

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ОХОРОНА ҐРУНТІВ

Спеціальний випуск

**МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ЕКОЛОГІЧНИЙ ВИМІР. РЕАЛІЇ ВПЛИВУ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ
НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ УКРАЇНИ»**

м. Київ

25 липня 2023 року



КИЇВ-2023

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ
УКРАЇНИ»



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ОХОРОНА ҐРУНТІВ

Спеціальний випуск

**МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ЕКОЛОГІЧНИЙ ВИМІР. РЕАЛІЇ ВПЛИВУ ЗБРОЙНОЇ
АГРЕСІЇ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ УКРАЇНИ»**

**м. Київ
25 липня 2023 року**

**НАУКОВИЙ ЗБІРНИК
ОХОРОНА ҐРУНТІВ**

**ЗАСНОВНИК І ВИДАВЕЦЬ –
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»**

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ
Відповідальний секретар
РОМАНОВА С. А., к.с.-г.н.
Відповідальний редактор
ТЕВОНЯН О. І.

БРОЩАК І. С., к.с.-г.н.
ДМИТРЕНКО О. В., к.с.-г.н.
ДОЛЖЕНЧУК В. І., к.с.-г.н.
ЖУЧЕНКО С. І., к.с.-г.н.
ЗІНЧУК М. І., к.с.-г.н.
КУЛІДЖАНОВ Е. В., к.с.-г.н.
ФАНДАЛЮК А. В., к.с.-г.н.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ
пров. Бабушкіна, 3, м. Київ, 03190
Тел.: 044 356-53-21
e-mail: romanowa@iogu.gov.ua

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 20620-10420ПР від 24.02.2014

Оригінал-макет ДУ «Держґрунтохорона»
Адреса: 03190, м. Київ, провулок Бабушкіна, 3, тел.: (044) 356-53-21

© Охорона ґрунтів, 2022

ЗМІСТ

В. В. Болоховський, Т. О. Хоменко Деградація ґрунтів: нові виклики	5
О. М. Бандурка Екоцид — злочинність проти довкілля	6
С. О. Бандурка Кримінально-правовий захист довкілля в Україні	9
І. В. Кошкалда, Д. О. Макєєв Екологічні наслідки бойових дій для земель сільськогосподарського призначення	12
В. П. Гандзюра, В. В. Дудар Забруднення земель компонентами від вибухонебезпечних залишків війни	13
С. В. Шапран, Н. М. Мандибура, Я. Ф. Жукова, Ю. М. Яценко Застосування мультиінкрементного дизайну відбору проб на ділянках, ушкоджених мінометними обстрілами	15
Р. П. Паламарчук, О. М. Грищенко, С. І. Жученко Результати впливу воєнних дій на землі сільськогосподарського призначення Дергачівської територіальної громади Харківської області	18
Т. І. Козлик, Б. Є. Дрозд, Л. М. Романчук Еколого-агрохімічні наслідки ракетного влучання	20
Д. Д. Хайнус, І. І. Садовий Аналізування наслідків впливу збройної агресії на якість та стійкість ґрунтів	23
В. О. Сироватко, С. І. Жученко, С. А. Романова Композиція розподілу коефіцієнтів відбиття світла від поверхні поля через пошкодженнями внаслідок бойових дій. Оцінювання об'ємного та перерозподілу на площі земельних мас — воронки та вивороти	24
Н. П. Коваленко Деградація ґрунтового покриву та динаміка вирощування зернових культур в Україні в умовах збройної агресії РФ	28
В. В. Дегтярьов, В. А. Литвинов Вплив воєнних дій на розвиток деградаційних процесів агроландшафтів Лівобережного Лісостепу України	29
В. В. Дегтярьов, Р. В. Коньшин Вплив воєнних дій на стан чорнозему типового Лівобережного Лісостепу України	31
О. М. Грищенко, Р. П. Паламарчук, В. О. Грищенко Наслідки руйнування Каховської ГЕС на сільськогосподарські угіддя півдня України	32
Ю. М. Дмитрук, В. Р. Черлінка, В. І. Собко Необхідність оцінки втрат ґрунтових екосистемних послуг від воєнних дій	34
С. О. Винограденко, Н. В. Мокєрова Методи визначення економічних втрат на землях сільськогосподарського призначення внаслідок воєнних дій в Україні	36
О. О. Красноруцький Тенденції трансформацій галузевої структури сільськогосподарського виробництва та збереження родючості ґрунтів в період повоєнного відновлення	38

В. В. Гамаюнова, Л. Г. Хоненко, Т. В. Бакланова, Т. В. Пилипенко Шляхи поліпшення ґрунтового покриву після припинення збройної агресії за умови обмеження ресурсного забезпечення	39
Л. П. Коломієць Система заходів для відновлення земель сільськогосподарського призначення, порушених внаслідок воєнних дій	42
О. А. Войцеховська, А. А. Вовк Проблема моніторингу та методи очищення ґрунтів України від забруднення важкими металами, спричиненого воєнними діями	44
А. М. Кирильчук, О. Б. Орленко, В. Д. Шкляр Повоєнне відновлення українського Степу	49
Б. І. Ориник, О. З. Бровко, Г. М. Дзяба, Г. М. Огороднік Заходи для зниження впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив України	51
Є. В. Ярмоленко, М. В. Алексеєнко, В. М. Романенко, С. М. Бондаренко Заходи для відтворення ґрунтів, які постраждали від збройної агресії	52
С. В. Шапран, О. В. Дмитренко, Л. П. Молдаван, В. П. Оліферчук, В. М. Розум, В. О. Родіонова, В. О. Мовчан Застосування теплих грядок Розума та стимулятора мікоризоутворення для рекультивації ґрунтів, порушених під час бойових дій	54
М. В. Гунчак, С. В. Шапран Фіторемедіація ґрунтів, забруднених важкими металами, шляхом виращування верби енергетичної	57
С. М. Голуб, В. О. Голуб Захисні лісові насадження під час збройної агресії та їх відновлення	58
А. Б. Козаченко Комплексне використання природного кліноптилоліту в технологіях захисту довкілля	60
О. М. Ільницький Залучення громадських об'єднань до подолання наслідків війни для ґрунтового покриву України	65
Г. Д. Крупко, Л. М. Серажим Стан вивчення впливу антропогенезу на зміну властивостей ґрунтів Західного Полісся (огляд літературних джерел)	67
Н. В. Дмитрієвцева Оцінка інтенсивності забруднення рухомими формами важких металів основних типів ґрунтів зони Полісся Рівненської області	69
А. М. Бортнік, Т. П. Бортнік Уміст радіонуклідів Cs-137 у мінеральних ґрунтах Західного Полісся	70
С. А. Романова, Г. Д. Крупко Забруднення ґрунтів рухомими сполуками свинцю на моніторингових ділянках зони Полісся	72
І. І. Клименко, Г. В. Давидюк, Л. І. Шкарівська, Н. І. Довбаш Зміна рухомості сполук свинцю залежно від кислотності ґрунту	74
Ю. В. Дегтярьов Якісна оцінка чорнозему типового під перелогом	75
О. А. Літвінова Ефективність внесення біологічних препаратів у посівах соняшнику за допомогою безпілотних систем	77

УДК:631.584.9

ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ: НОВІ ВИКЛИКИ

В. В. Болоховський¹, к.с.-г.н., Т. О. Хоменко², аспірантка

¹ГО «Органічна Україна»

²Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: vlad@btu-center.com; tanya@btu-center.com

Деградація ґрунтів є актуальною світовою проблемою. Відомо, що близько 25 % від усієї земної поверхні — це деградовані ґрунти. Щороку планета втрачає 24 млрд тонн верхнього родючого шару і, як наслідок, 3,2 млрд людей щороку страждають через виснажені земельні ресурси. Якщо така тенденція продовжиться, то до 2050 року 95 % земної поверхні будуть становити деградовані ґрунти. Для вирішення цієї проблеми функціонують законодавчі ініціативи з відродження родючості ґрунтів у Європі, які задають тренд у світі, це — Європейський Зелений курс; Ґрунтова стратегія ЄС до 2030 року; Стратегія «Від лану до столу» (Farm to Fork Strategy).

Згідно з оцінкою ФАО 20 % сільськогосподарських угідь України вже зазнали суттєвої деградації, а втрати гумусу за останні 130 років сягають 30 %. Рівень розораності земель в Україні один з найбільших у світі — 53,9 %. За даними НААН економічні збитки від деградації ґрунту ще до початку російської агресії становили близько 40 млрд грн/рік. Проведення Комітетом з відродження родючості ґрунтів ГО «Органічна Україна» оцінки стану аграрних підприємств України свідчить, що 2021 року понад 50 % українських аграріїв вже відчули прояви деградації ґрунтів.

Суспільство уже розуміє масштаби екологічної катастрофи, з якою зіткнулась Україна, а по закінченню війни її наслідки стануть ще глобальнішими, бо країна отримає значну деградацію ґрунтового покриву на територіях сільськогосподарського призначення. Президент України Володимир Зеленський на зібранні G20 (2022 р.) зауважив, що більше ніж 200 тис. га територій нашої країни забруднені мінами, снарядами, уламками боєприпасів через воєнні дії. Тільки за перші 3 місяці повномасштабної війни збитки для українського довкілля досягли 200 млрд гривень.

Комітет з відродження родючості ґрунтів, який створено в межах ГО «Органічна Україна» за ініціативи групи компаній БТУ-Центр, у контексті глобальної світової проблеми деградації ґрунтів вважає за необхідне підтвердити важливість основних цілей своєї діяльності, серед яких: формування у землекористувачів свідомого та сумлінного ставлення до ґрунтів як до цінного та незамінного ресурсу; участь в освітніх програмах; розроблення способів зменшення агрохімічного, пестицидного навантаження

завдяки впровадженню біотехнологічних рішень; сприяння впровадженню ресурсозберігаючих і екологічно доцільних методів обробітку ґрунту; долучення до створення єдиної дієвої системи моніторингу; ініціювання на державному рівні програм з відродження ґрунтів, формування лояльної політики у цій сфері.

Комітет тісно співпрацює з міжнародними партнерами, фермерами та агрокомпаніями, у діяльності яких одним з основних векторів стратегії є попередження деградації ґрунтів. Нині багатьох з них поєднує увага до проблеми руйнації верхнього шару ґрунту, забруднення його важкими металами, нафтопродуктами та іншими токсичними речовинами, що відбувається внаслідок воєнних дій в Україні. Отже, екоцид як воєнний злочин сучасності, провокує нові виклики в питанні деградації ґрунтів. За цих умов є важливою співпраця аграріїв, науковців, освітян, бізнесових і державних структур України. Саме тому Комітетом створено платформу, яка об'єднує представників різних груп соціуму, для проведення колективного обговорення нагальних проблем, надання раціональних пропозицій та лобіювання їх вирішення на рівні державних структур. На сучасному етапі основними акцентами в роботі Комітету є розроблення пропозицій щодо повоєнного відновлення ґрунтів агроландшафтів як базису екосистеми, основи економічних перетворень та вирішення соціальних проблем сільських сельбищних територій і урботериторій України.

УДК 502/504:341:343

ЕКОЦИД — ЗЛОЧИННІСТЬ ПРОТИ ДОВКІЛЛЯ

О. М. Бандурка, д.ю.н., професор

Національна академія правових наук України

Під «екоцидом» розуміється масове знищення земельного покриву, рослинного або тваринного світу, отруєння атмосфери чи водних ресурсів, а також вчинення інших дій, здатних викликати екологічну катастрофу.

Юридичне визначення «екоциду» в правовому полі з'явилося нещодавно і насамперед у контексті шкоди екосистемам та зміни клімату.

22 червня 2021 року оголошено про нове юридичне визначення терміну «екоцид» після того, як група незалежних експертів на замовлення Фонду «Стоп екоцид» запропонувала визначення екоциду з метою встановлення нового кримінального злочину відповідно до Римського статуту.

Експерти вважали, що подібний вид міжнародного злочину може підпадати під юрисдикцію Міжнародного кримінального суду, оскільки

екоцид є вчиненням незаконних чи безчинних дій із усвідомленням значної ймовірності того, що ці дії спричинять серйозну або масштабну чи довгострокову шкоду навколишньому середовищу [1].

За правовою сутністю та місцем в системі злочинів в міжнародному кримінальному праві екоцид є міжнародним злочином, який посягає на суспільну безпеку шляхом порушення громадського порядку, створення загрози здоров'ю і життю населення на певних територіях держави і людства в цілому, руйнуючи або знищуючи весь комплекс навколишнього довкілля або окремих його складових (землю, ґрунти, повітря, воду, рослинний та тваринний світ, надра тощо).

У Кримінальному кодексі України (КК України) вказано, що екоцид — це масове знищення рослинного або тваринного світу, отруєння атмосфери або водних ресурсів, а також вчинення інших дій що можуть спричинити екологічну катастрофу (стаття 441).

Екоцид за українським кримінальним законом карається позбавленням волі на строк від восьми до п'ятнадцяти років.

Предметом екоциду виступають рослинний світ, тваринний світ, атмосфера, водні ресурси, а також можуть бути предметом посягання екоцидного злочину ґрунти, земля, надра, інші компоненти екосистеми і космічний простір.

Під масовим знищенням рослинного або тваринного світу слід розуміти їх повне або часткове знищення на певній території Землі, а отруєння атмосфери чи водних ресурсів передбачає розповсюдження в повітрі, річках, озерах, морях, океанах та інших водоймах доволі високої кількості отруйних речовин біологічного, радіоактивного або хімічного походження, які можуть спровокувати у людей тяжкі форми захворювань та навіть смерть. Як вважають Тацій В. Я. та інші вчені, цей злочин поширюється і на представників флори і фауни [2].

За перший рік повномасштабної війни країна-агресор завдала довікілью України збитків на майже 1,9 трлн грн. За словами Міністра захисту довкілля та природних ресурсів Руслана Стрільця, майже 500 тис. га території України нині під окупацією або у зоні бойових дій, 2,4 млн га лісів вже звільнено та потребують відновлення. Під окупацією десять національних природних парків, вісім заповідників і два біосферні заповідники. Близько 600 видів фауни та 750 видів флори опинилися під загрозою знищення, зокрема червонокнижні види.

Вже зафіксовано близько тисячі випадків смерті дельфінів на узбережжях України, Болгарії та Туреччини. У зоні бойових дій перебуває найбільш

промислово розвинена частина України. Окуповано 132 родовища корисних копалин, а завдані довіллю збитки за рік сягають 7,76 трлн гривень [3].

Президент України Володимир Зеленський, виступаючи на саміті G20, представив Українську формулу миру з десяти пунктів, одним з яких є потреба негайно захистити природу та зупинити екоцид. В Європейській комісії (керівний орган Європейського Союзу) вважають, що росія має виплатити репарації за екоцид і закликали продовжувати фіксувати воєнні злочини росії проти України.

Для доведення екоциду як злочину, необхідно не тільки фактично встановити факт діяння, а й довести, що воно призвело до реальної небезпеки настання екологічної катастрофи.

Склад злочину «екоцид» містить оціночні поняття, не пояснені ні в нормах КК України, ні в правових позиціях Верховного Суду, ні в підзаконних актах, внаслідок чого класифікувати конкретну шкоду довіллю як екоцид дуже складно.

Залишаються невизначеними поняття «масове знищення рослинного або тваринного світу», «отруєння атмосфери або водних ресурсів», не встановлено правових кількісних та якісних критеріїв, за якими екосистеми можна вважати такими, що знищені, не визначено тривалість часу, площу впливу, кількість завданої шкоди. Підрив дамби Каховської ГЕС і затоплення тисяч гектарів орної землі, загибель тисяч голів тварин і птиці, мор риби — явні ознаки екоциду. Такими злочинами є руйнування Оскільського водосховища на Харківщині, бомбардування і залишення м. Миколаєва без води, обстріл ракетами об'єктів цивільної інфраструктури та інші воєнні злочини, але в Україні немає жодного вироку за його вчинення, попри існування статті 441 КК України.

Офіс Генерального прокурора у 2022 році вперше оголосив про підозру у вчиненні екоциду. Тобто злочин екоциду існує у великому масштабі, а реального реагування немає.

25 січня 2023 року Парламентська асамблея Ради Європи схвалила резолюцію про негативний вплив війни на довкілля, в якій рекомендовано чітко і конкретно визначити поняття екоциду як у національному законодавстві, так і в міжнародному праві. Екоцид став темою активного обговорення як в Україні, так і у світі.

Необхідно уточнити категорійні поняття екоциду в кримінальному законі, грамотно фіксувати воєнні злочини росії, розвивати міжнародне співробітництво у сфері протидії екоциду, внести необхідні зміни стосовно екоциду в Римський статут Міжнародного кримінального суду.

Література

1. Stop ecocide foundation. Independent expert panel for the legal definition of ecocide. June 2021.
2. Кримінальний кодекс України : науково-практичний коментар. Т.2. Особлива частина / За ред. В. Я. Тація, В. І. Борисова, В. І. Тютюгіна. Харків : Право, 2013. 1040 с.
3. Екоцид. Що вже накоїли росіяни в Україні. Павло Вуєць, Наталія Сокирчук. 02.03.2023. Главком. glavcom.ua.

УДК 504; 343: 349.6

КРИМІНАЛЬНО-ПРАВОВИЙ ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ В УКРАЇНІ

С. О. Бандурка, доктор філософії, докторант

Харківський національний університет внутрішніх справ

Наслідками агресивної війни російської федерації проти України, крім великих людських втрат, вимушеного переселення і еміграції мільйонів громадян України, є руйнування економіки, значна шкода, завдана екологічній системі та природним ресурсам в результаті порушення міжнародних принципів та національного законодавства. Екологічна ситуація в зоні бойових дій, зокрема, Каховської ГЕС, Оскільського водосховища, Донбасу та інших, набули ознак екологічної катастрофи.

Захист довкілля в умовах воєнного стану, запровадженого в Україні через військову агресію російської федерації, набув глобального значення, бо забруднення та знищення ґрунтів, водних ресурсів, рослинного та тваринного світу на українських землях впливає на продовольчі, екологічні, економічні, природоохоронні інтереси всього світу.

Кримінальним кодексом України (КК України) передбачено кримінальні правопорушення (дії чи бездіяльність) проти довкілля, які посягають на довкілля та його компоненти, доцільне використання та охорона яких забезпечують життєдіяльність людини, а також на екологічну безпеку населення і територій, полягають у безпосередньому протиправному використанні природних об'єктів або протиправному впливі на них, що призводить до негативних змін стану та якості довкілля.

Кримінальні правопорушення проти довкілля можна визначити як суспільно-небезпечні діяння, які посягають на навколишнє природне середовище чи його окремі сфери (ґрунти, землю, надра, повітря, воду тощо).

У статті 3 Конституції України вказано, що людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю, що зумовлює захист людини, охорону її життя і здоров'я

від негативного впливу навколишнього природного середовища пріоритетним напрямом державної політики, у т. ч. і в галузі екологічної безпеки та охорони довкілля, включаючи і кримінально-правовий захист довкілля.

Усі природні ресурси України — земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси, які знаходяться в межах її території, природні ресурси континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони згідно зі статтею 13 Конституції України є об'єктами права власності Українського народу. Охорона довкілля є важливою функцією Української держави, яка набуває особливої актуальності через те, що росія вчиняє на території України безліч воєнних злочинів, спрямованих на завдання шкоди її природному середовищу насамперед забруднення і знищення ґрунтового покриву, знищення рослинного і тваринного світу.

КК України (Розділ VIII «Кримінальні правопорушення проти довкілля») передбачено кримінальні проступки і злочини, об'єктом посягання яких є довкілля.

За своїм безпосереднім об'єктом усі кримінальні правопорушення проти довкілля можуть бути поділені на кримінальні правопорушення:

проти екологічної безпеки (статті 236, 237, 238, 253 КК України);

у сфері землекористування, охорони надр, атмосферного повітря (статті 239, 240, 241, 254 КК України);

у сфері охорони водних ресурсів (статті 242, 243 і 244 КК України);

у сфері лісокористування, захисту рослинного і тваринного світу (статті 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251 і 252 КК України).

Воєнні злочини проти довкілля російськими окупаційними військами на території України вчиняються шляхом:

пошкодження ґрунту та рослинності на природних ділянках і сільськогосподарських землях внаслідок розривів снарядів і ракет та інших боєприпасів, проїзду важкої військової техніки та будівництво укріплень і фортифікацій, розливу в ґрунт паливно-мастильних матеріалів військової техніки;

пошкодження та знищення зелених насаджень через пожежі, спричинені безпосередньо військовими діями або внаслідок боїв, завдання шкоди лісам, паркам, скверам, посадкам внаслідок бомбардування, мінування території тощо;

пошкодження або знищення об'єктів промисловості, влучання боєприпасів у нафтобази, руйнування та пожежі на промислових підприємствах, викиди в повітря чи скидання різних забруднюючих речовин у довкілля внаслідок воєнних дій тощо;

забруднення водних ресурсів сторонніми предметами та речовинами, уламками боєприпасів, скидання / виливання у воду пального, військової техніки, обладнання, біологічних залишків тіл, частин тіл, медичних препаратів тощо;

пошкодження або знищення радіаційно небезпечних об'єктів, влучання снарядів або інший вплив на ядерні установки.

Використання об'єктів природи як військових об'єктів, пошкодження водойм та очисних споруд, затоплення шахт, пошкодження ЛЕП, які постачають електроенергію до екологічно важливих цивільних об'єктів, незаконний видобуток корисних копалин, спричинення шкоди території і об'єктам природно-заповідного фонду та інші кримінальні правопорушення проти довкілля, вчинені російськими агресорами, набули за час війни масового характеру.

Повномасштабна війна росії проти України за кількістю залученої зброї, жорстокістю та безкомпромісністю населення може зрівнятися лише тільки з наслідками Другої світової війни.

Агресія росії станом на кінець 2022 року за мінімальними підрахунками завдала збитків українському довкіллю на багато тисяч мільярдів гривень. Наслідки від підриву росією дамби Каховської ГЕС орієнтовно становлять 146,4 млрд грн. Влучення російської балістичної ракети 27 лютого 2022 року у нафтобазу м. Василькова Київської області спричинило пожежу, яка тривала кілька днів до повного вигорання нафтопродуктів. За попередніми оцінками екологічні збитки довкіллю від цієї атаки становлять 810 млрд грн. За повідомленням Держекоінспекції станом на 30.11.2022 внаслідок збройної агресії забруднено 291826950 м² та засмічено 8099793449 м, сума шкоди становить 448,9 млрд грн. Окремим видом забруднення є мінування територій, нині це 30 %, або 170 км² території України.

Українське кримінальне законодавство має достатньо складових, щоб посилити кримінально-правовий захист національного довкілля як від власних правопорушень, так і від іноземних загарбників.

Для цього необхідно готувати належної якості кадри правоохоронців, здійснювати державний контроль за застосуванням законів про охорону довкілля, виявляти і реєструвати всі подібні правопорушення, взаємодіяти з громадськістю.

УДК: 353:332

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ БОЙОВИХ ДІЙ ДЛЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*І. В. Кошкалда, д.е.н., професор, Д. О. Макєєв, аспірант
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: irinavit1506@gmail.com; denismakeev09@gmail.com*

Збройна агресія РФ завдає непомірної шкоди життю людей та величезної шкоди українській землі. Територія України з 24 лютого 2022 р. зазнає інтенсивних обстрілів різними видами снарядів, утворюються вирви від авіабомб та артилерійських снарядів, великі території заміновано, знищується важка військова техніка, що призводить до витоку нафтопродуктів, випалення землі тощо. Всі ці наслідки воєнних дій забруднюють ґрунт, що негативно впливає на економіку країни та здоров'я людей. За даними Київської школи економіки, повномасштабне російське вторгнення в Україну вже завдало збитків аграрному сектору країни на загальну суму \$4,29 млрд, або майже 15 % його основного капіталу [1].

Еколого-агрохімічні наслідки від бойових дій стають для сільськогосподарських угідь України надзвичайно серйозною проблемою. Військові дії матимуть для навколишнього середовища та сільськогосподарської діяльності негативні наслідки, які потребують уваги і негайного вжиття заходів для вирішення проблем.

Пошкодження землі, інфраструктури та сільськогосподарської техніки безпосередньо впливає на виробництво сільськогосподарської продукції в Україні. Без відновлення втрачених активів Україна не зможе повернути своє місце в системі глобальної продовольчої безпеки. Одним із головних наслідків бойових дій є забруднення ґрунтів та водних ресурсів відходами бойової техніки, вибухів, знарядь бойової діяльності та інших небезпечних речовин, що призводить до забруднення земельних та водних ресурсів і зниження родючості ґрунтів.

Близько половини збитків від війни припадає на знищення або пошкодження сільськогосподарських угідь, включаючи незібраний урожай — понад \$2,135 млрд. Сільськогосподарські угіддя зазнали двох значних видів шкоди — забруднення від мін та пряме фізичне пошкодження [1].

Загальна площа сільськогосподарських угідь, забруднених нерозірваними боєприпасами, мінами та осколками, перевищує 400 тис. гектарів [2]. Нерозірвані боєприпаси та наземні міни становлять серйозну шкоду для ґрунтів протягом десятків років. Загроза полягає у викидах токсичних речовин внаслідок корозії боєприпасів, а також низки ризиків, пов'язаних з

випадковою детонацією. За оцінками на обстеження земель з високим ризиком забруднення мінами та розмінування постраждалих територій необхідно 436 мільйонів доларів США.

На нашу думку, ґрунти мають природну властивість відновлюватися, але самостійне відтворення родючості відбувається впродовж тисячі років. Для відновлення родючого шару ґрунту та зупинки його деградації зазвичай застосовують два основні підходи: рекультивації чи консервації.

У цілому, вирішення екологічних наслідків бойових дій на сільськогосподарські угіддя України потребує комплексного підходу, який містить оцінку пошкоджень, демінування територій, відновлення інфраструктури та надання необхідної підтримки для відновлення сільськогосподарської діяльності. Напрямок роботи з оздоровлення ґрунтів повинен стати ключовим в Україні. Це потребує взаємодії науки, освіти, держави та бізнесу для здійснення важливих стратегічних кроків щодо відродження родючості ґрунтів.

Література

1. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу / О. Голубцов, Л. Сорокіна, А. Сплодитель, С. Чумаченко. Київ : ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с

2. Аграрний сектор України: наслідки війни та перспективи відновлення. 2023. <https://dlf.ua/en/ukraine-s-agricultural-sector-the-war-impact-and-recovery-prospects/>

УДК 631.4:504

ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕМЕЛЬ КОМПОНЕНТАМИ ВІД ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗАЛИШКІВ ВІЙНИ

В. П. Гандзюра, д.б.н. професор, В. В. Дудар

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління

E-mail: mister-vlad@ukr.net

Збройні формування росії неодноразово заявляли, що застосовують у війні проти України тактику «огненного валу» або «свинцевої стіни», за якої для знищення однієї цілі застосовують 300—350 артилерійських пострілів різного калібру, а на «складних» ділянках застосовують до 550 пострілів на добу. Для прикладу, у лютому 2023 року керівник терористичної організації ПВК «Вагнер» виставив у соціальних мережах інформацію про отримані боєприпаси та відсоток їх недоотримання. Після невеликих математичних розрахунків можна виявити, що взимку 2023 року для штурму міста Бахмут Донецької області та його околиць застосовували приблизно 17 000 пострілів на добу різних типів калібру від 82 мм та більше, або 550 пострілів на 1 км

лінії фронту на добу. Глава комітету керівників штабів Великобританії заявив, що за 2022 рік росія вистрілила від 10 млн артилерійських боєприпасів або 40—50 тис. пострілів на добу. Ці цифри досить умовні за ведення активних бойових дій, але точно можна стверджувати щодо наявності у ґрунтах великої кількості специфічного та небезпечного забруднення від вибухонебезпечних залишків війни.

Постріл і наступна детонація боєприпасів призводять до відкладення вторинних енергетичних сполук у ґрунті. Ці матеріали в достатній концентрації можуть бути шкідливими для довкілля та здоров'я людини. За середніми показниками у більшості боєприпасів ефективність детонації в межах високого діапазону спрацювання вторинних енергетичних матеріалів (>99,99 %) і згоранням пропілентів >95 %, тобто за повного спрацювання боєприпасів потрапляння в ґрунт енергетичних компонентів вибухонебезпечних предметів (далі — ВВП) досить незначний. Але старі боєприпаси, яким за 30 років і більше, а також ті, які містять енергетичні сполуки у складі однокомпонентної вибухової речовини, мають ефективність детонації 70—80 %. Але треба враховувати, що від 10 % до 20 %, а в деяких випадках і всі 40 % боєприпасів не спрацюють коректно або зовсім не спрацювують із подальшою деформацією корпусу боєприпасів.

Основними джерелами забруднювачів є саме детонації низького порядку та неправильне спрацювання вибухової речовини. Велика маса та великі частинки, що утворюються в результаті детонації низького порядку, призведуть до легкодоступного джерела забруднення в локалізованій області. Ці залишки піддаються впливу факторів довкілля, таких як розчинення, що може призвести до утворення стійких забруднювачів, які повільно слабшають.

Вторинні вибухові речовини найчастіше складаються з органічних сполук, які трансформуються у довкіллі, але слабо піддаються деградації та слабо розчиняються у воді. Як основний хімічний компонент ВВП вторинні вибухові речовини становлять значний ризик для довкілля, насамперед через його токсичність.

Найбільш розповсюдженими вторинними вибуховими речовинами у порохових сумішах є тротил (TNT, 2,4,6-тринітротолуєне, номер CAS-118-96-7); гексоген (RDX, гексагідро-1,3,5 тринітро-1,3,5-тріазіне, номер CAS-121-82-4) та октоген (HMX, октаногідо-1,3,5,7-тетранітро 1,3,5,7-тетразосіне, номер CAS-2691-41-0).

Для прикладу токсичності можна привести тротил, який використовується у більшості порохових сумішей. Тротил може проникати до організму людини через шкіру. При нагріванні виділяє токсичні пари. Він детонує під час сильного удару або раптового нагрівання. Тротил є

канцерогеном для людини, зокрема раку сечового міхура через ротову порожнину (EPA IRIS 2021).

Завдяки своїм хімічним властивостям тротил схильний до акумуляції в більшості ґрунтів, обмежуючи його потенціал до міграції до ґрунтових вод. Тротил може розкладатися на поверхні ґрунту від впливу сонячного світла, може досягати неглибокі ґрунтові води. Існує також ризик міграції тротилу у піщаному ґрунті, який не містить значної кількості органічних матеріалів, оскільки тротил не розкладається так швидко та може стікати у поверхневі води. У Агенції з охорони довкілля США (EPA USA) прийнято, що рівень концентрації тротилу в ґрунті, за якого потрібно робити оцінку земельних ділянок на хімічне забруднення, становить $1,3 \times 10^{-2}$ мг/кг.

Тротил може оборотно сорбуватися в ґрунті. Проте реакції, які видаляють тротил з розчину та зв'язують продукти перетворення тротилу з ґрунтом так, що його неможливо вилучити та можна помилково прийняти за адсорбцію. Коефіцієнт адсорбції ґрунту (K_{oc}) 300 л/кг (прогнозований середній).

EPA USA визначено такі концентрації тротилу у воді за ступенем небезпеки для людей: для канцерогенного ризику концентрація повинна становити 3×10^{-2} мг/кг на день; ризик для здоров'я людини на споживання однієї одиниці питної води становить 9×10^{-7} мкг/л; мінімальний рівень ризику (MRL) для перорального впливу 0,0005 мг/кг на день протягом середньої тривалості доби.

Найчастіше до технологій рекультивації ґрунту, забрудненого тротилом, це компостування (46,5 %), а потім його спалювання (32,1 %).

УДК 528.4:630.1:630.5:502.3/.7

**ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИІНКРЕМЕНТНОГО ДИЗАЙНУ
ВІДБОРУ ПРОБ НА ДІЛЯНКАХ, УШКОДЖЕНИХ
МІНОМЕТНИМИ ОБСТРІЛАМИ**

С. В. Шапран, Н. М. Мандибура, Я. Ф. Жукова, к.б.н., Ю. М. Яценко

ДУ «Держґрунтохорона»

E-mail: info@iogu.gov.ua

Воєнні дії росії завдають ґрунтовому покриву України значних, а подекуди і непоправних ушкоджень. Вибухи від сучасних видів озброєнь (артилерійських, мінометних, ракетних обстрілів, авіабомб, касетних та фосфорних боєприпасів) створюють вирви, які пошкоджують верхній найбільш родючий шар ґрунту, одночасно перемішуючи його з нижніми менш родючими горизонтами. Ступінь впливу залежить від агровиробничої групи ґрунту, її гранулометричного складу, виду та складу вибухівки, типу озброєння, яким завдано пошкодження. Потужні вибухи та ударні хвилі

руйнують ландшафт, оскільки руйнуються ґрунтові горизонти, що призводить до значної трансформації рельєфу.

Дослідження ділянок з вирвами від мінометних обстрілів проведено на запит Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна» на прилеглий до навчально-демонстраційного центру пермакультури «Родарія» лісовій території у селі Торф'яне Бородянського району Київської області. Під час обстежень застосовано методика відбору, що заснована на мультиінкрементному дизайні відбору проб, який ґрунтується на систематичній вибірці по сітці, що передбачає налаштування сітки вибірки і програмування точок відбору проб ґрунту.

Початок та напрямок розміщення сітки задається за допомогою початково обраної точки. Від цієї точки будується сітка відповідно до обраної площі прийняття рішень — ділянки, на якій буде визначено середню концентрацію аналізу (наприклад, металу).

Метою стратегії мультиінкрементного дизайну відбору є отримання такої кількості точкових проб (інкрементів) (розмір часток ґрунту <2 мм) із забруднюючим аналітом (наприклад, вибухові речовини, метал) і форми (наприклад, кристалічні сфери або подовжені волокна), що відображає реальну картину забруднення вибраної одиниці прийняття рішень. Такий підхід не допускає надмірної вибірки або пропуску ділянки, що може впливати на результат.

Відстань між точками відбору проб у систематичній сітці визначається розміром площі, що підлягає дослідженню, і кількістю проб, що відбираються порівняно рівномірно по всій зоні відбору (одиниця прийняття рішень). Такий дизайн відбору проб часто використовується у світовому досвіді для визначення концентрацій забруднюючих речовин на територіях, що зазнали впливу бойових дій.

Доцільність дослідження великих ділянок засновано на розсіюванні залишків забруднюючих речовин різної природи навколо об'єктів ураження, місць детонації, падіння уламків, ведення бойових дій.

У разі занадто великої площі її доцільно розбивати на кілька менших ділянок, так званих одиниць площ відбору, що відображатиме у сукупності розмір одиниці прийняття рішення. У будь-якому випадку до уваги беруться рельєф місцевості, погодні умови, тип ґрунту, наявність водойм тощо.

Для кожної конкретної ушкодженої території обирають певні одиниці площі прийняття рішень та підходи до планування точок відбору проб ґрунту. Це може бути відбір по радіусу навколо місця ураження, метод «конверта», «сітки» тощо (рис.1).

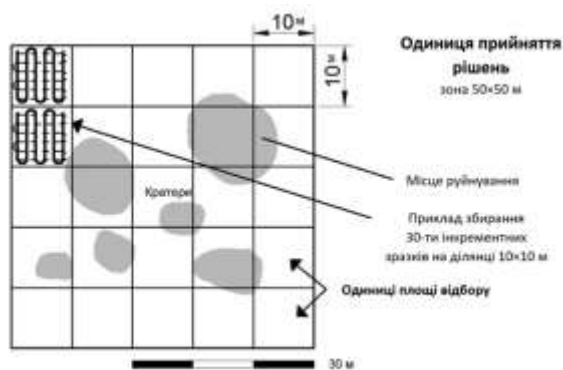


Рис. 1. Приклад стратегії відбору проб на ураженій місцевості

Переважно 100 точкових проб (інкрементів) відбирають в області розміром 50×50 м, а 30 — 10×10 м і менше. Рекомендована глибина відбору проб становить 2,5, 5 або 10 см залежно від очікуваного розподілу аналізованих речовин за глибиною.

У нашому випадку досліджувалися три вирви у місцях мінометних обстрілів у с. Торф'яне Бородянського району через рік після бойових дій. Вирва 1 у лісі: глибина — 0,85 м, діаметр — 3,2 м; вирва 2: глибина — 1,2 м, діаметр — 3,2 м; вирва 3 на галявині: глибина — 1 м, діаметр — 3,8 м. Дно 2 та 3 вирв заповнені водою.

Під час підготовки до відбору проб ґрунту, маючи координати місця розташування пошкоджень, обрано область прийняття рішення, яка охоплювала кратер та територію навколо нього розміром 7,5×7,5 м та побудовано сітку квадратів розміром 2,5×2,5 м. У кожному куті сітки ставилися прапорці і натягувалися кольорові мотузки для візуалізації меж. Оскільки кінцевою метою дослідження є визначення забруднення певної ділянки важкими металами внаслідок обстрілів, було визначено крок відбору точкових проб з трьох різних глибин.

Під час обстеженні вирв було визначено їх розміри (глибину та діаметр), агро виробничу групу ґрунтів, описано профіль ґрунту у вирві, оскільки на характер ураження впливає і тип ґрунту також. Біля вирви у лісі на північний захід виявлено опалені дерева та трав'яну рослинність. Зразки, які відбиралися з випаленої території, відбиралися окремо для досліджень у місцях згорання.

Вирва у лісі представлена дерново-підзолистими глеюватими глинисто-піщаними ґрунтами на супіщаних відкладах (шифр агрогрупи 8б). Вирва на луговій місцевості посеред лісу представлена лучно-болотними, мулуватоболотними і торфувато-болотними неосушеними ґрунтами.

З огляду на виявлені особливості місцевості та отримані результати досліджень рекомендовано для відновлення екологічно чистої зони, де розташовано навчально-демонстраційний центр пермакультури «Родарія»,

вжити заходів щодо рекультивації за допомогою теплих грядок Розума та біочару.

УДК 631.4

РЕЗУЛЬТАТИ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЗЕМЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕРГАЧІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Р. П. Паламарчук¹, О. М. Грищенко¹, к.с.-г.н., С. І. Жученко², к.с.-г.н., доцент
¹ДУ «Держґрунтохорона»*

²Дніпропетровська філія ДУ «Держґрунтохорона»

Однією з областей, які зазнали наймасштабнішого впливу бойових дій, є Харківська, територія якої зазнала масованих ракетних та артилерійських обстрілів, впливу касетних та фосфорних бомб, а також забруднення внаслідок руйнації військової техніки та розливу нафтопродуктів. На супутникових знімках Ізюмського району на ділянці 1 км² виявлено більше 2 тисяч воронк від різних снарядів, що в еквіваленті забруднення для ґрунту дорівнює 50 т заліза, 1 т сірки та майже 2,5 т міді. Ці дані свідчать про значні порушення поверхневого шару ґрунту області та його забруднення. Вибухами вивернуто 90000 тонн ґрунту. І це лише маленький клаптик української землі, який дає змогу уявити масштаби впливу війни та завданої шкоди.

Метою дослідження було визначення впливу воєнних дій на рівень забруднення ґрунтів важкими металами та нафтопродуктами. Об'єктом дослідження слугували проби ґрунтів, відібрані на землях сільськогосподарського призначення Дергачівської територіальної громади Харківської області.

Дослідження розділили на чотири блоки залежно від джерела пошкодження ґрунтового покриву, зокрема, проби ґрунту відбирали з:

вирви від міни та контрольні проби на відстані 20, 50 та 100 м від неї — с. Прудянка;

епіцентру вибуху установки «Солнцепьок» та контрольні проби на відстані 12, 20, 50 та 100 м — с. Прудянка;

воронки від снаряду 152 калібру та контрольні проби на відстані 40, 50 та 70 м — с. Безруки;

вирви від авіабомби та контрольні проби на відстані 5 та 10 м — с. Безруки.

Контрольні фонові проби було відібрано з неуражених місць з ґрунту того самого типу.

Уміст рухомих форм важких металів визначали відповідно до ДСТУ 4770.1-4,6,7,9:2007. Оцінку екологічного стану ґрунтів за вмістом

рухомих сполук важких металів проводили шляхом порівняння їх умісту у порушеному внаслідок бойових дій ґрунті з умістом в ґрунті, відібраному поза зоною бойових дій та з гранично допустимою концентрацією (ГДК). Уміст нафтопродуктів в ґрунті визначали відповідно до ДСТУ ISO/TR 11046:2001. Оцінку екологічного стану ґрунтів за вмістом нафтопродуктів проводили шляхом порівняння їх умісту у порушеному внаслідок бойових дій ґрунті з умістом в ґрунті, відібраному поза зоною бойових дій та з тимчасово допустимою концентрацією (ТДК), яка становить 4000 мг/кг ґрунту. Відповідно до ТДК розроблено градації забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами: незабруднені ґрунти — до 1500, слабе забруднення — 1500—5000, середнє — 5000—13000, сильне — 13000—25000, дуже сильне забруднення >250000 мг/кг ґрунту.

У результаті проведених досліджень зразків ґрунту, відібраних з земельної ділянки, яка зазнала мінного ураження (с. Прудянка), встановлено, що вміст рухомих форм важких металів у пробах порушеного ґрунту перевищує фонові значення від 1,3 до 187 разів. Найбільше перевищення — за вмістом цинку, найменше — міді. Також було встановлено перевищення ГДК за вмістом: нікелю — у 4 пробах ґрунту (від 1,4 до 8,3 раза); цинку — у 2 пробах ґрунту (від 3,3 до 4,7 раза). Максимальне значення вмісту усіх рухомих сполук важких металів, крім свинцю, зафіксовано на відстані 50 м від центру вирви. В усіх відібраних пробах ґрунту виявлено забруднення нафтопродуктами — їх уміст перевищував фонове значення від 5,5 до 286 разів. Проба ґрунту, відібрана на відстані 50 м від центру вирви, характеризувалася критичним перевищенням ТДК за вмістом нафтопродуктів (у 2,6 раза).

У пробах ґрунтів, відібраних на земельній ділянці, яка зазнала пошкодження внаслідок вибуху установки «Солнцепьок» (с. Прудянка), вміст рухомих форм важких металів у пробах порушеного ґрунту перевищує фонові значення від 1,1 до 23,2 раза. Найбільше перевищення — за вмістом заліза, найменше — марганцю. Також виявлено перевищення ГДК за вмістом нікелю у 5 пробах ґрунту (від 4,4 до 15,4 раза). Максимальне значення вмісту більшості рухомих сполук важких металів зафіксовано на відстані 12 м, за винятком сполук марганцю (20 м), міді (50 м) та цинку (100 м) від епіцентру вибуху. В усіх пробах ґрунту виявлено перевищення фонового вмісту нафтопродуктів від 1,8 до 205 разів. У пробі ґрунту, відібраній на відстані 100 м від центру вибуху установки, встановлено перевищення ТДК за вмістом нафтопродуктів (у 1,8 раза).

Зразки ґрунту, відібрані з ділянки, яка зазнала пошкодження внаслідок вибуху від снаряду 152 калібру (с. Безруки), характеризувалися високим

умістом рухомих сполук важких металів, перевищення фонових значень варіювало від 1,3 до 61,6 раза. Найбільше перевищення — за вмістом заліза, найменше — марганцю. У результаті проведених досліджень встановлено перевищення ГДК за вмістом нікелю у 4 пробах ґрунту (від 3,2 до 9,5 раза). Максимальне значення вмісту усіх рухомих сполук важких металів, крім свинцю, зафіксовано на відстані 40 м від центру вирви. Перевищення фонового вмісту нафтопродуктів (від 2 до 6,2 раза) виявлено в усіх відібраних пробах ґрунту. Максимальним забрудненням нафтопродуктами характеризувався зразок, відібраний на відстані 40 м від центру вирви.

У пробах ґрунтів, відібраних з ділянки, яка зазнала пошкодження внаслідок вибуху авіабомби (с. Безруки), виявлено перевищення фонових значень за вмістом рухомих форм важких металів (від 1,3 до 16,8 раза) — найбільше — за вмістом заліза, найменше — міді. У 4 пробах ґрунту відмічено перевищення ГДК за вмістом нікелю (від 2,5 до 7 разів), в одній пробі — за вмістом свинцю (у 6,8 раза). Максимальне значення вмісту всіх рухомих сполук важких металів зафіксовано на відстані 5 м від центру вирви. Перевищення фонового вмісту нафтопродуктів виявлено в усіх відібраних пробах ґрунту (від 2 до 6,2 раза). Максимальним забрудненням характеризувався зразок, відібраний на відстані 5 м від центру вирви.

Провівши обстеження окремих ділянок земель сільськогосподарського призначення, можемо стверджувати, що ґрунтовий покрив Дергачівської територіальної громади Харківської області зазнав негативного впливу внаслідок бойових дій. За результатами досліджень встановлено, що рівень забруднення ґрунтів важкими металами та нафтопродуктами залежить від джерела забруднення та пошкодження.

УДК 361.452

ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНІ НАСЛІДКИ РАКЕТНОГО ВЛУЧАННЯ

Т. І. Козлик, к.с-г.н., старш. наук. співроб., Б. Є. Дрозд, Л. М. Романчук

Житомирська філія ДУ «Держґрунтохорона»

E-mail: zhytomyr@iogu.gov.ua

Війна, розпочата російською федерацією на території України, з перших днів вторгнення завдала та продовжує завдавати величезні втрати нашій державі. Втрати не лише людські, а й еколого-економічні. Завдано непоправної шкоди довкіллю на територіях ведення воєнних дій, місцях влучання боєприпасів. Відбувається руйнування та забруднення екосистем, а саме: ґрунтового покриву, вод важкими металами і токсичними елементами.

Одними з найшкідливіших забруднювачів ґрунтів є важкі метали. За даними попередніх досліджень зони АТО / ООС впродовж 2016—2020 рр., виявлено у ґрунтах високий вміст свинцю, міді, миш'яку, цинку, хрому, кадмію, молібдену, барію, калію, магнію та вольфраму [1, 2]. Важкі метали є полівалентними, добре сорбуються ґрунтами, утворюють важкорозчинні сполуки з фосфатами і гідроокисами, що сприяє їх поступовому нагромадженню в ґрунтовому середовищі та зберігатися у ньому не один десяток років. Це призводить до патологічних змін в протіканні біологічних процесів, накопиченні шкідливих речовин у сільськогосподарських культурах, ґрунті, впливає на його родючість і мікробіологічну активність, негативно відображається на продуктивності сільськогосподарських культур та якості сільськогосподарської продукції. Тому моніторинг екологічного стану ґрунтів щодо вмісту важких металів є надзвичайно важливим, особливо у місцях, де відбувалися бойові дії [3].

За запитом Новогуївинської селищної ради Житомирського району Житомирської області відібрано проби ґрунту з місця влучання ракети та вирви від її влучання для встановлення агрохімічних і токсикологічних показників. Обстежувана територія використовується для ведення особистого селянського господарства.

У результаті проведених обстежень цієї земельної ділянки встановлено порушення ґрунтового покриву, що призвело до утворення вирви глибиною 4,5—5 м з діаметром понад 10 м. На території села Сінгури відібрано проби ґрунту з вирви від ракети та контрольні проби на відстані 10, 50, 100 та 150 м від епіцентру вибуху у північному, південному, західному та східному напрямках. Зразки відбирали з шарів ґрунту 2,5 та 5 сантиметрів.

Лабораторний аналіз виконувався за чинними в Україні нормативами на методи випробувань Житомирською та Дніпропетровською філіями ДУ «Держґрунтохорона». Визначали рухомі та валові форми таких елементів як марганець, цинк, залізо, свинець, кадмій, мідь та нікель [4].

У зразках ґрунту з земельної ділянки, яка зазнала ракетного пошкодження (с. Сінгури Новогуївинської територіальної громади Житомирського району) встановлено перевищення гранично допустимих значень (ГДК) валових сполук цинку у зразках, відібраних на відстані 150 м від епіцентру вибуху на глибині 2,5 см — в 1,41 раза (60,81 мг/кг ґрунту), а на глибині 5 см перевищення становило 1,08 раза (53,76 мг/кг ґрунту).

Щодо рухомих форм важких металів, то зафіксовано перевищення таких елементів як свинець і нікель. Максимальне перевищення вмісту свинцю зафіксовано на відстані 50 м від епіцентру вибуху у зразках, відібраних на глибині 2,5 см. Перевищення ГДК становить 1,61 раза (9,68 мг/кг ґрунту).

У 5-сантиметровому шарі ґрунту на цій точці відбору ГДК завищене в 1,54 раза (9,24 мг/кг ґрунту). Щодо показників рухомих сполук нікелю, то перевищення ГДК відмічено у ґрунтових зразках, відібраних на відстані 50 м від вирви з шару ґрунту глибиною 5 см — 5,435 мг/кг ґрунту, що в 1,36 раза вище ГДК.

Аналіз зразків ґрунту, відібраних безпосередньо в епіцентрі вибуху, вказує на перевищення ГДК рухомих форм свинцю і нікелю на глибині відбору зразків 5 см. Перевищення свинцю становило 1,19 раза (7,14 мг/кг ґрунту); нікелю — 1,08 раза (4,323 мг/кг ґрунту).

Рухомі та валові форми марганцю, заліза, кадмію та міді не перевищували ГДК.

Варто наголосити, що роботи з обстеження земельної ділянки та відбору зразків відбулися за понад рік після влучання ракети. На земельному масиві впродовж цього періоду землевласники проводили особисту господарську діяльність — вносили органічні добрива, орали, вирощували сільськогосподарські культури. Землевласники проводили господарську діяльність на всій досліджуваній ділянці крім безпосередньо вирви, що вплинуло на показники забруднення.

Отже, слід провести відновлення та реабілітацію земельної ділянки, яка зазнала пошкодження від вибуху ракети [3]. Вирву можливо відновити шляхом засипання ґрунтовою масою, близькою до природних горизонтів. Для зниження концентрації важких металів рекомендується здійснити:

зняття забрудненого шару ґрунту та заміну його привозним або створення нового орного горизонту оранкою (захоронення забрудненого шару ґрунту на глибину 40—50 см);

внесення меліорантів (вапно, гіпс), сорбентів (базальтовий туф, магнетити, цеоліти), органічних та мінеральних добрив, які допоможуть провести детоксикацію важких металів, зменшити їх доступність та рухомість для рослин.

Література

1. Прикладне ландшафтознавство: історія, сучасність, перспективи : Матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника (Львів — Ворохта, 6—9 жовтня 2022 р.). Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 55 с.
2. Neffe, S., 1998. Chemical aspects of environmental contamination at military sites. *Environmental Contamination and Remediation Practices at Former and Present Military Bases*. Springer, Dordrecht, pp. 83—92.
3. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу / О. Голубцов, Л. Сорокіна, А. Сплодитель, С. Чумаченко. Київ : ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с.

4. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення : керівний нормативний документ / За ред. Яцука І. П., Балюка С. А. 2-ге вид., допов. К., 2019. 108 с.

УДК 551

АНАЛІЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ НА ЯКІСТЬ ТА СТІЙКІСТЬ ҐРУНТІВ

*Д. Д. Хайнус, к.е.н., доцент, І. І. Садовий, к.е.н., старш. викладач
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: dmitry.khainus@gmail.com; sadddd007@gmail.com*

Україна зазнала серйозної збройної агресії, яка почалася ще 2014 року і отримала своє продовження повномасштабним вторгненням російської федерації на нашу територію у 2022 році. Ці дії мають значний вплив на багато аспектів життя українського населення, включаючи природні ресурси, зокрема ґрунтовий покрив. Ґрунти виконують важливі функції у природних екосистемах, забезпечуючи життєвий простір для рослин, тварин і мікроорганізмів, а також збереження води і живлення для рослин [1].

Збройна агресія впливає на якість ґрунтів через різні механізми. Насамперед це пов'язано з ерозією ґрунтів, яка може бути спричинена бомбардуванням, обстрілами та вибухами. Ці процеси руйнують структуру ґрунтів, погіршують їх дренажність та властивості утримання вологи.

Збройна агресія призводить до забруднення ґрунтів відходами військової діяльності, такими як паливо, мастило, хімічні речовини та вибухові матеріали. Це забруднення має серйозний негативний вплив на життя рослин, тварин і мікроорганізмів у ґрунті [2].

Також воєнні дії руйнують структуру ґрунтів через фізичні пошкодження, наприклад, внаслідок вибухів, де утворюються кратери і порушується цілісність ґрунтового покриву. Такі руйнування ущільнюють ґрунт, зменшують його водопроникність та знижують водоутримувальну здатність [3].

Постійні вибухи та бойові дії можуть зруйнувати природні екосистеми, порушити екологічну стійкість ґрунтового покриву, змінити біологічну різноманітність, а також призводять до зникнення деяких видів рослин і тварин.

Бойові дії негативно впливають на родючість ґрунту, втрати якого через ерозію, забруднення та руйнування структури сприяють зменшенню родючості і зниженню врожайності, що має важкі наслідки для сільського господарства та харчової безпеки [4].

Результати досліджень підтверджують, що збройна агресія РФ негативно впливає на ґрунтовий покрив України. Для збереження та відновлення ґрунтового покриву необхідно проводити регулярні моніторингові дослідження, розробляти заходи для охорони ґрунтів, реалізувати відповідні стратегії відновлення та реабілітації пошкоджених ґрунтів.

Література

1. Fedorovych, N., Baklytskyi, V., Shyshchuk, O., Vasyliuk, O., & Danchuk, O. (2017). Assessment of soil erosion and degradation risks in the conditions of armed conflict in Ukraine. *Eastern European Journal of Advanced Technologies*, 4(2), 4—11.
2. Shyshchuk, O., Fedorovych, N., & Baklytskyi, V. (2019). Impact of armed conflict on soil properties and ecosystem services in Eastern Ukraine. *Environmental and Climate Technologies*, 24(3), 134—147.
3. Krasilnikov, P., Ivanov, A. L., & Arnold, R. W. (Eds.). (2016). *Soil degradation and rehabilitation in Eastern Europe and Central Asia*. CRC Press.
4. Radojevic, M., & Bashkin, V. N. (2006). *Practical environmental analysis*. Royal Society of Chemistry.

УДК519.2:63;528.7;535.3

КОМПОЗИЦІЯ РОЗПОДІЛУ КОЕФІЦІЄНТІВ ВІДБИТТЯ СВІТЛА ВІД ПОВЕРХНІ ПОЛЯ ЧЕРЕЗ ПОШКОДЖЕННЯ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ. ОЦІНЮВАННЯ ОБ'ЄМНОГО ПЕРЕРОСПОДІЛУ НА ПЛОЩІ ЗЕМЕЛЬНИХ МАС — ВОРОНКИ ТА ВИВОРОТИ

*В. О. Сироватко¹, к.б.н., С. І. Жученко¹, к.с.-г.н., доцент,
С. А. Романова², к.с.-г.н., старш. наук. співроб.*

¹Дніпропетровська філія ДУ «Держґрунтохорона»

²ДУ «Держґрунтохорона»

Унаслідок воєнних дій пошкоджено значну площу сільськогосподарських угідь. Результатом такого впливу є фрагментарне (воронки від вибухів) порушення генетичних горизонтів ґрунтів та виведення значної площі земельного масиву із відповідної агропромислової групи. Також слід зазначити, що навіть після проведення робіт з рекультивації генетичні горизонти не відновляться у повному обсязі і передусім родючий шар на площах, які зазнали ураження. Отже, бал бонітету уражених земельних ділянок буде знижено, що безпосередньо вплине на сумарний бал бонітету земельної ділянки у цілому.

Для оцінки ступеню порушень генетичної структури земельної ділянки необхідно вирішити відповідні завдання, зокрема встановити:

сумарну площу зруйнованих ділянок;

розподіл площ щодо від'ємних та додатних значень, тобто до позитивних та негативних форм рельєфу;

відсотковий та об'ємний розподіл мас ґрунту, які відповідають позитивним та негативним формам рельєфу. Ці значення є основними складовими під час розрахунків обсягів та вартості робіт з рекультивації.

Такі роботи з оцінювання мають також витратний характер і потребують багато часу і зусиль ґрунтознавців.

Фахівцями Дніпропетровської філії розроблено та впроваджено методологію проведення робіт з оцінювання ступеню та масштабу порушення земельної ділянки, яка базується на аналізуванні оцифрованих знімків пошкодженої поверхні земельної ділянки, отриманих із безпілотних літальних засобів.

Обробка цифрових матриць передбачає нормування цифрового масиву для усунення фактора освітлення та подальшого комп'ютерного аналізування на базі векторного аналізу Фур'є. Це дозволяє отримати основні тренди цифрових рядів — основні гармоніки, відокремити шумові складові та у подальшому сформувати об'ємні моделі означених ділянок.

Приклад впровадженого алгоритму оцінювання ґрунтових пошкоджень: масштабна картина пошкоджень земельної ділянки (рис. 1);

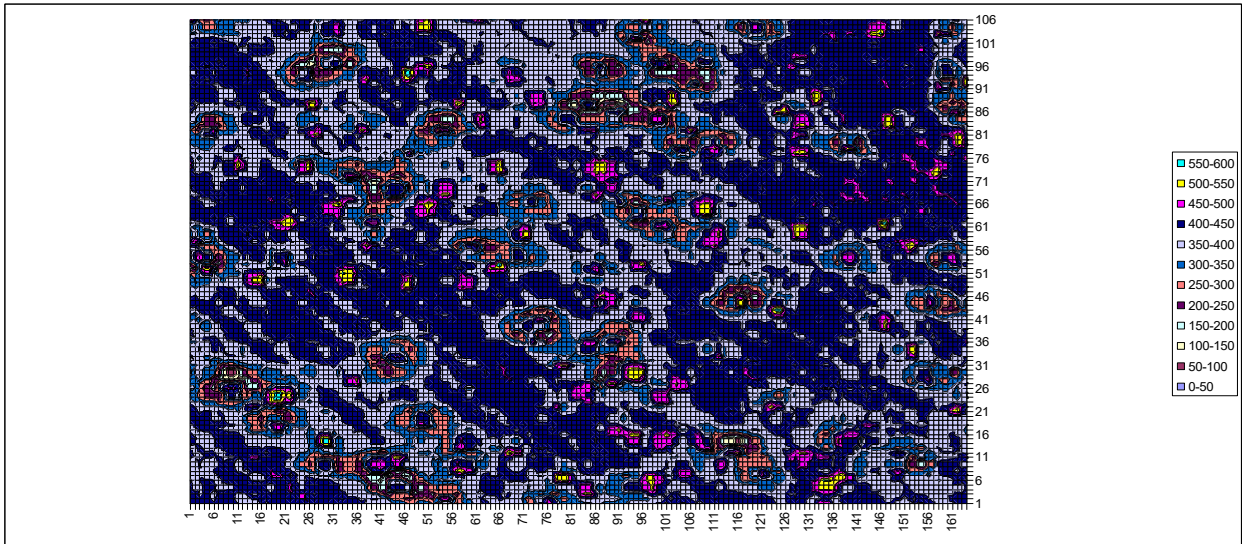
уявлення ділянки, сформоване на основі цифрової матриці після аналізу Фур'є (площа 10 га) (рис. 2);

уявлення фрагмента ділянки площею 4 га з наведеною легендою кольорового розподілу висот — від'ємних та прибуткових (рис. 3) з розподілом глибин та висот за площею 4 га (табл.1);

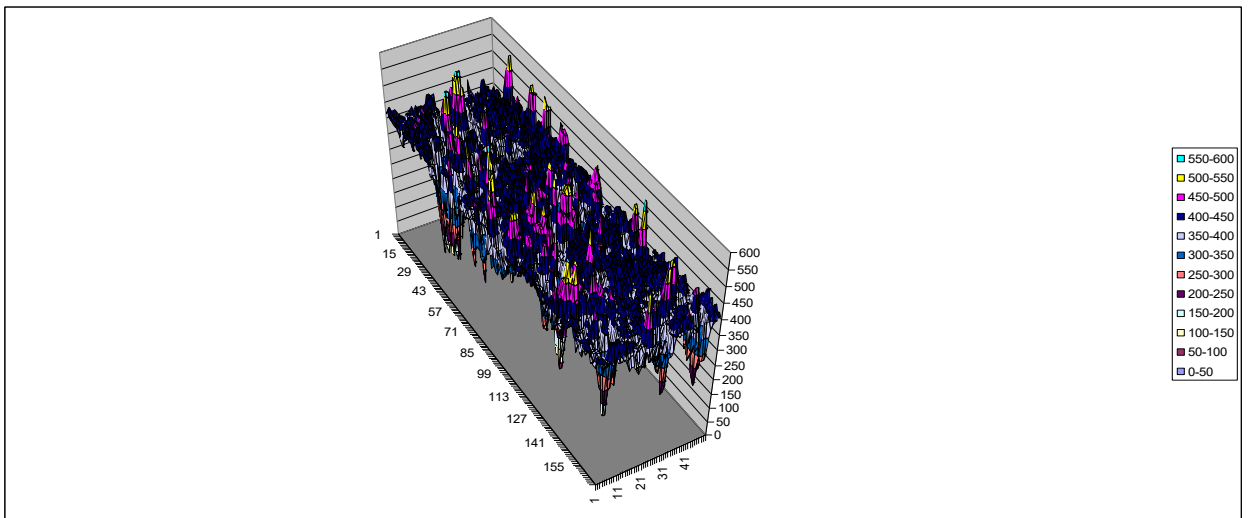
об'ємний вираз пошкоджених ділянок, приведених до базового рівня незруйнованої поверхні (нульовий горизонт). Ями та вивороти ґрунту ідентифікуються на ділянковому виразі згідно з кольором вершин на зображенні (рис. 4).



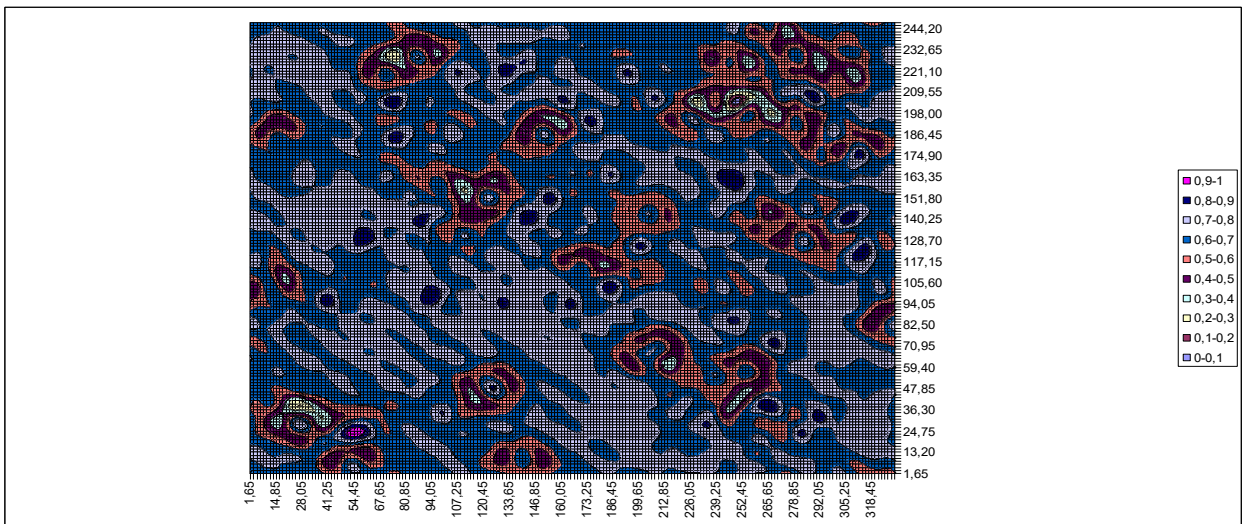
Рис. 1. Масштабні пошкодження земель сільськогосподарського призначення



a



б



в

Рис 2. Уявлення ділянки, сформоване на основі цифрової матриці після аналізу Фур'є (площа 10 га)

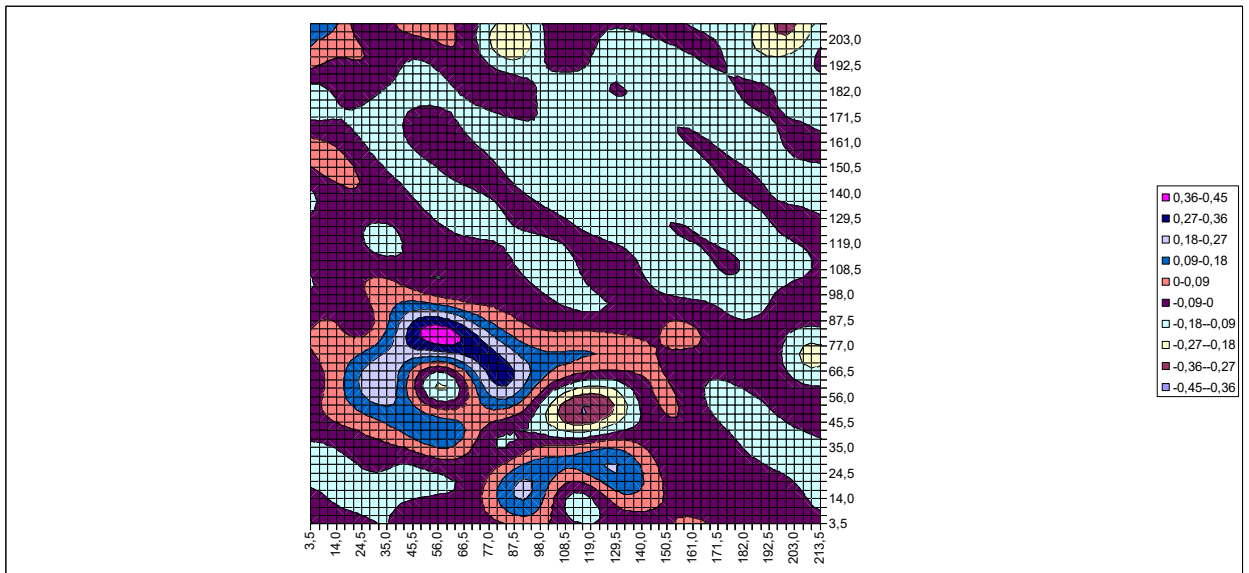


Рис 3. Уявлення фрагмента ділянки площею 4 га з наведеною легендою кольорового розподілу висот — від'ємних та додаткових

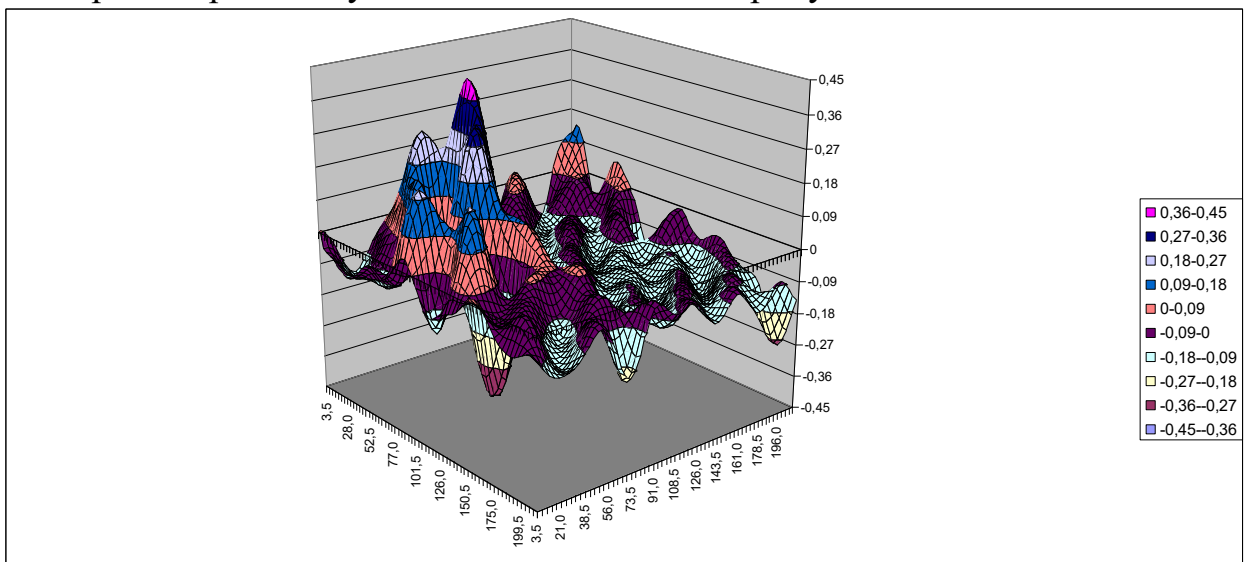


Рис 4. Об'ємний вираз пошкоджених ділянок, приведених до базового рівня незруйнованої поверхні (нульовий горизонт). Ями та вивороти ґрунту ідентифікуються на ділянковому виразі згідно з кольором вершин на зображенні

Таблиця 1

Розподіл глибин та висот за площею (сумарна площа 4 га)

Висоти		% площі
-2,1	-1,38	0,683
-1,38	-0,92	2,022
-0,92	-0,46	38,005
-0,46	0,46	51,202
0,46	0,92	4,809
0,92	1,38	2,158
1,38	2,1	1,13
Усього:		100,0

Як вже встановлено, залежно від потужності снаряду вирви утворюються різні за розмірами та глибиною, тому реабілітаційні заходи щодо ґрунтового покриву повинні обиратися для кожного конкретного випадку.

УДК 502.5:631.4:633.1(477)

**ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ
ТА ДИНАМІКА ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ
В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РФ**

*Н. П. Коваленко, д.і.н., старш. наук. співроб.
Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
E-mail: VoikoNP@ukr.net*

Через збройну агресію РФ сотні гектарів земельного фонду України засмічено відходами і забруднено шкідливими речовинами, що призводить до руйнування ґрунтового покриву та посилення розвитку механічної, фізичної, хімічної і біологічної деградації ґрунтів [1]. Українські ґрунти зазнають потужного впливу і руйнувань, що потребує застосування заходів для відновлення порушених земель та їх рекультивації, а також оцінювання збитків, завданих земельному фонду України.

Деградація ґрунту призводить до руйнування сільськогосподарських угідь, неможливості здійснення посівних робіт та, як наслідок, відсутності урожаю на пошкоджених землях. Загальна сума збитків довікллю України вже становить 52 млрд доларів США [2]. Знищення українських земель є злочином проти довіклля України та проблемою світового масштабу, яка призводить до ризиків настання продовольчої кризи і неможливості гарантування продовольчої безпеки для людства у майбутньому. Унаслідок збройної агресії РФ відбулися ризики зростання світових продовольчих цін на 22 % та можливість спричинення голоду десятків мільйонів людей у багатьох країнах світу [3]. Адже аграрні підприємства України, які опинилися у районах активних бойових дій, змушені припинити роботу через постійні обстріли, свідоме руйнування, викрадення та пошкодження майна, а також мінування сільськогосподарських угідь військами РФ.

У 2022 році Україні вдалося зберегти статус одного з основних експортерів зерна, увійшовши до першої п'ятірки світу і посівши третє місце з експорту ячменю, четверте — кукурудзи, п'яте — пшениці. Також Україна залишилася у десятці найбільших виробників зернової продукції у світі і посіла четверту позицію з виробництва ячменю, шосту — кукурудзи, сьому — пшениці [4]. Водночас 2022 року в Україні зібрали лише 51 млн т зернових культур з урожайністю 4,7 т/га з площі 10,9 млн га, що становить 94 % від

загальної площі посівів [5]. Це найнижчий показник за останні десять років, на який негативно вплинули збройна агресія РФ та зміни клімату. У подальші роки ситуація може значно погіршитися через нестачу і високі ціни на паливо, мінеральні добрива та засоби захисту рослин. У цьому контексті актуалізується застосування інноваційних технологій на основі вирощування сучасних сортів і гібридів зернових культур з високим генетичним потенціалом продуктивності та якості, стабільною комплексною стійкістю до хвороб і шкідників, температурних та водних, а також інших стресових чинників [6].

Література

1. Юркевич Є. О., Бойко П. І., Коваленко Н. П., Валентюк Н. О. Науково-технологічні та агробіологічні основи високопродуктивних агроecosистем України : монографія. Одеса : Вид-во ТОВ «Іздательський центр», 2021. 654 с.
2. Офіційний веб-сайт Державної екологічної інспекції України. URL: <https://dei.gov.ua/post/operativnim-shtabom-pri-derzhkoinspektsii-bulo-rozrakhovano-zbitki-zavdani>.
3. Офіційний веб-сайт Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН. URL: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en>.
4. Офіційний веб-сайт Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
5. Офіційний веб-сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/news/v-ukrayini-namolocheno-majzhe-51-mln-tonn-zerna>.
6. Моргун В. В., Швартау В. В., Коновалов Д. В., Михальська Л. М., Скрипльов В. О. Клуб 100 центнерів «Сучасні сорти та системи живлення і захисту пшениці озимої». Вид. XI. Київ : Вістка, 2022. 106 с.

УДК 631.452

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА РОЗВИТОК ДЕГРАДАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ АГРОЛАНДШАФТІВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*В. В. Дегтярьов, д.с.-г.н., професор, В. А. Литвинов, аспірант
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: dvv4013@gmail.com; lytvynov.viktor96@gmail.com*

В Україні з кінця лютого 2022 року щодня інтенсивно ведуться обстріли дозволеними та забороненими снарядами, утворюються вирви від авіабомб та артилерійських обстрілів, створюються заміновані території, знищується важка військова техніка, що призводить до витоку нафтопродуктів, випалення землі тощо. Такі наслідки воєнних дій забруднюють ландшафти, а з цим й негативно впливають на економіку країни та здоров'я людей. Те, що буквально знаходиться в нас під ногами, справді є цілою екосистемою. Велика

кількість дрібних організмів, що створюють і підтримують ґрунт, а також його біологічний покрив — трави, мохи, лишайники та гриби — є найбільш вразливими через фактичну відсутність мобільності. Інакше кажучи, усі живі організми в товщі ґрунту або ті, які захищають від ерозії його поверхню, не здатні покинути ділянку, на якій відбувається вибух боєприпасів, або захистити себе від негативних впливів. Такими впливами передусім є короткострокова руйнівна дія вибухової хвилі та довготривала дія хімічного забруднення.

У природі все пов'язано і перебуває в постійному колообігу, тож забруднення атмосфери — це водночас забруднення вод і ґрунтів. Але останні під час військових конфліктів страждають особливо. Понівечені території можуть не тільки не відновитися після завершення конфлікту, а й стати джерелом забруднення прилеглих територій і поширення інвазивних видів. У процесі так званих «кольорових вибухів» відбувається витік азоту чи аміаку. Звісно, державні органи пояснюють як захиститися від отруєння. Але надмірний витік цих речовин має й більш далекоглядні наслідки: знищує рослини, вбиває водне життя та забруднює питну воду. Зрештою, не всі снаряди розриваються. І понад 80 тисяч квадратних кілометрів України навмисне заміновано протипіхотними та протитанковими засобами. Це становить величезну загрозу не лише для людей, а й для флори та фауни через можливі вибухи протягом років після завершення конфлікту.

Дослідники пропонують два шляхи використання земель: покинути територію та заповідити її, або довго, дорого та з ризиком для життя людей розміновувати. Але, навіть у разі, коли ми вирішимо покинути ділянку насамперед її необхідно максимально очистити від залишків снарядів, мін тощо, щоб вони не продовжували забруднювати ґрунти ще багато років поспіль. Інший крок — рекультивація порушених земель. При цьому варто зазначити, що ці заходи передбачають на меті не тільки повернення та відновлення земель для сільськогосподарської діяльності, а й для інших видів користування [1].

Реабілітація ґрунтів на місцях обстрілів полягає не лише в розмінуванні, а й в подальшому очищенні земель від інших хімічних залишків, які залишаються в ґрунті після війни. На полях, які зазнали обстрілів, необхідно провести аналіз ґрунту на встановлення вмісту важких металів і лише після цього підібрати відповідні заходи для його відновлення [1].

За оцінками Держекоінспекції, станом на 01.10.2022 збитки, яких росія завдала екосистемам України, сягають 1 трлн 256 млрд гривень. З них збитки земельним ресурсам становлять 407 млрд грн, понад 2 млрд грн з яких — забруднення ґрунтів [2].

Література

1. Боеприпаси та хімія: як війна шкодить ґрунтам і які є рішення? Рубрика: Екорубрика. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://rubryka.com/article/soil-ukraine/>.

2. Земля у вогні. Як війна впливає на ґрунти. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/zemlja-u-vohni-jak-vijna-vplivaje-nagrunti.html>.

УДК 631. 452

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА СТАН ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*В. В. Дегтярьов, д.с.-г.н., професор, Р. В. Коньшин, аспірант
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail dvv4013@gmail.com; romanfg1977@gmail.com*

В Україні з 24 лютого 2022 р. (а на Сході України вже впродовж дев'яти років) інтенсивно ведуться обстріли дозволеними та забороненими снарядами, утворюються вирви від авіабомб та артилерійських обстрілів, створюються нові заміновані території, знищується важка військова техніка, що призводить до витоку нафтопродуктів, випалення землі тощо. Наслідки воєнних дій забруднюють ґрунт, а з цим й негативно впливають на економіку країни та здоров'я людей.

На стан ґрунтів впливає: падіння снарядів, замінування територій, побудова бліндажів. І в міру продовження війни рівень пошкоджень зростає через хімічні, фізичні забруднення та механічні порушення структури ґрунту. Оцінка воєнно-техногенного навантаження на ґрунти повоєнних ландшафтів здійснюється за рівнями інтенсивності бойових дій із врахуванням типів бойових забруднень.

Такі порушення умовно поділяють на дві групи: первинні — прямі механічні деформації ґрунтового покриву, теплове забруднення; захаращення поверхні; вторинні — спричинені наслідками невиконання заходів повоєнного відновлення — підтоплення, засолення, ерозійні процеси, пірогенна деградація, дегуміфікація тощо.

Воєнні дії спричиняють низку механічних, фізичних та хімічних впливів на ґрунтовий покрив. Ці впливи призводять до руйнування структури та функцій ґрунтової екосистеми, ведуть до погіршення фізико-геохімічних властивостей. Знищення рослинності, порушення ґрунтового покриву, дефіцит природного зволоження, опустелювання є поширеними наслідками воєнно-техногенного навантаження [1].

Основним механічним впливом на ґрунт є ущільнення з пошкодженням гумусового шару, що має прямі негативні наслідки, як-от порушення водного

балансу ґрунту, та спричинює розвиток вітрової і водної ерозії. Руйнування структури ґрунту відбувається внаслідок зсуву частинок одного шару щодо іншого під дією воєнно-техногенного навантаження, а отже, ущільнення ґрунтів погіршує адаптацію рослин до змін клімату, посушливих умов і нестачі вологи [2]. Водночас ущільнений унаслідок механічного впливу ґрунт стає більш стійким до подальшого воєнно-техногенного впливу в умовах постійної нестачі продуктивної вологи.

За розрахунками Української природоохоронної групи, від початку повномасштабного наступу росії приблизно 34 % території України становлять зони, які зазнали безпосередньої військової агресії, де вже наявне або є ризик системного порушення поверхневого шару ґрунтів або ж забруднення (мінами, нафтопродуктами, нерозірваними боєприпасами тощо) [3]. Так, на одному квадратному кілометрі території Ізюмського району Харківської області знайшли 480 воронок від снарядів калібру 82 мм, 547 воронок від снарядів 120 мм і 1025 — калібру 152 мм. Це спричинило потрапляння в ґрунт 50 тонн заліза, 1 тонни сполук сірки та 2,35 тонни міді, а також інших важких металів та сполук. Також вибухами вивернуто щонайменше 90 000 тонн ґрунту [3].

Література

1. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу / О. Голубцов, Л. Сорокіна, А. Сплодитель, С. Чумаченко. Київ : ГО Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с.

2. Балюк С. А., Медведєв В. В., Воротинцева Л. І., Шимель В. В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 8. С. 5—11.

3. Земля у вогні. Як війна впливає на ґрунти. [Електронний ресурс]. — URL : <https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/zemlja-u-vohni-jak-vijna-vplivaje-nagrunti.html>

УДК 631.4

НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ КАХОВСЬКОЇ ГЕС НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ УГІДДЯ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

О. М. Грищенко¹, к.с.-г.н., Р. П. Паламарчук¹,

В. О. Грищенко², студентка

¹ДУ «Держґрунтохорона»

²Рівненський фаховий коледж НУБіП України

Підрив греблі Каховської ГЕС призвів до найбільшої на нашому континенті з часів Чорнобильської трагедії техногенної катастрофи, яка ще багато років буде впливати на життя Півдня України.

Каховська ГЕС була однією із найбільших гідротехнічних споруд у Європі. Площа Каховського водосховища становила 2155 км², об'єм води — майже 19 км³. Після руйнування ГЕС почалося потужне неконтрольоване виливання води з водосховища, яке призвело до масштабного затоплення як правого, так і значною мірою лівого берега Дніпра на площі понад 600 тис. гектарів.

Теракт росіян, безумовно, матиме значний вплив на вітчизняний та світові ринки аграрної продукції, адже, за оцінками Мінагрополітики, на Херсонщині затоплено величезні посівні площі — орієнтовно 10 тис. гектарів сільськогосподарських земель на підконтрольній частині області та в декілька разів більше площ на лівому березі, який зараз перебуває під російською окупацією. Також зникнення Каховського водосховища призведе до спустошення та зупинки понад 30 систем зрошення полів Херсонської, Дніпропетровської та Запорізької областей. До початку збройної агресії лише у Херсонській області зрошувалося понад 360 тис. га земель сільськогосподарського призначення. Прорив дамби зробив неможливим обробіток зрошуваних територій, спричинив скорочення оброблюваних площ, а значить і зниження урожайності сільськогосподарських культур. Відсутність зрошення і високі кліматичні ризики змусять частину виробників відмовитися від обробітку земель, внаслідок чого виникатиме ризик опустелювання частини угідь.

До негативних чинників руйнування греблі можна віднести:

змиття верхнього родючого шару (спричинило виникнення ерозійних процесів та замулення);

заболочування, у тому числі і осушених земель нижньої течії Дніпра;

осідання дрібнозему та замулення ґрунтів (призвело до підвищення щільності ґрунтів і зменшення їх пористості);

вторинне засолення;

вітрові ерозії та пилові бурі з часом.

Великої шкоди довкіллю можуть завдати небезпечні біогенні речовини (засоби захисту рослин, добрива та нафтопродукти), які зі змитих складів, місць захоронення та зруйнованих автозаправних станцій з потоком води переносились на значні відстані. Побоювання також викликають токсичні мули, що накопичилися на дні Каховського водосховища, які можуть містити різні забруднювачі органічного та неорганічного походження, у тому числі і важкі метали. Після їх висихання шкідливі речовини можуть поширитися вітром на значні території і, як наслідок, призвести до забруднення навколишнього середовища.

Підтоплення значних площ сільськогосподарських угідь внаслідок руйнування греблі призвело до загибелі посівів сільськогосподарських культур, частини багаторічних насаджень та деревної рослинності, що стримувала явища ерозії берегів та поширення ярів і балок.

Безумовно, техногенна катастрофа, яку влаштували російські окупанти, боляче вдарить по вітчизняній економіці, аграрному сектору та стану ґрунтів. Долати наслідки цього теракту нашій країні доведеться багато років. Повноцінно оцінити наслідки руйнування Каховської ГЕС можна буде лише після закінчення війни за вільного доступу до пошкоджених територій. Проте вже зараз можемо стверджувати, що наслідки руйнувань є катастрофічними для регіону та земель сільськогосподарського призначення зокрема. Головним завданням після припинення бойових дій буде оцінка негативного впливу руйнування Каховської ГЕС на ґрунтовий покрив, який зазнав підтоплення та виявлення усіх негативних наслідків. Саме тому після закінчення війни важливим є ретельне обстеження пошкоджених ділянок та науково обґрунтоване їх відновлення.

УДК 502.3 [504]

НЕОБХІДНІСТЬ ОЦІНКИ ВТРАТ ҐРУНТОВИХ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ВІД ВОЄННИХ ДІЙ

*Ю. М. Дмитрук¹, д.б.н., професор, В. Р. Черлінка², д.б.н., професор,
В. І. Собко³*

¹*ЗВО «ПДУ», e-mail: dmytruk.yur@gmail.com*

²*Університет імені Павла Йозефа Шафарика*

³*Хмельницька філія ДУ «Держґрунтохорона»*

Європейська ґрунтова місія (EU Mission: A Soil Deal for Europe) має на меті припинення деградації ґрунтів, без чого неможливе досягнення цілей сталого розвитку та цілей Європейського зеленого курсу (European Green Deal) щодо забезпечення сталого агровиробництва, розвитку сільських територій, стійкості до змін клімату, біорізноманіття, нульового забруднення. Для цього передбачено циркуляцію основної складової місії — знань, між підсистемами економіки, довкілля, суспільства, освіти, політики.

Перед Україною, де і до війни не було подібних ініціатив, а оцінка реального здоров'я ґрунтів була незавершеною, як і моніторинг їхнього стану, постали небачені виклики в результаті військової агресії РФ. Питання функціонування та відновлення здоров'я порушених внаслідок воєнних дій ґрунтів не може стояти окремо відродження екосистеми (будь-якої антропогенно перетвореної екосистеми), де ґрунти є незамінним структурним

елементом зі своїми іманентними особливостями (грунт як біобезживне, за визначенням Володимира Вернадського, тіло природи).

Як і прямі імпакти (вибухи від різного виду озброєння, потрапляння у ґрунти хімічних речовин, мінування, фізичні впливи від руху техніки, будівництва фортифікаційних споруд, засмічення, пожежі тощо), так й опосередковані (викиди парникових газів внаслідок війни, яких не було б в умовах мирного часу; знищення лісів і лісосмуг; впливи внаслідок руйнування підприємств та інфраструктури, пошкодження систем водозабезпечення та водоочищення; забур'янення на землях сільськогосподарського призначення тощо) діють по-особливому та залежно від конкретних умов. Відповідно, оцінка вказаних впливів повинна бути локальною, враховуючи особливості ґрунтового покриву, його використання, можливості рекультивації.

Таке ґрунтове оцінювання апріорі є системним, бо необхідно оцінити: види імпаکتів, інтенсивність їхнього прояву, зміни в ґрунтовій системі (входи — виходи — потоки — резервуари), стан здоров'я ґрунту, ступінь його деградації, можливості відновлення та експлуатації. Взаємопов'язані компоненти ґрунтів (мінерали, вода, повітря, живі організми, органічна речовина, елементи живлення) по-різному реагують на будь-які впливи. Тому прогноз змін власне ґрунтової системи є надзвичайно складним і потребує детального моделювання, верифікація якого може забезпечуватися тільки належною базою даних. Іншими словами, оцінка хімічного забруднення, скажімо, тільки вмісту в ґрунті окремих важких металів, не забезпечує виявлення змін, наприклад, біорізноманіття цього ґрунту як результату підвищеної кількості полютантів. І це тільки стосовно наших можливостей в оцінюванні окремих параметрів ґрунтів.

Уже є попередні оцінки економічних втрат і втраченої вигоди як результату деградації ґрунтів внаслідок війни. Проте це тільки стосовно агровиробництва, тобто продуктивної функції ґрунтів (продовольство та корми, сировина, енергія), але не їхнього функціонування в контексті забезпечення екосистемних послуг, які надаються ґрунтами. Оціночні величини таких сервісів в середньому становлять для регуляторних функцій (доларів на гектар на рік): якість прісної води — 1965; середовища проживання — 765; клімату — 464; якість повітря — 289 (The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia, 2020). А ще ж є культурний та соціальний компоненти екосистемних послуг (Diaz S. et.al., 2018; Smith P. et.al., 2020), в яких роль ґрунтів не менш значуща, але методологію оцінювання ще не розроблено.

Отже, є нагальна необхідність залучення вчених сфери екосистемних сервісів для розробки методичних рекомендацій з оцінювання збитків для

грунтових послуг та власне їх оцінки як в національному, так і континентальному масштабі, спричинених воєнними діями на території України.

УДК 332.6

**МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ВТРАТ
НА ЗЕМЛЯХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ**

*С. О. Винограденко, к.е.н., доцент, Н. В. Мокерова, старший викладач
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

E-mail: s.vinogradenko15@gmail.com; mokerova.fiz@gmail.com

Повномасштабні військові дії, що охопили Україну з 24 лютого 2022 року, загострили світову гуманітарну і продовольчу кризу та економічні, екологічні і соціальні проблеми людства. На додаток до війни, яка є найбільшою загрозою для людства, продовольча криза та негативний вплив військових дій на навколишнє середовище є не менш важливими. Ескалація збройної агресії становить серйозну загрозу для досягнення цілей сталого розвитку ООН, не лише для країн, безпосередньо залучених до військових дій, але й для інших, особливо в регіонах, що розвиваються, які є більш вразливими до економічної кризи. Збройні конфлікти руйнують навколишнє середовище та знижують продуктивність земель [1]. Виробництво сільськогосподарської продукції є основою національної безпеки, забезпечуючи продовольством внутрішніх споживачів — народ України, та іноземних споживачів через експорт, що в сукупності дозволяє наповнювати ВВП країни та зменшувати частку голодуючих у світі [2]. На ґрунтовий покрив сільськогосподарських угідь негативно впливає пересування важкої техніки, будівництво різноманітних фортифікаційних споруд, обстріли, забруднення залишками знищеної військової техніки та вибухонебезпечних предметів. Руйнування ґрунтового покриву в результаті бойових дій може прискорити різні види деградаційних процесів на цих територіях, знизити родючість і забруднити ґрунтові води та змінити землекористування.

Для оцінки приблизних площ обстеження сільськогосподарських земель шляхом аналізування інформації з офіційних даних Державної служби України з надзвичайних ситуацій про результати обстеження, виявлення, вилучення та знищення вибухонебезпечних предметів доцільно використовувати методи аналізу та інтерполяції. Метод інтерполяції також використовується для визначення неотриманого доходу на орних землях, що постраждали внаслідок бойових дій, по всій території України на основі результатів, отриманих для Харківської області. Метод прогнозування використовується для того, щоб оцінити неотримані доходи агровиробників,

враховуючи неможливість використання посівних площ протягом значного періоду часу.

Для визначення економічних втрат сільськогосподарських угідь на території, що підлягає обстеженню, ми пропонуємо таку послідовність:

площу ріллі та посівних площ, що потребують обстеження / розмінування, розрахувати з використанням площі ріллі та посівних площ згідно зі статистичними даними і відсотком площі, що потребує обстеження / розмінування;

для визначення приблизної кількості днів для обстеження / розмінування ріллі доцільно розділили площу ріллі та посівну площу ріллі, що потребують обстеження / розмінування, на середнє значення площі обстеження / розмінування на день;

вартість робіт з обстеження та розмінування орних земель розрахувати з використанням площі орних земель та посівних площ орних земель, що потребують обстеження / розмінування, а також вартості обстеження / розмінування на 1 га;

для визначення кількості сільськогосподарських культур у тоннах, які не вироблені на небезпечних територіях, можна використати виробництво зернових, бобових та олійних культур і відсоток площі, що потребує обстеження / розмінування;

недоотриманий дохід сільгоспвиробників у 2022 році розраховується множенням кількості сільськогосподарських культур у тоннах, які не будуть зібрані у 2022 році на небезпечних територіях, на середню ціну реалізації зернових, зернобобових та олійних культур.

Література

1. Zhang, Z., Ding, J., Zhao, W., Liu, Y., Pereira, P. (2023). The impact of the armed conflict in Afghanistan on vegetation dynamics. *Science of The Total Environment*, 856. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159138>.

2. FAO (2022). The importance of Ukraine and the Russian Federation for global agricultural markets and the risks associated with the war in Ukraine. Information note 10 June 2022. <https://www.fao.org/3/cb9013en/cb9013en.pdf>.

УДК 631.152.3:636.2

**ТЕНДЕНЦІЇ ТРАНСФОРМАЦІЙ ГАЛУЗЕВОЇ СТРУКТУРИ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ
РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ У ПЕРІОД ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ**

О. О. Красноруцький, д.е.н., професор

Інститут тваринництва НААН

E-mail: oleksiy.krasnorutskyu@gmail.com

Воєнно-політична та соціально-економічна ситуації в державі створили низку нестандартних викликів, з якими ключові галузі національної економіки в цілому та сільськогосподарське виробництво, зокрема, не стикалися протягом усього періоду існування незалежної України. Ускладнення експорту, зрушення в структурі витрат та цін на продукцію, пов'язані з надзвичайним подорожчанням логістичних процедур, загострення виробничих, фінансових та інвестиційних ризиків, зумовлених воєнними діями, прискорили скорочення вітчизняного виробництва та потенціалу його суб'єктів. Значною мірою зазначене відбилося на виробництві продукції тваринництва. Галузь тваринництва протягом трансформаційного періоду лишалася тим напрямом спеціалізації аграрних підприємств, який дозволяв та дозволяє здійснювати компенсацію негативного впливу сезонного та кон'юнктурного факторів на ринках сільськогосподарської продукції. Водночас саме від наявності та масштабів розвитку вказаного галузевого напрямку безпосередньо залежить ефективність формування та мобілізації виробничого потенціалу підприємств в частині збереження родючості ґрунтів.

Суттєве зниження економічної ефективності збуту продукції рослинництва через надмірне збільшення вартості логістичних процедур у нинішніх умовах змушує сільськогосподарських товаровиробників шукати альтернативні шляхи забезпечення належного для розширеного відтворення рівня ефективності основної діяльності. Одним з таких напрямів є трансформація галузевих пропорцій сільськогосподарського виробництва шляхом збільшення питомої ваги тваринницької галузі, що забезпечить раціональну конверсію вартості рослинницької продукції, вирішення низки завдань дотримання продовольчої безпеки, а також збереження родючості ґрунтів через застосування ефективних систем удобрення.

Ключовими стратегічними орієнтирами трансформації галузевих пропорцій та спеціалізації аграрних підприємств повинні стати: недопущення погіршення стану земельних угідь в користуванні агрохолдингів, мультинаціональних компаній та великих землекористувачів з внесенням відповідних регуляторних заходів; дотримання продовольчої безпеки держави шляхом збалансування внутрішнього виробництва завдяки стимулюванню

вітчизняного тваринництва; розвиток експортного потенціалу та зниження імпортозалежності внутрішнього ринку.

На фоні закріплених наразі законодавчо зрушень у функціонуванні ринку земельних ресурсів сільськогосподарського призначення використання такого індикатора, як збереження та поступове зростання родючості та якості ґрунтів, з запровадженням відповідних механізмів застосування обмежень до використання переваг відміни мораторію на обіг сільськогосподарських земель агрохолдингами та великотоварними підприємствами змусить останніх до зрушень у своїй галузевій та товарній спеціалізації у бік розширення виробництва продукції тваринництва, що стимулюватиме також розвиток польового кормовиробництва та збільшення обсягів використання органічних добрив під польовими сівозмінами. За такої умови на практиці виникатимуть певні диспропорції у виробництві кормів, що спростить доступ до них дрібних товаровиробників та створить умови для зростання обсягів виробництва продукції. Також орієнтація великих спеціалізованих господарств на збут продукції переробникам, а дрібних товаровиробників — населенню суттєво скоротить конкуренцію між ними та призведе до досягнення раціональних пропорцій виробництва молока різними групами товаровиробників, ринкові інтереси яких майже не перетинатимуться.

УДК 632.125

ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ПІСЛЯ ПРИПИНЕННЯ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ ЗА УМОВИ ОБМЕЖЕННЯ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

*В. В. Гамаюнова¹, д.с.-г.н., професор, Л. Г. Хоненко¹, к.с.-г.н., доцент,
Т. В. Бакланова², к.с.-г.н., Т. В. Пилипенко³, к.е.н.*

¹Миколаївський державний аграрний університет

²Херсонський державний аграрно-економічний університет

³ДУ «Миколаївська ДСДС ІКОСГ НААН»

E-mail: gamajunova2301@gmail.com

Україна відома в світі як високорозвинена аграрна держава, яка славиться вирощуванням і експортом високоякісного зерна, олійних, овочевих, баштанних, лікарських, багатьох нішевих та інших культур. Для виробництва сільськогосподарської продукції наша країна має добре відпрацьовані технології та високородючі ґрунти. Проте військові дії, які вже продовжуються другий рік, внесли свої негативні корективи до стану ґрунтового покриття значних територій, а ґрунти південних областей додаткового впливу зазнали ще і після руйнування Каховської ГЕС та масштабного підтоплення.

Звісно ж, родючість ґрунтів необхідно буде відновлювати і поліпшувати на всіх і насамперед пошкоджених війною територіях України. Добре відомо, що високородючі ґрунти є стійкими та здатні до самовідновлення. Проте такий процес досить тривалий — 10—20 років і більше залежно від стану ґрунту та умов зволоження зони. Також повоєнне відновлення ґрунтів України, зокрема Херсонської і Миколаївської областей, що мали зрошувальні системи, для поліпшення потребуватиме ґрунтового очищення і меліоративних заходів щодо зменшення вмісту солей і важких металів.

Для набуття ознак родючості ґрунтів на засадах заощадження витрат та ресурсозбереження, на нашу думку необхідно першочергово запровадити:

хоча б частково планувати добір сільськогосподарських культур у сівозмінах з включенням багаторічних трав. Це дозволить збагатити ґрунт органічною речовиною, біологічним (безкоштовним) азотом, забезпечить їх розсолення та очищення;

у разі неможливості сівби люцерни й інших багаторічних культур, окремо чи у сумішках, вирощувати однорічні бобові, зокрема, горох (озиму та яру форми), сою, нут тощо. Вони також поповнюватимуть ґрунт свіжою органікою, збагаченою азотом, й підвищуватимуть його мікробіологічну активність;

істотне поповнення органічної речовини в ґрунтах майже безкоштовно здатна забезпечити солома зернових колосових культур та післяжнивнико-кореневі залишки всіх рослин, які вирощували на полі. До збіднених на азот післязбиральних рештків необхідно додатково внести азотне добриво із розрахунку 7—10 кг на кожну зароблену тонну [1]. Для пришвидшення розкладання й посилення мікробіологічної діяльності використовувати сучасні біопрепарати і деструктори стерні [2, 3]. Враховуємо, що 1 т соломи з додаванням азоту здатна замінити 4—5 т традиційного гною.

Для відновлення ґрунтової родючості найбільшого значення матиме саме збагачення їх органічною речовиною. Адже нині ґрунти досить ущільнені й збіднені на органіку, вони характеризуються оптимальними фізико-механічними властивостями, водорозчинністю й відповідно водоутримуючою здатністю. Після дощів волога швидко випаровується і втрачається. Такі втрати, на жаль, є непродуктивними — волога не працює на підвищення врожайів. За припинення зрошення і на богарних землях рівень урожайності всіх сільськогосподарських культур визначає саме волога, яка знаходиться у першому мінімумі серед відомих факторів вирощування рослин. Це останніми роками набуває особливої актуальності, коли відбувається нарощування температурного режиму та загалом зміни клімату [4].

Зазначимо, що для ґрунтових відмін зони Південного Степу України характерною була слабка ступінь солонцюватості та лужність. Але з припиненням зрошення ці складові зростатимуть, що необхідно враховувати.

Реакція ґрунту дуже впливає на розвиток рослин і ґрунтових мікроорганізмів, швидкість і спрямованість хімічних і біохімічних процесів, що відбуваються в ньому. Засвоєння рослинами поживних речовин, діяльність ґрунтових мікроорганізмів, мінералізація органічних речовин, розкладання ґрунтових мінералів і розчинення важкорозчинних сполук, коагуляція і пептизація колоїдів й інші фізико-хімічні процеси значною мірою залежать від реакції ґрунту. Вона впливає на ефективність внесених у ґрунт добрив. Добрива так само можуть змінювати реакцію ґрунтового розчину, підкислювати або підлужувати його.

Лужність ґрунтового розчину переноситься рослинами гірше, ніж кислотність. У лужному середовищі розчиняється протоплазма рослин, пептизуються колоїди. Лужні ґрунти є безструктурними з несприятливим водним, тепловим, повітряним, мікробіологічним і поживним режимами. До них належать солонці, солончаки, такири.

Висока лужність ґрунту зумовлює ряд несприятливих явищ: накопичення у ґрунті токсичних солей; зниження його біологічної активності; підвищення вбирної здатності аніонів, зменшення розчинності аніонів фосфорної кислоти; порушення біохімічних реакцій в клітинах і тканинах рослин.

Основними заходами боротьби із лужністю ґрунту є гіпсування ґрунту і застосування високих норм органічних добрив. Гній бажано вносити в нормі 100—200 т/га. (Гіпсування проводять, коли вміст обмінного натрію перевищує 3 % від суми всіх увібраних катіонів) [5].

Під час хімічної меліорації з ґрунтового вбирного комплексу витісняються іони натрію і магнію та замінюються на іони кальцію. Одночасно з цим гіпс нейтралізує соду в ґрунтовому розчині, яка є шкідливою для рослин.

Багатий землеробський досвід і аналіз наукових досліджень свідчать, що нехтування необхідністю проведення меліорації ґрунтів призводить до суттєвого недобору врожаїв, інтенсифікації процесів декальцинації, вторинного засолення, осолонцювання, підвищення рухомості важких металів, їх накопичення в рослинницькій продукції тощо [6].

Нині проведення гіпсування є досить витратним елементом оздоровлення ґрунту. Тож його структуру та різні ступені солонцюватості радимо поліпшувати шляхом впровадження ресурсощадних заходів, які ми вже наводили.

Крім збагачення ґрунтів достатньою кількістю органіки й маловитратними місцевими компостами, вирощування багаторічних трав та

однорічних бобових рослин, слід добирати до переліку й солевитривалі та посухостійкі культури, такі як різновиди сорго, кукурудзу, льон, рижій тощо. Із переліку рекомендованих до вирощування в умовах зони сортів і гібридів рослин добирати більш ранньостиглі, які здатні забезпечувати сталу продуктивність переважно завдяки осінньо-зимовим опадам.

Література

1. Гамаюнова В. В. Ефективність сумісного застосування соломи і мінеральних добрив на врожай і якість сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня України : автореф. канд. дис. Київ, 1983. 22 с.

2. Сидякіна О. В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях // Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. 2021. Вип. 119. С. 123—129.

3. Gamajunova V., Panfilova A., Kovalenko O., Khonenko L., Baklanova T., Sydiakina O. (2021) Better Management of Soil Fertility in the Southern Steppe Zone of Ukraine. Springer International Publishing Switzerland. Soils Under Stress. P. 163—171. Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68394-8_16.

4. Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження / В. В. Гамаюнова, О. А. Коваленко, Л. Г. Хоненко // Рациональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій : колективна монографія / За ред. П. В. Писаренка, Т. О. Чайка, І. О. Яснолюб. Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С. 232—342.

5. Еколого-агротехнологічний моніторинг зрошуваних земель: моделювання і програмування : монографія / В. В. Морозов, В. В. Гамаюнова, О. І. Сидоренко, В. І. Пічура. Херсон : ЛТ-офіс, 2010. 127 с.

6. Стан та перспективи гіпсування ґрунтів півдня України / В. В. Гамаюнова, Л. Г. Хоненко, Л. М. Гирля, Г. А. Макарова // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2009. Вип. 3 (50). С. 124—130.

УДК 633.4+332.33

СИСТЕМА ЗАХОДІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ, ПОРУШЕНИХ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ

Л. П. Коломієць, к.с.-г.н., старш. наук. співроб.

Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»

E-mail: erosia-stop@ukr.net

Збройна агресія російської федерації завдала величезної шкоди природним ресурсам і найбільшою мірою ґрунтовому покриву України. Українська земля перетворилася на жаклиний полігон для випробування агресором різних видів озброєння — від потужних гаубиць і систем залпового вогню до фосфорних і вакуумних бомб, крилатих ракет різного призначення.

Крім безпосередньої руйнації і забруднення створюваного віками ґрунтового покриву, значну частину сільськогосподарських територій заміновано та насичено різними вибуховими предметами, що унеможлиблює безпечно проведення сільськогосподарських робіт аграріями.

Широкомасштабне вторгнення російської федерації в Україну докорінно змінило умови і форми використання земель сільськогосподарського призначення деокупованих територій та тих, які знаходяться безпосередньо в зоні бойових дій, перешкоджаючи при цьому сталому розвитку територіальних громад, їх продуктивній сільськогосподарській діяльності, оскільки кожен вибух боєприпасів — це крок до деградації ґрунтів, удар по їх екологічно-токсикологічному стану і в цілому по сільськогосподарському потенціалу держави.

Враховуючи соціальну, виробничу і екологічну ситуацію, що нині склалася в аграрному землекористуванні держави, виникає нагальна потреба пошуку актуальних підходів і шляхів впровадження високопродуктивного безпечного використання сільськогосподарських земельних угідь як під час повномасштабної війни, так і у період повоєнного відновлення.

Це актуалізує необхідність проведення наукових досліджень, спрямованих на отримання нових знань щодо функціонування землеробських систем й окремих їх складових в умовах воєнних дій та після їх завершення з метою створення новітніх наукових продуктів, здатних забезпечити збільшення обсягів виробництва конкурентоспроможної продукції землеробства, зменшити екологічну шкоду, нанесену аграрному сектору економіки збройною агресією.

Учені ННЦ «ІЗ НААН» розпочали комплексні дослідження наукового обґрунтування і визначення ефективності системи заходів для відновлення порушених бойовими діями агроландшафтів. Зокрема, для реалізації рішень Постанови Президії НААН «Про виконання науково-дослідних робіт в умовах збройної агресії РФ» (протокол № 5 від 23 березня 2022 р.) ініційовано низку пріоритетних напрямів наукових досліджень, які потребують особливої уваги до їх виконання.

Водночас для проведення та координації досліджень впливу бойових дій на ґрунтовий покрив в Інституті на базі відділу сільськогосподарського землекористування і захисту ґрунтів від ерозії створено робочу групу з виконання НДР «Визначити напрями відновлення та використання земель сільськогосподарського призначення, порушених внаслідок ведення воєнних дій».

Нині процеси дослідження белігеративних ландшафтів досить невизначені у методичному відношенні і поки що не повною мірою

опрацьовані науковцями. Складність НДР полягає не лише в самій структурі таких ландшафтних систем, можливості їх класифікації, але й у необхідності комплексних наукових досліджень для оцінки їх порушеності, реального агроекологічного стану, придатності до подальшого раціонального використання.

За об'єкт дослідження взято землекористування бази селекції ННЦ «ІЗ НААН» с. Копилів (Бучанський р-н Київської обл.), де у лютому-березні 2022 року відбулися воєнні дії, розміщувалися військові техніка та зброя.

Для визначення напрямів відновлення та подальшого високопродуктивного використання земельних угідь, порушених внаслідок воєнних дій, науковцями ННЦ «ІЗ НААН» проведено агроекологічне обстеження території дослідного поля (бази селекції ННЦ «ІЗ НААН») з метою виявлення military waste, забруднення хімічними елементами.

У пробах ґрунту, відібраних у місцях падіння та вибухів снарядів артилерійських систем і реактивної артилерії різного калібру, встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій у 2—4 рази важких металів, зокрема, мідь, свинець, цинк, кадмій, які використовуються у складі різних боєприпасів та як комплекти ударно-запалювального складу (експериментальні аналітичні визначення вмісту (концентрації) шкідливих речовин проводилися відділом агроекології і аналітичних досліджень Інституту).

Основною метою досліджень є обґрунтування та розроблення системи агротехнологічних заходів за ведення відновлювального ландшафтно-адаптивного землеробства, що слугуватиме передумовою вибору ефективних форм організації й удосконаленню механізму управління землекористуванням в умовах воєнних та післявоєнних дій.

УДК 631.4: 504

**ПРОБЛЕМА МОНІТОРИНГУ ТА МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ҐРУНТІВ
УКРАЇНИ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ,
СПРИЧИНЕНОГО ВОЄННИМИ ДІЯМИ**

О. А. Войцеховська, А. А. Вовк

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Проілюстровано наслідки хімічного забруднення ґрунтів важкими металами внаслідок війни та вибір найбільш оптимальних методів мінімізації негативного впливу важких металів на ґрунти.

Ключові слова: *хімічне забруднення ґрунтів, важкі метали, бойові дії, методи очищення ґрунтів.*

Вступ. Від початку повномасштабного вторгнення рф зруйнувала та продовжує нищити інфраструктуру та життя людей в Україні. Війна становить загрозу для здоров'я українців ще й у довготривалій перспективі — через забруднення довкілля. Внаслідок воєнних дій в сотні разів перевищено гранично допустимі концентрації важких металів у ґрунті, що зумовлює неможливість вирощувати будь-що на таких ґрунтах тривалий час. Для скорочення часу відновлення ґрунтів уражені території потребують рекультивациі, стратегію якої потрібно розробляти вже зараз.

Матеріали та методи досліджень. Використано картографічні матеріали та дані дистанційного зондування території, результати досліджень, інтерактивні картографічні матеріали, державні документи. Застосовано методи узагальнення та аналізу досліджень, ландшафтної індикації.

Результати та їх обговорення. Фахівці Держекоінспекції зафіксували та розрахували кількісний показник шкоди, завданої війною та окупантами на території України, станом на 25.01.2023, зокрема: 280904 кв. м ґрунтів забруднено небезпечними речовинами; 12277 кв. м земель засмічено залишками знищених об'єктів та боєприпасів (рис.1) [1]. За розрахунками вчених зона ризикового сільського господарства в Україні, в межах якої немає можливості провести посівну кампанію або землі якої наразі недоступні, становить 202600 кв. км, це майже 34 % усієї площі сучасної України [2]. На сервісі протимінної діяльності ДСНС представлено мапу, де відображуються місця, на яких вже виявлено або ймовірно знаходяться вибухонебезпечні предмети та ступінь загрози від них (рис. 2) [3].



Рис. 1. Мапа Українських агроландшафтів в контексті російської воєнної агресії станом на 16.03.2022 (червоний колір позначає агроландшафти України, які знаходяться в межах зони ризикового сільського господарства)



Рис. 2. Карта територій, які можуть бути пошкоджені вибухонебезпечними предметами (станом на 09.02.2023)

Заходами стратегії очищення та відновлення ґрунтів є:

- заборона ведення сільського господарства на уражених внаслідок військових дій територіях;
- розмінування територій;
- обстеження ґрунтів деокупованих та уражених територій, визначення ступеня їх деградації;
- розроблення системи моніторингу та охорони уражених ґрунтів;
- надання ураженим землям спеціального статусу;
- розроблення класифікації уражених земель, що базується на виді та ступені ураження;
- удосконалення нормативно-правового забезпечення охорони ґрунтів відповідно до європейського ґрунтового законодавства;
- дослідження та розроблення способів відновлення ґрунтів;
- розглядати ґрунти як цілісну екосистему. Ураження ґрунтів унаслідок військових дій має серйозний вплив на навколишнє середовище. Його можна класифікувати на механічні, фізичні і хімічні види. Механічне ураження виникає внаслідок деформації ґрунту під час руху військової техніки, будівництва захисних споруд і розмінування. Фізичне ураження пов'язане зі зміною фізичних параметрів ґрунту через застосування зброї та військової техніки, як-от вібрація, радіація і тепло. Хімічне ураження містить зміну хімічних властивостей ґрунту, а саме: рН, катіонний обмін і вміст гумусу, а також збільшення концентрації токсичних речовин.

Для очищення ґрунту від забруднень важкими металами використовуються різні методи. Біологічні методи містять фітореMediaцію [4], коли спеціальні види рослин поглинають токсичні метали з ґрунту, і біореMediaцію [5], коли мікроорганізми нейтралізують токсичні речовини. Хімічні методи використовують хелатуючі агенти для видалення важких металів [6] або осадження, за якого важкі метали осідають на дно рідини [7]. Фізичні методи передбачають термічну обробку, коли ґрунт нагрівається для знищення забруднень. Фізико-хімічні методи використовують електрохімічне очищення [8] або електрокінетичний метод [9] із застосуванням хімічних реактивів.

Кожний метод має свої переваги і недоліки: вартість і тривалість процесу очищення, вплив на ґрунтовий профіль та надходження сторонніх речовин. Біологічні методи зберігають непорушний стан ґрунту, але можуть бути довготривалими і обмеженими у розкладі речовин. Хімічні методи ефективні, але можуть вимагати великої кількості води та впливати на ґрунт іншими речовинами. Фізичні методи є ефективними, проте можуть знищувати біоту та

впливати на вологість ґрунту. Фізико-хімічні методи високоефективні, але мають високу вартість.

Загалом, очищення ґрунту від забруднень важкими металами є складним завданням і використання комбінації різних методів може бути найбільш ефективним підходом. Обираючи метод, необхідно враховувати специфіку забруднень, особливості ґрунту та його навколишнього середовища, а також фінансові та часові обмеження.

Проблеми моніторингу ґрунтів України, забруднених важкими металами внаслідок військових дій, та методи їх очищення на тепер надзвичайно актуальні. Звичайно, дослідження цих питань вимагає польових досліджень та низки лабораторних аналізів. Однак у своїй роботі ми намагаємося привернути увагу до цієї надзвичайно важливої проблеми.

Для прикладу ми наводимо розрахунки забруднення ґрунтів внаслідок гіпотетичної ситуації після розриву лише одного снаряду діаметром 152 мм (табл. 1). Розрахунки перевищень норм ГДК виконано на основі гігієнічних регламентів допустимого вмісту важких металів у ґрунті відповідно до наказу МОЗ від 14.07.2020 № 1595 «Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті» [10].

Таблица 1

Кількість хімічних елементів, що потрапляють в ґрунт від снаряду*

Калібр снаряду, мм	Маса заліза, кг	Маса вуглецю, кг	Маса сірки, кг	Маса міді, кг
82	2,88	0,04	0,05	0,02
120	17,27	0,27	0,32	0,12
152	37,43	0,58	7,02	0,27
220	17,72	1,46	1,7	0,73

*Таблицю створено на основі дослідження [11].

У таблиці наведено не всі хімічні речовини, що забруднюють ґрунт у результаті ураження снарядом, але за наявними ми можемо змоделювати приблизний ступінь ураження ґрунту та порівняти його з гігієнічними нормами. Оскільки ступінь ураження ґрунту можна оцінити лише в лабораторних умовах, для показового прикладу ми візьмемо гіпотетичний випадок. Площа ураження буде різнитися навіть за умови використання одного снаряду у двох різних місцях (це зумовлюється різністю фізичних властивостей ґрунтів). За відсутності точної інформації про обсяг ураженої площі землі, зробимо припущення, яке базується на середніх розмірах воронки, які були зафіксовані. В результаті маємо ≈ 240 кг ураженої землі. Для розрахунків шкоди візьмемо калібр снаряда 152 мм, в результаті отримуємо:

15595 мг/кг заліза, ГДК 0 мг/кг — велике перевищення норми;
2925 мг/кг сірки, ГДК 160 мг/кг — перевищення норми у 18,28 раза;
112,5 мг/кг міді, ГДК 3 мг/кг — перевищення норми у 37,5 раза [10].

Висновок. Уже 280904 м² ґрунтів забруднено небезпечними речовинами в результаті ураження землі війною. Сучасні методи очищення ґрунтів від важких металів розраховані на техногенне промислове забруднення з перевищенням ГДК у 2—5 разів, а не у 37. Найефективнішими методиками очищення ґрунтів від важких металів є поєднання декількох методів, їх середня вартість становить \$175 за 1 м³ ґрунту, а щоб рекультивувати всі уражені землі необхідно приблизно \$49158200. Очевидно, що очищення усіх цих земель неможливе, бо для цього потрібно дуже багато ресурсів і не завжди це буде доцільно. Отже, потрібно виробляти систему пріоритетності та спонсорувати проекти з розроблення нових методів, які б дозволили знешкоджувати хімічне забруднення, яке перевищує норми у десятки разів.

Література

1. За 11 місяців війни російська агресія завдала збитків довіллю на суму понад 1 трлн 743 млрд гривень : результати здійснення державного моніторингу Державною екологічною інспекцією України. Режим доступу : <https://www.dei.gov.ua/posts/2499>
2. Василюк О., Коломицев Г. Майже третина українських полів може бути незасіяними або недоступними. Електронний ресурс : стаття. Режим доступу : <https://uncg.org.ua/a-third-ua-crops/>
3. Інтерактивна карта території, яка виявилася може бути пошкоджені вибухонебезпечними предметами / Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Електронний ресурс. Режим доступу : <https://mine.dsns.gov.ua/>
4. Фіторемедіація забруднених ґрунтів. Режим доступу : <http://repository.vsau.org/getfile.php/4981.pdf>
5. В. Л. Самохвалова Біологічні методи ремедіації ґрунтів, забруднених важкими металами. Режим доступу : <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:QaJ1I4blaiYJ:publication.s.lnu.edu.ua/journals/index.php/biology/article/download/168/167&cd=9&hl=ru&t=clnk&gl=ua>
6. Хелатуєчий агент EDTA — це основа високоякісного сучасного мікродобрива. Режим доступу : <https://uarostok.ua/statt/helatuyuchi-agent-edta-ce-osnova-visokoyaksnogo-suchasnogo-mkrodobriva/>
7. Методи осадження та комплексоутворення / Український державний хіміко-технологічний університет Режим доступу : <https://udhtu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/MU-Metody-osadzhennya-ta-kompleksoutvorennya.-Teoriya-LR-2kurs-1.pdf>
8. Удосконалення математичної моделі питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами. Режим доступу :

http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7230/nf_051_tезы_lviv_2015.pdf?sequence=1

9. Електрофізичні методи ремедіації ґрунту та ґрунтових вод. Режим доступу :

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Energiya/article/download/3812/3731>

10. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.2020 № 1595 «Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті». Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text>

11. Войціховська А., Норенко К. Понад 9 млн грн збитків нанесено ґрунтам від розривів снарядів на Донеччині : дослідження організації «Екологія—Право—Людина». Режим доступу : <http://epl.org.ua/announces/ponad-9-mln-hrn-zbytkiv-naneseno-gruntam-vid-rozryviv-snariadiv-na-donechchyni/>

12. Національне багатство України — чорноземи — під загрозою знищення / Святослав Балюк, Анатолій Кучер. Електронний ресурс. Режим доступу : <http://www.golos.com.ua/article/366511>

УДК 338.48:502.05/.5/.8:631.4/.8

ПОВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНСЬКОГО СТЕПУ

А. М. Кирильчук, к.с.-г.н., О. Б. Орленко, к.т.н., В. Д. Шкляр

Український інститут експертизи сортів рослин

E-mail: angela.kyrylchuk@gmail.com

Від 24 лютого 2022 року триває масштабна збройна агресія росії проти України. Внаслідок розривів снарядів, проїзду важкої техніки, будівництва різноманітних укріплень та фортифікаційних споруд відбулося значне пошкодження ґрунтового покриву. 6 червня 2023 року російські окупанти вдалися до чергового акту екоциду — знищення греблі Каховської ГЕС, який загрожує екологічними наслідками для півдня України і всього Чорноморського регіону. Наслідками пошкоджень є забруднення ґрунту, ґрунтових вод, ерозійні процеси, зниження родючості.

Точні збитки від завданої шкоди, втраченої вигоди від наслідків бойових дій та затоплення сільськогосподарських угідь можливо буде оцінити лише після відходу води та деокупації постраждалої території.

Для визначення стану ґрунтового покриву, що зазнав затоплення та руйнацій, пропонується провести ґрунтово-агрохімічне обстеження території для визначення ступеню погіршення стану ґрунту з подальшим розробленням заходів щодо його рекультивації.

Важливим компонентом ландшафту українського степу є його ґрунти. У степовій зоні продукується трав'яниста рослинність, яка формує дернину та густу мережу коріння. Тож дощова або тала вода вбирається перш ніж

встигне просочити ґрунт і не потрапляє нижче 10 см від поверхні — рослини її накопичують і зберігають на час спеки. Саме тому степ можна назвати «лісом догори дригом». Заліснення степу погана ідея, яка тільки шкодить степовим екосистемам. У степу, в сухих умовах розвивається найбільше різноманіття трав'янистих рослин, які починають квітнути із початку лютого і у березні. Якщо в лісі на 1 м² розміститься від 2 до 5 видів рослин, то в степу понад 100. У нинішньому кліматі новий ліс у степу виростити вже неможливо.

На думку ґрунтознавців, у степу знаходяться найродючіші на планеті чорноземи та каштанові ґрунти. Степова флора активно поглинає атмосферний вуглець і, відмираючи, згодом утворює родючий шар. Завдяки сухості ґрунту, чорнозем може накопичуватися нескінченно, подекуди в степу товщина чорнозему перевищує 2 м, тоді як у лісі це, як правило, не більше 5 сантиметрів.

Для відновлення ґрунту в степу доцільно мати донорські ділянки, на яких систематично впродовж кількох років, вилучивши чужорідну рослинність (на кшталт амброзії), скошувати рослини в період плодоношення та розсипати сіно на розораних ділянках, трамбувати його за допомогою спеціальних сільськогосподарських котків. Розсіювання рослин вітром триватиме довше, наприклад, на землях Луганщини, які припинили орати 15 років тому, рослинність майже відновилась. Водночас потрібен випас копитних, які не дозволять заростати кущами.

Унікальна місцина площею близько 11 тис. га — Долина Курганів на Херсонщині на березі Дніпровського лиману. В Україні немає жодного такого місця, де, стоячи на верхівці одного кургану, можна було б навколо бачити сотні інших. Туди веде тільки ґрунтова дорога, немає населених пунктів, інфраструктури, дуже спекотно, а впродовж частини року випадають зливи, тому Долина Курганів досі не стала археологічною і туристичною Меккою.

На окупованій частині Донбасу майже всі шахти затоплено, тому повернувшись до складу України, вона більше ніколи повноцінно не буде центром вугільної промисловості. Майбутнє Криму теж не буде таким, як у минулому — він цілком може стати туристичним. Лише завдяки Луганщині й Криму в Європі досі зберігся справжній степ. Лише на Луганщині є степові простори Донецького кряжу, на яких до обрію видно виключно природні ландшафти. Там можна літати на парапланах, повітряних кулях, організувати кінний туризм. Саме степ, який закінчується аж на Одещині, робить Україну особливою, відрізняючи її від інших європейських країн. Степи — це нереалізована туристична цікавинка України. Цей великий потенціал допоможе не тільки врятувати наші степи, а й відновити окуповані нині

території, подарувати їм майбутнє, яке бачиться значно кращим, ніж їхнє минуле.

УДК 504.054:631.453:631.95

ЗАХОДИ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ УКРАЇНИ

*Б. І. Ориник, О. З. Бровко, Г. М. Дзяба, Г. М. Огороднік
Тернопільська філія ДУ «Держґрунтохорона»
E-mail: Terno_rod@ukr.net*

Унаслідок воєнних дій ґрунти зазнають негативного впливу — механічного, хімічного та фізичного. Це призводить до зміни щільності, пористості, розвитку ерозії, утворення кислої або лужної реакції ґрунтового середовища, зниження обмінної ємності катіонів, втрати поживних речовин, забруднення токсичними речовинами (особливо важкими металами), негативного впливу на життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів, скорочення видового складу рослинності, її пригнічення або повної загибелі. Найбільшій небезпеці піддаються кінцеві ланки харчового ланцюга, у тому числі людина.

З агрономічної й екологічної точки зору необхідні агротехнічні заходи, що сприяли б зниженню надходження важких металів у рослини і зменшенню їх умісту в кореновому шарі ґрунту, а саме:

зняття та видалення верхнього забрудненого шару ґрунту або проведення глибокої плантажної оранки;

глинування легких ґрунтів для зменшення рухомості і включення в біотичний колообіг важких металів, оскільки глинисті мінерали їх інтенсивно поглинають;

застосування органічних речовин — сорбентів важких металів, з якими вони утворюють різної міцності органо-мінеральні комплекси. Тому внесення органічних добрив є одним з ефективних методів боротьби з активністю важких металів і їх вбиранням рослинами;

вапнування ґрунтів різко зменшує рухомість і біологічне поглинання важких металів, оскільки гідроксиди важких металів — не розчинні у воді сполуки;

використання природних сорбентів (базальтовий туф, цеоліти, магнетит тощо). Запаси базальтових туфів на території України за оцінками екологів сягають 1 млрд тонн.

Фахівцями Тернопільської філії ДУ «Держґрунтохорона» зареєстровано патент № 112025 «Спосіб очищення ґрунтів від радіонуклідів, важких металів

і пестицидів» (Брошак І. С. та ін.), яким запропоновано очищення ґрунтів внесенням у забруднений ґрунт базальтового туфу (сорбуючого матеріалу) фракцією 0,2—0,5 мм кількістю 6—10 т на 1 га площі залежно від ступеня забрудненості ґрунту.

Для детоксикації ґрунтів від важких металів також можна використовувати такі методи:

1. внесення біопрепаратів для фіксації важких металів біомасою бактерій;
2. внесення флоталю ($\text{H}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$) або глоталю ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \times \text{CaSO}_4$), які витісняють важкі метали з наступним їх вимиванням у нижчі шари ґрунту;

3. вирощування толерантних рослин, які поглинають велику кількість важких металів, з наступним вивезенням біомаси з поля і її знищенням (фіторе mediaція). Фіторе mediaція успішно використовується вже в багатьох країнах світу, зокрема цікавий досвід США. В Україні, на жаль, таких програм немає;

4. в умовах забруднення ґрунтів можна використовувати мікоризні гриби за двома напрямками:

фітоекстракція — очищення ґрунтів шляхом накопичення в організмі рослини небезпечних забруднень, знімаючи токсичне отруєння ґрунтів;

фітостабілізація — коли за допомогою мікоризованих рослин хімічні сполуки переводяться в менш рухому й активну форму, що важливо для іммобілізації шкідливих металів у ґрунті.

Обираючи спосіб детоксикації слід виходити із специфіки і ступеня забруднення, властивостей ґрунту (наприклад, вапнування дає ефект тільки на ґрунтах з кислою реакцією ґрунтового розчину), цільового призначення або використання ділянки, що відновлюється, а також від наявності результативних та економічно ефективних технологій.

УДК 504.054:631.453:631.95

ЗАХОДИ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ ҐРУНТІВ, ЯКІ ПОСТРАЖДАЛИ ВІД ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ

*Є. В. Ярмоленко, М. В. Алексеєнко, В. М. Романенко, С. М. Бондаренко
ДУ «Держґрунтохорона»*

Війна росії проти України завдала та продовжує завдавати серйозної шкоди ґрунтовому середовищу, спричиняючи широкомасштабну та довготривалу деградацію довкілля.

Порушення ґрунтового покриву внаслідок бомбардувань та обстрілів, мінні поля, знищена важка військова техніка, розливи нафти, вигорілі від

пожеж ділянки, зсуви є основними індикаторами впливу військових дій на стійкість ґрунтів. Деградація ґрунтів спричиняє серйозні соціально-економічні наслідки як на місцевому, так і на національному рівні.

Воєнні дії призводять не лише до фізичного погіршення стану ґрунту, але й до його хімічного забруднення. Пряме потрапляння снарядів, згоріла військова техніка та нафтопродукти руйнують екосистему, забруднюють ґрунти та воду важкими металами і токсичними елементами.

Особливу небезпеку становить забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення важкими металами, оскільки вони є надзвичайно токсичними навіть у мінімальних кількостях. Важкі метали не піддаються процесам розкладання, а здатні лише перерозподілятися у навколишньому природному середовищі. Вони мають здатність накопичуватися у сільськогосподарських культурах, а після їх споживання — концентруватися в живих організмах, викликаючи при цьому різні патології. Основними забруднювачами ґрунтів вважаються свинець, кадмій та цинк.

Важкі метали здатні зберігатися у ґрунтах багато років. Більшість з них перебуває у «зв'язаній» формі, тобто закріпленій у стійких органо-мінеральних комплексах внаслідок складних хімічних та фізико-хімічних процесів, які відбуваються у ґрунтах. Тільки невелика частка від загального вмісту цих елементів міститься, власне, у ґрунтовому розчині й може бути доступною для поглинання рослинами. Відповідно основні заходи для знезараження ґрунтів спрямовуються саме на зменшення рухомості й біодоступності важких металів для запобігання їх накопичення в рослинах і міграції у водні джерела (ґрунтові води, річки, ставки). Доступність важких металів у ґрунтах залежить від багатьох факторів, зокрема, від вмісту фракцій фізичної глини у гранулометричному складі ґрунтів, кислотності (рН) ґрунту, вмісту органічної речовини (гумусу), її фракційного складу тощо. Тому застосування таких заходів є особливо актуальним на кислих, малогумусних ґрунтах легкого гранулометричного складу, які не здатні міцно утримувати важкі метали у малорухомих формах.

Зважаючи на значну площу сільськогосподарських земель, уражених впливом бойових дій, і необхідність прискореного повернення їх в аграрне виробництво, доречно впроваджувати дієві невитратні та добре апробовані заходи для їх відновлення, які можна застосовувати безпосередньо у польових умовах без вилучення ґрунтів для лабораторної санації або поховання.

Дослідженнями ґрунтів фахівцями ДУ «Держґрунтохорона» встановлено їх забруднення важкими металами. На окремих ділянках відмічено перевищення їх гранично допустимих концентрацій. Такі ділянки заборонено використовувати для сільськогосподарського товарного виробництва.

Реалізація заходів для відновлення ґрунтового покриву передбачає методи:

механічні — зняття верхнього забрудненого шару ґрунту, створення нового орного горизонту завдяки створенню насипної товщі, плантажної оранки, глинування;

фізико-хімічні — вапнування, внесення фосфорних, органічних, мінеральних, фторвмісних, цинковмісних добрив, застосування сорбуючих матеріалів природного та штучного походження);

біологічні — використання біопрепаратів, вирощування толерантних культур, фіторе mediaція, біоре mediaція, відновлення ґрунтів, використання препаратів мікробних ПАР, застосування гумінових кислот;

комплексні — рекультивація, витіснення важких металів та промивання ґрунтів.

Кардинальні зміни стану ґрунтів потребують термінових і всебічних досліджень та подальшого розроблення політики управління пошкодженими війною ґрунтами. Бездіяльність у цьому напрямі може призвести до прискорення ерозії ґрунтів, що негативно вплине на виробництво, поширення токсичних і забруднених сільськогосподарських та інших продуктів, а також на здоров'я людей.

УДК 631.4

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛИХ ГРЯДОК РОЗУМА ТА СТИМУЛЯТОРА МІКОРИЗОУТВОРЕННЯ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ҐРУНТІВ, ПОРУШЕНИХ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ

*С. В. Шапран¹, О. В. Дмитренко¹, к.с.-г.н., Л. П. Молдаван¹,
В. П. Оліферчук², д.б.н., професор, В. М. Розум³, В. О. Родіонова³,
В. О. Мовчан⁴, к.б.н.*

¹ДУ «Держґрунтохорона»

²Львівський лісотехнічний університет

³Центр пермакультури «Родарія»

⁴Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»

Для визначення стану ґрунтового покриву територій, які зазнали впливу артилерійських та мінометних обстрілів, фахівці ДУ «Держґрунтохорона», учасники семінару «Рекультивація землі після воєнних дій» на базі навчально-демонстраційного центру пермакультури «Родарія» (с. Торф'яне Бородянського району Київської області), студенти Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна» обстежили окремі уражені навколишні ділянки.

Зразки відбиралися з глибини 2,5 см, 5 см і 20 см за мультитінкрементним

дизайном відбору проб ґрунту навколо вирв для аналізу широкого спектру еколого-агрохімічних показників з метою проведення подальшої рекультивації території.

Аналізування місць, ушкоджених обстрілами, засвідчив, що вплив на оточуюче середовище залежить від температурних наслідків вибуху, тому зона опалених дерев та ґрунту суттєво відрізнялася від інших досліджуваних ділянок. Через рік після обстрілів уміст легкогідролізованого азоту був мінімальним у кратері вибуху і збільшувався поступово з віддаленістю від епіцентру.

Водночас порушення ґрунтового покриву були значно меншими в середині та навколо вирви 3, що розташована на лучно-торф'яному ґрунті з високим рівнем рослинного покриву. Отже, порушення та відновлення місць, ушкоджених обстрілами, безпосередньо залежать від типу ґрунту та рослинності (рис.1).

Рекультивацію було запропоновано проводити за допомогою технології теплих грядок Розума (ТГР), в основі яких є траншея, щільно наповнена різноманітною органікою та іншими факторами родючості, яка не засипається зверху землею, а замульчовується.

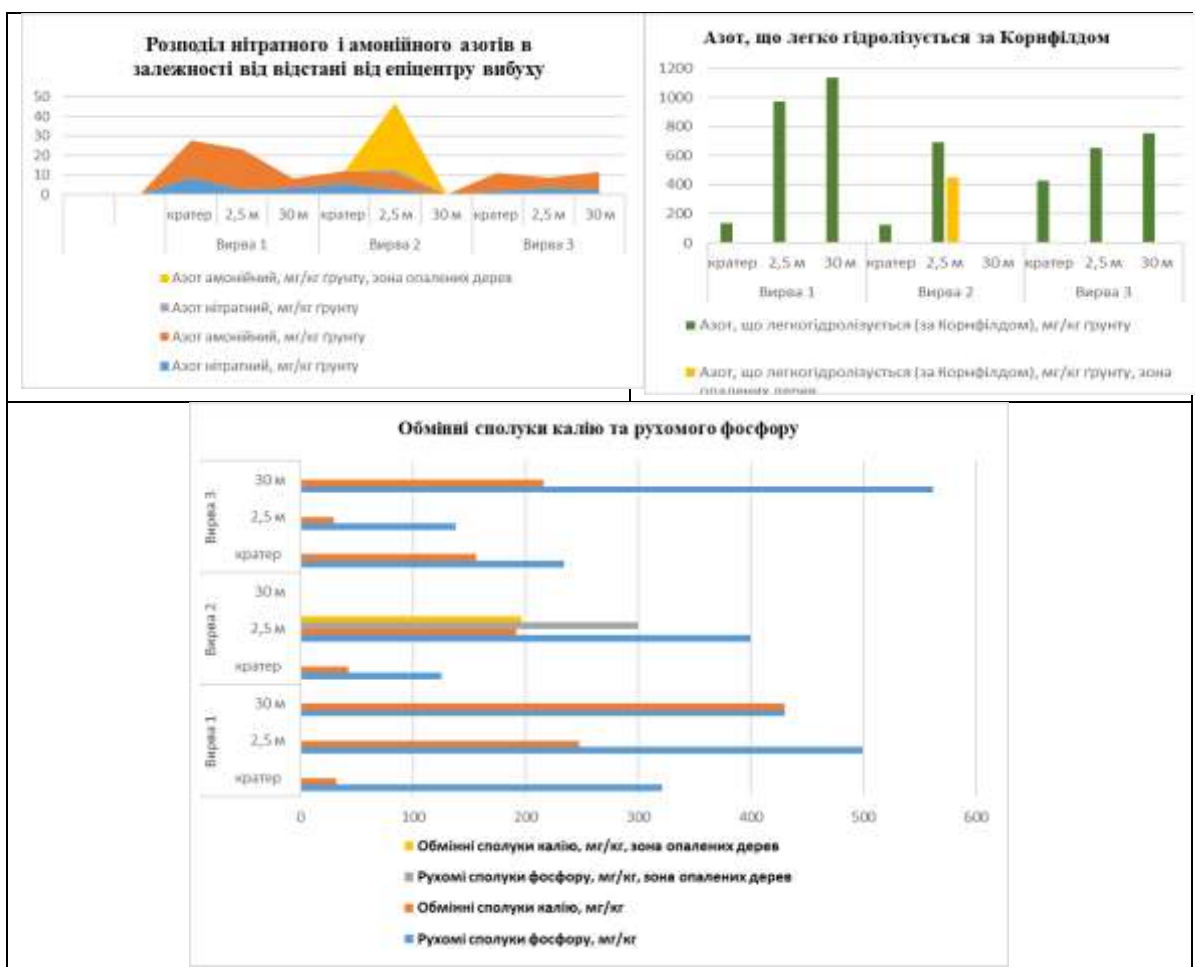


Рис.1. Уміст основних елементів живлення по горизонтах з уражених ділянок навколо вирв: вирва 1: глибина — 0,85 м, діаметр — 3,2 м; вирва 2 (на дні з водою, без рослинності по бокових поверхнях кратеру): глибина — 1,2 м, діаметр — 3,2 м; вирва 3 (заповнена водою): глибина — 1 м; діаметр — 3,8 м

На дно вирви 2 спочатку посипано 15 кг біочару. Далі її частково заповнили сумішшю листяної органіки, гілок (60 %), трав з дерновим корінням, які були зняті навколо вирви для закладки ТГР (20 %) та землі, яку викинуло вибухом навколо вирви (20 %). До цієї суміші додали 2 кг леонардиту (добувають у верхніх шарах покладів бурого вугілля, має високий вміст гумінових і фульвокислот) та 1 кг ЕМ-бокаші.

Навколо вирви 2 заклали колову ТГР з усіма вищезгаданими наповнювачами, де посадили двасаджанці ліщини, інокульовані мікоризою чорного трюфеля та посіяли квіткові і декоративні рослини.

У вирву поміщено дерев'яну перегородку, щоб атмосферне повітря змогло поступати до самого дна, активізуючи процеси компостування та знезараження ґрунту біотою. Восени незаповнена частина вирви буде також заповнена відповідним способом, колова ТГР поповнена і почне надалі створювати родючий ґрунт як в самій вирві, так і навколо неї.

Станом на 19 липня (через 50 днів після закладання досліду) можна зазначити, що мають красивий вигляд і гарно вирости ті культури, які мали свій початковий запас поживних речовин: саджанці фундука, картопля, яка потрапила у компостну траншею ТГР із органічними відходами, та соняшник. Насіння амаранту та конюшини зійшло із значним запізненням (на 40—45 день після висіву), решта насіння не зійшла. Але поява сходів цих останніх культур свідчить, що біота ґрунту уже почала знешкоджувати токсичні речовини. Додатково висіяно фенхель, амарант, лунарію, кинзу, лободу червону, амарант білий, кабачки, гарбуз, квасолу, конюшину.

Зразки ґрунту також дослідила відомий фахівець зі Львова д.б.н. Оліферчук В. П., яка здійснила мікологічний аналіз проб. Дослідження тривають, але вже з'ясовано, що мікроміцети (плісняви гриби) є хорошими індикаторами забруднення. Вони реагують на зміни хімічного складу ґрунту. У неушкоджених ґрунтах розподіл мікроміцетів у ґрунті такий: 80 % світлозabarвлених видів, 20 % меланіновмісних (чорні гриби, з пігментом меланіном у клітинній стінці). У ґрунтах, пошкоджених снарядами, 75—80 % темнозabarвлених видів мікроміцетів (меланізація ґрунту). Вживання темнозabarвлених видів свідчить про значний вміст токсичних хімічних речовин у ґрунті. Ми володіємо технологіями, які здатні відновити родючий

шар і повернути структуру мікобіому у попередній стан. Пропонуємо застосовувати стимулятор мікоризоутворення Міковітал для приживлення на них рослин (дослід підтвердив, що рослини на таких вирвах прижилися тільки з Міковіталом). Але Міковітал це лише початок ремедіації ґрунтів. Наступні етапи дозволять зробити ґрунт чистим і рослини з такого ґрунту можна буде вживати у їжу.

УДК 633.9:631.453

ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ, ШЛЯХОМ ВИРОЩУВАННЯ ВЕРБИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ

М. В. Гунчак¹, к.с.-г.н., С. В. Шапран²

¹*Чернівецька філія ДУ «Держґрунтохорона»*

²*ДУ «Держґрунтохорона»*

E-mail: chernivtsy_grunt@ukr.net; info@iogu.gov.ua

Збройна агресія російської федерації завдає непоправної шкоди довкіллю, зокрема внаслідок забруднення та пошкодження ґрунтового покриву. Військові дії призводять не лише до фізичного погіршення стану ґрунту, але й до його хімічного забруднення важкими металами і токсичними елементами. Нагромадження важких металів у ґрунті впливає на його родючість і мікробіологічну активність, а також 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 та мутагенність. Тому важливим є відновлення ґрунтів після впливу бойових дій та зменшення вмісту важких металів.

Перспективним напрямом відтворення ґрунтового покриву внаслідок впливу бойових дій, зокрема зменшення вмісту рухомих форм важких металів, є фіторемедіація, тобто використання рослин для очищення ґрунту від токсичних полютантів. Фіторемедіація є більш економічно ефективною, ніж звичайні методи очищення та не вимагає додаткових витрат на її проведення.

Вагомий практичний інтерес для фіторемедіації становить верба енергетична *Salix viminalis L.* Вона має унікальну здатність поглинати, деактивувати та нагромаджувати великі кількості важких металів без зниження ростових показників. Порівнюючи нагромадження важких металів вербою енергетичною та іншими рослинами, що можуть їх акумулювати, встановлено, що верба нагромаджує їх значно більше, що дає змогу вважати її гіперакумулятором. Також вона виділяється серед інших видів енергетичних

рослин з високими ростовими показниками тим, що інші види рослин не нагромаджують важкі метали у таких кількостях. Порівняно з іншими рослинами-гіперакумуляторами верба енергетична поглинає іони кадмію у достатній для гіперакумуляторів кількості не зупиняючи темпів росту.

За вирощування верби енергетичної *Salix Viminalis L.* уміст небезпечних важких металів зменшується шляхом поглинання рослинами і утримується в системі ґрунт — рослина. Після збору врожаю рослини верби, які містять важкі метали, спалюються. Після спалювання, важкі метали залишаються в різних фракціях золи, тому необхідно звернути увагу, щоб зола не була повернута у ґрунт як добриво.

Рівень поглинання іонів кадмію вербою енергетичною становить 217 г/га, його вміст у готовій продукції — 22,1 мг/кг маси сухої речовини, що є найбільшим серед всіх рослин, що можуть акумулювати важкі метали. У Швеції підраховано, що річне поглинання кадмію вербою енергетичною становило близько 3—4 % від загальної його кількості у ґрунті, що дає змогу за 20—25 років знизити концентрацію кадмію нижче природного рівня.

Важкі метали при надходженні в рослини верби енергетичної поводяться по-різному. Свинець та хром переважно нагромаджуються у коренях, а кадмій, нікель і цинк є більш мобільними та переміщуються у надземну частину. Дослідження процесу накопичення іонів міді виявили їх надходження до усіх органів верби. Зокрема, у листках накопичується від 0,22 до 2,3 мг/кг сухої речовини, пагонах — 0,28—4,69 мг/кг, у коренях — 0,48—15,38 мг/кг залежно від умісту міді в ґрунті та навколишньому середовищі.

Отже, використання верби енергетичної *Salix Viminalis L.* для очищення ґрунтів, забруднених важкими металами, має високий потенціал. Хоч цей метод фітореMediaції має значний термін очікування, він не вимагає значних витрат на проведення та дозволяє отримувати енергетичну сировину високої якості.

УДК 630:502(477)"364"

ЗАХИСНІ ЛІСОВІ НАСАДЖЕННЯ ПІД ЧАС ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ ТА ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ

*С. М. Голуб, к.с.-г.н., доцент, В. О. Голуб, к.с.-г.н., доцент
Волинський національний університет імені Лесі Українки
E-mail: sgolub10@gmail.com*

Перші смуги лісу для захисту полів висаджено саме в Україні між 1810 і 1837 роками в Полтавській області. За 200-річну історію закладено принципи змішування деревних і чагарникових порід, розміщення насаджень, принципи агротехніки та лісівництва щодо різних ґрунтово-кліматичних умов України

та формування структур з максимальним економічним ефектом в комплексах з мінімальною шириною лісосмути [1]. Більшість сучасних лісосмуг мають вік 55—60 років. Протягом цього часу вони сформували свої особливі екосистеми і як продуценти є першою ланкою в багатьох складних трофічних ланцюгах. Тому вони можуть стати центрами охорони видів, діяти як екологічні коридори та з'єднувати фрагментовані лісові території, які підпадають під об'єкти природно-заповідного фонду і є частиною екомережі [2].

Під час війни, яку російська федерація спровокувала проти України у 2014 році, та російського повномасштабного вторгнення 2022—2023 років зокрема, лісові масиви використовуються для пересування українських бійців та окупантами для приховування пересування власних військ, розвідки, непомітного розміщення військової техніки та особового складу. Також лісосмути зараз є єдиним джерелом дров і матеріалів, які використовуються для будівництва деяких траншей і землянок. У дослідженні Української природоохоронної групи сказано, що вже влітку 2023 року ліси Запорізької і Херсонської областей будуть знищені, що може призвести до збільшення спеки, сухості повітря, пилу та погіршення самопочуття населення цих областей [3]. Складність ситуації поглибилася на тлі зруйнованого Каховського водосховища. Обстріли та інші удари на захисні лісові насадження мають систематичний характер і знадобляться десятиліття, щоб насадження відновилися.

Лісосмути виконують вітрозахисні, водорегулювальні, ґрунтозахисні, меліоративні та естетичні функції. Усі перелічені функції лісосмути можуть виконувати лише за належного утримання [4]. Численні дослідження захисного лісорозведення доводять, що лісові смуги оптимальних конструкцій повинні мати основні риси і елементи лісового біоценозу: займати певну площу, мати високозімкнений головний намет і розвинутий другий ярус, підлісок та лісову підстилку. Оптимальними є вузькі лісові смуги (ширина до 10—15 м) з помірною середньою ажурністю (10—20 %) і вітропроникністю (30—50 %). Основними вимогами до захисних посівів є біологічна стійкість і висока ефективність захисту полів в будь-яку пору року, що залежить від їх конструкції [5].

По завершенні війни потрібна раціональна організація лісового господарства та проведення лісовпорядних робіт, які окреслять подальші шляхи і методи догляду за лісосмугами. Нове управління лісами повинно здійснюватися всебічно та за чіткими інструкціями з використанням рекомендованих генетично видозмінених різновидів дерев, які можуть рости набагато швидше, і проводитися комплексно, що передбачало б більш глибоке

вивчення екологічних умов лісових масивів і місцевого досвіду ведення лісового природоохоронного господарства.

Література

1. Гладун Г. Б., Гладун Ю. Г. Оптимізація лісомеліоративного комплексу на адаптивно-ландшафтній основі // Науковий вісник НУБіП України. 2015. Вип. 187(2). С. 104—111.
2. Лукіша В. В. Структура фітоценозів полезахисних лісосмуг в Лівобережному Лісостепу // Екологічні науки. 2018. № 3(22). С. 57—63.
3. Малюга В. М., Дударець С. М. Особливості лісомеліоративного впорядкування захисних лісових насаджень лінійного типу // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Лісівництво та декоративне садівництво». 2013. С. 254—260.
4. Стадник А. П. Оптимізація структури захисних лісових насаджень та їх систем в агроландшафтах України // Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2018. Вип. 16. С. 70—80.
5. Коломийчук В. П. Захисні лісосмути як елемент екомережі степової зони України // Екологічний вісник. 2012. № 6. С. 11—12.

УДК 541:549:504

КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНОГО КЛІНОПТИЛОЛІТУ В ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

А. Б. Козаченко

*Дочірнє підприємство «Закарпатський цеолітовий завод» ТОВ «Цеоліт»
Тел. 050 475 34 92*

Переваги застосування природних цеолітів для вирішення питань охорони довкілля, галузей виробництва, міського та сільського господарства очевидні. Проте використання цеолітів в Україні малорозвинене. Слід зазначити, що майже весь видобуток нашого підприємства надходить за межі України.

Отже, щодо проблематики.

З розширенням спектру матеріалів і речовин в технологіях захисту довкілля, зокрема в процесах сорбції та іонного обміну, досить ефективним є застосування нативних або модифікованих форм кліноптилолітів.

Дослідження цеолітів переважно зосереджено на вивченні іонообмінних та сорбційних властивостей цих матеріалів для очищення забруднених вод, технологічних рідин.

Максимальний розвиток використання наших цеолітів відбувся з 1986 року. Наш кар'єр, зокрема, розпочав діяльність через декілька днів після аварії на Чорнобильській АЕС. Також розпочалося розширення власних наукових досліджень у цій галузі знань.

Враховуючи дешевизну, доступність, розповсюдженість в Україні та високі експлуатаційні характеристики, модифікований цеоліт, зокрема кліноптилоліт, може успішно використовуватися як каталізатор доокислення монооксиду вуглецю, забезпечуючи принципово безвідходну екологічно чисту технологію.

За наявною вітчизняною та зарубіжною інформацією деякі види матеріалів із сімейства алюмосилікатів, зокрема цеоліт, має властивість вибіркового поглинання цезію та стронцію з водних розчинів.

Аналізування попередніх досліджень. Природний кліноптилоліт не є розповсюдженим мінералом у світі, який зустрічається переважно у вигляді осадових порід вулканічного походження. Такі геологічні поклади викликають великий комерційний інтерес — цеолітові туфи досить чисті і можуть бути видобуті простим технологічним методом.

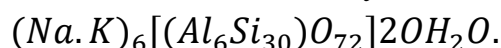
Завдяки своїм іонообмінним, адсорбційним та катахітичним властивостям кліноптилоліт можна ефективно застосовувати у різних галузях промисловості, сільському господарстві, охороні довкілля. Його справедливо називають «мінералом ХХІ століття».

Світовою практикою натеper і прогнозовано в майбутньому використанню природних цеолітів надається важлива роль для захисту навколишнього природного середовища від різних типів забруднень, пов'язаних з виробничою діяльністю людини, для якої цей мінерал стає надійним матеріалом у вирішенні складних екологічних проблем.

Перспективність використання цеоліту-кліноптилоліту у вітчизняних технологіях охорони довкілля зумовлена наявністю в Україні одного з найбільших в Європі родовищ цього мінералу потужністю залягання декілька десятків метрів, що знаходиться на північ від села Сокирниця Хустського району Закарпатської області. Особливістю цього родовища є те, що вміст кліноптилоліту сягає в середньому 75 %, не потребує подальшого збагачення і характеризується високою стійкістю до зношення, на відміну від цеолітів Китаю та США (66,7 % і 5 % світового виробництва відповідно), де частка кліпо-варіюється в межах 15—80 %.

Сумарні прогнозні запаси цеолітових покладів Сокирницького родовища становлять 125,5 млн т, із яких 39,9 млн т — цеоліти високої якості.

Цеоліти відповідають вимогам ТУ У14.5-00292540.001-2001 «Щебінь і пісок з природного цеоліту Сокирницького родовища» з умістом кліноптилоліту до 96 %. За паспортом родовища цеоліт виготовляється із цеолітизованих туфів кліноптилолітового типу загальною формулою



Цеоліт є водними алюмосилікатами, кристалічний алюмосилікатний каркас з яких утворюється при зчленуванні через загальні вершини тетраедрів $[\text{SiO}_4]^{4-}$ і $[\text{AlO}_4]^{5-}$, що сполучені між собою порожнинами, зайнятими молекулами води і катіонами металів.

За наявною вітчизняною та зарубіжною інформацією деякі види мінералів із сімейства алюмосилікатів, зокрема цеоліти та бентоніти, володіють властивістю вибіркового поглинання цезію та стронцію з водних розчинів. Для активації цеоліту та збільшення його ефективності проводиться його модифікування, що полягає в хімічній та термічній підготовці — фільтр на основі активного цеоліту знижує концентрацію цезію у водному розчині. Використання цеолітових добавок запобігає всмоктуванню радіонуклідів із забруднених кормів в організм тварини. Після згодовування цеолітовмісних кормових сумішей тваринам, зараженим радіонуклідами раніше, спостерігалось активне виведення радіонуклідів із організму.

Маючи структуру, заповнену каналами з великою кількістю вхідних отворів на поверхні, кліноптилоліт ефективно використовується для поглинання катіонів, що можуть пройти через молекулярне вікно ($35\text{—}4,8\text{Å}$) та зміщення обмінних катіонів самого мінералу.

Сорбція катіонів на цеолітах відбувається переважно за іонообмінним механізмом, також мають місце механізми гідроксо- та комплексоутворення. Іонообмінна ємність кліноптилолітів є одним із основних параметрів, що характеризують їх обмінні властивості.

Цеоліт має форму каміння. Його попередньо дроблять в кар'єрі і підвозять до дробильної установки. У процесі подрібнення цеоліт просіюють через сито та ділять на фракції: 0—1, 1—3, 3—5, 5—7 і 10—70 мм. Фракції сортують за розмірами та розсипають у біг-бегі вагою 1 тонна.

У сільському господарстві та землеробстві цеоліт використовують для підвищення родючості ґрунтів.

Підготовка тепличних ґрунтів і субстрату ґрунту

Цеоліт у підготовці ґрунту для тепличного господарства та присадибних теплиць дасть чудові позитивні результати — аеруватиме ґрунт, сприятиме розвитку кореневої системи, зростанню рослин, утримуванню в зоні коренів достатньої кількості води, він діятиме як резервуар зберігання добрив та вологи — найбільш важливих компонентів для здоров'я рослини і підвищення врожайності й продуктивності.

У теплицях, де застосовується цеоліт, рослини отримують додаткове живлення мікроелементами, у них стійкіша до гниття і міцніша коренева система.

А головне — пов'язані цеолітом органічні добрива не вимиваються водою

і надходять у рослини поступово протягом кількох років, не отруюючи плодів, як це зазвичай буває. У разі застосування на піщаних та супіщаних ґрунтах цеоліт підвищує їх вологемність. Мінеральні добрива, внесені з цеолітом, концентруються, не вимиваються з ґрунтів, їх не треба вносити щороку, такі добрива не злежуються під час зберігання, вони збагачені мікро- та макроелементами.

Поліпшувач ґрунту та удобрення

Цеоліт чудовий поліпшувач ґрунту і добриво для землі перед посадкою різних саджанців і рослин, у тому числі декоративних, хвойних, плодових дерев і кущів, овочів, зернових культур, квітів, горщиківих квітів, лікарських трав тощо, а також для підготовки субстратів та сумішей землі як для відкритого ґрунту, так і для теплиць.

Переваги цеоліту: хороші фізичні властивості — не злежується, сипкий, гігроскопічний, має значну адсорбційну завдяки розвиненій системі каналів і пір та іонообмінну здатність; добре вбирає іони амонію та поживних речовин; екологічно чистий матеріал; зручний для складування, транспортування, внесення у ґрунт. Його можна вносити разом із мінеральними чи органічними добривами. Хороших результатів досягають змішуючи цеоліт із сапропелем, торфом тощо.

Ефективність від використання цеоліту: чудово аерує ґрунт, сприяє розвитку кореневої системи, росту всієї рослини; утримує в зоні коренів достатню кількість води (40—70 % від своєї ваги), працює як резервуар зберігання добрив — нітрату, фосфатів, калію, поживних речовин, найважливіших компонентів для здоров'я рослини та її росту. Цеоліт у своїй розгалуженій структурі «захоплює» добрива, поки коріння рослин не знайдуть їх. Азот, затриманий у цеоліті, не розчинний у воді і не вимивається дощем протягом тривалого часу. Цеоліт заощаджує добрива — менше добрив, особливо азотних, вимивається у ґрунтові води, а також на 20—40 % поліпшує засвоєння добрив. Без застосування цеоліту близько 35 % азоту вимивається із зони коренів і потрапляє у ґрунтові води ґрунту та забруднює її нітратами і нітритами.

Збільшення продуктивності сільськогосподарських культур

Використання цеоліту може дати позитивні результати майже у всіх видах ґрунтів і за деякими даними на 10—30 % може збільшити врожайність багатьох сільськогосподарських культур — картоплі, ячменю, озимої пшениці, конюшини, кукурудзи тощо на 4 роки та більше. За даними деяких дослідників навіть через 7 років після внесення цеоліту в ґрунт, його адсорбційні та катіонно-обмінні функції не змінювалися. У рослинництві цеоліт надзвичайно корисний завдяки стимулюванню врожайності сільськогосподарських культур.

За внесення цеоліту в субстрати до органічних мінеральних сумішей землі якість ґрунту за більшістю своїх показників поліпшиться.

У легких ґрунтах збільшиться їхня водоемність. За внесення разом з добривами цеоліт поглине частину добрив у свої нори та канали і утримає їх від вимивання в ґрунтові води, випаровування в атмосферу, а потім поступово за необхідності віддасть їх рослинам, що зменшить норми витрат добрив, кількість нітратів в овочах та фруктах, забруднення ґрунтових вод. Цеоліт дозволить збільшити кількість вітаміну С, поліпшити амінокислотний склад фруктів і овочів.

У біохімічному складі фруктів збільшиться рівень загального цукру, сухих речовин, зменшиться кислотність помідорів та кількість нітратного азоту. Він позитивно вплине на врожайність помідорів, огірків, редиски. Досвід вирощування розсади із застосуванням цеоліту засвідчив, що поліпшується схожість насіння гіацинтів, гвоздики, тюльпанів та інших квітів, прискорюється зростання всіх систем рослини. Використання цеоліту зменшує потребу частих поливів та заощаджує витрати на воду.

Здатність цеоліту адсорбувати хімічні сполуки, важкі метали, радіонукліди, органіку — визначає його застосування для хімічної меліорації, детоксикації забруднених ґрунтів та нейтралізації радіоактивного зараження. У разі норми внесення цеоліту урожайність може бути збільшено до 40—60 тонн на гектар. Залежно від рівня та характеру забруднення у кожному окремому випадку необхідно визначити норму введення цеоліту.

Застосування цеоліту дозволяє:

підняти врожайність овочів та ягід на 30—50 %, садів — на 20—40 %, вміст цукру в плодах збільшується на 25—35 %;

вносити добрива не щороку, а раз на 5—10 років, при цьому продукція не перенасичується нітратами.

Пропоновані норми застосування цеоліту для вирощування такі:

зернових культур — 5—20 т цеоліту на гектар;

овочів і декоративних рослин — 50—80 кг на квадратний метр.

Територія України зазнала радіоактивного забруднення після аварії на Чорнобильській АЕС і потерпає зараз від воєнної агресії росії.

Бойові дії відбуваються на дуже великій території, в ході яких використовуються вибухові речовини, які у своєму складі мають важкі метали, хімічно небезпечні речовини тощо. Як наслідок, ґрунт, повітря, водні ресурси забруднюються цими речовинами, які залишаються в ґрунті на довгий час.

Для запобігання розповсюдженню та утриманню цих хімічних елементів на місці, зокрема свинцю, цеоліт використовують як губку, щоб знешкодити ці речовини.

Запрошуємо наукову спільноту до досліджень щодо поширення досвіду використання цеолітів, їх продуктів як для поліпшення і відновлення уражених бойовими діями ґрунтів, так й у інших галузях економіки України.

УДК 504:323.1

ЗАЛУЧЕННЯ ГРОМАДСЬКИХ ОБ'ЄДНАНЬ ДО ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ ВІЙНИ ДЛЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ УКРАЇНИ

О. М. Ільницький, к.ю.н., докторант

Харківський національний університет внутрішніх справ

Беззаперечно — ґрунти України являють собою величезне багатство для всього світу. Адже понад 60 % земельного фонду в Україні становлять чорноземи, а на значних площах території нашої держави розміщені заповідники, на яких зростають унікальні види рослин і мешкають представники червонокнижної фауни.

Сільське господарство України до початку повномасштабного вторгнення російської федерації стрімко розвивалося. Впроваджувалися новітні підходи до вирощування сільськогосподарських рослин, а також обробки та збагачення ґрунтів. Активно здійснювався обмін досвідом з іноземними державами у цій галузі. Проте із початком війни ситуація стрімко змінилася. Дії російської федерації призвели до значної кількості людських жертв, скалічення фізичного і психічного здоров'я українців, знищення інфраструктури, а також нечуваних раніше негативних наслідків для екології України. Російська армія буквально знищує все на своєму шляху, включаючи цінні українські ґрунти. Світ раніше навіть не міг уявити, що в ХХІ столітті можливе таке варварство, що нині загрожує голодом у багатьох країнах.

Наразі вчені аналізують наслідки підриву дамби Каховської ГЕС, а також будують наукові припущення щодо їх подолання. Оскільки водосховище, що знаходиться на території Харківської області, також зневоднене внаслідок бойових дій. Оскільки водосховище — велике руслове водосховище на річці Оскіл, одне з найбільших в Україні з об'ємом 474,3 млн куб. метрів води. Його площа становить 122,6 км², а довжина — 84,6 км. Експерти громадської організації «Українська природоохоронна група» дійшли висновку, що «рослинність берегів водосховища втратила звичний гідрологічний режим і навряд чи зможе існувати, як раніше» [1].

Унаслідок російської агресії за ступенем забрудненості території вибуховими пристроями Україна зараз є чи не найнебезпечнішим місцем на планеті. У Національній поліції України станом на тепер третю частину території України вважають замінованою. У число замінованих територій

входять як деокуповані землі, так і ті, де поки ще знаходяться російські терористи [2].

Не слід забувати і про використання росіянами фосфорних боєприпасів під час проведення бойових дій — безконтрольно та всупереч законам ведення війни. Використання фосфорних бомб призводить до хімічного забруднення ґрунтів. Фосфорні сполуки можуть ще кілька років залишатися у землі, а надлишок фосфатів у ґрунтах сильно шкодить росту та розвитку флори й фауни. Відомо випадки, коли фосфор після вибухів на полігоні без жодних суттєвих змін зберігався у ґрунтах понад 20 років. Навіть використана для пожежогасіння вода може мати токсичний вплив — потрапляючи в ґрунти, вона отруюватиме стічні й підземні води [3].

Діяльність громадських об'єднань під час війни є дуже важливою для подолання наслідків екологічних катастроф. Законом України «Про громадське об'єднання» встановлено, що громадське об'єднання — це добровільне об'єднання фізичних та (або) юридичних осіб приватного права для здійснення та захисту прав і свобод, задоволення суспільних, зокрема, економічних, соціальних, культурних, екологічних та інших інтересів [4].

Громадські об'єднання поширюють інформацію про конкретні екологічні проблеми, застосовуючи засоби масової інформації, проводять мирні зібрання для висвітлення нагальних проблем екологічного характеру в Україні, організують їх і за кордоном, звертаються до держави із офіційними запитами щодо їх вирішення, розробляють шляхи подолання таких проблем (беруть участь у роботі консультативних, дорадчих та інших допоміжних органів, що утворюються органами державної влади та місцевого самоврядування для проведення консультацій з громадськими об'єднаннями та підготовки рекомендацій з питань, що стосуються сфери їхньої діяльності), беруть участь у розробленні проєктів нормативно-правових актів, що видаються органами державної влади та місцевого самоврядування і стосуються сфери діяльності громадського об'єднання та важливих питань державного й суспільного життя, в тому числі екологічної сфери; здійснюють інші права, не заборонені законом. Вони взаємодіють із міжнародними громадськими організаціями у сфері вирішення проблем екологічного спрямування, а також іншими громадськими організаціями, які є дотичними до цього напрямку, а також можуть бути задіяні до подолання наслідків війни для ґрунтів України.

Література

1. Суспільне новини. Вп'ятеро менше води: як під час війни обміліло Оскільське водосховище на Харківщині [Електронний ресурс]. – Режим

доступу: <https://suspilne.media/302934-vpatero-mense-vodi-ak-pid-cas-vijni-obmililo-oskilske-vodoshovise-na-harkivsini/>

2. Україна — найбільш замінована країна світу: скільки української території забруднено мінами [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2023/03/02/infografika/bezpeka/ukrayina-najbilsh-zaminovana-krayina-svitu-skilky-ukrayinskoyi-terytoriyi-zabrudneno-minamy>

3. Росія використовує заборонені фосфорні бомби в Україні: що буде з довкіллям [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://rubryka.com/article/phosphorus-bombs/>

4. Закон України «Про громадські об'єднання» від 22 березня 2012 року № 4572-VI [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4572-17#Text>

УДК 631.41

СТАН ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ АНТРОПОГЕНЕЗУ НА ЗМІНУ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

Г. Д. Крупко¹, Л. М. Серажим²

¹*Рівненська філія ДУ «Держґрунтохорона»*

²*ДУ «Держґрунтохорона»*

E-mail: krupko_gd@ukr.net

Зона Полісся представлена, в основному, гідроморфними ґрунтами: низинними торфовими різного ступеня окультурення та дерново-підзолистими, які мають виражену оглеєність. Багаточисленними дослідженнями О. М. Костянкова (1960), С. Г. Скоропанова (1961), І. К. Скриннікової (1961), В. С. Маслова (1963), А. М. Янголя (1970), Ф. Р. Зайдельмана (1975, 1981), С. Т. Вознюка (1969), В. М. Єфімова (1980, 1981), М. О. Клименка (1990) встановлено, що сільськогосподарське використання цих ґрунтів можливе лише після осушення з наступною зміною напрямку ґрунтоутворювального процесу. Для дерново-підзолистих глеєвих ґрунтів змінюється ступінь глеєутворення та одночасно посилюється процес вимивання водорозчинних речовин. Така зміна процесів ґрунтоутворення у подальшому визначатиме склад, властивості, ґрунтові режими меліорованих ґрунтів та їхню родючість.

Перші дослідження дерново-підзолистих ґрунтів почалися у ХІХ столітті, виробничі ж дослідження з вивчення морфології, складу, властивостей та режимів лише у кінці 30-х років й набули масштабної інтенсивності в середині 60-х в межах реалізації програми меліорації земель.

Як відомо, склад і властивості дерново-підзолистих оглеєних ґрунтів Західного Полісся сформувалися внаслідок підзолистого ґрунтоутворювального процесу, який супроводжувався дерно- і глеєутворенням. Як свідчать численні наукові публікації досліджень, що виконані у Нечорноземній зоні Ф. Р. Зайдельманом (1975, 1981), І. С. Каурічевим (1965, 1967), Білорусії — Я. М. Афанасьєвим (1930, 1931), Т. М. Кулаковською (1978), Т. А. Романовою, І. М. Соловей (1974), Україні — Н. Б. Вернандер та ін. (1951), С. І. Перехрестом (1966), С. О. Забочиною (1969), В. С. Олійником (1974), М. О. Клименком (1990) дерново-підзолисті оглеєні ґрунти супіщаного і легкосуглинкового гранулометричного складу характеризуються низькою вологоємністю, низькою водопроникністю, дуже низькою гігроскопічністю, мають малі показники суми ввібраних основ та буферності і водночас мають характерно низьке забезпечення гумусом і поживними речовинами.

Для поліпшення усіх властивостей дерново-підзолистих ґрунтів у процесі окультурення необхідно використовувати такі заходи, які регулюватимуть водно-повітряний режим та впливатимуть на зміну підзолистого та глеєутворювального процесів. До таких заходів слід віднести: проведення агро меліоративних робіт із застосуванням глибокого рихлення; внесення підвищених норм органічних добрив; вапнування та застосування сидеральних посівів (В. С. Олійник, 1974, Д. А. Тютюнник, 1969), використання комплексних меліорантів. Поєднання осушення дерново-підзолистих ґрунтів з агро меліоративними заходами прискорює процес окультурення, позитивно впливає на водно-фізичні властивості та водно-повітряний режим. На думку В. С. Олійника (1974), осушення дерново-підзолистих глеєвих ґрунтів спричинює погіршення водно-фізичних властивостей через зростання показників щільності та зменшення шпаруватості і водопроникності. Проте автор не наводить даних результатів подальших змін властивостей цих ґрунтів у процесі їхнього окультурення. На осушених ґрунтах з 80–90-х років минулого століття не працює дренажна система через відсутність її експлуатації, тому перебіг зміни агрофізичних показників потребує продовження детального вивчення.

У своїй роботі ми вивчали динаміку змін цих показників, а також характеризуємо їхні залежності від тривалості, способів сільськогосподарського використання та в процесі окультурення дерново-підзолистих глеєвих ґрунтів, що відображає антропогенний вплив. Наслідком інтенсивного антропогенного впливу за тривалого сільськогосподарського використання дерново-підзолистих ґрунтів Західного Полісся є трансформація їхніх властивостей, що за напрямом ґрунтоутворення визначається як

деградаційний процес (фізична деградація), який характеризується втратою родючості.

УДК 502.521:631.41

ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ РУХОМИМИ ФОРМАМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ОСНОВНИХ ТИПІВ ҐРУНТІВ ЗОНИ ПОЛІССЯ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Н. В. Дмитрієвцева, к.с.-г.н.

Рівненська філія ДУ «Держґрунтохорона»

E-mail: nataliyadnv@i.ua

Нині актуальною є проблема моніторингу ґрунтів на вміст важких металів, тобто встановлення якості навколишнього середовища. Високі концентрації важких металів у ґрунті негативно впливають на ґрунтову біоту, ріст і розвиток сільськогосподарських культур, якість і безпечність продовольчої сировини [1]. Під впливом важких металів ґрунти підкислюються, втрачають структуру й ущільнюються. Високий вміст у ґрунтах важких металів підвищує рухомість органічної речовини [2, 3] і зумовлює бактеріостатичний ефект.

Проведеними нами дослідженнями протягом шести років встановлено, що вміст рухомих форм свинцю коливався в підорному шарі дерново-підзолистих ґрунтів у межах 1,25—1,35 мг/кг, знижуючи вміст рухомих форм свинцю у 1,4 раза порівняно з орним шаром.

У дернових ґрунтів уміст рухомих форм свинцю знизився у 1,3 раза та коливався у межах — 1,44—1,53 мг/кг; лучних ґрунтів — 1,02—1,48 мг/кг, спостережено зниження у 1,4 раза; чорноземних ґрунтів — 4,46—4,9 мг/кг, де зниження вмісту рухомих форм у 1,1 раза порівняно з орним шаром ґрунту.

Отже, встановлено, що дерново-підзолисті, дернові і лучні ґрунти орного шару зони Полісся відповідають помірному рівню забруднення, тоді як у підорному шарі цих ґрунтів рівень забруднення змінився на слабкий.

Дуже високий рівень забруднення рухомими сполуками свинцю встановлено для чорноземних ґрунтів зони Полісся, який змінився у підорному шарі на високий рівень забруднення.

Проведеними нами дослідженнями на основних типах ґрунтів зони Полісся встановлено, що вміст кадмію коливався у таких межах: дернові ґрунти — 0,16—0,17 мг/кг; лучні — 0,12—0,13 мг/кг; чорноземні ґрунти — 0,49—0,55 мг/кг. Уміст кадмію у дерново-підзолистих ґрунтах коливався у межах 0,1—0,12 мг/кг. Аналогічна ситуація і з умістом кадмію у підорному шарі ґрунту, зокрема у дерново-підзолистих ґрунтах його вміст знизився у 1,1 раза та коливався у межах — 0,08—0,09 мг/кг. Уміст кадмію у дернових та

лучних ґрунтах знизився у 1,3 раза і встановився у межах — 0,1—0,14 мг/кг і 0,09—0,1 мг/кг відповідно. Найбільше зниження вмісту рухомих форм кадмію зафіксовано для чорноземних ґрунтів у 3,9 раза, уміст рухомих сполук кадмію знизився у підорному шарі ґрунту та встановився у межах — 0,11—0,16 мг/кг.

Отже, встановлено, що дерново-підзолисті, дернові та лучні ґрунти зони Полісся відповідають слабкому рівню забруднення рухомими сполуками кадмію, тоді як чорноземні ґрунти середньому рівню забруднення.

У підорному шарі ґрунту рівень забруднення дерново-підзолистих та лучних ґрунтів змінився до фонового рівня кадмію в ґрунті. Для чорноземних та дернових ґрунтів рівень забруднення рухомими сполуками кадмію змінився на слабкий.

Як висновок маємо таке:

найвищі рівні забруднення рухомими формами важких металів свинцю та кадмію встановлено для чорноземних ґрунтів зони Полісся Рівненської області;

характер локалізації важких металів у чорноземних ґрунтах пов'язаний в основному з нагромадженням органічної речовини.

Література

1. Дмитрук Ю. М. Вплив ландшафтно-екологічних умов на профільний розподіл важких металів у ґрунтах Покутсько-Буковинських Карпат // Агроекологічний журн. 2005. № 2. С. 28—37.

2. Макаренко Н. А. Вплив природних та антропогенних факторів на рухомість важких металів у ґрунті // Агрохімія і ґрунтознавство : міжвід. тематич. наук. зб. Х., 2001. № 6. С. 213—220.

3. Мірошніченко М. М., Фатєєва А. І. Агрогеохімія мікроелементів у ґрунтах України // Агрохімія і ґрунтознавство : міжвід. тематич. наук. зб. Спец. вип. Кн. 1. Житомир : Рута, 2010. С. 98—107.

УДК 631.95:631.4

УМІСТ РАДІОНУКЛІДІВ Cs-137 У МІНЕРАЛЬНИХ ҐРУНТАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

А. М. Бортнік¹, к.с-г.н., Т. П. Бортнік, к.с-г.н., старш. наук. співроб.

¹Волинська філія ДУ «Держґрунтохорона»

²Поліська дослідна станція ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського»

E-mail: bam.bortnik@gmail.com; didkovtana@gmail.com

У колі екологічних проблем найважливішим є радіологічне забруднення, яке стало одним із найтяжчих наслідків катастрофи на Чорнобильській АЕС, коли у навколишнє середовище було викинуто близько 50 МКі небезпечних радіонуклідів. Нині досить гостро постала загроза терактів на АЕС зі сторони

агресора з можливим викидом радіонуклідів та застосуванням радіоактивних боєприпасів тощо. Тому, в умовах воєнного стану, одним з основних критеріїв дослідження довкілля є радіаційний моніторинг, який повинен стати системою контролю і управління техногенними змінами. Водночас важливим є здійснення контролю за станом земель щодо вмісту радіонуклідів як за площею, так і по ґрунтовому профілю. Це в чисельному виразі дозволяє оцінити властивості ґрунту, існуючий антропогенний вплив та рекомендувати до застосування необхідні заходи для оптимізації ґрунтових режимів, відповідно. Дослідження, спрямовані на оцінку вмісту Cs-137 у мінеральних ґрунтах Західного Полісся України, проводилися в межах Ковельського та Луцького районів Волинської області. На меліорованих ґрунтах закладалися 7 ґрунтових розрізів на земельних ділянках різного призначення (непорушених землях або чагарниках; ділянках, підготовлених до висадки ягідників; ділянках із рослинністю ягідників та іншими сільськогосподарськими культурами). З метою виявлення радіонуклідного забруднення проводилося визначення вмісту Cs-137 (спектрометричним методом — СОУ 74.14-37-424).

Результати аналізу ґрунтів підтвердили, що вміст Cs-137 не перевищував 24,9 Бк/кг, що свідчить про низький рівень їх забруднення радіонуклідами на досліджуваних ділянках.

Стосовно щільності забруднення Cs-137 верхнього шару ґрунту, то встановлено, що цей показник коливався в межах 6,9—24,9 Бк/кг. На ділянках вирощування лохини вміст радіоактивного цезію становив 8,8—24,4 Бк/кг, сільськогосподарського використання — 9,6—24,9 Бк/кг, підготовленій ділянці під посадку лохини — 8,6—9,7 Бк/кг, непорушеній території (цілина) — 6,9 Бк/кг.

Щодо забруднення радіоактивним цезієм нижніх шарів ґрунтового профілю, то спостерігалася неоднозначна залежність відносно призначення земельних ділянок. Однак щодо гранулометричного складу, то відмічено таку закономірність: у супіщаних ґрунтах зростання вмісту Cs-137 у підорному шарі (на 0,1—1,6 Бк/кг), а зв'язнопіщаних, оглеєних та глеєвих вниз по профілю — зниження (на 0,2—7,3 Бк/кг відносно підорного шару та на 2,2—22,5 Бк/кг — нижнього шару). Необхідно зазначити, що у піщаних ґрунтах спостерігалось зростання радіоактивного цезію лише у підорному шарі, а у нижніх горизонтах зафіксовано зниження досліджуваного показника.

Висновок. Проведені дослідження засвідчили, що натепер мінеральні ґрунти Західного Полісся характеризуються незначним забрудненням радіонуклідами Cs-137. Слід зазначити, що за результатами досліджень не прослідковувалась суттєва міграція радіонуклідів Cs-137 по ґрунтовому профілю, тобто основний осередок їх був сконцентрований у шарі 30—50 см

незалежно від призначення земельної ділянки та гранулометричного складу ґрунту. Однак нинішні реалії зобов'язують до проведення постійного радіаційного моніторингу ґрунтів, особливо легкого гранулометричного складу, які характеризуються низькими буферними властивостями щодо блокування надходження радіонуклідів до ланцюгів живлення. Моніторинг повинен стати системою контролю і управління техногенними змінами, також первинним повинно стати здійснення контролю за станом деградованих земель щодо вмісту радіонуклідів як за площею, так і по ґрунтовому профілю.

УДК 631.416.8:631.42

ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ РУХОМИМИ СПОЛУКАМИ СВИНЦЮ НА МОНІТОРИНГОВИХ ДІЛЯНКАХ ЗОНИ ПОЛІССЯ

С. А. Романова¹, к.с.-г.н., старш. наук. співроб., Г. Д. Крупко², к.с.-г.н.

¹ДУ «Держґрунтохорона»

²Рівненська філія ДУ «Держґрунтохорона»

E-mail: romanowa@iogu.gov.ua;krupko_gd@ukr.net

Техногенні джерела забруднення ґрунту важкими металами можна розмістити за масштабами забруднення і питомим внеском у такий ряд: повітряні викиди підприємств чорної металургії (найбільше джерело забруднення), автотранспорт, рідкі і тверді побутові комунальні відходи (включно зі стічними водами), пестициди, органічні та мінеральні добрива. Залежно від умісту в ґрунті важкі метали виступають як каталізатори або інгібітори біохімічних процесів в рослинах. Високі концентрації їх негативно впливають на ґрунтову біоту, ріст і розвиток сільськогосподарських культур, якість і безпечність продовольчої сировини. Серед важких металів свинець найменш рухомий і асоціюється здебільшого з глинистими мінералами, оксидами Mn, гідроксидами Fe і Al та органічною речовиною. Характер локалізації в ґрунті пов'язаний в основному з нагромадженням органічної речовини. У ґрунті свинець належить до дуже слабких мігрантів, рідко виступає в ґрунтових розчинах у вигляді іону Pb^{2+} , найпоширенішою формою якого є комплексні іони на зразок: $Pb(OH)^+$, $Pb(OH)_4^{2-}$, які беруть участь у процесах сорбції і десорбції. Свинець дуже легко адсорбується мінералами мулу, гідроксидами заліза й алюмінію, а також органічними речовинами. З ґрунтового розчину виділяється у вигляді карбонатів і фосфатів, що свідчить про його стійке розташування в ґрунті, зокрема там, де рН ґрунту є більшим ніж 6,5. Після зміни рН ґрунту в напрямку до кислотного з'являються рухомі гідрокарбонатні форми $PbHCO_3^+$, а також органічні комплекси.

Дослідженнями у 2021 році на моніторингових ділянках основних типів ґрунтів зони Полісся засвідчено, що вміст рухомих сполук свинцю орного шару коливається в межах: дерново-підзолисті — 1,26—2,17 мг/кг; дернові — 1,26—3,43 мг/кг; лучні — 1,49—2,43 мг/кг. Уміст свинцю у чорноземних ґрунтах становить 5,13 мг/кг, тоді як уміст міцнофіксованих сполук свинцю орного шару коливається в межах: дерново-підзолисті — 4,52—7,08 мг/кг; дернові — 5,03—13,11 мг/кг; лучні — 5,15—8,09 мг/кг. Уміст свинцю у чорноземних ґрунтах становить 18,67 мг/кг. Отже, рівень забруднення дерново-підзолистих, дернових та лучних ґрунтів міцнофіксованими сполуками свинцю відповідає слабкому. Тоді як для чорноземних ґрунтів встановився середній рівень забруднення міцнофіксованими сполуками свинцю.

За рівнем забруднення основних типів орного шару ґрунтів зони Полісся рухомими сполуками свинцю можна розмістити у спадаючий ряд: чорноземні>дернові>лучні>дерново-підзолисті.

Дослідженнями установи протягом п'яти років (2017—2021 рр.) встановлено, що уміст рухомих сполук свинцю коливався в орному шарі дерново-підзолистих ґрунтів у межах 1,71—1,79 мг/кг; дернових ґрунтів — 1,91—2,05 мг/кг; лучних — 1,6—1,96 мг/кг; чорноземних ґрунтів — 5,13—5,42 мг/кг; уміст рухомих форм свинцю коливався в підорному шарі дерново-підзолистих ґрунтів у межах 1,29—1,37 мг/кг. Тобто зафіксовано зниження вмісту рухомих форм свинцю у 1,4 раза порівняно з орним шаром. У дернових ґрунтів уміст рухомих форм свинцю знизився у 1,3 раза та коливався у межах — 1,45—1,53 мг/кг; лучних ґрунтів — 1,02—1,4 мг/кг — зниження в 1,4—1,6 разів; чорноземних ґрунтів — 4,46—4,93 мг/кг, де встановлено зниження вмісту рухомих форм у 1,1—1,2 раза.

Отже, дерново-підзолисті, дернові та лучні ґрунти орного шару зони Полісся відповідають помірному рівню забруднення, тоді як у підорному шарі вище цих ґрунтів рівень забруднення змінився на слабкий. Дуже високий рівень забруднення рухомими сполуками свинцю встановлено для чорноземних ґрунтів зони Полісся, який змінився у підорному шарі на високий рівень забруднення.

**ЗМІНА РУХОМОСТІ СПОЛУК СВИНЦЮ
ЗАЛЕЖНО ВІД КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТУ**

*І. І. Клименко, к.с.-г.н., Г. В. Давидюк, к.с.-г.н., старш. наук. співроб.,
Л. І. Шкарівська, к.с.-г.н., старш. наук. співроб., Н. І. Довбаши, к.с.-г.н.
Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»
E-mail: Ira_Klimenko@i.ua*

Військова агресія росії проти України спричинила значний негативний вплив на довкілля, насамперед на ґрунтовий покрив. Це ще більше загостило проблему деградації ґрунтів, а інтенсивність бойових дій на окремих ділянках ставить під сумнів безпечність використання земель, що безпосередньо постраждали від воєнного впливу. Це зумовлює специфічні забруднення ґрунтового середовища, у тому числі і важкими металами, зокрема свинцем, що впливають на біологічну активність ґрунту та його здатність до самовідновлення. Тому питання зменшення рухомості сполук свинцю на техногенно забруднених ґрунтах є актуальним.

Дослідження впливу вапнування та внесення побічної продукції рослинництва (кукурудзиння з біодеструктором) на параметри фізико-хімічних і токсикологічних показників ґрунту впродовж 2016—2022 років проводили у полігонному моніторингу в умовах Правобережного Лісостепу (дослідне поле ННЦ «ІЗ НААН», Київська обл.) у стаціонарному дрібноділянковому досліді, закладеному 1999 року на сірому лісовому ґрунті з аномальним насиченням екотопів важкими металами. Досліджували варіанти з природним фоном кислоторозчинної фракції свинцю — 10 мг/кг (варіант № 1 — контроль) та зі штучно створеними фонами: перевищення природного фону металу в 10 разів (варіант № 2),— перевищення природного фону в 100 разів (варіант № 3), перевищення природного фону в 5 разів (варіант № 4). Облікова площа ділянки 4 м², повторність — чотириразова. У досліді беззмінно вирощували кукурудзу на зерно (гібрид Остреч СВ). На всіх ділянках досліді незалежно від інтенсивності виносу нутрієнтів із урожаєм вносили як мінеральні добрива в дозі N₁₂₀P₉₀K₁₂₀, так і побічну продукцію кукурудзи з розрахунку 5 т/га, оброблену біодеструктором, а також меліорант у вигляді дефекату — 3 т/га у 2015 і 2020 роках.

Аналіз відібраних проб ґрунту показав, що вапнування у поєднанні з внесенням побічної продукції рослинництва, в якості органічного добрива, сприяло не лише підвищенню вмісту гумусу на 0,13—0,24 % порівняно з попередніми 2012—2014 роками, де він становив від 1,38 до 1,49 % відповідно, але й мало певний вплив на вміст рухомих сполук свинцю в ґрунті.

Результати дослідження свідчать, що післядія вапнування та внесення побічної продукції кукурудзи із застосуванням біодеструктора сприяли тенденції до зниження кількості рухомого свинцю в ґрунті від 1,4 до 91,8 мг/кг у варіанті з найбільшим забрудненням (100-разове перевищення природного фону). Чітко прослідковувалася залежність концентрації рухомих форм політанта за зміни кислотності ґрунту від $pH_{\text{сол.}}$ 4,5—4,7 до показників $pH_{\text{сол.}}$ 5,2—5,6. Розрахунок коефіцієнта рухомості (K_p) металу додатково унаочнює виявлену тенденцію. Його зниження у варіантах досліджу, незалежно від рівня забрудненості, підтверджує перехід частини рухомих форм свинцю у фіксовану форму, що спричинено зміною спрямування фізико-хімічних процесів в ґрунті. Під впливом післядії вапнування та внесення побічної продукції кукурудзи з застосуванням біодеструктора коефіцієнт рухомості свинцю, порівнюючи з попередніми дослідженнями, знизився від 12,1—79,4 % до 10,7—51,6 %.

Установлено, що акумуляція в ґрунті важких металів, зокрема і свинцю, залежить від їх доступності для рослин і контролюється кислотністю, ємністю катіонного обміну, вмістом органічних речовин тощо. Тому проведення вапнування та внесення побічної продукції кукурудзи із застосуванням біодеструктора за вирощування кукурудзи на зерно на ґрунтах, що зазнали впливу воєнно-техногенних чинників, сприятиме не лише зменшенню надходження сполук свинцю до рослинницької продукції з подальшою транслокацією до трофічних ланцюгів, а й забезпечить поступове відтворення родючості таких ґрунтів.

УДК: 631.445.4:631.95

ЯКІСНА ОЦІНКА ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ПІД ПЕРЕЛОГОМ

Ю. В. Дегтярьов, к.с.-г.н., доцент

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

E-mail: degt7@ukr.net

Через бойові дії кількість придатних для сільськогосподарського використання ґрунтів різко скоротилася. Резервом для сільгоспугідь можуть бути землі, що перебувають під покривом трав. Водночас варто пам'ятати й зауважити, що зазнали ушкоджень і абсолютно цілинні ґрунти в межах природних заповідників.

Для наукових цілей використання контрольних варіантів для будь-яких дослідів є майже обов'язковим. Тому пропонується використання своєрідного еталону у якості контрольного варіанту для досліджень, як-от перелогові ґрунти. Один із таких об'єктів розташований у навчально-науково-

виробничому центрі «Дослідне поле Докучаєвське» Державного біотехнологічного університету.

Для встановлення бонітету та якісної оцінки чорнозему типового під перелогом проведено обчислення середньозваженого балу бонітету ґрунту, що передбачає такі розрахунки: уміст гумусу (y %) і його запаси (т/га) у шарі ґрунту 0—100 см; максимально можливі запаси продуктивної вологи (діапазон активної вологи); показники вмісту елементів живлення (азоту, фосфору й калію) та рН сольовий.

Дані діагностичних ознак є основою для встановлення балу бонітету ґрунтів. Останній розраховують так: для кожної діагностичної ознаки, яка виступає в ролі одного з основних (типових) критеріїв, спочатку розраховують бал бонітету як відношення фактичного значення показника до еталону. Еталоном запасів гумусу є величина 500 т/га в шарі 0—100 см. Такі його запаси характерні для найродючіших типових глибоких високогумусованих чорноземів. Для діапазону активної вологи еталоном є величина 200 мм засвоєваної вологи в шарі 0—100 см. Такий її запас повністю задовольняє потреби рослин у воді. У ґрунтах із таким запасом створюється оптимальний водно-повітряний режим. Стандартами для елементів живлення, у нашому випадку, були такі величини: для сполук лужногідролізного азоту — 10 мг/см² ґрунту; для рухомих фосфору й калію — 40 мг/см² ґрунту.

З усіх розрахованих типових критеріїв було обчислено середньозважений бал, який потім коректувався з урахування клімату й негативних властивостей ґрунтів (зокрема $pH_{\text{сол.}}$ та щільності), які обмежують урожайність сільськогосподарських культур. Кінцевий бал бонітету ґрунту встановлюється шляхом послідовного множення середньозваженого балу ($B_{\text{сз}}$) на відповідні коефіцієнти поправок.

Отже, за еталонний показник гумусу згідно з методикою прийнято запаси гумусу 500 т/га. Запаси гумусу у метровій товщі були 549 т/га. Показники зволоження чорнозему типового, що знаходиться під покривом трав, має в метровій товщі вологи в межах 253 мм. Тобто показники вологи переважають оптимальні її значення. Показники поживних речовин за лужногідролізним азотом чорнозему типового майже наполовину менші еталону. Аналогічна ситуація з фосфором і калієм.

Результат визначення середньозваженого балу бонітету засвідчив, що перелогові варіанти за розрахунками наближаються до цілинних аналогів чорнозему типового (104 бали).

Розрахунок середньозваженого балу бонітету не дає кінцевого уявлення про бонітет ґрунту та його якісну оцінку, оскільки ще не враховує негативні екологічні показники. Для чорнозему типового під перелогом було підібрано

згідно з методикою поправочні коефіцієнти на клімат та негативні властивості ґрунтів. Після врахування цих коефіцієнтів маємо змогу судити про кінцевий бал бонітету.

Отже, результати розрахунку бонітету чорнозему типового під перелогом свідчать, що перелогове використання чорноземів після 50—60-річного розорювання зумовили формування ґрунтів першої групи якості (84 бали).

УДК 631.41:631.86:633.85

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВНЕСЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЛОТНИХ СИСТЕМ

О. А. Литвінова, к.с.-г.н., старш. наук. співроб.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: litvinova19@ukr.net

Соняшник — одна з найбільш високорентабельних та поширених культур в Україні. У сучасній екологічній ситуації застосовуються високоефективні біопрепарати, безпечні для людини та навколишнього середовища, що має велике наукове та практичне значення для формування високопродуктивних агроценозів соняшнику, оскільки за відносно короткий проміжок часу створено значну кількість вітчизняних мікробіологічних препаратів та здійснено експериментальні застосування їх у виробництві.

Науково обґрунтоване використання біопрепаратів забезпечує високі агрономічні та економічні результати. Також вони значно поліпшують екологічні та санітарно-гігієнічні умови. Використання біопрепаратів повинно супроводжуватися численними дослідженнями їх впливу на ріст і розвиток рослин, формування елементів урожайності сільськогосподарських культур. Все це визначило вибір напряду нашого дослідження та технології внесення із інноваційними підходами, що впроваджуються у точному землеробстві, зокрема застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

БПЛА в сільському господарстві — це не лише картографування, збір інформації про використання оброблюваних площ та моніторинг розвитку сільськогосподарських культур. Натепер безпілотні технології також використовують для повноцінного обприскування та підживлення рослин в період вегетації.

Метою досліджень було проведення агрохімічної оцінки ефективності застосування біопрепарату за допомогою БПЛА у посівах соняшнику.

Дослідження із вивчення ефективності дії біологічного препарату Сігер Мультикомплекс, який застосовано у посівах соняшнику за допомогою БПЛА «ТТА М6-х» проводилися ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна

станція» (с. Пшеничне) у стаціонарному, закладеному 1956 року, досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна на лучно-чорноземному ґрунті.

Визначено ефективність застосування мінеральних добрив як окремо, так і на фоні біопрепарату Сігер Мультикомплекс (0,5 л/га) у забезпеченні достатніх рівнів урожайності культури в межах 3,6—4 т/га за поліпшення якості насіння соняшнику і підвищення виходу олії до 1,7 т/га. За таких умов перевищення, порівнюючи із необробленим фоном, становило на низьких фонах удобрення до 20 %, високих і підвищених до 5—10 %. Проведення позакореневих обробок біопрепаратом у досліді на різних рівнях удобрення мало перевагу у вмісті олії в насінні соняшнику із перевищенням до 0,8 %.

Одержані закономірності доводять ефективність їх розширеного впровадження у технологічних процесах, які є більш енергетично вигідними, технічно контрольовані у нинішніх умовах і меншою мірою залежні від ґрунтово-кліматичних чинників.
