

УДК 502.72

**О. О. ГОЛОЛОБОВА**, канд. с.-г. наук, доц., **Я. С. БУШКІНА**

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

пл. Свободи, 6, м. Харків, 61022, Україна

e-mail: valeo.elena@gmail.com

## АГРОЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ВІДХОДІВ

**Мета.** Визначення агроекологічної ефективності використання залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною великої рогатої худоби в якості добрива овочевих культур. **Методи.** Польовий, метод атомно-абсорбційної спектрофотометрії. **Результати.** Оцінка мікроелементного статусу ґрунту удобреної ділянки показала, що внесення залишкового органічного продукту сприяло підвищенню забезпеченості ґрунту Mn з низької до середньої, з середньої до високої для Cu та Zn та сприяло зниженню рухомості свинцю в ґрунті. Наведені дані досліджень щодо застосування біологічних відходів при виробництві гуматів в якості добрива овочевих культур. Капуста та морква не накопичують в господарській частці урожаю важких металів; у плодах перецю солодкого спостерігається незначне накопичення кадмію. **Висновки.** Показана висока агроекологічна ефективність використання залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною великої рогатої худоби в якості добрива для отримання екологічно безпечної овочевої продукції.

**Ключові слова:** агроекологічна ефективність, овочеві культури, гній, біологічні відходи, важкі метали, мікроелементний статус

**Gololobova O. O., Bushkina Ya.S.**

*V. N. Karazin Kharkiv National University*

### AGROECOLOGICAL EFFICIENCY OF BIOLOGICAL WASTE

**Purpose.** Definition agroecological efficiency of residual organic product physical and chemical processing of cattle manure as fertilizer vegetables. **Methods.** Field, by atomic absorption spectrophotometry. **Results.** Evaluation of trace element status of soil fertilized plots showed that the introduction of residual organic products contributed to the increase of soil Mn from low to high from medium to high for Cu and Zn, and helped reduce the mobility of lead in the soil. There are presented research data on the use of biological waste in the production of humates as fertilizer vegetables. Cabbage and carrots do not accumulate in the economic share of the crop of heavy metals; in the fruits of sweet pepper observed a slight accumulation of cadmium. **Conclusions.** The high agroecological efficiency of residual organic product of physical and chemical processing of cattle manure as a fertilizer for the production of environmentally safe vegetable production.

**Keywords:** agro-ecological efficiency, vegetable crops, manure, biological waste, heavy metals, trace element status

**Гололобова Е. А., Бушкіна Я. С.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

### АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ

### ОТХОДОВ

**Цель.** Определение агроэкологической эффективности использования остаточного органического продукта физико-химической переработки навоза крупного рогатого скота в качестве удобрения овощных культур. **Методы.** Полевой, метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии. **Результаты.** Оценка микроэлементного статуса почвы удобренного участка показала, что внесение остаточного органического продукта способствовало повышению обеспеченности почвы Mn с низкой до средней, со средней до высокой для Cu и Zn и способствовало снижению подвижности свинца в почве. Приведены данные исследований по применению биологических отходов при производстве гуматов в качестве удобрения овощных культур. Капуста и морковь не накапливают в хозяйственной части урожая тяжелых металлов; в плодах перца сладкого наблюдается незначительное накопление кадмия. **Выводы.** Показана высокая агроэкологическая эффективность использования остаточного органического продукта физико-химической переработки навоза КРС в качестве удобрения для получения экологически безопасной овощной продукции.

**Ключевые слова:** агроэкологическая эффективность, овощные культуры, навоз, биологические отходы, тяжелые металлы, микроэлементный статус

### Вступ

*Актуальність роботи.* Одним із першочергових завдань у відновленні родючості ґрунтів та підвищенні продуктивності у агросфері є визначення джерел

надходження органічних добрив. До складу органічних добрив входять майже всі елементи живлення, які необхідні для формування урожаю сільськогосподарських культур. Крім того, органічні добрива є основ-

ним джерелом гумусоутворення та покращення фізичних, агрохімічних та біологічних властивостей ґрунтів [14].

Рівень застосування органічних добрив у агросфері постійно зростає до другої половини 90-х років минулого століття. Якщо в 1966-1970 рр. в середньому за рік вносили в ґрунт 132,8 млн т., то в 1986-1990 рр. – 266,6 млн т, а в 2001-2005 рр. – лише 19,0 млн т. Ще менше (10,5 млн. т) внесено під урожай 2008 р. Різке зниження обсягів застосування органічних добрив призвело до від'ємного балансу гумусу в ґрунтах України. З низьким (1-2 %) і дуже низьким (менше 1 %) вмістом гумусу ґрунти піщаного і супіщаного гранулометричного складу поширені переважно на Поліссі – Волинська (87 %), Житомирська (61,4%), Чернігівська (47,1%) і Рівненська (44,9%) області. Великі площі з низьким вмістом гумусу також у Львівській, Чернівецькій, Донецькій, Закарпатській та Київській областях [3, 14].

Традиційні органічні добрива представлені в основному різними видами гною, а саме гній (твердий, рідкий) і пташиний послід, добрива місцевого походження (осади стічних вод міських очисних споруд, тверді побутові відходи, органічні відходи легкої промисловості, сапропелі, ставковий мул тощо), зелене добриво (люпин, середела, буркун, вика озима, чина, еспарцет, гірчиця, гречка), побічна продукція рослинництва (солома, стебла, гичка тощо), торфокомпости. Рідкий гній та пташиний послід, продукти механічної і біологічної переробки промислових тваринницьких комплексів (рідка фракція, надлишковий активний мул, біологічно очищені стоки) мають перспективу безпосереднього внесення у ґрунт після встановлених строків знезаражування у гноєсховищах та ставках-нагромаджувачах у нормах, що не перевищують 150 кг/га загального азоту [14].

З екологічної точки зору відходи тваринництва, а саме гнойові стоки і безпідстилковий гній можуть стати сировиною для отримання корисних продуктів за допомогою біотехнологічних методів. У роботах Лекомцевої С. В. показана висока ефективність використання продуктів анаеробної переробки безпідстилкового гною як добрива овочевих культур в умовах Середнього Передуралья. [17].

Багатьма дослідженнями в різних країнах встановлено, що одним із раціональних

шляхів підвищення ефективності органічних та мінеральних добрив і зменшення їхнього негативного впливу на навколишнє середовище (ґрунти, ґрунтові та поверхневі води, тощо) є застосування нових органічно-мінеральних добрив (ОМД) пролонгованої дії, з яких поступово вивільняються поживні речовини під час взаємодії з ґрунтом впродовж вегетаційного періоду рослин, що обумовлює їхні екологічні, агрономічні та економічні переваги порівняно зі стандартними формами добрив [15, 18].

Останнім часом в Україні розроблені технології, які передбачають поєднання органічних і мінеральних добрив у новій – органічно-мінеральній формі. Основним завданням дослідників було в поєднанні позитивних властивостей обох компонентів і за можливості позбутися негативних. На першому етапі досліджень ОМД являли собою фактично просту суміш органічних та мінеральних добрив, у якій дози мінеральних добрив розраховували виходячи з потреби сільськогосподарських культур в елементах живлення. Позитивною стороною таких простих сумішей є те, що частина елементів живлення, що входять до складу мінеральних добрив, могла переходити в обміннофіксовані форми, що унеможливило їх втрати шляхом вимивання і подовжувало термін вивільнення елементів живлення через мінералізацію органічної складової [24].

Дослідивши процеси трансформації та взаємодії гетерогенних систем вчені розробили технологію виробництва ОМД зі змінним співвідношенням поживних і гумусових речовин, що досягається шляхом модернізації формули добрива. В основу розробки покладено концептуальну модель формування гумусових сполук у процесі біокондиціонування органічних відходів та концептуальні положення щодо виробництва комплексних ОМД [4, 21, 24].

Технологією виробництва є процес регульованого аерокондиціонування органічно-мінеральної пульпи з використанням сучасного обладнання та вимірювальних приладів для контролю процесу. Мета аерокондиціонування – одержання стабільної маси, збагаченої фізіологічно активними речовинами та біогенними елементами, значна частина яких зв'язана з високогуміфікованою органічною речовиною в органічно-мінеральному комплексі, що перешкоджає вимиванню та подальшій ретрограда-

ції поживних речовин у ґрунті після внесення добрив. Для оптимізації живлення рослин на початковому етапі росту та розвитку до одержаної кондиційованої субстанції додають стартову дозу поживних речовин. Добривам надають склад та вміст поживних речовин, з урахуванням особливостей конкретної культури залежно від ґрунтово-кліматичної зони її вирощування. На основі багаторічних досліджень розроблено методичні підходи до розрахунку складу ОМД та їхню рецептуру під основні сільськогосподарські культури для різних зон України, оптимальні дози внесення яких складають 0,4-1,5 т/га в перерахунку на 20% вологість. Складовою органічною частиною таких комплексних добрив можуть бути також озерні і чорноморські сапропелі та сапропелевидні мули, торф низинний і перехідний, незаражені осади стічних вод міських очисних споруд. [4, 14, 21, 24].

Основним резервом для поповнення органічної речовини ґрунту на найближчу перспективу залишається побічна продукція рослинництва (солома, стебла, гичка, огуд та ін.), яка залишається на полі в подрібненому стані. Доповнення побічної продукції зеленими добривами в зонах достатнього зволоження або на зрошуваних землях є складовою частиною поповнення ґрунту органічною речовиною. У майбутніх технологіях залучення органічної речовини антропогенних відходів до складу органо-мінеральних і біоактивних добрив матиме пріоритетний напрям. Також важливим джерелом органічної речовини є органічна активна речовина (біогумус, гумісол тощо), яку створюють біологічним чи технологічним способами. [14].

На сьогоднішній день ринок гумінових препаратів в Україні швидко розвивається. Сьогодні у всьому світі існує кілька основних технологій виробництва «промислових» гуматів, одне з серйозних відмінностей цих технологій – це вибір сировини. Перша і найстаріша технологія виробництва – виробництво гуматів з бурого вугілля. Дана технологія вперше була розроблена в Дніпропетровську Лідією Хрисьєвою в 1919 році. З тих пір основні принципи виробництва не змінилися, у багатьох країнах світу проводять «вугільні гумати» різної якості. В більшості своїй це препарати з низьким вмістом гумінових речовин і значним вмістом баластної частини. Друга найбільш поширена технологія виробництва

гумінових речовин з торфу. Торф – це унікальна сировина для виробництва гумінових речовин. Гумінові препарати з торфу як правило містять досить багато фульвових кислот і низькомолекулярних гумінових речовин, в зв'язку з чим є хорошими препаратами для листових обробок. Третя група гумінових препаратів – це препарати, які виробляються з лігніну. Дані препарати відрізняються високою концентрацією діючої речовини в повністю розчинній сухій і рідкій препаративних формах. Гумінові препарати, одержувані з лігніну, із-за гнучкої технології виробництва можуть містити від 30 до 70% фульвових кислот в своєму складі. В Україні зареєстровано ряд гумінових препаратів, одержуваних з лігніну під торговою маркою «Лігногумат». У четверту групу гумінових препаратів можна віднести безліч інших технологій виробництва, оскільки не дивлячись на те, що існують гумінові препарати з водоростей, сапропелю, біогумусу, осадів стічних вод та ін., виробництво таких препаратів вкрай невелика в порівнянні з першими трьома групами [16].

Висока ефективність внесення гуматів при посадці та підживленні встановлена численними дослідженнями [13, 23].

У польових дослідах 2006-2008 рр. встановлено, що препарат гумату калію-натрію з мікроелементами підвищував польову схожість насіння, збільшував темпи накопичення надземної біомаси і споживання елементів живлення, позитивно впливав на вміст хлорофілу і водоутримуючу здатність листя озимої пшениці. Обробка насіння і подальше двократне обприскування вегетуючих рослин підвищили врожайність зерна на 0,63 т / га при розміщенні пшениці по чистих парах і на 0,47 т / га після непарових попередників [23].

При виробництві органо-мінеральних добрив на основі гуматів на промисловій основі виникає проблема утилізації залишкового органічного продукту. З агроекологічної точки зору ці відходи виробництва можуть стати цінним джерелом добрива сільськогосподарських культур.

Виробництво свіжої овочевої продукції відіграє виключно важливу роль у забезпеченні населення вітамінами, мінеральними і біологічно активними речовинами. Отримання високої врожайності овочевих культур високої якості можливо при науково-обґрунтованому сучасному підході до використання добрив з урахуванням родю-

чості ґрунтів. У зв'язку з цим вивчення використання нетрадиційних органічних добрив в овочівництві, в тому числі, органічних відходів при отриманні гуматів, дає можливість підвищення врожайності овочевих культур і отримання екологічно чистої продукції.

**Мета досліджень.** Визначення агро-екологічної ефективності використання залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною великої рогатої

худоби (ВРХ) в якості добрива овочевих культур.

**Об'єкт дослідження:** ґрунт дослідної ділянки, продукт фізико-хімічної переробки гною ВРХ, овочева продукція, яка вирощувалася при його використанні в якості добрива.

**Предмет дослідження:** хімічний склад ґрунту, залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною ВРХ та овочевої продукції.

### Методи дослідження

Зразки ґрунту (мішаний зразок з п'яти свердловин) відібрано з шару ґрунту 0 - 20 см, згідно вимогам до відбору зразків ґрунту ДСТУ 4287-2004 [12]. Зразки рослинної продукції відбирали на тих самих ділянках, де проводився відбір ґрунтових проб. Підготовка проб рослинної продукції до лабораторних досліджень проводилася відповідно ГОСТу 26929-94 [7].

Аналіз зразків рослинної продукції проведено на вміст важких металів в хімічно-аналітичній науково-дослідній лабора-

торії екологічного факультету ХНУ імені В.Н. Каразіна.

Аналіз зразків ґрунту та залишкового органічного продукту переробки гною ВРХ проведено в аналітичній лабораторії у ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського. В ґрунтових зразках визначено рухомі форми ВМ (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) в буферній амонійно-ацетатній витяжці (рН 4,8) методом атомно-абсорбційної спектроскопії [11, 22].

### Результати дослідження

З метою вивчення агро-екологічної ефективності застосування залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною великої рогатої худоби (ВРХ) – в якості добрива овочевих культур у 2015 - 16 рр. проведено ряд польових та лабораторних досліджень.

Для основного удобрення овочевих культур використано залишковий органічний продукт фізико-хімічної переробки гною великої рогатої худоби (ВРХ), а саме біологічні відходи при виробництві добрива ТОПЕРС.

ТОПЕРС – водорозчинне комплексне добриво, що вироблене з органічної речовини природного походження шляхом електролітичної дисоціації та іонізації базисного розчину. Патент на спосіб одержання добрива № 87003 ПА [База патентів України [2].

ТОПЕРС містить водорозчинні сполуки азоту у вигляді нітратів, амонію, карбаміду; фосфору – у вигляді однозаміщеного залишку фосфорної кислоти, а також кальцію, магнію та мікроелементів у іонній формі. Концентрація поживних елементів у базисному розчині аналогічна по складу та відповідає середньому їх вмісту в рослинній

масі вегетуючих зелених рослин. Використання робочого розчину ТОПЕРС у вигляді обробки вегетативної маси рослин дозволяє досягти м'якого стимулювання природних біохімічних процесів, що проходять на клітинному рівні [20].

Але, з екологічної точки зору, стверджувати про екологічну безпеку виведеного на агроринок продукту можливо тільки після комплексної оцінки безпеки технології виробництва добрива для довкілля, в тому числі і оцінки подальшого поведіння з відходами виробництва.

Виходячи з припущення, що завдяки активній електролітичній обробці первинного матеріалу спостерігається не тільки іонізація отриманого розчину, а й активізація іонного середовища твердої залишкової фракції гною. Це дозволяє припустити ствердження про високу активність поживних речовин в органічних залишках при використанні їх в якості добрива.

Органічні залишки виробництва добрива восени 2015 року вносили під основний обробіток ґрунту з розрахунку 60 т/га під білокачанну капусту гібриду F1 «Агресор», перець солодкий сорту «Подарунок Молдо-

ви», 40 т/га під моркву сорту «Артек». Репрезентативні ділянки закладені на присадибній ділянці с. Докучаєвське. Площа репрезентативної ділянки під кожну культуру складала 20 м<sup>2</sup>.

Результати дослідження вмісту важких металів у ґрунті на дослідних ділянках представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст важких металів у ґрунті на дослідних ділянках с. Докучаєвське, мг/кг

Проба	Вміст металів, мг/кг								
	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Ґрунт	0,01	0,38	0,41	0,53	0,26	4,98	0,06	1,39	0,31
Залишковий органічний продукт	0,01	0,01	1,68	5,88	2,72	60	0,13	2,83	44,95
Залишковий органічний продукт 60 т/га	0,01	0,01	0,42	1,24	0,43	19,84	0,47	0,92	16,27
ГДК	<b>0,7</b>	<b>5,0</b>	<b>6,0</b>	<b>3,0</b>	-	-	<b>4,0</b>	<b>6,0</b>	<b>23,0</b>
Фон *	<b>0,05</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>	<b>43</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,95</b>

ФОН\* - фоновий вміст рухомих форм ВМ у ґрунтах Харківської області [10]

**Екологічний стан досліджуваних ґрунтів.** Екологічний стан ґрунтів за ступенем забруднення ВМ, згідно ГОСТ 17.4.3.06-86, визначають за гранично допустимою концентрацією (ГДК) та за фоновим вмістом металів у ґрунті [6]. З результатів проведеного дослідження визначено, що жоден з елементів не перевищує ГДК рухомих форм ВМ у ґрунті (табл.1).

За прийнятою у другій половині минулого віку системою гранично-допустимих концентрацій (ГДК) небезпечність оцінювалась за здатністю забруднювача переходити до суміжних середовищ (повітря, ґрунтові води), транслокацією до рослин та негативному впливу на ґрунтову мікробіоту. Відповідно до цього визначались повітряно-міграційні, водно-міграційні, транслокаційні та загальносанітарні показники шкідливості. Неврахування цієї системою різноманітних геохімічних і ґрунтових умов призводило до того, що забрудненими часто вважали ґрунти з природною аномальністю за окремими елементами або давалася однакова оцінка забрудненню легких за гранулометричним складом

ґрунтів Полісся та високобуферних чорноземів півдня України. Тому на теперішній час базовими нормативами екологічної регламентації є порогові рівні вмісту ВМ за імпактного забруднення ВМ (в межах 3 – 80 кратного перевищення регіонального фонового вмісту) ґрунтів різного гранулометричного складу зон Лісостепу та Степу України. Відсутність екологічної шкоди – до 3-х разового перевищення регіонального фону вмісту ВМ; фітотоксична дія ВМ – від 3 - 5 разового перевищення регіонального фону вмісту ВМ; деградація ґрунту – від 60- разового перевищення регіонального фону вмісту ВМ [9].

Тому наступний етап роботи – порівняння вмісту рухомих форм ВМ з регіональним фоном за допомогою коефіцієнтів концентрацій [8] та встановлення ступеню забруднення ґрунтів. Розрахунки коефіцієнтів концентрації ВМ представлено в таблиці 2. Визначення ступеню перевищення вмісту хімічних елементів у ґрунтах дослідних ділянок над природним регіональним геохімічним фоном за допомогою коефіцієнтів

Таблиця 2

Коефіцієнти концентрацій ВМ для шару ґрунту 0 – 20 см на дослідній ділянці с. Докучаєвське

Проба	Вміст важких металів, мг/кг								
	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Ґрунт	0,20	0,76	4,10	1,06	0,13	0,12	0,06	2,78	0,33
Залишковий органічний продукт 60 т/га	0,20	0,02	4,20	2,48	0,22	0,46	0,47	1,84	17,13

концентрацій виявило моноелементний характер забруднення за Сг ділянки без внесення добрива та поліелементний характер забруднення удобреної ділянки за Сг та Zn. Згідно існуючій градації перш за все з боку Zn можливо проявлення фітотоксичної дії, так як перевищення фону складає 17,33 разів.

Сумарний показник забруднення природного компоненту  $Z_{Cj}$  розраховується за формулою:

$$Z_{Cj} = \sum K_{Cj} - (n - 1)$$

де:  $K_{Cj}$  – коефіцієнт концентрації ВМ;  $j$  – компонент ландшафту (в дослідженнях це грунт);  $n$  – загальна кількість врахованих хімічних елементів (підсумовується значення  $K_{Cj} > 1$ ) [8].

Тобто розрахунок сумарного показника забруднення показав, що грунт удобреної дослідної ділянки відноситься до слабозабруднених ґрунтів ( $Z_{Cj} = 21,65$ ).

**Оцінка мікроелементного статусу ґрунту дослідних ділянок та залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною ВРХ.** Показники, що характеризують кількісний вміст мікроелементи (МЕ) та важких металів (ВМ), дозволяють

визначення не тільки характеру (моно- та поліелементний) забруднення ВМ, а також і нестачу МЕ у ґрунті [10].

Тому для розкриття теми оцінки мікроелементного статусу ґрунтів дослідних ділянок проаналізуємо рівні забезпеченості ґрунтів рухомими формами фізіологічно необхідних мікроелементів.

Виходячи з потреби різних культур на мікроелементи існує відповідна градація:

а) рослини невисокого виносу мікроелементів – зернові колосові культури, кукурудза, зернобобові, картопля;

б) рослини підвищеного винесення мікроелементів – коренеплоди (цукрові, кормові, столовий буряк і морква), овочі, багаторічні трави (бобові і злакові), соняшник;

с) рослини високого виносу мікроелементів – сільськогосподарські культури, що вирощуються в умовах зрошення на фоні високих доз мінеральних добрив [5].

В досліді овочеві культури вирощувалися на удобреному фоні в умовах зрошення, оцінку рівня забезпеченості ґрунтів рухомими формами фізіологічно необхідних МЕ проводилося за допомогою таблиці 3.

Таблиця 3

**Рівні забезпеченості ґрунтів рухомими формами фізіологічно необхідних МЕ для рослин високого виносу МЕ, мг/кг ґрунту [5]**

Забезпеченість	Mn	Cu	Zn
Низька	< 20	< 0,5	< 5
Середня	20 - 40	0,5 - 1	5 - 10
Висока	> 40	> 1	> 10

Аналіз рівня забезпеченості ґрунту, в який внесено залишковий органічний продукт рухомими формами фізіологічно необхідних МЕ показав, що цей агроприйом сприяв підвищенню забезпеченості ґрунту Mn з низької до середньої, з середньої до високої для Cu та Zn. Ґрунт ділянки без внесення органічного добрива має низькі показники за Mn та Zn, середні – за забезпеченістю Cu.

Необхідно відмітити високу ефективність внесення залишкового органічного продукту на вміст рухомого свинцю. Цей агроприйом знизив його рухомість в ґрунті майже на 34%.

Аналіз вмісту МЕ в залишковому органічному продукті переробки гною ВРХ показав, що він містить марганець, мідь, цинк в кількостях, відповідаючих нижній границі інтервалу значень, притаманних необробленому гною. Так, кількість марганцю у гною складає 75 – 549 [1], в дослідному зразку – 60 мг/кг, міді – 7,6 - 40,8, цинку 0,84 - 4,18 [1], в

зразку – 5,88, 44,95 мг/кг відповідно. Тобто, за своїм мікроелементним статусом він відповідає складу гною.

**Оцінка агроприйому імовірному сприянню хімічній деградації ґрунтів за показниками в містгу ВМ.** За даними В. В. Медведєва хімічна деградація ґрунтів України за наступними елементами відсутня, якщо вміст марганцю < 50, цинку < 11, міді < 1,5, кобальту < 2,5, свинцю < 3,0 мг/кг, вміст кадмію не перевищує 3 разів фонового вмісту [19]. Результати порівняння свідчать: ні за марганцем, ні за міддю та кобальтом, ні за свинцем та кадмієм не спостерігається це негативне явище. Але за цинком при його вмісті 16,27 мг/кг наявна тенденція до слабого ступеню деградації, яка знаходиться в межах 11 – 23 мг/кг ґрунту.

**Оцінка екологічної якості овочевої продукції, яка вирощувалася при внесенні залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною ВРХ в**

Таблиця 4

Вміст ВМ в овочевій продукції при внесенні залишкового органічного продукту, мг/кг повітряно-сухої маси

Овочі	Важкі метали				
	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb
Капуста	0,0077	0,2439	0,0079	0,00003	0
Морква	0,1471	2,349	0,1892	0,0019	0,0721
Перець	0,144	0,7021	0,1846	0,011	0,246
ГДК	0,2	10,0	5,0	0,03	0,5

якості добрива. Наступний етап – визначення вмісту ВМ в овочевій продукції, результати якого зазначені у таблиці 4.

Аналіз результатів зразків овочів показав, що вміст ВМ в овочах по Cd, Cr, Cu, Zn, Pb не перевищує ГДК. Вміст цинку та міді найбільший в моркві, при цьому не перевищував 0,24 ГДК, та 0,04 ГДК, відповідно. Вміст хрому також максимальний в моркві, складав – 0,73 ГДК. Вміст свинцю виявився максимальним у перці солодкому,

він складав 0,5 ГДК. Вміст кадмію дуже незначний в усіх зразках овочів, він не перевищував 0,06 ГДК.

Для виявлення особливостей накопичення важких металів у капусті, моркві та перцю солодкому розраховано коефіцієнти біоаккумуляції ( $K_6$ ) для кожного хімічного елементу. Значення коефіцієнтів біоаккумуляції ( $K_6$ ) для овочів представлено у табл. 5.

Таблиця 5

Коефіцієнти біоаккумуляції в овочевій продукції при внесенні залишкового органічного продукту

Овочі	Cr	Zn	Cu	Cd	Pb
Капуста	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
Морква	0,35	0,14	0,15	0,19	0,08
Перець	0,34	0,04	0,15	1,10	0,27

Таким чином, виходячи зі значення коефіцієнтів біоаккумуляції для овочів, які вирощувалися при основному внесенні залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною великої рогатої худоби, можна визначити, що капуста

та морква не накопичують в господарській частці урожаю важких металів. Що стосується перцю солодкого, то в його плодах спостерігається незначне накопичення кадмію ( $K_6 = 1,1$ ).

### Висновки

Оцінка небезпеки ґрунтів за ступенем забруднення їх ВМ щодо перевищення ГДК виявила, що вміст хімічних елементів (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn,) в ґрунті не перевищував норм ГДК.

Виявлений моноелементний характер забруднення за Cr ділянки без внесення добрива та поліелементний характер забруднення удобреної ділянки за Cr та Zn. Згідно існуючій градації з боку Zn можливо проявлення фітотоксичної дії, так як перевищення фону по цьому показнику складає 17,33 разів.

Ґрунт удобреної дослідної ділянки відноситься до слабозабруднених ґрунтів ( $Z_{Cl} = 21,65$ ).

Оцінка мікроелементного статусу ґрунту удобреної ділянки показала, що внесення

залишкового органічного продукту сприяло підвищенню забезпеченості ґрунту Mn з низької до середньої, з середньої до високої для Cu та Zn.

Внесення залишкового органічного продукту сприяло зниженню рухомості свинцю в ґрунті майже на 34%.

Оцінка мікроелементного статусу залишкового органічного продукту переробки гною ВРХ показала, що він містить марганець, мідь, цинк в кількостях, яка відповідає нижній границі інтервалу значень, притаманному необробленому гною. Вміст марганцю у гної складає 60 мг/кг, міді – 5,88 мг/кг, цинку – 44,95 мг/кг.

Оцінка досліджуваного агроприйому імовірно сприяло хімічній деградації

ґрунтів за показниками вмісту ВМ показала, що ні за марганцем, ні за міддю та кобальтом, ні за свинцем та кадмієм не спостерігається це негативне явище. Але за цинком при його вмісті 16,27 мг/кг наявна тенденція до слабого ступеню деградації.

Вміст ВМ в овочах по Cd, Cr, Cu, Zn, Pb не перевищує ГДК. Вміст цинку та міді найбільший в моркві, при цьому не перевищував 0,24 ГДК та 0,04 ГДК відповідно. Вміст хрому також максимальний в моркві, складав 0,73 ГДК. Вміст свинцю виявився максимальним у перці солодкому, він складав 0,5 ГДК. Вміст кадмію був дуже незначний в

усіх вивчаємих зразках овочів, він не перевищував 0,06 ГДК.

Капуста та морква не накопичують в господарській частці урожаю важких металів. Що стосується перцю солодкого, то в його плодах спостерігається незначне накопичення кадмію ( $K_6=1,1$ ).

Таким чином, дослідження показали високу агроекологічну ефективність використання залишкового органічного продукту фізико-хімічної переробки гною ВРХ в якості добрива для отримання екологічно безпечної овочевої продукції.

### Література

1. Артюшин А. М. Краткий справочник по удобрениям. М.: Колос. – 1971. 288 с.
2. База патентів України// URL: <http://uapatents.com/5-87003-sposib-oderzhannya-dobryva.html>
3. Балюк С. А., Медведєв В. В., Мірошніченко М. М., Скрильник Є. В. та ін. Екологічний стан ґрунтів в Україні// Український географічний журнал. 2015 р. № 2. С. 38-42.
4. Бацула О. О., Скрильник Є. В. Концептуальна модель механізму гумусоутворення // Вісник ХДАУ Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство». 2001 № 3. С. 45-52.
5. Важенін І. Г. Методические указания по агрохимическому обслуживанию и картографированию почв на содержание микроэлементов. М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1976.- 212с.
6. ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.
7. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Минерализация для определения содержания токсичных элементов (Сировина і продукти харчові. Підготування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів).
8. Гуцуляк В. М. Ландшафтно – геохімічна екологія Ч.: Рута, 2001.248с.
9. Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі. Методичні рекомендації. / Укладачі: д. с.-г. н., проф. Фатєєв А. І.; к. с.-г. н., ст. н. с. Самохвалова В. Л. – Харків: КП «Міськдрук», 2012. – 70 с.
10. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт-рослина / За редакцією д.с.-г. наук, професора Фатєєва А. І., к.с.-г. наук Самохвалової В. Л. – Харків: КП «Міськдрук», 2012. – 146с.
11. ДСТУ 4770.1 - 9:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскопії – К.: Держспоживстандарт України. – 2009. – 117 с.
12. ДСТУ4287-2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. – К.: Держспоживстандарт України. 2005. 5 с.
13. Зудилов Н. И., Антонова О. И. Эффективность нетрадиционных жидких органических удобрений при возделывании томатов // Вестник Алтайского ГАУ. — 2006. № 3. -С. 19-23.
14. Концепція агрохімічного забезпечення землеробства України на період до 2015 року. – Х.: Міськдрук, 2009. – 37 с.
15. Крамарев С. М., Матросов А. С. Физико-механические свойства нового вида органоминерального удобрения пролонгированного действия // Агрохимия. -2003. № 2. С.37-44.
16. Кто есть кто на рынке гуматов // URL: <http://www.rodonit.ua/publikacii/kto-est-kto-na-rynke-gumatov>
17. Лекомцева Е. В. Эффективность использования продукта анаэробной переработки навоза в качестве удобрения овощных культур в условиях Среднего Предуралья URL: <http://www.dissercat.com/content/effektivnost-ispolzovaniya-produkta-anaerobnoi-pererabotki-navoza-v-kachestve-udobreniya-ovo#ixzz4OxU74hSx>
18. Ляковский М.И. Влияние сложного органоминерального удобрения на основе гидролизного лигнина на рост и продуктивность овощных культур // Агрохимия. - 2003. № 4. С. 29-38.
19. Медведєв В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи. (2-е издание). – Харьков.: КП «Городская типография». 2012. – 536 с.
20. Новітні продукти в системі живлення рослин / URL: <http://www.m-dachnik.com/content/images/goods/Organicheskoe%20udobrenie%20Topers.pdf>
21. Скрильник Є. В., Бацула О. О., Розумна Р. А. [та ін.]Перспективи і напрями виробництва та застосування органіко-мінеральних добрив і біостимуляторів в землеробстві України // Вісник аграрної науки Півд. рег. 2000. Вип. 1. С. 223-228.
22. Прайс В. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 360 с.
23. Пронько В. В., Корсаков К. В. Эффективность солей гуминовых кислот при возделывании озимой пшеницы на южных черноземах Поволжья // Агрохимия № 8. 2011. С. 51-59.
24. Скрильник Є. В. Агрохімічні підходи до виробництва органіко-мінеральних добрив та ефективність їх застосування у короткоротаційних сівозмінах// Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 82. 2008 р. С 1-5.