

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В ЭФФЛЮЕНТЕ

Ильинский Андрей Валерьевич

кандидат с/х наук, доцент,

ФГБНУ «ВНИИГуМ им. А.Н. Костякова»,

Межерский филиал, г. Рязань

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2019.1.46.48](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2019.1.46.48)

CONTENT OF HEAVY METALS AND ARSENIC IN EFFLUENT

Ilinskiy Andrey

candidate of agricultural sciences, associate professor

Federal State Scientific Institution «All-Russian research institute for hydraulic engineering and

reclamation of A.N. Kostyakov»,

Meshchersky branch, Ryazan

Аннотация

Представлены результаты исследований по изучению содержания тяжелых металлов и мышьяка в эффлоенте, полученном в результате метангенерации навоза в биогазовой установке. Предложены мероприятия по снижению содержания подвижных форм тяжелых металлов в органическом удобрении и обозначена необходимость создания на его основе инновационных мелиорантов для восстановления деградированных мелиорированных земель Нечерноземной зоны России.

Abstract

The results of studies on the content of heavy metals and arsenic in the fertilizer obtained as a result of metageneration of manure in a biogas plant. Measures to reduce the content of mobile forms of heavy metals in organic fertilizer are proposed. Indicated the need to build innovative ameliorants for rehabilitation of degraded reclaimed lands in the Nonchernozem zone of Russia.

Ключевые слова: деградация; детоксикация; органоминеральный мелиорант; тяжелые металлы; почва; экологическая безопасность; эффлоент.

Keywords: degradation; detoxification; organic ameliorant; heavy metals; soil; environmental safety; effluent.

Цель исследований заключается в изучении и оценке содержания тяжелых металлов (ТМ) и мышьяка в эффлоенте, полученном в результате метангенерации навоза КРС в биогазовой установке «БИОКОМ-100». Недостаток использования для восполнения органического вещества в сельском хозяйстве органических удобрений приводит к деградации почвы [17, 18]. При таком раскладе на фоне интенсификации использования земель сельскохозяйственного назначения происходит утрата почвенного плодородия, и в первую очередь ухудшение структуры почвы, уменьшение содержания в них гумуса и элементов минерального питания, что снижает её способность противостоять антропогенному воздействию [2, 3, 5, 14]. В среднем по стране за последние четверть века содержание гумуса в почвах уменьшилось на 0,5 %. Сохраняется дефицит в почвах фосфора, калия, кальция и других элементов [17]. Загрязнение почвы бытовыми и сельскохозяйственными отходами в совокупности с промышленным загрязнением в конечном итоге также приводит к деградации почвенного покрова, снижению урожайности и ухудшению качества растениеводческой продукции [1, 6, 8].

Практически все виды отходов содержат ценные вещества, и их рациональная утилизация в народном хозяйстве создает дополнительные сырьевые ресурсы, охраняя в то же время биосферу

от загрязнения [1, 17]. Перспективным является использование органических отходов в сельском хозяйстве, где они могут найти применение в качестве мелиорантов или удобрений [4, 7, 12]. Одним из путей экологически безопасной утилизации органических отходов сельского хозяйства и урбанизированных территорий, обеспечивающим как обезвреживание таких отходов, так и получение базисного органического удобрения при одновременном получении биогаза, содержащего около 70 % метана, является их анаэробное сбраживание в ферментерах-метантенках. Во время сбраживания в навозе и других органических отходах развивается микрофлора, которая последовательно разрушает органические вещества до кислот, с образованием газообразных продуктов и эффлоента [11]. Подобный метод утилизации органических отходов с получением органического удобрения чрезвычайно важен для сельского хозяйства, где на различные технологические нужды расходуется большое количество энергии и непрерывно растет потребность в высококачественных удобрениях. Особое внимание к продуктам (эффлоенту) анаэробного сбраживания органических отходов в ферментерах-метантенках и при создании на их основе новых органоминеральных мелиорантов должно уделяться проблеме их экологической безопасности, изучению содержания в них токсичных примесей и в первую очередь ТМ.

Накапливаясь в высших растениях в значительных количествах ТМ, вызывают в их изменения физиологических процессов и снижают активность многих ферментов [9, 10, 16].

Для проведения исследований по изучению содержания тяжелых металлов и мышьяка был выбран эффлюент - органическое удобрение, полученное в результате метангенерации навоза, произведенный в биогазовой установке «БИОКОМ-100» [11]. Исследуемый образец эффлюента обладал следующими основными агрохимическими характеристиками: массовая доля влаги – 61 %; величина активности водородных ионов – 6,8 ед. рН; массовая доля органического вещества – 74,8 %; содержание общего фосфора – 0,99 %; общего калия – 0,74 %; общего азота – 2,99 %. Химико-аналитические испытания эффлюента выполнены аккредитованной лабораторией ФГБУ «Станция

агрохимической службы «Рязанская» с использованием стандартных методик определения содержания токсичных элементов. Определение массовых долей валовых форм меди, цинка, свинца, кадмия и никеля осуществлялось по методике ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-02; массовой доли валовой формы мышьяка – с использованием МУ по определению мышьяка в почвах фотометрическим методом. Определение массовых долей подвижных форм меди, цинка, свинца, никеля и хрома осуществлялось по методике ГОСТ Р 53218-2008, при этом подвижные формы тяжелых металлов извлекались из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8. Оценка массовой концентрации примесей токсичных элементов выполнена в соответствии с ГОСТ 33380-2015 «Удобрения органические. Эффлюент. Технические условия».

Результаты изучения содержания токсичных примесей в эффлюенте представлены в таблице 1.

Таблица 1

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В ЭФФЛЮЕНТЕ, МГ/КГ СУХОГО ВЕЩЕСТВА

Определяемый токсичный элемент	Массовая доля поллютанта, мг/кг		Норматив содержания поллютанта для традиционного растениеводства, мг/кг (ГОСТ 33380-2015)	
	валовые формы	подвижные формы	валовые формы (не более)	подвижные формы (не более)
медь (Cu)	59,6	1,60	132,0	3,0
цинк (Zn)	87,4	60,5	220,0	23,0
свинец (Pb)	9,1	0,58	130,0	6,0
кадмий (Cd)	0,47	-	2,0	-
никель (Ni)	6,1	0,45	80,0	4,0
мышьяк (As)	0,37	-	10,0	-
хром (Cr ³⁺)	-	2,0	-	6,0

Анализ результатов химико-аналитических исследований эффлюента на содержание тяжелых металлов и мышьяка и их сопоставление с нормативными значениями показал, что содержание валовых форм исследованных ТМ и мышьяка не превышают установленных стандартом значений. По содержанию подвижных форм ТМ в образце эффлюента было установлено следующее: концентрации свинца, меди, никеля и хрома (III) не превышают установленных стандартом значений, концентрация же подвижного цинка превысила установленный стандартом норматив в 2,6 раза. В целом, при сопоставлении содержания валовых и подвижных форм ТМ в эффлюенте, были установлены следующие особенности: концентрация подвижной меди в эффлюенте составила 2,7 % от её валового содержания, цинка – 69,2 %, свинца – 6,4 %, никеля – 7,4 % соответственно. Растения легко поглощают формы микроэлементов, растворенные в почвенных растворах [8, 9, 10]. В области высоких значений рН необходимо учитывать влияние на

растворимость и доступность цинка образования растворимых цинк-органических комплексов и комплексных анионных форм цинка. Известно, что цинк способен мобилизоваться из основных карбонатов и оксидов веществами, образующимися при аэробном разложении растительных материалов [9]. Поэтому можно предположить, что интенсификация процесса анаэробного сбраживания навоза КРС в биогазовой установке «БИОКОМ-100» также способствовала мобилизации подвижной формы цинка в эффлюенте.

Таким образом, при производстве органических удобрений, полученных в результате метангенерации навоза в ферментерах-метантенках особое внимание должно быть уделено решению вопроса снижения содержания подвижных форм ТМ, и в первую очередь цинка. Растворимость и доступность цинка в почвах имеют отрицательную корреляцию со степенью насыщенности кальцием и с содержанием соединений фосфора [9], поскольку при внесении в почву, загрязненную

подвижными формами ТМ, фосфорных удобрений образуются нерастворимые фосфаты металлов, а при известковании - нерастворимые карбонаты металлов [8, 10, 13, 15]. Аналогично мероприятиям санации загрязненных подвижными формами ТМ почв [8], для снижения подвижности цинка в эфлюенте представляется целесообразным использовать приемы химической детоксикации с использованием фосфорных удобрений и известковых материалов. При создании многокомпонентных органоминеральных мелиорантов пролонгированного действия на основе эфлюента, полученного в результате анаэробной переработки навоза в ферментерах-метантенках, особое внимание следует уделять изучению степени положительного влияния многокомпонентных мелиорантов на восстановление плодородия деградированной мелиорированной почвы, урожайности и экологической безопасности растениеводческой продукции, определению оптимальных доз применения мелиорантов.

Список литературы

1. Данчеев Д.В., Ильинский А.В. К проблеме использования органических отходов урбанизированных территорий при решении вопросов рационального природопользования // Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК. Материалы международной научно-практической конференции. М.: Изд. ВНИИГиМ, 2017. С. 184-187.
2. Иванникова Н.А., Евсенкин К.Н., Перегудов С.В., Нефедов А.В. Удобрительный мелиорант и подпочвенное увлажнение как факторы повышения урожайности однолетних трав // Мелиорация и водное хозяйство. 2015. № 4. С. 2-5.
3. Ильинский А.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д. Экологическое обоснование способа агрохимической мелиорации почв в условиях техногенеза // АгроЭкоИнфо. – 2018, №1. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2018/1/st_123.doc.
4. Ильинский А.В., Сельмен В.Н. Некоторые аспекты применения осадков сточных вод для реабилитации деградированных земель // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности : сб. ст. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. Л. С. Новополецкая; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2018 – С. 100-101.
5. Кирейчева Л.В., Ильинский А.В. Оценка фитотоксичности загрязненной дизельным топливом торфяной почвы при реабилитации комплексным мелиорантом Сапросил // Агрохимический вестник, 2018, №5, С. 56-59.
6. Коломийцев Н.В., Корженевский Б.И., Ильина Т.А. Загрязнение тяжёлыми металлами и мышьяком донных отложений Иваньковского водохранилища // Вода: химия и экология. 2017. № 2. С. 20–28.
7. Меньшикова С.А. Экологическая эффективность применения удобрений-мелиорантов при комплексном регулировании факторов жизни растений // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы III междунар. науч.-практ. конф. (Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ, 18 апреля 2019) . – Рязань : ИП Жуков В.Ю., 2019. С. 264–270.
8. Методические рекомендации по мероприятиям для предотвращения и ликвидации загрязнения агроландшафтов тяжёлыми металлами. М., ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии 2005. – 72 с.
9. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. / Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. М.: Мир, 1989. – 439 с.
10. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Алексеев Ю.В. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
11. Патент 2536988, Российская Федерация, МПК С 02 F 09/14. Реактор анаэробной переработки биомассы / Попов А.И., Щеклеин С.Е., Бурдин И.А., Горелый К.А.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Центр новых энергетических технологий» (ООО «ЦНЭТ») (RU), Общество с ограниченной ответственностью «Гильдия М» (ООО «Гильдия М») (RU). - № 2013107920/05 ; заявл. 21.02.13 ; опублик. 27.12.14, Бюл. № 36. – 8 с. : ил.
12. Сельмен В.Н., Ильинский А.В. Перспективы использования органоминеральных удобрений, полученных на основе осадков сточных вод // Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК. Материалы международной научно-практической конференции. М.: Изд. ВНИИГиМ, 2017. – С. 225-228.
13. Тяжелые металлы и экология / Тиво П.Ф., Бычко И.Г. Минск: ЮНИПОЛ, 1996. – 192 с.
14. Шевченко В.А., Нефедов А.В., Ильинский А.В., Морозов А.Е. Особенности трансформации осушенных торфяно-подзолисто-глеевых почв при длительном сельскохозяйственном использовании // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 3. С. 25–28.
15. Экологические аспекты загрязнения почв тяжёлыми металлами / Черных Н.А., Милащенко Н.З., Ладонин В.Ф. – М.: Агроконсалт, 1999. – 176 с.
16. Экологические основы водопользования / Безднина С.Я. – М.: ВНИИА, 2005. – 224 с.
17. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. // Учебное пособие для химических, химико-технологических и биологических спец. вузов. – М.: Высшая школа, 2002. – 234 с.
18. Эколого-агрохимические свойства и эффективность верми- и биокомпостов / Сычев В.Г., Мерзляя Г.Е., Петрова Г.В., Филиппова А.В., Попов В.И., Мищенко В.Н. М.: ВНИИА, 2007. – 276 с.