

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ САПРОПЕЛЯ АСТРАХАНСКОЙ  
ОБЛАСТИ С ИСХОДНЫМ РАСТИТЕЛЬНЫМ И ЖИВОТНЫМ МАТЕРИАЛОМ

В.В. ПЛАТОНОВ, А.А. ХАДАРТЦЕВ, К.Я. ФРИДЗОН

*Медицинский институт, Тульский государственный университет, ул. Болдина, д. 128, Тула, Россия, 300028*

**Аннотация.** 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.

**Ключевые слова:** сапропели, ИК-Фурье спектроскопия, жидкостная хроматография, УФ/ВИС спектроскопия.

GENETIC LINK OF THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF SAPROPEL IN THE ASTRAKHAN REGION  
WITH THE SOURCE ANIMAL AND PLANT MATERIAL

V.V. PLATONOV, A.A. KHADARTSEV, K.Ya. FRIDZON

*Medical Institute, Tula State University, st. Boldin, etc. 128, Tula, Russia, 300028*

**Abstract.** Genetic link of features of flora and fauna of meadow and higher vegetation of the Akhtubinsky floodplain in village Sasykoli of the Astrakhan region with chemical composition and biological activity of the source of sapropel and different preparations on its basis was established.

**Key words:** sapropel, IR-Fourier spectroscopy, liquid chromatography, UV/VIS spectroscopy.

Сапропели и препараты на их основе – являются своего рода биологической копилкой широкого спектра биологически активных веществ, используются в лечебно-профилактических, санаторно-курортных и научных учреждениях России: в Пятигорском НИИ курортологии и физиотерапии, на курортах Владивостокской курортной зоны, Анапа, Ахтала, Бердянск, Ессентуки, Кавказские Минеральные воды, Кисловодск, Кемери, Лиепая и др. [5, 6].

Расширенное использование и повышение эффективности сапропелей связано с познанием особенностей химического состава и структурной организации соединений, определяющих их биологическую активность, изучением механизмов ее направленного использования. Актуально установление генетической связи биологической активности сапропелей с их химическим составом, видовым составом исходного растительного и животного материала, участвующим в формировании химического состава и биологической активности сапропелей [7-9].

Наличие подробных сведений о фауне и зоопланктоне гидросистем, высшей и луговой растительности, поставляющих широкий спектр соединений, подвергающихся сложным биохимическим преобразованиям, формирующих залежи сапропелей, позволит научно обосновать выбор этих залежей для производства сапропелевых препаратов с предсказуемым физиологическим действием.

**Цель исследования** – установление генетической связи биологической активности сапропелевых препаратов с их химическим составом, набором животного и растительного материала, участвовавшего в формировании сапропелей Астраханской области.

**Объекты и методы исследования.** Исследовались донные отложения Ахтубинской поймы (Астраханская обл., с. Сасыколи), расположенной в Каспийской впадине. Эти отложения относятся к неогеновому периоду кайнозойской эры (начало – 25 млн. лет назад, продолжительность – 23 млн. лет) и представлены сапропелем. Геологические и палеоботанические характеристики этой местности претерпели весьма значительные изменения с момента формирования, что позволяет отнести исследуемый сапропель к приморским реликтовым, в частности, к прикаспийским кумулятивным отложениям. Подстилающими породами служат каспийские илистые пески, реже – коренные породы, окружающие почвы – пойменные и бурые полупустынные. Используемый сапропель имеет вид студенистой массы с остатками растительных и животных организмов и включениями мелкозернистого песка темного серо-зеленого цвета.

**Общая характеристика сапропеля.** Влажность ( $W^d$ , %) – 12,0 на воздушно-сухой образец, зольность ( $A^d$ , %) – 92,0; элементный состав (масс. % daf): C(45,8), H(19,3); N(1,6); O+S(33,8); состав минеральной части (масс. % от прокаленной зола):  $SiO_2$  (56,6); CaO (13,5);  $Al_2O_3$  (12,3); MgO (2,4);  $K_2O$  (1,7);  $TiO_2$ (1,4); MnO (0,2); Fe (общ) (3,8);  $P_2O_5$  (4,2).

Сапропелевые препараты были получены по разработанной авторами схеме. Сначала осуществлялась экстракция воздушно-сухого сапропеля дистиллированной водой в аппарате Сокслета; затем смесью бензол:этанол (1:1) об. Дебитуминированный сапропель последовательно подвергался гидролизу 2 и 12% рас-

твором хлороводородной кислоты с выделением *легкогидролизуемых веществ* (ЛГВ), *уроновых кислот* (УК), а также *фульвокислот* (ФК) и *гуминовых веществ* (ГВ) – обработкой 0,1 N раствором гидроксида натрия. Остаточный сапрпель гидролизировался 80% серной кислотой для выделения целлюлозы; в результате был получен также негидролизуемый остаток сапрпеля.

Выход бензольно-этанольного экстракта составил 4,2 масс. % на *органическую массу сапрпеля* (ОМС), который методом колоночной адсорбционной жидкостной хроматографии на модифицированном силикагеле марки АСКМ был разделен с получением толуольного (31,6), хлороформного (30,8), ацетонового (28,2), этанольного (5,6) и уксуснокислотного (2,8) – масс. % от экстракта – элюатов. Каждый из элюатов был охарактеризован *элементным* (ЭА), *функциональным* (ФА), дифференциально-термическим и дифференциально-гравиметрическим, рентгенофлуоресцентным анализами, ИК-Фурье и УФ/ВИС спектроскопией, хромато-масс-спектрометрией. Кроме того, бензольно-этанольный экстракт препаративной *тонкослойной хроматографией* (ТСХ) на пластинках «Silyfol» (ЧССР) был разделен на 35 субфракций с последующей их характеристикой комплексом вышеперечисленных физико-химических методов.

Выход ЛРВ – 8,2; УК – 9,2; ФК – 1,3; ГВ – 16,4; целлюлозы – 1,7; негидролизуемый остаток – 62,0 (масс. % от ОМС).

Для ЛГВ, *водорастворимых веществ* (ВРВ), УК и ФК – выполнялась *тонкослойная хроматография* (ТСХ) с определением качественного и количественного содержания аминокислот, сахаров, водорастворимых карбоновых кислот. Для ГК выполнялись ТСХ, ЭА, ФА, криоскопия по Раути с определением значения средней молекулярной массы, ИК-Фурье и УФ/ВИС спектроскопия, хромато-масс-спектрометрия.

В составе ВРВ, ЛГВ, УК и ФК с использованием широкого набора стандартных соединений были идентифицированы и количественно определены аминокислоты, сахара, водорастворимые карбоновые кислоты. *Аминокислоты*: L- $\alpha$ -аланин, лейцин, валин, глицин, аспарагин, аргинин, лизин, гистидин, аспарагиновая кислота, тирозин, цистеин, триптофан, глутамин, серин, изолейцин, саркозин, пролин, оксипролин, фенилаланин, общее содержание которых варьирует от 22,5 (ФК) до 692,0 (масс. % $\times 10^2$  ОМС) ЛГВ. Сахара: арабиноза, галактоза, Д-глюкоза, L-рамноза, лактоза, мальтоза, раффиноза, глюкозамин – от 16,5 (ФК) до 253,0 (УК) масс. % $\times 10^2$  ОМС. Водорастворимые карбоновые кислоты: шавелевая, янтарная, пимелиновая, винная, яблочная, салициловая, о-фталева, галловая, феруловая, ванилиновая, сиреневая, малоновая, бензойная – от 14,5 (ФК) до 58,5 (УК), масс. % $\times 10^2$  ОМС.

Значение молекулярной массы ГК составило 1050 а.е.м.; *элементный состав* (масс. % daf): C(53,5), H(5,3), N(4,6), O+S(36,6); *функциональный состав* (мг-экв/г): *фенольные группы* (ФГ) – 4,96, *карбокисильные группы* (КрГ) – 6,98, *кетонные* (КГ) – 2,16, *хиноидные* (ХГ) – 4,20, *йодное число* (ИЧ) – 0,72.

В ИК-Фурье спектре ГК были идентифицированы полосы поглощения (п.п.) –  $\nu$  см<sup>-1</sup> следующих структурных фрагментов: CH<sub>1</sub>-CH<sub>2</sub> и CH<sub>3</sub>- группы в алифатических и циклоалкаловых структурах (2920, 2960, 2850, 2860, 1465, 1470, 1380, 725); ароматические циклы, преимущественно неконденсированные (3080–3000, дублет 1600–1500, 1225), фурановые циклы (3180–3130, 1545, 1495, 1030–1015, 875, 790–760); интенсивные п.п. связанных и свободных гидроксильных групп фенолов и спиртов (3550–3300, 3630, 3615, 1310, 1210, 1100–1030), карбоксилат-ионов (1610–1550, 1400, 560–515, 470); пиррольные циклы (3490, 3125–3100, дублет 1600–1500), ароматические амины и амиды (3550–3300, 3490, 3200, 2200–1800, 1680, 1540), метоксильные группы при ароматических кольцах (2850–2830), интенсивные п.п. ХГ и сопряженных кетон (1675, 1645), сложноеэфирных и КГ (1740–1735, 1175, 960).

УФ/ВИС- спектры позволили уточнить особенности состава и структурной организации ГК. Идентифицированы  $\pi$ -комплексы металлов с ФГ и ХГ (450 нм), сопряженные хиноны и пиррольные пигменты (520 и 620 нм), феофитин (510, 670, 415), хлорофилл в (450, 578, 648 нм), пигменты пурпурных бактерий (480, 532 нм), антоцианы (489, 500 нм), каротиноиды (415, 450, 480 нм).

Атомно-абсорбционным анализом в ГВ были обнаружены Cu, P, Br, Fe, Al, Sr, Ba, Ag, Sn, W, Ni, Co, Ge, Be, Pb, отдельные из которых могут входить в состав комплексных соединений, наличие которых подтверждается данными ИК-Фурье и УФ/ВИС- спектроскопии.

**Характеристика бензольно-этанольного экстракта.** Экстракт имеет мазеподобную консистенцию, серо-зеленый цвет, смолистый запах, среднюю молекулярную массу (а.е.м.) – 453; *элементный* (масс. % daf): C(61,1), H(8,5), N(0,7), O+S (29,7); *функциональный состав* (мг-экв/г): ФГ(3,78), КрГ (0,52), КГ(1,84), ХГ (0,81), ИЧ (0,49).

Экстракт характеризуется достаточно высоким содержанием водорода (8,5), что свидетельствует о невысоком вкладе ароматических структур и о повышенном содержании алифатических и нафтеновых соединений с кратными связями, на что указывает невысокое значение ИЧ (0,49 мг-экв./г), невысокий вклад азотсодержащих структур, но существенна – доля кислородсодержащих.

В ИК-Фурье спектре бензольно-этанольного экстракта обнаружены п.п. ( $\nu$  см<sup>-1</sup>):

– незначительное количество конденсированных ароматических структур (3070–3030, 1500–1470, 1530–1475, 910–650) с алкильными заместителями различной длины;

– очень интенсивные п.п. длинноцепочечных углеводов (2690, 2870, 1460, 1380, 720). Совокупность п.п. (3420–3340, 2960, 2930, 2860, 1467, 1450, 1389, 1370, 1110, 1060, 720) указывает на присутствие углеводов циклического строения. Идентифицированы: стерин (3030, 1670, 960, 840, 800), в частности

п.п. (3440–3400, 1065,970, 840, 805) свидетельствуют о присутствии β-ситостерина; карбонильные и гидроксильные фрагменты (3450, 1740, 1690, 1250, 1210, 1176, 1150, 1040); сложнэфирные группы (3450, 1470, 1350, 1250, 1100, 950), простые эфирные связи (1260, 1105), метиловые эфиры ароматических кислот (3080, 1735, 1600, 1520, 1470, 1450, 1420, 1386, 1370, 1250, 1200, 1180, 980, 410), кетонные (1715–1665, 1690, 1100, 1300), хиноидные (1675, 1645) и алкоксильные группы (2855–2878, 1310–1210, 1050–1010).

УФ/ВИС- спектроскопия подтвердила сложный и полифункциональный состав экстракта на основе идентификации: каротиноидных и флавоноидных пигментов (240, 290, 435, 525 нм), пиррольных пигментов (435, 525, 615), стероидов (290).

Более детальная информация о химическом составе бензольно-этанольного экстракта была получена в результате изучения отдельных элюатов, выход которых приведен выше. Колоночная адсорбционная жидкостная хроматография позволила разделить экстракт на элюаты существенно различающиеся значением молекулярной массы (а.е.м.) – 340 (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) – 505(ацетоновый).

Содержание углерода изменяется от 85,8 до 58,5; водорода – от 13,3 до 5,4; азота – от 0,2 до 2,6; кислорода, серы – от 0,7 до 33,6 (масс. % daf). Основу функциональных групп составляют ФГ(0,54–5,98), КГ(0,44–2,17), КрГ(0,10–1,21), ХГ(0,94–3,35) – в мг-экв/г.

ИК-Фурье спектроскопия позволила выявить ряд особенностей химического состава отдельных элюатов ( $\nu_1$  см<sup>-1</sup>). Так, присутствие ароматических структур (1590–1580) установлено во всех элюатах, с максимальным содержанием в толуольном, в котором идентифицированы моноядерные структуры (1580–1505); конденсированные кольца (1505–1500) присутствуют в других элюатах; насыщенные циклы (970, 960, 950) – во всех элюатах, кроме уксуснокислотного. Хлороформный элюат отличается наличием широкого спектра азотсодержащих соединений – вторичных ароматических аминов (3450), которые находятся также в толуольном и этанольном элюатах, но с меньшим содержанием; амидов (1550–1540), ариламинов (665), пиридиновых циклов (755), алкиламинов. В хлороформном, ацетоновом и уксуснокислотном элюатах присутствуют соли гуанидиния (1680–1670, 1630–1620).

Кислородсодержащие соединения достаточно широко представлены во всех элюатах. Кетоны (1750) обнаружены во всех элюатах, кроме ацетонового, в т.ч.: 5- и 6- членные кетоны (1715, 1660). Установлено высокое содержание простых (1415) и сложных эфиров (1733). В ацетоновом, этанольном и уксуснокислотном элюатах присутствуют карбоксильные группы (3420, 3270, 3615). Кроме того, в элюатах установлено наличие кетоэфиров, солей карбоновых кислот (700–400), фенолятов, фенольных и спиртовых групп (3000–2500, 1410–1310, 1250, 1210, 1710, 1100); циклические лактоны (1880) и лактамы (1740), эпоксигруппы стероидов (1150–1000), оксистероиды, стероидные спирты (1040, 1030, 1000), тиолы (1610), тиоуреиды (3150, 800–600), дисульфиды, сахара, полисахариды (840, 795), гликозиды, каротиноиды (970, 890, 820, 780), кумарины и изокумарины (1745–1730, 1720), терпены и тритерпеноиды (1650, 1580, 990, 970, 860), хиноны (1675–1650).

УФ/ВИС – спектроскопией (нм) в толуольном и хлороформном элюатах установлено наличие сопряженных пиррольных циклов типа порфиринов и хлорофиллов (450, 508, 544); в хлороформном элюате – производные нафталина (238, 270, 310), индолов, витамина К (270), гиперидина (660); α, β-ненасыщенные кетоны – в ацетоновом элюате. Стероидные производные типа холестадиена и эргостена (280, 220 нм) – обнаружены в этаноловом элюате.

В системе бензол : хлороформ : этанол : ацетон (50 : 1 : 50 : 1) об. – бензольно-этанольный экстракт методом ТСХ на стандартных пластинках «Silyfol» (200×200 мм) был разделен на 27 узких субфракций. Четкость разделения контролировалась в УФ-лучах аналитической кварцевой лампы (λ=354 нм), использовавшейся для разметки пластин. Элюированные и высушенные пластинки размечались в УФ-лучах, разрезались на полосы. Вещества десорбировались со слоя сорбента ацетоном. После удаления растворителя определялся выход каждой субфракции, которые характеризовались комплексом физико-химических методов, качественными реакциями на специфические структуры.

Максимально подробная детализация состава бензольно-этанольного экстракта, ВРВ, ЛГВ, УК, ФК и ГК, вплоть до индивидуальных соединений, является научным подходом к объяснению механизма биологической активности сапропеля и препаратов на его основе, установлению генетической связи такой активности с особенностями видового состава растительного и животного материала, путей его биогеохимической деградации в материал сапропелевой залежи, разработке рекомендаций по оптимальному применению в медицинской практике при лечении и профилактике заболеваний.

Обобщение результатов комплекса физико-химических анализов, использованных при изучении узких субфракций бензольно-этанольного экстракта, позволило предложить следующие структуры соединений: хлорофилл «а», ругалозин, сферофизин, эскулетин, β-ситостерол, родоксантин, убихинон, кверцитин [1].

**Изучение биологической активности сапропелевых препаратов.** Использовались бактерии: Escherichia coli, Salmonella enteritidis, Shigella sonnei, Klebsiella pneumonia, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Corynebacterium diphtheria gravis, грибы рода Candida – на плотных питательных средах методом серийных разведений. Взвеси микроорганизмов равномерно высевались секторами в чашки Петри на поверхность агаровой пластинки, полученной путем добавления в стандартную питательную среду разных количеств растворов сапропелевых препаратов.

Чашки помещали в термостат на инкубацию при 37 °С в течение 18-20 часов. В качестве контроля использовали параллельные посеы тех же микроорганизмов на стандартные питательные среды. Учет биологической активности проводился визуально по интенсивности роста или угнетения колоний бактерий.

Результаты проведенных исследований позволили констатировать, что сапропелевые препараты имеют ярко выраженные биологически активные свойства, проявление которых зависит как от концентрации, так и от вида микроорганизма; возможно прогнозирование возможности и пути применения препаратов. Вышеназванные микроорганизмы (*Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa*) весьма устойчивы к действию антибиотических и бактерицидных веществ. Возможность усиливать рост колоний *Corynebacterium diphtheriae gravis* с помощью ГК может применяться в бактериологической практике взамен сложных и зачастую дорогостоящих добавок в питательные среды, поскольку слабый рост колоний данного микроорганизма затрудняет точную и своевременную диагностику заболеваний.

По отношению к грибам рода *Candida* ГК оказались неактивными, что, вероятно, связано со сложностью диффузии ГК через жесткую клеточную стенку грибов. Однако, бензольно-этанольный экстракт, его элюаты и узкие субракции при времени инкубации до 96 час. показали ярко выраженный эффект угнетения роста микроорганизмов. Следовательно, в лечебных целях необходимо более длительное время воздействия на патологический процесс, вызванный возбудителями грибковой природы [1].

Биологическая активность сапропеля и препаратов на его основе обусловлена не только природой и количественным содержанием перечисленных выше соединений, но и явлением их синергизма, поэтому рассмотрение свойств отдельных компонентов целесообразно проводить с точки зрения их функций в природе и взаимосвязи с исходным биологическим материалом.

В этой связи считалось целесообразным рассмотреть особенности видового состава флоры и фауны Ахтубинской поймы с. Сасыколи Астраханской области, включая телорез, пузырчатку, рдесты, хвощ, водяная чума, уруть, ежеголовник, аир, камыш, осока бутылчатая, синие, сине-зеленые, нитчатые, диатомовые, красные и бурые водоросли, а также полынь, астрагалы, молочаи, щавель конский, ива белая, пырей, бесмертник песчаный, солодка голая, ромашка аптечная, пижма. Данный весьма незначительный перечень растительности, который на территории Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги насчитывает около 500 видов, принадлежащих к 82-м семействам, характеризуется достаточно широким разнообразием физиологически активных соединений, которые в нативном, или преобразованном виде формируют вещественный состав сапропеля.

Так, например, в составе *полыни* содержатся *сесквитерпеновые лактоны* (абсинтин, анабсинтин, анабсин, изоабсинтин), *мономолекулярные артабсинолиды* А, В, С, Д, артабсин, арлатин; *бициклические терпены* – туйон, туйол и его эфиры с уксусной, изовалериановой и пальмитиновой кислотами, фелландрен и кадинен, *азулены*, дубильные вещества, витамин С, каротин, органические кислоты.

В *хвоще полевом*: кремневая, яблочная, щавелевая, аконитовая кислоты и их соли, каротин, витамин С, флавоновые гликозиды, сапонин, никотин, Д-глюкоза, эфирное и жирное масло, белки, углеводы, микроэлементы.

*Ромашка аптечная*: эфирное масло, флавоноиды, кумарины, тритерпеновые спирты, фитостерины, холин, пектины, салициловая и никотиновая кислоты, β-каротин, глицериды жирных кислот, сахара, протеины, горечи, слизи, камедь.

*Одуванчик лекарственный*: горькие гликозиды (тараксацин, тараксацерин); тритерпены (тараксастерин, тараксерол, тараксол, псевдотараксастерол, β-амирин и эвдесманолит; β-ситостерин, стигмастерин, никотиновая кислота, никотинамид, холин, инулин (до 24%), каучук (до 3%), органические кислоты.

*Крапива двудомная*: ацетилхолин, гистамин, витамины К, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, Е, β-каротин, пантотеновая кислота; фенолкарбоновые кислоты – галловая, п-кумарная, кофейная, феруловая, эллаговая, гликозид кверцетина, каротиноиды, ксантофилл, виолаксантин, хлорофилл.

*Тысячелистник обыкновенный*: сесквитерпеновые лактоны (миллефин, миллефолит, лейкомизин, ахиллин, аустрицин; эфирное масло, содержащее проазулены, цинеол, борнеол, туйон, карифиллен; флавоноиды: гликозиды кверцетина и лютеолина; витамины С, К, каротин, смолы, органические кислоты (муравьиная, изовалериановая, уксусная).

*Лопух большой (репей)*: полисахарид инулин (до 45%), протеины (до 12,3%), эфирное масло, жироподобные вещества (0,82%); пальмитиновая, стеариновая и оксикоричные кислоты, стерины.

*Аир болотный*: эфирное масло (азарон до 73%); сесквитерпеновые кислоты (акорон и калакон, камфен, борнеол, камфора, проазулены и крахмал, витамин С, гликозид акорин, дубильные вещества.

*Щавель конский*: антрахиноны, в т.ч.: эмодин, арабинозид эмодина, щавелин, хризофановая кислота, флавоноид рутин, антоцианы, лейкоантоцианы; ароматические соединения (мелодин и непозид); витамины С, К; сапонины, катехины, фенолкарбоновые кислоты (галловая и пирогалловая), эфирное масло; щавелевая, яблочная, лимонная кислоты; сахара (Д-глюкоза, фруктоза, сахароза).

*Татарник колючий*: сесквитерпеновые лактоны (онопордопикрин, арктопикрин); алкалоиды, фенольные соединения, сапонины, инулин.

*Бессмертник песчаный*: флавоноиды (гелихризин, изогелихризин, нарингенин, салипурпозид, апигенин, кемпферол и их гликозиды), производные фталевого ангидрида, эфирное масло, дубильные вещества, кумарин, скополетин, стероидные соединения, витамин К, органические кислоты.

*Пастушья сумка обыкновенная*: витамин К, флавоноиды (акацетин, генкванин, хризозеириол, диасметин, лютеолин, кверцетин, изорамнетин), кофейная, хлорогеновая, изохлорогеновая кислоты; оксикумарины скополетин и умбеллиферон, горькие гликозиды; яблочная, лимонная, винная, фумаровая, бурсовая кислоты; сапонины, тиразин.

*Солодка голая*: тритерпеновые сапонины, среди которых главным компонентом (до 24%) является глицирризин (глицирризиновая кислота), имеющий многочисленные изомеры: тритерпен карбоноксолон, габровая и ликориновая кислоты: флавоноиды (до 4%) – флавонолы, халконы и их гликозиды; моно- и дисахариды (до 20%), пектины (4-6%), липиды (3-4%), горькие (2-4%) и смолистые (2-4%) вещества, крахмал, белки,  $\beta$ -ситостерин, дигидростигмастирин, эстриол, фенолкарбоновые кислоты – феруловая, синаповая, салициловая, ацетилсалициловая, лигнин (18%), кумарины (2,6%), в том числе ликьюкумарин, герниарин, умбеллиферон, сапонины тритерпеновые (8%), холин, бетаин, витамин С, каротин, кумэстаны.

*Пижма обыкновенная*: главными компонентами цветков являются бициклические терпеновые кетоны ( $\alpha$ - и  $\beta$ -туйон), а также флавоноиды: акацетин, генкванин, хризозеириол, диосметин, лютеолин, кверцетин, изорамнетин; фенолкарбоновые кислоты – кофейная, хлорогеновая, изохлорогеновая; оксикумарины: скополетин и умбеллиферон, дубильные вещества, органические кислоты, горечи, представленные смесью более чем 10 сесквитерпеновых лактонов эвдесманового и гермакранового ряда, в том числе танахином, тавулином, тамарином, танацетином, хризанином, реинозином и др.

*Пырей ползучий*: 1-2% сахарозы, 12-15% фруктозанов, 10% смолистого азотсодержащего вещества, 10% слизистых веществ, инозит, маннит, соли яблочной и щавелевой кислоты, инулин, сапонины, витамин С, каротин, глюкованилин, флавоноид трицин [2, 3].

Растения-сапропелеобразователи весьма значительно различаются групповым составом их органического вещества.

Так, высоким содержанием битума отличаются осока бутылчатая (15,7), аир (13,5), камыш (13,0), сине-зеленые (10,9) и нитчатые водоросли (9,0); *водорастворимых* (ВРВ) и *легкогидролизуемых* (ЛГВ) веществ – уруть (63,2); рдесты (58,0), телорез (58,6), водяная чума (53,6), сине-зеленые (57,2) и нитчатые (31,6) водоросли; гуминовых веществ – рдесты (36,8), пузырчатка (27,7), телорез (22,9), сине-зеленые (30,5) и нитчатые (27,9) водоросли, аир (21,5), ежеголовник (22,4), камыш (19,0); целлюлозы – камыш (30,8), осока бутылчатая (30,0), телорез (21,5), аир (21,6), ежеголовник (27,0), масс. % ОВ [4].

Растения-сапропелеобразователи продуцируют широкий набор аминокислот, сахаров, карбоновых, оксикарбоновых и кетокарбоновых кислот, витаминов, гуминовых веществ (фульвокислоты, гиматомелановые и гуминовые кислоты, гумин), полисахаридов, стероидных и алкалоидных соединений. К ним добавляются вещества, определяющие состав луговой, высшей растительности. Несомненно, в сапропелевой залежи присутствует большинство соединений флоры и фауны, перечисленных выше, как в нативном виде, так и полученные в ходе сложнейших биохимических процессов, протекающих в сапропелевой залежи. Следует отметить, что в результате комплексного исследования химического состава сапропеля Ахтубенской поймы Астраханской области было идентифицировано достаточно большое число биохимически устойчивых соединений, присутствующих в растительном материале. Именно, этот набор соединений объясняет высокую биологическую активность сапропелевых препаратов и ее генетическую связь с исходным химическим составом различных сапропелеобразователей. Установление такой связи позволяет научно обосновать выбор сапропеля для медицинского применения, зная набор растений-сапропелеобразователей – водорослей, зоопланктона, луговой и высшей растительности, их химический состав, основные пути их посмертного биогеохимического преобразования в сапропелевый материал.

#### **Выводы:**

1. Комплексом современных физико-химических методов анализа выполнено подробное изучение особенностей химического состава сапропеля Ахтубенской поймы с. Сасыколи Астраханской области.
2. Выполнено биологическое тестирование различных сапропелевых препаратов.
3. Проведен сравнительный анализ химического состава основных представителей растительного мира Астраханской области Ахтубенской поймы с химическим составом сапропеля.
4. Установлена генетическая связь химического состава сапропелевых препаратов и их биологической активности с исходным биоматериалом, участвовавшим в формировании сапропеля.

#### **Литература**

1. Охочинская О.Д. Химический состав и биологическая активность сапропеля Астраханской области: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. СПб, 2000. 19 с.
2. Никонов Г.К., Мануйлов Б.М. Основы современной фитотерапии.– ОАО «Издательство «Медицина», 2005. 520 с.

3. Виноградова Т.А., Гажев Б.Н., Виноградов В.М., Мартынов В.К. Полная энциклопедия практической фитотерапии. Санкт-Петербург: «Нева», «Олма-Пресс», «Валери СПД», 1998. 640 с.
4. Судьина Е.Г., Шнюкова Е.И., Костлан Н.В., Мушак П.А., Тупик Н.Д. Биохимия синезеленых водорослей. Киев: Наукова думка, 1978. 264 с.
5. Платонов В.В., Половецкая О.С. Особенности химического состава и биологическая активность сапропелей // Вестник новых медицинских технологий (Электронный журнал). 2012. №1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/4066.pdf>
6. Половецкая О.С., Платонов В.В., Хадарцев А.А. Особенности химического состава сапропелевых гуминовых кислот краснодарского края // Вестник новых медицинских технологий (Электронный журнал). 2013. №1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4465.pdf>
7. Платонов В.В., Елисеев Д.Н., Трейтяк Р.З., Швыкин А.Ю., Хадарцев А.А., Хрупачев А.Г. Интродукция гидроксильных и карбоксильных групп в молекулярную структуру гуминовых веществ торфа для увеличения их биостимулирующей и адаптогенной способности // Вестник новых медицинских технологий. 2011. №3. С. 34-36.
8. Платонов В.В., Елисеев Д.Н., Половецкая О.С., Хадарцев А.А., Хрупачев А.Г. Сравнительная характеристика структурных особенностей торфяных гуминовых и гиматомелановых кислот во взаимосвязи со спецификой их физиологического действия // Вестник новых медицинских технологий. 2010. №4. С. 9-11
9. Половецкая О.С., Платонов В.В., Хадарцев А.А. Особенности химического состава экстрактов сапропеля краснодарского края // Вестник новых медицинских технологий. 2013. №2. С. 446-452.

#### References

1. Okhochinskaya OD. Khimicheskii sostav i biologicheskaya aktivnost' sapropelya Astrakhanskoy oblasti [dissertation]. Sankt-Peterburg (Leningrad region); 2000. Russian.
2. Nikonov GK, Manuylov BM. Osnovy sovremennoy fitoterapii. OAO «Izdatel'stvo «Meditsina»»; 2005. Russian.
3. Vinogradova TA, Gazhev BN, Vinogradov VM, Martynov VK. Polnaya entsiklopediya prakticheskoy fitoterapii. Sankt-Peterburg: «Neva», «Olma-Press», «Valeri SPD»; 1998. Russian.
4. Sud'ina EG, Shnyukova EI, Kostlan NV, Mushak PA, Tupik ND. Biokhimiya sinezelenykh vodorosley. Kiev: Naukova dumka; 1978. Russian.
5. Platonov VV, Polovetskaya OS. Osobennosti khimicheskogo sostava i biologicheskaya aktivnost' sapropely [The features of chemical composition and the biological activity of sapropelae]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy (Elektronnyy zhurnal) [Internet]. 2012 [cited 2012];1:[about 4 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/4066.pdf>
6. Polovetskaya OS, Platonov VV, Khadartsev AA. Osobennosti khimicheskogo sostava sapropelevykh guminovykh kislot krasnodarskogo kraya [Peculiarities of the chemical composition of sapropel humic acids in the krasnodar region]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy (Elektronnyy zhurnal). [Internet]. 2013 [cited 2013 July 31];1:[about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4465.pdf>
7. Platonov VV, Eliseev DN, Tretyak RZ, Shvykin AYU, Khadartsev AA, Khrupachev AG. Introduktsiya gidroksil'nykh i karboksil'nykh grupp v molekulyarnuyu strukturu guminovykh veshchestv torfa dlya uveliche-niya ikh biostimuliruyushchey i adaptogennoy sposobnosti [Hydroxyl and carboxyl group introduction into the molecular structure of peat humic substances in order to increase their activity as biostimulants and bioadaptation inducers]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2011;3:34-6. Russian.
8. Platonov VV, Eliseev DN, Polovetskaya OS, Khadartsev AA, Khrupachev AG. Sravnitel'naya kharakteristika strukturnykh osobennostey torfyanykh guminovykh i gimatomelanovykh kislot vo vzaimosvyazi so spetsifikoy ikh fiziologicheskogo deystviya [The comparative description of structural features of peat humic and himatomelanic acids in relation with specificity of their physiological action]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;4:9-11 Russian.
9. Polovetskaya OS, Platonov VV, Khadartsev AA. Osobennosti khimicheskogo sostava ekstraktov sapropelya krasnodarskogo kraya [Peculiarities of the chemical composition of extracts of sapropel in the krasnodar region]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2013;2:446-52. Russian.