УДК 631.879.2:631.445.4

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

В.М. Кириленко

Одеський державний аграрний університет

Вирішувалися проблеми поліпшення еколого-меліоративного стану чорноземів південних зрошуваних за рахунок утилізації осаду стічних вод (ОСВ) м. Одеси 6-8-річного строку зберігання та компосту з осаду 2-3-річного з соломою нормою 10 т/га, як добрива під сільськогосподарські культури. Виявлено позитивну дію норми 10 т/га осаду стічних вод і компосту на вміст гумусу в ґрунті, біологічну активність, вміст важких металів, а також на продуктивність озимого ріпаку і кукурудзи (в умовах зрошення і без зрошення) та якість отриманої продукції. Негативного впливу осаду стічних вод і компосту на вміст важких металів та патогенної мікрофлори не зафіксовано.

Ключові слова: *чорноземи південні, компост, осад стічних вод, властивості ґрунтів, важкі метали, озимий ріпак, кукурудза, врожай.*

Вступ. Призупинення деградаційних процесів у чорноземних ґрунтах України та підвищення їхньої ефективної родючості є найважливішим питанням сучасності. У результаті занепаду тваринництва в сільському господарстві відчутна гостра нестача органічних добрив, що призводить до інтенсивної дегуміфікації та погіршення агрофізичних властивостей чорноземів південних зрошуваних [2, 8]. За останні 20 років вміст гумусу в зрошуваних ґрунтах півдня України зменшився майже на 15% [9]. Між тим, на очисних спорудах комунальних підприємств накопичується велика кількість осадів стічних вод (ОСВ), які мають високу удобрювальну та меліоративну цінність [1, 3, 4, 7]. Відсутність технології утилізації осадів призводить до перевантаження територій очисних споруд і забруднення навколишнього середовища. Використання осаду стічних вод для поліпшення властивостей чорноземів південних дозволить вирішити одночасно проблеми збереження родючості зрошуваних ґрунтів, збільшення виробництва сільськогосподарської продукції й утилізації осадів стічних вод з метою поліпшення стану рекреаційної зони Причорномор'я [5, 6].

Методи досліджень. Вивчення впливу осаду міських стічних вод, компосту та інших видів добрив на еколого-меліоративний стан ґрунтів і врожай сільськогосподарських культур проводилося протягом 1998-2001 рр. у навчгоспі ім. Трофімова шляхом польового досліду в зрошуваних і незрошуваних умовах за такою схемою:

1. *Контроль – без внесення добрив;*
2. *Осад стічних вод 6-8-річного строку зберігання, нормою 10 т/га сухої речовини (далі "осад стічних вод, або ОСВ");*
3. *Компост з осаду стічних вод 2-3-річного строку зберігання із соломою, нормою 10 т/га сухої речовини (далі "компост");*
4. *Солома, 3 т/га з компенсуючою дозою азоту (N_{10});*
5. $N_{60}P_{60}K_{30}$.

Дослід був закладений на площі 1,5 га, у чотириразовому повторенні. Розташування ділянок послідовне зі зміщенням. У досліді з озимим ріпаком загальна площа ділянки склала 100 м^2, облікова – 40 м^2. У досліді з кукурудзою на зелений корм загальна площа ділянки склала 84 м^2, а облікова – 42 м^2. Польові досліди як в умовах зрошення, так і без нього були закладені на сполучених у просторі ділянках з ідентичними ґрунтами. Досліди проводили з кукурудзою, яку висівали на зелений корм, і озимим ріпаком на насіння.

Для приготування компосту використовували осад стічних вод 2-3-річного строку зберігання і пшеничну солому в співвідношенні 10 т осаду до однієї тонни соломи за технологію польового компостування у буртах. Головною умовою приготування

компосту є підтримання температури субстрату в межах 50-60°С, що досягається періодичними аерацією і розпушуванням за рахунок перемішування компосту. Термін компостування – 6 місяців. Супутні спостереження та дослідження проводили традиційними польовими і лабораторними методами з наступною комп'ютерною обробкою даних.

Результати досліджень. Встановлено, що осад стічних вод і компост є цінними комплексними органічними добривами з високим вмістом основних поживних елементів: азоту та фосфору

У складі вбирних основ осаду стічних вод переважає кальцій (28,25 мг-екв/100 г). Натрію міститься менше 2 мг-екв на 100 г субстрату. Сума легкорозчинних солей в осаді – 0,74%, у компості – 0,44%. Відношення катіонів кальцію до натрію >4, що дає змогу використовувати їх в якості меліорантів зрошуваних ґрунтів. Таким чином, загальний вміст водорозчинних солей як в осаді, так і в компості невеликий і не може негативно впливати на сольовий склад ґрунтів.

Аналіз валового вмісту важких металів показав, що більше за все у добривах міститься цинку і свинцю, що обумовлено характером виробничої діяльності і розвитком автомобільного транспорту в м. Одеса. У компості вміст цинку і свинцю в 1,4-1,8 рази більший, ніж в осаді, а кадмію та ртуті – у 2,2-2,6 рази. Це обумовлено переходом розчинних сполук важких металів у нерозчинні форми і закріпленням їх у поглинаючому комплексі мулу при тривалому зберіганні. У цілому осад стічних вод і компост характеризуються низьким валовим вмістом важких металів, що за показниками гранично-допустимих концентрацій (ГДК) дає змогу застосовувати їх у сільському господарстві.

Спостереження за гумусовим станом чорноземів південних важкосуглинистих показали, що тривале зрошення за відсутності органічних добрив призвело до зниження вмісту гумусу порівняно з незрошуваними ґрунтами. Найбільш помітне зниження гумусу спостерігалося в орному шарі, особливо в шарі 0-10 см (на 0,5%). У цілому втрати гумусу в гумусовому шарі, порівняно з попередніми роками, склали 0,22%. Внесення осаду стічних вод дозволило збільшити кількість гумусу в орному шарі зрошуваних ґрунтів у середньому за три роки на 5,4 т/га, а внесення компосту – на 3,4 т/га, порівняно з контролем. У незрошуваних умовах найбільшому нагромадженню гумусу сприяло внесення осаду стічних вод: запаси гумусу в орному шарі збільшилися на 4,4 т/га (рис.).

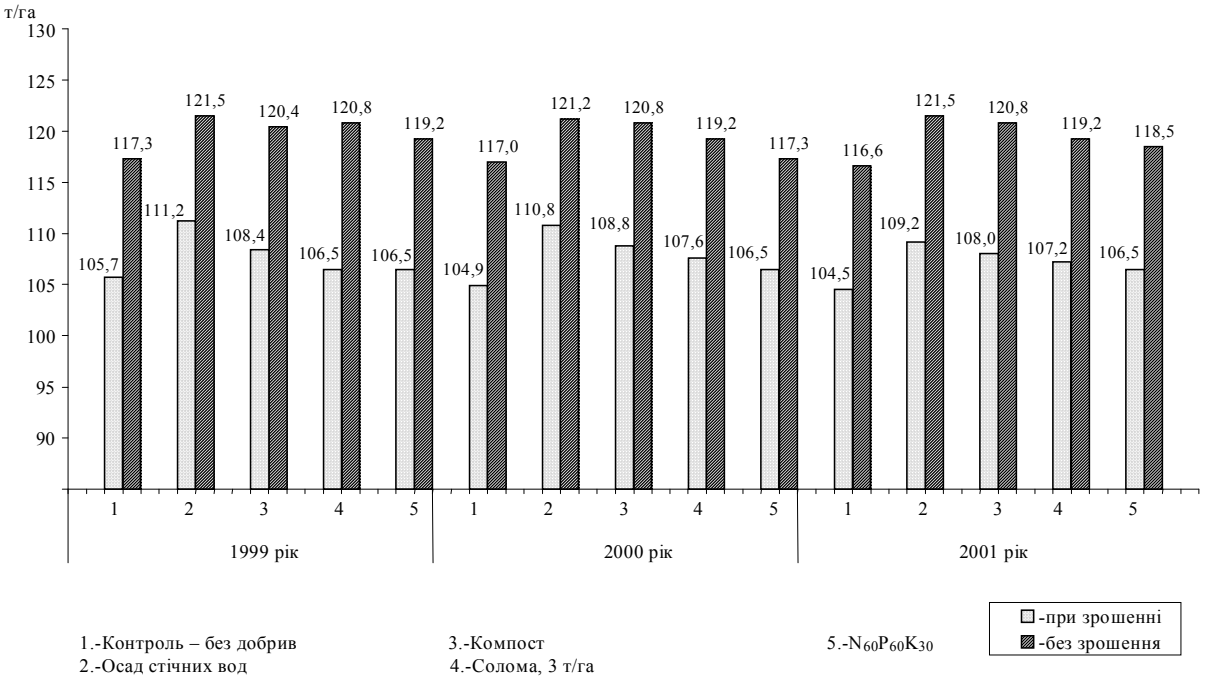

Рис. Запаси гумусу в шарі ґрунту 0-30 см, т/га

Використання осаду стічних вод сприяло збільшенню в складі гумусу групи гумінових кислот у всі роки дослідження – на 0,09-0,18%. Внесення компосту також підвищило частку гумінових кислот, але сприяло і деякому збільшенню частки фульвокислот. Відносний вміст фульвокислот у складі гумусу був найбільшим у ґрунтах удобрених соломою.

Внесення усіх видів добрив активізувало ґрунтову мікрофлору. Аналіз інтенсивності розкладу тканини ґрунтовим профілем показав, що в усіх варіантах досліду без винятку найбільша біологічна активність спостерігалася в шарі ґрунту 10-20 см, а найменша – на глибині 30-40 см, що пояснюється найбільш сприятливим співвідношенням вологості та повітря на глибині 10-20 см. Відзначені нами закономірності у відношенні абсолютного зменшення маси тканини властиві і відносним показникам. Найбільш позитивно вплинуло на біологічну активність ґрунтів внесення компосту, що зумовило втрату маси лляної тканини за один місяць у середньому за три роки на 23,6%, а за два місяці – на 44,4% та перевищило ці показники на контролі відповідно на 6,3 і 9,6%.

Використання осаду стічних вод і компосту як добрива і меліоранта сприяло Стримуючим фактором застосування осаду стічних вод як добрива є небезпека забруднення ґрунтів важкими металами. В умовах нашого досліду як при зрошенні, так і без зрошення, вміст важких металів у 17-263 рази був нижчим гранично-допустимих концентрацій, за винятком цинку, кількість якого наближається до цієї відмітки (табл. 1). Підвищений вміст цього елемента на контрольному варіанті пояснюється тим, що це характерно для чорноземів південних і очевидно пов’язано з акумулятивним характером ландшафтів Причорноморської низовини.

Таблиця 1. Валовий вміст важких металів в орному шарі ґрунту і зеленій масі залежно від внесення ОСВ і компосту

Варіанти досліду	Елемент, мг/кг ґрунту							
	Zn	Cd	Pb	Hg	Zn	Cd	Pb	Hg
Зрошувані ґрунти					**Незрошувані ґрунти**			
Контроль – без добрив	65,63	0,013	0,94	0,008	38,25	0,013	0,81	0,007
Осад стічних вод	76,26	0,013	1,08	0,010	61,88	0,014	1,14	0,008
Компост	86,25	0,015	1,19	0,012	70,63	0,020	1,48	0,009
ГДК у ґрунтах	100,0	3,0	20,0	2,1	100,0	3,0	20,0	2,1
Зелена маса кукурудзи					Зелена маса озимого ріпаку			
Контроль – без добрив	31,2	0,007	0,65	0,0032	23,9	0,006	0,72	0,0005
Осад стічних вод	33,0	0,010	0,71	0,0071	24,0	0,010	0,74	0,0008
Компост	36,3	0,012	0,83	0,0080	35,0	0,013	1,00	0,0014
ГДК у рослинах	50,0	0,3	5,0	0,1	50,0	0,3	5,0	0,1

Використання осаду стічних вод і компосту сприяло підвищенню вмісту цинку і свинцю у зрошуваних ґрунтах під посівами кукурудзи на зелений корм в 1,1 рази і незначним чином вплинуло на інші елементи. Дія компосту в цьому відношенні була більш помітною, що пов'язано з підвищеним вмістом цих елементів у даному добриві. Аналогічні тенденції виявлені і під час використання осаду стічних вод в умовах без зрошення.

Аналіз якості отриманої рослинної продукції на ґрунтах, які удобрювалися осадом стічних вод і компостом показав, що валовий вміст важких металів у зеленій масі набагато нижчий гранично-допустимих концентрацій. Виняток складає цинк, вміст

якого в 1,5-2 рази нижчий граничної норми і може досягти її за умови застосування осаду стічних вод великими дозами. Помітної різниці за валовим вмістом важких металів у зеленій масі ріпаку і кукурудзи не спостерігається. Виключення складає ртуть, вміст якої в зеленій масі кукурудзи помітніше вищий, ніж у зеленій масі озимого ріпаку. Це найбільш ймовірно пояснюється індивідуальними особливостями культур. Загальною для обох культур тенденцією є незначне збільшення вмісту важких металів на досліджуваних варіантах, порівняно з контрольним варіантом.

На особливу увагу заслуговує ртуть, яка у навколишньому середовищі трансформується в токсичні речовини. Вивчення вмісту ртуті в ґрунтах дослідної ділянки показало, що фонова концентрація цього елемента досить незначна. У шарі 0-20 см незрошуваних ґрунтів на контрольному варіанті вміст склав 0,0234 – 0,0473 мк/кг ґрунту, що дає можливість стверджувати відсутність безпеки забруднення чорноземів південних цим елементом. Внесення осаду стічних вод і компосту призвело до дуже незначного (на 0,0004 і 0,0053 мг/кг ґрунту) збільшення вмісту ртуті в шарі 0-40 см. Таким чином, застосування осаду стічних вод і компосту на чорноземах південних нормою 10 т/га сухої речовини, за визначеного вмісту важких металів не викликає забруднення ґрунтів, а отримана рослинна продукція може використовуватися в якості корму для сільськогосподарських тварин.

У результаті дослідження виявлено позитивний вплив досліджуваних добрив на врожай сільськогосподарських культур (табл. 2) і якість отриманої продукції.

У середньому за 3 роки збільшення врожаю зеленої маси кукурудзи від дії осаду склало 97,9 ц/га, а найбільший урожай насіння озимого ріпаку в незрошуваних умовах був отриманий за умови використання осаду стічних вод 6-8-річного строку зберігання. Збільшення врожайності склало відповідно 8,4 і 13,6 ц/га. Внесення осаду стічних вод сприяло підвищенню кількості білка в зеленій масі кукурудзи на 3,27 ц/га, а також вмісту жиру в насінні озимого ріпаку: збір олії на 4,83 ц/га був більшим, порівняно з контролем.

Таблиця 2. Вплив досліджуваних добрив на врожайність сільськогосподарських культур, ц/га

Варіанти досліду	Роки досліджень			У середньому за 3 роки
	1999	2000	2001	
Кукурудза на зелений корм (в умовах зрошення)				
Контроль – без добрив	319,9	290,4	265,7	292,0
Осад стічних вод	425,2	398,0	346,4	389,9
Компост	400,8	365,2	331,8	365,9
Солома, 3 т/га	357,8	321,1	281,2	320,0
$N_{60}P_{60}K_{30}$	358,0	328,4	286,1	324,2
$НІР_{05}$, ц/га	32,66	29,93	24,86	–
Озимий ріпак на насіння (у незрошуваних умовах)				
Контроль – без добрив	32,7	34,7	37,5	35,0
Осад стічних вод	38,2	44,8	47,3	43,4
Компост	36,5	40,9	46,1	41,2
Солома, 3 т/га	34,1	36,7	39,6	36,8
$N_{60}P_{60}K_{30}$	35,0	37,5	41,2	37,9
$НІР_{05}$, ц/га	1,42	1,65	2,01	–

Економічно найбільш ефективним при вирощуванні озимого ріпаку як у незрошуваних умовах, так і на зрошенні було використання осаду стічних вод 6-8-річного строку зберігання. Він забезпечив найменшу собівартість насіння (26,9 і 30,0 грн/ц) і найбільший прибуток як на 1 га (1368 і 1647 грн.), так і на 1 ц продукції (31,5 і 28,4 грн.). Найбільший рівень рентабельності отриманий у цьому варіанті у

вирощуванні озимого ріпаку в незрошуваних умовах. Він склав 117,1%, тобто на 34,6% більше, ніж на контролі.

Внесення осаду стічних вод під кукурудзу на зелений корм в умовах зрошення також забезпечило найменшу собівартість (3,36 грн/ц), найбільший прибуток на 1 га (935 грн.) і на 1 ц продукції (2,4 грн.) та найбільший рівень рентабельності (71,4%), що більше, ніж у 2 рази, перевищує рентабельність варіанта на контролі. Найбільший економічний ефект забезпечувало використання осаду стічних вод 6-8-річного строку зберігання.

Висновки

1. Осад стічних вод м. Одеси 6-8 річного строку зберігання і компост з осаду 2-3-річного і соломи характеризуються високим вмістом органічної речовини та основних поживних елементів.

2. Застосування осаду стічних вод призвело до збільшення в зрошуваних ґрунтах вмісту гумусу (в орному шарі на 5,4 т/га) і розширення відношення Сгк:Сфк. На 7,6-7,8% підвищується біологічна активність зрошуваних чорноземів.

3. Застосування осаду міських стічних вод як самостійно, так і у вигляді компосту не призводить до забруднення важкими металами ґрунтів і рослинної продукції. Визначення валового вмісту важких металів у чорноземах південних дає можливість стверджувати про відсутність небезпеки перевищення гранично-допустимих концентрацій цих елементів при застосуванні осаду стічних вод і компосту нормою 10 т/га сухої речовини.

4. Застосування осаду стічних вод підвищило врожайність насіння озимого ріпаку у незрошуваних умовах – на 8,4 ц/га, а в умовах зрошення – на 13,6 ц/га. Врожайність зеленої маси кукурудзи у незрошуваних умовах збільшилася на 41,7 ц/га, а на зрошенні (у середньому за 1999-2001 роки) – на 91,9 ц/га. Внесення компосту сприяло підвищенню врожайності насіння озимого ріпаку у незрошуваних умовах – на 6,2 ц/га, а в умовах зрошення – на 9,6 ц/га. Урожайність зеленої маси кукурудзи збільшилася відповідно – на 28,9 і 73,9 ц/га. При цьому було виявлено поліпшення якості сільськогосподарської продукції, а також визначено високу економічну ефективність застосування досліджуваних добрив.

Література

1. *Васильев В.А.* Отходы промышленности и коммунального хозяйства. Органические удобрения в интенсивном земледелии. – М.: Колос, 1984. – С. 244-250
2. *Калінчук В.А.* Шляхи виходу з кризи АПК Одеської області //Аграрний вісник Причорномор'я. –Одеса. – 1999. – Вип. №3(6). ч.1. –С. 3-6
3. *Касатиков В.А., Попов В.П., Рудник В.Е.* Влияние термофильносброженного осадка городских сточных вод на почву //Химизация сельского хозяйства. – 1990. -№2. –С. 51-52
4. *Кириленко В.М.* Економіко-екологічні проблеми розвитку приморського регіону України //Зб. наук. праць Вінницького держ. аграрного університету. – Вінниця. – 2002. – Вип. 13. – С. 135-137.
5. *Кириленко В.М., Голубченко В.Ф.* Шляхи покращення агроекологічного стану приморської зони Одеської області //Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвід. тем. наук. зб. – Харків.: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського", 2002. – Кн. 3. – С. 75-77. (Аналіз експериментальних даних та написання статті).
6. *Макаренко С.В., Чеботарев Н.Т., Корнеев Ю.И.* Влияние осадка сточных вод и других видов органических удобрений на почву //Химизация сельского хозяйства. – 1991. -№6. –С. 39-41
7. *Мерзлая Г.Е.* Нетрадиционные удобрения и новые виды органических удобрений //Химия в сельском хозяйстве. – 1996. -№6. –С. 2-5
8. *Михайлюк В.І., Голубченко В.Ф., Кириленко В.М.* Шляхи відтворення та збереження родючості зрошуваних чорноземів //Таврійський науковий вісник. – Херсон. – 2002. – Вип. 24. – С. 26-35. (Проведення досліджень та узагальнення даних щодо

використання осадів стічних вод у сільському господарстві).
9. *Носко Б.С.* Ефективне використання місцевих ресурсів – запорука підвищення родючості ґрунтів за сучасних умов //Вісник аграрної науки. – 1998. -№11. – 5-10

Аннотация

В.М. Кириленко. ***Экологические аспекты использования осадков сточных вод в условиях южной Степи.***

Решались проблемы улучшения эколого-мелиоративного состояния черноземов южных орошаемых в результате утилизации осадка сточных вод (ОСВ) г. Одессы 6-8-летнего срока хранения и компоста из осадка 2-3-летнего с соломой нормой 10 т/га, в качестве удобрения под сельскохозяйственные культуры. Выявлено положительное действие нормы 10 т/га осадка сточных вод и компоста на содержание гумуса в почве, биологическую активность, физические и химические показатели, а также на продуктивность озимого рапса и кукурузы (в условиях орошения и без орошения) и качество полученной продукции. Отрицательного влияния осадка сточных вод и компоста на содержание тяжелых металлов и патогенной микрофлоры не зафиксировано.

Ключевые слова: *черноземы южные, компост, осадок сточных вод, свойства почв, тяжелые металлы, озимый рапс, кукуруза, урожай.*

Summary

V.M. Kirilenko. ***Ecological aspects of usage precipitations of sewages in conditions southern Steppe.***

The problems of improvement of ecological and land-reclamation state of the southern chernozem irrigated has been decided as a result of recycling a deposit of waste water Odessas 6-8 years of storage and compost from a deposit 2-3 years of storage by norm 10 t/ha, as fertilizer under agricultural crops. The positive action of norm 10 t/ha of a deposit of waste water and compost on the humus contents in ground, biological activity, physical and chemical parameters, and also on winter rape and corn efficiency (in conditions of irrigation and without irrigation) and quality of received production is revealed. Negative influence of a deposit of waste water and compost on the contents of heavy metals and the pathogenic microflora has not been fixed.

Keywords: *southern chernozem, compost, waste water deposit, recycling soils, properties, heavy metals, winter rape, corn, crop.*