

## АГРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД ОЧИСНИХ СПОРУД м. ОДЕСИ НА ДОБРИВО

В. Є. Дишлюк<sup>1</sup>, Н. В. Пиляк<sup>2</sup>, Л. Л. Лобан<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національна академія аграрних наук України  
вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9; м. Київ, 01010, Україна; e-mail: dishlyuk@naas.gov.ua

<sup>2</sup>Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН  
вул. Маяцька дорога, 26; смт Хлібодарське, Біляївський р-н, Одеська обл., 67667, Україна;  
e-mail: biotechnica@gmail.com

*Вивчено комплекс показників якості осадів стічних вод (ОСВ) станцій біологічної очистки «Північна» і «Південна» м. Одеси для встановлення безпечного способу їх утилізації. Встановлено, що дані ОСВ характеризуються низкою позитивних ознак: містять відносно невеликі концентрації політантів, мають слабокислу й кислу реакцію середовища, широке співвідношення  $Ca^{2+}/Na^+$  в сольовому складі, високу вбирну катіонну ємність і насиченість вбирного комплексу іонами кальцію; за удобрювальними властивостями (зокрема за вмістом азоту загального) перевищують традиційне добриво і за результатами агроекологічної оцінки придатні для застосування як добрива на полях (після збалансування в них складу основних поживних речовин і за умови дотримання рекомендованих обмежень щодо дози і частоти внесення) та/або як місцева органічна сировина для перероблення її на удобрювальні біокомпости (суміші) для застосування в сільському господарстві.*

*Ключові слова: осадки стічних вод, санітарно-мікробіологічні показники, безпека, якість та агроекологічна оцінка осадів стічних вод.*

В останні десятиліття відбулося різке зниження обсягів виробництва органічних добрив і їх застосування в землеробстві, що призвело до від'ємного балансу гумусу в ґрунтах, погіршення їх родючості і зниження продуктивності землеробства. Для стабілізації процесів гумусоутворення щорічно потрібно вносити понад 185 млн. тонн або 10–12 т/га органічних добрив [1]. Зазначена ситуація спонукає до пошуку нових видів удобрювальних ресурсів. З цієї причини виникає підвищена увага до місцевих сировинних ресурсів, зокрема, до осадів стічних вод (ОСВ). У складі ОСВ містяться значні запаси сполук біогенних елементів (азоту, фосфору, калію), що є невід'ємною складовою частиною замкнених природних циклів колообігу речовин. За науково обґрунтованого підходу ОСВ можуть бути використані як нетрадиційні органічні добрива [2], або ж перероблені в нові біоактивні добрива на їх основі [3–6].

У сучасній літературі є повідомлення [3–6] про високу ефективність нових органо-мінеральних сумішей на основі ОСВ міських очисних споруд для удобрення сільськогосподарських культур і окультурення ґрунту.

На станціях біологічної очистки (СБО) «Південна» і «Північна» м. Одеси утворюється від 11 до 21 тис. м<sup>3</sup>/рік рідких осадів стічних вод. За минулі роки не утилізовано понад 50 тис. т ОСВ різної вологості з цих станцій. Для утилізації ОСВ м. Одеси розроблено технологію їх прямого застосування як нетрадиційного добрива, а також і у вигляді компосту для удобрення і меліорації чорнозему південного. Зокрема, для поліпшення еколого-меліоративного стану зрошеного ґрунту рекомендують застосування ОСВ м. Одеси 6–8-річного строків зберігання та/або компосту з ОСВ 2–3-річного строків зберігання з соломкою в дозі 10 т/га як добрива для сільськогосподарських культур [7].

Проте в наведеній науковій роботі не представлено результатів досліджень, які повинні були б передувати роботі в польових умовах з розроблення технології застосування ОСВ на добриво, зокрема, відсутні результати всебічної оцінки якості і безпеки ОСВ за результатами різнопланових лабораторних досліджень цих відходів, що передбачається нормативними документами [8; 9], фрагментарно розглянуто питання щодо можливої токсикологічної небезпеки ОСВ у процесі їх тривалого виробничого застосування через додаткове надходження з них у об'єкти довкілля (грунти) токсичних речовин (важких металів, пестицидів, органічних сполук тощо) і їх забруднення. Крім того, пряме застосування ОСВ на добрива може також обмежуватися несприятливими санітарно-гігієнічними показниками відходів та іншими чинниками (зокрема, агрохімічними), які регламентуються нормативними документами [8; 9]. В сучасній літературі з метою запобігання виникненню небезпеки забруднення довкілля рекомендовано у відношенні до ОСВ застосування найбільш оптимального способу їх утилізації — переробки і одержання з них або на їх основі удобрювальних компостів (сумішей) [3–6]. Отже, стосовно зазначених ОСВ передусім потрібне проведення різнопланових досліджень їхнього складу і властивостей і виконання агроекологічної оцінки для обґрунтування безпечного способу їх застосування.

У зв'язку з вищезазначеним, метою наших досліджень було вивчення показників небезпеки для довкілля ОСВ та здійснення на їх основі агроекологічної оцінки для визначення безпечного способу їх утилізації (сфера застосування, доза і частота внесення).

**Матеріали і методи.** Об'єктом дослідження слугували репрезентативні зразки ОСВ (після 3-річного зберігання в мулових майданчиках) станцій біологічної очистки «Північна» та «Південна» м. Одеси. У 2014–2017 рр. зразки ОСВ із вищевказаних станцій біологічної очистки досліджували в акредитованих лабораторіях, зокрема: Одеської філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» Міністерства аграрної політики України, науково-технологічному відділі агрохімії та родючості ґрунтів Інституту сільського господарства Причорномор'я НААН, у відділі промислової мікробіології Інженерно-технологічного інституту «Біо-

техніка» НААН, у Центральній лабораторії ДП «Українська геологічна компанія» та Біляївській районній санітарно-епідеміологічній станції (Одеська обл.) МОЗ України. При дослідженні зразків ОСВ використовували традиційні методи визначення рухомих форм азоту (ГОСТ 26951-86), фосфору (ДСТУ 4114-2002), калію (ДСТУ 4114-2002), кальцію та магнію (ГОСТ 26487-85), натрію (ГОСТ 26950-86), сольового складу водної витяжки (ГОСТ 26423-85). Техногенну радіоактивність (питому активність  $^{137}\text{Cs}$ ) у зразках ОСВ визначали на гама-спектрометрі АМ-А-03Ф4 із сцинтиляційним детектором (за МИ 2143-91), ступінь фітотоксичності ОСВ визначали за методикою О. Берестецького [10], санітарно-гігієнічні дослідження виконували згідно з методичними вказівками [11].

**Результати та їх обговорення.** За результатами комплексних досліджень визначено параметри показників небезпеки для довкілля ОСВ з СБО м. Одеси і їх якості як нетрадиційних добрив та/або місцевої органічної сировини для їх виробництва. Зокрема встановлено, що зразки ОСВ містять слідові концентрації окремих пестицидів, які не перевищують граничнодопустимі концентрації (ГДК) (табл. 1).

Одними з найнебезпечніших шкідливих речовин, вміст яких в ОСВ може значно варіювати і сягати значних концентрацій, є важкі метали [12]. За необхідності контролювання забруднення ОСВ важкими металами прийнято визначати їх різні форми (валові, кислоторозчинні, обмінні). Це пов'язано з тим, що валовий вміст важких металів не завжди може характеризувати ступінь забруднення ОСВ токсикантами, тому що певна їх частина перебуває у формі недоступних для рослин сполук. Тому ОСВ необхідно піддавати оцінці за вмістом токсикантів у різних формах. Згідно з нормативним документом [8] при оцінюванні ОСВ на їх придатність для застосування на добриво обов'язковими для нормування в них є вміст десяти найбільш важливих хімічних елементів (мідь, марганець, кобальт, кадмій, нікель, свинець, стронцій, хром, цинк, ртуть). У результаті досліджень зразків ОСВ з обох СБО встановлено, що в ОСВ більшість з вищенаведених хімічних елементів перебуває в незначних кількостях, які не перевищують ГДК [8]. Водночас ОСВ містять дещо підвищені концентрації кадмію і стронцію (табл. 2).

Таблиця 1. Концентрації пестицидів в ОСВ станцій біологічної очистки м. Одеси

Пестициди	Вміст пестицидів в ОСВ, мг/кг		ГДК, мг/кг
	СБО «Південна»	СБО «Північна»	
ГХЦГ (ліндан)	< 0,0001	< 0,0001	0,1
Гептахлор	< 0,0001	< 0,0001	0,1
ДДТ	< 0,001	< 0,001	0,1
Карбофос	< 0,01	< 0,01	2,0
Хлорофос	< 0,01	< 0,01	0,5
Прометрин	< 0,01	< 0,01	0,5

Таблиця 2. Валовий вміст хімічних елементів в ОСВ станцій біологічної очистки м. Одеси

Хімічні елементи	Валовий вміст хімічних елементів, мг/кг сухої речовини		ГДК, мг/кг [8]
	ОСВ з СБО «Південна»	ОСВ з СБО «Північна»	
Мідь	180,8	235,0	1000
Марганець	164,8	143,3	2000
Кобальт	8,1	6,7	100
Кадмій	6,6	5,9	20
Нікель	24,0	31,0	300
Свинець	67,6	44,2	750
Стронцій	138,0	199,0	300
Хром <sup>3+</sup>	97,5	226,0	750
Цинк	580,0	720,0	2500
Ртуть	—*	—	15

Примітка: \* прочерк означає, що ртуті не виявлено.

У ОСВ з обох СБО не виявлено ртуті. Такі порівняно незначні концентрації хімічних елементів і важких металів в ОСВ можуть бути необхідні для рослин як мікрокомпоненти, що беруть участь у їхніх фізіологічних і біохімічних процесах [13]. Найвищі показники вмісту кислоторозчинної форми хімічних елементів в ОСВ з обох СБО варіюють у межах (% від їх валового вмісту): для кобальту — 66–70, нікелю — 85–88, свинцю — 82–97, міді — 87–97 і цинку — 94–96; обмінної форми (% від їх валового вмісту) відповідно, для кадмію — 20–29, марганцю — 25–32 і цинку — 31–45.

Порівняння отриманих результатів з нормативними показниками відповідних документів [8; 9], що регламентують застосування ОСВ в дозах, частоті внесення і сфері застосування за вмістом токсикантів, свідчить,

що ОСВ з СБО «Південна» і «Північна» містять підвищений уміст кадмію (6,0–6,6 мг / кг сухої речовини) і стронцію (138–199 мг / кг сухої речовини) і тому належать до третьої класифікаційної групи, яка передбачає, що дані ОСВ можуть бути застосовані як добрива на полях у дозі 5–6 т/га за сухою речовиною один раз на 5–7 років з обов'язковим контролюванням фонового вмісту елементів у ґрунті. Водночас ОСВ з обох станцій біологічної очистки стічних вод м. Одеси можуть бути застосовані як органічний компонент для виготовлення на їхній основі органо-мінеральних біологічно активних добрив (біокомпостів, сумішей) із внесенням їх у дозах 1–3 т/га для удобрення сільськогосподарських культур.

За трьохрічного зберігання ОСВ в мулових майданчиках в аридних умовах регіону

(зона Степу) завдяки процесу самоочищення, в основному, забезпечувалась їх епідемічна безпека. Так, за результатами санітарно-гігієнічних досліджень ОСВ з обох СБО у них не виявлено гельмінтів, патогенних мікроорганізмів, у тому числі й сальмонели. Показники титру бактерій групи кишкової палички в зразках ОСВ перебувають на рівні  $0,2 \text{ КУО/дм}^3$  (СБО «Південна») і  $3,9 \times 10^3 \text{ КУО/дм}^3$  (СБО «Північна») при допустимій нормі  $5,0 \times 10^3 \text{ КУО/дм}^3$ . Отже, зразки ОСВ, відібрані на СБО «Південна», за санітарно-бактеріологічними та мікробіологічними показниками характеризуються як «чисті», тоді як зразки ОСВ з СБО «Північна» близькі до статусу «забруднені», що потребує їх обов'язкового компостування при застосуванні на добрива (табл. 3).

Для встановлення рівня техногенного забруднення ОСВ у них визначено параметри питомої активності штучних радіонуклідів з тривалим періодом розпаду, зокрема  $^{137}\text{Cs}$ . В усіх досліджених зразках ОСВ відзначено сліди техногенної радіоактивності, проте параметри радіологічних показників не перевищували значень фонові радіоактивності ґрунту (чорнозем південний) у районі

застосування цих добрив (табл. 4), що відповідає вимогам нормативних документів [8; 9].

Нами досліджено фітотоксичність ОСВ щодо тест-культури кукурудзи. Фітотоксичність — це важливий інформативний показник, який доцільно застосовувати при дослідженні ОСВ для встановлення цілісної оцінки їх впливу на культурні рослини й угруповання ґрунтових мікроорганізмів. Токсичні речовини, що утворюються в тому числі й мікроорганізмами, викликають істотні зміни в хімічному складі рослин, порушують обмін речовин у них, пригнічують проростання насіння, ріст паростків, розвиток рослин. Токсичні форми мікроорганізмів у певній кількості присутні у всіх типах ґрунтів [10], також їх виявлено в досліджуваних зразках ОСВ з обох СБО.

У всіх досліджених зразках ОСВ і на контролях (ґрунт — аналог ОСВ, пісок — нейтральне середовище) середній відсоток проростання насіння кукурудзи становив 95–100 % (табл. 5). Отже, фітотоксичної активності в зразках ОСВ практично не виявлено, що обумовлено незначною присутністю в них токсикантів та фітотоксичних метаболітів мікробного походження.

Таблиця 3. Санітарно-гігієнічні показники ОСВ станцій біологічної очистки м. Одеси

Види субстратів	Загальне мікробне число, КУО/г	Титр бактерій групи кишкової палички, КУО/дм <sup>3</sup>	Термофіли, КУО/г	Патогенні мікроорганізми
ОСВ з СБО «Південна»	$6,3 \times 10^5$	0,2	$3,9 \times 10^4$	не виявлено
ОСВ з СБО «Північна»	$3,4 \times 10^4$	$3,9 \times 10^3$	$2,2 \times 10^4$	не виявлено

Таблиця 4. Радіологічні показники ОСВ станцій біологічної очистки м. Одеси, Бк/кг

Радіонукліди	Субстрати		
	ОСВ СБО «Північна»	ОСВ СБО «Південна»	ґрунт (чорнозем південний)
$^{137}\text{Cs}$	$1,5 \pm 0,03$	$1,5 \pm 0,03$	$2,2 \pm 0,03$

Таблиця 5. Параметри показників фітотоксичності ОСВ станцій біологічної очистки м. Одеси

Субстрати	Кількість насіння, закладеного на дослід	День появи сходів	Кількість пророслого насіння	Схожість, %
ОСВ з СБО «Південна»	20	3	19	95
ОСВ з СБО «Північна»	20	3	20	100
Ґрунт (контроль 1)	20	3	20	100
Пісок (контроль 2)	20	3	19	95

Окрім показників небезпеки для довкілля, в зразках ОСВ визначали також їхні агрохімічні показники. Для порівняння їх визначали також у підстилковому гної ВРХ (табл. 6).

Встановлено, що ОСВ з СБО «Північна» і «Південна» дещо збіднені на органічну речовину. Масова частка органічної речовини в ОСВ становить 19 % до сухої речовини (при нормативі не менше 40 %) [8; 9], у гної ВРХ її міститься 22 %. Органічна речовина ОСВ містить 10–12 % загального вуглецю (гної ВРХ — 18 %). Масова частка поживних речовин в ОСВ становить (% на суху речовину): азоту загального — 5,3–6,2 (норматив — не менше 1,5); фосфору загального — 1,4–2,0 (норматив — не менше 0,7); калію загального — 0,2–0,6 (норматив — не менше 0,1). У гної ВРХ (варіант порівняння) вміст поживних речовин (NPK) становить відповідно 1,72; 2,55 і 2,20. В ОСВ співвідношення поживних речовин (одиниці азоту до фосфору і калію) становить 1 : 0,3 : 0,04–0,10 і свідчить про незбалансованість за вмістом фосфору і калію порівняно з гноєм ВРХ (1 : 1,5 : 1,3). Серед рухомих форм поживних речовин у ОСВ переважає нітратний азот (1,71–9,98 мг / 100 г субстрату). При цьому найвищі показники вмісту нітратного азоту в ОСВ (9,98 мг / 100 г субстрату) встановлено для ОСВ із СБО «Північна». ОСВ з обох СБО характеризуються вузьким співвідношенням C : N (відповідно 1,5 і 2,2 проти 10,8 у гної ВРХ) і високим вмістом азоту загального (5,3–6,2 % на суху речовину проти 1,72 у гної ВРХ), тому їх можна застосовувати для удобрення будь-якої культури без ризику спричинення азотного голодування рослин у перші періоди їх розвитку.

За певних умов (при тривалому застосуванні ОСВ як добрив, можливого порушенні технологічних регламентів, особливо в умовах зрошення), можуть розвиватися процеси засолення та осолонцювання ґрунту. У зв'язку з цим нами проведено визначення сольового складу ОСВ і їх оцінку щодо здатності спричинити розвиток процесів засолення та осолонцювання ґрунту порівняно із зональним ґрунтом району проведення досліджень (чорнозем південний, шар 0–20 см) (табл. 7). Встановлено, що ОСВ з обох СБО м. Одеси мають слабокислу й кислу реакцію середовища (рН) — 5,9–6,5 (норматив — 6,5–7,5), сульфатно-кальцієвий склад солей. Загальна сума солей становить 1,82 % (ОСВ з СБО

«Південна») і 0,85 % (ОСВ з СБО «Північна») проти 0,08 % у ґрунті. Сума токсичних солей в ОСВ становить відповідно 0,30 % і 0,23 % проти 0,03 % у ґрунті, тобто в ОСВ параметри даного показника відповідно в 10 і 8 рази вищі, ніж у ґрунті.

У сольовому складі ОСВ серед аніонів переважають сульфати (їх уміст відповідно у 51 і 23 рази вищий, ніж у ґрунті), відсутні іони  $\text{CO}_3^{2-}$ , гідрокарбонати перебувають на рівні показників ґрунту або дещо нижче за них. Серед катіонів у сольовому складі ОСВ з обох СБО м. Одеси переважає кальцій (його міститься в 11–26 рази більше, ніж у ґрунті). При цьому ОСВ з СБО «Південна» вирізняються значно вищим вмістом кальцію і характеризуються в сольовому складі ширшим співвідношенням  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}$  (24,5) і дещо вищими значеннями даного показника, ніж у ґрунті, відповідно — 21,5 (проти 7,08 в ОСВ з СБО «Північна»), що є важливою позитивною ознакою ОСВ із вказаної СБО як меліоративного матеріалу. За висновками [7] застосування ОСВ м. Одеси в дозі 10 т/га сухої речовини позитивно вплинуло на фізико-хімічні властивості чорнозему південного (зрошеного і незрошеного) і забезпечило відсутність ознак засолення і солонцюватості ґрунту.

Зразки ОСВ з обох СБО м. Одеси характеризуються значно вищими параметрами вбирної катіонної ємності (у 1,6–2,0 рази), ніж чорнозем південний (табл. 8).

У вбирному комплексі ОСВ переважає кальцій (75–80 % від суми увібраних основ, у ґрунті — 67 % від суми катіонів). Щодо параметрів вмісту магнію в складі обмінних основ ОСВ, то вони в 1,7 рази менші, тоді як натрію у 2–6 рази більші, ніж у ґрунтового вбирного комплексу. Отже, дані ОСВ характеризуються високими параметрами поглинальної здатності, у їх катіонному складі превалює кальцій, параметри вмісту якого значно вищі, ніж у зональному ґрунті, тому за внесення ОСВ на полях вони можуть обумовлювати підвищення буферних властивостей ґрунту і стійкість його до деградації.

Отже, за параметрами речовинного складу ОСВ СБО м. Одеси в основному відповідають вимогам нормативних документів [8; 9], що пред'являються до добрив такого походження, проте містять дещо підвищений вміст кадмію і стронцію (хоча й не перевищують ГДК). Тому згідно з вимогами нормативних документів [8; 9] дані ОСВ відне-

Таблиця 6. Агрохімічні показники ОСВ станцій біологічної очистки м. Одеси

Субстрати	Суша речовина, %	Вміст у сухій речовині									Співвідношення C : N
		зола, %	органічна речовина, %	загальні форми, %				рухомі форми, мг / 100 г			
				C	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
ОСВ з СБО «Південна»	63,1	57,16	19,3	9,6	6,20	2,00	0,22	1,71	1,20	0,52	1,5 : 1
ОСВ з СБО «Північна»	47,2	54,05	18,7	11,7	5,30	1,40	0,63	9,98	3,10	1,50	2,2 : 1
Гній ВРХ	61,0	63,15	21,8	18,5	1,72	2,55	2,20	—*	—	—	10,8 : 1

Примітка: \*прочерки означають, що показники не визначали.

Таблиця 7. Хімічний склад водних витяжок ОСВ станцій біологічної очистки м. Одеси і чорнозему південного

Субстрати	Сума солей		рН <sub>вод.</sub>	Вміст іонів, мг-екв. / 100 г повітряно-сухого субстрату						Співвідношення Ca <sup>2+</sup> /Na <sup>+</sup>
	загальна, %	токсичних, %		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	
ОСВ з СБО «Південна»	1,82	0,30	6,5	0,47 ± 0,03	0,53 ± 0,03	26,15 ± 1,40	22,54 ± 1,6	3,69 ± 0,20	0,92 ± 0,06	24,5
ОСВ з СБО «Північна»	0,85	0,23	5,9	0,28 ± 0,01	0,72 ± 0,04	11,58 ± 1,70	9,06 ± 1,54	2,24 ± 0,24	1,28 ± 0,09	7,08
Ґрунт	0,08	0,03	7,4	0,54 ± 0,01	0,24 ± 0,01	0,51 ± 0,06	0,86 ± 0,02	0,38 ± 0,03	0,04 ± 0	21,5

Таблиця 8. Параметри поглинальної здатності і склад обмінних основ ОСВ станцій біологічної очистки стоків м. Одеси і чорнозему південного

Види субстратів	Вміст обмінних катіонів, мг-екв. / 100 г субстрату / % від суми			
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	сума
ОСВ з СБО «Південна»	39,5 ± 1,0 / 80	8,83 ± 0,3 / 18	1,16 ± 0,009 / 2	49,50 ± 1,21 / 100
ОСВ з СБО «Північна»	29,42 ± 2,05 / 75	7,50 ± 0,9 / 19	2,29 ± 0,12 / 6	39,21 ± 2,04 / 100
Грунт (варіант порівняння)	16,33 ± 0,22 / 67	7,75 ± 0,9 / 32	0,32 ± 0,01 / 1	24,41 ± 0,72 / 100

сено до 3-ї класифікаційної групи використання, що передбачає їх застосування в землеробстві як добрива у дозі 5–6 т/га за сухою речовиною один раз на 5–7 років з обов'язковим контролюванням фоновому вмісту елементів у ґрунті. Наші висновки щодо способу застосування ОСВ є екологічно обґрунтованими, для попередження можливого забруднення ґрунту і рослин токсикантами (зокрема, кадмієм, обмінні форми якого містять високі концентрації) пропонується в 1,4–2,0 рази менша за рекомендовану [7] доза внесення, обмеження в частоті застосування до одного разу на 5–7 років, обов'язкове контролювання фоновому вмісту хімічних елементів у ґрунті. Досліджені ОСВ також можна використовувати для виробництва біоорганічних добрив.

1. Концепція агрохімічного забезпечення землеробства України на період до 2015 року / за ред. С. А. Балюка, М. В. Лісового. — Харків : Мінагрополітики України, ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», 2009. — 37 с.

2. Евилевич А. З. Утилизация осадков сточных вод / А. З. Евилевич, М. А. Евилевич. — Л. : Стройиздат, 1988. — 248 с.

3. Склад і властивості органомінерального добрива «Райдуга» / [Савицький В. М., Савицька О. В., Чеботько О. К. та ін.] // Науковий вісник Національного аграрного університету : збірн. наук. праць. — К. : НАУ, 2000. — Вип. 26. — С. 59–66.

4. Продуктивность и качество картофеля при использовании органоминеральных удобрительных смесей на основе осадков сточных вод и цеолитов / Дорошкевич С. Г., Убугунов Л. Л., Мангатаев Ц. Д., Бадмаев А. Б. // Агрохимия. — 2002. — № 8. — С. 41–48.

5. Получение органоминеральных удобр-

ний из отходов предприятий Южного берега Крыма / [Бобров О. Г., Виноградов В. А., Шалимов Ю. И. и др.] // Виноградарство и виноделие : сб. науч. тр. — Ялта : НИВиВ «Магарач», 2005. — № 2. — С. 102–104.

6. Дишлюк В. Є. Нові органо-мінеральні добрива на основі осадів стічних вод міських очисних споруд для окультурення ґрунтів / В. Є. Дишлюк // Сучасний стан ґрунтового покриву України та шляхи забезпечення його сталого розвитку на початку 21-го століття : тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції. — Харків : ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», 2006. — С. 210–211.

7. Кириленко В. М. Трансформація еколого-меліоративного стану чорноземів південних зрошуваних при використанні осадів стічних вод м. Одеси : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.02 / В. М. Кириленко ; Херсонський державний аграрний університет. — Херсон, 2003. — 16 с.

8. Технологічні та агроекологічні нормативи використання осадів стічних вод міських очисних споруд в сільському господарстві. — КНД 33-3.3-02-99. — К. : Аграрна наука, 2000. — 38 с.

9. Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування і удобрення. : ДСТУ 7369:2013. — [Чинний від 2014-01-01] — К. : Мінекономрозвитку України, 2014. — 10 с.

10. Берестецкий О. А. Фитотоксины почвенных микроорганизмов и их экологическая роль // Фитотоксичные свойства почвенных микроорганизмов / О. А. Берестецкий. — Л., 1978. — С. 7–30.

11. Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы. — Утв. 04.08.1976. — № 1446–76.

12. Рэуце К. Борьба с загрязнением почвы / Рэуце К., Кырстя С. ; пер. с румын. К. И. Станькова ; под ред. и с предисл. В. К. Штефана. — М. : Агропромиздат, 1986. — 221 с.

13. Гуральчук Ж. З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії / Ж. З. Гуральчук. — К. : Логос, 2006. — 208 с.

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА  
ПРИГОДНОСТИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ  
ВОД ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
г. ОДЕССЫ НА УДОБРЕНИЕ**

**В. Е. Дышлюк<sup>1</sup>, Н. В. Пыляк<sup>2</sup>, Л. Л. Лобан<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Национальная академия аграрных наук  
Украины, г. Киев

<sup>2</sup>Инженерно-технологический институт  
«Биотехника» НААН, пгт Хлебодарское,  
Одесская обл.

*Изучен комплекс показателей качества осадков сточных вод (ОСВ) станций биологической очистки «Северная» и «Южная» г. Одессы для определения безопасного способа их утилизации. Установлено, что данные ОСВ характеризуются рядом положительных свойств: содержат относительно небольшие количества поллютантов, имеют слабокислую и кислую реакцию среды, широкое соотношение  $Ca^{2+}/Na^{+}$  в солевом составе, высокую поглощательную катионную ёмкость и насыщенность поглощательного комплекса ионами кальция; по удобрительным свойствам (в частности по содержанию азота общего) превышают традиционное удобрение и по результатам агроэкологической оценки являются пригодными для применения в качестве удобрения на полях (после сбалансирования в них состава основных питательных веществ и при условии соблюдения рекомендованных ограничений по дозе и частоте внесения) и/или как местное органическое сырьё для переработки его на удобрительные биокомпосты (смеси) для использования в сельском хозяйстве.*

Ключевые слова: осадки сточных вод, санитарно-микробиологические показатели, безопасность, качество и агроэкологическая оценка осадков сточных вод.

**AGROECOLOGICAL  
CHARACTERISTICS AND EVALUATION  
OF ELIGIBILITY OF SEWAGE SLUDGE  
FROM TREATMENT FACILITIES  
OF THE CITY OF ODESA FOR  
FERTILIZATION**

**V. Ye. Dyshliuk<sup>1</sup>, N. V. Pyliak<sup>2</sup>, L. L. Loban<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>National Academy of Agrarian Science of Ukraine,  
Kyiv

<sup>2</sup>Engineering and Technology Institute  
“Biotekhnika”, NAAS,  
Khlibodarske urban-type settlement, Odesa Region

*The complex of indicators of quality of sewage sludge (SS) of biological purification stations “Pivnichna” and “Pivdenna” of the City of Odesa was investigated for establishing a safe way of their disposal. It was established that these of SS are characterized by a number of positive features: they contain relatively small concentrations of pollutants, have a weakly acidic and acidic reaction of the medium, a wide  $Ca^{2+}/Na^{+}$  ratio in the salt composition, a high absorbent cationic capacity and saturation of absorbed complex with calcium ions; according to the fertilizer properties (in particular, the total nitrogen content), they exceed traditional fertilizers and, according to agroecological assessments, are suitable for use as fertilizers in the fields (after balancing them with the composition of the main nutrients and subject to the recommended restrictions on the dose and frequency of application) and/or as local organic raw material for processing it on the fertilizing biocompost (mixture) for use in agriculture.*

Key words: sewage sludge, sanitary-microbiological indicators, safety, quality and agroecological assessment of sewage sludge.

Отримано 15.10.2017