

Изобретение относится к способам получения удобрений, в частности, в технологии переработки органических (животноводческих, птицеводческих) отходов в удобрения и биогаз. Предлагаемый способ может быть использован в агропромышленной области для получения удобрений.

В качестве прототипа выбран способ подготовки жидкого навоза в качестве удобрения путем фиксации аммонийного азота, включающий определение содержания в жидких органических отходах гидрокарбоната аммония и  $\text{CO}_2$ , обработку аммиачной водой органических отходов при молярном соотношении ее с гидрокарбонатом аммония и  $\text{CO}_2$  соответственно 1:1 и 2:1, а также ввод сульфата кальция в молярном соотношении его с образовавшимся карбонатом аммония не менее 1:1.

В известном способе не достигается необходимый технический результат-минерализация отходов, а следовательно, за время их минерализации непосредственно в почве часть полезных веществ, в том числе азот и  $\text{CO}_2$ , будет вымыто грунтовыми водами, что значительно уменьшает удобрительную ценность отходов и ухудшает экологическую обстановку окружающей среды. Кроме того, указанный способ не предусматривает получение потенциально возможного полезного продукта - биогаза.

Следует отметить, что ввод в органические отходы необходимого для фиксации аммонийного азота и  $\text{CO}_2$  количества аммиачной воды приостанавливает жизнедеятельность микроорганизмов, в том числе метаногенных, одним из показателей которых является выделение биогаза. Фиксация  $\text{CO}_2$  при получении биогаза в этом случае уменьшает выход метана, т.к.  $\text{CO}_2$  является субстратом в процессе получения метана. Поэтому получение метана в этом случае затруднено и связано с поиском новой последовательности операции.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа переработки органических отходов в биогаз и удобрения, в котором в результате обработки сброженных отходов и биогаза в отдельном реакционном объеме аммиачной водой и  $\text{CaSO}_4$  обеспечивается увеличение концентрации метана в биогазе и получение устойчивой формы аммонийного азота  $-(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  за счет этого увеличивается калорийность биогаза как энергоносителя и предотвращается улетучивание азота и  $\text{CO}_2$  из отходов при внесении их в почву в качестве удобрений, что повышает их удобрительную способность.

Указанная задача решена тем, что в способе переработки сельскохозяйственных отходов, включающем подачу сельскохозяйственных отходов в реактор, перемешивание среды, обработку отходов аммиачной водой, ввод в отходы сульфата кальция в молярном соотношении его с образовавшимся карбонатом аммония не менее 1:1, согласно изобретению, предварительно производят сбраживание сельскохозяйственных отходов, в процессе которого выделяют биогаз, сброженные отходы подают в реактор, где осуществляют их аэрацию выделенным при сбраживании биогазом, причем в аэрируемые биогазом отходы добавляют аммиачную воду до достижения заданной величины pH и сульфат кальция, после чего отводят образовавшиеся стабильное удобрение и обогащенный после аэрации метаном биогаз, причем заданная величина pH корректируют по концентрации  $\text{CO}_2$  в обогащенном после аэрации биогазе, а сульфат кальция подают в реактор в автоматическом режиме пропорционально расходу аммиачной воды с учетом концентрации карбоната аммония в сброженных отходах, поступающих в реактор.

В процессе сбраживания происходит минерализация органических отходов. В отличие от известного изобретения фиксация аммонийного азота и  $\text{CO}_2$  после процесса получения биогаза в сброженных минерализованных отходах позволяет беспрепятственно получить полезный продукт - биогаз. Подача аммиачной воды в аэрируемые биогазом сброженные отходы, находящиеся в реакционном объеме, позволяет получить два технических результата - увеличение концентрации метана в биогазе за счет фиксации в отходах  $\text{CO}_2$ , поступающего в сброженные отходы с биогазом, а также, не препятствуя процессу получения биогаза, перевод гидрокарбоната аммония  $-\text{NH}_4\text{HCO}_3$  в карбонат аммония  $-(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  в карбонат аммония  $-(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  в автоматическом режиме. При этом, концентрация метана в биогазе увеличивается до 97% и выше, что значительно повышает его калорийность как нетрадиционного энергоносителя. Регулирование подачи аммиачной воды путем поддержания заданного значения pH, величину задания которой корректируют по концентрации  $\text{CO}_2$  в отработанном биогазе, позволяет оперативно изменять расход аммиачной воды для связывания  $\text{CO}_2$  и  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ , а, следовательно, осуществлять автоматическую подачу аммиака в отходы в эквивалентном количестве к концентрации карбоната аммония и  $\text{CO}_2$ , что исключает его передозировку. Оптимальная подача сульфата кальция в сброженные отходы достигается тем, что подачу осуществляют пропорционально расходу аммиачной воды, корректируя пропорциональность по концентрации карбоната аммония в сброженных отходах, поступающих в реакционный объем. Подача сульфата кальция даже при наличии сульфатредукции в этом случае не ухудшает качество биогаза. При этом обработка аммиачной водой сброженных отходов не только стабилизирует их состав, ослабляет их неприятный запах, но и предотвращает выделение газов за счет прекращения биологических процессов, что облегчает транспорт и хранение сброженных отходов в герметичных емкостях.

Предлагаемый способ осуществляют следующим образом.

В герметическую емкость - метантенк, содержащий анаэробные организмы, подают органические отходы, где происходит их сбраживание при температуре 30-35°C, pH - 7,2-7,8. Образовавшийся биогаз и сброженные минерализованные отходы из метантеков подают в герметическую емкость-реактор, куда также подают аммиачную воду и производят непрерывное перемешивание. Сброженные отходы аэрируют биогазом. Подачу аммиачной воды производят в реактор из мерной емкости в автоматическом режиме, поддерживая заданное значение pH, величину задания которой корректируют по наименее возможной концентрации  $\text{CO}_2$  в обработанном биогазе. Сульфат кальция из мерной емкости подают непрерывно в автоматическом режиме в реакционную емкость пропорционально расходу аммиачной воды. При этом пропорциональность корректируют предварительно определив концентрацию карбоната аммония в сброженных отходах, поступающих в реакционную емкость.

Пример. Сбраживание органических отходов проводят в герметичной емкости - метантенке с рабочим объемом 15 м<sup>3</sup>, содержащем анаэробные микроорганизмы, при температуре 30-35°C, pH - 7,2-7,8, в который насосом подают предварительно нагретые, освобожденные от крупных включений органические отходы

(помет, навоз свиней, навоз крупного рогатого скота) влажностью 85-92%. Расход органических отходов составляет  $1,5 \text{ м}^3$  в сутки. При этом выход биогаза составлял 30-60  $\text{м}^3$  в сутки, т.е. 2-4  $\text{м}^3/\text{м}^3$  рабочего объема в сутки. Биогаз состоял из 65-80% метана и 35-20%  $\text{CO}_2$ . Обработку биогаза и сброженных отходов аммиачной водой производят в герметичном реакторе с рабочим объемом 10 л при перемешивании, в который подают из метантенка биогаз в количестве 30-60  $\text{м}^3$  в сутки и сброженные отходы в количестве  $1,5 \text{ м}^3$  в сутки, аэрируя их биогазом. Подачу аммиачной воды в реактор производят из мерной емкости в автоматическом режиме, поддерживая заданное значение pH - 7,4, что соответствовало концентрации  $\text{CO}_2$  в обработанном аммиачной водой биогазе - 3%. В этом случае при снижении концентрации  $\text{CO}_2$  в биогазе до 3% автоматическая система отключает подачу аммиачной воды, и наоборот, при повышении - включает. Так как аммиачная вода (аммиак) расходуется на нейтрализацию  $\text{CO}_2$ , поступающего в сброженные отходы с биогазом, и на период гидрокарбоната аммония в карбонат аммония, то выключение автоматической системой подачи аммиачной воды свидетельствует о том, что подача произведена в эквивалентном количестве к концентрации гидрокарбоната аммония и  $\text{CO}_2$ , т.е. расход аммиака является наиболее экономичным. Подачу сульфата кальция из мерной емкости в реакционный объем производят в автоматическом режиме пропорционально расходу аммиачной воды, корректируя при этом коэффициент пропорциональности по концентрации карбоната кальция в сброженных отходах, поступающих в реакционный объем. Последнее позволяет подать сульфат кальция в молярном соотношении его с карбонатом аммония не менее 1:1. Биогаз из реактора после обработки его аммиачной водой подают в узел подготовки газа к транспорту и хранению при концентрации метана в нем до 97%, а стабильные сброженные отходы отводят в накопитель.

Таким образом, реализация предлагаемого способа позволяет получить биогаз с высоким, до 97% и выше, содержанием метана и минерализованное органическое удобрение, содержащее устойчивое соединение аммонийного азота - сульфат аммония, который является легкорастворимым, хорошо доступным для растений источником азота. При этом минерализация отходов позволяет производить подкормку растений в течение всего вегетативного периода, что при развитой корневой системе растений и правильной дозировке значительно снижает потери питательных веществ от вымывания, а фиксация аммонийного азота и  $\text{CO}_2$  в минерализованных органических отходах предотвращает улетучивание при их внесении в почву.

В конечном результате достигается значительная экономия азотных удобрений. Так, например, экономия на аммиачной селитре только по Украине может составить несколько миллиардов карбованцев.