

РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ МІНЕРАЛЬНОЇ ПУЛЬПИ У ВІДНОВЛЕННІ РОДЮЧОСТІ АНТРОПОГЕННО ЗМІНЕНИХ ҐРУНТІВ

Сікач Т.І., Колодій М.А., Алпатова О.М., Кравчук-Ободзінська Т.В., Булковська А.Г.
Державний університет «Житомирська політехніка»
вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир
kpn_vti@ztu.edu.ua, kgt_kma@ztu.edu.ua, ke_aom@ztu.edu.ua,
ke_ktv@ztu.edu.ua, tzns45_bag@student.ztu.edu.ua

У статті досліджено вплив дрібнодисперсної пульпи каменеобробних підприємств на ріст і розвиток рослин у контексті раціонального використання промислових відходів та зниження антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Актуальність роботи зумовлена значними обсягами утворення відходів каменеобробки в Житомирській області та необхідністю їх ефективної утилізації в межах принципів циркулярної економіки. Метою дослідження є оцінка фітотоксичного та біостимулюючого впливу пульпи на рослини, а також визначення перспектив її використання для рекультиваци порушених земель. Експериментальні дослідження проводили в лабораторних умовах із використанням як тест-об'єкта вівса звичайного (*Avena sativa* L.). Як субстрати застосовано піщаний та дерново-підзолистий ґрунти, що відрізняються фізико-хімічними властивостями. Пульпу вносили у концентраціях 5, 10, 20 та 50 % від маси ґрунту. Оцінку впливу здійснювали за морфометричними показниками рослин (довжина стебла, кореня, фітомаса) та розрахунком фітотоксичного ефекту. Встановлено, що дія пульпи має нелінійний характер і залежить від її концентрації та типу ґрунту. Найбільш інтенсивний стимулюючий ефект зафіксовано при концентрації 20 % на піщаному субстраті, де спостерігається істотне покращення водоутримуючої здатності та забезпечення рослин доступними мінеральними елементами. Водночас за концентрації 50 % відзначено зниження позитивного ефекту та появу ознак пригнічення росту, що пояснюється погіршенням аерації та ущільненням субстрату. Отримані результати свідчать про доцільність більш поглибленого вивчення перспектив використання дрібнодисперсної пульпи як меліоранта для покращення властивостей малородючих ґрунтів та рекультиваци деградованих територій. Практичне значення роботи полягає в обґрунтуванні безпечних концентрацій внесення пульпи (до 20 %), що дозволяє поєднати утилізацію відходів із підвищенням продуктивності рослин. Результати дослідження можуть бути використані у природоохоронній практиці, агроекології та при розробленні регіональних стратегій сталого розвитку. *Ключові слова:* пульпа каменеобробки, фітотоксичність, субстрат, біорекультиваци земель, біостимулюючий ефект, морфометричні показники рослин.

Resource Potential of Mineral Pulp in Restoring Fertility of Anthropogenically Altered Soils. Sikach T., Kolodii M., Alpatova O., Kravchuk-Obodzinska T., Bulkovska A.

The article investigates the effect of fine-grained pulp from stone-processing enterprises on plant growth and development in the context of rational use of industrial waste and reduction of anthropogenic pressure on the environment. The relevance of the study is determined by the significant volumes of stone-processing waste generated in the Zhytomyr region and the need for its efficient utilization within the principles of a circular economy. The aim of the study is to assess the phytotoxic and biostimulatory effects of pulp on plants and to determine the prospects for its use in the reclamation of degraded lands. Experimental research was conducted under laboratory conditions using common oat (*Avena sativa* L.) as a test object. Sand and sod-podzolic soils, differing in physicochemical properties, were used as substrates. The pulp was applied at concentrations of 5, 10, 20, and 50 % of the soil mass. The effect was evaluated based on morphometric parameters of plants (stem length, root length, and biomass) and calculation of the phytotoxic effect. It was established that the action of the pulp has a non-linear character and depends on its concentration and soil type. The most pronounced stimulatory effect was observed at a 20 % concentration on the sandy substrate, where a significant improvement in water retention and supply of accessible mineral elements to plants was recorded. At the same time, at a 50 % concentration, the positive effect decreased, and signs of growth inhibition appeared, which is explained by reduced aeration and compaction of the substrate. The results indicate the feasibility of further in-depth studies on the potential use of fine-grained pulp as a soil ameliorant to improve the properties of low-fertility soils and reclaim degraded areas. The practical significance of the study lies in substantiating safe pulp application rates (up to 20 %), which allows combining waste utilization with increased plant productivity. The findings can be applied in environmental management, agroecology, and the development of regional sustainable development strategies. *Key words:* stone-processing pulp, phytotoxicity, substrate, land bioreclamation, biostimulatory effect, plant morphometric parameters.

Постановка проблеми. За кількістю каменеобробних підприємств лідером в Україні є Житомирська область. Сприятлива геологічна будова регіону забезпечує наявність численних родовищ природного каменю, що зумовило високу концентрацію різних підприємств з обробки каменю, які генерують значні обсяги відходів. За оцінками, щорічний обсяг відходів, що включають також дрібнодисперсні залишки каменю (пульпу), в регіоні сягає близько 50 тис. м³ [4-5]. З огляду на це, раціо-



нальне використання відходів камінеобробки є актуальним та дозволить в подальшому зменшити антропогенне навантаження на довкілля та забезпечити ефективне використання природних ресурсів.

Властивості пульпи викликають особливий інтерес, адже при її внесенні до ґрунту зміняться його фізико-хімічні властивості, що вплинуть на ріст рослин. Необхідно встановити, чи проявляє пульпа негативний фітотоксичний ефект, пригнічуючи розвиток рослин, чи, навпаки, її дія може бути стимулюючою, сприяючи їхньому росту [1-3]. Визначення характеру цього впливу є важливим для розробки методик рекультивативної забруднених ґрунтів, що дозволить повернути земельні ділянки у сільськогосподарський оборот та сприятиме сталому розвитку регіону й України в цілому [6].

Актуальність дослідження. В останні роки зростає увага до раціонального використання промислових відходів, зокрема пульпи. Хоча зазвичай її розглядають як сировину для будівельних матеріалів, важливо дослідити цей ресурс як потенційний засіб для підвищення родючості ґрунтів, рекультивативної порушених земель та зменшення екологічного навантаження [4-7]. Мета дослідження полягає в оцінці впливу пульпи на ріст рослин, що дозволить визначити її користь або ризики для агроекологічного середовища, а також розробити рекомендації щодо її безпечного застосування.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. З огляду на високу концентрацію камінеобробних підприємств у Житомирській області, результати дослідження мають регіональне значення, оскільки сприятимуть розробленню ефективних рішень щодо поводження з відходами у межах місцевих програм сталого розвитку. Отримані дані можуть бути використані підприємствами галузі, органами місцевого самоврядування та агроекологічними службами для підвищення ефективності управління відходами і скорочення площ полігонів техногенних відкладів. Тому, авторський доробок відповідає завданням екологічної модернізації виробництв, розвитку сталого природокористування та переходу до циркулярної моделі економіки, де відходи розглядаються як ресурс для подальшого використання у виробничих або природних системах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних наукових працях проблема поводження з відходами камінеобробної промисловості розглядається у контексті переходу до моделі циркулярної економіки, яка ґрунтується на принципах повторного використання ресурсів, мінімізації утворення відходів і замикання матеріальних потоків. Відповідно до цих принципів, відходи камінеобробки, зокрема дрібнодисперсна пульпа, розглядаються не лише як екологічна проблема, а як потенційний вторинний ресурс для будівельної галузі або відходи, що потребують утилізації.

У роботах вітчизняних дослідників підкреслюється [4-6], що відходи камінеобробки становлять вагомий компонент мінеральних техногенних ресурсів України, які при належному управлінні можуть бути повернуті в господарський обіг. Автори зазначають, що реалізація принципів циркулярної економіки вимагає оцінки хімічного складу, фракційного складу та екологічної безпечності таких відходів перед їх повторним використанням.

Подібні підходи демонструють і зарубіжні дослідження [1-2], у яких відходи гірничо-видобувної або будівельної промисловості розглядаються як альтернатива природним матеріалам у ґрунтових та будівельних системах, а їхнє застосування аналізується через методологію оцінки життєвого циклу.

Наукові публікації також звертають увагу на екологічні та агрономічні ризики від повторного використання мінеральних залишків. Зокрема, зазначається необхідність перевірки їхньої фітотоксичності, вмісту важких металів, впливу на кислотність і структуру ґрунту. Водночас окремі експериментальні роботи демонструють позитивний ефект внесення дрібнодисперсних мінеральних матеріалів на структурування ґрунтів, покращення вологоутримуючої здатності та стимулювання росту рослин за умови контролю концентрацій.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Попри наявність окремих досліджень, комплексна оцінка впливу пульпи камінеобробки на агроекологічні показники залишається недостатньо вивченою. Відсутні узагальнені дані про її дію на різні культури, зміну фізико-хімічних параметрів ґрунту та потенціал використання у системах біорекультивативної. Це створює потребу у проведенні комплексних експериментів, які поєднують біологічну, хімічну та екологічну оцінку, що відповідає завданням сталого розвитку та впровадженню принципів циркулярної економіки в Україні.

Новизна. Фокусування дослідження на впливі пульпи на ріст рослин, дозволить розробити рекомендації щодо рекультивативної земель та оцінити перспективи безпечного застосування таких відходів в цих цілях у майбутньому.

Методологічне або загальнонаукове значення. Даний напрямок досліджень підсилить міждисциплінарний підхід: геологія (регіональні родовища), технологія (камінеобробка), агроекологія (рослини, ґрунт), екологія (вплив відходів) та несе загальнонауковий характер.

Викладення основного матеріалу. Дослідження проводили в лабораторних умовах при температурі 22°C. Як модельну рослину використовували овес звичайний (*Avena sativa L.*). Овес є невибагливою однорічною культурою, який можна використовувати як сидерат, що покращить структуру ґрунту. Завдяки розвиненій стрижневій кореневій системі овес звичайний сприяє дренажу, структуру-

ванню ґрунту та накопиченню органічних сполук, що робить її зручною для оцінки фітотоксичності.

Для досліду було використано два типи ґрунтів з різними фізико-хімічними властивостями (таблиця 1). Такий вибір обумовлений домінуванням дерново-підзолистих ґрунтів на Житомирщині, а також оголення піщаного шару під час добувних робіт відкритим способом.

Отже, зроблений вибір дозволяє встановити різницю у впливі пульпи на ґрунти з різним гранулометричним складом, кислотністю та буферною здатністю, а також оцінити потенційну придатність таких субстратів для подальшої рекультивації або утилізації відходів каменеобробки.

У ґрунтові зразки вносили дрібнодисперсну пульпу в концентраціях 5, 10, 20 та 50 % від маси

Таблиця 1

Обґрунтування вибору ґрунтів для внесення відходів каменеобробки (пульпи)

Різнovid ґрунту	Характеристика	Обґрунтування вибору
Піщаний ґрунт	Легкий за гранулометричним складом, малородючий, з низьким вмістом органічної речовини, добре аерується, має високу водопроникність.	Низька буферна здатність дозволяє чітко виявити зміни під дією пульпи. Висока фільтраційна здатність сприяє дослідженню міграції компонентів пульпи у профілі ґрунту. Типовий для зон розташування каменеобробних підприємств, тому є природно релевантним для дослідження.
Дерново-підзолистий ґрунт	Кислий, малогумусний, легкий за складом, типовий для Полісся.	Поширений у регіонах розміщення каменеобробних підприємств (зокрема Житомирщина). Кисла реакція середовища дозволяє оцінити потенціал пульпи як лужного меліоранта. Низький вміст глинистих часток сприяє виявленню структурних змін під дією пульпи.

ґрунту [8-9]. Підготовлені зразки розміщували в пластикові ємності з дренажними отворами. Для кожного варіанта досліду проводили три повторності. Посів овесу звичайного здійснювали рівномірно по поверхні зволоженого субстрату. Полив проводили відстояною водопровідною водою у міру підсихання ґрунту, підтримуючи помірну вологість, оптимальну для росту рослин.

Ґрунтоутворювальні властивості дрібнодисперсної пульпи викликають значний науковий інтерес. Внесення її в ґрунт призведе до трансформації його фізико-хімічних параметрів та впливу на фізіологічні процеси рослин. Тому у роботі зосередили свою увагу на фітотоксичності пульпи.

Фітотоксичний ефект розраховують за формулою:

$$ФЕ = \frac{V_0 - V_x}{V_0} \times 100\%,$$

де V_0 – морфометричні характеристики рослин у контрольному варіанті; V_x – морфометричні характеристики рослин у досліджуваних зразках [7].

На рис. 1 представлено узагальнену оцінку фітотоксичного ефекту пульпи каменеобробки за відсотковими від'ємними значеннями на ріст рослин, що вказує на біостимулюючий ефект, тобто пульпа містить елементи та створює середовище, що покращують живлення, підвищують активність ферментів та стимулюють ріст.

Графічне представлення результатів (рис. 2-4) демонструє, як дрібнодисперсна пульпа впливає на

морфометричні показники рослин. Зокрема, при використанні пульпи у концентраціях 5 % та 20 % на обох досліджуваних субстратах спостерігається стимулюючий ефект, а саме збільшення довжини стебла та кореня, а також зростання фітомаси рослин (відповідно 1:2, 1:1,5, 1:2). При концентраціях пульпи 10 % та 50 % на піщаному субстраті суттєвих змін порівняно з контролем не зафіксовано. Проте, на дерново-підзолистому ґрунті при 10 % концентрації пульпи виявлено пригнічення ростових процесів. Натомість, за 50 % концентрації пульпи на дерново-підзолистому субстраті спостерігається стимуляція зростання.

Фітотоксичний ефект дрібнодисперсної пульпи проявляється по-різному і визначається її концентрацією в субстраті, а також дослідженими морфометричними показниками (рис. 5-6). На рисунку 5 чітко простежується зона максимального стимулюючого ефекту при концентрації 20%. Приріст фітомаси (ФЕ = -139,86 %) та лінійних розмірів кореневої системи (ФЕ = -124,17 %) свідчить про високу адаптивну здатність вівса до даного мінерального субстрату. Точка перелому спостерігається при 50% концентрації, де графік переходить у додатну зону (зону пригнічення), що маркує межу безпечного використання відходу».

Згідно з побудованим графіком (рис. 6) визначено зони фітотоксичного впливу при концентрації домішки 5 % та 50 % (для кореня 3,2 % та 26,2 %), та 10 % (для фітомаси 40,0 %). Отримані результати свідчать про активацію захисних механізмів, що забезпечують виживання рослин у складних умо-

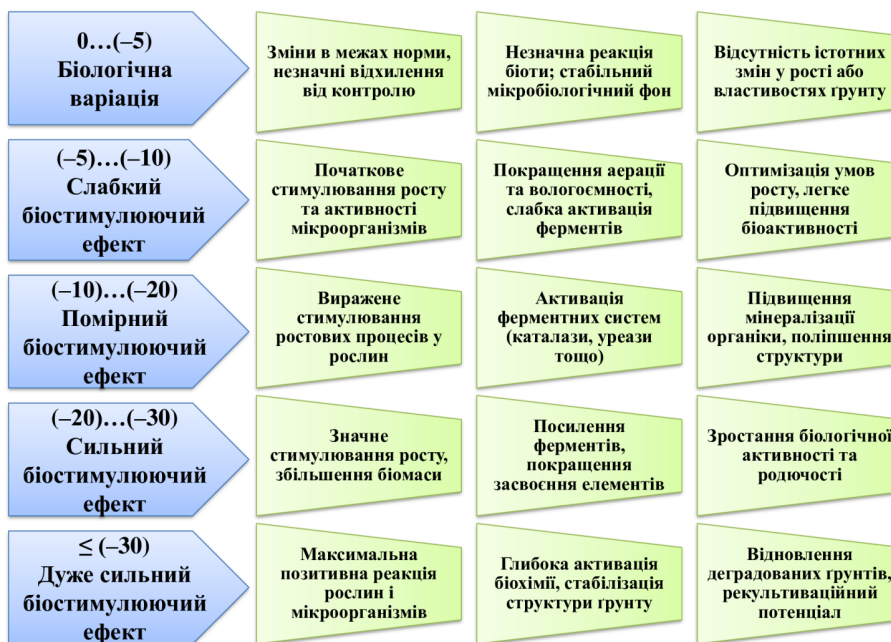


Рис. 1. Інтерпретації ростостимулюючої активності пульпи за показниками фітотестування

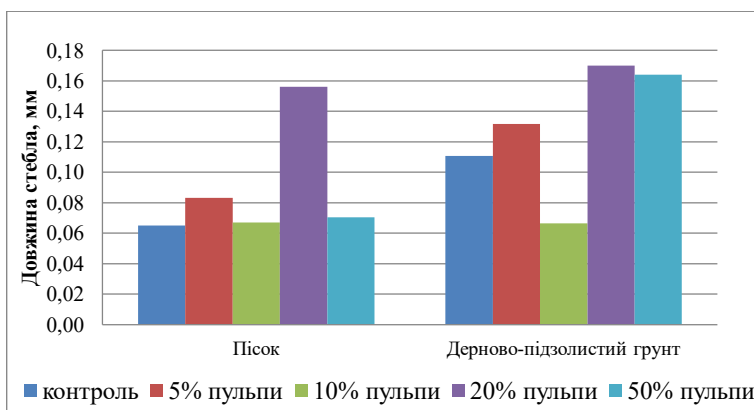


Рис. 2. Динаміка морфометричних показників стебла *Avena sativa* L. залежно від вмісту дрібнодисперсної пульпи каменеобробки.

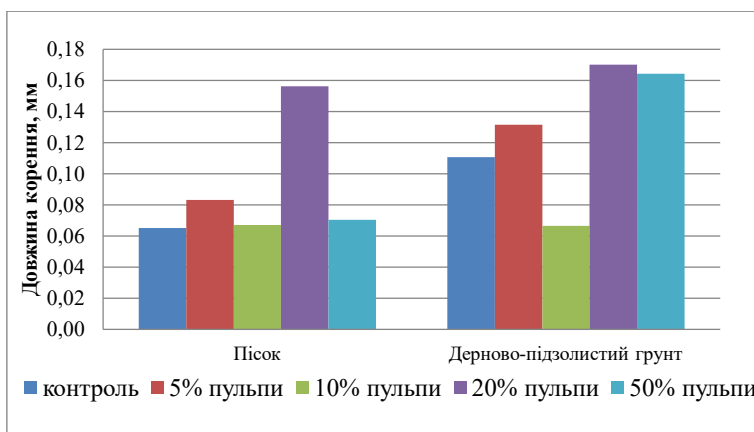


Рис. 3. Динаміка морфометричних показників кореневої системи *Avena sativa* L. залежно від вмісту дрібнодисперсної пульпи каменеобробки

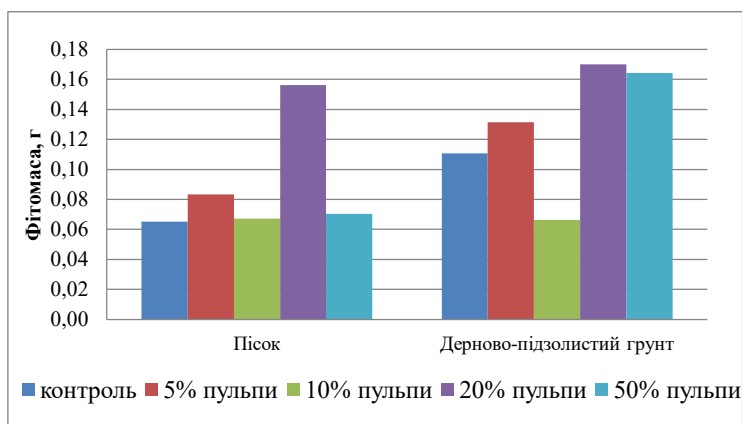


Рис. 4. Динаміка морфометричних показників фітомаси *Avena sativa* L. залежно від вмісту дрібнодисперсної пульпи каменеобробки

вах. Це виявляється в прискоренні зростання стебла чи кореня, незважаючи на загальний стресовий стан.

Водночас за концентрації пульпи 20% спостерігається зміщення реакції у бік стимуляції ростових процесів (від біологічної варіації до дуже сильного

біостимулюючого ефекту (ФЕ кореня -0,1 %, стебла -3,6 %, фітомаса -53,7 %)), залежно від аналізованого показника. Така реакція пов'язана із частковою компенсацією негативного впливу за рахунок надходження елементів живлення, що тимчасово переважає токсичну дію.

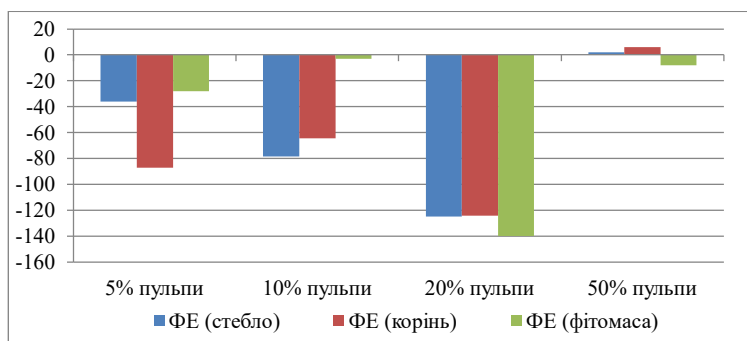


Рис. 5. Показники фітотоксичного ефекту (ФЕ) дрібнодисперсної пульпи на піщаному субстраті

Примітка: Додатні значення вказують на пригнічення росту, від'ємні значення – на стимуляцію (позитивний вплив) порівняно з контролем.

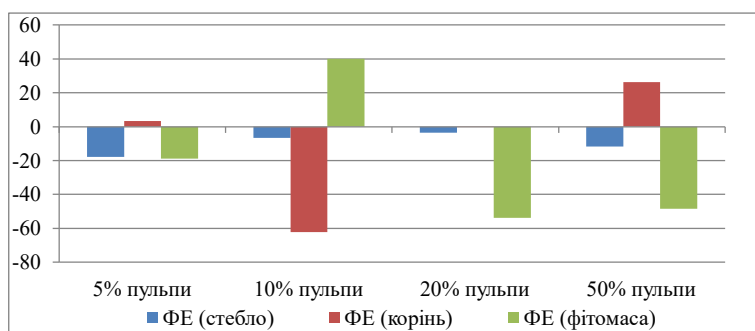


Рис. 6. Показники фітотоксичного ефекту (ФЕ) дрібнодисперсної пульпи на дерново-підзолистому субстраті

Примітка: Додатні значення вказують на пригнічення росту, від'ємні значення – на стимуляцію (позитивний вплив) порівняно з контролем.

Найбільш помітним результатом дослідження є виявлення зони стимуляції росту, що математично виражаються через від'ємні значення фітотоксичного ефекту (ФЕ). У біології це свідчить про стимуляцію росту.

На піску при внесенні 20 % пульпи довжина стебла зростає на 124 % порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що чистий пісок є бідним на поживні речовини субстратом, а пульпа каменеобробки (гранітна/габрова) містить мінеральні солі, мікро- та макроелементи (калій, магній, кальцій, залізо), які

стають доступними для рослин, такий позитивний відгук зумовлений поступовою трансформацією агрофізичних та біохімічних властивостей піску під впливом мінеральної пульпи, що схематично зображено на рис. 7.

Отримані результати на дерново-підзолистих ґрунтах свідчать про нелінійний характер впливу мінеральної пульпи, де поєднання поживного та токсичного ефектів зумовлює різні варіації реакцій рослин залежно від концентрації. Це пов'язано з тим, що даний тип ґрунту характеризується наяв-



Рис. 7. Трансформація агрофізичних та біохімічних властивостей піску під впливом мінеральної пульпи

ністю сформованої поживної бази, унаслідок чого внесення мінеральної пульпи забезпечує менший відносний приріст біомаси.

Дрібнодисперсна пульпа виконує роль «структуратора» для піску. Пісок занадто швидко пропускає воду. Дрібні частинки пульпи заповнюють пори, підвищуючи вологоємність субстрату. Це дозволяє вівсу (*Avena sativa* L.) краще розвивати кореневу систему, що ми бачимо у значному прирості довжини кореня на піщаних сумішах (до 119,5 мм проти 53,3 мм у контролі).

Дані показують (рис. 5), що при досягненні концентрації 50 % стимулюючий ефект різко знижується, а на піску навіть з'являється слабкий позитивний ФЕ (1,8 % для стебла та 6,0 % для кореня).

При такій високій концентрації починає діяти фактор «замулювання». Надмірна кількість дрібних часток перекриває доступ кисню до коріння (погіршується аерація) та може механічно ущільнювати субстрат, що уповільнює ріст.

Таким чином, що пісок реагує на пульпу як на «добриво» та «покращувач структури», демонструючи вибуховий ріст біомаси при 20% концентрації (збільшення фітомаси у понад 2 рази: з 0,065 г до 0,156 г), що зумовлено її мінеральним складом, покращенням аерації субстрату та активізацією біологічних процесів.

Для дерново-підзолистих ґрунтів пульпа працює як буфер. Цікаво, що при 10 % концентрації спостерігається певне зниження фітомаси (ФЕ = 40%), що може бути пов'язано з тимчасовим порушенням хімічного балансу або зміною кислотності (рН), проте при 20 % система стабілізується. Є доцільність дослідити, які зміни відбуватимуться при концентрації пульпи 15 та 25%.

Головні висновки. У результаті проведеного лабораторного дослідження впливу дрібнодисперсної пульпи каменеобробних підприємств на ріст і розвиток вівса звичайного (*Avena sativa* L.) на двох типах субстратів (пісок та дерново-підзолистий ґрунт) встановлено наступне:

1. У діапазоні концентрацій від 5 % до 20 % дрібнодисперсна пульпа не виявляє пригнічувальної дії на тест-об'єкт. Навпаки, спостерігається стійкий ефект стимуляції росту, що підтверджується від'ємними значеннями показника фітотоксичного ефекту (ФЕ). Найбільш виражений позитивний вплив на морфометричні показники зафіксовано при внесенні 20 % пульпи від маси субстрату. На піщаних субстратах довжина стебла та кореня зростає на 124 % порівняно з контролем, а загальна фітомаса збільшилася більш ніж у 2 рази (з 0,065 г до 0,156 г). Це свідчить про те, що мінеральні частки пульпи виконують роль

джерела мікроелементів та покращують вологоємність бідних піщаних ґрунтів.

2. Встановлено, що дерново-підзолистий ґрунт виявляє вищу стійкість до внесення техногенної пульпи порівняно з піском. Приріст біомаси на цьому типі ґрунту був стабільним, але менш контрастним, що пояснюється наявністю власного поживного депо та розвинутою поглинальною здатністю ґрунтового комплексу.

3. Збільшення частки пульпи до 50 % призводить до нівелювання стимулюючого ефекту. Зокрема, на піщаному субстраті з'являються перші ознаки фітотоксичності (пригнічення росту стебла на 1,8 %

та кореня на 6 %). Це зумовлено зміною фізичних властивостей субстрату – замулюванням пор, погіршенням аерації та механічним ущільненням, що обмежує розвиток кореневої системи.

Перспективи використання результатів дослідження. Отримані дані обґрунтовують доцільність використання відходів камінообробки як меліорантів при відновленні порушених земель Житомирщини видобувною діяльністю. Застосування дрібнодисперсної пульпи у дозі до 20 % дозволяє ефективно утилізувати промислові відходи, одночасно стимулюючи розвиток фітоценозів на деградованих ділянках та піщаних відвалах кар'єрів.

Література

1. García-Robles H., Melloni E. G. P., Navarro F. B., et al. Gypsum mining spoil improves plant emergence and growth in soils polluted with potentially harmful elements. *Plant and Soil*. 2022. Vol. 481. P. 315-329. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05639-3>
2. Liu B., Chen X., Wu L., Chen M., Zhou K., Peng L. The reuse of pulp and paper mill sludge: as a soil amendment. *Proceedings of the 2015 International Forum on Energy, Environment Science and Materials*. DOI:10.2991/ifeesm-15.2015.226.
3. Onopriienko D., Makarova T., Napich H., Chernysh Y., Roubík H. Agroecological Transformation in the Salt Composition of Soil under the Phosphogypsum Influence on Irrigated Lands in Ukraine. *Agriculture*, 2024, 14(3):408. DOI:10.3390/agriculture14030408.
4. Shamrai V. I., Korobiichuk V. V., Sobolevskyi R. V. Management of waste of stone processing in the framework of Euro integration of Ukraine. *Вісник ЖДТУ. Серія "Технічні науки"*, 2017, 1(2(80)), 234-239. DOI:10.26642/tn-2017-2(80)-234-239. DOI: [https://doi.org/10.26642/tn-2017-2\(80\)-234-239](https://doi.org/10.26642/tn-2017-2(80)-234-239)
5. Башинський С.І., Блецько М.І., Панасюк А.В., Припотень Ю.К., Остафійчук Н.М. «Дослідження фізико-хімічних властивостей дрібнодисперсних відходів камінообробних підприємств з метою визначення стратегії поведінки». *Технічна інженерія*, № 1(91), 2023, с. 271-279. DOI:10.26642/ten-2023-1(91)-271-279.
6. Мельник-Шамрай В. В., Шамрай В. І., Пацева І. Г., Ігнатюк Р. М. Оцінка впливу гірничо-видобувної галузі на довкілля: система управління відходами. *Екологічні науки*. 2024. № 4 (55). С. 164-168. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.4-55.26>
7. Писаренко П. В., Диченко О. Ю., Цьова Ю. А., Серета М. С. Напрями біоремедіації техногенно забруднених ґрунтів. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 120. С. 282–292. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.120.35.
8. Сікач Т. І., Шихненко К. О. Пульпа як вторинний ресурс: біоіндикаційна оцінка її впливу на продуктивність різних типів ґрунтів. *Трансформаційні підходи до сталого розвитку: екологічна освіта, наука та природоохоронні практики для відбудови України : зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. (22–26 верес. 2025 р., м. Житомир)*. Житомир: Житомирська політехніка, 2025. С. 198. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/10/198.pdf>
9. Скиба Г., Шихненко К., Колодій М. Використання дрібнодисперсних відходів камінообробної промисловості як інноваційне рішення для відновлення деградованих ґрунтів у регіональному розвитку. *Регіональні дослідження України: інтеграція традицій і інновацій (до 30-річчя кафедри географії України): матеріали Всеукр. наук. конф. (м. Київ, 30 трав. 2025 р.)*. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2025. С. 138–145. URL: https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2025/06/regionalni-doslidzheniya_konf_2025_geografiya-ukrayiny.pdf?utm_source=chatgpt.com

Дата першого надходження статті до видання: 02.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026