

9. Коньшин Р. В., Дегтярьов В. В. Склад органічної частини мілітарно пошкоджених піролізом чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2026. Вип. 149, Ч. 2. С. 253–260. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.30>.

РОСТОВА ТА ФІЗІОЛОГІЧНА РЕАКЦІЯ ТЕСТ-КУЛЬТУР НА МІЛІТАРНО ПОРУШЕНІ ҐРУНТОВІ СУБСТРАТИ

Іжболдін О. О., к. с.-г. н., доцент

Мицик О. О., к. с.-г. н., доцент

Гаврюшенко О. О., к. с.-г. н., доцент

Шевченко С. М., д. с.-г. н., професор

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
м. Дніпро, Україна

Повномасштабні воєнні дії в Україні спричинили значне поширення механічно порушених і забруднених земель, у тому числі сільськогосподарського призначення. Вплив бойових дій на ґрунтовий покрив має комплексний характер і проявляється у руйнуванні природної будови ґрунтового профілю, переміщенні матеріалу генетичних горизонтів і ґрунтотворних порід, ущільненні, зміні фізичних, фізико-хімічних та біологічних властивостей ґрунту, а також ризику його забруднення продуктами військової діяльності [1]. Особливу категорію таких порушень становлять вибухові вирви, формування яких супроводжується різким просторовим перерозподілом ґрунтової маси та утворенням неоднорідних за походженням і властивостями мілітарно порушених ґрунтових субстратів.

Наслідки вибухового впливу не обмежуються механічною трансформацією ґрунтового профілю. Дослідження територій, пов'язаних із детонацією боєприпасів, мін та вибухових пристроїв, свідчать про можливість надходження і перерозподілу важких металів та формування локальних зон їх накопичення [2]. Поєднання механічних і хімічних чинників ускладнює оцінювання екологічного стану мілітарно порушених земель та обґрунтовує необхідність застосування комплексу методів, серед яких важливе місце може посідати біологічне тестування.

Рослина інтегровано реагує на сукупність властивостей середовища, тому використання тест-культур дає можливість на первинному етапі виявити відмінності між субстратами за їх впливом на ріст і фізіологічний стан рослин. Особливо важливим є застосування декількох культур, що належать до різних ботанічних груп, оскільки їх реакція на однаковий субстрат може суттєво відрізнятися. Водночас біологічну відповідь рослин необхідно розглядати як результат комплексної дії умов середовища, а не як прямий показник наявності або концентрації окремого забруднювача.

Метою дослідження було встановити особливості ростової та фізіологічної реакції ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) сорту Дев'ятий вал і гороху посівного (*Pisum sativum* L.) сорту Отаман на ґрунтові субстрати різного походження та положення у межах мілітарно порушеного ґрунтового профілю та оцінити можливість використання цих культур для первинного біологічного скринінгу порушеного ґрунтового середовища.

Моделльний вегетаційний дослід закладено у 2025 р. До схеми дослідження включено матеріал, відібраний із різних морфологічних елементів та глибин вибухової вирви: брустверу (0–20 см), уступу (0–20 см), верхньої частини порушеного профілю (20–40 см), середньої (40–85 см) та нижньої (85–250 см) його частин. Для порівняння використовували поверхневий шар ґрунту 0–20 см, відібраний на відстані 15 м та 50–75 м від вирви. До ширшої схеми скринінгового дослідження також було включено субстрати іншого походження, зокрема техногенну суміш лесоподібного суглинку та сіро-зеленої глини, що дозволило порівняти реакцію тест-культур на різні за генезисом порушені субстрати.

Насіння ячменю ярого та гороху посівного висівали 9 квітня 2025 р. по п'ять насінин у посудину. Появу перших сходів зафіксовано 14 квітня, масових – 18 квітня. Після появи сходів рослини проріджували, залишаючи по три рослини у кожній посудині. У процесі вегетаційного дослідження проводили спостереження за ростом і розвитком тест-культур. Для характеристики фізіологічного стану рослин визначали показник SPAD, який відображає відносний вміст хлорофілу в листовому апараті. У представленому дослідженні проаналізовано результати SPAD-вимірювання, проведеного 12 травня 2025 р.

Отримані результати засвідчили виражену диференціацію фізіологічної реакції тест-культур залежно від походження субстрату та його положення у мілітарно порушеному ґрунтовому профілі. На матеріалі брустверу значення SPAD становило 26,5 у ячменю та 35,1 у гороху. Для матеріалу верхньої частини порушеного профілю відповідні показники становили 22,3 і 36,5, середньої – 33,8 і 41,1, нижньої – 23,0 і 49,1. Таким чином, навіть у межах одного мілітарно-едафічного утворення було встановлено суттєву варіабельність фізіологічної відповіді рослин.

Особливо показовою виявилася неоднакова реакція двох тест-культур на однакові субстрати. Найбільшу міжвидову різницю серед досліджених частин порушеного профілю встановлено для його нижньої частини: значення SPAD гороху становило 49,1, тоді як ячменю – 23,0, тобто різниця досягала 26,1 одиниці. Для верхньої частини профілю різниця становила 14,2 одиниці SPAD, для брустверу – 8,6, середньої частини – 7,3. У зазначених варіантах значення SPAD гороху перевищувало відповідний показник ячменю, однак величина міжвидової різниці істотно залежала від походження досліджуваного матеріалу.

Інше співвідношення між тест-культурами встановлено у поверхневому шарі ґрунту за межами безпосередньої зони вирви. На відстані 15 м значення SPAD становило 29,1 у ячменю та 24,2 у гороху, тобто показник ячменю був вищим на 4,9 одиниці. На відстані 50–75 м значення SPAD обох культур були однаковими і становили 27,1. Отримані результати свідчать, що абсолютне

значення SPAD недоцільно використовувати як самостійний критерій ступеня мілітарного порушення ґрунту. Більш інформативним є зіставлення реакцій декількох тест-культур на різні субстрати за однакових умов проведення вегетаційного експерименту.

Найнижчі серед розглянутих варіантів значення SPAD встановлено на техногенному субстраті, представленому сумішшю лесоподібного суглинка та сіро-зеленої глини: 10,1 у ячменю та 11,8 у гороху. На відміну від окремих частин матеріалу вибухової вирви, де реакція двох культур суттєво відрізнялася, на техногенному субстраті низькі значення показника спостерігали в обох культур, а міжвидова різниця становила лише 1,7 одиниці SPAD. Це вказує на менш сприятливі умови для фізіологічного стану рослин у цьому варіанті порівняно з більшістю досліджених субстратів, однак на цьому етапі експерименту не дає підстав пов'язувати встановлену реакцію з дією одного конкретного чинника.

Виявлена неоднорідність фізіологічної реакції тест-культур має важливе значення для подальшого дослідження мілітарно порушених ґрунтів. Вибухова вирва являє собою не лише локальну форму механічного руйнування поверхні. Внаслідок вибуху відбувається переміщення і змішування матеріалу генетичних горизонтів та ґрунотвірної породи, що створює просторово диференційоване ґрунтове середовище. Тому використання одного усередненого зразка для характеристики всієї зони вибухового порушення може нівелювати відмінності між окремими її морфологічними елементами.

Результати експерименту також демонструють доцільність одночасного використання декількох тест-культур. Різна реакція ячменю та гороху на матеріал одних і тих самих частин порушеного профілю свідчить про видоспецифічний характер біологічної відповіді. Відповідно, використання лише одного виду рослин може бути недостатнім для первинної оцінки властивостей неоднорідних мілітарно порушених субстратів. Поєднання злакової та бобової культур дозволяє отримати взаємодоповнювальну інформацію щодо їх придатності як тест-об'єктів.

Разом із тим результати SPAD-вимірювань необхідно інтерпретувати у сукупності з іншими характеристиками ґрунтового середовища. Високе значення SPAD не може самостійно розглядатися як доказ сприятливого екологічного стану субстрату, так само як його зниження не дозволяє встановити конкретну причину пригнічення рослини. На фізіологічний стан тест-культур можуть одночасно впливати фізичні властивості субстрату, водний і повітряний режими, реакція ґрунтового розчину, забезпеченість елементами живлення та наявність потенційних токсикантів. Тому проведений вегетаційний експеримент слід розглядати як первинний біологічний скринінг, а не як завершену екологічну оцінку досліджуваних субстратів.

Подальше відновлення мілітарно пошкоджених сільськогосподарських ґрунтів потребує інтегрованого підходу, що поєднує діагностику характеру порушення, оцінювання властивостей ґрунтового середовища, біологічне тестування та обґрунтування відповідних ремедіаційних заходів [3]. У зв'язку з

цим проведений вегетаційний дослід є початковим етапом тривалої комплексної роботи. Наступний етап досліджень має передбачати зіставлення ростових і фізіологічних реакцій тест-культур із фізичними, фізико-хімічними та хімічними характеристиками відповідних субстратів. Це дозволить перейти від фіксації відмінностей у біологічній відповіді рослин до встановлення чинників, які лімітують їх ріст і розвиток, та надалі обґрунтувати диференційовані заходи ремедіації мілітарно порушених земель.

Таким чином, ґрунтові субстрати різних частин мілітарно порушеного профілю характеризувалися неоднаковим впливом на фізіологічний стан тест-культур. Найбільшу міжвидову різницю серед досліджених елементів вибухової вири встановлено для матеріалу нижньої частини профілю, де значення SPAD становило 23,0 у ячменю та 49,1 у гороху. Найнижчі значення показника серед розглянутих варіантів отримано на техногенному субстраті – 10,1 та 11,8 відповідно. Різна реакція ячменю ярого і гороху посівного підтверджує доцільність застосування декількох тест-культур для первинного біологічного скринінгу порушених ґрунтових субстратів. Подальше поєднання біологічних показників із комплексною характеристикою властивостей ґрунту має стати основою для визначення лімітуючих чинників та розроблення науково обґрунтованих підходів до ремедіації мілітарно порушених сільськогосподарських земель.

Література

1. Solokha M., Demyanyuk O., Symochko L., Mazur S., Vynokurova N., Sementsova K., Mariychuk R. Soil degradation and contamination due to armed conflict in Ukraine. *Land*. 2024. Vol. 13, No. 10. Art. 1614. DOI: 10.3390/land13101614.
2. Tešan Tomić N., Smiljanić S., Jović M., Gligorić M., Povrenović D., Došić A. Examining the effects of the destroying ammunition, mines and explosive devices on the presence of heavy metals in soil of open detonation pit; Part 2: Determination of heavy metal fractions. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2018. Vol. 229. Art. 303. DOI: 10.1007/s11270-018-3950-7.
3. Mytsyk O. O., Shevchenko S. M., Havriushenko O. O., Tkalic Y. I., Shevchenko O. M. Integrated bioremediation and reclamation strategies for militarily damaged agricultural soils. *Agrology*. 2025. Vol. 8. P. 153–167.