

ГУМИФИКАЦИЯ ОПАВШЕЙ ЛИСТВЫ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВАРИАНТ ЕЕ УТИЛИЗАЦИИ

А.В. Ищенко, И.А. Сибирцева

*ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского», г. Донецк, РФ, avi.chim22@mail.ru*

Ежегодно осенью встает вопрос утилизации опавшей листвы. Чаще всего вопрос решается предельно просто – листву сгребают в кучу и сжигают. И население, особенно больших промышленных городов, и так испытывающих серьезнейшие экологические проблемы, получает еще одну и начинает задыхаться от ядовитого удушающего дыма. А ведь опавшая листва – это ценнейшее растительное сырье, которое при перегнивании в естественных условиях дает гумус – основной компонент, отвечающий за плодородие почв.

Проблема состоит в том, что листва плодовых и декоративных деревьев и кустарников разлагается медленно и требует гораздо большего времени, чем, например, овощные растительные остатки. Полная минерализация происходит обычно в течение 2-3-х лет, поэтому перекопка почвы с небранной листвой требует дополнительных энергозатрат и не приводит к быстрому ожидаемому результату.

В процессе гумификации, как было сказано выше, происходит образование гумуса. Однако образование гуминовых веществ не просто утилизация органических остатков, которая необходима в биосфере. Важнее то, что при этом возникает новый класс природных соединений, не существующих в живых организмах, но необходимых для существования и обеспечения непрерывности современных жизненных форм [1].

Среди многообразия органических соединений гуминовые вещества образуют совершенно особый класс, поскольку синтезируются не по принципу генетического кода, как все остальные, а по принципу термодинамической устойчивости. Этим обусловлено исключительное богатство свойств гуминовых соединений, их физиологическая активность и, в то же время, сложности их

изучения и идентификации. Исследование гуминовых веществ как особо ценных органических образований, выполняющих целый ряд жизненно важных функций в биосфере, продолжается более 200 лет, однако многие вопросы, касающиеся их состава, строения, молекулярной массы, механизмов их образования, биологического воздействия на растительные и животные организмы и т.д., по-прежнему остаются открытыми.

Одной из основных характеристик гуминовых веществ, имеющих неоценимое достоинство, является их высокая комплексообразующая способность. Благодаря ей многочисленные биогенные металлы и другие микроэлементы, извлекаемые из природного сырья гуматами, находятся в органично-минеральной форме, наиболее легко усвояемой живыми и растительными организмами [2]. Поэтому неслучайным является огромный интерес к природным препаратам, содержащим гуминовые вещества, как к средству избавления от самых разнообразных заболеваний, стимуляторов-адаптогенов роста растений, адсорбентам-интоксикантам, стабилизаторам угольных и глиняных суспензий, основному компоненту почв, отвечающих за их плодородие.

Гуминовые вещества — системы органических молекул высокой молекулярной массы, которые образуются, трансформируются и разлагаются на промежуточных стадиях процесса минерализации органического вещества отмирающих организмов. Гуминовые вещества образуются в почвах, торфах, углях, других природных телах. Начальным сырьем процесса гумификации в почве является лигнин.

Данная работа выполнена в связи с необходимостью решения экологических проблем утилизации опавшей листвы и поиска новых источников получения гуминовых веществ - ценнейших природных соединений.

Как объект исследования, нами были выбраны опавшие листья деревьев Донецкого региона, состав которых не имеет четко сформированных гуминовых веществ, а содержит лишь растительный лигнин, который является матрицей для их образования.

В связи с этим нами предпринята попытка исследования процесса естественной гумификации опавшей листвы и возможностей его интенсификации.

Для выделения гуминовых веществ и определения их содержания в растительном сырье на разных этапах гумификации использовали как классическую методику И.В.Тюрина [2], так и собственную методику, направленную на интенсификацию процесса гумификации. При этом отличие методик заключалось в том, что использовался более концентрированный раствор щелочи (классическая методика – 1% NaOH, предложенная – 5-10% NaOH) и исключалось кипячение раствора (классическая методика – кипячение на водяной бане в течение 3,5 часов, предложенная - раствор настаивается при комнатной температуре). Эксперимент продолжался в течение шести месяцев.

Для того, чтобы из исходного материала получить гуминовые вещества, нами были взяты навески (100г) из опавших листьев, которые мы настаивали в растворе щелочи (NaOH) разной концентрации (1%, 5%, 10%) в течение недели. Затем, очистив раствор от листвы (фильтровали через фильтр Шотта), получили щелочные растворы гуминовых веществ разной концентрации. Содержание гуминовых кислот в полученных растворах определяли для точности полученных результатов двумя методами: гравиметрическим и фотоколориметрическим при помощи калибровочной прямой, полученной на основе стандартных образцов гуматов, выделенных из бурых углей.

Получено, что повышение концентрации щелочи существенно повлияло на выход гуминовых веществ. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.– Влияние концентрации щелочного реагента на выход гуминовых веществ

Концентрация щелочного реагента (NaOH)	Концентрация полученных растворов гуматов	
	ω (%)	г/л
1%	0,28 %	0,56
5%	3,26 %	7,24
10%	10,28 %	20,56

Полученные экспериментальные данные показали, что количественный выход гуминовых кислот в гораздо большей степени зависит от концентрации щелочи, а также от времени ее воздействия на растительное сырье, чем от времени естественного разложения растительного материала. Так, например, через шесть месяцев естественной гумификации в лабораторных условиях накопление гуминовых веществ не превышает 15-16%, в то время как увеличение концентрации раство-

ряющего щелочного реагента уже через неделю доходит до 10% и выше, а через две недели позволяет получить до 20-25% гуминовых кислот.

Вероятно, увеличение концентрации растворяющего щелочного реагента приводит к ускорению процесса деструкции лигносодержащего сырья, конечной целью которого в естественных условиях является полная минерализация.

Для характеристики физико-химических свойств выделенных гуматов нами была определена оптическая плотность полученных образцов и рассчитана их молекулярная масса.

Оптическая плотность растворов определялась при помощи ФЭК при длине волны 440 нм в кювете толщиной 5 мм. Оптическая плотность растворов гуминовых веществ может свидетельствовать о соотношении ароматических и алифатических структур в их молекулах. А так как количество ароматических группировок увеличивается в процессе гумификации органического материала, то соотношение ароматических и алифатических группировок дает сведения о стадии гумификации. Соответственно, чем выше стадия гумификации растительного сырья, тем количество ароматических групп больше.

Следующим этапом нашей работы было определение молекулярной массы гуминовых веществ. Молекулярная масса – это фундаментальное свойство любого вещества. От размеров и конфигурации молекул гуминовых кислот зависит их растворимость в почвенных растворах, способность к миграции, сорбируемость различными минералами, возможность поглощения микроорганизмами и высшими растениями [3]. Нашей задачей было сравнить молекулярные массы гуминовых веществ, выделенных из опавшей листвы и гуминовых веществ, полученных из бурых углей (выпускаемый промышленно гумат натрия).

Для определения молекулярных масс были рассчитаны значения вязкостей растворов. Относительную вязкость растворов (отношение вязкости раствора к вязкости чистого растворителя) мы определяли вискозиметрическим методом путем измерения времени истечения исследуемой жидкости и растворителя через один и тот же капилляр, при одной и той же температуре. Определив сначала время истечения воды, а затем и растворов гуматов разной концентрации вычислили значение относительной и удельной вязкости, а также путем экстраполяции графика приведенной вязкости определили вязкость характеристическую. На основании полученных данных рассчитали значения молекулярной массы полученных гуминовых веществ по эмпирическому уравнению Марка-Хаувинка-Куна: $\mu = K * M^a$, где $K = 4,21 * 10^{-4}$, $a = 0,67$. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Зависимость молекулярной массы гуматов от условий выделения

Концентрация NaOH (%)	Исходное сырье	Молекулярная масса гуматов
5%	опавшая листва	3311
10%	опавшая листва	302
10%	бурый уголь	616

Таким образом, получено, что увеличение концентрации щелочного реагента, используемого для выделения ГВ приводит к получению гуматов с более низкой молекулярной массой (концентрация 10% приводит к получению ГВ с предельным значением молекулярной массы). Более высокие значения молекулярной массы ГВ, полученных из бурых углей может быть объяснено более высокой стадией углефикации исходного сырья.

Для характеристики биологического действия полученных фракций гуминовых веществ нами была определена их физиологическая активность на модельных схемах по проценту всхожести семян [4], образованию корней и наращиванию зеленой массы в сравнении с физиологической активностью гуминовых веществ, полученных по классическим методикам из бурого угля.

Экспериментальные данные показали, что биоактивное действие гуминовых веществ, полученных на основе опавшей листвы, на 10-12% выше, чем для гуминовых веществ, полученных из бурых углей. Повышенная физиологическая активность гуминовых веществ, полученных на основе опавшей листвы, может быть обусловлена их меньшей молекулярной массой, так как образуются они на более ранних этапах гумификации лигносодержащего сырья, чем гуминовые вещества, полученные из бурых углей.

Таким образом, показана возможность управления одним из величайших изобретений природы - процессом превращения органических остатков в гуминовые вещества, имеющих широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Наряду с этим показана возможность реше-

ния вопроса утилизации опавшей листвы путем получения из нее ускоренными методами ценнейших природных соединений.

Список использованных источников

1. Левинский Б.В. Всё о гуматах. 4-е изд. Перераб. И доп./ Б.В.Левицкий.- Иркутск: Корф.Полиграф. 2000 – 75 с.
2. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, – 325 с.
3. Демидов В.В. Противозерозионные свойства чернозема, обработанного полиэлектролитными комплексами на основе гуматов калия / В.В. Демидов, И.Г. Панова, П.С. Шульга и др. // В сборнике: Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов Сборник докладов Международной научно-практической конференции. – М.: МГУ – 2019. – С. 503–507.
4. Ламмас М. Е. Влияние биостимуляторов роста на энергию прорастания, всхожесть и интенсивность прорастания семян ярового ячменя / М. Е. Ламмас, А. В. Шитикова А. В. // Плодородие. 2021. № 5 (122). С. 61–64. DOI: 10.25680/ S19948603.2021.122.15.