

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІДХОДІВ ОБСМАЖЕННЯ ТА СПОЖИВАННЯ КАВИ НА ЯКІСТЬ ҐРУНТІВ

**ТИХОМИРОВА Т.С.** – кандидат технічних наук, доцент

*orcid.org/0000-0001-9124-9757*

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

**КОЧЕТОВ М.С.** – аспірант

*orcid.org/0009-0008-3115-8552*

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

**Постановка проблеми.** Розвиток культури споживання кави в певному географічному регіоні зазвичай пов'язаний з культурними або соціокультурними та економічними чинниками. Спрощена система оподаткування та нульове мито на ввіз зеленого кавового зерна в Україну до 2022 року призвело до значного збільшення кількості різноманітних кав'ярень та підприємств, які спеціалізуються на обсмаженні кавових зерен. Відповідно зросла й кількість відходів, які виникають на етапі обсмаження кавових зерен – так званого кавового лушпиння, та на етапі споживання кави – кавової гущі. Ідентифікація цих відходів як органічних призводить до того, що вони вважаються безпечними для навколишнього природного середовища й потрапляють на полігони твердих побутових відходів у складі органічної фракції або безпосередньо у ґрунт в якості добрива. Відсутність наукових засад використання відходів споживання та обсмаження кави в якості добрив призводить до несистематизованого, науково необґрунтованого використання таких відходів, особливо в індивідуальних домогосподарствах, що призводить у багатьох випадках не до покращення певних властивостей ґрунтів, а навпаки, до їх погіршення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Ґрунтові ресурси України є найціннішим ресурсом країни, управління якими повинно базуватися на концепції сталого розвитку. Проте, як зазначають автори у [1], ефективно стале управління ґрунтовими ресурсами можливо тільки на основі міждисциплінарного підходу, який включатиме в себе, в тому числі логічне та зважене законодавче та нормативне забезпечення у поєднанні з прогнозуванням небезпеки від деградації ґрунтів та шляхів подолання деградації ґрунтів. Про необхідність розробки та удосконалення окремих розділів комплексу еколого-правових засад землекористування, в тому числі охорону родючості ґрунтів, наголошує автор [2]. Ряд авторів досліджують стан ґрунтів, проводять їх еколого-токсикологічну або агроекологічну оцінку в окремих областях України. Наприклад, у [3] встановлено, що тільки 14,7% від всіх осушуваних земель львівської області мають задовільний або сприятливий меліоративний стан для ведення сільського господарства. Автори [4] наводять результати XI туру оцінки якості ґрунтів Львівської області та звертають увагу, що майже половина сільськогосподарських земель у Львівській області мають середню якість (52,2%), а також наводять території області,

де якість ґрунтів покращилась або погіршилась за період спостережень. Повномасштабне вторгнення 22.02.2024 року призвело до значного погіршення якості ґрунтів в тих областях України, де відбуваються активні бойові дії або зафіксовані влучання по промисловим об'єктам. Відповідно низька вітчизняних досліджень фокусуються на питаннях експрес оцінки якості ґрунтів після закінчення активних бойових дій. Зокрема, автори [5] за допомогою тест рослин овес провели оцінку фітотоксичності ґрунтів з різних ділянок Харківською області та визначено, що моніторингові спостереження відразу після закінчення активних бойових дій дають можливість оцінити не тільки рівень забрудненості ґрунтів, а ще можуть бути використані для розрахунку заподіяної шкоди.

Теоретично існує багато напрямків використання відходів виробництва розчинної кави, відходів обсмаження та споживання кави [6], проте мало інформації стосується реальних економічно та екологічно доцільних для України напрямків рециклінгу та утилізації зазначених відходів. У [7] автори дослідили хімічний та харчовий склад кавової гущі, та зазначили, що остання містить до 60% харчових волокон й має антиоксидантні властивості, що визначає можливість використання кавової гущі в якості функціональних доданок до хлібобулочних виробів та твердих кондитерських виробів типу печиво з метою надання харчовим продуктам нових активних функцій.

Раніше автори даної статті у співпраці з іншими дослідниками визначили перспективи та доцільність використання кавової гущі в якості доданок до полімерних матеріалів на основі полілактиду [8] та у складі композитів для покращення якості ґрунтів [9].

**Мета статті.** Метою статті є дослідження довгострокового впливу внесення кавової гущі та кавового лушпиння на окремі властивості ґрунтів.

**Матеріали та методика досліджень.** Для дослідження використовували суміш вологої кавової гущі з розміром частинок від 200 до 800 мкм, зібрану у кав'ярнях міст Харків та Київ. Розмір частинок кавової гущі залежить від ступеню помолу вихідного кавового зерна, який відрізняється в залежності від способу приготування – кавомашина, крапельне заварювання, на відкритому джерелі енергії шляхом прямої варки тощо. У більшості кав'ярень накопичення кавової гущі відбувається без диференціації за розміром частинок. Вологість кавової гущі становить 56–65%.

Кавове лушпиння (також відоме як silver skin або срібляста шкірка) утворене при обсмаженні зелених кавових зерен збиралось безпосередньо у місці обсмаження у м. Київ та також є сумішшю лушпиння, утвореного при обсмаженні різних сортів кави. Вологість кавового лушпиння  $\leq 8$  мас. %

Дослідна ділянка ґрунту розташована у Харківському районі Харківської області у трикутнику між населеними пунктами Високий – Ржавець- Бабаї. Тип ґрунту – глинистий (важкий) з вмістом глини до 25%, для якого характерним є висока щільність, він погано пропускає воду, схильний до утворення великих ґрунтових агрегатів, які важко розбити. Вміст гумусу не перевищує 2% [10], а рН становить 5,987. Перед початком досліджень ділянка землі не оброблялась 1 рік, також з неї були вилучені крупні кореневі системи бур'яну.

Контрольна культура – полуниця садова (*Fragaria × ananassa*) рання сорту Хоней (Noneoye).

Визначення коефіцієнту фільтрації ґрунтів здійснювали на компресійно-фільтраційному приладі відповідно до ДСТУ Б В.2.1 – 23:2009 [11], рН ґрунтів визначали по водній витяжці електрометричним методом згідно [12], фітотоксичність ґрунтів за ДСТУ ISO 11269–2:2002 [13]. Відбір проб ґрунту за потреби виконували згідно рекомендацій, наведених у [14]. Для визначення ваги плодів полуниці використовували ваги лабораторні ІНВ-24.

**Результати досліджень.** Глинисті ґрунти, притаманні частині східної частини України, в тому числі частині Харківської області, мають ряд властивостей, які суттєво обмежують їх використання в сільському господарстві. Головною серед цих властивостей є нерівномірний розподіл вологи в орному шарі. Глинисті частинки мають вологотривкі властивості, внаслідок чого вода погано просочується у ґрунті, капілярна система води майже не утворюється. Це в свою чергу призводить до відсутності достатньої кількості вологи, яка досяжна для коренів рослин. При інтенсивному зволоженні, наприклад, в наслідок сильних атмосферних опадів або не правильної системи поливу, частина води навколо кореневої системи рослин на глибині до 10–15 см накопичується, оскільки вона немає можливості просочуватися у нижні шари. В наслідок цього поширеним є явище загнивання коренів рослин. За відсутності правильної механічної обробки таких ґрунтів також виникає явище утворення міцних корок з глибокими тріщинами на поверхні таких ґрунтів при надмірному зволоженні та за температури більше за +20 °С. Все вище перелічене ускладнює ведення сільського господарства на таких ґрунтах, особливо в умовах індивідуальних

або невеликих фермерських господарств. Витрати на обробку таких ґрунтів не співрозмірні з отриманих врожаєм. Відзначимо, що водотривкі та водofільтруючі властивості ґрунтів також залежать від механічного складу, способу обробки ґрунту, ступеню агрегації та можуть сильно відрізнятись навіть в межах однієї великої ділянки, що обробляється [15, 16].

Для механічної модифікації глинистих ґрунтів можна використовувати різноманітні дренажні матеріали мінерального або рослинного походження. Останні при правильному внесенні додатково підвищують родючість ґрунтів за рахунок утворення шару гумусу. У даній статті проаналізовано вплив внесення у глинисті ґрунти кавової гущі (КГ) та кавового лушпиння (КЛ) в якості модифікуючих агентів на властивості ґрунтів. Дослідження проводились у період з 2019 по 2024 рік. КГ та КЛ вносились один раз щороку на початку квітня у кількості 0,1 т на 1 га шляхом змішування верхнього шару ґрунту з вологою КГ або сухим КЛ. Контрольним параметром було обрано коефіцієнт фільтрації ґрунтів, дослідження проводились через 2 місяці після внесення КГ та КЛ. Результати зміни коефіцієнту фільтрації при внесенні КГ та КЛ наведені у таблиці 1.

За 6 років спостережень при внесенні вологої КГ коефіцієнт фільтрації ґрунту постійно зростав та на кінець спостережень збільшився майже у 10 разів порівняно з ґрунтом, у який не вносились КГ. Незначні зміни у значенні коефіцієнту фільтрації у контрольному зразку ґрунту на контрольній ділянці пов'язано, на думку авторів, з поступовим розвиненням кореневої системи полуниці садової та розкладанням їх рештків, що призводить до змін у механічному складі ґрунту. КЛ, у порівнянні з КГ, не призводить до настільки суттєвих змін у значенні коефіцієнта фільтрації. Це, на думку авторів, пов'язано з самими властивостями КЛ, яке є легким, схильним до електростатичного злипання та налипання матеріалом, який до того ж дуже не зручно вносити у ґрунт саме через вказані особливості (рис. 1).

Як було зазначено вище, коефіцієнт фільтрації ґрунту є важливим показником для родючості ґрунтів, яку, в тому числі, можна оцінити за розвитком контрольної рослини (табл. 2, рис. 2). Полуниця садова була обрана в якості об'єкту дослідження з наступних міркувань:

- 1) розповсюджена культура у індивідуальних та малих фермерських господарствах, яка є багатю на вітаміни та може принести значну економічну вигоду від її вирощування;
- 2) культура добре розвивається у слабокислих ґрунтах;

Таблиця 1

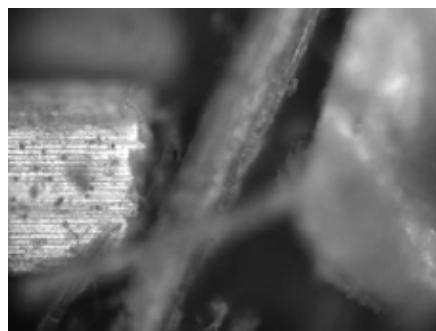
### Зміна коефіцієнту фільтрації ґрунтів при внесенні кавової гущі та кавового лушпиння

Зразок ґрунту	Значення коефіцієнту фільтрації, м/сек, по роках					
	2019	2020	2021	2022*	2023	2024
Без КГ чи КЛ	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$
З внесеною КГ	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$5,8 \cdot 10^{-7}$	$7,1 \cdot 10^{-7}$	$8,8 \cdot 10^{-7}$	$9,8 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$
З внесеним КЛ	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-7}$	$3,1 \cdot 10^{-7}$	$3,8 \cdot 10^{-7}$	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$5,4 \cdot 10^{-7}$

Примітка: у 2022 році внесення КГ та КЛ відбулося на початку червня, а відбір проб для визначення коефіцієнту фільтрації – на початку серпня, що було зумовлено безпековою ситуацією у Харківській області.



а



б

**Рис. 1. Кавове лушпиння. Загальний вигляд**

а – загальний вигляд кавового лушпиння безпосередньо у місці утворення при обсмаженні (м. Київ, 2024 р.); б – вигляд кавового лушпиння під мікроскопом, 100 кратне збільшення



а



б

**Рис. 2. Зовнішній вигляд контрольної рослини під час досліджень (фото авторів, 2019 рік)**

а – на ділянці без внесення КГ та КЛ; б – на ділянці з внесеною КГ

3) вкорінення та розвиток культури добре відбувається на піщаних та піщаноподібних ґрунтах з високим коефіцієнтом фільтрації води, отже можна дослідити залежність вкорінення від коефіцієнту фільтрації ґрунтів.

Аналіз отриманих даних показав, що у перші три роки внесення КГ спостерігається в цілому позитивний вплив на розвиток полуниці садової – краще укорінення, збільшення площі листової пластинки та плодів, в тому числі, пов'язано з кращим насиченням коренів рослин водою за рівноцінних умов зволоження та експозиції відносно сонця у порівнянні з ділянкою ґрунту без внесення КГ. Раніше авторами даної статті було виявлено та досліджено той факт, що КГ має кислотні властивості, рН її водної витяжки становить 4,876 [17]. Внесення КГ у ґрунти міських територій у значній кількості призводить до закиснення ґрунтів [17], також КГ у кількості більше 10% негативно впливає на властивості органічних компостів [9]. рН водної витяжки КЛ майже нейтральний та становить 6,784. Аналіз даних табл. 2 дозволяє зробити висновок про критичне значення рН ґрунту для полуниці садової на рівні 5,2–5,0,

яке спостерігається на третій та четвертий рік внесення КГ як механічного модифікатора.

На четвертий рік досліджень було відзначено появу польового хвощу (*Equisetum arvense* L.) – бур'яну, який є природним рослинним індикатором кислих ґрунтів (рис. 3). На шостий рік досліджень, у 2024 році на ділянці з постійним внесенням КГ кількість одиниць польового хвощу на площі 10 см<sup>2</sup> становив 15 одиниць з середньою висотою наземної частини 28 см та середньою довжиною підземної частини 5 см; на ділянці з постійним внесенням КЛ та на контрольній ділянці на всій площі – поодинокі рослини польового хвощу з висотою наземної частини 10 см. Для підтвердження негативного впливу внесення сумарно 0,6 т КГ на 1 га за 6 років було також проведено дослідження фітотоксичної даних ґрунтів (табл. 3) тест рослиною крес-салат, який свідчить про значне пригнічення розвитку рослин.

Внесення КЛ не дозволяє досягти значного збільшення коефіцієнту фільтрації ґрунту (табл. 1), спостерігається незначне покращення відсотку вкорінення та збільшення ваги плодів (табл. 2).

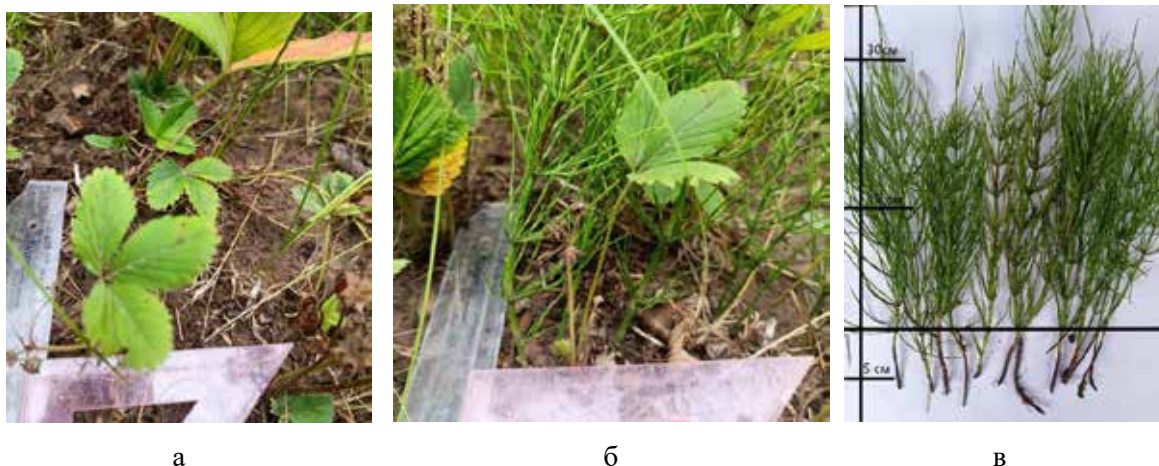
**Висновки.** Проведені дослідження дозволили вперше визначити оптимальну кількість внесення кавової гущі у глинисті ґрунти з метою поліпшення водообміну у них без суттєвого зниження рівня рН. Визначено, що у разі внесення більше ніж 0,3 т на 1 га кавової гущі спостерігається зменшення рівня рН до 5,1–5,0, що в свою чергу неставно впливає на розвиток сільськогосподарських рослин, їх вкорінення та врожайність. Оптимальною кількістю внесення кавової гущі є до 0,2 т на 1 га з метою збільшення коефіцієнту фільтрації важких глинистих ґрунтів. Даних рекомендації необхідно дотримуватися, в тому числі, при відновленні ґрунтів деокупованих територій. На таких територіях населення часто використовує в якості добрив те, що утворюється в домогосподарствах. Кавова гуща, як органічні відходи культури споживання натуральної кави, утворюються у 48% опитаних родин й потрапляють у ґрунт у 26% опитаних. Нераціональне та надмірне внесення кавової гущі у ґрунти може призвести до погіршення їх родючості у довгостроковій перспективі.

Таблиця 2

## Вплив внесення кавової гуці на розвиток контрольних рослин та рН ґрунтів

Зразок ґрунту	рН	% добре укорінених рослин від загальної кількості розсади	Приріст висоти саджанця, %	Середня маса плоду, г
2019 рік				
Без КГ чи КЛ	5,987	65	28	27,1
З внесеною КГ	5,901	78	46	34,9
З внесеним КЛ	5,980	72	32	30,3
2020 рік				
Без КГ чи КЛ	5,967	66	28	28,4
З внесеною КГ	5,765	79	51	37,8
З внесеним КЛ	5,975	72	35	30,6
2021 рік				
Без КГ чи КЛ	6,023	66	27	28,4
З внесеною КГ	5,211	78	45	34,5
З внесеним КЛ	5,975	72	35	30,2
2022 рік				
Без КГ чи КЛ	6,076	65	28	29,1
З внесеною КГ	5,116	68	42	30,2
З внесеним КЛ	5,989	72	34	30,1
2023 рік				
Без КГ чи КЛ	6,095	66	28	28,7
З внесеною КГ	5,019	62	40	29,5
З внесеним КЛ	5,987	72	35	30,1
2024 рік*				
Без КГ чи КЛ	6,103	66	28	-
З внесеною КГ	5,001	60	35	-
З внесеним КЛ	5,985	72	35	-

Примітка: на початку травня 2024 року у Харківській області були суттєве раптове зниження температури повітря, що призвело до загибелі квітів полуниці й відсутності врожаю на дослідній ділянці.



**Рис. 3. Розвиток бур'яну – індикатора кислих ґрунтів на дослідних ділянках (фото авторів, 2024 рік)**

а – ділянка без внесення КГ та КЛ; б – ділянка з внесенням КГ впродовж шести років; в – польовий хвощ, зібраний з ділянки площею 10 см<sup>2</sup>

Використання кавового лушпиння для збільшення коефіцієнту фільтрації глинистих ґрунтів не є доцільним. Позитивний вплив на розвиток рослин, врожайність та збільшення коефіцієнту фільтрації майже відсутній, що, як було вказано вище, пов'язано з властивостями самого лушпиння. До того ж, кавове

лушпиння не утворюється у маленьких кав'ярнях чи в індивідуальних домогосподарствах, тому його використання буде пов'язане з витратами на транспортування навіть за умови безкоштовної передачі від підприємств, які займаються обсмаження кавових зерен.

## Результати оцінки якості ґрунтів за тест-рослиною крес-салат

Зразок ґрунту	pH	Схожість насіння, %	Середня довжина наземної частини, мм
Без КГ чи КП	6,103	58	73,4
З внесеною КГ	5,001	40	58,2
З внесеним КП	5,985	60	82,3
Контрольний зразок субстрату	6,476	92	98,6

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Балюк С.А., Кучер А.В., Максименко Н.В. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. *Український географічний журнал*. 2021. № 2. С. 3-11.
2. Оверковська Т. К. Еколого-правові засади охорони ґрунтів. *Підприємництво, господарство і право*. 2020. № 11. С. 89-105.
3. Золотарьова І. Б. Родючість ґрунтів меліорованих земель Львівської області. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 6(76). URL <https://www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.06.004>
4. Зайцев Ю.О., Демчишин А.М., Гунчак М.В. Стан родючості ґрунтів Львівської області. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 1. С. 92-100.
5. Крайнюков О.М., Кривицька І.А., Найдьонова О.Є. Еколого-токсикологічна оцінка якості ґрунтів території Харківського району Харківської області. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 7. С. 25-32.
6. Маліченко В. В. Аналіз сучасного досвіду використання відходів кави в Україні. *Молодь: наука та інновації*: Матеріали XI Міжнар. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 22-24 листопада 2023 р. Дніпро : НТУ «ДП», 2023. Том 1. С. 303-304.
7. Сукманов В.О., Комар О.М., Сукманов О.В., Юдіна Т.І. Потенціал використання кавової гуці у технологіях функціональних продуктів харчування. Огляд. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2024. № 32(3). С. 605-648
8. Лебедев В.В., Мірошніченко Д.В., Тихомирова Т.С., Савченко Д.В., Мазченко М.В., Мисяк В.Р., Кочетов М.С., Соловей Л.В. Дослідження гібридних екологічно безпечних біодеградабельних композитів на основі полілактиду, кавової гуці та гумінових речовин. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2022. № 4. С. 46-54.
9. Тихомирова Т.С., Шестопалов О.В., Разно М.Р., Кочетов М.С. Дослідження впливу складу компосту на його здатність покращувати якість ґрунтів. *Аграрні інновації*. 2024. № 25. С. 72-78.
10. Атлас 50-річного моніторингу комплексної оцінки родючості ґрунтів Харківської області (1966-2015 рр.) / Гринченко Т.О., Винник О.Ф., Балюк С.А. та ін.; за ред Гринченка Т.О. Харків, 2018. 248 с.
11. ДСТУ Б В.2.1-23:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації. Чинний від 2010-10-01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 18 с. (Національний стандарт України).
12. Воробець М.М., Сема О.В., Сачко А.В. Стандартизація, сертифікація, метрологія та управління якістю : методичні рекомендації до лабораторних робіт. Чернівці, 2021. 32 с.
13. ДСТУ ISO 11269-2:2002. Якість ґрунту. Визначення дії забруднювачів на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин. Чинний від 2003-10-01. Київ: Держстандарт України. 14 с. (Національний стандарт України).
14. ДСТУ ISO 10381-6:2015. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 6: Настанови з відбирання, оброблення та зберігання ґрунту в анаеробних умовах лабораторного оцінювання мікробіологічних процесів, біомаси та різноманіття. Чинний від 2016-04-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. 12 с. (Національний стандарт України).
15. Мічута О. Р., Мартинюк П.М., Герус В.А. Математичне моделювання процесів хімічної та контактної суфозій в ґрунтах : монографія. Рівне : НУВГП, 2016. 208 с.
16. Полевецький В.В., Собко Ю.Т. Механіка ґрунтів : консп. лекцій. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2023. 56 с.
17. Кочетов М.С., Тихомирова Т.С. Дослідження впливу відходів споживання кави на рівень pH ґрунтів. *Проблеми надзвичайних ситуацій* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 16 травня 2024 р. Харків : НУЦЗУ, 2024. С. 306-307.

## REFERENCES:

1. Baliuk S.A., Kucher A.V., Maksymenko N.V. (2021) Gruntovi resursy Ukrainy: stan, problemy i stratehiia staloho upravlinnia [Soil resources of Ukraine: status, problems and sustainable management strategy]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal*, № 2, P. 3-11. [in Ukrainian].
2. Overkovska T. K. (2020) Ekoloho-pravovi zasady okhorony gruntiv [Environmental and legal principles of soil protection]. *Pidpriemnytstvo, hospodarstvo i pravo*, № 11, P. 89-105. [in Ukrainian].
3. Zolotarova I. B. (2018) Rodiuchist gruntiv meliorovanykh zemel Lvivskoi oblasti [Soil fertility of reclaimed lands of Lviv region.]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, № 6(76). URL <https://www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.06.004> [in Ukrainian].
4. Zaitsev Yu.O., Demchysyn A.M., Hunchak M.V. (2023) Stan rodiuchosti gruntiv Lvivskoi oblasti [State of soil fertility in Lviv region]. *Ahroekolohichniy zhurnal*, № 1, P.92-100. [in Ukrainian].
5. Krainiukov O.M., Kryvytska I.A., Naidonova O.I. (2024) Ekoloho-toksykologichna otsinka yakosti gruntiv terytorii Kharkivskoho raionu Kharkivskoi oblasti [Ecological and toxicological assessment of soil quality in the Kharkiv district of Kharkiv region]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychykh nauk*, № 7, P. 25-32. [in Ukrainian].

6. Malichenko, V. V. (2023). Analiz suchasnoho dosvidu vykorystannia vidkhodiv kavy v Ukraini : molod: nauka ta innovatsii: materialy XI Mizhnar. nauk.-tekh. konf. studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh [Analysis of the modern experience of using coffee waste in Ukraine : youth: science and innovation: materials of the XI International. science and technology conf. students, graduate students and young scientists], 22-24 lystopada 2023 r. Dnipro : NTU «DP», T. 1. P.303-304.
  7. Sukmanov V.O., Komar O.M., Sukmanov O.V., Yudina T.I. (2024) Potentsial vykorystannia kavovoi hushchi u tekhnolohiakh funktsionalnykh produktiv kharchuvannia. Ohliad [The potential of using coffee grounds in functional food technologies. Review]. *Journal of Chemistry and Technologies*, № 32(3). P. 605-648. [in Ukrainian].
  8. Lebediev V.V., Miroshnychenko D.V., Tykhomyrova T.S., Savchenko D.V., Mazchenko M.V., Mysiak V.R., Kochetov M.S., Solovei L.V. (2022) Doslidzhennia hibrydnykh ekolohichno bezpechnykh biodehradabelnykh kompozytiv na osnovi polilaktydu, kavovoi hushchi ta huminovykh rehovyn [Research on hybrid environmentally safe biodegradable composites based on polylactide, coffee grounds and humic substances.]. *Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia*, № 4, P. 46-54. [in Ukrainian].
  9. Tykhomyrova T.S., Shestopalov O.V., Razno M.R., Kochetov M.S. (2024) Doslidzhennia vplyvu skladu kompostu na yoho zdatnist pokrashchuvaty yakist gruntiv [Research into the influence of compost composition on its ability to improve soil quality]. *Ahrami innovatsii*, № 25, P. 72-78. [in Ukrainian].
  10. Atlas 50-richnoho monitorynhu kompleksnoi otsinky rodiuchosti gruntiv Kharkivskoi oblasti (1966-2015 rr.). [Atlas of 50-year monitoring of comprehensive soil fertility assessment of the Kharkiv region (1966-2015 y)] / Hrynchenko T.O., Vynnyk O.F., Baliuk S.A. ta in.; za red Hrynchenka T.O. (2018); Kharkiv, 248 s. [in Ukrainian]
  11. DSTU B V.2.1-23:2009 Osnovy ta pidvalyny budynkiv i sporud. Grunty. Metody laboratornoho vyznachennia koefitsiienta filtratsii. Derzhavnyi standart Ukrainy. [Foundations and foundations of buildings and structures. Soils. Methods for laboratory determination of filtration coefficient. State standard of Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian]
  12. Vorobets, M.M., Sema, O.V., Sachko, A.V. (2021). Standartyzatsiia, sertyfikatsiia, metrolohiia ta upravlinnia yakistiu : metodrekomentatsii do laboratornykh robit. [Standardization, certification, metrology and quality management: method recommendations for laboratory work]. Chernivtsi. 32 s. [in Ukrainian].
  13. DSTU ISO 11269–2:2002. Yakist gruntu. Vyznachennia dii zabrudniuvachiv na floru gruntu. Chastyna 2. Vplyv khimichnykh rehovyn na prorostannia ta rist vyshchykh roslyn. Derzhavnyi standart Ukrainy [Soil quality. Determination of the impact of pollutants on soil flora. Part 2. Influence of chemicals on germination and growth of higher plants. State standard of Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
  14. DSTU ISO 10381–6:2015. Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. Chastyna 6: Nastanovy z vidbyrannia, obrobлення ta zberihannia gruntu v anaerobnykh umovakh laboratornoho otsiniuvannia mikrobiolohichnykh protsesiv, biomasy ta riznomanittia. Natsionalnyi standart Ukrainy [Soil quality. Sampling. Part 6. Guidelines for soil selection, treatment and storage under aerobic conditions for laboratory assessment of microbiological processes, biomass and diversity. National standard of Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
  15. Matematyчне modeliuвання protsesiv khimichnoi ta kontaktnoi sufozii v hruntakh : monohrafiia (2016) [Mathematical modeling of chemical and contact suffusion processes in soils: monograph]. / Michuta O. R., Martyniuk P.M., Herus V.A. Rivne : NUVHP, 208 s. [in Ukrainian].
  16. Mekhanika hruntiv : konsp. Lektsii (2023) [Soil mechanics: a collection of lectures]. / Polevetskyi V.V., Sobko Yu.T. Chernivtsi : Chernivets. nats. un-t im. Yu. Fedkovycha, 56 s. [in Ukrainian].
  17. Kochetov M.S., Tykhomyrova T.S. (2024) Doslidzhennia vplyvu vidkhodiv spozhyvannia kavy na riven pH gruntiv. Problemy nadzvychainykh sytuatsii : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Research on the influence of coffee consumption waste on the pH level of soils. Problems of emergency situations: materials of the International Scientific and Practical Conference], 16 travnia 2024 r. Kharkiv : NUTsZU, P. 306-307. [in Ukrainian].
- Тихомирова Т.С., Кочетов М.С. Дослідження впливу відходів обсмаження та споживання кави на якість ґрунтів**
- Споживання кави зростає у багатьох країнах, в тому числі в Україні. Цьому сприяє ряду економічних та культурних факторів. При цьому пропорційно зростає кількість відходів, які утворюються при споживанні кави. Органічна природа відходів споживання та обсмаження кави зумовлює їх використання у сільському господарстві в якості добрив. Таке використання притаманне індивідуальним домогосподарствам та невеликим фермерським господарствам, носить несистемний характер. Також на сьогодні нема єдиного науково обґрунтованого підходу щодо раціональних доз внесення таких відходів в залежності як від типу ґрунту, так й від сільськогосподарських культур.
- Мета.** Дослідити довгостроковий вплив внесення кавової гущі та кавового лушпиння на окремі властивості ґрунтів.
- Методи.** Польові для відбору зразків ґрунту згідно ДСТУ ISO 10381–6:2015. Натурні для аналізу наслідків внесення кавової гущі та кавового лушпиння у ґрунти. Лабораторний для визначення коефіцієнту фільтрації ґрунтів. Електрометричний метод для визначення рН водної витяжки відходів та ґрунтів.
- Результати.** Проведені шестирічні дослідження показали, що при щорічному внесенні кавової гущі у глинисті (важки) ґрунти в однаковій кількості спостерігається наступний ефект: перші два роки кавова гуща в цілому позитивно впливає на родючість ґрунтів та розвиток контрольних рослин. На думку авторів, це пов'язано, в першу чергу, з розпушуванням ґрунту, про що свідчить зростання коефіцієнту фільтрації. На третій та четвертий рік спостерігається різке зменшення рН ґрунтів, їх закиснення та пригнічення розвитку контрольних рослин. Це, на думку авторів, в першу чергу, пов'язано з накопиченням кавової гущі в ґрунтах, яка має кислотний рН. Зміна рН ґрунтів було досліджено в тому числі й біологічним методом – появою та активним розвитком *Equisetum arvense L.*, який є індикатором кислих ґрунтів. Внесення кавового лушпиння суттєво не впливає на властивості досліджених ґрунтів.

**Висновки.** Проведені дослідження показали необхідність ретельного контролю рН ґрунтів при використанні кавової гущі в якості модифікуючого агенту для зміни механічного складу ґрунтів. Визначено оптимальну кількість внесення кавової гущі в ґрунти, яка у сумарному розрахунку не повинна перевищувати 0,2 тони на 1 га для глинистих ґрунтів.

**Ключові слова:** кавова гуща, кавове лушпиння, коефіцієнт фільтрації, фітотоксичність, рН ґрунту, родючість ґрунту, полуниця садова.

**Tykhomyrova T.S., Kochetov M.S. Coffee roasting and consumption waste impact research on soil quality**

Coffee consumption is growing in many countries, including Ukraine. This is facilitated by economic and cultural factors. At the same time, the waste volume generated during coffee consumption is growing proportionally. The coffee consumption and roasting waste organic nature determines their use in agriculture as fertilizers. Such use is inherent in individual households and small farms, and is non-systematic. Also, today there is no single scientifically based approach to rational doses of such waste, depending both on soil and crops type.

**Purpose.** To study the long-term impact of coffee grounds and coffee husks adding on some soil properties.

**Methods.** Field for soil sampling according to DSTU ISO 10381–6:2015. Field for analyzing the coffee grounds and coffee husks adding effect to soils. Laboratory for

determining the soil's filtration coefficient. Electrometric method for determining the waste and soil water extract pH level.

**Results.** The six-years studies showed that with the coffee grounds annual introduction into clayey (heavy) soils in the same amount, the following effect is observed: in the first two years, coffee grounds generally have a positive effect on soil fertility and control plants growing. According to the authors, this is primarily due to soil loosening, as evidenced by an increase in the filtration coefficient. In the third and fourth years, a sharp decrease in soil pH is observed, their acidification and control plants inhibition was recorded. This, according to the authors, is primarily due to the coffee grounds accumulation in soils. Coffee grounds have an acidic pH. The change in soil pH was investigated, including by a biological method – the appearance and active *Equisetum arvense L.* development, which is acidic soils indicator. The coffee husks introduction does not significantly affect the studied soils properties.

**Conclusions.** The conducted studies have shown the need for soil pH control when using coffee grounds as a modifying agent to change the soil's mechanical composition. The coffee grounds optimal volume added to soils has been determined, which in total should not exceed 0.2 tons per 1 ha for clay soils.

**Key words:** coffee grounds, coffee husks, filtration coefficient, phytotoxicity, soil pH, soil fertility, garden strawberries.