

intercropping was shown; the practicability of green manure in the alternative farming, including lupine angustifolia, winter rye, oil radish was proved on the Polesye's zone.

Keywords: green manure lysimeter researches, nutrients, intercropping, infiltration.

УДК 534_328.1

ДИНАМІКА НАКОПИЧЕННЯ МАРГАНЦЮ І ЦИНКУ В ОСАДІ СТІЧНИХ ВОД ЗА ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

В. І. Лопушняк*, Г. М. Грицуляк**

*** Львівський національний аграрний університет**

**** Івано-Франківський коледж Львівського національного аграрного університету**

Наведено вміст цинку і марганцю в осаді стічних вод та компостах, виготовлених на його основі. Встановлено взаємну залежність вмісту цих елементів в осаді стічних вод за умови тривалого зберігання.

Ключові слова: осад стічних вод, марганець, цинк, статистичні показники.

Вступ. Однією з найважливіших екологічних проблем сьогодення є утилізація відходів міських очисних споруд комунальних підприємств. Утилізація та їхнє безпечне використання є серйозною екологічною проблемою для кожного великого населеного пункту, оскільки осад стічних вод відзначається великими об'ємами утворення, негативно впливає на навколишнє природне середовище. Під час фільтрації з мулових карт відбувається забруднення поверхневих і підземних вод, а за випаровування – атмосферного повітря.

Проблема. Осад стічних вод практично в повному обсязі зберігається в мулових картах на територіях очисних споруд. Упродовж останніх двадцяти п'яти років на більшості очисних станцій очищення мулових карт не відбувалося, і тепер вони переповнені, що загрожує забрудненням довкілля поблизу великих міст. Ця проблема існує також в Івано-Франківську, де, за звітами управління очисними спорудами міста, в мулових картах зберігається близько 250 тис. т осаду стічних вод.

З огляду на високий вміст органічних сполук і біогенних елементів у осаді стічних вод, одним із ефективних шляхів утилізації є його використання як добрива. Найважливішою проблемою, пов'язаною з використанням осаду стічних вод у землеробстві, є акумуляція важких металів у ґрунті та рослинах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Систематичне застосування осаду стічних вод як добрива впродовж тривалого періоду може підвищити вміст важких металів у ґрунті до критичного рівня, що негативно вплине на рослини. Проте є дані, що політанти, які входять до складу осаду стічних вод, на 90 – 95 % представлені малорозчинними сполуками [2]. Склад осаду не є постійним і змінюється за інтервалом зберігання. Чим довше зберігається осад стічних вод в мулових картах, тим менша концентрація важких металів у ньому, внаслідок процесів хімічних і мікробіологічних реакцій, вертикальної міграції металів [5;6].

Для вирішення проблеми використовують компостування осаду зі спеціальними добавками – наповнювачами (подрібнена тирса, солома).

Для очищення ґрунту від важких металів, які вносяться разом із осадом стічних вод, пропонуємо використовувати спроможність деяких рослин виносити їх

із ґрунту, а саме вербу енергетичну із глибокою кореневою системою [7]. Верб енергетична має здатність інтенсивно поглинати важкі метали та макро- й мікроелементи.

Мета досліджень. Враховуючи можливі негативні наслідки внесення осаду стічних вод на навколишнє природне середовище, доцільно визначити основні закономірності нагромадження полутантів у ньому. З цією метою було проведено дослідження вмісту цинку й марганцю в осаді стічних вод за тривалого зберігання, а також динамічні зміни вмісту цих елементів під впливом компостування осаду стічних вод із нетоварною частиною врожаю сільськогосподарських культур.

Результати досліджень. Для встановлення закономірностей динаміки вмісту окремих важких металів, зокрема цинку, в осаді стічних вод, а також марганцю, ми відібрали його зразки із мулових карт станції аерації КП «Івано-Франківськводокотехпром» різного терміну зберігання.

Вміст елементів визначали атомно-адсорбційним методом у лабораторії «Облдержзродючість» м.Івано-Франківська за діючими стандартизованими методиками ДСТУ 4770.2 : 2007 для цинку та ДСТУ 4770.1 : 2007 для марганцю.

За дев'ять років зберігання в осаді стічних вод суттєво знижується вміст цинку та марганцю, відповідно, на 1,9 і 12,3 мг/кг (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст цинку та марганцю в осаді стічних вод м. Івано-Франківська за різної тривалості зберігання, мг/кг

Показник	Рік закладання осаду стічних вод у мулові карти						
	2004 р.	2006 р.	2008 р.	2010 р.	2012 р.	2013 р.	НІР 0,5
Цинк	12,3	11,7	10,9	10,1	10,0	10,4	1,19
Марганець	17,2	10,0	7,0	5,0	4,9	4,9	6,39

Тенденцію до зниження вмісту цинку та марганцю в осаді стічних вод, враховуючи термін його зберігання, можна описати такими рівняннями регресії:

$$y = - 1,2416x + 2502,4, \quad (1)$$

де y – вміст марганцю; x – термін зберігання осаду стічних вод у мулових картах;

$$y = - 0,2449x + 502,93, \quad (2)$$

де y – вміст цинку; x – термін зберігання осаду стічних вод у мулових картах.

Множинні коефіцієнти детермінації ($R^2 = 0,80 - 0,84$) вказують на високий коефіцієнт тісноти зв'язку між вмістом марганцю й цинку в осаді стічних вод та терміном його зберігання.

Результати функцій визначали за статистичними характеристиками [3], взявши за середнє статистичне 2009 рік зберігання осаду стічних вод. Показники S^2 вказують на розсіювання результатів відносно середнього (табл. 2).

За отриманими даними γ – коефіцієнт варіації, який показує відхилення результатів від середнього значення у цинку на 0,08 %, у марганцю дещо більший показник – 0,59 %. За результатами розрахунку показників ($N\omega^2$) можна судити про наявність або відсутність нормального закону. Розрахункове значення критерію ($N\omega^2$) відрізняється від елементів цинку й марганцю тільки на 0,21 цілих. Функції h і m відповідно, початкові та центральні моменти, допоміжні для визначення ступеня агрегації E .

**Порівняльний математичний аналіз вмісту Zn та Mn в осаді стічних вод
протягом 2004 – 2013 років**

Функція	Zn, мг/кг	Mn, мг/кг	Функція	Zn, мг/кг	Mn, мг/кг
I	2	3	4	5	6
N	6	6	m_2	0,96	19,79
\bar{x}	10,9	8,17	m_3	- 5,00	104,64
S^2	0,83	23,54	m_4	91,31	- 35850,50
S	0,91	4,85	as	- 5,35	1,19
$\gamma, \%$	0,08	0,59	Sas	0,69	0,69
E	0,08	2,89	$3Sas$	2,07	2,07
h_1	10,90	8,17	ex	96,89	- 116,16
h_2	119,77	86,48	Sex	0,84	0,84
h_3	1321,29	1134,22	$5Sex$	4,18	4,18
h_4	14670,61	16983,94	$(N\omega^2)_p$	1,94	1,73
m_1	0	0	Коефіцієнт кореляції	- 0,92	- 0,89

За ступенем агрегації можна вказати розподіл результату на числовий прямий. Коефіцієнти асиметрії as і ексцесу ex – це характеристики, за якими можна судити про наявність чи відсутність нормального закону розподілу.

За математичною функцією рівняння регресії побудовано лінійну залежність між вмістом цинку та марганцю в осаді стічних вод (див. рис.).

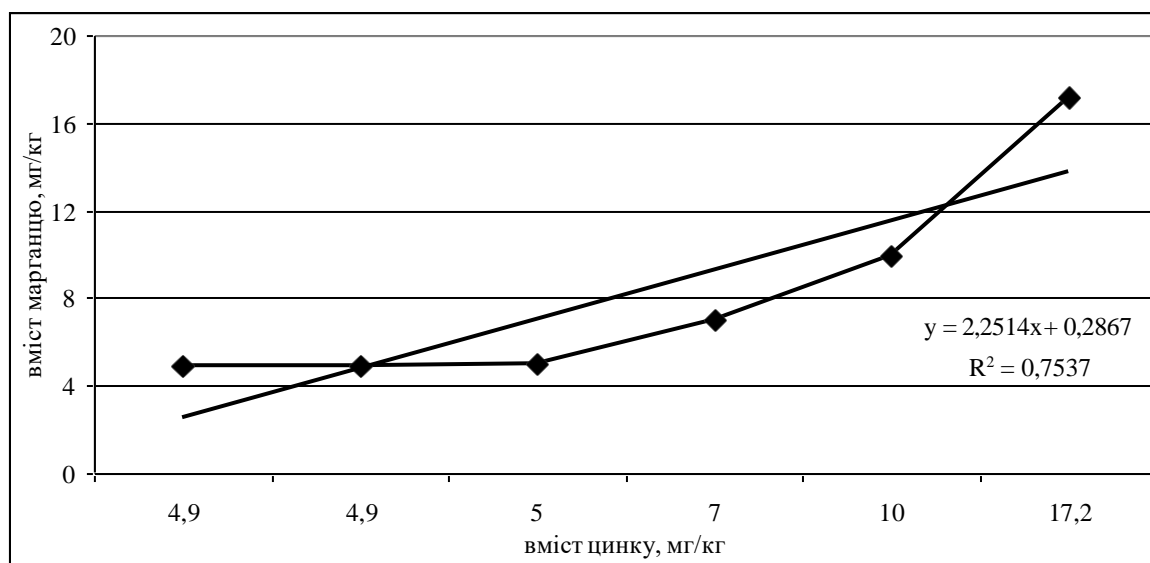


Рис. Залежність вмісту цинку від вмісту марганцю в осаді стічних вод

У сучасних умовах реальним способом підготовки осаду стічних вод до використання як добрива у сільському господарстві слід вважати зневоднення на мулових картах із подальшим компостуванням із різними органічними наповнювачами.

Цей метод може бути широко застосований унаслідок простоти технології й відносно незначних капітальних витрат.

Компости виготовляли на відкритих майданчиках і зберігали в буртах на колекційно-дослідному полі Івано-Франківського коледжу Львівського національного аграрного університету. Досліджували три види компостів: компост

№ 1 ОСВ + тирса (3 : 1), компост № 2 ОСВ + солома (3 : 1), компост № 3 ОСВ + солома (3 : 1) + цементний пил 10 %.

Компостування різних видів органічних відходів має свої особливості, тому для контролю якості вихідних компонентів, процесу компостування і встановлення поживної цінності компостів було взято аналіз зразків компостних сумішей через 90 днів після закладання компостів.

Таблиця 3

Вміст цинку і марганцю у компостах, виготовлених на основі осаду стічних вод, проміле

Елемент	Компост 1	Компост 2	Компост 3	НІР 0,5
Цинк	98	94	97	3,0
Марганець	155,4	148,8	155,1	7,8

У відібраних зразках у триразовій повторності визначали вміст цинку і марганцю. Хімічний склад компостів відзначався такими показниками (табл. 3). Ці концентрації не перевищують допустимих згідно з вимогами чинних нормативів України [2] .

Отже, компостування осаду стічних вод з органічними і мінеральними наповнювачами в результаті дає змогу отримати добрива високої якості. Біохімічні процеси розкладу і трансформації органічної речовини спостерігали в усіх закладених буртах. Після закінчення компостування отримані компости на основі осаду стічних вод із додаванням тирси являли собою розсипчасту пухку масу, без неприємного запаху, а в компості з використанням соломи спостерігали неповністю розкладені частки соломи.

Висновок. За даними із вмісту важких металів у осаді за тривалого зберігання побудовано рівняння регресії та лінійну залежність, що підпорядковується лінійному закону. Компости, утворені на основі осаду стічних вод відзначаються значно меншим вмістом цинку, тому їх можна використовувати як добрива.

Встановлено, що компост № 2 ОСВ + солома (3 : 1) містить найменшу кількість цинку та марганцю: відповідно 94 і 148,8 проміле та не перевищує встановлені ГДК.

Дослідження хімічного складу осаду стічних вод для можливості його використання як добрива потребують детального й усебічного вивчення і оцінки щодо забруднення навколишнього природного середовища.

Література

1. Охрана природы. Почвы. Требования к осадкам сточных вод при использовании их в качестве удобрений : ГОСТ Р 17.4.3.07:2001. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 11 с.
2. 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.
3. Сіренко О. Г. Моделі розподілу особин на пробних площах : статистичні характеристики. Кореляційний та регресійний аналізи / О. Г. Сіренко, О. В.

Кузишин, Л. Я. Мідак // Вісник Прикарпатського університету ім. Василя Стефаника : біологія. – Івано-Франківськ : Гостинець ; Видавець Третяк І. Я., 2008.

– Вип. XI. – С. 76-88.

4. Towers W. Sewage sludge recycling to agricultural land: the environmental scientist's perspective / W. Towers, P. Home. – Manag. : Water and Environ, 1997. – Vol. 11, № 2. – P. 126-132.

5. Касатикова В. А. Поведение тяжелых металлов в системе почва-растение при внесении осадков городских сточных вод / В. А. Касатикова, М. М. Султанов // Агрохимия. – 1999. – № 3. – С. 56-61.

6. Дишлюк В. Є. Мікроелементний склад та використання осадів стічних вод міських очисних споруд чи органо-мінеральних добрив / В. Є. Дишлюк // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – К. : Аграрна наука, 2000.

– № 1-2. – С. 61-62.

7. Горобец А. И. Особенности роста ивовых плантаций в зависимости от условий выращивания и свойств культивара / А. И. Горобец // Развитие научного наследия акад. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2005. – Ч. 2. – С. 131-133.

Аннотация

Лопушняк В.И., Грицуляк Г.М. Динамика накопления марганца и цинка в осадке сточных вод при длительном хранении. Приведено содержимое цинка и марганца в осадке сточных вод и компостах, изготовленных на его основе. Установлена взаимная зависимость содержания этих элементов в осадке сточных вод при условии длительного хранения.

Ключевые слова: осадок сточных вод, тяжелые металлы, микроэлементы, статистические показатели.

Summary

Lopushnyak V. I., Hrytsulyak G. M. A dynamics of accumulation of manganese and zinc is in sediment of effluents. Content of zinc and manganese is driven to sediment of effluents and composts made on his basis. Mutual dependence of content of these elements is set in sediment of effluents on condition of the protracted storage.

Keywords: sewage sludge, heavy metals, microelements, statistical indexes.

УДК 631.4

СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ДІАГНОСТИКИ ГРУНТІВ СЕРЕДНЬО-СУХОСТЕПОВОГО ПЕДОЕКТОНУ ПІВНІЧНО- ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Г.Б. Мороз

Одеський державний аграрний університет

Методами математичної статистики визначено порівняльну таксономічну значимість окремих властивостей ґрунтів середньо-сухостепового педоекотону Північно-Західного Причорномор'я. Встановлено вплив локальних схилових умов на контрастність ґрунтового покриву.

Ключові слова: статистика, педоектон, степ, таксономія, діагностика, схил, контрастність.