

## ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ВІД ОЧИЩЕННЯ ДРЕНАЖНИХ СТІЧНИХ ВОД СМІТТЄЗВАЛИЩ

У статті наведено експериментальні дані щодо отримання товарних продуктів з відходів очищення дренажних стічних вод звалищ сміття, а саме режимів технології переведення в газову фазу азоту; отримання оксиду кальцію з осадів. Проаналізовано результати впливу внесеного в ґрунт осаду на проростання насіння та приріст зеленої біомаси злакових та гарбузових культур.

**Ключові слова:** інфільтрат звалища, добрива, осад, оксид кальцію.

Будівництво заводів з повної переробки твердих побутових відходів є лише перспективою для України. Разом з тим на сьогодні тонни спресованих відходів перебувають на діючих та старих полігонах.

Шкідливими для довкілля є звалища сміття, розташовані поблизу м. Києва в селах Пирогове та В. Дмитровичі. Аналогічні полігони побутових відходів мають інші міста України, зокрема Тернопіль та Львів. Так, біля останнього звалище займає близько 200 га землі, куди, крім твердих побутових відходів, надходять і промислові. Він також використовується як скотомогильник, на який вивезено цілий ешелон худоби. Усе це підвищує накопичення токсичних компонентів у складі дренажного стоку.

На закритому ще у 2006 р. звалищі, розташованому поблизу м. Києва у с. Підгірці, крім побутового сміття, накопичилось близько 500 тис. тонн дренажних стічних вод (ДСВ) [1]. Цей інфільтрат звалища формується в товщі спресованих відходів, збирається дренажною системою і відводиться в накопичувачі. Частина його надходить у ґрунтові води, що є недопустимим. На сьогодні спостерігається забруднення водоносного горизонту поверхнево-активними, токсичними речовинами, важкими металами, сполуками азоту тощо. Підземною водою на території, прилеглої до звалищ, користується сільське населення. Колодязі, в яких концентрація нітратів сягає  $50 \text{ мг/дм}^3$ , мають бути закриті, таку воду споживати не можна. Нітрити є причиною зростання захворюваності людей, адже в організмі людини вони трансформуються в канцерогенні речовини [2].

Таким чином, метод спресовування твердих побутових відходів на відведених для цього земельних ділянках породжує та актуалізує проблему знешкодження небезпечного в екологічному і санітарно-гігієнічному плані інфільтрату

звалищ. Зібраний дренажною системою інфільтрат потребує очищення або повної переробки.

На підставі досвіду випробування різних способів очищення ДСВ, зокрема біологічного, реагентного, баромембранного (мікрофільтрація, зворотний осмос), в ІКХХВ НАН України розроблено технологію знешкодження цього висококонцентрованого водного розчину [3].

В основу запатентованої технології очищення ДСВ покладено реагентний та баромембранний методи очищення [4]. Відповідно до сучасних вимог спрямування на без- або маловідходні технології та захист довкілля (як атмосфери, так і ґрунтів), у них має передбачатись переробка твердих та газових відходів [5].

З напрямів переробки та утилізації осадів від очищення промислових та побутових стічних вод привертає увагу використання їх як сировини для отримання товарних продуктів.

У розробленій технологічній схемі передбачено відгонку аміаку повітрям у лужному середовищі. Метод відомий і вважається дешевим. Застосовується він при концентрації аміаку у воді понад  $100 \text{ мг/дм}^3$  [6]. Експериментально нами встановлено, що концентрація амонійних сполук у ДСВ досягає  $1800 \text{ мг/дм}^3$ , тому використання аміаку газової фази як сировини для отримання азотних добрив є привабливим напрямом. Разом з тим досвід використання вказаного методу для очищення ДСВ відсутній. Це зумовило потребу проведення досліджень щодо впливу температурного режиму, швидкості подачі повітря на ефективність переходу азотних сполук ДСВ у газову фазу.

Ще одне завдання цієї роботи – способи утилізації осаду, який утворюється на реагентній стадії очищення ДСВ реагентами. Слід відмітити, що його компонентами є ряд мікроелементів, органічні та мінеральні речовини, тому порушується питання доцільності використання його як органічно-мінерального добрива. Разом з тим,

з огляду на високі концентрації солей у ДСВ (до  $8 \text{ г/дм}^3$ ) та отриманих осадах, виникає сумнів у доцільності внесення їх у ґрунт, оскільки це може призвести до його засолення. Відомо, що на так званих солончаках можуть рости лише деякі види рослин, переважно хвощ. Та все ж таке припущення потребує експериментальної перевірки. Крім того, використання осаду від очищення ДСВ звалищ як добрив, навіть для підживлення декоративних рослин, є сумнівним із санітарно-гігієнічної точки зору, тому що до його складу входять токсичні речовини.

Альтернативою може бути отримання з осаду оксиду кальцію високотермічним способом, адже концентрація сполук кальцію в його складі є високою, оскільки в технології очищення ДСВ передбачена обробка вапняним молоком. Слід зазначити, що термічна обробка осаду дозволить знешкодити токсичні органічні речовини та отримати такі товарні продукти, як  $\text{CaO}$  та  $\text{CO}_2$ , що можуть використовуватись повторно при очищенні ДСВ.

**Метою цієї роботи** було дослідження режимів процесу переведення в газову фазу аміаку з ДСВ для отримання з нього азотних добрив та залежності ефективності проростання насіння зернових, гарбузових культур і продукції їхньої зеленої біомаси від кількості внесеного в ґрунт осаду; пошук оптимального термічного режиму при отриманні  $\text{CaO}$  з осаду.

**Методика експерименту.** Визначення компонентів органічних речовин ДСВ проведено з використанням методів мас-спектрометрії (прилад HP5890/5972 MSD), хроматографії (прилад HP1050/DAD) та хімічних аналізів, зокрема визначення ХСК і БСК за загальноприйнятою методикою.

Експериментальні дослідження зі швидкості переходу аміаку з ДСВ у газову фазу та впливу температурного режиму на цей процес проведено на модельних установках лабораторного та напівпромислового зразків. Остання випробувалась у натурних умовах на полігоні № 5 м. Києва (звалище твердих побутових відходів поблизу с. В. Дмитровичі).

1. Для з'ясування впливу температурного фактора на процес отримання аміаку для досліджень відбирали  $200 \text{ см}^3$  ДСВ звалища, в пробу додавали  $\text{CaO}$  з розрахунку забезпечення підвищення рН не менше як до 11,0. Розчин перемішували магнітною мішалкою протягом 60–90 хв у закритій колбі. Після перемішування відстоювали 5–10 хв. Відбирали 150 мл способом декантації. Пробу розміщували в термостаті, доводили температуру до заданої та барботували

повітрям, яке нагнітали за допомогою компресора. Швидкість його надходження регулювали ротаметром. Досліджено два режими подачі повітря – зі швидкістю 3 та  $7,5 \text{ дм}^3/\text{хв}$ .

2. Ефективність проростання насіння та приросту біомаси від внесення в ґрунт осаду та зрощення ДСВ визначали, порівнюючи з контрольними посівами (полив водою з водопроводу) та зрощеними водопровідною водою з внесеним лугом. Насіння висівали за різного температурного режиму. Перед внесенням у ґрунт насіння калібрували. У дослідах використовували осад, отриманий при очищенні ДСВ у натурних умовах. Осад додавали в заздалегідь просіяний ґрунт у пропорціях 4 та 8 %.

**Експериментальні дослідження та їх аналіз.** ДСВ, на відміну від природної і стічної води (СВ), є висококонцентрованим водним розчином як за мінеральними, так і за органічними речовинами, що ускладнює технологію його очищення. Так, природна чи стічна вода може бути високомінералізованою з низьким вмістом органічних речовин (шахтна, морська) чи, навпаки, слабомінералізованою зі значним вмістом органічних речовин, наприклад, стоки комплексів з відгодівлі тварин, комбінатів з переробки м'яса, риби. Досвід з демінералізації першої та методи деструкції органічних речовин останньої були основою для розробки технологічної схеми очищення ДСВ звалищ твердих побутових відходів (рис. 1).

ДСВ надходить у резервуар (1) для усереднення. На воді з резервуару (1) готували розчин вапняного молока у змішувачі (2). Готовий розчин  $\text{Ca(OH)}_2$  зливали в резервуар (3), з якого помпою (8) це вапняне молоко та ДСВ з (1) подавали у відстійник (4), контролюючи швидкість нагнітання вапняного молока та ДСВ ротаметрами (9). Після 30 хв контакту та відстоювання освітлену воду подавали на дегазацію у відстійник (5), а потім у модуль баромембранного розділення (7). У відстійнику (5) СВ підлягала барботуванню повітрям або  $\text{CO}_2$ . Для підвищення ефективності процесу відгонки аміаку в газову фазу СВ подавали на дегазацію в (5) через форсунку.

Осад від стадії очищення ДСВ реагентами збирали в резервуар (6). Цей осад використовували в експериментальних дослідженнях із визначення його впливу на розвиток рослин та в дослідах з отримання  $\text{CaO}$  та  $\text{CO}_2$  методом термообробки.

Як зазначено раніше, ДСВ має високий вміст мінеральних речовин –  $6\text{--}8 \text{ г/дм}^3$  у сухому залишку (визначено згідно з ГОСТ 18164),

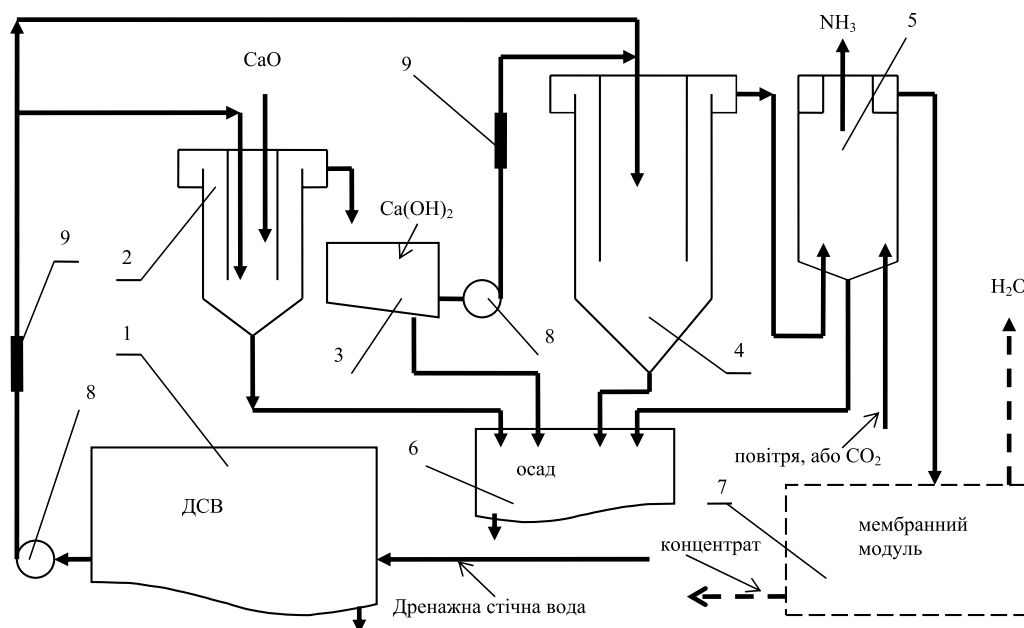


Рис. 1. Принципова технологічна схема стадії очищення реагентами ДСВ звалища:

- 1 – резервуар для ДСВ; 2 – вертикальний змішувач; 3 – резервуар для вапняного молока;  
4 – вертикальний відстійник; 5 – вертикальний відстійник для декарбонізації води та виділення аміаку;  
6 – резервуар для збору осаду; 7 – модуль баромембранного очищення ДСВ; 8 – pompa; 9 – ротаметр

органічних речовин – 4500–5030 мг  $O_2$ /дм<sup>3</sup> (за ХСК), амонійного азоту – до 1800 мг/дм<sup>3</sup> (визначено фотометричним методом). У зв'язку з такою високою його концентрацією нами проведено дослідження з використання  $NH_4^+$  як сировини для отримання азотних добрив під сільськогосподарські культури.

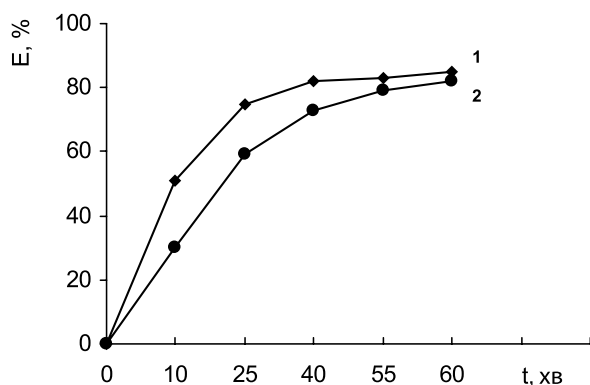


Рис. 2. Залежність ефективності очищення води від аміаку при різних термінах барботування її повітрям та температурах: 1 –  $T = 45\text{ }^\circ\text{C}$ ; 2 –  $T = 20\text{ }^\circ\text{C}$

Було досліджено залежність ефективності переходу аміаку в газову фазу від часу насичення ДСВ повітрям. Експеримент проведено за різних температурних режимів, результати представлено на рис. 2 та в таблиці.

Як свідчать наведені дані, зміни в ефективності переходу аміаку в газову фазу від часу нагнітання повітря спостерігаються в інтервалі 5–45 хв (рис. 2). Контакт СВ з масою повітря, що нагнітається протягом 40 хв, є достатнім для повноти переходу йонів  $NH_4^+$  в молекули  $NH_3$ . На підставі результатів (див. табл.) можна дійти висновку, що інтенсифікація процесу виділення аміаку в газову фазу може бути забезпечена підвищенням температури ДСВ або прискоренням швидкості подачі повітря в процесі аерації з 3 до 7,5 дм<sup>3</sup>/хв. Крім того, підвищенням температури ДСВ до 45 °C або зміною швидкості нагнітання повітря (тобто подачі більшого об'єму в одиницю часу) кожним прийомом окремо забезпечується зниження концентрації  $NH_3$  в очищеній воді до 19–25 мг/дм<sup>3</sup>. Ефективність переходу

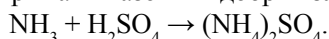
Таблиця. Залежність ефективності відгонки аміаку від температури, об'єму доданого у воду повітря та рН ДСВ

№	T, °C	$V_{\text{повітря}}$ , дм <sup>3</sup> /хв	$C_{NH_3}$ , мг/дм <sup>3</sup>	рН ДСВ	$C_{NH_3}$ у ДСВ, мг/дм <sup>3</sup>	рН ДСВ <sub>0</sub>	E, %
1	20	3	113,1	11,0	85,0	10,2	24,8
2	20	3	111,0	12,0	58,8	9,9	36,8
3	45	3	128,0	11,1	25,0	9,8	80,4
4	20	7,5	123,8	10,1	19,0	9,6	85,6

Примітка. Час барботування ДСВ повітрям – 20 хв.

аміаку в газову фазу при швидкості подачі повітря  $7,5 \text{ дм}^3/\text{хв}$  досягає 80–85 % уже за 20 хв контакту з СВ (у порівнянні з необхідним часом 40 хв при швидкості нагнітання його  $3,0 \text{ дм}^3/\text{хв}$ ). Згідно з даними таблиці, чим вищий водневий показник ДСВ, тим краща ефективність відгонки аміаку при ідентичності інших параметрів процесу.

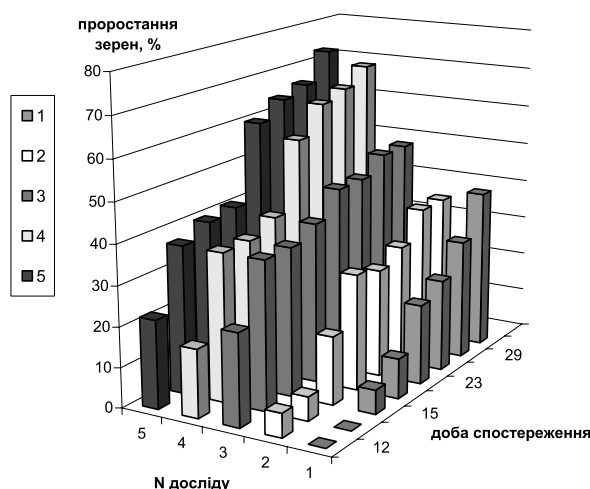
З метою утилізації отриманого аміаку в технологічній схемі необхідно передбачити резервуар із сірчаною кислотою для вловлювання повітря, насиченого виділеними з води сполуками азоту, та отримання азотних добрив за реакцією:



У такий спосіб азотні сполуки, якими забруднена ДСВ, можна утилізувати (як сировину) у вигляді азотного добрива, а технологія, в якій використовується СаО для обробки ДСВ, стає економічно вигідною. Так, оксид кальцію застосовується одночасно як для створення умов ефективного перебігу процесу коагуляції електролітів, що гідролізуються в лужному середовищі (у відстійнику (4)), так і для переходу азотних сполук в аміак, тобто в газову фазу (у відстійнику (5)). У подальшому немає потреби кондиціонування осадів на стадії їх зневоднення та знезараження. Як відомо, СаО широко використовують для обробки осадів водоочищення з метою зниження їх питомого опору фільтруванню. Осад ДСВ (6) добре зневоднюється під дією гравітації, оскільки є високолужним, його вологість становить приблизно 65 %. Крім того, осад-коагуляти від стадії очищення ДСВ реагентами можна розглядати як сировину для отримання СаО та  $\text{CO}_2$  з метою повторного їх використання [4]. Незважаючи на те, що до складу осаду входить цілий ряд екологічно небезпечних інгредієнтів, інколи його розглядають як потенційне органо-мінеральне добриво, наприклад, для вирощування декоративних рослин. Адже ДСВ включають інгредієнти, необхідні для розвитку рослин, зокрема калій ( $1100 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ), магній ( $88 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ) та органічні речовини.

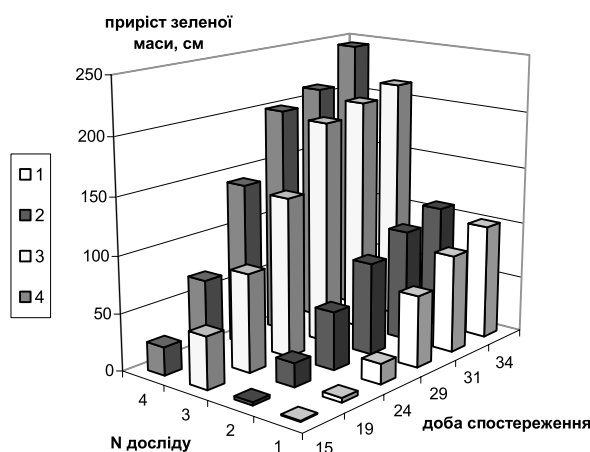
Визначення впливу на розвиток рослин компонентів осаду або безпосереднього зрошення ґрунту ДСВ звалища проведено в лабораторних умовах. Так, отримані в технологічній лінії очищення ДСВ осад (6) є лужними, а, як відомо, внесення лужних реагентів потребують кислі ґрунти, особливо ті, на яких вирощують злакові культури [7]. Тому експерименти було проведено з використанням зерна пшениці. Враховуючи високу мінералізацію ДСВ звалища, досліді проведено також на посівах гарбузових рослин, оскільки вони різко реагують на засоленість

ґрунтів. Результати щодо ефективності проростання зернових культур наведено на рис. 3, а щодо приросту зеленої маси – на рис. 4.



**Рис. 3.** Залежність ефективності проростання зернових від рН при зрошуванні ґрунту: водопровідною водою (3, 4, 5); дренажною стічною (1, 2) з рН 7 (1, 3) та з додаванням до води для зрошення СаО до досягнення нею рН 10 (2, 4); з внесенням лужного осаду в ґрунт (5). Контрольний варіант – полив водопровідною водою (3)

Відповідно до результатів досліді, позитивний вплив на проростання зернових спостерігається в лужному середовищі незалежно від способу підвищення лужності ґрунту, що добре узгоджується з результатами, отриманими іншими авторами в аграрній галузі. Як при зрошенні злакових водопровідною водою з доведенням її рН до 10 (4), так і при внесенні лужного осаду від обробки ДСВ оксидом кальцію (5) процес

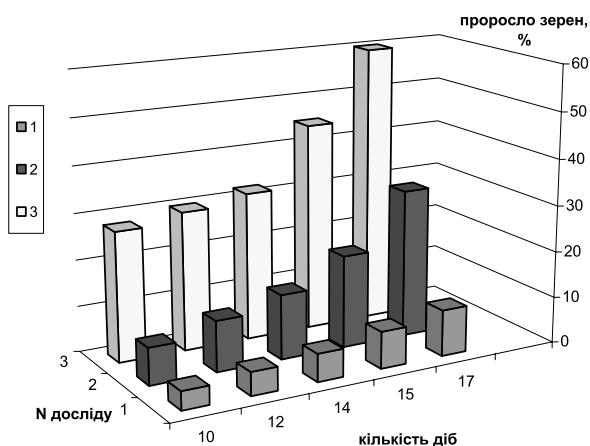


**Рис. 4.** Залежність ефективності приросту зеленої маси зернових від рН при зрошуванні ґрунту: водопровідною водою (3, 4); дренажною стічною (1, 2) з рН 7 (1, 3) та з додаванням СаО до рН 10 (2, 4). Контрольний варіант (3)

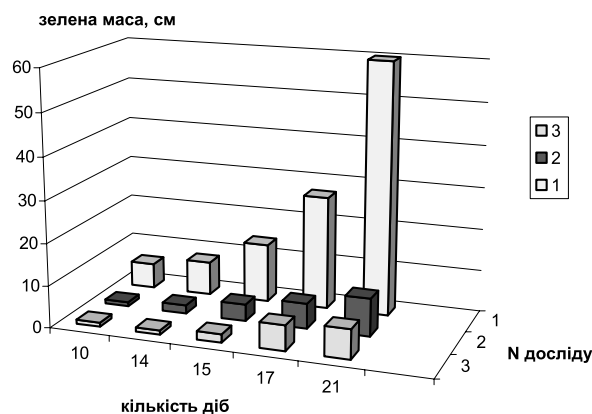
проростання зерен був інтенсивнішим у порівнянні з контролем (3). Разом з тим компоненти ДСВ значно пригнічували проростання зернових як при рН 7 (1), так і при рН 10 (2). Можна відмітити, що і в цьому разі позитивний вплив лужного середовища є помітним (2). Також зазначимо, що при високому значенні рН дещо зменшується негативний вплив компонентів ДСВ (1). Результати спостереження за приростом зеленої маси рослин наведено на рис. 4.

У лужному середовищі стимулюється як процес проростання зерен (рис. 3, 4), так і в подальшому дещо зростає приріст зеленої маси рослин (рис. 4, 4) в порівнянні з контрольним дослідом (3). Разом з тим при зрошуванні ґрунту ДСВ значно уповільнювався не тільки процес проростання зерен, а й приріст зеленої маси (1, 2). На відміну від зрошення посіву ДСВ, водопровідна лужна вода (2) дещо інтенсифікує процеси проростання та приросту біомаси. Загалом, при використанні для зрошування ДСВ спостерігалось пригнічення росту рослин як у порівнянні зі зрошенням їх підлуженою водою з водопроводу, так і контрольним дослідом (рН 7). Таким чином, експериментально підтверджено інтенсифікацію розвитку зернових культур на лужних ґрунтах. Пригнічення проростання зерен та приросту зеленої маси зернових культур при зрошенні їх ДСВ (незалежно від рН) можна пояснити високими концентраціями в ній солей.

Для підтвердження цього висновку нами було проведено дослід з використанням для посіву насіння гарбузових, котрі, як відомо, мають виразну реакцію на засоленість ґрунтів. Результати з проростання насіння гарбузових та приросту їх біомаси наведено на рис. 5, 6.



**Рис. 5.** Залежність ефективності проростання гарбузового насіння від кількості внесеного в ґрунт осаду: 4 % осаду (1); 8 % осаду (2); контрольний варіант – ґрунт (3)



**Рис. 6.** Залежність ефективності приросту зеленої маси гарбузових від кількості осаду, внесеного в ґрунт: контрольний варіант (1); 4 % осаду (2); 8 % осаду (3)

Згідно з результатами дослідів, при внесенні осаду в ґрунт значно пригнічується ефективність проростання гарбузових. Так, на 17-ту добу в контролі проросло 60 % зерен, тоді як у досліді із внесеним осадом – 10–25 %. Над тими зернами, що не проросли, на ґрунті візуально спостерігався білуватий контур з мікрокристалів солі, який повторював форму зерна, що свідчить про адсорбцію солей на їхній поверхні.

Ще інтенсивніше пригнічується розвиток самої рослини за наявності солей у ґрунті. Листя майже не розвивається. Якщо в контролі приріст біомаси з 10-ї доби до 17-ї (за 7 днів) становив 20 %, то при внесенні в ґрунт осаду – лише 5 %.

Таким чином, можна дійти висновку, що недоцільно рекомендувати використання осаду, отриманого при очищенні високомінералізованих ДСВ, як заміну добрив (навіть під декоративні рослини). Внесення такого осаду в ґрунт зумовлює його засолення та засмічення важкими металами. Так, авторами роботи [8] вказується на необхідність зниження вмісту важких металів в осадах, наприклад, ст. Бортничі (м. Київ), при використанні їх як добрива в сільському господарстві. Як виявлено ними, осади, отримані на різних стадіях очищення навіть такої значно менш токсичної СВ, як побутова, потребують детоксикації перед внесенням у ґрунт. Особливості використання осадів від очищення СВ як добрив та необхідність їх детоксикації наведено в роботі [9]. Крім того, як було встановлено нами, до складу компонентів ДСВ входять і такі токсичні домішки, як синтетичні поверхнево-активні речовини (ПАР), гуанідин та інші похідні гомологічного ряду гуанідину, котрі розкладаються з утворенням ціанаміду, синильної кислоти.

Доцільним з екологічної та економічної точки зору є отримання з осаду ДСВ оксиду кальцію

термічним способом та використання його в повторному циклі її очищення, оскільки це дозволить отримати товарні продукти, а отже, забезпечити як утилізацію, так і економічне знешкодження твердих відходів від очищення ДСВ [10; 11].

У процесі експериментальних досліджень з термообробки осаду нами встановлено, що за температури близько 850 °С за 2 год досягається розкладання карбонатів та гідроксиду кальцію ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) до  $\text{CaO}$  та  $\text{CO}_2$ . За якістю отриманий продукт відповідає ДСТУ Б В 2.7.-90-99 (сорт 2).

У результаті диференційно-термічного та термогравіметричного аналізу встановлено, що при 2,5–3-годинній термообробці осаду можна за температури 700 °С забезпечити розкладання його до оксиду кальцію. Відхідні гази такого процесу, збагачені  $\text{CO}_2$ , можна утилізувати в технологічному процесі очищення ДСВ для забезпечення умов виведення в осад сполук кальцію (карбонатів) та зниження рН. Таким чином, отримані товарні продукти використовуються повторно в технології очищення ДСВ на стадії очищення її реагентами.

Переробка в товарні продукти відходів, отриманих у вигляді газів та твердої речовини при очищенні ДСВ звалища, перетворює їх у цінну

сировину. Крім економічності такого підходу до утилізації цінних продуктів, метод можна віднести до запобіжних заходів щодо забруднення атмосфери та ґрунтів.

### Висновки

У процесі відгонки аміаку в лужному середовищі встановлено, що об'єм повітря та швидкість його подачі мають становити 7,5  $\text{дм}^3/\text{хв}$  за температури 20 °С. За температури ДСВ 40 °С економічно доцільним є зниження інтенсивності його нагнітання до 3,0  $\text{дм}^3/\text{хв}$ .

Внесення лужного осаду з високим вмістом солей у ґрунт негативно впливає на ріст рослин, хоча й стимулює процес проростання зернових. Значно пригнічується ріст гарбузових у порівнянні із зерновими культурами, що спричинено високою засоленістю ґрунтів і меншою стійкістю до цього показника гарбузових. Крім того, високий вміст токсичних речовин вказує на недоцільність внесення такого осаду в ґрунт.

З екологічної та економічної точки зору раціональним є отримання з осаду термічним способом оксиду кальцію, який можна повторно використовувати на стадії очищення ДСВ реагентами в технологічній схемі (рис. 1).

### Список літератури

1. Екологічний вісник [Електронний ресурс]. – 2006. – 30.05. – Режим доступу: <http://www.ecoleague.net/index.php>. – Назва з екрана.
2. Слипенченко В. А. Удаление минеральных азотсодержащих веществ из питьевой воды / В. А. Слипенченко, Т. Н. Малацкая // Химия и технология воды. – 1992. – Т. 14, № 1. – С. 35–48.
3. Пат. України на винахід № 66584 А МПК7 C02F 1/44, B01D 61/00. Спосіб очищення стічних вод міських звалищ твердих побутових відходів / Гончарук В. В., Бадеха В. П., Шкавро З. М., Кучерук Д. Д., Зарицький К. О. ; Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України. – № 2003077147 ; заявл. 29.07.03; опубл. 17.10.2005, Бюл. № 10. – 4 с.
4. Очистка дренажной воды свалок твердых бытовых отходов с использованием оксида кальция для предметранной обработки / В. В. Гончарук, З. Н. Шкавро, В. П. Бадеха [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – Т. 13, № 5. – С. 605–612.
5. Зотов Н. И. Экологические и социально-экономические аспекты обработки и утилизации осадков бытовых сточных вод / Н. И. Зотов, С. Р. Суслов // Водопостачання та водовідведення. – 2008. – № 3. – С. 14–21.
6. Siagg A. D. Zeolites-the way to remove ammonia / A. D. Siagg, J. B. Gawor // Fish. Farm. Int. – 1982. – Vol. 9, № 8. – P. 15.
7. Барабаш О. Ю. Овощеводу-любителю. 770 советов / О. Ю. Барабаш, С. Т. Гутыря, Л. О. Думич. – К. : Довіра, 1993. – 299 с.
8. Утилизация осадков городских сточных вод / А. Делали, В. В. Гончарук, Б. Ю. Корнилович [и др.] // Химия и технология воды. – 2003. – № 5. – С. 458–464.
9. The peculiarities of municipal water sludge utilization assoil-conditioning additive [Electronic resource] / L. N. Gubanov, V. A. Filin, D. V. Boyarkin, A. V. Kotov // Вода і екологія : проблеми і рішення. – Mode of access: <http://www.aterandecology.ru>. – Title from the screen.
10. Ігнатенко О. П. Економіко-екологічні аспекти рециклу вторресурсів з твердих побутових відходів / О. П. Ігнатенко // Екологія і ресурси. – 2003. – № 4. – С. 115–120.
11. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии, оборудование / А. М. Касимов, В. Т. Семенов, А. М. Коваленко, А. М. Александров. – Харьков : ХНАГХ, 2006. – 301 с.

Z. Shkavro, M. Milyukin, N. Antoniuk, A. Bادهa

## SOLUNG THE PROBLEM OF WASTE DISPOSOL FROM LARDFILL DRAINAGE WASTE WATER TREATMENT

*This paper discusses experimental data for obtaining marketable products from drainage waste water (DWW). In particular, it focuses on technology modes of nitrogen transfer into the gas phase, the obtaining of calcium oxide from sediments, the effects of sediment added to the soil on green biomass germination and growth of the cereals and the Cucurbitaceous crops.*

*In the process of stripping ammonia in an alkaline environment, it is observed that the volume of air and its speed must make 7.5 dm<sup>3</sup>/min for the temperatures of 20 °C. At the temperature of DWW of 40 °C it is economically expedient to reduce the intensity of its pressurization to 3.0 dm<sup>3</sup>/min.*

*Bringing of alkaline sediment with high maintenance of salts in the soil negatively affects the growth of plants, though it stimulates the process of germination of grain-growing. Growth of pumpkin is considerably repressed, in comparison to grain-crops, which is caused by high salt of soils and less resistance of pumpkin to this index. In addition, high amount of toxic substances stipulates pointlessness of bringing of such sediment in soil.*

*From the ecological and economic point of view, it is rational to obtain the oxide of calcium from sediment by a thermal method, to be reused on the stage of cleaning DWW by reagents.*

**Keywords:** infiltration of dumps, fertilizer, sediment, calcium oxide.

*Матеріал надійшов 12.12.2015*

УДК 543.06:543.89

Мага І. М.

## ВИКОРИСТАННЯ РЕАКЦІЇ АЗОДЕРИВАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ 2-ХЛОРОФЕНОЛУ МЕТОДОМ ВИСОКОЕФЕКТИВНОЇ РІДИННОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ

*Досліджено умови азодеривації 2-хлорофенолу з 4-нітрофенілдіазоній катіоном. Встановлено оптимальні умови проведення реакції: рН 9–11,5; 20-кратний надлишок реагенту, 60-хвилинна експозиція реагуючих речовин. Лінійна залежність площі хроматографічного піка від концентрації 2-хлорофенолу спостерігається в межах 25–5000 мкг/л. Розроблено методуку визначення 2-хлорофенолу в ґрунтах методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ). Методуку апробовано на модельних розчинах та на реальному об'єкті. Проведено метрологічну обробку результатів.*

**Ключові слова:** 2-хлорофенол, реакція азодеривації, методика визначення, ВЕРХ.

За звичайних умов 2-хлорофенол (ХФ) – безбарвна рідина із запахом, розчинний у воді, етанолі, етері та інших органічних розчинниках,  $t_{пл} = 8,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 174,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , густина 1,2634 г/см<sup>3</sup> (20 °C) [1, с. 278]. Використовується для промислового органічного синтезу. Має високу токсичність, всмоктується через шкіру, може спричинити смерть. Є продуктом метаболізму пестицидів, барвників тощо.

ХФ у природному середовищі утворюється в процесі метаболізму водних організмів, при біохімічному розпаді і трансформації органічних речовин, що протікають як у водному шарі, так і в донних відкладах, у результаті біодеградації пестицидів. Хлорофеноли та феноли [2, с. 5781] є одними з найпоширеніших забруднювачів, що надходять у поверхневі води зі стоками. Вміст фенолів може перевищувати 10–20 г/л у досить