

3. Коврик, С.И. Формирование металл-гуминовых комплексов в процессе очистки сточных вод препаратами на основе торфа: дис. ...канд. тех. наук: 25.00.36/ С.И. Коврик.– Минск, 2005.– 176 л.
4. Способ получения медь-гуминового удобрения: пат. 12858 Респ. Беларусь, МПК(2006) С 05 G 3/00 / Н.Н. Бамбалов, Г.А. Соколов, О.М. Самокар; заявитель Н.Н. Бамбалов, Г.А. Соколов, О.М. Самокар.– № а 2007205; заявл. 03.10.2007; опубл. 24.11.2009// Афіцыйны бюл./ Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.– 2010.– №1 (71).– С.91.
5. Справочник химика: в 6 т. / редкол.: Б.П. Никольский (гл. ред.) [и др.] – М.-Ленинград: Химия, 1965-1968.– Т. 3: Химическое равновесие и кинетика, свойства растворов, электродные процессы/ Б.П. Никольский [и др.]– 1965.– 1008 с.
6. Реми, Г. Курс неорганической химии: в 2 т./ Г. Реми; под ред. А.В. Новоселовой. – 11-е изд.– М.: Химия, 1966.– 1 т.
7. Дятлова, Н.М. Комплексоны и комплексонаты металлов/ Н.М. Дятлова, В.Я. Темкина, К.И. Попов. – М.: Химия, 1988.– 544 с.
8. Микроэлементы в сельском хозяйстве/ С.Ю. Булыгин [и др.], под общ. ред. С.Ю. Булыгина. – Днепрпетровск: Січ, 2007.– 100 с.

УДК 622.331:547.992.2

Фракционно-групповой состав и химическая структура гуминовых веществ торфа на разной глубине залегания

Марыганова В.В., Стригуцкий В.П., Пармон С.В.

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск

Торф является ценным сырьем для производства гуминовых препаратов различного назначения, поскольку характеризуется высоким содержанием и богатым набором гуминовых веществ (ГВ) с разными химическим составом и свойствами. Важными критериями выбора торфа как сырья для производства гуминовых препаратов являются содержание и фракционный состав ГВ, в частности содержание гуминовых кислот (ГК), а также их химическая структура, поскольку от них зависят все ценные свойства гуминовых препаратов. Изучение этих характеристик по глубине залегания торфа и явилось целью настоящей работы.

Для исследования выбраны два верховых (Ореховский Мох и Дукора) и два низинных (безымянные) месторождения в пойме р. Свислочь у д.Дукора и у д.Русаковичи. Образцы торфа отбирали из поверхностного (0–25 см), промежуточного (30÷50 см) и глубинного (75÷100 см) слоев каждого месторождения. Фракции ГК были получены последовательной экстракцией торфа 0,1 М Na₄P₂O₇ при рН 7 (ГК₁) и 0,1 н. NaOH (ГК₂) при 18÷20 °С. Все органические ве-

щества, оставшиеся в кислом растворе после выделения ГК, рассматривали как фульвокислоты (ФК). Препараты ГК извлекали из отдельных навесок обезбитуминированных хлороформом образцов торфа 0,1 н. NaOH (ГК) и 0,1 М Na₄P₂O₇ при pH 7 (ГК₁) при 18÷20 °С с модулем 1:50. ГК, выделенные 0,1 н. NaOH, содержат наиболее полный набор макромолекул, находящихся на разных стадиях химической зрелости, ГК, выделенные 0,1 М Na₄P₂O₇ при pH=7, представляют собой наиболее химически зрелую фракцию ГК₁ [1].

Полученные препараты исследовали методами гель-хроматографии, электронной спектроскопии в видимой области, ИК- и ЭПР- спектроскопии. Как следует из данных таблицы, торф из глубинных слоев торфяных залежей различного генезиса содержит меньше ГВ, чем торф из поверхностного слоя, прежде всего за счет наиболее окисленных соединений - пирофосфатной фракции ГК₁ и ФК. С возрастанием глубины залегания торфа содержание ГК в залежах верхового типа изменяется незначительно, в месторождениях низинного типа снижается на глубине 75–100 см. Особенно значительно уменьшается с глубиной доля пирофосфатной фракции в ГК (ГК₁, в % от ГК).

Анализ данных гель-хроматографии показал, что все исследуемые препараты характеризуются бимодальным распределением молекул, характерным для торфяных ГК. Наиболее высокомолекулярная фракция 1 выходит из колонки со свободным объемом элюата и имеет ММ ≥ 100000. Менее высокомолекулярная часть ГК представлена фракцией 2 со средневесовой ММ от 42000 до 69000. Для всех исследуемых месторождений наиболее высокомолекулярные препараты ГК и ГК₁ находятся в поверхностном слое торфа. С увеличением глубины его залегания содержание наиболее высокомолекулярной фракции 1 в обоих препаратах заметно снижается, а количество менее высокомолекулярной фракции 2 возрастает, часто с уменьшением ее средневесовой ММ.

Самыми высокими значениями оптической плотности при 465 нм (D₄₆₅) обладают ГК, выделенные из торфа верхового месторождения Дукора (0,450–0,555). ГК малоразложившихся видов торфа верхового месторождения Ореховский Мох характеризуются меньшими значениями D₄₆₅ (0,385–0,420), а ГК низинных видов торфа имеют еще более низкие значения D₄₆₅ (0,340–0,400). Препараты ГК₁ характеризуются более высокой оптической плотностью по сравнению с ГК, что свидетельствует о более развитых системах

полисопряжения в их макромолекулах [2]. Для всех исследуемых торфяных месторождений наблюдается общая закономерность: увеличение значений D_{465} препаратов ГК и GK_1 с глубиной залегания торфа, свидетельствующая о возрастании размеров систем полисопряжения в их макромолекулах.

Таблица. Фракционно-групповой состав ГВ торфа из различных слоев торфяных залежей, С, % от $C_{орг}$ торфа

Глубина, см	Вид торфа, степень разложения, %	ГВ	ГК	GK_1	GK_2	ФК	$GK_1, \%$ от ГК
Верховой торф, месторождение Ореховский Мох							
0–25	Ангустифолиум, 15	22,37	12,87	4,10	8,77	9,50	31,9
30–50	Магелланикум, 10	21,23	14,77	3,39	11,38	6,46	23,0
75–100	Магелланикум, 15–20	17,40	11,97	1,40	10,57	5,43	11,7
Верховой торф, месторождение Дукора							
0–25	Сосново-сфагновый, 30	36,76	28,52	11,70	16,82	8,24	41,0
30–50	Пушицево-сфагновый, 30–35	39,98	30,68	12,04	18,64	9,30	39,2
75–100	Пушицево-сфагновый, 30–35	32,54	26,66	7,54	19,12	5,88	28,3
Низинный торф, безымянное месторождение у д. Дукора							
0–25	Осоковый, 30	32,50	25,47	15,29	10,18	7,03	0,0
30–50	Древесно-осоковый, 40–45	37,72	29,26	16,03	13,23	8,46	54,8
75–100	Осоковый, 25	15,25	10,88	3,42	7,46	4,37	15,29
Низинный торф, безымянное месторождение у д. Русаковичи							
0–25	Древесно-гростниковый, 60–65	28,95	19,47	10,90	8,57	9,48	56,0
30–50	Гростниковый, 40–45	29,52	20,70	6,65	14,05	8,82	32,1
75–100	Гростниковый, 40	16,13	12,53	5,52	7,01	3,60	44,1

Судя по данным ИК-спектроскопии, для всех исследуемых месторождений с увеличением глубины залегания торфа в препаратах ГК и GK_1 уменьшается содержание алифатических фрагментов, особенно насыщенных углеводородных и углеводных группировок, и увеличивается количество сопряженных ароматических структур, более выраженное в случае низинных видов торфа. В препаратах ГК и GK_1 верховых видов торфа наблюдается уменьшение содержания моноароматических структурных единиц, а в случае препаратов низинных видов торфа – полипептидных фрагментов.

По данным ЭПР-спектроскопии с увеличением глубины залегания торфа наблюдается увеличение степени ароматического полисопряжения в молекулах ГК и ГК₁. Однако наиболее интересным представляется совпадение параметров ЭПР-спектров ГК торфа из глубинных слоев торфяных залежей низинного типа, имеющих низкую интенсивность сигнала Fe³⁺, с параметрами ЭПР-спектров ГК верховых видов торфа, а именно: наличие узкого ($\Delta H < 4$ Гс) сигнала при высоком насыщении его СВЧ-мощностью и появление дополнительного более широкого сигнала ($\Delta H \sim 15$ Гс) при высоких уровнях СВЧ-мощности, что специфично для ГК верховых видов торфа и синтетических безазотистых систем ароматического полисопряжения [3]. Это может свидетельствовать о резком снижении содержания азота в структурах ароматического полисопряжения ГК торфа из глубинных слоев торфяных залежей низинного типа, несмотря на достаточно высокое содержание в них общего азота (2,65–2,80 %).

Выводы

1. Торф из глубинного слоя торфяных залежей различного генезиса содержит меньше ГВ, чем торф из поверхностного слоя, прежде всего за счет наиболее окисленных соединений - пирофосфатной фракции ГК₁ и ФК. С возрастанием глубины залегания торфа содержание ГК в залежах верхового типа изменяется незначительно, а в месторождениях низинного типа снижается на глубине 75–100 см. Доля пирофосфатной фракции ГК₁ в составе ГК заметно уменьшается с увеличением глубины залегания торфа для всех исследованных месторождений.

2. ГК торфа, выделенные двумя экстрагентами из глубинных слоев залежей различного генезиса, являются менее высокомолекулярными по сравнению с соответствующими препаратами из торфа поверхностного слоя. Они характеризуются более низким содержанием углеводных и углеводородных фрагментов, а также повышенным вкладом систем ароматического полисопряжения и уменьшением доли моноароматических структур, не входящих в системы полисопряжения. ГК торфа из глубинных слоев торфяных залежей низинного типа могут иметь низкое содержание азота в системах ароматического полисопряжения, вследствие чего структура систем полисопряжения в их макромолекулах не отличается от структуры систем ароматического полисопряжения ГК верховых видов торфа.

Литература

1. Марыганова В. В., Бамбалов Н. Н., Пармон С. В. Воздействие вида экстрагента на структуру извлекаемых из торфа гуминовых кислот // Химия твердого топлива. 2003. № 1. С. 3–10.
2. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М., 1990.
3. Лиогонький Б. И., Стригуцкий В. П., Алексанян Р. З. и др. О вкладе семихиноновых ион-радикальных состояний в парамагнетизм окислительно-восстановительных полимеров с сопряженными связями // Докл. АН БССР. 1981. Т. 25. № 9. С. 825–827.

УДК 622.7

Изменение растворимости и оптических свойств гуминовых веществ в процессе гидродинамической кавитации торфа

Цвирко Л. Ю., Бамбалов Н. Н., Соколов Г. А.

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск

Кавитационные технологии находят все большее применение в технологических процессах переработки углеводородного сырья, растительных масел, крахмала, пектинов, фруктов, овощей, молочных и других пищевых продуктов, а также ископаемых твердых топлив, древесины, радиоактивных материалов и т.д. [2].

Гидродинамическая кавитация является эффективным средством изменения структуры различных материалов за счет сил гидравлического удара и физико-химических эффектов, возникающих при схлопывании кавитационных пузырьков вблизи обтекаемых кавитационным потоком частиц. При этом основными процессами являются: механическое измельчение частиц, возбуждение молекул, ионизация, окисление, разрыв химических связей, а также противоположные процессы укрупнения молекул, образования ассоциатов и твердых частиц. При кавитационной обработке различных материалов образуются радикалы, ионы, возникают ион-радикальные образования [1, 2].

Энергии, выделяющейся при схлопывании пузырьков в современных кавитационных аппаратах, достаточно для разрыва химических связей [2], поэтому, используя кавитацию, можно разрушать химические связи между отдельными частями молекул. Наиболее детально этот вопрос изучен применительно к молекулам углеводов: при разрыве С - Н связи от углеводородной цепи отрывается протон, а при разрыве С - С связи молекула углеводорода распадается на две неравные части [3]. Из этих теоретических предпосылок