
ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 631.95:355.018 (477.72)
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.1>

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЕКОЛОГІЗАЦІЮ АГРОВИРОБНИЦТВА У ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Аверчев О.В. – д.с.-г.н.,
професор кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
Нікітенко М.П. – аспірант, асистентка кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
Йосипенко І.В. – аспірант, асистентка кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

В статті розглянуті питання, як військові дії негативно впливають на екологізацію агропромисловництва України та зокрема Херсонської області, спричиняючи значні викиди важких металів, вуглекислого газу та інших хімічних сполук в атмосферу, ґрунти та водні об'єкти. Масштабне вторгнення росії в Україну спричинило великі жертви та гуманітарну кризу. Було зруйновано цивільну інфраструктуру, великі і малі агрогосподарства та завдано шкоди навколишньому природному середовищу. Родючі землі Херсонської області зазнали всіх видів пошкоджень та забруднень. Значна кількість концентрації небезпечних речовин знаходиться у ґрунті, вона починає мігрувати за вертикальним та горизонтальним напрямками, вступаючи у різні реакції в ґрунтово-повітряному середовищі. Тим самим спричиняє перехід у легкодоступні форми для рослин важких металів та інших небезпечних хімічних елементів. А також існує ймовірність того, що активна міграція важких металів та інших речовин потрапить у поверхневі або підґрунтові води, з яких здійснюється водозабір у споживчих цілях для населення та тварин.

В статті приведені рекомендації щодо відновлення, пошкоджених територій різними можливими методами та за допомогою певних агротехнологічних прийомів. Описано ефективність застосування сучасних інструментів та приладів для здійснення точної комплексної оцінки з подальшим прогнозуванням наслідків. Також в представлено матеріалі наводиться комплекс методів, який базується на системі очищення стічних вод, ґрунтів і атмосферного повітря з використанням зелених рослин, які мають позитивну екологічну дію. Крім того фіторе mediaція має ефективну та економічно вигідну біотехнологію, яка заснована на використанні рослин і асоційованих з ними мікроорганізмів-деструкторів. В економічно розвинених країнах такий біологічний метод все частіше використовують при очищенні антропогенно-порушеного навколишнього середовища за допомогою рослин.

Ключові слова: Херсонська область, військові дії, забруднення, важкі метали, фіторе mediaція, біологічні методи.

Averchev O.V., Nikitenko M.P., Yosypenko I.V. The influence of military actions on the environmentalization of agricultural production in the Kherson region

The article examines how military actions negatively affect the greening of agricultural production in Ukraine and, in particular, the Kherson region, causing significant emissions of heavy metals, carbon dioxide, and other chemical compounds into the atmosphere, soils, and water bodies. Russia's large-scale invasion of Ukraine caused great casualties and a humanitarian crisis. Civilian infrastructure, large and small farms were destroyed, and damage was caused to the surrounding natural environment. The fertile and of the Kherson region have suffered all kinds of damage and pollution. A significant amount of the concentration of dangerous substances is in the soil, it begin to migrate in vertical and horizontal directions, entering into various reactions in the soil-air environment. Thus it causes the transition of heavy metals and other dangerous chemical elements into easily accessible forms for plants. And there is also a possibility that the active migration of heavy metals and other substances will enter the surface or groundwater from which water is withdrawn for consumption purposes for the population and animals.

The article provides recommendations for the restoration of damaged areas by various possible methods and with the help of certain agrotechnological techniques. The effectiveness of the use of modern tools and devices for the implementation of an accurate comprehensive assessment with subsequent forecasting of the consequences is described. Also, the presented material presents a set of methods based on the system of purification of wastewater, soil and atmospheric air using green plants that have a positive ecological effect. In addition, phytoremediation is an effective and cost-effective biotechnology based on the use of plants and their associated destructive microorganisms. In economically developed countries, such a biological method is increasingly used in the purification of the anthropogenically disturbed environment with the help of plants.

Key words: *Kherson region, military operations, pollution, heavy metals, phytoremediation, biological methods.*

Вступ. Війна впливає не лише на продовольчу безпеку в Україні і світі, а й на екологічне становище та спільне світове майбутнє. За цей рік відбулись значні антропогенні зміни у агроландшафтах та природних екосистемах України. Війна Росії проти України призвела до масштабного та тривалого руйнування навколишнього середовища, включно з екосистемою ґрунтів. Заміновані території, вирви від обстрілів, зсуви, знищена військова техніка на полях – усі ці явища є ознаками серйозних порушень ґрунтового покриву з руйнівними наслідками для родючості ґрунтів та здоров'я людей.

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, за 11 місяців повномасштабного вторгнення Росії в Україну екологи передали до правоохоронних органів 959 справ про руйнування навколишнього середовища окупантами. Зафіксовано близько 2300 випадків нанесення шкоди навколишньому середовищу. Сума збитків сягає понад 46 мільярдів доларів США (шкода повітря, забруднення ґрунтів, водних ресурсів тощо). Окремі види збитків, наприклад лісам, поки що підрахувати нереально, адже близько півмільйона гектарів лісу перебувають під окупацією та бойовими діями [1].

Державна екологічна інспекція констатує, що станом на 18 лютого 2023 р. в Україні 14 млн м² земель засмічено залишками знищених об'єктів та боєприпасів, понад 280 тис. м² ґрунтів забруднено небезпечними речовинами [2]. Особливо це стосується територій, які знаходились під окупацією та які ще тимчасово окуповані. У прифронтових, окупованих та деокупованих регіонах країни переважає забруднення земель сільськогосподарського призначення, нерозірваними боєприпасами та мінами, що створює смертельну загрозу для українських фермерів під час польових робіт. Для подальшого безпечного використання таких територій необхідно проводити розмінування, що потребує залучення спеціальних служб та додаткових капіталовкладень.

Негативну дію на стан родючого шару ґрунту призводять залишені воронки від артилерійських обстрілів і ракетних ударів. Відбувається пошкодження ґрунту

танками та іншою важкою військовою технікою. Землі потребують відновлення, включаючи рекультивацію та вирівнювання земної поверхні. У південному регіоні України, де високий рівень врожаю сільськогосподарських культур досягали за допомогою зрошуваних меліорацій, потребує заміни та ремонту пошкоджена іригаційна інфраструктура.

Вся територія Херсонської області зазнала кожного виду пошкоджень. На відновлення екологічного стану та родючості ґрунтів сільськогосподарського призначення, відповідно до аналітичних оцінок необхідно 8 до 50 років.

Мета роботи. Науково-практичне обґрунтування необхідності запровадження постійного агроекологічного моніторингу щодо визначення ступеню регресії антропогенного ландшафту за деградаційними процесами по відношенню до встановлених екологічно-допустимих показників для подальшого безпечного ведення сільського господарства на деокупованих територіях Херсонської області.

Матеріали та методи. Користуючись інформаційними картами, які є в медіа-просторі, щодо сучасного стану земельного фонду України, можна констатувати, що родючі землі Херсонської області зазнали значних пошкоджень за рахунок не тільки фізичного впливу внаслідок воєнних дій, а також відбувається хімічне забруднення та накопичення у родючому шарі ґрунту важких металів та інших шкідливих елементів за вмістом, які значно перевищують всі допустимі концентрації.

Результати дослідження. Руїнування природної екосистеми Херсонської області за минулий рік досягло критичної межі. Провести точне обстеження стану земель ще немає можливості через відсутність доступу до окупованих ділянок. Але за картами бойових дій можна визначити райони та території, які найбільше постраждали та мають максимально небезпечний стан. Загалом, дії військової агресії, які мали негативний вплив на ґрунти та навколишнє середовище можна об'єднати у три групи – механічний вплив, фізичний та хімічний (рис. 1).

Саме на цих ділянках відбувалась значна кількість детонацій ракет та артилерійських снарядів, внаслідок яких утворюються шкідливі хімічні сполуки, зокрема чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO_2), водяна пара (H_2O), бурий газ (NO), закис азоту (N_2O), діоксид азоту (NO_2), формальдегід (CH_2O), пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N_2), а також велика кількість токсичної органіки. У комплексі вони мають токсичний вплив, окислюють навколишні ґрунти, деяка частина потрапляє у водоймища відкритого та закритого типу.

Хімічна реакція, яка відбувається в процесі вибуху будь-якого виду снаряду, здійснює викид у довкілля значної кількості різних сполук важких металів. При детонації ракет і снарядів утворюється ряд хімічних сполук – чадний газ, бурий газ, діоксид азоту, формальдегід та ін. Під час вибуху всі речовини піддаються повному окисленню, а продукти хімічної реакції виділяються в атмосферу, можуть надходити у доступній формі у рослини та накопичуватись в них. В свою чергу, до рослини важкі метали потрапляють через родючий шар ґрунту (0–30 см) за різними можливими природними ланцюжками (повітря – ґрунт – рослина), (водойма – ґрунт – рослина) та за іншими вертикальними або горизонтальними переміщеннями сполук важких металів за профілем ґрунту.

Серед найбільш поширених елементів, які потрапляють у ґрунти внаслідок вибуху боєприпасів, мідь та алюміній, сірка та азот також потрапляють у довкілля внаслідок окиснення вибухівки. При підвищеній концентрації вологи в приземному шарі ґрунту сірка перетворюється на кислотну сполуку, яка здатна, в прямому сенсі, випалити усі живі організми в родючому шарі ґрунту, тобто відбувається де гуміфікація, тому подальша будь-яка господарська діяльність на цих землях

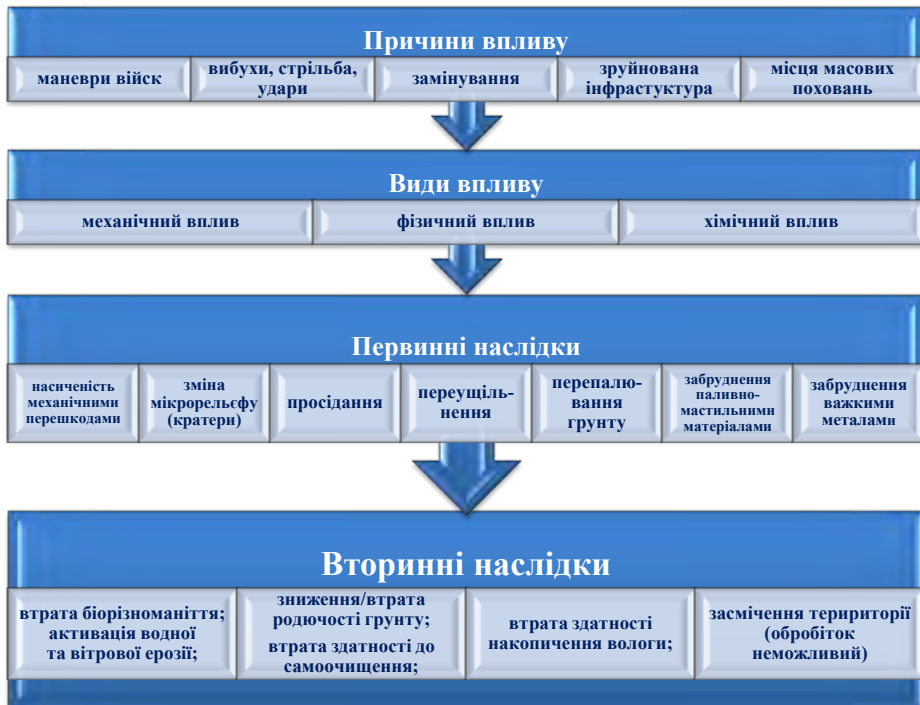


Рис. 1. Причини, види та наслідки російської агресії на екологізацію агропромисловості. (Систематизовано автором на основі інформації Центру екологічних ініціатив «Екодія») [2]

неможлива. Вибухові речовини, як правило, у своєму складі мають органічні сполуки, що містять азот, динітротолуол (реагент тротилу), тринітротолуол (тротил) та інші вибухові речовини, які потрапляючи у відкриті водойми можуть створити екологічну катастрофу, оскільки реагент тротилу може залишатись у воді впродовж тривалого періоду часу, що в свою чергу призводить до опромінення живих організмів. Тому динітротолуол визнано гостро токсичним елементом та ймовірним канцерогеном для людини. Тринітротолуол – синтетичний хімічний елемент, накопичується у ґрунті переважно у місцях захоронення або використання танкових боєприпасів. Вибухова речовина роял-демолітин має білу кристалічну структуру та за своїми особливими властивостями через низьку сорбцію у ґрунті часто вимивається у нижні горизонти та добре акумулюється рослинами. При вживанні небезпечних рослин, елемент роял-демолітин впливає на нервову систему живих організмів, призводить до судом, конвульсій та нудоти.

Ще один небезпечний хімічний елемент, який використовують у боєприпасах для підвищення їх проникаючої здатності, це збіднений уран. Він на 40% менш радіоактивний у порівнянні з природним і вважається помірно радіоактивним, отримується в процесі атомної енергетики як супутній продукт. Збіднений уран має α – випромінювання, яке не шкідливе для здорової людини. Тому цей вид ізотопу урану вважається більше хімічно-токсичним, ніж радіаційним. Як правило його використовують у авіаційній та медичній промисловості, а також у військовому застосуванні у складі броні військової техніки або уранових боєзарядів. Уран, як і інші важкі метали, має негативний вплив на людський організм, може

проникати і накопичуватися у легенях, кістках, кістковому мозку, печінці, призвести до інших генетичних аномалій і захворювань на лейкемію.

Окрема тема – заміновані території. Вибухи призводять до забруднення ґрунту важкими металами – свинцем, стронцієм, титаном, кадмієм, нікелем. Це робить ґрунт небезпечним і, в деяких випадках, непридатним для подальшого сільськогосподарського використання. Вибухи також призводять до лісових пожеж.

Без належного відновлення, пошкоджені землі втрачатимуть свої родючі властивості та здатність до самовідновлення. Науковцям та виробникам необхідно розробити стратегічний розвиток моніторингу з екологічного відновлення сільськогосподарських угідь. На нашу думку, доцільно запроваджувати елементи діджиталізації, які дають можливість проводити комплексну якісну та кількісну оцінку обстеження земель, які постраждали в наслідок агресії росії. Застосування сучасних інструментів дозволяє оперативно проводити дослідження та надавати об'єктивну характеристику стану деградованих земель. Так ступінь забруднення може бути попередньо визначений на основі інтенсивності обстрілів, які дешифруються із космічного знімку за кількістю кратерів, утворених внаслідок вибухів: чим більша інтенсивність вибухів (кількість і щільність кратерів, тривалі обстріли), тим більший ступінь хімічного забруднення ґрунтів слід очікувати.

Оцінка рівня забруднення ділянки повинна враховувати комплекс впливів і наслідків у тісному взаємозв'язку, що дасть можливість прогнозувати кумулятивні ефекти. Комплексна багатофакторна оцінка дає можливість прийняти обґрунтоване рішення щодо політики відновлення територій. На прийняття кінцевого рішення впливають багато факторів, головними з яких є рівень пошкодження, категорія придатності, характеристика забруднень, напрям використання ділянок (табл. 1).

Таблиця 1

Критерії для проведення комплексної багатофакторної оцінки рівня забруднення земельної ділянки.

Рівень пошкодження	Критерії придатності	Характеристика забруднень	Використання	Необхідні заходи
Дуже низького рівня (10% площі ділянки)	Безумовні придатні	Вміст хімічних речовин у межах фонових значень	Вирощування будь-яких культур	Не потрібні
Низького рівня (10–20%)	Придатні	Вище фонових значень, але у межах ГДК ¹	Будь-які культури за умови контролю за якістю сільськогосподарської продукції	Агротехнічні заходи
Середнього рівня (20–50%)	Мало придатні	Перевищення ГДК ¹ при лімітуючому транслокаційному показнику	Технічні культури, сінокоси, пасовища з нормованим випасом	Фітотермідація
Високого рівня (50–75%)	Умовно придатні	Перевищення ГДК ¹ у більшості досліджуваних забруднювальних речовин	Культурні пасовища, вирощування високоєфірних культур	Протирозійні гідротехнічні, фізичні та хімічні методи рекультиваци
Дуже високого рівня (>75%)	Не придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК ¹ за всіма критеріями	Вилучення із використання	Консервація

¹ – Гранично допустима концентрація (ГДК).

Залежно від прийнятого рішення адміністрацією, власниками земельних ділянок та науковцями приймається план дій щодо відновлення територій та визначення орієнтованої вартості запропонованих заходів.

План дій необхідно формувати згідно з результатами досліджень, які проводилися на деокупованих територіях. насамперед враховується характеристика пошкоджень ґрунтів. Пошкодження ґрунтів може бути викликане як хімічним так і механічним впливом. Хімічний вплив приводить до хімічного забруднення (засміченість важкими металами та іншими хімічними сполуками). Механічний вплив приводить до забруднення поверхні (осколки, гільзи, міни, босприпаси, трупи та інше), а також до деформації ґрунтового покриву. Наслідки механічного впливу приводять до унеможливлення обробітку земель через насиченість небезпечними механічними перешкодами, забруднення токсичними речовинами подовженому у часі, зміну мікрорельєфу (кратери, окопи, бліндажі та інше).

Заходи з відновлення територій застосовують залежно від ступеня пошкодження та локалізують на певну ділянку.

В світі існує декілька підходів до відновлення територій, які постраждали від наслідків війни. Головними з них є рекультивация і консервація. Рекультивация – це набір технологій, що передбачають штучне відновлення і повернення характеристик родючості ґрунту. А консервація – це тимчасове виведення земель з обробітку, відновлення родючості природним шляхом під впливом навколишнього середовища і часу. Під консервацію доведеться віддати ті землі, які будуть повністю непридатними для безпечного обробітку.

На нашу думку, на територіях, які після обстеження визнані придатними землями до рекультивации, доцільно впроваджувати біологічні методи відновлення земель та їх механічного складу шляхом застосування методу фітореємедіації, а саме висівати рослини, що вилучають і виносять з ґрунту токсичні речовини та сполуки важких металів.

Фітореємедіаційна технологія заснована на здатності рослин видаляти токсичні речовини з навколишнього середовища або перетворювати їх у безпечні з'єднання – метаболіти. У такий спосіб рослини здатні запобігати попаданню важких металів і хімічних забруднювачів в організм людини.

Сучасні технології фітореємедіації можуть базуватися на різних методичних підходах – це фітоекстракція, ризофільтрація, фітодеградація, фітоволатизація та ін. Перед застосуванням тієї чи іншої технології необхідно провести ретельний аналіз ділянки, що відновлюється, вид токсичних сполук, встановити їх концентрацію, глибину проникнення в ґрунт, тип ґрунту, наявність ґрунтових вод, кількість опадів за вегетаційний період тощо. Такий спосіб дозволяє зберегти родючість ґрунту після вилучення поллютантів. Для ведення фітореємедіаційної технології, як правило, використовують екологічні особливості енергетичних культур: рижію посівного (*Camelinasativa L.*), буркуну лікарського (*Melilotus officinalis L.*), ріпаку (*Brassica napus L.*); багаторічних трав: світчґрасу, або лозоподібного проса (*Switchgrass – Panicumvirgatum L.*) та міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus L.*). Наведемо коротку характеристику деяких культур.

Культура рижій посівний (*Camelinasativa L.*) невибаглива до умов розвитку завдяки своїй здатності витримувати весняні заморозки до 10°C та відноситься до холодостійких рослин. Насіння починає проростати, коли середня температура повітря становить 10°C. Рижій посівний невибагливий до вологозабезпечення, проте потребує достатньої кількості води у період інтенсивного росту стебла та вегетативної маси рослин. Ще одна особливість рижію те, що його можна

виросувати на слабо-піщаних ґрунтах, проте найбільший урожай культура дає на добре дренованих ґрунтах. Як правило, рижий відноситься до рослин довгого дня. Вегетаційний період складає 60-90 днів, що залежить від особливостей сорту та природно-кліматичних особливостей району вирощування. У насінні рижію посівного міститься майже 44% жирів, які є незамінні і роблять олію культури найціннішим продуктом в харчуванні людини.

Буркун лікарський (*Melilotus officinalis L.*) особлива сільськогосподарська культура, яка має медоносні та лікарські властивості. Це рослина відноситься до родини бобових, є дворічною трав'яною рослиною, висота якої може досягати 60-150 см. Починає проростати за температур 2-15°C, сходи можуть з'являтися двічі на рік, проте найкращі сходи отримують після перезимівлі. Завдяки своєму хімічному складу рослина містить кумарини, ефірну олію, похідні пурину, ліпоїди, білок, органічні кислоти, які добре використовують у лікуванні різних хвороб.

Ріпак (*Brassica napus L.*) – одна з основних олійних культур, які вирощуються в Україні та в усьому світі. В останній час виробництво ріпаку, здійснюють з ціллію додаткового джерела альтернативного виду біопалива. Тому, на нашу думку, перспектива вирощування ріпаку у агровиробництві має високу маржинальну цінність. Сорти озимого ріпаку належать до гігроскопічних культур, які найбільш чутливі до вологості восени та навесні. Насіння озимого ріпаку проростає при температурі ґрунту 0,1°C, але оптимальна температура 14–17°C для формування здорових сходів. У зимовий період може витримувати пониження температури до –13°C на рівні прикореневої шийки. Добре розвивається влітку при 18-20°C. Ріпак рослина довгого світлового дня. Найкращі ґрунти для вирощування – кременисті, сірі та темно-лісові ґрунти. Оптимальна реакція ґрунтового розчину рН 6,0–6,5. Вегетація від сходів до збору врожаю триває 289–320 днів.

Існують різні способи відновлення порушених екосистем. Наприклад, використання механічного методу очищення та консервування ґрунтів, які були забруднені важкими металами, нафтою та токсичними хімікатами. Розрізняють фізичні та хімічні (електрокінетичний, промивний, стабілізаційний, окислювальний або відновний) методи очищення середовища. Слід зазначити, що ці методи часто неефективні та високовартісні, зазвичай призводять до вторинного забруднення навколишнього середовища. Крім того, можуть бути ефективними на невеликих локальних зонах забруднення. Хімічне та фізичне забруднення і зменшення кількості відходів вимагає значних фінансових витрат. Використання природних способів відновлення є більш дієвим та менш витратним засобом. Ідея полягає в тому, щоб на уражених територіях висаджувати рослини, здатні до фіторемедіації, що дешевше, ніж будівництво спеціальних очисних споруд та максимально екологічно. Економічна ефективність фіторемедіації є чи не найвагомим аргументом на користь цієї технології. Біологічний метод відновлення антропогенно-порушених екосистем є найбільш економічним і безпечним.

Висновки. Проблема впливу воєнних дій на екологізацію агровиробництва у Херсонській області вагома та має абсолютно негативний вплив на довкілля та населення. Процес відновлення родючості ґрунтів довготривалий і вартісний. На нашу думку, необхідно розробити Національну стратегію відновлення ґрунтів, розробити систему заходів з очищення та розмінування ґрунтового покриву повоєнних ландшафтів.

Необхідно впровадити постійний агроекологічний моніторинг для визначення рівня та якісної оцінки фізичного, механічного і хімічного забруднення, що забезпечить можливість визначити ділянки з кризовим станом. За отриманими

даними моніторингу складений картографічний матеріал допоможе більш наглядного представити загальний стан земельного фонду Херсонської області. Створити систему заходів з очищення та розмінування ґрунтового покриву повосенних ландшафті. Тому план відновлення довкілля деокупованих територій повинен включати заходи з відновлення та збереження екосистем, що включають природоорієнтовані екологічні рішення та біологічні заходи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дика природа на межі: як війна знищує унікальні природні об'єкти Херсонщини. URL: <https://nsirogozy.city/articles/264450/dika-prigoda-na-mezhi-yak-vijna-znischuye-unikalni-prirodni-obyekti-hersonschini> (дата звернення 25. 02. 2023).
2. Як війна знищує українські ґрунти. Центр екологічних ініціатив «Екодія». URL: <https://ecoaction.org.ua/iak-vijna-znyshchuie-ukrainski-grunty.html> (дата звернення 25. 02. 2023).
3. Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Дестабілізація несприятливих факторів на агрофітоценози прора. *Аграрна наука: стан та перспективи розвитку* : збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції м. Одеса, 24–25 листопада 2022 р. ОДАУ, Агробіотехнологічний факультет. Одеса, 2022. С. 124–127.
4. Кравченко О., Василюк О., Войціховська А., Норенко К. Дослідження впливу військових дій на довкілля на Сході України. *Схід*. 2015. № 2. С. 118–123. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Skhid_2015_2_23 (дата звернення 27. 02. 2023).
5. Лісова Н.О. Вплив військових дій в Україні на екологічний стан території. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія* Том 43 № 2 (2017). С. 165–173. URL: <http://npg.tnpu.edu.ua/article/view/157493> (дата звернення 27. 02. 2023).
6. Аверчев О. В., Нікітенко М. П. Перспективний напрямок застосування діджиталізації в сучасному агробізнесі. *Актуальні проблеми економіки, обліку, фінансів та права: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції*. Полтава, 28 квітня 2021 р./ у 2 ч. Полтава : ЦФЕНД, 2021. Ч. 2. С. 34–35.
7. Поліщук Л. М.. Екологічні проблеми, спричинені розгортанням військових дій на території України. *Modern research in world science. Proceedings of the 12th International scientific and practical conference. SPC "Sci-conf.com.ua"*. Lviv, Ukraine. 2023, С. 319–326. URL: <file:///G:/202022-23/15.%208F/MODERN-RESEARCH-IN-WORLD-SCIENCE-26-28.02.2023.pdf> (дата звернення 05. 03. 2023).
8. Averchev O., Nikitenko M. Use of digitalization in agricultural sector in monitoring for weather activity at climate change. *Azərbaycan Hidrotexnika və Meliorasiya Elm-Istehsalat Birliyinin 2020-ci ilə dair "Elmi əsərlər toplusu"*, XLII cild Bakı: 2021-ci il, "Elm". Pp. 14–27.
9. Гирля, Л. М. Фіторемедіація – ефективний шлях зниження вмісту важких металів у ґрунтах. *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія». Серія : Екологія*. 2011. Т. 152, Вип. 140. С. 57–59. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/240/3/%D0%93%D0%B8%D1%80%D0%BB%D1%8F.pdf> (дата звернення 04. 03. 2023).
10. Борецька І.Ю., Джура Н.М., Романюк О.І. Фіторемедіація техногенно забруднених ґрунтів з використанням енергетичних культур. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. К. : Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 6(39). С. 72–76.