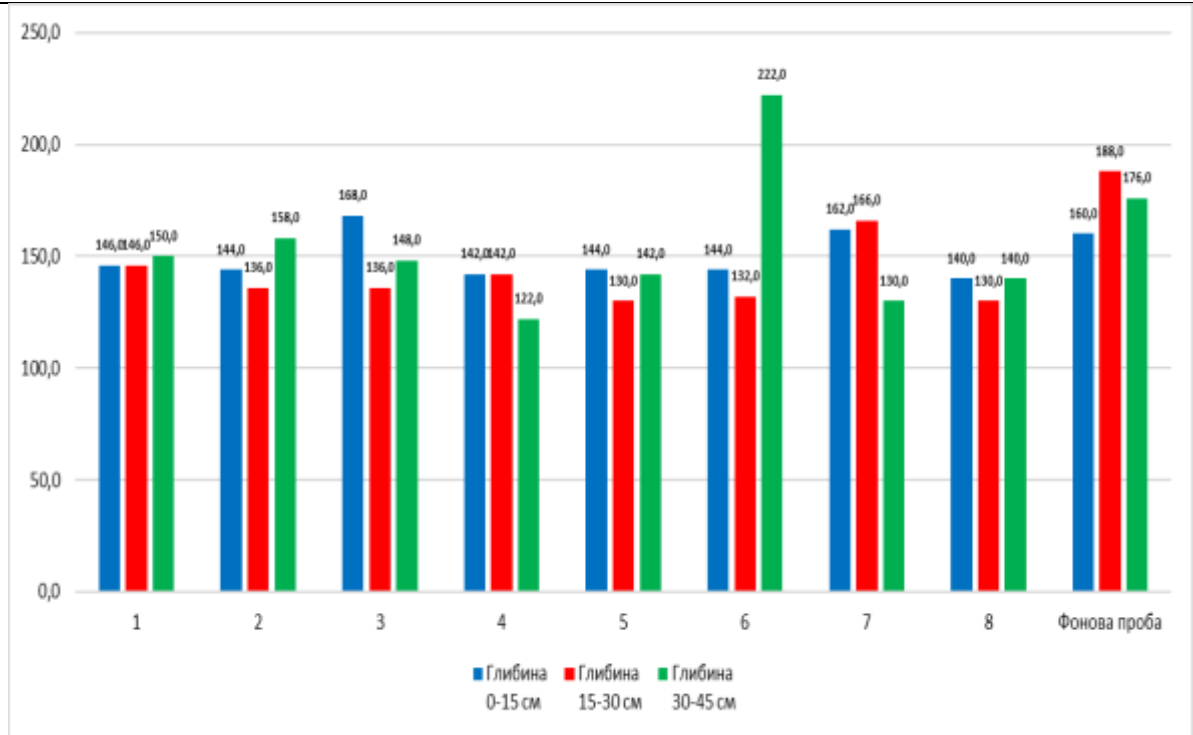


Рис. 17. Уміст рухомих сполук калію в пробах ґрунту, мг/кг ґрунту

Таблиця 14

Уміст рухомих сполук калію у пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст рухомих сполук калію, мг/кг ґрунту (за методом Мачигіна)		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	146,0	146,0	150,0
2	144,0	136,0	158,0
3	168,0	136,0	148,0
4	142,0	142,0	122,0
Середнє значення по ділянках 1-4	150,0	140,0	144,5
5	144,0	130,0	142,0
6	144,0	132,0	222,0
7	162,0	166,0	130,0
8	140,0	130,0	140,0
Середнє значення по ділянках 5-8	147,5	139,5	158,5
Фоновая проба	160,0	188,0	176,0

Показник «ємність катіонного обміну» у пробах ґрунту варіював від 20,9 до 26,5 ммоль/100 г ґрунту. Встановлено, що у радіусі від 0 до 2,5 м від вирви ємність катіонного обміну на глибині 0–15 см та 15–30 склала – 22,0 ммоль/100 г ґрунту, на глибині 30–45 см – 22,7 ммоль на 100 г ґрунту. У радіусі від 2,5 до

5 м від вирви вміст обмінного магнію на глибині 0–15 см склав – 24,9 ммоль/на 100 г ґрунту, на глибині 15–30 см – 25,1 ммоль/100 г ґрунту, на глибині 30–45 см – 25,2 ммоль на 100 г ґрунту. У середньому по обстеженій ділянці (орний шар 0–30 см) ємність катіонного обміну склала 23,5 ммоль/100 г ґрунту (рис. 18, табл. 15).

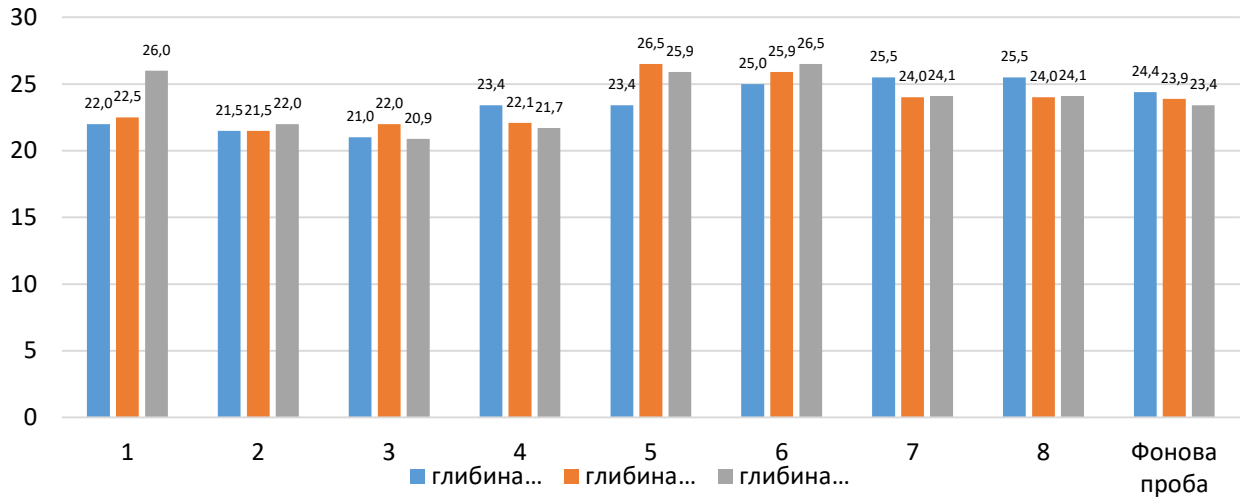


Рис. 18. Ємність катіонного обміну, ммоль/100 г ґрунту

Таблиця 15

Ємність катіонного обміну

Ділянка відбору проб	Ємність катіонного обміну, ммоль/100 г ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	22,0	22,5	26,0
2	21,5	21,5	22,0
3	21,0	22,0	20,9
4	23,4	22,1	21,7
Середнє значення по ділянках 1-4	22,0	22,0	22,7
5	23,4	26,5	25,9
6	25,0	25,9	26,5
7	25,5	24,0	24,1
8	25,5	24,0	24,1
Середнє значення по ділянках 5-8	24,9	25,1	25,2
Фоновая проба	24,4	23,9	23,4

Уміст обмінного кальцію у досліджуваних пробах варіював від підвищеного до дуже високого вмісту (від 14,0 до 21,0 ммоль/на 100 г ґрунту), обмінний магній – від підвищеного до дуже високого вмісту (від 3,0 до 5,0 ммоль/100 г ґрунту (рис. 19, 20, табл. 16, 17).

У радіусі від 0 до 2,5 м від вирви вміст обмінного кальцію на глибині 0–15 см склав – 15,0 ммоль/на 100 г ґрунту (підвищений вміст), на глибині 15–30 см – 15,3 ммоль/100 г ґрунту (високий вміст), на глибині 30–45 см – 15,6 ммоль на 100 г ґрунту (високий вміст). У радіусі від 2,5 до 5 м від вирви вміст обмінного кальцію на глибині 0–15 см склав – 18,4 ммоль/на 100 г ґрунту (високий вміст), на глибині 15–30 см – 19,6 ммоль/100 г ґрунту (високий вміст), на глибині 30–45 см – 19,0 ммоль на 100 г ґрунту (високий вміст). У середньому по обстеженій ділянці (орний шар 0–30 см) вміст обмінного кальцію склав 17,1 ммоль/100 г ґрунту (високий вміст).

Встановлено, що у радіусі від 0 до 2,5 м від вирви вміст обмінного магнію на глибині 0–15 см склав – 5,0 ммоль/на 100 г ґрунту (дуже високий вміст), на глибині 15–30 см – 4,4 ммоль/100 г ґрунту (дуже високий вміст), на глибині 30–45 см – 5,0 ммоль на 100 г ґрунту (дуже високий вміст). У радіусі від 2,5 до 5 м від вирви вміст обмінного магнію на глибині 0–15 см склав – 4,5 ммоль/на 100 г ґрунту (дуже високий вміст), на глибині 15–30 см – 4,0 ммоль/100 г ґрунту (високий вміст), на глибині 30–45 см – 4,1 ммоль на 100 г ґрунту (дуже високий вміст). У середньому по обстеженій ділянці (орний шар 0–30 см) вміст обмінного магнію склав 4,5 ммоль/100 г ґрунту (дуже високий вміст).

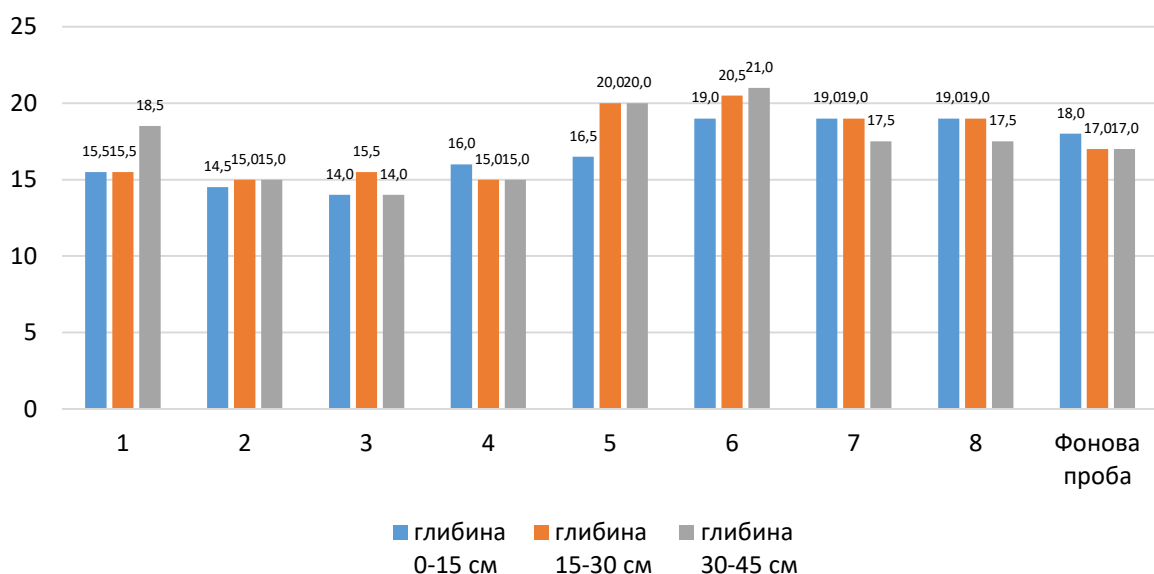


Рис. 19. Уміст обмінного кальцію, ммоль/100 г ґрунту

Уміст обмінного кальцію у пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст обмінного кальцію, ммоль/100 г ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	15,5	15,5	18,5
2	14,5	15,0	15,0
3	14,0	15,5	14,0
4	16,0	15,0	15,0
Середнє значення по ділянках 1-4	15,0	15,3	15,6
5	16,5	20,0	20,0
6	19,0	20,5	21,0
7	19,0	19,0	17,5
8	19,0	19,0	17,5
Середнє значення по ділянках 5-8	18,4	19,6	19,0
Фонова проба	18,0	17,0	17,0

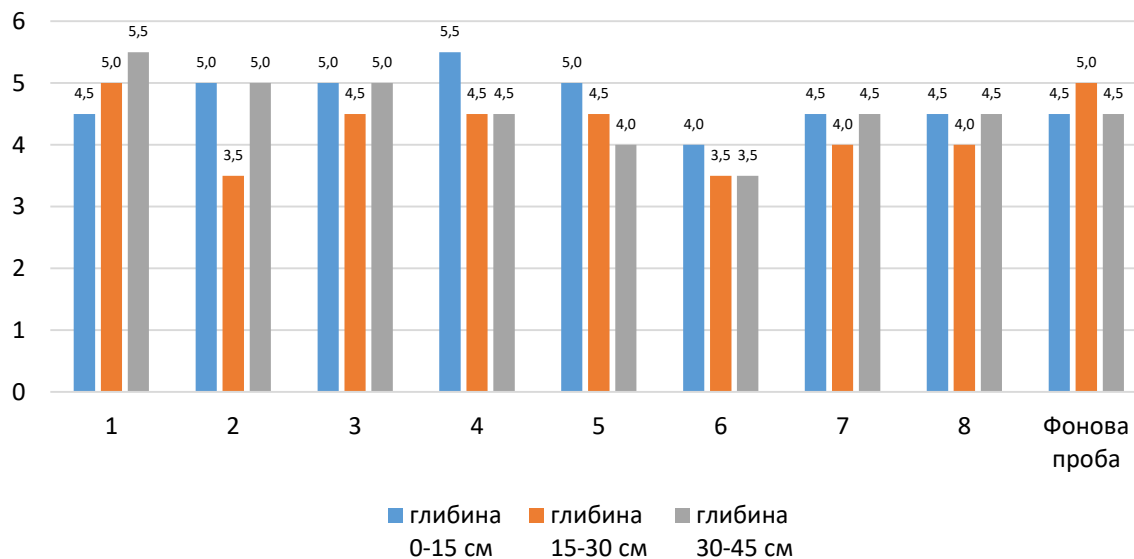


Рис. 20. Уміст обмінного магнію, ммоль/100 г ґрунту

Уміст обмінного магнію в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст обмінного магнію, ммоль/100 г ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	4,5	5,0	5,5
2	5,0	3,5	5,0
3	5,0	4,5	5,0
4	5,5	4,5	4,5
Середнє значення по ділянках 1-4	5,0	4,4	5,0
5	5,0	4,5	4,0
6	4,0	3,5	3,5
7	4,5	4,0	4,5
8	4,5	4,0	4,5
Середнє значення по ділянках 5-8	4,5	4,0	4,1
Фонові проба	4,5	5,0	4,5

Уміст обмінного натрію у відібраних пробах варіює від 0,08 до 0,66 ммоль на 100 г ґрунту та становить від 0,30 до 2,99 % від ємності катіонного обміну (рис. 21, табл. 18). Усі проби ґрунту є несолонцюватими. У цілому вміст обмінного калію в орному шарі (0–30 см) у радіусі 5 м від центру вирви був 0,13 ммоль/100 г ґрунту, що відповідає градації несолонцюватих ґрунтів.

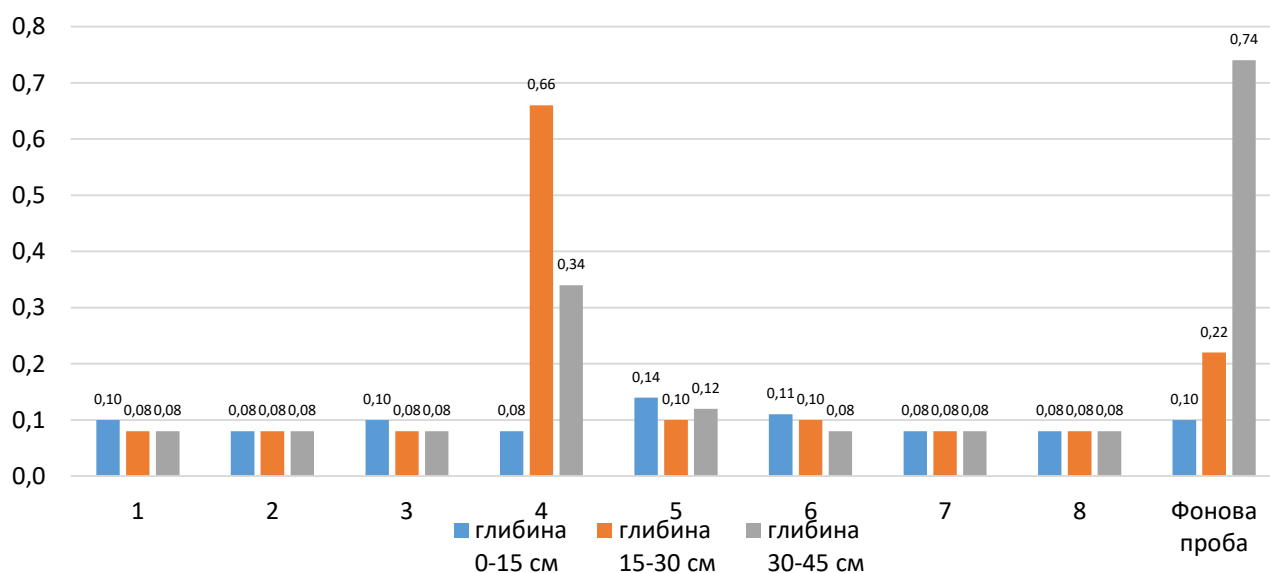


Рис. 21. Уміст обмінного натрію, ммоль/100 г ґрунту

Уміст обмінного натрію у пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст обмінного натрію, ммоль/100 г ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	0,10	0,08	0,08
2	0,08	0,08	0,08
3	0,10	0,08	0,08
4	0,08	0,66	0,34
Середнє значення по ділянках 1-4	0,09	0,23	0,15
5	0,14	0,10	0,12
6	0,11	0,10	0,08
7	0,08	0,08	0,08
8	0,08	0,08	0,08
Середнє значення по ділянках 5-8	0,10	0,09	0,09
Фонові проба	0,10	0,22	0,74

3.3. Еколого-токсикологічна характеристика ґрунтового покриву

3.3.1. Аналіз забруднення ґрунту рухомими сполуками важких металів

За результатами проведених досліджень встановлено, що за вмістом рухомих сполук свинцю (**Pb**) перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК 3 мг/кг) у пробах ґрунту не виявлено. Однак певні варіювання вмісту зафіксовано як в різних ділянках відбору проб ґрунту, так і на їх різних глибинах (рис. 22, 23, табл. 19).

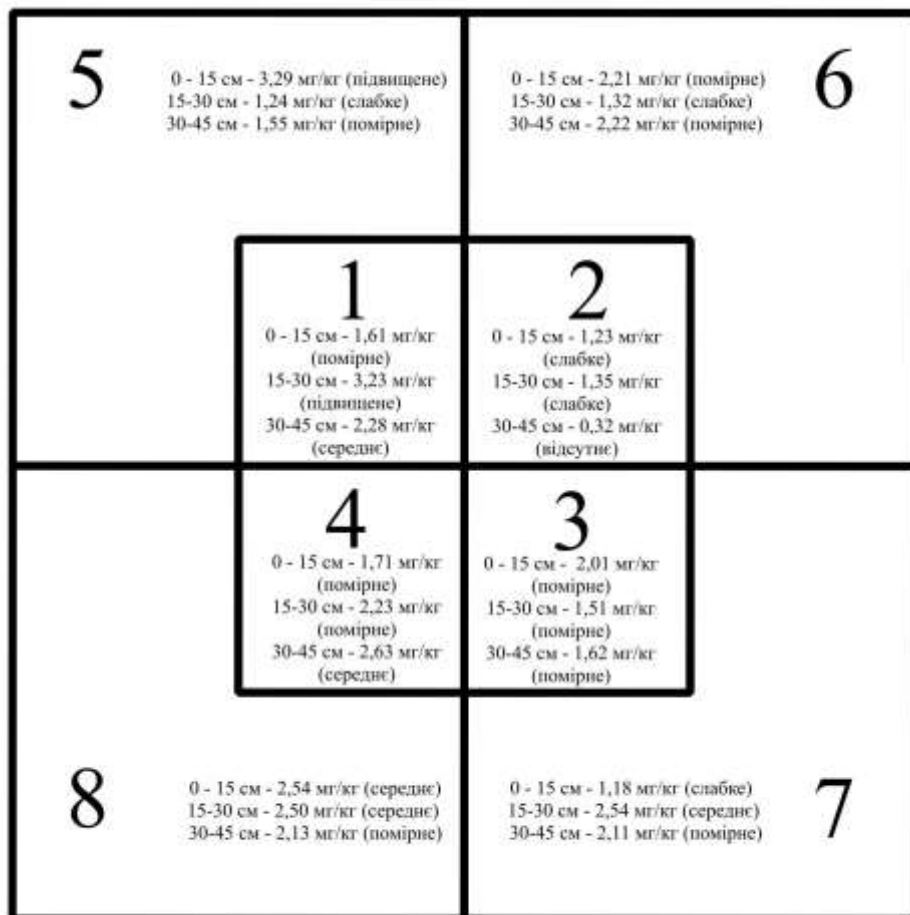


Рис. 22. Забруднення ґрунту рухомими сполуками свинцю відповідно до сітки квадратів.

Навколо вирви на ділянках 1–4 (за схемою) середній вміст свинцю становив 1,64 мг/кг на глибині (0–15 см), на ділянках 5-8 цей показник становив 2,31 мг/кг. На відстані 60 м від епіцентру вибуху концентрація рухомого свинцю становила 1,65 мг/кг у поверхневому шарі.

На глибині 15–30 см на ділянках 1–4 середній вміст рухомого свинцю становив 2,08 мг/кг, на ділянках 5–8 – 1,90 мг/кг, тобто зменшувався з відстанню від епіцентру на 8,1%.

Середній рівень рухомого свинцю на ділянках 5–8 на глибині 30–45 см незначно зменшувався порівняно поверхневим шаром і з глибиною 15–30 см. Середнє значення вмісту рухомого свинцю на ділянці 5–8 становило 1,99 мг/кг, тобто лише на 1,5 % менше аналогічного показника на ділянках 1–4. На ділянках 1–4 середній показник на глибині 15–30 см становив 2,08 мг/кг та на глибині 30–45 см – 1,96 мг/кг, тобто був майже однаковим.

Показники фонові проби рухомого свинцю, взятої на відстані 60 м від епіцентру вибуху, становили 1,65 мг/кг у поверхневому шарі, на глибині 15–30 см зменшувались на 10,7% і становили 1,49 мг/кг, на глибині 30–45 см зменшувались у 1,9 разів і дорівнювали 0,88 мг/кг.

У поверхневому шарі вміст рухомого свинцю був на ділянках 1–4 нижче фонового - на 0,6 %, на ділянках 5–8 – вище фонового на 40 %. На глибині 15–30 см середній вміст рухомого свинцю був вище фонового на ділянках 1-4 на 39,5%, а на ділянках 5-8 вище фонового значення на 28,1%. Середній вміст рухомого свинцю на глибині 30-45 см був вище фонового на ділянках 1-4 та ділянках 5-8 у 2,2 рази.

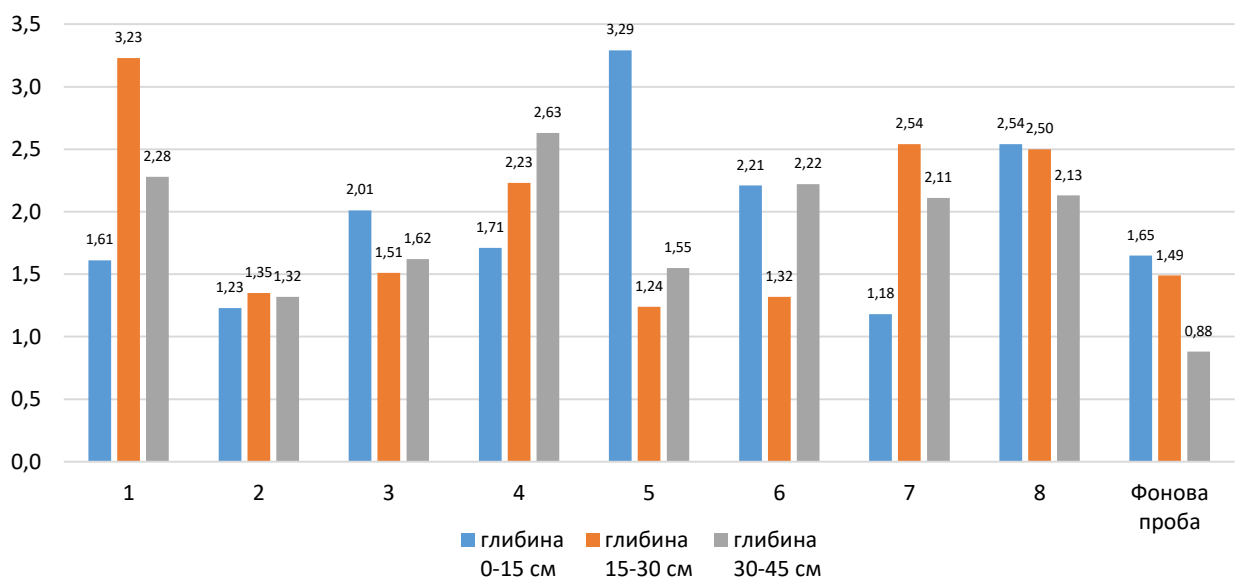


Рис. 23. Уміст рухомих сполук свинцю, мг/кг ґрунту

Уміст рухомих сполук свинцю в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст рухомих сполук свинцю, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту рухомих сполук свинцю, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	1,61	3,23	2,28	6
2	1,23	1,35	1,32	
3	2,01	1,51	1,62	
4	1,71	2,23	2,63	
Середнє значення по ділянках 1-4	1,64	2,08	1,96	
5	3,29	1,24	1,55	
6	2,21	1,32	2,22	
7	1,18	2,54	2,11	
8	2,54	2,50	2,13	
Середнє значення по ділянках 5-8	2,31	1,90	2,00	
Фонова проба	1,65	1,49	0,88	

За вмістом рухомих сполук **кадмію (Cd)** перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК 0,7 мг/кг) у пробах ґрунту не виявлено. Середній вміст кадмію на ділянках 1-4 (за схемою) у поверхневому шарі становив 0,19 мг/кг, на глибині 15-30 см збільшувався на 4,2%, а на глибині 30-45 см - 10,6% і становив 0,21 мг/кг.

Середній вміст кадмію на ділянках 5-8 (за схемою) у поверхневому шарі становив 0,21 мг/кг, на глибині 15-30 см – 0,14 мг/кг, а на глибині 30-45 см - становив 0,13 мг/кг. Тобто на глибині 30-45 см середній вміст рухомого кадмію був вищим на ділянках 1-4 в 1,6 рази, ніж на ділянках 5-8, але нижчим за ГДК в усіх варіантів (рис. 24, 25, табл. 20).

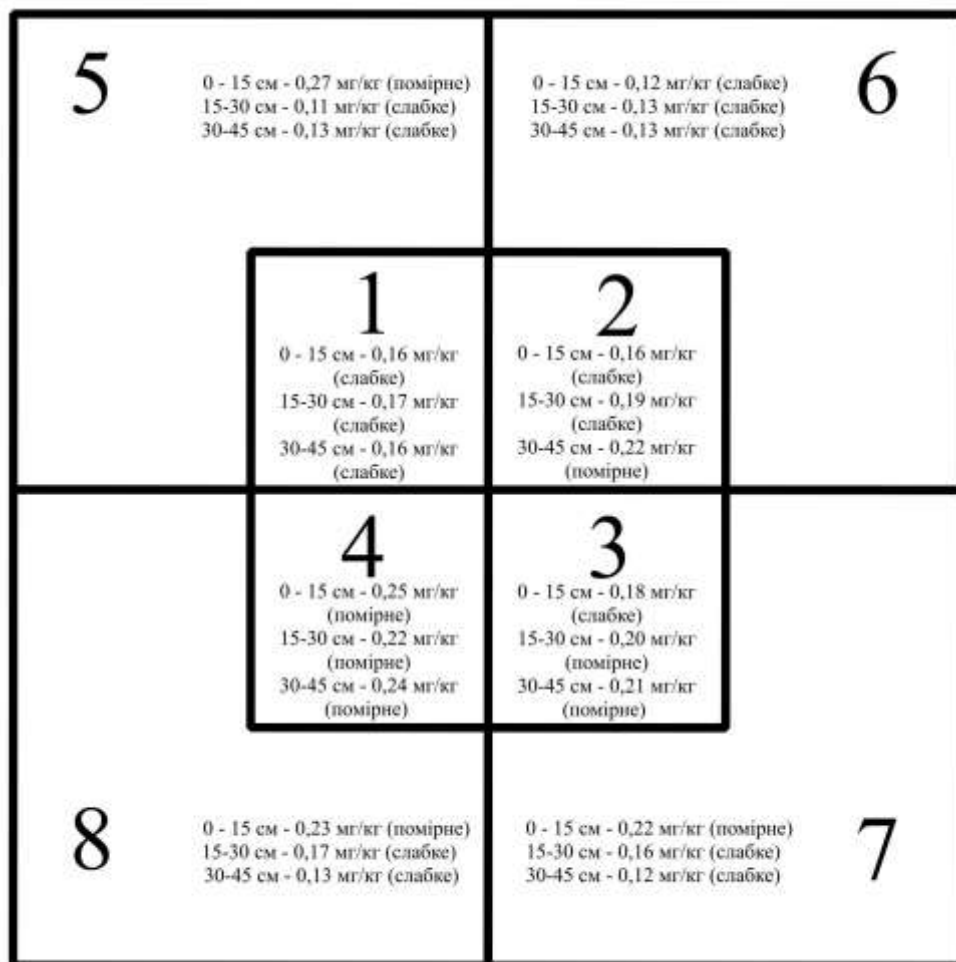


Рис. 24. Забруднення ґрунту рухомими сполуками кадмію відповідно до сітки квадратів

Показники фонові проби рухомого кадмію, взятої на відстані 60 м від епіцентру вибуху, становили 0,11 мг/кг у поверхневому шарі, на глибині 15-30 см становили 0,10 мг/кг, на глибині 30-45 см дорівнювали 0,09 мг/кг.

У поверхневому шарі середній вміст рухомого кадмію був на ділянках 1-4 та 5-8 вище фонового у 2 рази. На глибині 15-30 см середній вміст рухомого кадмію був вище фонового на ділянках 1-4 на 1,9 разів, а на ділянках 5-8 був вище відповідного фонового значення в 1,4 рази. Середній вміст рухомого кадмію на глибині 30-45 см був вище фонового на ділянках 1-4 та ділянках 5-8 у 2,3 рази та 1,4 рази відповідно.

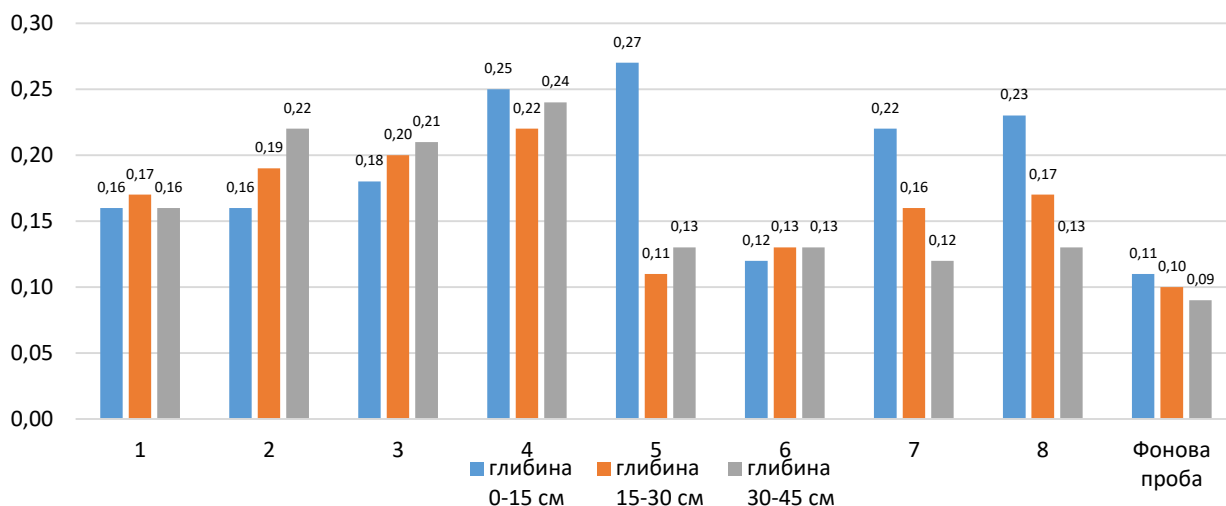


Рис. 25. Уміст рухомих сполук кадмію, мг/кг ґрунту

Таблиця 20

Уміст рухомих сполук кадмію в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст рухомих сполук кадмію, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту рухомих сполук кадмію, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	0,16	0,17	0,16	0,7
2	0,16	0,19	0,22	
3	0,18	0,20	0,21	
4	0,25	0,22	0,24	
Середнє значення по ділянках 1-4	0,19	0,20	0,21	
5	0,27	0,11	0,13	
6	0,12	0,13	0,13	
7	0,22	0,16	0,12	
8	0,23	0,17	0,13	
Середнє значення по ділянках 5-8	0,21	0,14	0,13	
Фоновая проба	0,11	0,10	0,09	

За вмістом рухомих сполук **цинку (Zn)** перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК – 23 мг/кг) у пробах ґрунту не виявлено. Середній вміст цинку на ділянках 1-4 (за схемою) у поверхневому шарі становив 0,45 мг/кг, на глибині 15-30 см збільшувався на 6,1%, а на глибині 30-45 см - становив 0,44 мг/кг, тобто відмінність із вмістом у поверхневому шарі становила 1,5%.

Середній вміст рухомого цинку на ділянках 5-8 (за схемою) у поверхневому шарі становив 0,60 мг/кг, на глибині 15-30 см – 0,63 мг/кг, а на глибині 30-45 см

- становив 0,60 мг/кг. Тобто на глибині 30-45 см середній вміст рухомого цинку на ділянках 1-4 був меншим, ніж на ділянках 5-8 на 25,4%, у поверхневому шарі середній вміст на ділянках 1-4 був нижчим на 8,6%, а на глибині 15-30 см – нижчим 23,9% порівняно із ділянками 5-8. (рис. 26, 27, табл. 21).

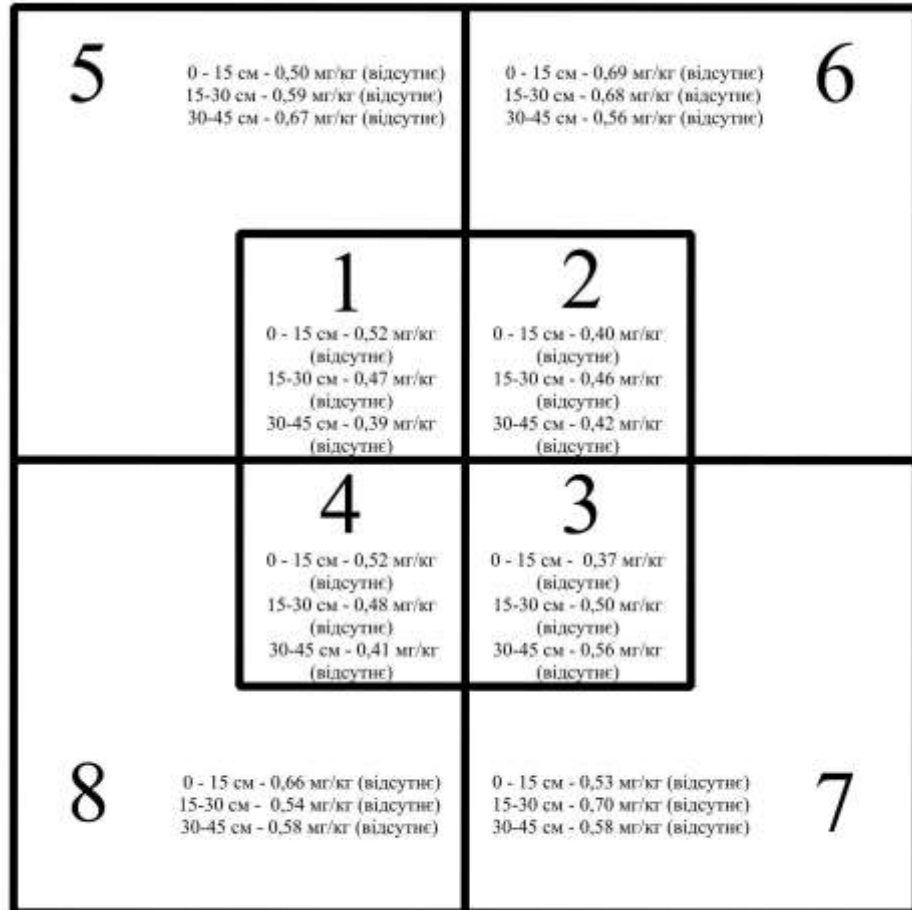


Рис. 26. Забруднення ґрунту рухомими сполуками цинку відповідно до сітки квадратів

Аналізування проб, взятих на відстані 60 м від місця вибуху показало, що показники фонові проби рухомого цинку становили 0,74 мг/кг у поверхневому шарі, на глибині 15–30 см становили 0,65 мг/кг, на глибині 30-45 см дорівнювали 0,48 мг/кг.

У поверхневому шарі вміст рухомого цинку був на ділянках 1-4 нижче фонового на 64,4%, на ділянках 5-8 – нижче на 49,5%. На глибині 15-30 см середній вміст рухомого цинку був нижче фонового на ділянках 1-4 на 38,2%, а на ділянках 5-8 був нижче на 3,6%. Середній вміст рухомого цинку на глибині 30-45 см був нижче фонового на ділянках 1-4 на 9,1% та ділянках 5-8 на – 18,6%.

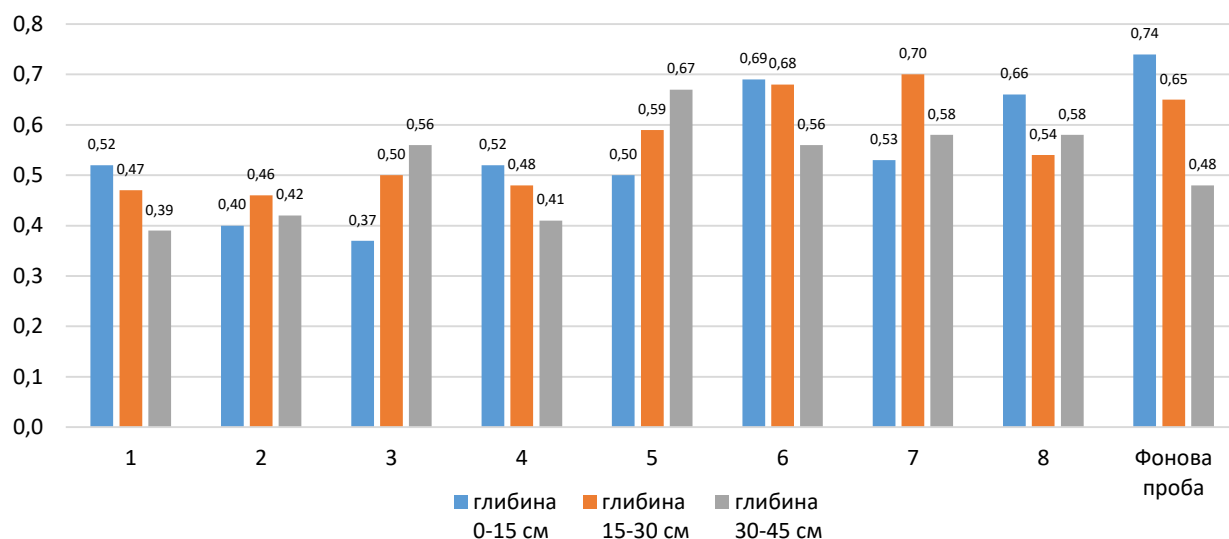


Рис. 27. Уміст рухомих сполук цинку, мг/кг ґрунту

Таблиця 21

Уміст рухомих сполук цинку в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст рухомих сполук цинку, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту рухомих сполук цинку, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	0,52	0,47	0,39	23
2	0,40	0,46	0,42	
3	0,37	0,50	0,56	
4	0,52	0,48	0,41	
Середнє значення по ділянках 1-4	0,45	0,48	0,45	
5	0,50	0,59	0,67	
6	0,69	0,68	0,56	
7	0,53	0,70	0,58	
8	0,66	0,54	0,58	
Середнє значення по ділянках 5-8	0,60	0,63	0,60	
Фоновая проба	0,74	0,65	0,48	

За результатами проведених досліджень встановлено, що за вмістом рухомих сполук міді (Cu) перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК – 3 мг/кг) у пробах ґрунту не виявлено.

Навколо вирви у поверхневому шарі на глибині (0-15 см) на ділянках 1-4 (за схемою) середній вміст міді становив 0,16 мг/кг, на ділянках 5-8 (за схемою) - 0,46 мг/кг. На відстані 60 м від епіцентру вибуху концентрація рухомої міді становила 0,28 мг/кг у поверхневому шарі. На глибині 15-30 см на ділянках 1-4

середній вміст рухомої міді становив 0,14 мг/кг, на ділянках 5-8 (за схемою) – 0,43 мг/кг.

На глибині 30-45 см на ділянках 1-4 середній рівень рухомої міді становив 0,17 мг/кг, тобто був майже однаковим з поверхневим шаром і вищим за шар 15-30 см 18 % (рис. 28, 29, табл. 22).

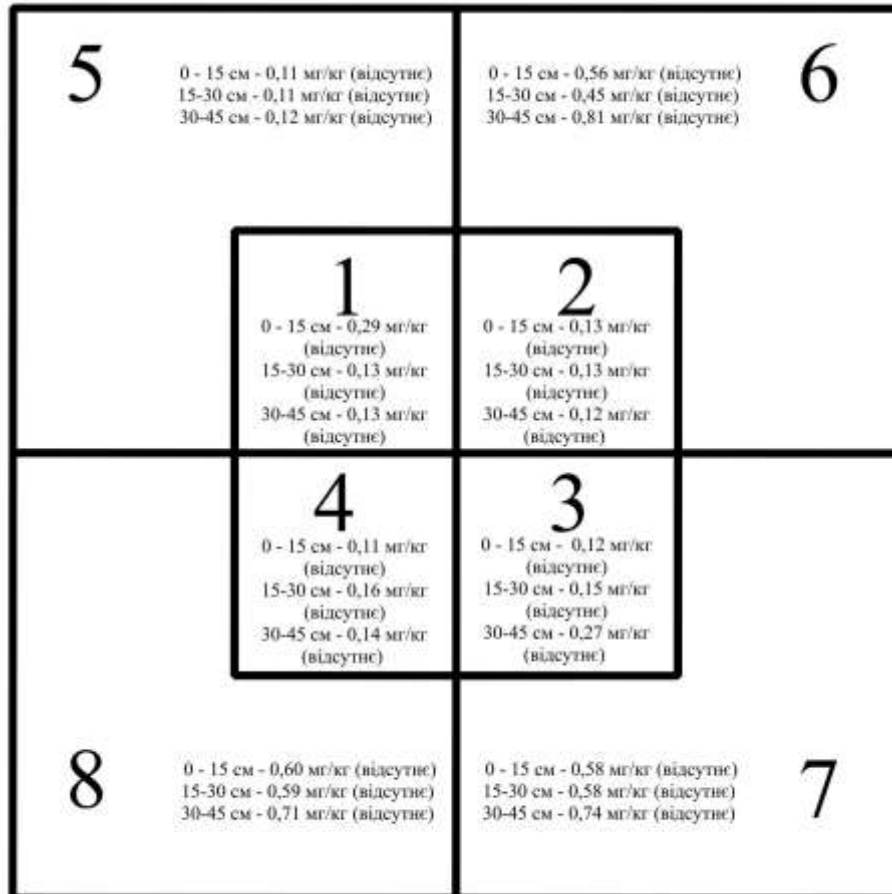


Рис. 28. Забруднення ґрунту рухомими сполуками міді відповідно до сітки квадратів.

На ділянках 5-8 на глибині 30-45 см середній рівень рухомої міді зменшувався порівняно поверхневим шаром на 13 % і становив 0,60 мг/кг, тобто він був майже в понад 3 рази вище аналогічного показника на ділянках 1-4.

Показники фонові проби щодо вмісту рухомої міді були у поверхневому шарі - 0,28 мг/кг, на глибині 15-30 см – 0,27 мг/кг, на глибині 30-45 см становили 0,11 мг/кг.

У поверхневому шарі вміст рухомої міді був на ділянках 1-4 нижче фонового на 72,8%, на ділянках 5-8 – вище 63,2%. На глибині 15-30 см середній

вміст рухомої міді був нижче фонового на ділянках 1-4 на 48,1%, а на ділянках 5-8 був вище на 47,0%. Середній вміст рухомої міді на глибині 30-45 см був вище фонового на ділянках 1-4 на 33,3% та ділянках 5-8 у 5,6 разів.

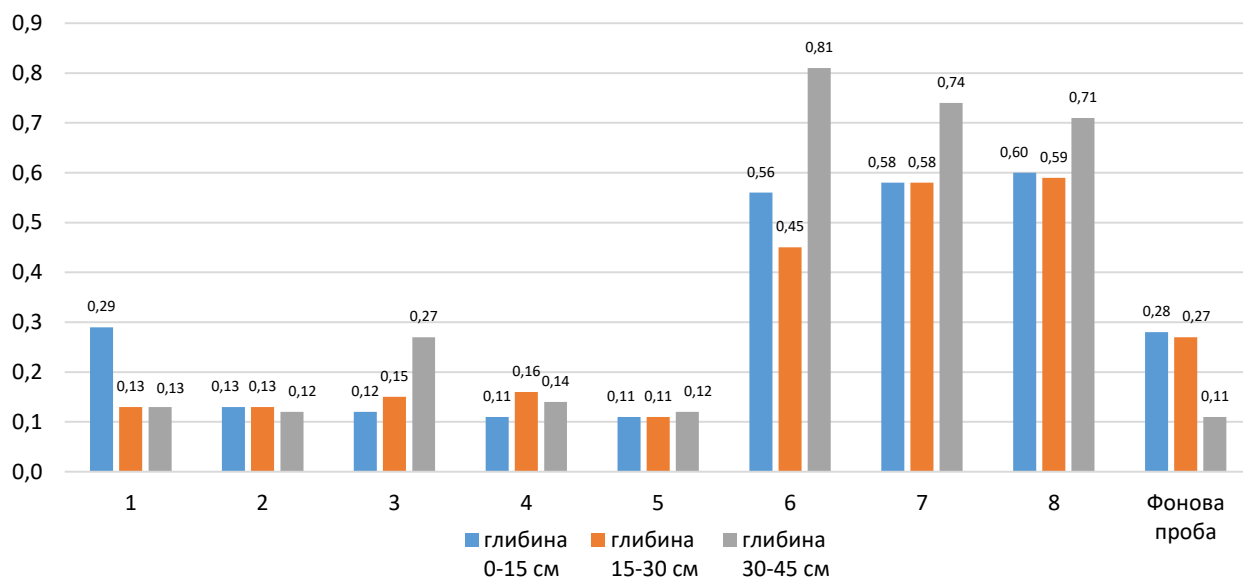


Рис. 29. Уміст рухомих сполук міді, мг/кг ґрунту

Таблиця 22

Уміст рухомих сполук міді в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст рухомих сполук міді, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту рухомих сполук міді, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	0,29	0,13	0,13	3
2	0,13	0,13	0,12	
3	0,12	0,15	0,27	
4	0,11	0,16	0,14	
Середнє значення по ділянках 1-4	0,16	0,14	0,17	
5	0,11	0,11	0,12	
6	0,56	0,45	0,81	
7	0,58	0,58	0,74	
8	0,60	0,59	0,71	
Середнє значення по ділянках 5-8	0,46	0,43	0,60	
Фонові проба	0,28	0,27	0,11	

Аналізування даних щодо вмісту рухомих сполук **нікелю (Ni)** показало, його середній вміст у поверхневому шарі на ділянках 1-4 був вище на 20%, ніж на ділянках 5-8 і становив 1,85 мг/кг та 1,48 мг/кг відповідно. На глибині 30-45

см спостерігалось зменшення вмісту рухомого нікелю в шарі ґрунту 0-15 см з 1,63 мг/кг на ділянках 1-4 до 1,49 мг/кг на ділянках 5-8.

Фонові значення у пробах, відібраних за 60 метрів від епіцентру вибуху становили 1,52 мг/кг, 1,07 мг/кг та 1,20 мг/кг на глибинах 0-15, 15-30 та 30-45 см відповідно. Проте жодна досліджувана проба на вміст рухомих сполук нікелю перевищення ГДК (4 мг/кг) не мала (рис. 30, 31, табл. 23).

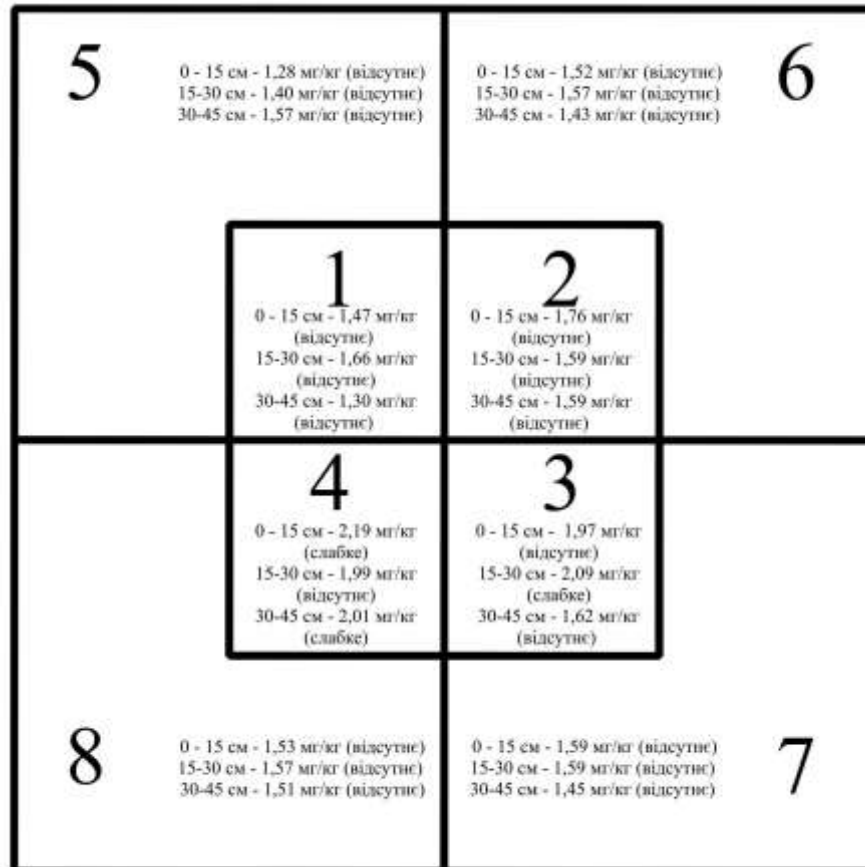


Рис. 30. Забруднення ґрунту рухомими сполуками нікелю відповідно до сітки квадратів.

У поверхневому шарі вміст рухомого нікелю був на ділянках 1-4 вище фонового на 18 %, на ділянках 5-8 – нижче на 2,7%. На глибині 15-30 см середній вміст рухомого нікелю був вище фонового на ділянках 1-4 на 41,5%, а на ділянках 5-8 - на 30,15%. Середній вміст рухомого нікелю на глибині 30-45 см був вище фонового на ділянках 1-4 на 26,3% та ділянках 5-8 на 19,4%.

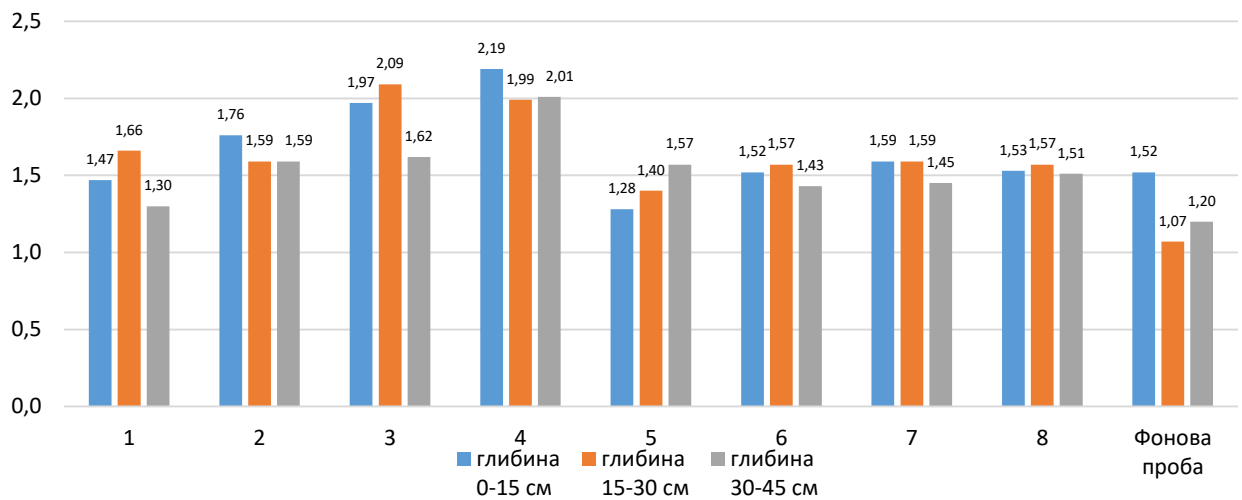


Рис. 31. Уміст рухомих сполук нікелю, мг/кг ґрунту

Таблиця 23

Уміст рухомих сполук нікелю в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст рухомих сполук нікелю, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту рухомих сполук нікелю, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	1,47	1,66	1,30	4
2	1,76	1,59	1,59	
3	1,97	2,09	1,62	
4	2,19	1,99	2,01	
Середнє значення по ділянках 1-4	1,85	1,83	1,63	
5	1,28	1,40	1,57	
6	1,52	1,57	1,43	
7	1,59	1,59	1,45	
8	1,53	1,57	1,51	
Середнє значення по ділянках 5-8	1,48	1,53	1,49	
Фоновая проба	1,52	1,07	1,20	

Аналізування даних щодо вмісту рухомого **марганцю (Mn)** показало, його середній вміст у поверхневому шарі на ділянках 1-4 та ділянках 5-8 становив 26,75 мг/кг та 30,83 мг/кг відповідно. Із глибиною на ділянках 1-4 відбувалось збільшення, а на ділянках 5-8 зменшення вмісту рухомого марганцю, але незначне. Вміст рухомого марганцю дорівнював на глибині 30-45 см на ділянках 1-4 - 27,14 мг/кг, на ділянках 5-8 - 26,97 мг/кг, тобто на +1,42% та -0,9% відносно поверхневого шару (рис. 32, 33, табл. 24).

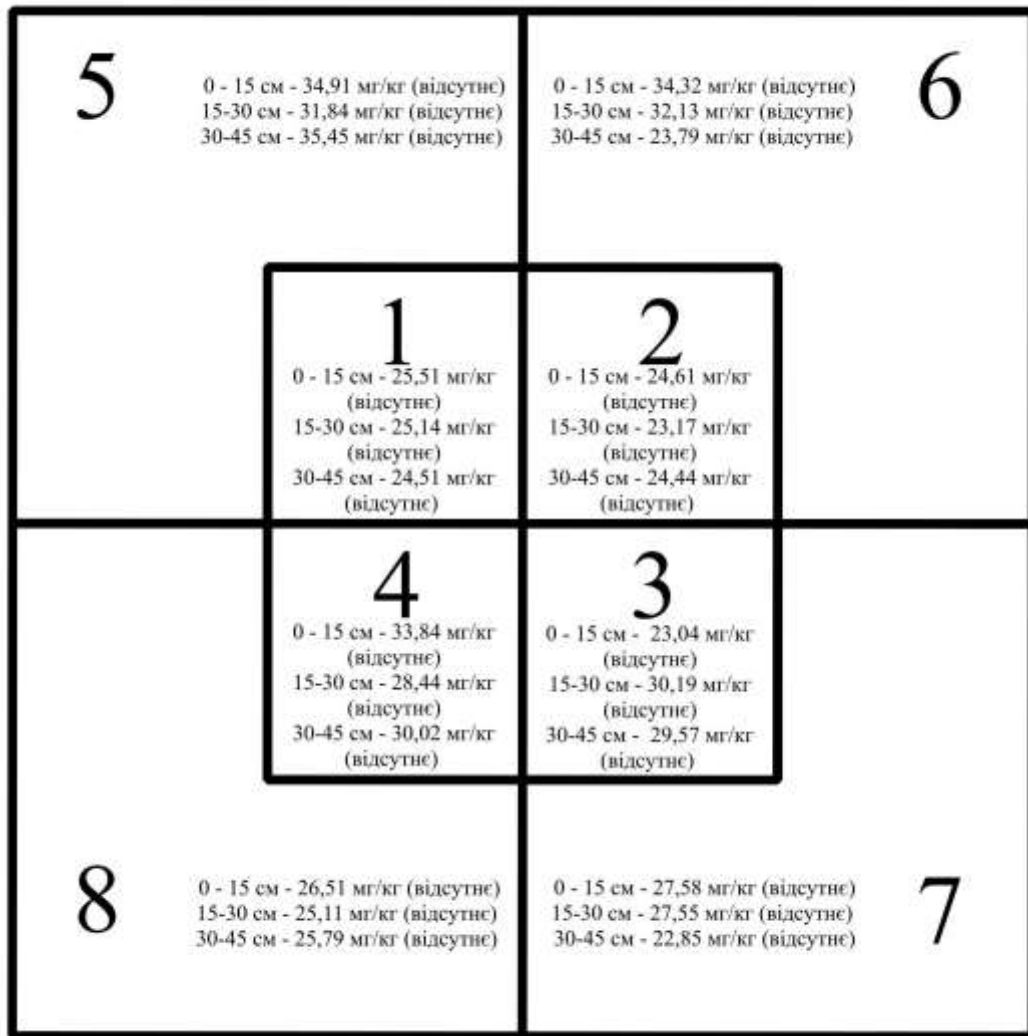


Рис. 32. Забруднення ґрунту рухомими сполуками марганцю відповідно до сітки квадратів

Фонові значення у пробах, відібраних за 60 метрів від епіцентру вибуху, становили 24,09 мг/кг, 27,01 мг/кг та 22,26 мг/кг на глибинах 0-15, 15-30 та 30-45 см відповідно. На ділянках 1-4 значення середнього вмісту марганцю відрізнялись від фонових на глибинах 0-15 см, 15-30 см та 30-45 см на (+)11,4%, (-)1,0%, (+)21,8% відповідно. На ділянках 5-8 значення були вище у поверхневому шарі – на 27,9%, на глибині 15-30 см - на 7,9 % та 30-45 см – 21,2 % порівняно з фоновими значеннями. Проте жодна досліджувана проба на вміст рухомих сполук марганцю перевищення ГДК (140 мг/кг) не мала.

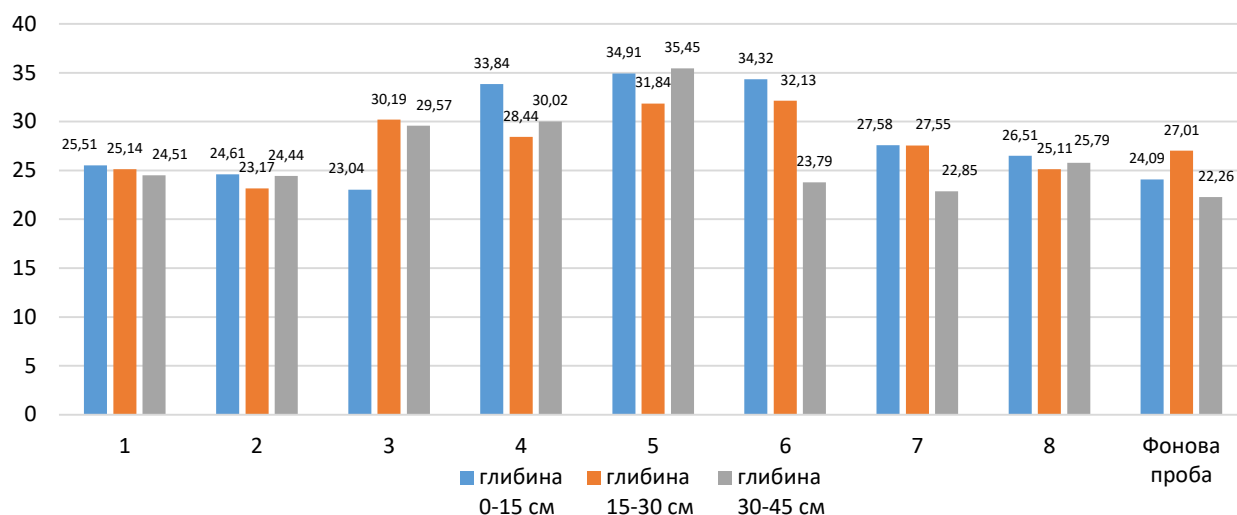


Рис. 33. Уміст рухомих сполук марганцю, мг/кг ґрунту

Таблиця 24

Уміст рухомих сполук марганцю в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст рухомих сполук марганцю, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту рухомих сполук марганцю, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	25,51	25,14	24,51	140
2	24,61	23,17	24,44	
3	23,04	30,19	29,57	
4	33,84	28,44	30,02	
Середнє значення по ділянках 1-4	26,75	26,74	27,14	
5	34,91	31,84	35,45	
6	34,32	32,13	23,79	
7	27,58	27,55	22,85	
8	26,51	25,11	25,79	
Середнє значення по ділянках 5-8	30,83	29,16	26,97	
Фонові проба	24,09	27,01	22,26	

Середній вміст рухомих сполук заліза (Fe) у поверхневому шарі ділянок 1-8 був варіював від 2,30 до 3,42 мг/кг. Середній вміст у поверхневому шарі на ділянках 1-4 був нижче на 10 %, ніж на ділянках 5-8 і становив 2,69 мг/кг та 2,99 мг/кг відповідно. На глибині 30-45 см спостерігалось незначне зменшення (8 %) вмісту рухомого заліза у порівнянні з поверхневим шаром – на ділянках 1-

4 і становило 2,48 мг/кг та зменшення до 2,70 мг/кг (-10,0 %) на ділянках 5-8 (рис. 34, 35, табл. 25).

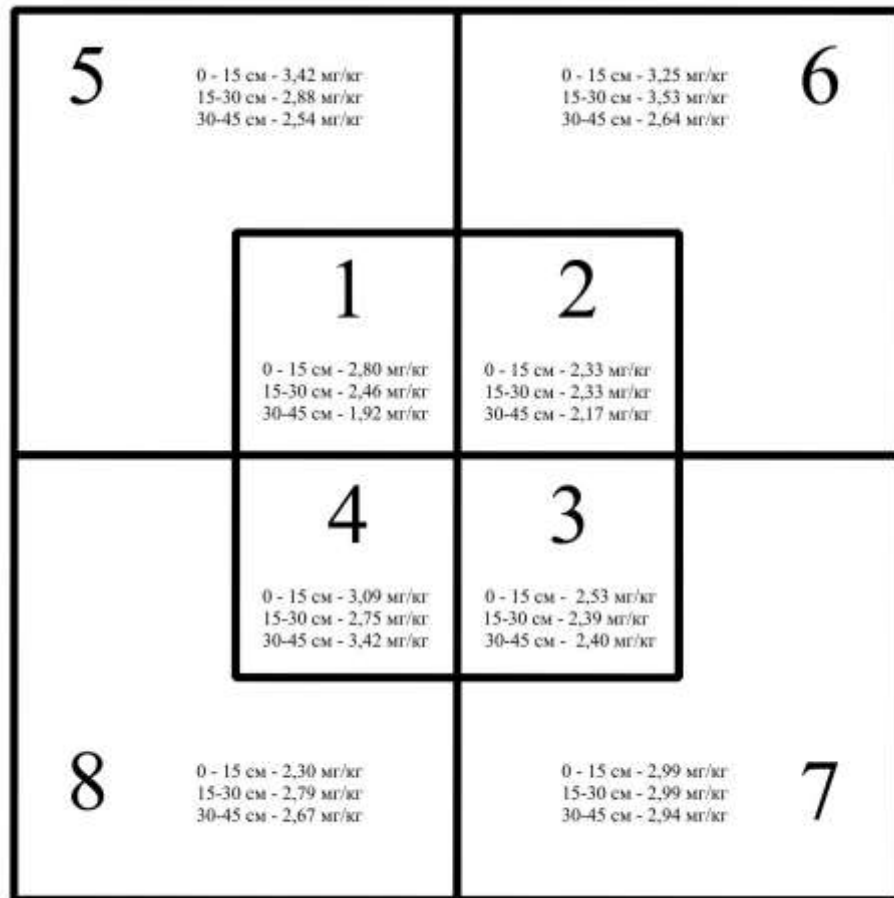


Рис. 34. Забруднення ґрунту рухомими сполуками заліза відповідно до сітки квадратів

Фонові значення у пробах, відібраних за 60 метрів від епіцентру вибуху становили 2,57 мг/кг, 3,09 мг/кг та 2,54 мг/кг на глибинах 0-15, 15-30 та 30-45 см відповідно. ГДК вмісту заліза не регламентується.

У поверхневому шарі вміст рухомого заліза був вище фонового на ділянках 1-4 на 4,5 % та ділянках 5-8 на 14 %. На глибині 15-30 см середній вміст рухомого заліза був нижче фонового на ділянках 1-4 на 19,7 %, а на ділянках 5-8 – був майже не змінний і перевищував лише на 1 %. Середній вміст рухомого заліза на глибині 30-45 см був нижче фонового на 2,8% на ділянках 1-4, а ділянках 5-8 вище фонового на 6 %.

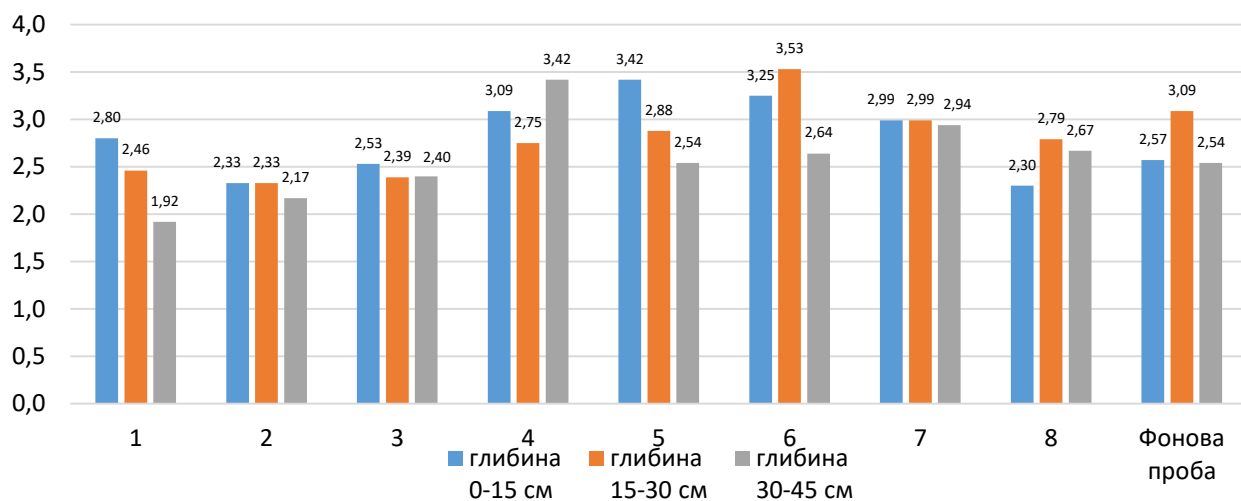


Рис. 35. Уміст рухомих форм заліза, мг/кг ґрунту

Таблиця 25

Уміст рухомих сполук заліза в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст рухомих сполук заліза, мг/кг ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	2,80	2,46	1,92
2	2,33	2,33	2,17
3	2,53	2,39	2,40
4	3,09	2,75	3,42
Середнє значення по ділянках 1-4	2,69	2,48	2,48
5	3,42	2,88	2,54
6	3,25	3,53	2,64
7	2,99	2,99	2,94
8	2,30	2,79	2,67
Середнє значення по ділянках 5-8	2,99	3,05	2,70
Фоновая проба	2,57	3,09	2,54

Дослідження вмісту рухомих сполук **кобальту (Co)** показало, що його середній вміст у поверхневому шарі (0 – 15 см) на ділянках 1-4 та 5-8 (за схемою) становить 0,10 мг/кг.

На відстані 60 м від епіцентру вибуху концентрація рухомого кобальту становив 0,08 мг/кг у поверхневому шарі. На глибині 15-30 см на ділянках 1-4 середній вміст рухомого кобальту становив 0,14 мг/кг, на ділянках 5-8 (за схемою)– 0,10 мг/кг. На глибині 30-45 см на ділянках 1-4 середній рівень

рухомого кобальту становив 0,09 мг/кг, тобто був майже однаковим з поверхневим шаром і нижчим за шар 15-30 см 35,4 %.

На ділянках 5-8 на глибині 30-45 см середній рівень рухомого кобальту зменшувався порівняно поверхневим шаром на 7,3 % і становив 0,10 мг/кг, тобто він був майже однаковим з аналогічним показником на ділянках 1-4 (рис. 36, 37, табл. 26).

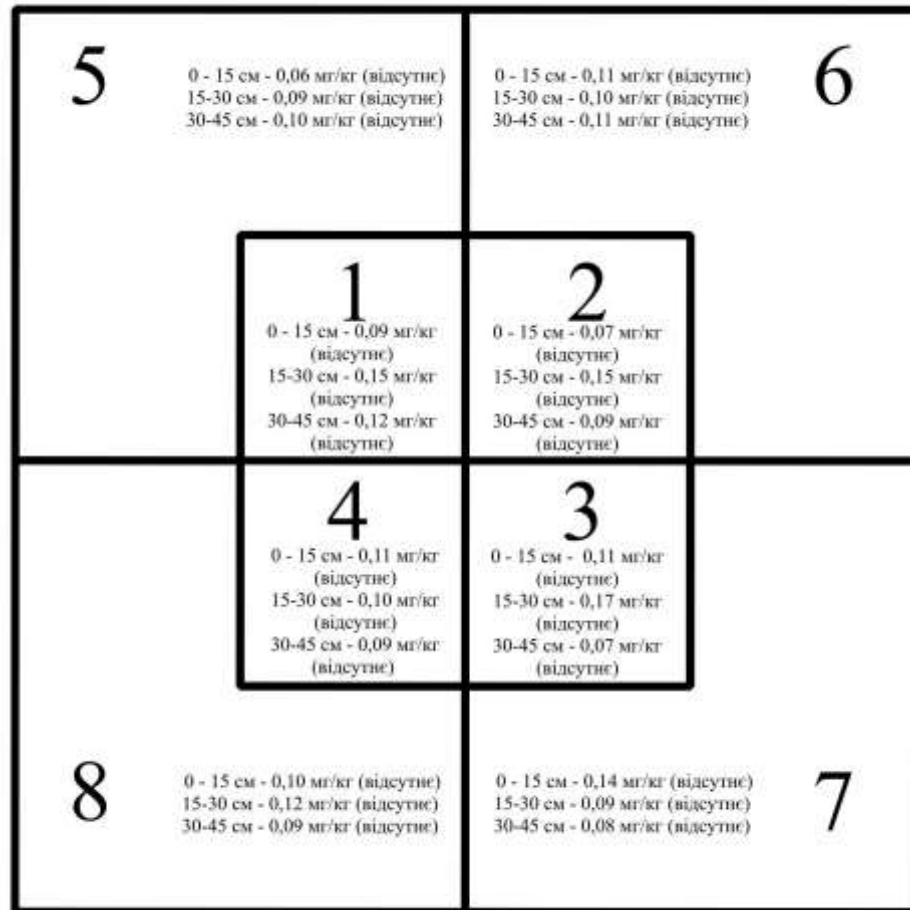


Рис. 36. Забруднення ґрунту рухомими сполуками кобальту відповідно до сітки квадратів

Показники фонові проби щодо вмісту рухомого кобальту були у поверхневому шарі - 0,08 мг/кг, на глибині 15-30 см – 0,10 мг/кг, на глибині 30-45 см становили 0,06 мг/кг.

У поверхневому шарі вміст рухомого кобальту був на ділянках 1-4 вище фонового на 15,7%, на ділянках 5-8 – вище на 21,9%. На глибині 15-30 см середній вміст рухомого кобальту був вище фонового на ділянках 1-4 на 29,8%, а на ділянках 5-8 був однаковим з фоновим. Середній вміст рухомого кобальту

на глибині 30-45 см був вище фонового на ділянках 1-4 на 53,3 % та ділянках 5-8 на 63,1%.

ГДК для рухомого кобальту становить 5 мг/кг, що майже в 62 раз більше фонового вмісту.

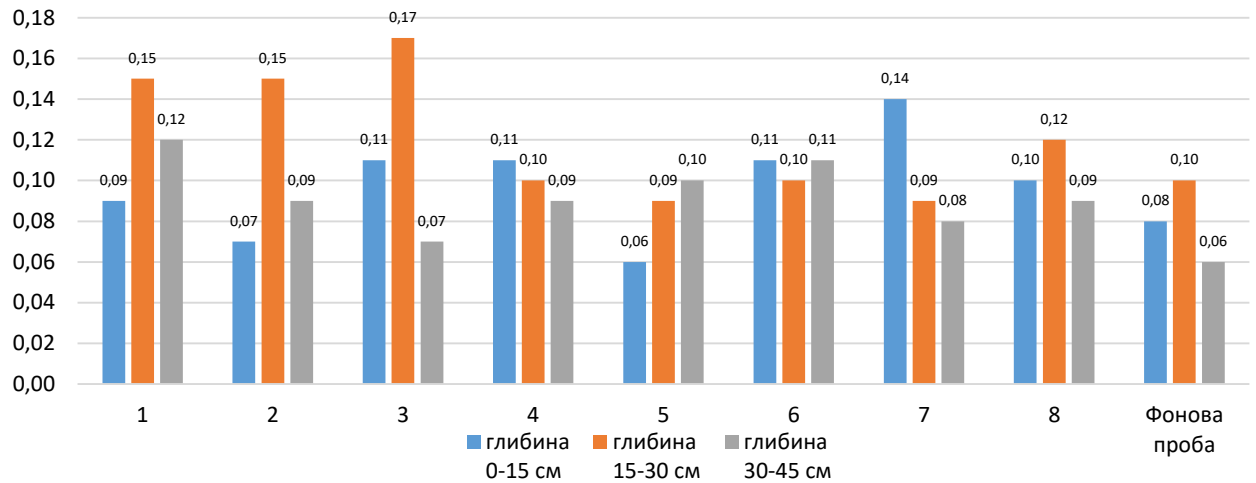


Рис. 37. Уміст рухомих сполук кобальту, мг/кг ґрунту

Таблиця 26

Уміст рухомих сполук кобальту в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст рухомих сполук кобальту, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту рухомих сполук кобальту, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	0,09	0,15	0,12	5
2	0,07	0,15	0,09	
3	0,11	0,17	0,07	
4	0,11	0,10	0,09	
Середнє значення по ділянках 1-4	0,10	0,14	0,09	
5	0,06	0,09	0,10	
6	0,11	0,10	0,11	
7	0,14	0,09	0,08	
8	0,10	0,12	0,09	
Середнє значення по ділянках 5-8	0,10	0,10	0,10	
Фонові проба	0,08	0,10	0,06	

Аналізування вмісту рухомого **молібдену (Mo)** показало, що його середній вміст у поверхневому шарі на ділянках 1-4 становив 0,20 мг/кг, на ділянках 5-8

був 0,21 мг/кг. Втім його середній рівень дещо зменшувався з глибиною: на ділянках 1-4 на глибині 30-45 см він становив 0,18 мг/кг, що на 16 % менше, а на ділянках 5-8 – 0,25 мг/кг, що на 16 % більше вмісту цього елемента у поверхневому шарі відповідних ділянок.

Значення вмісту рухомого молібдену у фонових пробах дещо відрізнялися від результатів на досліджуваних ділянках і становили 0,18 мг/кг у поверхневому шарі, на глибині 15-30 см дорівнювали 0,16 мг/кг, на глибині 30-45 см - 0,15 мг/кг.

Аналізування проб, взятих на відстані 60 м від місця вибуху показало, що на ділянках 1-4 середній вміст рухомого молібдену був дещо підвищений відносно фону: у поверхневому шарі – близько 10 %, на глибині 15-30 см – на 20 %, на глибині 30-45 см – на 17,5%.

Для ділянок 5-8 значення вмісту рухомого молібдену були також дещо вище фонового: у поверхневому шарі цей показник був більшим за фоновий на 15,3 %, для глибини 15-30 см – на 33%, для глибини 30-45 см – 40 %. ГДК для молібдену становить 10 мг/кг (рис. 38, 39, табл. 27).

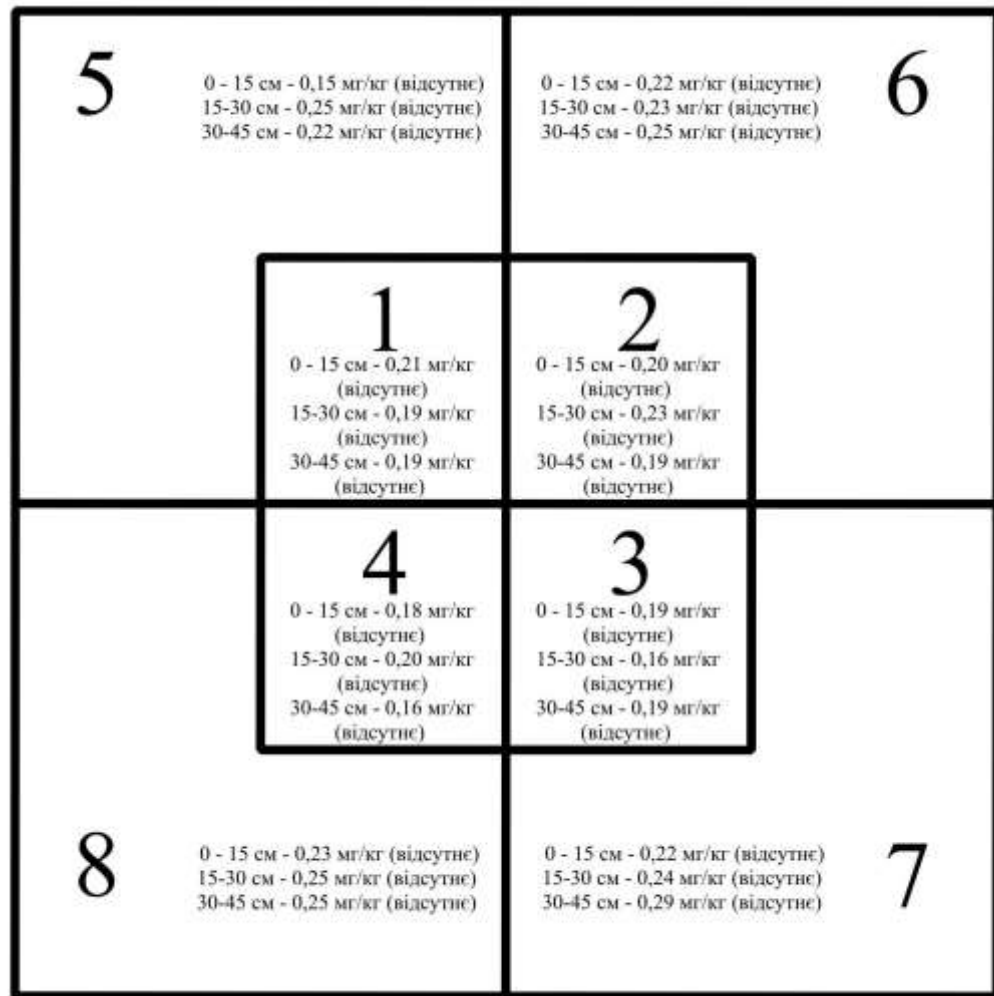


Рис. 38. Забруднення ґрунту рухомими сполуками молібдену відповідно до сітки квадратів

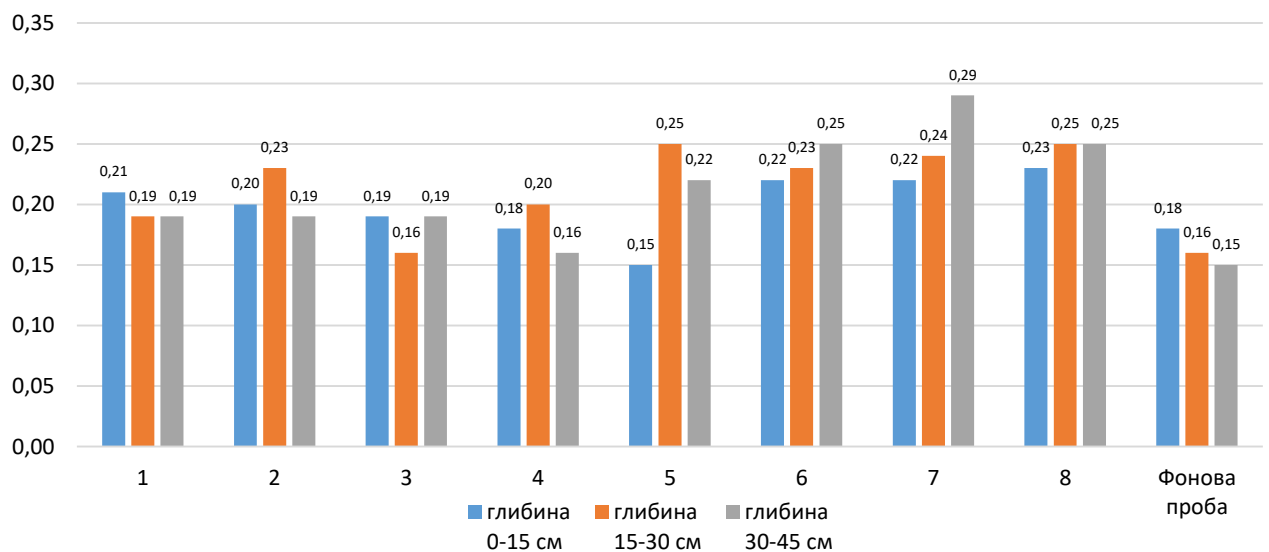


Рис. 39. Уміст рухомих сполук молібдену, мг/кг ґрунту

Уміст рухомих сполук молібдену в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст рухомих сполук молібдену, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту рухомих сполук молібдену, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	0,21	0,19	0,19	10
2	0,20	0,23	0,19	
3	0,19	0,16	0,19	
4	0,18	0,20	0,16	
Середнє значення по ділянках 1-4	0,20	0,20	0,18	
5	0,15	0,25	0,22	
6	0,22	0,23	0,25	
7	0,22	0,24	0,29	
8	0,23	0,25	0,25	
Середнє значення по ділянках 5-8	0,21	0,24	0,25	
Фонова проба	0,18	0,16	0,15	

3.3.2. Аналіз вмісту валових форм важких металів

За результатами проведених досліджень встановлено, що за вмістом валових сполук **свинцю (Pb)** перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК–32 мг/кг) у пробах ґрунту не виявлено.

Аналізування вмісту валових свинцю показало, що його середній вміст у поверхневому шарі на ділянках 1-4 дорівнював 9,13 мг/кг і був вищим, ніж його середній вміст на ділянках 5-8 (8,64 мг/кг) на 5,6%. Втім його середній рівень дещо змінювався з глибиною: на глибині 15-30 см на ділянках 1-4 він становив 8,66 мг/кг, а на ділянках 5-8 – 9,09 мг/кг, що на 5,5 % менше та 5,2 % більше вмісту цього елемента у поверхневому шарі відповідних ділянок. На глибині 30-45 см у порівнянні з поверхневим шаром для ділянок 1—4 відмінності становили +3,5% (9,45 мг/кг) ,для ділянок 5-8 становили + 6,3% (9,19 мг/кг).

Значення вмісту валових форм свинцю у фонових пробах були меншими від результатів на досліджуваних ділянках і становили 9,12 мг/кг у поверхневому шарі, 8,14 мг/кг на глибині 15-30 см, і 8,10 мг/кг на глибині 30 – 45 см.

У поверхневому шарі валові форми свинцю порівняно з фоновими показниками були майже на рівні на ділянках 1-4, на ділянках 5-8 - нижче на 5,5%. На глибині 15-30 см середній вміст свинцю був вище фонового на ділянках 1-4 на 6,2%, а на ділянках 5-8 був вище фонового значення на 11,6%. Вміст свинцю на глибині 30-45 см був вище фонового на ділянках 1-4 на 16,6 %, а на ділянках 5-8 – на 13,45 % (рис. 40, табл. 28).

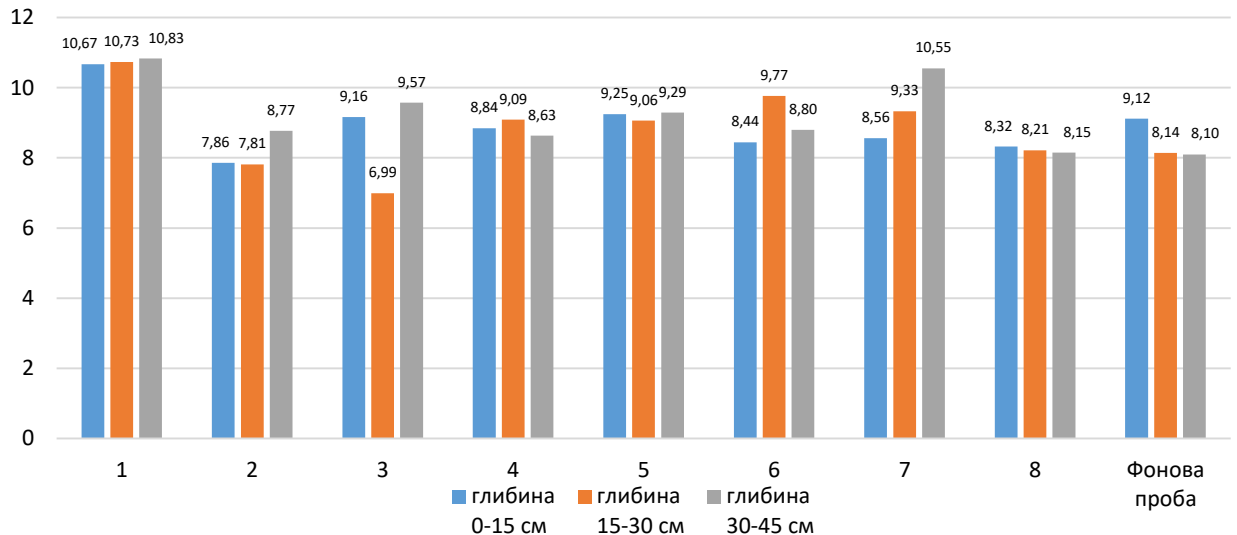


Рис. 40. Уміст валових форм свинцю, мг/кг ґрунту

Таблиця 28

Уміст валових форм свинцю в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст валових форм свинцю, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту валових форм свинцю, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	10,67	10,73	10,83	32
2	7,86	7,81	8,77	
3	9,16	6,99	9,57	
4	8,84	9,09	8,63	
Середнє значення по ділянках 1-4	9,13	8,66	9,45	
5	9,25	9,06	9,29	
6	8,44	9,77	8,80	
7	8,56	9,33	10,55	
8	8,32	8,21	8,15	
Середнє значення по ділянках 5-8	8,64	9,09	9,20	
Фонові проба	9,12	8,14	8,10	

Дослідження вмісту валових сполук кадмію (Cd) показало, що його середній вміст у поверхневому шарі (0 -15 см) на ділянках 1-4 та 5-8 (за схемою) становили 0,23 мг/кг, 0,27 мг/кг відповідно. Середній вміст валових сполук кадмію на глибині 15-30 см на ділянках 1-4 становив 0,23 мг/кг, на ділянках 5-8 дещо нижче – 0,26 мг/кг. Середній вміст валових сполук кадмію на глибині 30-45 см на ділянках 1-4 становив 0,23 мг/кг, на ділянках 5-8 дещо нижче – 0,27 мг/кг. Таким чином ділянки 1-4 та 5-8 на відповідних глибинах мають однаковий вміст валової форми кадмію (рис. 41, табл. 29).

Фоновий вміст у пробах, відібраних за 60 метри від епіцентру вибуху, становили 0,25 мг/кг у поверхневому шарі, на глибині 15-30 см - 0,22 мг/кг та на глибині 30-45 см – 0,21 мг/кг, що майже в 13 разів менше ГДК (3 мг/кг) для цього елемента.

У поверхневому шарі вміст валових форм кадмію був на ділянках 1-4 нижче фонового - на 6,3 %, на ділянках 5-8 - вище на 7,0 %. На глибині 15-30 см середній вміст кадмію був майже однаковим з фоновим на ділянках 1-4 та ділянках 5-8 відмінність складала понад 15 %. Вміст кадмію на глибині 30-45 см був вище фонового на ділянках 1-4 на 9 %, а на ділянках 5-8 вище на 22 %.

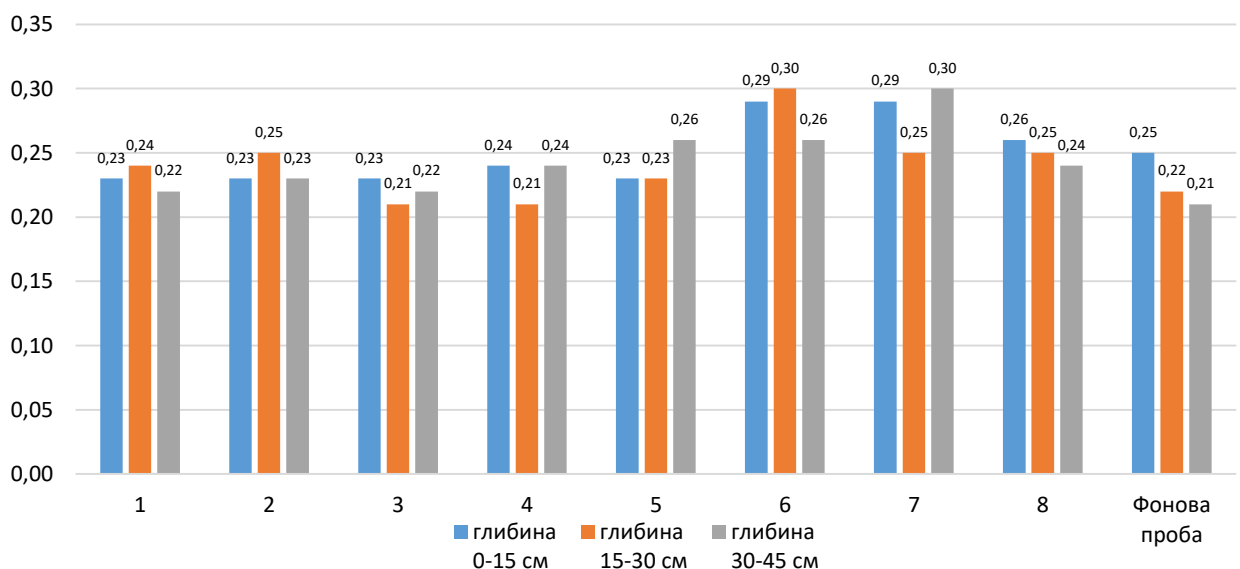


Рис. 41. Уміст валових форм кадмію, мг/кг ґрунту

Уміст валових форм кадмію в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст валових форм кадмію, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту валових форм кадмію, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	0,23	0,24	0,22	3
2	0,23	0,25	0,23	
3	0,23	0,21	0,22	
4	0,24	0,21	0,24	
Середнє значення по ділянках 1-4	0,23	0,23	0,23	
5	0,23	0,23	0,26	
6	0,29	0,30	0,26	
7	0,29	0,25	0,30	
8	0,26	0,25	0,24	
Середнє значення по ділянках 5-8	0,27	0,26	0,27	
Фонові проба	0,25	0,22	0,21	

Середній вміст валових форм **цинку (Zn)** на ділянках 1-4 (за схемою) у поверхневому шарі становив 8,49 мг/кг, на глибині 15-30 см зменшувався на 7 %, а на глибині 30-45 см – становив 8,47 мг/кг, тобто майже однаковий з поверхневим шаром.

Середній вміст цинку на ділянках 5-8 у поверхневому шарі становив 7,81 мг/кг, на глибині 15-30 см – 7,54 мг/кг, а на глибині 30-45 см – становив 8,06 мг/кг. Тобто із глибиною (для 15-30 см та 30-45 см) середній вміст валового цинку ділянках 5-8 варіював у діапазоні +/-4 % порівняно з поверхневим шаром.

Фоновий вміст у пробах, відібраних за 60 метри від епіцентру вибуху, становив 7,74 мг/кг у поверхневому шарі, на глибині 15-30 см – 7,17 мг/кг та на глибині 30-45 см – 7,03 мг/кг.

Аналізування проб, взятих на відстані 60 м від місця вибуху показало, що на ділянках 1-4 середній вміст валових форм цинку був дещо вище фонового: у поверхневому шарі на 9 %, на глибині 15-30 см на 10 % та на глибині 30-45 см – на 17 %. Для ділянок 5-8 цей показник був майже однаковим із фоновими значеннями у поверхневому шарі -0,9%, для глибини 15-30 см – більший на 5 %,

та на 13 % більше в горизонті 30-45 см (рис. 42, табл. 30). ГДК вмісту валових форм цинку не регламентується.

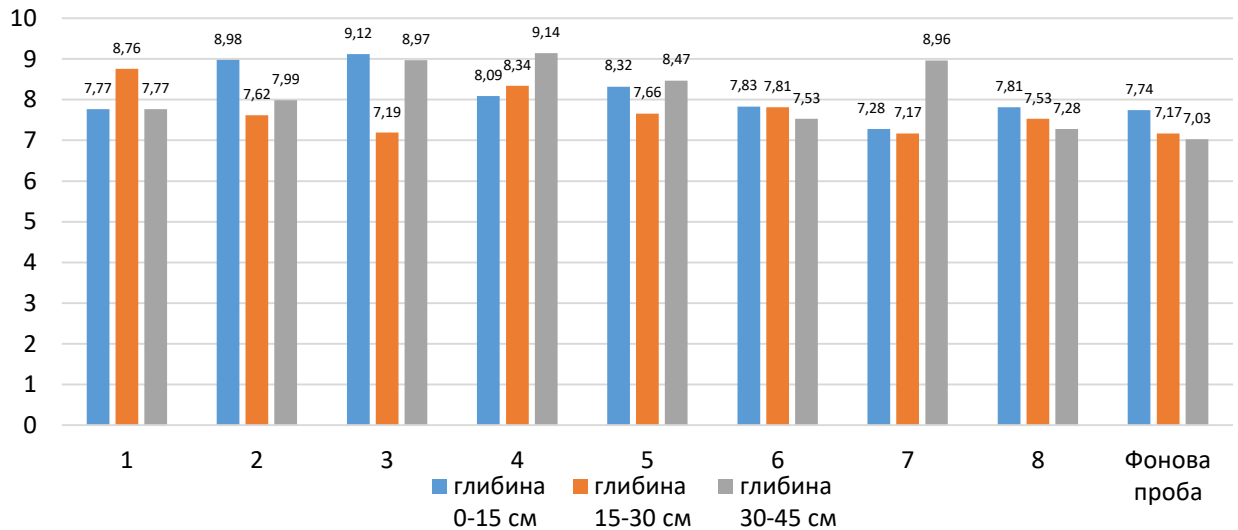


Рис. 42. Уміст валових форм цинку, мг/кг ґрунту

Таблиця 30

Уміст валових форм цинку в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст валових форм цинку, мг/кг ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	7,77	8,76	7,77
2	8,98	7,62	7,99
3	9,12	7,19	8,97
4	8,09	8,34	9,14
Середнє значення по ділянках 1-4	8,49	7,98	8,47
5	8,32	7,66	8,47
6	7,83	7,81	7,53
7	7,28	7,17	8,96
8	7,81	7,53	7,28
Середнє значення по ділянках 5-8	7,81	7,54	8,06
Фоновая проба	7,74	7,17	7,03

Середній вміст валових форм міді (Cu) на ділянках 1-4 у поверхневому шарі становив 7,75 мг/кг, на глибині 15-30 см зменшувався на 4,3 %, а на глибині 30-45 см - становив 7,63 мг/кг, тобто різниця з поверхневим шаром складала 1,7 %.

Середній вміст валових форм міді на ділянках 5-8 у поверхневому шарі становив 7,41 мг/кг, на глибині 15-30 см – 7,24 мг/кг, а на глибині 30-45 см -

становив 7,38 мг/кг. Тобто середній вміст валових форм міді ділянках 5-8 був на глибині 15-30 см на 3 % нижче рівня поверхневого шару, а на глибині 30-45 см був навпаки вищий на 3 %. Фоновий вміст у пробах, відібраних за 60 метрів від епіцентру вибуху, становив 7,27 мг/кг у поверхневому шарі, на глибині 15-30 см – 7,27 мг/кг та на глибині 30-45 см – 6,97 мг/кг. Аналізування проб, взятих на відстані 60 м від місця вибуху показало, що на ділянках 1-4 середній вміст валових форм міді були близькі до фонового: у поверхневому шарі – значення були більше на 6 %, на глибині 15-30 см – на 2,5 %, на глибині 30-45 см – на понад 8%. Для ділянок 5-8 значення вмісту валових форм міді були також близькі до фонового: у поверхневому шарі цей показник був більшим за фоновий лише на 2 %, для глибини 15-30 см – менший на 0,5%, для глибини 30-45 см – на 6 %. (рис. 43, табл. 31). ГДК вмісту валових форм міді не регламентується.

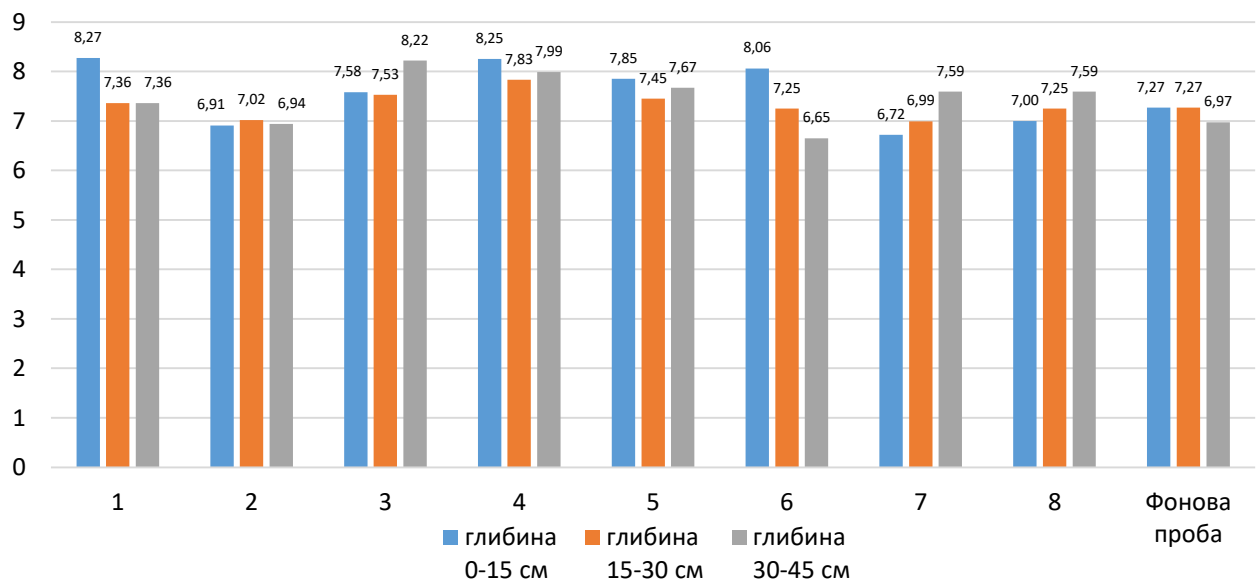


Рис. 43. Уміст валових форм міді, мг/кг ґрунту

Уміст валових форм міді в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст валових форм міді, мг/кг ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	8,27	7,36	7,36
2	6,91	7,02	6,94
3	7,58	7,53	8,22
4	8,25	7,83	7,99
Середнє значення по ділянках 1-4	7,75	7,44	7,63
5	7,85	7,45	7,67
6	8,06	7,25	6,65
7	6,72	6,99	7,59
8	7,00	7,25	7,59
Середнє значення по ділянках 5-8	7,41	7,24	7,38
Фонові проба	7,27	7,27	6,97

Аналізування даних щодо вмісту валових форм марганцю (Mn) показало, його середній вміст у поверхневому шарі на ділянках 1-4 та ділянках 5-8 був становив 214,06 мг/кг та 212,77 мг/кг відповідно, тобто відмінність становила менше 1 %. На глибині 30-45 см на ділянках 5-8 вміст валового марганцю дорівнював 224,01 мг/кг, а на ділянках 1-4 становив 229,14 мг/кг – різниця 2 %.

Фонові значення у пробах, відібраних за 60 метрів від епіцентру вибуху становили 208,85 мг/кг, 226,48 мг/кг та 203,10 мг/кг на глибинах 0-15, 15-30 та 30-45 см відповідно (рис. 44, табл. 32).

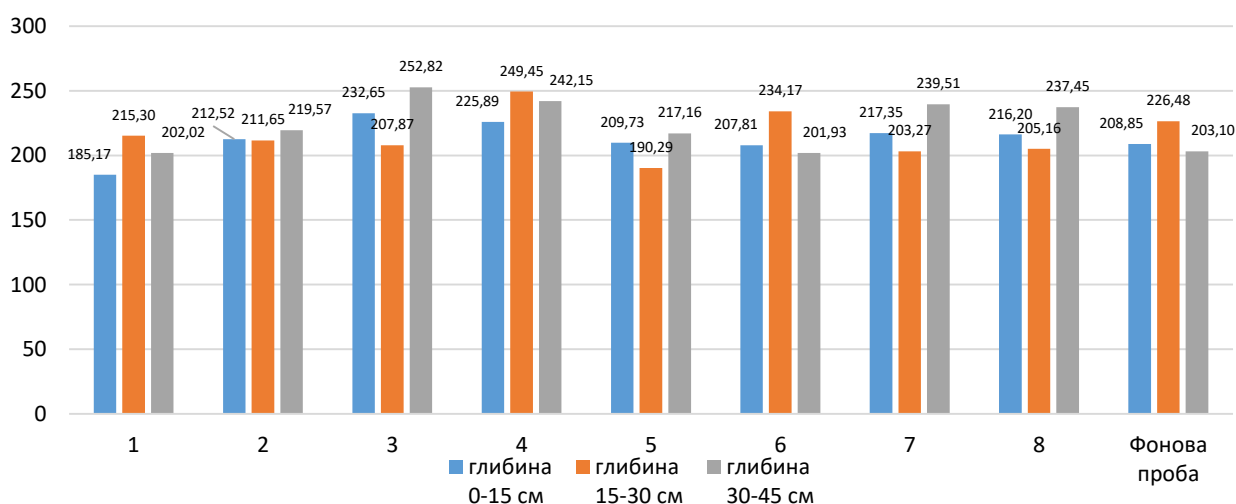


Рис. 44. Уміст валових форм марганцю, мг/кг ґрунту

При цьому фонові значення по глибинах порівняно із середнім вмістом по ділянках 1-4 відрізнялись на (-) 2,5%, (+) 6,4%, (-) 12,8% відповідно, а з даними з ділянок 5-8 – на (-)2,0 %, (+)9,0 %, (-)10,5% відповідно. Перевищень ГДК (1500 мг/кг) за вмістом валової форми марганцю відсутні.

Таблиця 32

Уміст валових форм марганцю в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст валових форм марганцю, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту валових форм марганцю, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	185,17	215,30	202,02	1500
2	212,52	211,65	219,57	
3	232,65	207,87	252,82	
4	225,89	249,45	242,15	
Середнє значення по ділянках 1-4	214,06	221,07	229,14	
5	209,73	190,29	217,16	
6	207,81	234,17	201,93	
7	217,35	203,27	239,51	
8	216,20	205,16	237,45	
Середнє значення по ділянках 5-8	212,77	208,22	224,01	
Фонова проба	208,85	226,48	203,10	

Середній вміст валових форм заліза (Fe) у поверхневому шарі на ділянках 1-4 значення (1921,3 мг/кг) був вищий порівняно з ділянками 5-8 (1634,3 мг/кг) на 15 %, на глибині 15-30 см - на 20 % та на глибині 30-45 см на 10 %.

Фонові значення становили для валових форм заліза 1735 мг/кг, 1640 мг/кг та 1609 мг/кг на глибині 0-15, 15-30 та 30-45 см відповідно.

У поверхневому шарі рівень валових форм заліза був вище фонового на ділянках 1-4 на 10,7%, на ділянках 5-8 – нижче на 1,06 %. На глибині 15-30 см рівень валових форм заліза був вище фонового на ділянках 1-4 на 33,1%, а на ділянках 5-8 – на 7,6%. На глибині 30-45 см рівень валових форм заліза був вище фонового на ділянках 1-4 на 19 %, а на ділянках 5-8 – на 11,2 %. ГДК вмісту валових форм заліза не регламентується рис. 45, табл. 33).

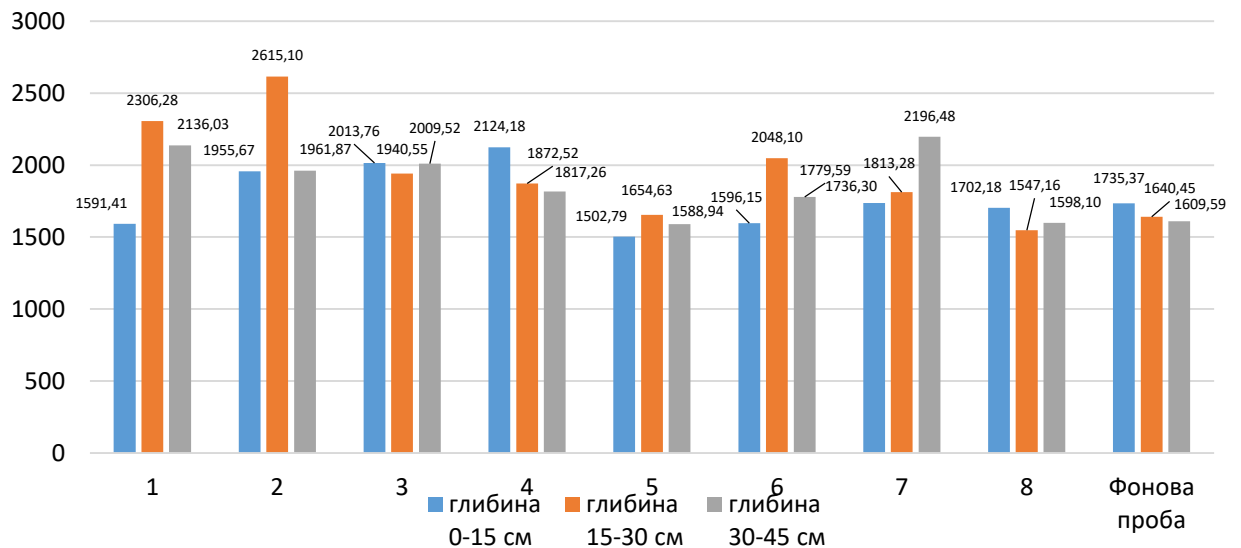


Рис. 45. Уміст валових форм заліза, мг/кг ґрунту

Таблиця 33

Уміст валових форм заліза в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст валових форм заліза, мг/кг ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	1591,41	2306,28	2136,03
2	1955,67	2615,10	1961,87
3	2013,76	1940,55	2009,52
4	2124,18	1872,52	1817,26
Середнє значення по ділянках 1-4	1921,26	2183,61	1981,17
5	1502,79	1654,63	1588,94
6	1596,15	2048,10	1779,59
7	1736,30	1813,28	2196,48
8	1702,18	1547,16	1598,10
Середнє значення по ділянках 5-8	1634,36	1765,79	1790,78
Фонові проба	1735,37	1640,45	1609,59

Аналізування даних щодо вмісту валових форм **нікелю (Ni)** показало, його середній вміст у поверхневому шарі на ділянках 1-4 був майже однаковим з ділянками 5-8 і становив 10,02 мг/кг та 10,05 мг/кг відповідно.

На глибині 30-45 см спостерігалось незначне зменшення вмісту нікелю у порівнянні з поверхневим шаром – на ділянках 1-4 - він становив 9,98 мг/кг, на ділянках 5-8 – 9,97 мг/кг, що становило менше 1 % різниці.

Фонові значення у пробах, відібраних за 60 метрів від епіцентру вибуху, становили 9,65 мг/кг, 8,77 мг/кг та 9,54 мг/кг на глибинах 0-15, 15-30 та 30-45 см відповідно.

У поверхневому шарі рівень нікелю був вище фонового на ділянках 1-4 та 5-8 на 4%. На глибині 15-30 см рівень валових форм нікелю був вище фонового на ділянках 1-4 та 5-8 на 12 %. На глибині 30-45 см рівень валових форм нікелю був вище фонового на ділянках 1-4 на 3 %, на ділянках 5-8 – вище на 1 %. ГДК вмісту валових форм нікелю не регламентується (рис. 46, табл. 34).

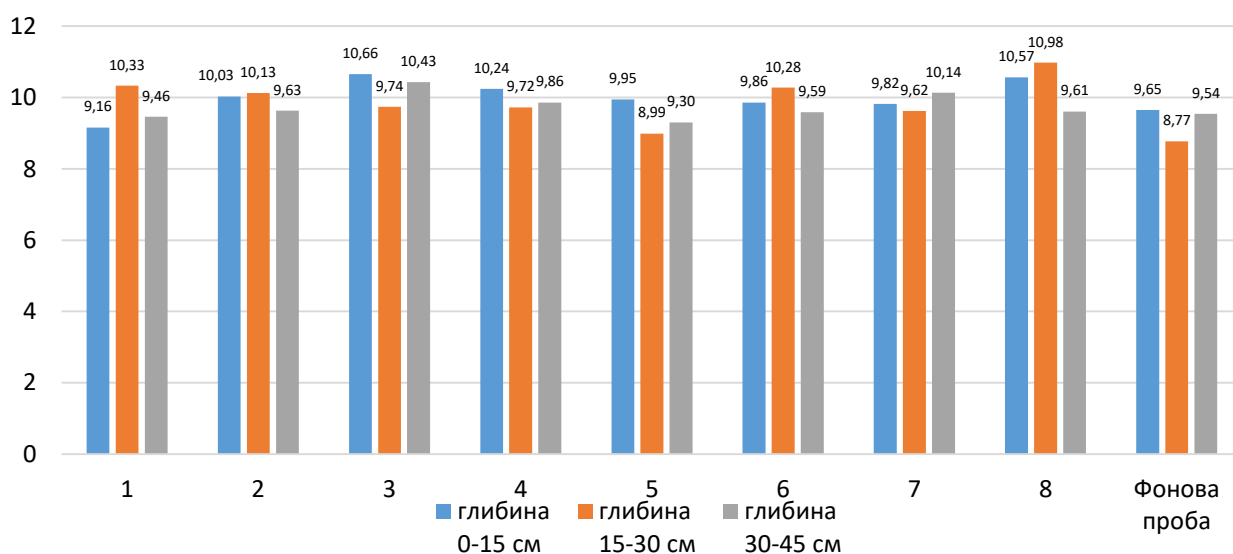


Рис. 46. Уміст валових форм нікелю, мг/кг ґрунту

Таблиця 34

Уміст валових форм нікелю в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст валових форм нікелю, мг/кг ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	9,16	10,33	9,46
2	10,03	10,13	9,63
3	10,66	9,74	10,43
4	10,24	9,72	9,86
Середнє значення по ділянках 1-4	10,02	9,98	9,85
5	9,95	8,99	9,30
6	9,86	10,28	9,59
7	9,82	9,62	10,14
8	10,57	10,98	9,61
Середнє значення по ділянках 5-8	10,05	9,97	9,66
Фонові проба	9,65	8,77	9,54

Дослідження вмісту валових форм кобальту (Со) показало, що його середній вміст у поверхневому шарі (0 -15 см) на ділянках 1-4 та 5-8 (за схемою) становили 7,61 мг/кг, 7,42 мг/кг відповідно. Проби, відібрані на глибині 30-45 см, мали тенденцію до зменшення вмісту кобальту: на ділянках 1-4 цей показник становив 7,62 мг/кг та ділянках 5-8 – 7,20 мг/кг. Відмінність між поверхневим шаром і шаром 30-45 см були майже відсутні і становили менше 1 % на ділянці 1-4, а для ділянки 5-8 дорівнювала 3,0%. (рис. 48, табл. 35). Фоновий вміст – на глибині 0-15см , 15-30 см та 30-45 см становив 7,78 мг/кг, 7,06 мг/кг та 6,96 мг/кг відповідно. У поверхневому шарі рівень валових форм кобальту середніх значень був нижче фонового на ділянках 1-4 на 2 %, на ділянках 5-8 - на 5 %. На глибині 30-45 см рівень валових форм кобальту був вище фонового на ділянках 1-4 на 9 %, а на ділянках 5-8 – на 3 %. (рис. 47, табл. 35). На глибині 15-30 см рівень валових форм кобальту був вище фонового на ділянках 1-4 на 9%, а на ділянках 5-8 – на 4%.

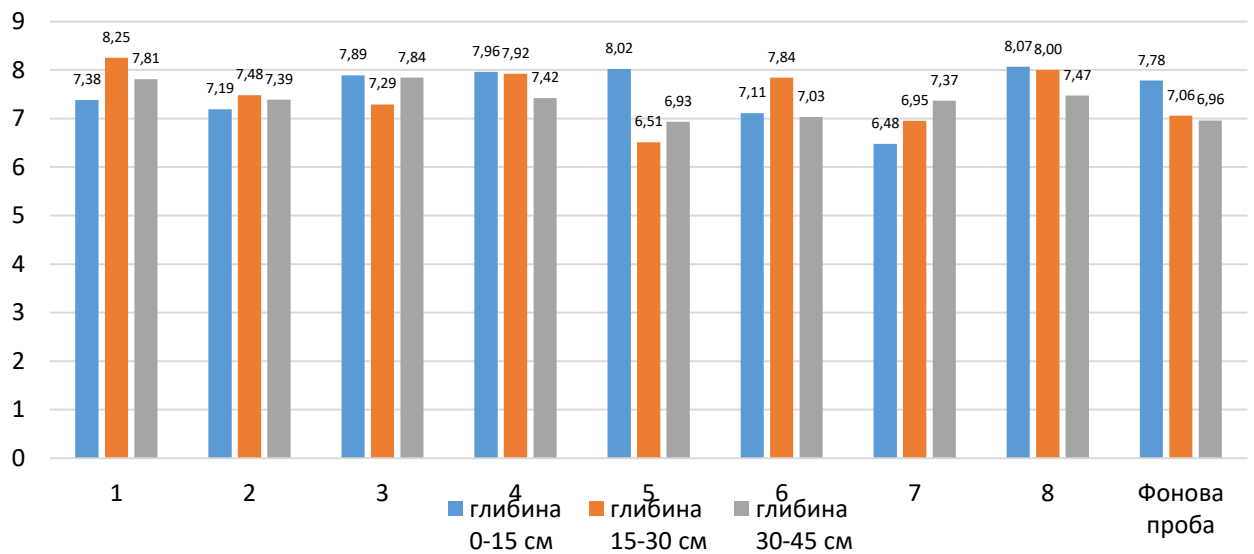


Рис. 47. Уміст валових форм кобальту, мг/кг ґрунту

Уміст валових форм кобальту в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст валових форм кобальту, мг/кг ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	7,38	8,25	7,81
2	7,19	7,48	7,39
3	7,89	7,29	7,84
4	7,96	7,92	7,42
Середнє значення по ділянках 1-4	7,61	7,74	7,62
5	8,02	6,51	6,93
6	7,11	7,84	7,03
7	6,48	6,95	7,37
8	8,07	8,00	7,47
Середнє значення по ділянках 5-8	7,42	7,33	7,20
Фонові проба	7,78	7,06	6,96

Обрахування середніх значень вмісту валових форм хрому (Cr) показало, що у поверхневому шарі на ділянках 1-4 середні значення валових форм хрому (106,7 мг/кг) були вищими на 1,2 % порівняно з ділянками 5-8 (105,4 мг/кг), на глибині 15-30 вміст становив 116,0 мг/кг та 109,9 мг/кг (різниця становить 5 %), відповідно, на глибині 30-45 см – нижче на 10,1% відповідно (108,5 мг/кг та 119,5 мг/кг).

Фонові значення становили для валових форм хрому 105,8 мг/кг, 106,6 мг/кг та 100,2 мг/кг на глибині 0-15, 15-30 та 30-45 см відповідно (рис. 49, табл. 36).

У поверхневому шарі рівень валових форм хрому на ділянках 1-4 та 5-8 варіювався в межах менше 1 %.

На глибині 15-30 см рівень валових форм хрому був вище фонового на ділянках 1-4 на 8 %, а на ділянках 5-8 – на 3 %. На глибині 30-45 см рівень валових форм хрому був вище фонового на ділянках 1-4 на 8,2 %, а на ділянках 5-8 – на 19,2 %. ГДК вмісту валових форм хрому не регламентується (рис. 48, табл. 36).

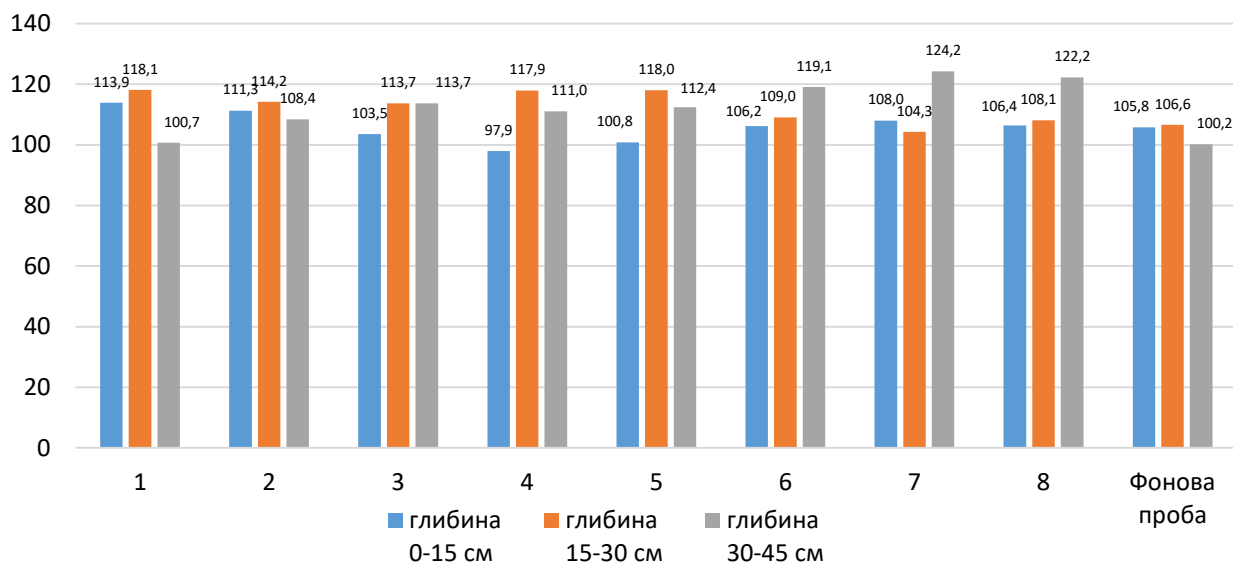


Рис. 48. Уміст валових форм хрому, мг/кг ґрунту

Таблиця 36

Уміст валових форм хрому в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст валових форм хрому, мг/кг ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	113,9	118,1	100,7
2	111,3	114,2	108,4
3	103,5	113,7	113,7
4	97,9	117,9	111,0
Середнє значення по ділянках 1-4	106,7	116,0	108,5
5	100,8	118,0	112,4
6	106,2	109,0	119,1
7	108,0	104,3	124,2
8	106,4	108,1	122,2
Середнє значення по ділянках 5-8	105,4	109,9	119,5
Фоновая проба	105,8	106,6	100,2

Обрахування середніх значень валової ртуті (Hg) показало, що у поверхневому шарі на ділянках 1-4 її середні значення (0,043 мг/кг) були вищими на 14 % порівняно з аналогічними ділянками 5-8 (0,037 мг/кг), на глибині 15-30 така тенденція зберігалась – 0,048 мг/кг та 0,035 мг/кг (різниця становить 27 %), відповідно, на глибині 30-45 см – середні значення на ділянках становили 0,050 мг/кг та 0,039 мг/кг, тобто на ділянках 1-4 вище на 22 % .

Фонові значення для ртуті становили 0,030 мг/кг, 0,033 мг/кг та 0,036 мг/кг на глибині 0-15 см, 15-30 см та 30-45 см відповідно.

У поверхневому шарі рівень ртуті був вище фонового на ділянках 1-4 - на 30 %, на ділянках 5-8 - вище на 19%. На глибині 15-30 см середній вміст ртуті був на 31 % вище фонового на ділянках 1-4, а на ділянках 5-8 - на майже 6%. Вміст ртуті на глибині 30-45 см був вище фонового на ділянках 1-4 на 28 %, а на ділянках 5-8 - на 8 %. ГДК ртуті дорівнює 2,1 мг/кг, що 60 разів перевищує результати досліджень (рис. 49, табл. 37).

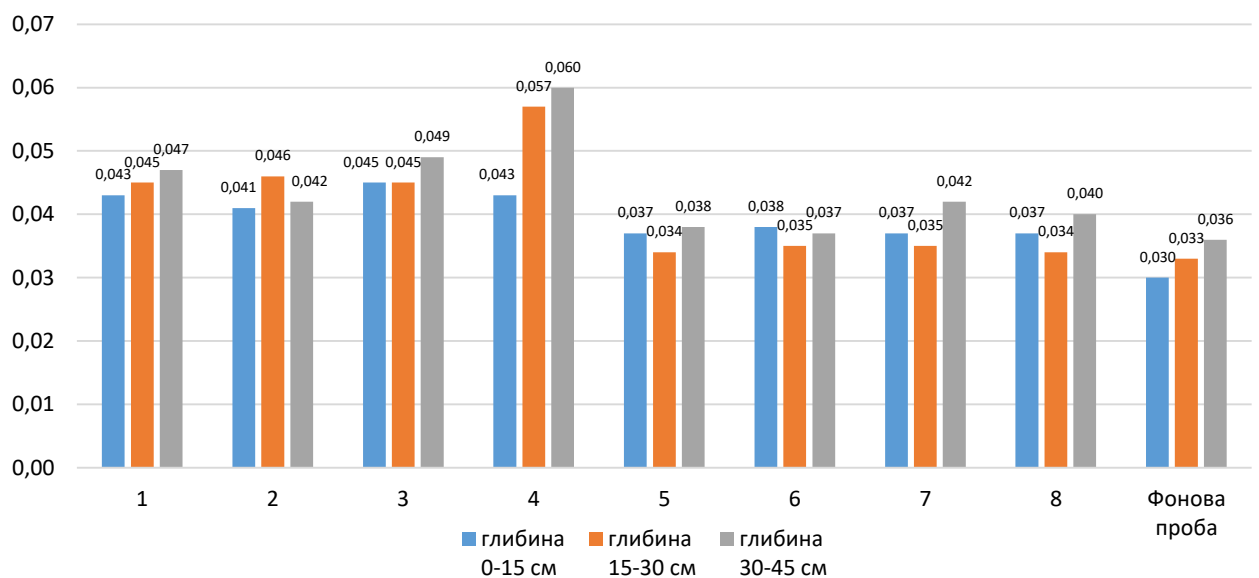


Рис. 49. Уміст валових форм ртуті, мг/кг ґрунту

Уміст валових форм ртуті в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст валових форм ртуті, мг/кг ґрунту			ГДК вмісту валових форм ртуті, мг/кг ґрунту
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см	
1	0,043	0,045	0,047	2,1
2	0,041	0,046	0,042	
3	0,045	0,045	0,049	
4	0,043	0,057	0,060	
Середнє значення по ділянках 1-4	0,043	0,048	0,050	
5	0,037	0,034	0,038	
6	0,038	0,035	0,037	
7	0,037	0,035	0,042	
8	0,037	0,034	0,040	
Середнє значення по ділянках 5-8	0,037	0,035	0,039	
Фонові проба	0,030	0,033	0,036	

Середній вміст валових форм **алюмінію (Al)** на досліджуваних ділянках мав варіації значень: від 36,3 мг/кг до 54,0 мг/кг.

Обрахування середніх значень показало, що у поверхневому шарі на ділянках 1-4 середні значення алюмінію (45,3 мг/кг) були дещо нижчими (-12 %) порівняно з аналогічними ділянками 5-8 (51,62 мг/кг). На глибині 15-30 см на ділянках 1-4 середні значення алюмінію становили – 45,1 мг/кг, а на ділянці 5-8 – 50,0 мг/кг (різниця між ділянками становила 10 %), на глибині 30-45 см – середні значення на ділянках становили 48,1 мг/кг та 49,6 мг/кг, тобто на ділянках 5-8 вище на 3 %. Фонові значення для валових форм алюмінію становили 45,7 мг/кг, 46,3 мг/кг та 44,5 мг/кг на глибині 0-15 см, 15-30 см та 30-45 см відповідно.

У поверхневому шарі рівень валових форм алюмінію був майже однаковим з фоновим на ділянках 1-4 – менше 1 %, на ділянках 5-8 – вищим на 11 %. На глибині 15-30 см середній вміст алюмінію був нижче фонового на ділянках 1-4 на 2,6 %, а на ділянках 5-8 був вище на 7 %. На глибині 30-45 см вміст алюмінію був вище фонового на ділянках 1-4 на 7 %, а на ділянках 5-8 – на 10 % (рис. 50, табл.38).

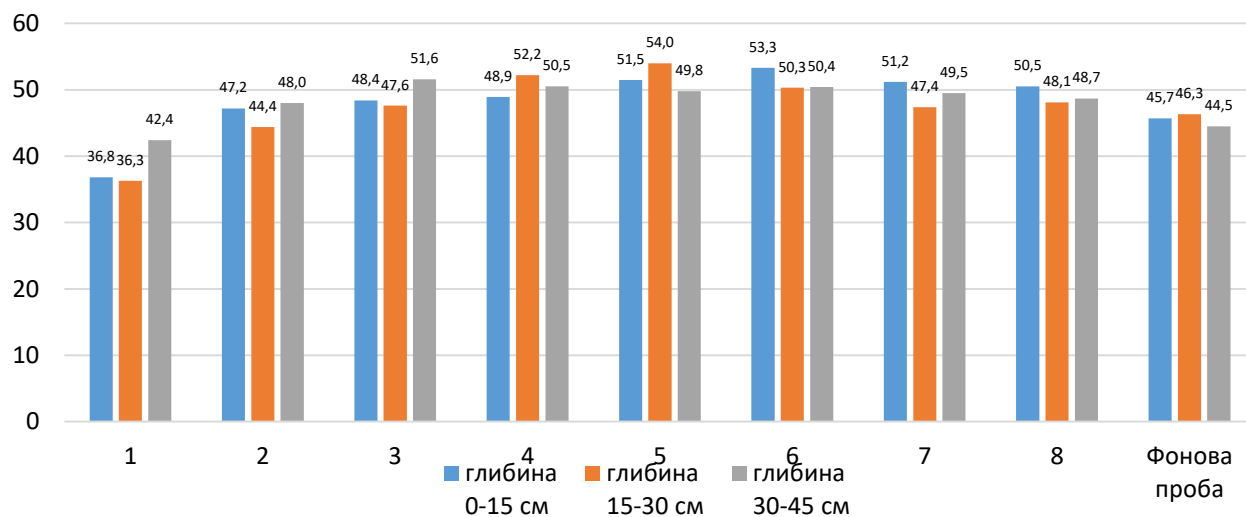


Рис. 50. Уміст валових форм алюмінію, мг/кг ґрунту

Таблиця 38

Уміст валових форм алюмінію в пробах ґрунту

Ділянка відбору проб	Уміст валових форм алюмінію, мг/кг ґрунту		
	глибина 0-15 см	глибина 15-30 см	глибина 30-45 см
1	36,8	36,3	42,4
2	47,2	44,4	48,0
3	48,4	47,6	51,6
4	48,9	52,2	50,5
Середнє значення по ділянках 1-4	45,3	45,1	48,1
5	51,5	54,0	49,8
6	53,3	50,3	50,4
7	51,2	47,4	49,5
8	50,5	48,1	48,7
Середнє значення по ділянках 5-8	51,6	50,0	49,6
Фоновая проба	45,7	46,3	44,5

3.3.3. Радіологічні дослідження

Заміри гамма фону на досліджуваних ділянках становили 0,13 мкЗв/год, що в свою чергу відноситься до радіаційного фонового рівня (рис. 51).



Рис. 51. Показники приладу на місці вибуху

РОЗДІЛ 4**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО
МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ
ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

За результатами проведених досліджень встановлено еколого-агрохімічні характеристики ґрунтів на досліджуваних ділянках та можливість їх використання для вирощування сільськогосподарської культури. Проби ґрунту відбиралися на земельній ділянці, яка представлена темно-каштановими слабозмитими середньосуглинковими ґрунтами (110д).

Ділянка 1 глибина відбору 0–15 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (8,6 од. рН), середнім вмістом гумусу (2,10 %), азоту за нітрифікаційною здатністю (11,0 мг/кг ґрунту), дуже високим вмістом рухомих сполук фосфору (66,0 мг/кг ґрунту), середнім вмістом калію (146,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, високим вмістом азоту амонійного (34,4 мг/кг ґрунту) та дуже низьким вмістом азоту, що легко гідролізується (100,8 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено незначну зміну ґрунтового розчину з 9,5 до 8,6 од. рН (–0,9 од. рН). Також встановлено збільшення вмісту гумусу (+0,16 %), азоту за нітрифікаційною здатністю (+2,3 мг/кг ґрунту), азоту амонійного (+3,0 мг/кг ґрунту) та азоту, що легко гідролізується (+2,8 мг/кг ґрунту). Вміст рухомих сполук фосфору залишився на рівні фонового значення і відповідає дуже високому ступеню забезпечення (66,0 мг/кг ґрунту).

Ділянка 1 глибина відбору 15–30 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (8,8 од. рН), низьким вмістом гумусу (1,99 %), середнім вмістом азоту за нітрифікаційною здатністю (9,1 мг/кг ґрунту), дуже високим вмістом рухомих сполук фосфору (66,0 мг/кг ґрунту) та середнім вмістом рухомих сполук калію (146,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, підвищеним вмістом азоту амонійного (26,7 мг/кг ґрунту)

та дуже низьким умістом азоту, що легко гідролізується (92,4 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, у досліджуваній пробі відмічено зміну реакції ґрунтового розчину з 9,4 до 8,8 од. рН (-0,6 од. рН) та встановлено збільшення вмісту гумусу (+0,4 %), азоту за нітрифікаційною здатністю (+0,4 мг/кг ґрунту). Також відмічено зменшення вмісту рухомих сполук фосфору (-7,5 мг/кг ґрунту), калію (-42,0 мг/кг ґрунту) та азоту амонійного (-6,7 мг/кг ґрунту). Уміст азоту, що легко гідролізується залишився на рівні фонового значення і відповідає дуже низькому ступеню забезпечення (92,4 мг/кг ґрунту).

Ділянка 1 глибина відбору 30–45 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,0 од. рН), низьким умістом гумусу (1,94 %); середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (11,0 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (69,0 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (150,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, підвищеним умістом азоту амонійного (30,4 мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (112,0 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, у досліджуваній пробі відмічено зміну реакції ґрунтового розчину з 9,4 до 9,0 (-0,4 од. рН) та збільшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю ґрунту (+2,3 мг/кг ґрунту), азоту, що легко гідролізується (+8,4 мг/кг ґрунту). Встановлено зменшення вмісту гумусу (-0,11 %), рухомих сполук фосфору (-1,5 мг/кг ґрунту) і калію (-26,0 мг/кг ґрунту) та вмісту азоту амонійного (-9,4 мг/кг ґрунту).

Ділянка 2 глибина відбору 0–15 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,0 од. рН), низьким умістом гумусу (1,80 %), середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (8,7 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (64,0 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (144,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (35,6 мг/кг

грунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (103,6 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено зміну реакції ґрунтового розчину з 9,5 до 9,0 од. (–0,5 од. рН). Уміст азоту за нітрифікаційною здатністю (8,7 мг/кг ґрунту) в досліджуваній пробі не змінився і відповідає середньому ступеню забезпечення. Також встановлено зменшення вмісту гумусу (–0,14 %), рухомих сполук фосфору (–1,5 мг/кг ґрунту) та калію (–16,0 мг/кг ґрунту), вмісту азоту амонійного (–4,8 мг/кг ґрунту) та збільшення вмісту азоту, що легко гідролізується (+5,6 мг/кг ґрунту).

Ділянка 2 глибина відбору 15–30 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,1 од. рН), низьким умістом гумусу (1,99 %) середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (11,0 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (63,0 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (136,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, високим умістом азоту амонійного (32,7 мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (126,0 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, у досліджуваній пробі відмічено зміну реакції ґрунтового розчину з 9,4 до 9,1 од. рН (–0,3 од. рН). Також встановлено збільшення вмісту гумусу (+0,19 %), азоту за нітрифікаційною здатністю (+2,3 мг/кг ґрунту), азоту, що легко гідролізується (+28,0 мг/кг ґрунту) та зменшення вмісту рухомих сполук фосфору (–10,5 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію (–52,0 мг/кг ґрунту) та азоту амонійного (–0,7 мг/кг ґрунту).

Ділянка 2 глибина відбору 30–45 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,3 од. рН), низьким умістом гумусу (1,8 %), середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (13,8 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (72,0 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (158,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (35,6

мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (112,0 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, у досліджуваній пробі відмічено зміну реакції ґрунтового розчину з 9,4 до 9,3 од. рН (-0,1 од. рН). Також встановлено збільшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю (+5,1 мг/кг ґрунту), рухомих сполук фосфору (+1,5 мг/кг ґрунту), азоту, що легко гідролізується (+8,4 мг/кг ґрунту) та зменшення вмісту гумусу (-0,25 %), рухомих сполук калію (-18,0 мг/кг ґрунту), азоту амонійного (-4,2 мг/кг ґрунту).

Ділянка 3 глибина відбору 0–15 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,2 од. рН), низьким умістом гумусу (1,94 %), середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (8,7 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (72,0 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (168,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (36,8 мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (106,4 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено незначну зміну реакції ґрунтового розчину з 9,5 до 9,2 од. рН (-0,3 од. рН). Уміст гумусу та азоту за нітрифікаційною здатністю в досліджуваній пробі залишився без змін. Також встановлено збільшення рухомих сполук фосфору (+6,0 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію (+8,0 мг/кг ґрунту) і азоту, що легко гідролізується (+8,4 мг/кг ґрунту) та зменшення вмісту азоту амонійного (-3,6 мг/кг ґрунту).

Ділянка 3 глибина відбору 15–30 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,0 од. рН), середнім умістом гумусу (2,10 %), низьким умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (7,9 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (68,0 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (136,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (51,5 мг/кг

грунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (112,0 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, у досліджуваній пробі відмічено зміну реакції ґрунтового розчину з 9,4 до 9,0 од. рН (-0,4 од. рН). Також встановлено збільшення вмісту гумусу (+0,3 %), вмісту азоту амонійного (+18,1 мг/кг ґрунту), вмісту азоту, що легко гідролізується (+19,6 мг/кг ґрунту) та зменшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю ґрунту (-0,8 мг/кг ґрунту), вмісту рухомих сполук фосфору (-5,5 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію (-52,0 мг/кг ґрунту).

Ділянка 3 глибина відбору 30–45 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,0 од. рН), середнім умістом гумусу (2,05 %), середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (11,5 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (66,0 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (148,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (39,6 мг/кг ґрунту) та середнім умістом азоту, що легко гідролізується (182,0 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено зміну реакції ґрунтового розчину з 9,4 до 9,0 од. рН (-0,4 од. рН). Уміст гумусу в досліджуваній пробі ґрунту залишився без змін і відповідає середньому ступеню забезпечення. Також встановлено збільшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю (+2,8 мг/кг ґрунту), вмісту азоту, що легко гідролізується (+78,4 мг/кг ґрунту) та зменшення вмісту рухомих сполук фосфору (-4,5 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію (-28,0 мг/кг ґрунту) та вмісту азоту амонійного (-0,2 мг/кг ґрунту).

Ділянка 4 глибина відбору 0–15 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (8,9 од. рН), низьким умістом гумусу (1,94 %), низьким умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (6,9 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (68,0 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (142,0 мг/кг ґрунту) за

методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (43,6 мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (126,0 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням відмічено зміну реакції ґрунтового розчину з 9,5 до 8,9 од. рН (-0,6 од. рН). Уміст гумусу в досліджуваній пробі ґрунту залишився без змін і відповідає низькому ступеню забезпечення. Також встановлено збільшення вмісту рухомих сполук фосфору (+2,0 мг/кг ґрунту), азоту амонійного (+3,2 мг/кг ґрунту), азоту, що легко гідролізується (+2,8 мг/кг ґрунту) та зменшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю ґрунту (-1,8 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію (-18,0 мг/кг ґрунту).

Ділянка 4 глибина відбору 15–30 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,0 од. рН), середнім умістом гумусу (2,05 %), середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (8,7 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (64,6 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (142,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (38,6 мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (120,4 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено зміну реакції ґрунтового розчину з 9,4 до 9,0 од. рН (-0,4 од. рН). Уміст азоту за нітрифікаційною здатністю в досліджуваній пробі ґрунту залишився без змін і відповідає середньому ступеню забезпечення. Також встановлено збільшення вмісту гумусу (+0,25 %), азоту амонійного (+5,2 мг/кг ґрунту), азоту, що легко гідролізується (+28,0 мг/кг ґрунту) та зменшення вмісту рухомих сполук фосфору (-8,9 мг/кг ґрунту) та калію (-46,0 мг/кг ґрунту) в ґрунті.

Ділянка 4 глибина відбору 30–45 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,2 од. рН), низьким умістом гумусу (1,8 %), низьким умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (6,9 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (64,5 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (122,0 мг/кг ґрунту) за методом

Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (35,5 мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (120,4 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено незначну зміну реакції ґрунтового розчину з 9,4 до 9,2 од. рН (-0,2 од. рН). Також встановлено зменшення вмісту гумусу (-0,25 %), азоту за нітрифікаційною здатністю (-1,8 мг/кг ґрунту), рухомих сполук фосфору (-6,0 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію (-54,0 мг/кг ґрунту) і вмісту азоту амонійного (-4,3 мг/кг ґрунту) та збільшення вмісту азоту, що легко гідролізується (+16,8 мг/кг ґрунту).

Ділянка 5 глибина відбору 0–15 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,4 од. рН), низьким умістом гумусу (1,94 %), низьким умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (6,9 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (61,5 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (144,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, підвищеним умістом азоту амонійного (29,5 мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (120,4 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено незначну зміну реакції ґрунтового розчину з 9,5 до 9,4 од. рН (-0,1 од. рН). Уміст гумусу в досліджуваній пробі ґрунту залишився без змін і відповідає низькому ступеню забезпечення. Також встановлено зменшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю ґрунту (-1,8 мг/кг ґрунту), рухомих сполук фосфору (-4,5 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію (-16,0 мг/кг ґрунту), вмісту азоту амонійного (-10,9 мг/кг ґрунту) та збільшення вмісту азоту, що легко гідролізується (+22,4 мг/кг ґрунту).

Ділянка 5 глибина відбору 15–30 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,3 од. рН), низьким умістом гумусу (1,8 %), середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (8,7 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (70,5 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (130,0 мг/кг ґрунту) за

методом Мачигіна, середнім умістом азоту амонійного (18,3 мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (103,6 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено незначну зміну ґрунтового розчину з 9,4 до 9,3 од. рН (-0,1 од. рН). Також встановлено зменшення вмісту рухомих сполук фосфору (-3,0 мг/кг ґрунту), калію (-58,0 мг/кг ґрунту), вмісту азоту амонійного (-15,1 мг/кг ґрунту) та збільшення вмісту азоту, що легко гідролізується (+11,2 мг/кг ґрунту). Уміст гумусу і азоту за нітрифікаційною здатністю в досліджуваній пробі ґрунту залишився без змін у порівнянні з фоновим значенням.

Ділянка 5 глибина відбору 30–45 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,0 од. рН), низьким умістом гумусу (1,94 %), середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (11,0 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (64,5 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (142,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, високим умістом азоту амонійного (33,6 мг/кг ґрунту) та дуже низьким умістом азоту, що легко гідролізується (98,0 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено зміну ґрунтового розчину з 9,4 до 9,0 од. рН (-0,4 од. рН). Також встановлено зменшення вмісту гумусу (-0,11 %), рухомих сполук фосфору (-6,0 мг/кг ґрунту) та калію (-34,0 мг/кг ґрунту), вмісту азоту амонійного (-6,2 мг/кг ґрунту), вмісту азоту, що легко гідролізується (-5,6 мг/кг ґрунту) та збільшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю (+2,3 мг/кг ґрунту).

Ділянка 6 глибина відбору 0–15 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,3 од. рН), низьким умістом гумусу (1,8 %) та низьким умістом азоту за нітрифікаційною здатністю ґрунту (6,9 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (70,0 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (144,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (39,7 мг/кг

грунту) та дуже низьким умістом азоту, що легко гідролізується (95,2 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням відмічено зміну реакції ґрунтового розчину з 9,5 до 9,3 од. рН (-0,2 од. рН). Також встановлено зменшення вмісту гумусу (-0,14 %), азоту за нітрифікаційною здатністю (-1,8 мг/кг ґрунту), рухомих сполук фосфору (-4,5 мг/кг ґрунту) та рухомих сполук калію (-6,0 мг/кг ґрунту), вмісту азоту амонійного (-0,7 мг/кг ґрунту) та азоту, що легко гідролізується (-2,8 мг/кг ґрунту).

Ділянка 6 глибина відбору 15–30 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,3 од. рН), низьким умістом гумусу (1,94 %), середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю ґрунту (8,7 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (70,5 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (132,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (36,9 мг/кг ґрунту) та дуже низьким умістом азоту, що легко гідролізується (95,2 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено незначну зміну реакції ґрунтового розчину з 9,4 до 9,3 од. рН (-0,1 од. рН). Також встановлено збільшення вмісту гумусу (+0,14 %), азоту амонійного (+3,5 мг/кг ґрунту), азоту, що легко гідролізується (+2,8 мг/кг ґрунту) та зменшення вмісту рухомих сполук фосфору (-3,0 мг/кг ґрунту) рухомих сполук калію (-56,0 мг/кг ґрунту). Уміст азоту за нітрифікаційною здатністю у досліджуваній пробі ґрунту залишився без змін.

Ділянка 6 глибина відбору 30–45 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,4 од. рН), низьким умістом гумусу (1,99 %), середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю ґрунту (10,0 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (76,5 мг/кг ґрунту), підвищеним умістом рухомих сполук калію (222,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, високим умістом азоту амонійного (30,5 мг/кг

ґрунту) та дуже низьким умістом азоту, що легко гідролізується (92,4 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, показник реакція ґрунтового розчину залишився без змін і відповідає дуже сильнолужній реакції ґрунтового розчину (9,4 од. рН). Також встановлено збільшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю ґрунту (+1,3 мг/кг ґрунту), вмісту рухомих сполук фосфору (+6,0 мг/кг ґрунту) і рухомих сполук калію (+46,0 мг/кг) та зменшення вмісту гумусу (-0,06 %), азоту амонійного (-9,4 мг/кг ґрунту) та азоту, що легко гідролізується (-11,2 мг/кг ґрунту).

Ділянка 7 глибина відбору 0–15 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,4 од. рН), низьким умістом гумусу (1,94 %), середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю (8,7 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (76,5 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію (162,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (42,6 мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (112,0 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено незначну зміну реакції ґрунтового розчину з 9,5 до 9,4 од. рН (-0,1 од. рН). Також встановлено збільшення вмісту рухомих сполук фосфору (+10,5 мг/кг ґрунту) і рухомих сполук калію (+2,0 мг/кг ґрунту), азоту амонійного (+2,2 мг/кг ґрунту) та азоту, що легко гідролізується (+14,0 мг/кг ґрунту). Уміст гумусу (1,94 %) і азоту за нітрифікаційною здатністю (8,7 мг/кг ґрунту) в досліджуваній пробі залишився без змін.

Ділянка 7 глибина відбору 15–30 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,4 од. рН), низьким умістом гумусу (1,8 %) та азоту за нітрифікаційною здатністю (6,9 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (78,0 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (166,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, підвищеним умістом азоту амонійного (27,9 мг/кг ґрунту) та дуже низьким

умістом азоту, що легко гідролізується (92,4 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, у ґрунтовій пробі відмічено збільшення вмісту рухомих сполук фосфору (+4,5 мг/кг ґрунту), зменшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю (-1,8 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію (-22,0 мг/кг ґрунту), амонійного азоту (-5,5 мг/кг ґрунту). Показник реакції ґрунтового розчину (9,4 од. рН), вміст гумусу (1,8 %) та вміст азоту, що легко гідролізується (92,4 мг/кг ґрунту) в досліджуваній пробі залишився без змін.

Ділянка 7 глибина відбору 30-45 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,3 од. рН), низьким умістом гумусу (1,94 %) та азоту за нітрифікаційною здатністю ґрунту (6,9 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (64,5 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (130,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (39,8 мг/кг ґрунту) та дуже низьким умістом азоту, що легко гідролізується (86,8 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено незначну зміну реакції ґрунтового розчину з 9,4 до 9,3 од. рН (-0,1 од. рН). Також встановлено зменшення вмісту гумусу (-0,11 %), азоту за нітрифікаційною здатністю ґрунту (-1,8 мг/кг ґрунту), азоту, що легко гідролізується (-16,8 мг/кг ґрунту), вмісту рухомих сполук фосфору (-6,0 мг/кг ґрунту) та рухомих сполук калію (-46,0 мг/кг ґрунту). Уміст азоту амонійного (39,8 мг/кг ґрунту) в досліджуваній пробі залишився без змін.

Ділянка 8 глибина відбору 0-15 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,5 од. рН), низьким умістом гумусу (1,80 %) та азоту за нітрифікаційною здатністю (6,9 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (73,5 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (140,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, високим умістом азоту амонійного (32,6 мг/кг ґрунту) та дуже низьким

умістом азоту, що легко гідролізується (98,0 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, на ділянці встановлено зменшення вмісту гумусу (-0,14 %), азоту за нітрифікаційною здатністю (-1,8 мг/кг ґрунту), азоту амонійного (-7,8 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію (-20,0 мг/кг ґрунту) та збільшення вмісту рухомих сполук фосфору (+7,5 мг/кг ґрунту). Показник реакції ґрунтового розчину (9,5 од. рН) та вміст азоту, що легко гідролізується (98,0 мг/кг ґрунту) в досліджуваній пробі залишився без змін.

Ділянка 8 глибина відбору 15-30 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,4 од. рН), низьким умістом гумусу (1,94 %) та азоту за нітрифікаційною здатністю (6,6 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (70,5 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (130,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (37,3 мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (112,0 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, показник реакції ґрунтового розчину (9,4 од. рН) в досліджуваній пробі залишився без змін. На ділянці відмічено збільшення вмісту гумусу (+0,14 %), азоту амонійного (+3,9 мг/кг ґрунту), азоту, що легко гідролізується (+19,6 мг/кг ґрунту). Також встановлено зменшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю (-2,1 мг/кг ґрунту), рухомих сполук фосфору (-3,0 мг/кг ґрунту) та калію (-58,0 мг/кг ґрунту).

Ділянка 8 глибина відбору 30-45 см. Ґрунт характеризується дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину (9,5 од. рН), низьким вмістом гумусу (1,8 %), середнім умістом азоту за нітрифікаційною здатністю ґрунту (11,0 мг/кг ґрунту), дуже високим умістом рухомих сполук фосфору (66,0 мг/кг ґрунту), середнім умістом рухомих сполук калію (140,0 мг/кг ґрунту) за методом Мачигіна, дуже високим умістом азоту амонійного (36,3 мг/кг ґрунту) та низьким умістом азоту, що легко гідролізується (109,8 мг/кг ґрунту) за методом Корнфілда.

У порівнянні з фоновим значенням, відмічено незначне підлуження ґрунтового розчину з 9,4 до 9,5 од. рН (+0,1 од. рН). Також встановлено зменшення вмісту гумусу (-0,25 %), азоту амонійного (-3,5 мг/кг ґрунту), рухомих сполук фосфору (-4,5 мг/кг ґрунту), рухомих сполук калію (-36,0 мг/кг ґрунту) та збільшення вмісту азоту за нітрифікаційною здатністю (+2,3 мг/кг ґрунту), азоту, що легко гідролізується (+6,2 мг/кг ґрунту).

В результаті проведених досліджень земельної ділянки сільськогосподарського призначення, яка зазнала пошкодження від вибуху різних типів боєприпасів – вирва (глибина – 1,7 м, діаметр – 5 м), що розташована за межами смт Комишани Херсонської територіальної громади Херсонського району, встановлено незначні перевищення фонових значень рухомих сполук та валових форм важких металів.

Також на окремих ділянках було зафіксовано забруднення рухомими сполуками свинцю (в межах від слабкого до підвищеного), кадмієм (від слабкого до помірного), нікелем (слабке).

Дослідження змішаних проб по умовних ділянках схеми відбору показало певні варіації вмісту рухомих форм елементів.

У пробі ґрунту з ділянки 1 зафіксовано різні ступені забруднення рухомим **свинцем** в залежності від глибини відбору проб: помірне забруднення у поверхневому шарі, підвищене у шарі 15-30 см і середнє на глибині 30-45 см. Забруднення кадмієм було слабким на усіх досліджуваних глибинах.

Забруднення цинком, міддю, кобальтом, марганцем, молібденом, нікелем не було виявлено на жодній глибині відбору.

У пробі ґрунту з ділянки 2 зафіксовано різні ступені забруднення **свинцем** в залежності від глибини відбору - у поверхневому шарі та на глибині 15-30 см наявне слабке, на глибині 30-45 см забруднення було відсутнє. Слабке забруднення рухомим кадмієм було зафіксовано у поверхневому шарі та на глибині 15-30 см, помірне на глибині 30-45 см.

Забруднення цинком, міддю, кобальтом, марганцем, молібденом, нікелем не було виявлено на жодній глибині відбору.

У пробі ґрунту з ділянки 3 зафіксовано помірний ступінь забруднення **свинцем** на усіх глибинах відбору. Слабке забруднення рухомим кадмієм було зафіксовано у поверхневому шарі, помірне на глибині 15-30 см та глибині 30-45 см. Слабке забруднення нікелем було виявлено лише на глибині 15-30 см.

Забруднення цинком, міддю, кобальтом, марганцем, молібденом не було виявлено на жодній глибині відбору.

У пробі ґрунту з ділянки 4 зафіксовано помірний ступінь забруднення **свинцем** на глибині 0-15 см та на глибині 15-30 см, на глибині 30-45 рівень рухомого свинцю підвищувався до середнього. Помірне забруднення рухомим кадмієм було виявлено на усіх досліджуваних глибинах. Слабке забруднення нікелем було виявлено лише на глибині 0- 15см та 30-45 см.

Забруднення цинком, міддю, кобальтом, марганцем, молібденом не було виявлено на жодній глибині відбору.

У пробі ґрунту з ділянки 5 зафіксовано різні ступені забруднення **свинцем** в залежності від глибини відбору - у поверхневому шарі спостерігали підвищене забруднення, на глибині 15-30 см наявне середнє, на глибині 30-45 см забруднення було помірним. Помірне забруднення рухомим кадмієм було виявлено на глибині 0-15 см, слабке на глибині 15-30 см та 30-45 см.

Забруднення цинком, міддю, кобальтом, марганцем, молібденом, нікелем не було виявлено на жодній глибині відбору.

У пробі ґрунту з ділянки 6 зафіксовано різні ступені забруднення рухомими формами свинцю: помірний ступінь забруднення спостерігали на глибині 0-15 см та 30-45 см ґрунту, середнє - на глибині 15-30 см. Слабке забруднення кадмієм спостерігали в усіх глибинах ґрунту.

Забруднення цинком, міддю, кобальтом, марганцем, молібденом, нікелем не було виявлено на жодній глибині відбору.

У пробі ґрунту з ділянки 7 зафіксовано різні ступені забруднення рухомими формами свинцю: слабкий ступінь забруднення спостерігали на глибині 0-15 см, середній- на глибині 15-30 см, помірний - на глибині 30-45 см. Помірне

забруднення кадмієм виявлено на глибині 0-15 см, слабке спостерігали на 15-30 см та 30-45 см ґрунту.

Забруднення цинком, міддю, кобальтом, марганцем, молібденом, нікелем не було виявлено на жодній глибині відбору.

У пробі ґрунту з ділянки 8 зафіксовано середній ступінь забруднення рухомими формами свинцю на глибині 0-15 см та 15-30 см, помірний на глибині 30-45 см. Помірне забруднення кадмієм виявлено на глибині 0-15 см, слабке спостерігали на 15-30 см та 30-45 см ґрунту.

Забруднення цинком, міддю, кобальтом, марганцем, молібденом, нікелем не було виявлено на жодній глибині відбору.

Натомість перевищення гранично допустимих концентрацій вмісту рухомих та валових форм досліджуваних важких металів не зафіксовано (ГДК вмісту заліза не регламентується).

На деяких досліджуваних ділянках було виявлено забруднення валовими формами за вмістом свинцю та кобальту (в межах від слабкого до помірного), хрому (середнє), кадмію, міді, марганцю та нікелю (слабке забруднення).

Натомість перевищення гранично допустимих концентрацій вмісту рухомих та валових форм досліджуваних важких металів не зафіксовано (ГДК вмісту рухомих сполук заліза та валових форм алюмінію, заліза, міді, нікелю, кобальту та хрому не регламентується).

Заміри гамма фону на досліджуваних ділянках становили 0,13 мкЗв/год, що в свою чергу відноситься до радіаційного фонового рівня.

Тобто виходячи з результатів досліджень встановлено, що подальше використання даної ділянки дозволено для вирощування сільськогосподарської продукції з попередніми агротехнічними заходами:

- проведення гуманітарного розмінування та очищення території від металевих решток і сміття;
- відновлення місця вирв шляхом засипання ґрунтовою масою, близькою до природних горизонтів;

- проведення постійного моніторингу міграції важких металів у шарах ґрунту обстежуваних ділянок.

Існує кілька методів очищення ґрунту забрудненого важкими металами, які можуть бути використані в залежності від типу забруднення та його розміру. Наведемо деякі з них:

1. Фізичні методи – включають в себе методи, такі як промивання ґрунту, електроосадження, флотацію та інші. Ці методи використовують фізичні процеси для видалення забруднень з ґрунту.

2. Хімічні методи – включають в себе методи, такі як окислювання, редукція та хелатування, вони використовують хімічні реакції для перетворення забруднень на менш токсичні сполуки.

3. Біологічні методи – методи, такі як бактеріальна біодеградація, фотокаталітична окислювальна деградація та інші. За допомогою цих методів використовують живу бактеріальні культури для перетворення забруднень на менш токсичні сполуки.

4. Термохімічні методи – включають в себе методи, такі як піроліз та інші. Цей метод використовує тепло для перетворення забруднень на менш токсичну форму.

5. Електрохімічні методи – включають в себе методи, такі як електрофорез, електроліз та інші. Методи використовує електричний струм для перетворення забруднень на менш токсичний стан.

6. Фотохімічні методи – включають в себе методи, такі як фотокаталітична окислювальна деградація та інші. Цей метод використовує світло для перетворення забруднень на менш токсичний стан.

7. Методи ферментативної обробки – це методи, такі як ферментативна гідролізація та інші. Зазначений метод використовує ферменти для перетворення забруднень на менш токсичний стан.

Це лише кілька прикладів очищення ґрунту, які можуть бути застосовані для ремедіації забруднених територій.

Найбільш ефективні методи очищення ґрунту залежать від типу забруднення та його розміру. Однак, біологічні методи ремедіації є одними з найбільш ефективних методів очищення ґрунту від забруднень важкими металами.

Біологічний метод очищення ґрунтів - це один з методів очищення забруднених ґрунтів від хімічних речовин. До біологічних методів очищення ґрунтів відносять фітоекстракцію, яка полягає у вирощуванні певних зелених насаджень на забруднених ґрунтах, та фіторемедіацію, яка передбачає штучне посилення мікрофлори в ґрунті, наприклад, додавання нешкідливих мікроорганізмів.

Існують різні способи біологічного очищення ґрунту. Наприклад, для зменшення рухомості важких металів і переходу їх до фітоценозів кислотні ґрунти вапнують, лужні гіпсують, використовують фосфорні і органічні добрива, вносять іонообмінні речовини (цеоліти, гранули полістиролу, кремнійорганічні сполуки), підбирають рослини, які найменш вбирають важкі метали.

За результатами обрахунку сумарного показника забруднення Z_c в досліджуваній ділянці внаслідок пошкодження від різних типів боєприпасів було викинуто таку кількість важких металів, що за вмістом їх рухомих форм відповідає допустимому ступеню техногенного забруднення земель.

Орієнтовна оціночна шкала небезпеки забруднення за сумарним показником забруднення ґрунтів

Категорія забруднення ґрунтів	Сумарний показник забруднення (Z_c)	Вміст елементів відносно ГДК	Можливість сільськогосподарського використання земель
Допустима	< 16	Перевищує фоновий, але не вище ГДК	Використовується під будь-які культури
Помірно небезпечна	16-32	Перевищує фоновий, але не вище за транслокаційний показник шкідливості	Використовується під будь-які культури за умови контролю якості рослинної продукції

Небезпечна	32-128	Перевищує ГДК за транслокаційним показником шкідливості	Використовується під технічні культури без одержання з них продуктів харчування і кормів. Виключаються рослини концентратори елементів-забруднювачів
Надзвичайно небезпечна	> 128	Перевищує ГДК за всіма показниками	Виключаються із сільськогосподарського використання

Порушені ділянки внаслідок збройної агресії потребують відновлення, тобто застосування заходів, спрямованих на поліпшення стану та продуктивності порушених земель, відновлення ґрунтового покриву та повернення в стан, придатний для господарського використання.

Відновлення ґрунтів повинно відбуватися після повного завершення військових дій, розмінування території, виконуватися згідно з робочими проектами землеустрою щодо рекультивації порушених земель.

У разі відсутності забруднення ґрунтів важкими металами, поллютантами, токсичними речовинами пропонується послідовне пошарове засипання, зокрема:

- для вирв глибше 1 метра – спочатку піском, для уникнення просадкових явищ до глибини 1 м від поверхні, наступний шар – ґрунтоутворна порода до глибини 40-60 см від поверхні, потім ґрунтова маса та/або порода, що вивернута на поверхню або ґрунтова маса, що відібрана з орного шару непорушеної частини цієї та/або прилеглої земельної ділянки;

- для вирв менше 1 метра (залежно від об'єму вивернутої породи і ґрунту) – прошарок піску, ґрунтова маса та/або порода, що вивернута на поверхню або ґрунтова маса, що відібрана з орного шару непорушеної частини цієї та/або прилеглої земельної ділянки.

З метою мінімізації міграції важких металів в системі «ґрунт-рослина» та проведення агротехнічних заходів з поліпшення родючості ґрунтів рекомендується провести:

- додаткові дослідження з визначенням типу та ступеня засолення;

- виготовлення проектно-технологічної документації на проведення хімічної меліорації ґрунтів (гіпсування ґрунтів);

– внесення хімічних меліорантів (гіпсові матеріали), сорбентів (базальтовий туф, магнетити, цеоліти), органічних та мінеральних добрив (зокрема фосфоритне борошно), які допоможуть провести детоксикацію важких металів, зменшити їх доступність та рухомість для рослин.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень було встановлено, що усі відібрані проби ґрунту характеризуються дуже сильнолужною реакцією ґрунтового розчину. У порівнянні з фоновим значенням, зменшення показника спостерігається в усіх горизонтах відбору 5 проб. Незначне зростання показника відбулось лише в одній пробі відібраній з глибини 30–45 см. У трьох пробах на різній глибині відбору реакція ґрунтового розчину залишилась на рівні фонового значення.

Відібрані проби ґрунту характеризуються, в основному, низьким вмістом гумусу. Середній його вміст на різній глибині відбору спостерігається в трьох пробах. У порівнянні з фоновим значенням, у 6 проаналізованих пробах ґрунту, в основному на глибині відбору 15–30 см, встановлено збільшення вмісту гумусу. У 4 пробах (переважна глибина відбору 0–15 см) показник залишився без змін. Також у відібраних пробах спостерігається зменшення вмісту гумусу (в основному на глибині відбору 30–45 см).

Досліджені проби мають низьку та середню забезпеченість азотом за нітрифікаційною здатністю. У порівнянні з фоновим значенням, у шести проаналізованих пробах ґрунту (переважно за глибини відбору 30–45 см), встановлено збільшення вмісту елемента. У шести пробах (глибина відбору 0–15 см та 15–30 см) вміст азоту залишився на рівні фонового значення. Також у шести відібраних пробах на різній глибині відбору спостерігається зменшення вмісту показника.

У пробах ґрунту вміст амонійного азоту варіював від середнього до дуже високого. Середній ступінь забезпеченості елементом спостерігається лише в одній пробі відібраній з глибини 15–30 см. У порівнянні з фоновим значенням, в усіх пробах на різній глибині відбору спостерігається зменшення показника. У шести проаналізованих пробах на глибині відбору 0–15 см та 15–30 см встановлено збільшення вмісту елемента. У одній пробі на глибині відбору 30–45 см показник залишився на рівні фонового значення. Майже в усіх пробах

грунту на різній глибині відбору відбувся перехід з одної градації в іншу і лише в одній пробі ступінь забезпеченості амонійним азотом залишився без змін.

Уміст азоту, що легко гідролізується у відібраних пробах має низьку і дуже низьку забезпеченість. Лише в одній пробі на глибині відбору 30–45 см спостерігається середній вміст елемента. У порівнянні з фоновим значенням, в усіх пробах на різній глибині відбору спостерігається збільшення вмісту показника. У трьох пробах, відібраних переважно з глибини 30–45 см, встановлено зменшення вмісту елемента, а в трьох (глибина відбору 15–30 см та 0–15 см) показник залишився на рівні фонового значення. Майже в усіх пробах ґрунту на різній глибині відбору відбувся перехід з одної градації в іншу і лише в одній пробі ступінь забезпеченості елементом залишився без змін.

Відібрані проби ґрунту мають дуже високу забезпеченість рухомими сполуками фосфору. У порівнянні з фоновим значенням, у більшості проаналізованих пробах ґрунту на різній глибині відбору встановлено зменшення вмісту елемента. У шести відібраних пробах ґрунту, відібраних, як правило, з глибини 0–15 см, спостерігається збільшення вмісту рухомих сполук фосфору і лише в одній пробі на глибині відбору 0–15 см показник залишився на рівні фонового значення.

Установлено, що відібрані проби ґрунту характеризуються середнім ступенем забезпеченості рухомими сполуками калію. Лише одна проба відібрана з глибини 30–45 см, характеризується підвищеним їх вмістом. У порівнянні з фоновим значенням, у 8 проаналізованих пробах ґрунту, відібраних з різної глибини, встановлено зменшення вмісту елемента. У трьох відібраних пробах, за глибини відбору 0–15 см та 30–45 см, спостерігається збільшення вмісту показника.

В результаті проведених досліджень земельної ділянки сільськогосподарського призначення, яка розташована за межами смт Комишани Херсонської територіальної громади Херсонського району Херсонської області, що зазнала пошкодження від різних типів боєприпасів, встановлено незначні перевищення фонових значень рухомих сполук та валових форм важких металів.

На окремих ділянках було зафіксовано забруднення рухомими сполуками свинцю (в межах від слабкого до підвищеного), кадмієм (від слабкого до помірного). Дослідження змішаних проб по ділянках, відповідно до схеми відбору проб ґрунту, показало певні варіації вмісту рухомих форм елементів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сплодитель А., Голубцов О., Чумаченко С., Сорокіна Л. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу. Київ: ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. – 32 с.
2. Вплив збройної агресії та воєнних дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка шкоди та збитків, заходи з відновлення: наук. доп. / Балюк С.А., Кучер А.В., Солоха М.О., Соловей В.Б., Смірнова К.Б., Момот Г.Ф., Левін А.Я. – Харків : ФОП Бровін О.В., 2022. – 102 с.
3. Шепелюк М. О. Визначення вмісту важких металів у ґрунтах різних екологічних зон міста Луцька. Таврійський науковий вісник. 2019. № 107. С. 317—321.
4. Флоря Л. В. Оцінка рівня забруднення ґрунтів важкими металами та їх вплив на урожайність сільськогосподарських культур у північно-західному Причорномор'ї. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2013. Вип. 13. С.131—141.
5. Корсунь С. Г., Клименко І. І., Болоховська В. А., Болоховський В. В. Транслокація важких металів у системі «ґрунт–рослина» за вапнування та впливу біологічних препаратів. Агроекологічний журнал. 2019. №1. С. 29–35. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163245>.
6. Ткачук О. П., Шкатула Ю. М., Тітаренко О. М. Сільськогосподарська екологія: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 542 с.
7. Пащенко Я. В. Буферні властивості ґрунтів Полісся різного генезису щодо важких металів. Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідомчий тематичний збірник. Рівне, 1988. Спецвипуск, С.77.
8. Денісов Н. та ін. Оцінка екологічної шкоди та пріоритети відновлення довкілля на сході України. Київ: ВАІТЕ, 2017. 88 с.
9. Соціально-економічний аналіз Херсонської області. URL: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/4%D0%A1%D0%95%D0%90%20%D0%A5%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%>

D0%BE%D1%97%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%
D1%96.doc

10. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [Чинний від 2005–07–01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2005. 14 с.

11. ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН. [Чинний від 2009-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2007. 8 с.

12. ДСТУ 7863–2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016–07–01]. ДП «УкрНДНЦ», 2015. 9 с.

13. ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2008. 11 с.

14. ДСТУ 4114-2002. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. 10 с.

15. ДСТУ 8345:2015. Якість ґрунту. Методи визначення ємності катіонного обміну. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 15 с.

16. ДСТУ 7861:2015. Якість ґрунту. Визначення обмінних кальцію, магнію, натрію і калію в ґрунті за Шолленбергером у модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського рН. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с.

17. ДСТУ 7912:2015. Якість ґрунту. Метод визначення обмінного натрію. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с.

18. ДСТУ 4770.1:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

19. ДСТУ 4770.2:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-

абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

20. ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

21. ДСТУ 4770.4:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук заліза в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

22. ДСТУ 4770.5:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

23. ДСТУ 4770.6:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2008. 4 с.

24. ДСТУ 4770.7:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук нікелю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.[Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

25. ДСТУ 4770.9:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: «Держспоживстандарт», 2009. 14 с.

26. МВ 005 – 2022 Методика визначення рухомого молібдену в ґрунтах.

27. МУ по определению тяжелых металлов в почвах сельхоз угодий и продукции растениеводства. М. – 1992.

28. МВ з визначення важких металів у ґрунті та продукції рослинництва, М., 1986 р.

29. ДСТУ 7535:2014 Якість ґрунту. Морфолого-генетичний профіль. Правила та порядок описування. [Чинний від 2015-04-11]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 15 с.

30. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. – К., 2013. – 99 с.

31. Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин : Постанова від 17.12.2021. Урядовий кур'єр. 2021. № 243.