

ЕКСТРАКЦІЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ З ВЕРМИКОПОСТУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ГУМІНОВОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ ГУМІСОЛ Т

Розглядаються закономірності екстракції потенційно токсичних мікроелементів (міді, цинку, кобальту, марганцю) з вермикопосту при виробництві гумінової кормової добавки Гумісол Т та можливість використання цієї добавки як джерела вказаних мікроелементів в годівлі свиней. Пропонується новий спосіб використання гною великої рогатої худоби, що забруднений надлишковою кількістю потенційно токсичних мікроелементів, на кормові добавки.

Постановка проблеми

В регіонах з високими рівнями забруднення навколишнього середовища потенційно токсичними мікроелементами (ПТМЕ) (мідь, цинк, марганець, кобальт) концентрація таких мікроелементів у кормах, а отже, і в гної с.-г. тварин, є небезпечно високою; при використанні ферментованого гною з такими рівнями забруднення на добриво складаються умови для подальшої кумуляції цих мікроелементів у ґрунтах, кормах і тваринницьких продуктах. Особливо небезпечним є гній жуйних тварин (великої рогатої худоби), оскільки дані мікроелементи накопичуються, головним чином, у вегетаційній частині рослин.

Аналіз останніх досліджень

Для запобігання процесу кумуляції було запропоновано кілька заходів [1], однак вони не стосувалися такого засобу обробки гною, як вермикопостування (приготування з ферментованого гною субстрату, інокуляція до нього культури каліфорнійського червоного черв'яка (КЧЧ) *Eisenia foetida* та переробка цієї культурою субстрату на вермикопост з одночасним отриманням біомаси КЧЧ як білкової кормової добавки). Було зазначено, що культура КЧЧ є природним акумулятором ПТМЕ [2], однак конкретних рекомендацій щодо застосування цього нового джерела вказаних ПТМЕ у годівлі тварин надано не було. У той самий час, в Україні в годівлі свиней набули розповсюдження біологічно активні кормові добавки (БАД) на базі гумінових сполук (ГС), які виробляються гідролізом вермикопосту (Гумісол Т, виробник – ТОВ “Агрофірма Гермес”, м. Краматорськ). У зв'язку з необхідністю гарантувати відповідність Гумісол Т існуючим вимогам при можливому його виробництві з потенційно забрудненого важкими металами

(свинцем, кадмієм) та ПТМЕ вермикомпосту було розроблено технологію вилучення таких металів з вермикомпосту шляхом поєднання лужної та кислотної екстракції (причому в подальшому екстракти не використовувалися для виготовлення кормових добавок, а йшли на обробку наступної партії забрудненого вермикомпосту) [3]. Ця технологія могла би також бути застосованою у випадку одержання біомаси КЧЧ з надто високим вмістом важких металів та ПТМЕ, оскільки метод зниження вмісту свинцю у біомасі, запропонований у [4], вимагає застосування досить високих доз адсорбентів алюмосилікатного типу і, відповідно, великих витрат на перевезення адсорбентів з західних регіонів України (де розташовані головні виробники) до східних (де знаходяться потенційні споживачі).

Нарешті, у 2008–2009 рр. в ІТ УААН було розроблено БАД на базі ГС з підвищеним вмістом мікроелементів (заліза, міді, кобальту, йоду та селену) та смаковими компонентами, які отримали назву Гумісол ТМЕ. Дослідження цієї БАД на статеві-вікових групах свиней (підсисні свиноматки та їх поросята до 84-добового віку; ремонтні свинки 4–7-місячного віку) вказують на те, що за впливом на показники росту та репродуктивні показники ця БАД значно перевершує аналогічну БАД зі смаковим компонентом, але без мікроелементів [5, 6]. Було зроблено припущення, що Гумісол ТМЕ декою мірою може діяти аналогічно до добавки мікроелементів наноаквахелатного типу, в яких залишені активні центри з іонами металу, а інша частина наноаквахелатної частинки, яка не входить до активних центрів, замінена на інертний носій високомолекулярного типу, а саме – на гумінову матрицю.

Отримання білкових добавок на базі КЧЧ та БАД на базі ГС типу Гумісол Т із забруднених ПТМЕ відходів тваринницьких ферм дозволяє без будь-яких додаткових витрат одночасно задовольнити потреби с.-г. тварин у мікроелементах, причому ці мікроелементи будуть постачатися тваринам або у формі металопротеїнів (у складі біомаси КЧЧ), або у формі аналогів наноаквахелатів (у складі Гумісол ТМЕ).

Метою досліджень є дослідити перехід ПТМЕ з вермикомпосту до Гумісол Т за різних режимів виробництва, а також з'ясувати максимально можливий рівень задовільнення потреб свиней ряду статеві-вікових груп (поросята на дорощуванні, ремонтні свинки) в ПТМЕ за допомогою двох типів кормових добавок, що отримані на базі переробки відходів, – біомаси КЧЧ та Гумісол Т.

Методика досліджень

Екстракцію ПТМЕ з вермикомпосту проводили за методикою, описаною у [7], вміст мікроелементів визначали на атомно-адсорбційному спектрофотометрі (крім кобальту, вміст якого визначали колориметрично). Головні залежності

екстракції ПТМЕ з вермикомпосту від різних факторів при обробці (ступінь заповнення реактора, температура, час обробки, концентрація лужного агента) [7]. Розрахунки вмісту ПТМЕ (міді та цинку) у біомасі КЧЧ робили, виходячи з даних [2], розрахунки з максимального вмісту міді та цинку у вермикомпості – на прикладі даних роботи [1]. Доза ГС у раціонах при застосуванні БАД на базі ГС – 60 мг/кг комбікорму, рівень борошна з біомаси КЧЧ у раціоні – за даними [8], (у холостих свиноматок – 0,10 кг борошна), коефіцієнт перерахунку маси гною у масу вермикомпосту – 0,70.

Результати досліджень

Відсотки мікроелементів, які переходять до лужного та кислотного екстракту, наведено у таблиці 1. Максимальний рівень міді та цинку в раціонах деяких вікових категорій свиней, який можна задовольнити при застосуванні добавок з високим вмістом ПТМЕ, отриманих з вермикомпосту, – у таблиці 2.

Таблиця 1. Відсотки мікроелементів, які переходять у лужний та кислотний екстракти, за різних режимів обробки

K _з , кг/л	t, °C	T, год.	NaO H, H	K _{вим.} , %	K _{пер.} % (лужна + кислотна екстракція): мікроелементи				
					Cu	Zn	Mn	Fe	Co
0,05	42,0	0,5	0,3	11,69	19,5	43,6	22,8	14,8	22,4
0,04	37,0	1,6	0,6	80,73	100,0	100,0	100,0	100,0	3,1
0,05	42,0	1,5	0,1	13,41	4,1	0,9	0,13	3,1	1,1
0,05	38,0	1,5	0,1	45,09	8,0	1,7	0,4	4,4	1,7
0,05	40,0	1,5	0,3	62,59	20,6	5,8	1,1	13,9	4,2
0,05	38,0	1,5	0,5	80,69	34,7	11,9	8,0	17,0	6,6
0,10	42,0	1,5	0,1	15,25	3,2	0,6	0,13	2,1	1,0
0,10	42,0	1,5	0,5	23,85	12,2	1,8	7,4	1,0	0,6
0,15	37,0	1,5	0,5	29,81	31,1	9,27	2,50	6,77	7,69
0,15	42,0	1,5	0,5	36,65	48,9	27,1	33,9	23,0	12,7
0,15	36,0	1,6	0,9	46,19	47,7	100,0	18,3	15,45	10,8
0,16	36,0	1,6	1,1	49,52	100,0	100,0	24,3	34,66	54,81

Примітки: K_з – коефіцієнт заповнення реактора, кг/л; T – час кожної обробки вермикомпосту (лужним або кислотним розчином), год.; H – нормальність розчину їдкого натру; K_{вим.} – коефіцієнт вимивання сухої речовини з вермикомпосту, %; K_{пер.} – коефіцієнт переходу ПТМЕ у рідку фазу при лужній та кислотній екстракціях (в сумі, в % від початкової їх кількості у вермикомпості)

Таблиця 2. Максимальні рівні задовільнення потреб свиней у міді та цинку за рахунок переробки гною великої рогатої худоби з підвищеним вмістом ПТМЕ

Вікова категорія	Мідь			Цинк		
	біомаса КЧЧ	гумісол ТМЕ	разом	біомаса КЧЧ	гумісол ТМЕ	разом
Поросята на дорощуванні	45,9	10,9	56,8	53,5	12,9	66,4
Ремонтні свинки	19,5	9,8	29,3	22,0	11,5	33,5
Холоста свиноматка, 140–160 кг живої маси	8,6	8,6	17,2	9,4	9,5	18,9

Обговорення результатів

Хоча майже повної екстракції ПТМЕ можна досягти при невеликих K_3 (0,04 кг/л) та великих концентраціях їдконого натру ($H = 0,6$), для цілей виготовлення гумінової БАД з високим вмістом ПТМЕ слід використовувати варіант з $K_3 = 0,16$ кг/л та $H = 1,1$. При цьому можливо досягти максимальних концентрацій ПТМЕ у Гумісол Т. Однак зрозуміло, що концентрація буде залежати від вмісту ПТМЕ у початковому вермикомпості (а остання – від вмісту ПТМЕ у гної великої рогатої худоби, який йде на приготування субстрату). Враховуючи той факт, що максимальні концентрації ПТМЕ спостерігаються саме у гної з високими рівнями забруднення, що досліджували, наприклад, у роботі [1], можна запропонувати для гною з таким рівнем забруднення альтернативний варіант переробки, який містить наступні етапи: 1) ферментація гною (стандартна технологія); 2) приготування субстрату (з метою отримання максимального виходу ПТМЕ у складі біомаси КЧЧ бажано використовувати як складову, що містить сиру клітковину, компоненти з підвищеним вмістом лігніну); 3) інокуляція та вирощування вермикультури; 4) вилучення біомаси КЧЧ та переробка її на кормові добавки; 5) переробка вермикомпосту на Гумісол ТМЕ за наведеною вище технологією. Такий засіб обробки гною міг би слугувати альтернативою викладеним у [1], з тією різницею, що ПТМЕ (мідь та цинк), що забруднювали ґрунти та корми за будь-якого викладеного в [1] засобу, в цьому варіанті слугували б задовільненню потреб свиней у цих мікроелементах у складі кормових добавок.

Треба вказати, що вказана вище технологія переробки гною з високим вмістом ПТМЕ є можливою лише за умови низьких рівнів у гної свинцю та особливо кадмію, оскільки при виробництві Гумісол Т ці метали досить легко переходять до його складу, а при вирощуванні вермикультури було розроблено заходи захисту від накопичення свинцю, але не кадмію, між тим як саме кадмій переходить до складу біомаси КЧЧ досить легко.

Висновки

1. Розроблена технологія вилучення максимальних кількостей міді, цинку, марганцю, заліза та кобальту з вермикомпосту, яка дозволяє вилучити відповідно

100; 100; 24,3; 34,66 та 54,81 % цих ПТМЕ від їх початкової кількості. Визначено параметри коефіцієнта заповнення реактору, температури, часу обробки та нормальності лужного агента для цієї технології.

2. Визначено максимальні рівні задовільнення потреб свиней ряду статевікових категорій у міді та цинку при використанні гною великої рогатої худоби з великим рівнем забруднення даними ПТМЕ.

Література

1. *Маменко О.М.* Дотримання екологічної безпеки навколишнього середовища за рахунок диференційованого нормування внесення органічних добрив з підвищеним вмістом важких металів / *О.М. Маменко, С.В. Портянник, Г.Б. Іванов* // Підвищення продуктивності с.-г. тварин : зб. наук. праць ХНАУ–ХДЗВА. – Т. 14. – Х. : ХНАУ–ХДЗВА, 2004. – С. 12–16.
2. *Filipek-Mazur B.* Akumulacja metali ciezkich przez dżdżownicze *Eisenia fetida* z kompostowanych osadów sciekowych / *B. Filipek-Mazur, K. Mazur, K. Gondek* // *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis.* – 200. – Agricultura (77). – Ann. 1999. – S. 99–104.
3. *Котляр А.С.* Способ очистки продуктов вермикомпостирования от ионов тяжелых и потенциально токсичных металлов / *А.С. Котляр* // Надежда планеты. – 2007. – № 6. – С. 12–14.
4. *Герасименко В.Г.* Корекція вмісту свинцю у біомасі каліфорнійських черв'яків шляхом введення сапоніту в живильне середовище / *В.Г. Герасименко, С.В. Мерзлов* // Ветеринарна медицина : міжвід. темат. наук. зб. – Вип. 85. – Т. 2. – Х. : ІЕКВМ, – 2005. – С. 1213–1216.
5. *Котляр О.С.* Гумінова кормова добавка з мікроелементами та смаковим компонентом в годівлі підсисних свиноматок та їхніх поросят-сисунів. / *О.С. Котляр* // Зб. наук. праць Подільського ДАТУ. – Вип. 17. / Сер. “Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва”. – Кам’янець-Подільський : ПДАТУ, 2009. – С. 54–58.
6. *Котляр О.С.* Система гуміново-мікроелементних добавок зі смаковими компонентами для свиней до 210-денного віку / *О.С. Котляр* // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво : міжвід. темат. наук. зб. – Вип. 51. – Ч. 2. – Львів–Оброшино : ІЗіТ ЗР, 2009. – С. 186–193.
7. *Котляр О.С.* Ефективність застосування кислотної екстракції для видалення залишків токсичних мікроелементів з осаду після лужного гідролізу вермикомпосту / *О.С. Котляр, М.О. Ключка* // Підвищення продуктивності с.-г. тварин : зб. наук. праць ХДЗВА. – Т. 16. – Х. : ХДЗВА, 2006. – С. 418–424.
8. *Котляр А.С.* Рационы для свиней с использованием биомассы вемикультуры / *А.С. Котляр, Л.П. Марченко* // Підвищення продуктивності с.-г. тварин : зб. наук. праць ХДЗВА. – Т. 18. – Х. : ХДЗВА, 2007. – С. 207–214.