

*А. Ю. Степанов, А. В. Алешин**

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ИЗ САПРОПЕЛЯ В РОТОРНОМ ИМПУЛЬСНОМ АППАРАТЕ

Гуминовые кислоты (ГК) – сложная смесь высокомолекулярных природных органических соединений, содержащихся в таких природных продуктах как сапрпель, торф, биогумус и каменный уголь. ГК применяются в основном в качестве компонентов органических минеральных удобрений для сельскохозяйственной отрасли.

Сапрпель – илистые отложения пресных водоемов, содержащие большое количество органических веществ, представляют собой черную пастообразную массу, сформированную из отмершей водной растительности, остатков живых организмов, а также частиц почвенного перегоя. В сельском хозяйстве применяется в качестве органоминерального удобрения для увеличения содержания в почве гумуса, азота и микроэлементов, подходит для всех типов почв и всех видов растений. В результате внесения сапрпелевого удобрения в почву, улучшается ее механическая структура, влажность и аэрируемость. В животноводстве сапрпель добавляют в рационы сельскохозяйственным животным в качестве минеральной подкормки. В медицине сапрпель используется в лечебной (физиотерапевтической) практике для аппликаций и для грязелечения. Основные характеристики исследуемого образца сапрпеля показаны в табл. 1.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2013 г. в рамках Восьмой научной студенческой конференции «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора ФГБОУ ВПО «ТГТУ» М. А. Промтова.

1. Основные характеристики сапропелевого коллоида

Естественная влажность, %	93,9
Предельное напряжение сдвигу, Па	Статическое 26,5
	Динамическое 73,0
Вязкость, Па·с	Пластическая 6,7
	Динамическая 0,18
Массовая доля золы на сухую массу, %	26,96
Массовая доля общего азота на сухой продукт, %	3,48
Массовая доля общего фосфора (P_2O_5) на сухой продукт, %	0,55
Массовая доля общего калия (K_2O) на сухой продукт, %	0,47
Водородный показатель pH	6,2

В задачу проведенного исследования входило изучение закономерностей процесса экстрагирования ГК в воду из сапропеля, получение жидкого гуминового удобрения двумя методами (кавитационным и гидромеханическим). Исследован процесс экстрагирования ГК из сапропеля в установке на базе роторного – импульсного аппарата (РИА), а также в емкости с ленточной мешалкой.

Благодаря воздействию РИА, интенсифицируется процесс экстрагирования гуминовых и других биологически активных веществ из сапропеля. В результате проведенного экспериментального исследования по экстрагированию ГК из сапропеля, концентрация извлеченных ГК в воде при экстрагировании в установке на базе РИА в 2 раза выше по сравнению с экстрагированием в аппарате с ленточной мешалкой.

Технология получения жидкого гуминового удобрения на основе водной суспензии сапропеля заключалась в следующем. В емкость исходной суспензии заливали щелочной раствор воды, с концентрацией 0,4% КОН (приготовление щелочного раствора осуществляли из расчета 4 г щелочи на 1 л воды) и загружали сапропель в соотношении 50:50% по общему объему реакционной массы. Обработка суспензии осуществлялась в циклическом режиме по замкнутому контуру перекачиванием шестеренным насосом из емкости исходной суспензии через роторный импульсный аппарат и обратно в емкость.

Для предварительного перемешивания суспензию обрабатывали без кавитации, пропустив весь объем суспензии через РИА, при неподвижном роторе и слабой подаче насоса. Обрабатывали суспензию, отбирая пробы после 1, 4, 10 и 36 циклов обработки в РИА.

При экстрагировании механическим способом, обработку суспензии сапропеля на основе водно-щелочного раствора производили в аппарате с ленточной мешалкой в течение 40 и 120 с. Процесс экстрагирования ГК из сапропеля в РИА проводился при температуре 22 °С при различной интенсивности обработки, которая регулировалась изменением частоты вращения ротора. Интенсивность обработки для РИА и для ленточной мешалки можно охарактеризовать по произведению ωR , где ω – частота вращения вала ротора РИА или ленточной мешалки; R – внешний радиус ротора или радиус ленты мешалки.

Концентрация ГК, содержащихся в водном растворе 50%-ной суспензии сапропеля, определялась в испытательной лаборатории ФГУ Государственный центр агрохимической службы «Тамбовский».

Эффективность процесса экстрагирования характеризовалась концентрацией ГК в водно-щелочной суспензии сапропеля после обработки в РИА и в аппарате с ленточной мешалкой (рис. 1). Как видно из рис. 1, интенсивность выделения ГК из сапропеля, обработанного за один цикл в РИА при скорости внешней поверхности ротора $\omega R = 7,85$ м/с выше по сравнению с обработкой сапропеля с использованием ленточной мешалки, со скоростью $\omega R_m = 2,93$ м/с. Внешний радиус ротора РИА равен 75 мм, радиус ленточной мешалки равен 28 мм.

Концентрация ГК после одного цикла обработки в РИА составила 3,75 г /л, что почти в 3,5 раза выше по сравнению с обработкой с использованием ленточной мешалки. Наибольшая концентрация ГК при экстрагировании в РИА составила 6,76 г/л. при обработке на скорости ротора $\omega R = 23,56$ м/с, что почти в 3 раза выше по сравнению с обработкой с использованием ленточной мешалки.

За шесть суток в образцах суспензии сапропеля, обработанных в аппарате с ленточной мешалкой, доля выделившейся воды составила 20...25% от общего объема образца. Суспензия сапропеля, обработанная в РИА, не расслаивается в течение 15 сут. Наблюдение за образцами не выявило изменения в структуре суспензии сапропеля, они имели однородную структуру и не расслаивались.

Интенсивное многофакторное воздействие на суспензию сапропеля позволяет получать тонкодисперсный продукт, который не образует осадка в течение длительного времени. Кавитационное воздействие в РИА повысило стабильность жидкого гуминового удобрения в несколько раз по сравнению с обработкой суспензии сапропеля ленточной мешалкой.

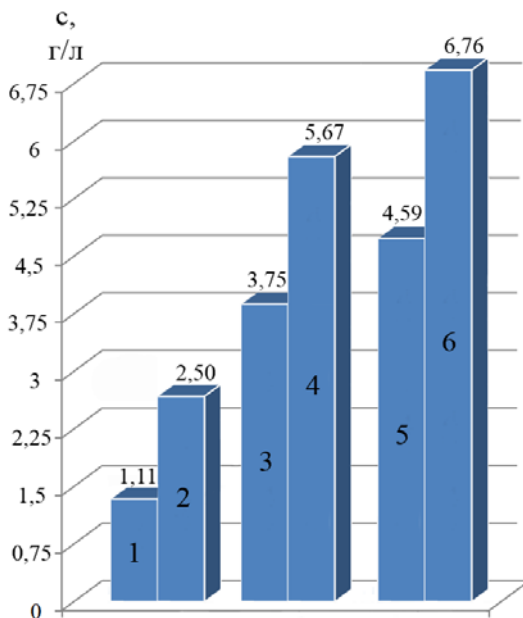


Рис. 1. Концентрация гуминовых кислот в воде при обработке 50%-ной суспензии сапропеля:

- 1, 2 – обработка в аппарате с ленточной мешалкой:
 1 – рН = 10,6, время обработки 40с, $\omega R_M = 2,93$ м/с;
 2 – рН = 10,6, время обработки 120с, $\omega R_M = 2,93$ м/с;
 3, 4, 5, 6 – обработка в роторном импульсном аппарате:
 3 – рН = 10,6, 1 цикл обработки без кавитации, $\omega R = 7,85$ м/с;
 4 – рН = 10,5, 4 цикла обработки, $\omega R = 7,85$ м/с;
 5 – рН = 10,4, 10 циклов обработки, $\omega R = 23,56$ м/с;
 6 – рН = 10,2, 36 циклов обработки, $\omega R = 23,56$ м/с

Многофакторная обработка суспензии сапропеля в РИА повышает выход гуминовых веществ за счет тонкого измельчения частиц сапропеля, разбиения агрегатов из иловых частиц, активации растворителя и частиц сапропеля. Это происходит благодаря тому, что скорость потока жидкости в канале статора велика и имеет флуктуации, поток имеет развитую турбулентность. При вращении ротора в зазоре между ротором и статором возникают большие сдвиговые напряжения. Рабочие поверхности ротора и статора воздействуют на жидкую гетерогенную среду за счет механического контакта, создавая большие срезающие и сдвиговые усилия.

Кафедра «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»