

UDK 631.417 : 631.879.25

E. V. Skrilnik, Dr. Sci. (Agric.)

V. A. Getmanenko, postgraduate

ННЦ “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського”  
e-mail: vg.issar@gmail.com

## TRANSFORMATION OF ORGANIC MATTER OF CHERNOZEM PODZOLIC UNDER THE EFFECT OF SEWAGE SLUDGE APPLICATION

**Abstract.** *The issue of assessment and monitoring of soil humus has great scientific and practical value for preservation of soil fertility and increasing crops productivity. Currently in Ukraine because of low use of organic fertilizers soil humus reduction is specified. Due to decreasing of organic fertilizers production significantly increase the role of alternative types of fertilizers, including municipal sewage sludge. Sewage sludge utilization would be perspective to replenishment of soil organic matter, but such researches need to expand. Organic matter transformation of chernozem podzolic under the effect and aftereffect of sewage sludge was studied in pot experiment. The scheme of the experiment: 1 - without fertilizer (control); 2 - sewage sludge in dose 4 t / ha; 3 - sewage sludge in dose 9 t / ha, 4 - sewage sludge in dose of 13.7 t / ha, 5 – mineral fertilizer N30P30K30. Crops: rape (effect) and barley (aftereffect). Municipal sewage sludge with following parameters: general forms content of carbon – 28.79 %, nitrogen – 2.41 %, phosphorus – 2.86 % and potassium – 0.39% was explored.*

*We established that under the effect of sewage sludge in chernozem podzolic increase content of 1-st fraction of humic acid - the most labile in soil organic matter. After introduction of 9 and 13.7 tons of sewage sludge per ha increasing content of fraction related with calcium on 17 and 26 %, respectively was observed. This is due to introduction humic acids with fertilizer, which were stabilized in compounds with calcium during sewage sludge storage. Cha1:Cfa1 expansion indicates intensification of humification process by new formation of humic acids. During sewage sludge aftereffect this index reduced because of humic substances system is complicated; this is evidenced by increasing Cha2:Cfa2. Analyzing content of labile organic matter in chernozem podzolic after sewage sludge introduction notes its proportional increase relative to fertilizer dose. As for transformation of water-soluble organic matter, only sewage sludge in dose 13.7 t / ha led to significant increasing of this criterion. It can be explained by a low content of this fraction of organic matter in the studied sewage sludge. Promoting enhance of the transformation of soil organic matter under the effect of sewage sludge was proved. Positive influence of sewage sludge on consolidation of humic substances in chernozem podzolic was established. After sewage sludge introducing increase in the content of total organic matter and its labile and water-soluble forms was noted. However, stable aftereffect of sewage sludge on soil organic matter was not revealed.*

**Keywords:** *sewage sludge, soil humus, organic matter, chernozem podzolic.*

УДК 631.417 : 631.879.25

**Е. В. Скрильник, д-р с.-х. наук**

**В. А. Гетманенко, аспирант**

*ННЦ “Институт почвоведения и агрохимии имени О. Н. Соколовського”  
e-mail: vg.issar@gmail.com*

### **ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМА ОПОДЗОЛЕННОГО В УСЛОВИЯХ УДОБРЕНИЯ ОСАДКАМИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД**

*Проанализированы изменения содержания гумуса и показателей его качества в условиях действия и последствия осадков городских сточных вод (ОСВ) на черноземе оподзоленном. Доказано, что удобрение почвы ОСВ положительно влияет на закрепление гумусовых веществ, а также на содержание общего органического вещества, его лабильной и водорастворимой форм.*

***Ключевые слова:** осадки сточных вод, гумусовое состояние почвы, органическое вещество, чернозем оподзоленный.*

УДК 631.417 : 631.879.25

**Є. В. Скрильник, д-р с.-г. наук**

**В. А. Гетманенко, аспирант**

*ННЦ “Институт ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського”  
e-mail: vg.issar@gmail.com*

### **ТРАНСФОРМАЦІЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО В УМОВАХ УДОБРЕННЯ ОСАДАМИ МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД**

*Проаналізовано зміни вмісту гумусу та показників його якості в умовах дії та післядії осадів міських стічних вод (ОСВ) на чорноземі опідзоленому. Доведено, що удобрення ґрунту ОСВ позитивно впливає на закріплення гумусових речовин, а також на вміст загальної органічної речовини, її лабільної та водорозчинної форм.*

***Ключові слова:** осадки стічних вод, гумусовий стан ґрунту, органічна речовина, чорнозем опідзолений.*

**Вступ.** Проблема оцінки та контролю гумусового стану ґрунтів має велике наукове і практичне значення для збереження родючості ґрунтів та підвищення продуктивності сівозмін. Сучасні підходи до управління органічною речовиною ґрунту повинні базуватися на визнанні її провідної ролі у формуванні ґрунтової родючості. Більшість дослідників указують на критичний рівень втрати гумусу, унаслідок чого відбувається незворотне погіршення агрономічних властивостей ґрунтів. Основною причиною дефіцитного балансу гумусу є надзвичайно низький

обсяг внесення органічних добрив. У середньому протягом останніх років вносили менше 1 т/га органічних добрив, тоді як мінімальна норма для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу має становити від 10 т/га і більше (залежно від ґрунтово-кліматичної зони). З огляду на це включення у біохімічний кругообіг відходів органічного походження господарської діяльності, зокрема осадів міських стічних вод (ОСВ), розглядається як одне із суттєвих джерел поповнення органічної речовини ґрунту. Відомо, що ОСВ мають значний удобрювальний потенціал, завдяки високому вмісту органічної речовини (до 75 %) та поживних елементів у їх складі. За раціонального використання ОСВ, що передбачає лімітоване внесення з метою запобігання негативної дії важких металів, які містяться в ОСВ, на довкілля, відмічається позитивний вплив на показники ґрунтової родючості. Перспективним може бути використання ОСВ для поліпшення гумусового стану ґрунту. Як свідчить світовий досвід, удобрення ОСВ завжди супроводжується змінами вмісту гумусу (Пахненко, 2007), але дослідження трансформації саме якісного складу органічної речовини ґрунту у разі внесення ОСВ потребують розширення та поглиблення.

**Об'єкти і методи досліджень.** Для закладання вегетаційного дослідження використовували орний шар чорнозему опідзоленого важкосуглинкового зі Слобожанського дослідного поля (сmt. Коротич, Харківська область). У досліді використовували ОСВ трирічного зберігання, відібраний на комплексі біологічної очистки «Безлюдівський» м. Харкова, який характеризується такими параметрами: уміст загальних форм (на сух. речовину) вуглецю – 28,79 %, азоту – 2,41, фосфору – 2,86 та калію – 0,39 %. Схема дослідження така: 1 – без добрив (контроль); 2 – ОСВ у дозі 4 т/га (рекомендована доза за вмістом важких металів (Технологічні..., 1999)); 3 – ОСВ у дозі 9 т/га (допустиме навантаження за вмістом азоту (Технологічні..., 1999)); 4 – ОСВ у дозі 13,7 т/га (гранично допустима разова доза ОСВ за важкими металами (Требования..., 2001)); 5 – мінеральні добрива в дозі –  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . Повторність трьохкратна. Культури, що вирощували: ріпак ярий на зелену масу (дія) та ячмінь ярий (післядія).

Масову частку вуглецю у зразках визначали згідно з ДСТУ 4289:2004, групово-фракційний склад гумусу та оптичну щільність за методом Тюріна у модифікації Пономарьової та Плотнікової, уміст лабільної органічної речовини згідно з ДСТУ 4732:2007, уміст водорозчинної органічної речовини згідно з ДСТУ 4731:2007.

**Результати та обговорення.** Визначальним фактором трансформації гумусового стану ґрунту є кількість і якість органічних речовин, що до нього надходять. Тому саме ці показники є важливими критеріями якості добрив. Груповий та фракційний склад органічної речовини досліджуваного ОСВ наведено в табл. 1.

### 1. Груповий та фракційний склад органічної речовини ОСВ

Зразок	Сзаг, %	Сгк				Сфк					Сгк+Сфк	Сгум	ПГТ
		1	2	3	Σ	1а	1	2	3	Σ			
		% від Сзаг.											
ОСВ	28,8	5,5	1,9	1,9	9,3	1,3	3,4	2,2	0,05	7,0	16,3	83,7	1,4

За показником гуміфікації торфу ПГТ (за Т. А. Гореловою) досліджуваний ОСВ характеризується низьким ступенем гуміфікації. Розрахунок ПГТ виконано за такою формулою:

$$\text{ПГТ} = \text{С}_{\text{ГК}} \times \text{Е} \quad (1),$$

де  $\text{С}_{\text{ГК}}$  – доля вуглецю ГК, % до  $\text{С}_{\text{заг}}$ ,  $\text{Е}$  – оптична щільність розчину ГК (виміряна при 465 нм та доведена до концентрації 1 мг/100 мл при довжині кювети 1 см).

Загальноприйнятими показниками, за якими оцінюється оптимальний гумусовий стан ґрунтів, вважаються: кількість і запаси гумусу, збагаченність його азотом, тип гумусу та ін. (Орлов, 1990). Деякі вчені підкреслюють, що ця система показників хоча і дає повноцінну характеристику особливостей органічної речовини ґрунту у генетичному аспекті, але не дозволяє проаналізувати агрономічну цінність її компонентів. Оцінка впливу агрохімічних заходів лише на вміст валового органічного вуглецю не розкриває всієї суті позитивної дії органічної речовини на ґрунтову родючість. Повніша картина розкривається за вивчення фракційного складу гумусових речовин, що характеризують вміст лабільних і стабільних форм органічних сполук у ґрунті. М. Ф. Овчинніковою запропоновано характеризувати інтенсивність процесу гуміфікації на стадіях новоутворення гумінових кислот та їх ускладнення показниками  $\text{С}_{\text{ГК1}}/\text{С}_{\text{ФК1}}$  і  $\text{С}_{\text{ГК2}}/\text{С}_{\text{ФК2}}$  відповідно (Овчиннікова, 2009). Використовуючи згадані показники, ми проаналізували трансформацію органічної речовини чорнозему опідзоленого в умовах удобрення ОСВ.

## 2. Показники якості органічної речовини чорнозему опідзоленого після внесення ОСВ

Варіант	Уміст $\text{С}_{\text{заг}}$ , %	Уміст, % від $\text{С}_{\text{заг}}$ .		$\text{С}_{\text{ГК1}}:\text{С}_{\text{ФК1}}$	$\text{С}_{\text{ГК2}}:\text{С}_{\text{ФК2}}$
		$\text{С}_{\text{ГК1}}$	$\text{С}_{\text{ГК2}}$		
Без добрив	<u>2,01</u>	<u>4,96</u>	<u>18,04</u>	<u>4,00</u>	<u>0,92</u>
	1,98	2,55	16,65	0,31	0,95
4 т/га ОСВ	<u>2,13</u>	<u>5,16</u>	<u>18,1</u>	<u>4,84</u>	<u>1,16</u>
	2,04	3,28	19,41	0,47	1,02
9 т/га ОСВ	<u>2,14</u>	<u>5,22</u>	<u>21,17</u>	<u>9,33</u>	<u>1,62</u>
	2,1	3,42	22,85	0,54	1,72
13,7 т/га ОСВ	<u>2,36</u>	<u>5,38</u>	<u>22,77</u>	<u>16,21</u>	<u>2,58</u>
	2,22	4,38	24,6	1,47	2,69
$\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$	<u>2,05</u>	<u>4,58</u>	<u>16,96</u>	<u>4,24</u>	<u>1,11</u>
	2,0	3,27	16,72	0,48	0,98
НІР 05	<u>0,14</u>	<u>0,06</u>	<u>0,51</u>		
	0,27	0,07	0,35		

\* над ризкою – дія ОСВ, під ризкою – післядія ОСВ.

Установлено, що (табл. 2) після внесення ОСВ у ґрунті спостерігається збільшення вмісту фракції ГК1 – найбільш рухомої у складі органічної речовини, що може вказувати на активізацію процесів трансформації органічних сполук ґрунту. Зростає і вміст фракції гумусу, пов'язаної з кальцієм, на варіантах з 9 та 13,7 т/га ОСВ відбувається збільшення на 17 та 26 %. Це пояснюється внесенням з добривом готових гумінових кислот, які за період зберігання ОСВ стабілізувалися у сполуках з кальцієм, який, до речі, в ОСВ міститься в досить великих кількостях. Збільшення  $\text{С}_{\text{ГК1}}:\text{С}_{\text{ФК1}}$  за внесення ОСВ говорить про інтенсифікацію

процесу гуміфікації за рахунок новоутворення гумінових кислот. У післядії цей показник зменшується на порядок, оскільки система гумусових речовин переходить на етап ускладнення, про що говорить збільшення відношення  $C_{гк2}:C_{фк2}$ .

Важливими показниками, що характеризують якість органічної речовини, вважають також уміст лабільної та водорозчинної її форми. Адже лабільна органічна речовина є доступним і збалансованим джерелом макро- і мікроелементів для рослин і мікроорганізмів. У свою чергу, водорозчинна органічна речовина відіграє важливу роль у формуванні хімічного складу ґрунтів, а також сприяє гуміфікації та полімеризації органічних решток.

Аналізуючи вміст лабільної органічної речовини у чорноземі опідзоленому після внесення ОСВ (рис. 1), відмічаємо пропорційне його збільшення відносно дози добрива.

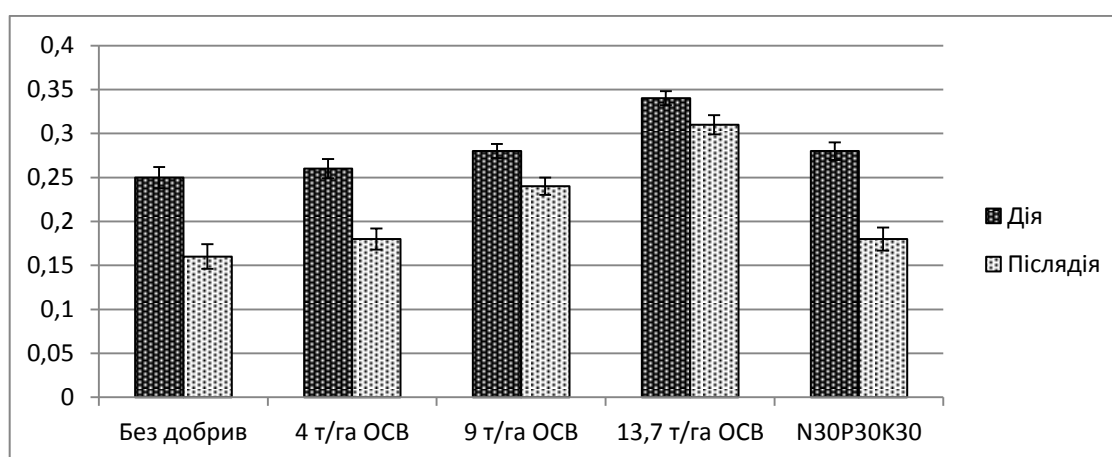


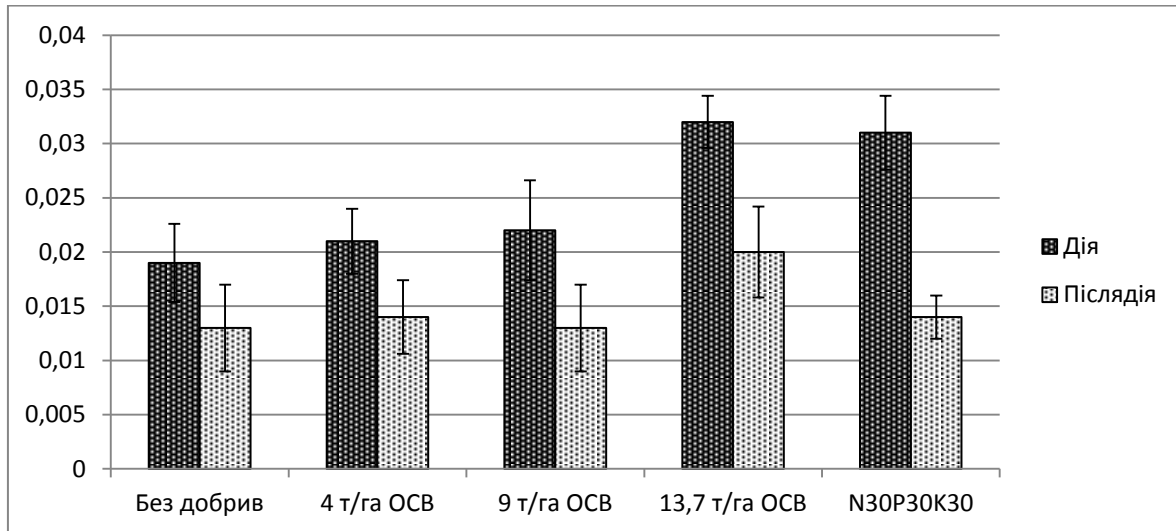
Рис. 1. Уміст лабільної органічної речовини (% на суху речовину) за удобрення ОСВ

У післядії спостерігається зменшення цього показника до 30 % від вихідного значення. Це можна пояснити досить високими темпами мінералізації органічної речовини ОСВ внаслідок її переважно мікробного якісного складу. Найбільш суттєве підвищення масової частки лабільної органічної речовини у ґрунті (на 36 %) відбувалося за внесення найвищої дози ОСВ, крім того, вона забезпечувала більш стабільну післядію.

Щодо закономірностей зміни вмісту водорозчинної органічної речовини (рис. 2), то тільки внесення 13,7 т/га ОСВ привело до достовірного підвищення цього показника до позначки 0,03 %, що можна пояснити низьким умістом цієї фракції органічної речовини у досліджуваних ОСВ (0,08 % на суху масу). Установлено, що порівняно з мінеральним добривом, внесення найвищої дози ОСВ забезпечує більш суттєву післядію.

**Висновки.** Доведено, що удобрення ґрунту ОСВ сприяє активізації процесів трансформації органічних речовин. Установлено, що ОСВ позитивно впливають на закріплення гумусових речовин у чорноземі опідзоленому, про що говорить збільшення вмісту 1 та 2-ї фракції гумінових кислот. Після внесення ОСВ відмічається підвищення вмісту загальної органічної речовини, а також її лабільної та водорозчинної форм. Однак, за результатами досліджень не виявлено

вираженої післядії ОСВ на показники вмісту і якості гумусу.



**Рис. 2. Уміст водорозчинної органічної речовини (% на суху речовину) за удобрення ОСВ**

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

**Кирюшин В. И.** Агрономическое почвоведение / В. И. Кирюшин. – М.: Колос, 2010. – 687 с.

*Kiriushin V. I., 2010, "Agronomic soil science", Moscow, Kolos, 687 p.*

**Пахненко Е. П.** Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения: учебное пособие / Е. П. Пахненко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 311 с.

*Pahnenko E. P., 2007, "Sewage sludge and other non-traditional organic fertilizers", Moscow, BINOM. Knowledge Laboratory, 2007, 311 p.*

**Технологічні та агроекологічні нормативи використання осадів стічних вод міських очисних споруд у сільському господарстві: КНД 33.-3.302-99.** – К.: Мінагропром. УААН. 1999. – 33 с.

*"Tehnologichni ta agroekologichni normativy vikoristannya osadiv stichnih vod miskih ochisnih sporud u sil'skomu gospodarstvi", 1999, KND-33 3.302-99, Kyiv, Minagroprom. UAAN, 33 p.*

**Охрана природы. Почвы. Требования к осадкам сточных вод при использовании их в качестве удобрений: ГОСТ Р 17.4.3.07: 2001.** – [Чинний від 23.01.2001]. – М.: ИПК Издательство стандартов. 2001. – 11 с.

*"Environmental Protection. Soil. Requirements for sewage sludge as a fertilizer", 2001, GOST 17.4.3.07: 2001, Moscow, IPC Publisher standards, 11 p.*

**Орлов Д. С.** Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д. С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.

*Orlov D. S., 1990, "Soil humic acids and general theory of humification", Moscow, MGU, 325 p.*

**Овчинникова М. Ф.** Особенности трансформации гумусовых веществ дерново-подзолистых почв при агрогенных воздействиях / М. Ф. Овчинникова // Вестник Москов. ун-та. – М., 2009. – № 1. – С. 12–18.

*Ovchinnikova M. F., 2009, "Features of transformation of sod-podzolic soil humic substances under agroimpacts", Messenger of Moscow University, no 1, p. 12–18.*

**Рекомендовано до друку:** д-р с.-г. наук, проф., зав. лабораторії охорони ґрунтів від техногенного забруднення ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» А. І. Фатеев