

СОСТАВ ПРИРОДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ПОЛУЧЕННЫЙ МЕТОДОМ ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МЕДИЦИНЕ

Л.И. БЕЛОЗЕРОВА¹, О.Н. БОРИСОВА²

¹ Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, Тула

² Тульский государственный университет, медицинский институт, Тула

Приведены данные хромато-масс-спектрометрии различных (хлороформных, толуольных, спиртовых и пр.) экстрактов гуминовых кислот сапропелей, торфов, растительных веществ, полученных из различных регионов России: (Краснодарского края, Тульской, Астраханской, Оренбургской областей и др.). Идентифицированы соединения различных классов, установлена их структура, рассчитан структурно-групповой состав экстрактов.

Ключевые слова: хромато-масс-спектрометрия, гуминовые кислоты, сапропель, торфы.

Для решения задач, стоящих перед клинической медициной, актуальным является изучение особенностей состава и биологической активности различных природных веществ — для возможности их использования в клинической практике.

Изучение различных экстрактов (толуольных, спиртовых и др.) гуминовых кислот сапропелей, торфов — осуществлялось на газовом хроматографе GC-2010, соединенном с тройным квадрупольным масс-спектрометром GCMS-TQ8030 под управлением программного обеспечения (ПО) GCMSsolution 4.11. Для идентификации и количественного определения содержания соединений использовали следующие условия хроматографирования: ввод пробы с делением потока (1:10), колонка ZB-5MS (30 м×0,25 мм×0,25 мкм), температура инжектора 280°C, газ-носитель — гелий, скорость газа через колонку 0,90 мл/мин. Для регистрации аналитических сигналов использовали следующие параметры масс-спектрометра: температура переходной линии — 280°C, температура источника ионов 200°C, электронная ионизация (ЭИ). Диапазон регистрируемых масс от 50 до 500 Да. Задержка выхода растворителя 5 мин. При хроматографии экстрактов идентифицировали широкую гамму соединений, определено их количественное содержание. Данные были использовались для расчета структурно-группового состава изученных экстрактов (масс.%) [2, 8].

Обобщены литературные сведения, освещающие особенности химического состава биологического материала и направлений его биохимической трансформации, ответственных за формирование органической массы сапропелей. Особое внимание уделено выявлению соединений, определяющих физиологическую активность исходных сапропелей и различных препаратов на их основе [7].

Имеются результаты изучения вещественного состава и биологической активности сапропеля г. Приморско-Ахтарск (Азовская пойма Краснодарский край). Подробно охарактеризованы технический, ботанический и химический групповой состав исходного сапропеля, качественный и количественный состав фульвокислот, гуминовых и гиматомелановых кислот. Выполнено биологическое тестирование сапропелевых препаратов с использованием широкого набора микроорганизмов. Установлена высокая биологическая активность сапропелевых препаратов, которая коррелируется с функциональным составом последних [1].

Изучены особенности химического состава различных экстрактов гуминовых кислот сапропеля Краснодарского края (г. Приморско-Ахтарск). Комплексом физико-химических методов анализа показана высокая эффективность экстракции растворителями различной полярности при разделении столь сложного объекта, как

сапропелевые гуминовые кислоты. Показано, что полученные экстракты значительно различаются средней молекулярной массой, элементарным и функциональным составом, степенью ароматичности, нафтеновности, окисленности, содержанием различных групп соединений, биологической активностью [14].

Приведены результаты комплексного исследования химического состава различных экстрактов сапропеля Краснодарского края (г. Приморско-Ахтарск). Установлено, что органическое вещество экстрактов имеет достаточно сложный характер, включая соединения алифатической, гидроароматической, алициклической, ароматической, гетероциклической природы, широкий набор аминокислот, сахаров, водорастворимых карбоновых кислот, стероидных и алкалоидных компонентов [15].

Установлена генетическая связь особенностей состава флоры и фауны луговой и высшей растительности Ахтубинской поймы с. Сасыколи Астраханской области с химическим составом и биологической активностью исходного сапропеля и различных препаратов на его основе. Подробно изучены особенности химического состава сапропеля района Соль-Илецк Оренбургской области; выполнено биологическое тестирование сапропелевых препаратов; проведен сравнительный анализ химического состава сапропеля, а также флоры, фауны, луговой, высшей растительности, водорослей с составом органического вещества сапропеля. Установлена генетическая связь химического состава сапропеля, растительного и животного материала, участвовавшего в образовании последнего, с биологической активностью сапропелевых препаратов [12, 13].

Методами ИК-Фурье, УФ/ВИС, НЯМР-спектроскопии, хромато-масс-спектрометрии, препаративной тонкослойной хроматографии со свидетелями, элементарного и функционального анализов получены подробные сведения о качественном и количественном составе отдельных групповых составляющих сапропеля оз. Глубокое (Татарстан), а также биологической активности различных сапропелевых препаратов. Разработана схема последовательной экстракции, кислотно-щелочного гидролиза, препаративной ТСХ исходного сапропеля и отдельных составляющих органического вещества. Идентифицированы аминокислоты, сахара, карбоновые кислоты, спирты, кетоны, флавоноиды, *n*-, *изо*- и *цикло*алканы, витамины, производные фенола, нафтолов, хлорофилла, каротиноиды, хиноны, антоцианины, металлопорфирины, большинство из которых имеют тесную генетическую

связь с исходным биоматериалом, участвовавшим в сапропелеобразовании, проявляющих высокую биологическую активность. Выполнено биологическое тестирование различных сапропелевых препаратов с использованием бактерий *St. Aureus*, *E. Coli*, *C. Diphthiriac gravis*, дрожжеподобных грибов рода *Candida*. Установлен значительный бактерицидный эффект сапропелевых препаратов, сравнимый с таковым для синтетических антибиотиков [3].

Проведены подробные данные вещественного состава различных водорослей, бактерий, зоопланктона, высших растений, участвующих в формировании органического вещества сапропелей. Изучены особенности химического состава и биологической активности сапропеля р. Тихая Сосна Белгородской области. Показаны перспективы широкого применения различных сапропелевых препаратов в современной медицине.

Одной из фундаментальных проблем современной медицины является разработка биологически активных препаратов из природного растительного и животного сырья как средств повышения неспецифической резистенции организма. Весьма перспективными для этой цели являются гуминовые вещества, выделенные из сапропелей, торфов и углей. Выявлена практическая безвредность для крови, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, жизненно важных органов на уровне патогистологических и гистохимических исследований. Они не вызывают аллергии и анафилактики, патологической сенсibilизации к лекарственным веществам, апирогенны, не обладают тератогенными, эмбриотоксическими и канцерогенными свойствами.

Гуминовый комплекс является ценным компонентом сапропелей, стимулирует биологические процессы в организме человека и животных, обладает антимикробным, антисептическим действием. Низкомолекулярная фракция, включающая органо-минеральные формы, проникает через кожу и транспортирует к органам различные физиологически активные вещества. Гуминовые кислоты сапропелей обладают кортизоноподобным действием, вызывают непосредственные ферментативные реакции как в стенках капилляров, так и в клетках эпителия, адсорбирующих цитохромоксидазу, щелочную фосфатазу, АТФ, тормозят действие гиалуронидазы, входящей в состав соединительной ткани, и таким образом купируют воспалительные процессы у больных полиартритом [9].

Приведен подробный обзор литературы, освещающей состояние вопроса химического состава органической массы различных торфов,

а также биологической активности препаратов на их основе, роли последних в производстве экологически чистой сельхозпродукции, медицине, технике. Имеются результаты исследования состава битумов, торфов. В битумах — выявлено наличие восков, смол, н-, изо- и циклоалканов, спиртов, карбонильных соединений, карбоновых кислот, стероидов. В карбоновых кислотах н-строения установлено доминирование гомологов с четным числом атомов углерода. Обнаружены сложные эфиры тритотерпеноидов, стероидов, каротиноидов, скваленов. Легкогидрализующиеся и водорастворимые фракции торфа представлены аминокислотами, углеводами, водорастворимыми карбоновыми кислотами. Дана характеристика негидролизующихся веществ (лигнинов), гуминовых веществ торфа. Охарактеризованы фульвокислоты и гуминовые кислоты. Подчеркнута противоречивость сведений о природе биологической активности гуминовых кислот и о структуре различных фрагментов их макромолекулы. Определена перспектива разработки методов повышения биологической активности гуминовых кислот [5].

Приведены данные хромато-масс-спектрометрии толуольного экстракта гуминовых кислот сапропеля Азовской поймы, Краснодарского края. Идентифицирована широкая гамма соединений различных классов, установлена их структура, рассчитан структурно-групповой состав экстракта [1].

Впервые выполнено хромато-масс-спектрометрическое исследование спиртового экстракта гуминовых кислот сапропеля Азовской поймы, Краснодарского края. В его составе установлено наличие широкой гаммы соединений различных классов, для которых определены количественное содержание, особенности структур, рассчитан структурно-групповой состав экстракта. На основании результатов биологического тестирования констатирована высокая физиологическая активность данного экстракта по отношению к различным микроорганизмам.

Приведены данные хромато-масс-спектрометрии хлороформного экстракта гуминовых кислот сапропеля Азовской поймы, Краснодарского края. Идентифицирована широкая гамма соединений различных классов, установлена их структура, рассчитан структурно-групповой состав экстракта [4, 16].

Представляются значимыми исследования растительных веществ, используемых в медицине, либо природных для такого использования.

Впервые выполнена хромато-масс-спектрометрия спиртового экстракта Маклюры (индийский

и китайский апельсин, божий дар). Определены качественный состав и количественное содержание, а также структура соединений органического вещества *Маклюры*. Сделаны предварительные выводы о направленности физиологического действия последней [11].

Получены сведения о составе продуктов морской красной водоросли *Dunaliellasalina* с использованием хромато-масс-спектрометрии. В экстракте, полученном с использованием смеси изопропилового спирта и толуола, идентифицированы и количественно определены соединения, для которых установлены молекулярные и структурные формулы. Большинство соединений, согласно литературным данным, обладают физиологической активностью [6].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белозерова Л.И., Платонов В.В., Хадарцев А.А. Хромато-масс-спектрометрия толуольного экстракта гуминовых кислот сапропеля азовской поймы, Краснодарского края (краткое сообщение) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. № 2. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-2/1-2.pdf> (дата обращения: 26.04.2017). DOI: 10.12737/article_5909a2a8a80212.06888441.
2. Платонов В.А., Хадарцев А.А., Фридзон К.Я., Чуносков С.Н. Химический состав и биологическая активность сапропеля оз. Глубокое (Татарстан) // Вестник новых медицинских технологий — 2014 — Т. 21, № 3 — С. 199.
3. Платонов В.А., Хадарцев А.А., Фридзон К.Я., Чуносков С.Н. Химический состав и биологическая активность сапропеля оз. Глубокое (Татарстан) // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21, № 3. С. 199.
4. Платонов В.В., Белозерова Л.И., Хадарцев А.А. Хромато-масс-спектрометрия хлороформного экстракта гуминовых кислот сапропеля Азовской поймы, Краснодарского края (краткое сообщение) // Вестник новых медицинских технологий — 2017 — Т. 24, № 2 — С. 200–203.
5. Платонов В.В., Горохова М.Н. Особенности химического состава органической массы торфов и биологическая активность препаратов на их основе // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. № 2. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/1-2.pdf> (дата обращения: 05.05.2016). DOI: 10.12737/19645.
6. Платонов В.В., Ларина М.А. Продукты морской красной водоросли *Dunaliellasalina* // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. № 3. Публикация 7-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-3/7-2.pdf> (дата обращения: 05.07.2016).
7. Платонов В.В., Ларина М.А., Горохова М.Н. Сапропели — кладовая биологически активных соединений // Вестник новых медицинских технологий. Электрон-

- ное издание. 2016. №3. Публикация 7-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-3/7-1.pdf> (дата обращения: 01.07.2016).
8. Платонов В.В., Ларина М.А., Дмитриева Е.Д., Бодял М.А. Биологически активные медицинские препараты на основе сапропелевого гуминового комплекса // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №2. Публикация 1-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/1-1.pdf> (дата обращения: 04.05.2016). DOI: 10.12737/19646
 9. Платонов В.В., Ларина М.А., Дмитриева Е.Д., Бодял М.А. Биологически активные медицинские препараты на основе сапропелевого гуминового комплекса // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №2. Публикация 1-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/1-1.pdf> (дата обращения: 04.05.2016). DOI: 10.12737/19646.
 10. Платонов В.В., Половецкая О.С. Особенности химического состава и биологическая активность сапропелей // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2012. №1.
 11. Платонов В.В., Хадарцев А.А., Белозерова Л.И. Хромато-масс-спектрометрия спиртового экстракта маклюры // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №2. Публикация 1-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-2/1-3.pdf> (дата обращения: 27.04.2017). DOI: 10.12737/article_5909a300d1fcc8.29871271.
 12. Платонов В.В., Хадарцев А.А., Фридзон К.Я. Генетическая связь биологической активности сапропеля Астраханской области с исходным растительным и животным материалом // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1
 13. Платонов В.В., Хадарцев А.А., Фридзон К.Я. Химический состав и биологическая активность сапропеля Оренбургской области (п. Соль-Илецк), генетическая связь с составом сапропелеобразователей // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1.
 14. Половецкая О.С., Платонов В.В., Хадарцев А.А. Особенности химического состава сапропелевых гуминовых кислот Краснодарского края // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013. №1.
 15. Половецкая О.С., Платонов В.В., Хадарцев А.А. Особенности химического состава экстрактов сапропеля Краснодарского края // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. XX, №2 — С. 2.
 16. Хадарцев А.А., Платонов В.В., Белозерова Л.И. Хромато-масс-спектрометрия спиртового экстракта гуминовых кислот сапропеля Азовской поймы, Краснодарского края // Вестник новых медицинских технологий — 2017 — Т. 24, №2 — С. 204–208.

COMPOSITION OF NATURAL SUBSTANCES OBTAINED BY THE METHOD OF CHROMATO-MASS-SPECTROMETRY FOR THE DETERMINATION OF THE POSSIBILITY OF THEIR USE IN MEDICINE

L.I. BELOZEROVA, O.N. BORISOVA

The authors give data of chromato-mass spectrometry of various (chloroform, toluene, alcoholic, etc.) extracts of humic acids of sapropels, peat, plant substances from various regions of Russia: Krasnodar Territory, Tula, Astrakhan, Orenburg regions, etc. The compounds of various classes were identified, their structure was established, a structural-group composition of the extracts was calculated.

Keywords: chromatography-mass-spectrometry, humic acids, sapropel, peat.