

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ ПРИ ХРАНЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Н.Н. Костюченко¹⁾, М.М. Дашкевич¹⁾, А.А. Волчек²⁾

¹⁾ Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси,
ул. Советских пограничников, 41, 224030, Брест, Беларусь, email: kost-n@rambler.ru

²⁾ Брестский государственный технический университет,
ул. Московская, 267, 224017, Брест, Беларусь

В настоящее время мониторинг сельскохозяйственных земель, расположенных вблизи животноводческих комплексов, проводится нерегулярно, данных по хранению отходов животноводства на различных типах почвах недостаточно. Поэтому целью наших исследований являлась оценка влияния длительного хранения подстилочного навоза крупного рогатого скота на содержание тяжелых металлов в дерново-подзолистой почве. Установлено, что складирование данного органического удобрения в полевых условиях в течение 8–20 месяцев приводит к накоплению в ней изучаемых элементов. При хранении подстилочного навоза 20 месяцев, на расстоянии 1 м от штабеля навоза, обнаружено превышение фонового уровня содержания в пахотном слое почвы меди в 1,4 раза, цинка и хрома в 1,1 раз, но их концентрации не превышали предельно допустимый уровень для незагрязненных почв.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва; подстилочный навоз; тяжелые металлы; фоновое содержание; предельно допустимая концентрация.

Химическое загрязнение является одним из видов деградации почв, приводящее к устойчивому изменению и ухудшению их свойств, что отрицательно сказывается на качестве растениеводческой продукции. Большую опасность для агроландшафтов представляют тяжелые металлы. Они достаточно быстро накапливаются в почве и медленно из нее выводятся. Употребление в пищу продуктов, в которых содержание тяжелых металлов превышает допустимую норму, негативно воздействует на здоровье животных и человека. Кроме того, на легких по гранулометрическому составу почвах (песчаные и супесчаные разновидности почв подзолистого типа), вследствие их низкой адсорбционной способности, малой буферности, высокой кислотности [1], возникает угроза загрязнения вышеуказанными элементами подземных вод.

Одним из источников поступления в агроэкосистему тяжелых металлов являются органические удобрения [2]. Это связано с обогащением кормов микроэлементами и иными веществами с целью повышения продук-

тивности животных. Иногда хранение органических удобрений осуществляется на сельскохозяйственных угодьях, что допускается при соблюдении определенных требований [3]. Однако данных о влиянии такого способа хранения удобрений на химический состав почвы недостаточно, поэтому возникает необходимость проведения мониторинга для разработки мероприятий по рациональному использованию земель сельскохозяйственного назначения.

Исследования проводили в 2021–2022 гг. на территории ОАО «Племзавод Мухавец» Брестского района. Почва сельхозугодий – дерново-подзолистая песчаная легкого гранулометрического состава, типичная для юго-запада Беларуси. Объектом исследований являлся участок пашни, отведенный для складирования и хранения подстилочного навоза крупного рогатого скота (КРС). Размеры штабеля – 127×9×1,5 м.

Отбор проб проводили на расстоянии 1 м и 5 м от места складирования навоза: с пахотного (0–25 см) и подпахотного (25–40 см) горизонтов.

На содержание тяжелых металлов пробы анализировали методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на приборе iCAP 7200 по ГОСТ ISO 22036-2014. В качестве экстрагирующего раствора использовали смесь азотной и соляной кислот в соотношении 1:3 (ISO 11466:1995).

Содержание большинства тяжелых металлов преобладало в пахотном слое почвы в непосредственной близости от штабеля навоза, но их численные значения не превышали порогового уровня, характерного для незагрязненных почв [4].

Результаты исследований, проведенных в 2021 году, по истечении 8 месяцев хранения подстилочного навоза в полевых условиях, показали, что в почве на расстоянии 1 м от места складирования органического удобрения концентрации тяжелых металлов в ее верхнем слое увеличились по сравнению с 5 м, однако не выходили за пределы фонового содержания, свойственного для дерново-подзолистых почв юго-запада Беларуси [5]. Так, концентрация цинка в пахотном слое почвы в 1 м от штабеля навоза возросла в 1,6 раз и была на уровне 10,51 мг/кг, свинца, никеля и кобальта – в 1,4 раза и оказалась равной соответственно 5,40, 1,23 и 0,65 мг/кг, меди – в 1,2 раза, хрома – в 1,1 раза и составила соответственно 2,25 мг/кг и 4,17 мг/кг (табл.).

На основании данных по химическому составу почвы, полученных в 2021–2022 гг., можно утверждать, что содержание всех исследуемых тяжелых металлов при длительном хранении навоза на почве возрастает. Так концентрация марганца в пахотном слое почвы, отобранном в 1 м от штабеля, хранившегося в течение 20 месяцев, увеличилась в 1,8 раз, меди в 1,6 раз, никеля и хрома в 1,5 раз, кадмия в 1,4 раза, цинка и кобальта в 1,3 раза

по сравнению с предыдущим годом. В подпахотном слое содержание вышеуказанных элементов также возросло: марганца в 2,8 раз, меди в 2,7 раз, цинка в 2,1 раза, свинца в 2,0 раза, никеля в 1,5 раз, хрома в 1,2 раза. Полученные численные значения содержания тяжелых металлов в почве были значительно ниже предельно допустимой концентрации.

Содержание валовых форм тяжелых металлов в дерново-подзолистой почве при продолжительном хранении подстилочного навоза в полевых условиях

Расстояние от штабеля, м	Глубина отбора образца, см	Тяжелые металлы, мг/кг							
		Pb	Cd	Cu	Zn	Mn	Ni	Co	Cr
1	0–25	<u>5,40</u> 5,69	<u>0,05</u> 0,07	<u>2,25</u> 3,58	<u>10,51</u> 13,54	<u>19,25</u> 34,65	<u>1,23</u> 1,88	<u>0,65</u> 0,88	<u>4,17</u> 6,38
	25–40	<u>2,92</u> 5,98	<u>н.о</u> 0,08	<u>1,05</u> 2,89	<u>4,51</u> 9,73	<u>11,54</u> 31,91	<u>1,26</u> 1,91	<u>н.о</u> 0,85	<u>5,71</u> 6,63
5	0–25	<u>4,00</u> 5,22	<u>0,05</u> 0,07	<u>1,82</u> 2,38	<u>6,43</u> 8,04	<u>18,55</u> 30,57	<u>0,85</u> 1,44	<u>0,47</u> 0,63	<u>3,82</u> 5,28
	25–40	<u>н.о</u> 1,96	<u>н.о</u> н.о	<u>0,49</u> 1,80	<u>3,01</u> 7,51	<u>9,05</u> 31,08	<u>0,62</u> 1,50	<u>н.о</u> 0,71	<u>3,33</u> 5,03
Фоновое содержание для пахотных почв юго-запада Беларуси		5,98	0,18	2,52	12,65	115,2	1,80	1,10	5,55
Валовое содержание в незагрязненной почве, не более		35,5	0,94	28,2	72,1	1220	21,5	24,0	45,5

Примечания. В числителе – данные, полученные в 2021 г., в знаменателе – в 2022 г.; н.о – не обнаружено.

Если сравнивать данные исследований с фоновым уровнем содержания тяжелых металлов, то концентрация меди в пахотном слое почвы на расстоянии 1 м от штабеля, хранившегося в полевых условиях 20 месяцев, оказалась в 1,4 раза выше фона и составила 3,58 мг/кг, концентрации цинка и хрома превысили фоновый уровень в 1,1 раза и оказались равными 13,54 и 6,38 мг/кг соответственно.

Анализируя содержание исследуемых элементов в пахотном слое почвы на расстоянии 1 и 5 м от штабеля навоза, установлено, что на более дальнем расстоянии от складываемого удобрения концентрация цинка в среднем за два года оказалась в 1,7 раз, меди в 1,4 раза, хрома 1,2 раза ниже, по сравнению концентрациями, полученными на расстоянии 1 м и не превышали фоновые значения для данного типа почвы.

Таким образом, длительное хранение подстилочного навоза КРС в полевых условиях (8–20 мес.) приводит к накоплению в почве тяжелых металлов. При хранении органического удобрения в течение 20 месяцев в пахотном слое почвы на расстоянии 1 м от штабеля концентрация меди составила 3,58 мг/кг, цинка – 13,54 мг/кг, хрома – 6,38 мг/кг, что в 1,4, в 1,1, 1,1 раз, соответственно, выше их фонового содержания. Полученные численные значения не превышали порогового уровня, характерного для незагрязненных почв. Исходя из вышесказанного, не рекомендуется хранить подстилочный навоз в полевых условиях более года.

Библиографические ссылки

1. Тяжелые металлы в песчаных почвах Псковской области / А. И. Иванов [и др.] // *Агрохимия*. 2017. № 1. С. 71–79.
2. *Обухов А. И., Попова А. А.* Баланс тяжелых металлов в агроценозах дерново-подзолистых почв и проблемы мониторинга // *Вест. МГУ. Сер. 17, Почвоведение*. 1992. № 3. С. 31–39.
3. *Шариунов В. А.* Органические удобрения из отходов животноводства и птицеводства. Минск : Мисанта, 2021.
4. Экологические нормы и правила ЭкоНиП 17.03.01-001-2021. Охрана окружающей среды и природопользование. Земли (в том числе почвы). Нормативы качества окружающей среды. Дифференцированные нормативы содержания химических веществ в почвах и требования к их применению. Введ. 01.07.2022. Минск : Минприроды, 2021.
5. *Михальчук Н. В., Мялик А. Н.* Фоновое содержание тяжелых металлов и микроэлементов в почвах и растительности юго-запада Беларуси как основа для сравнительных оценок при производстве органической продукции на основе принципов зеленой экономики // *Эколого-географические проблемы перехода к зеленой экономике*. Минск: СтройМедиа-Проект, 2019. С. 266–781.