

7universum.com
UNIVERSUM:
ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ

UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ

Научный журнал
Издается ежемесячно с ноября 2013 года
Является печатной версией сетевого журнала
Universum: химия и биология

Выпуск: 5(71)

Май 2020

Москва
2020

УДК 54+57
ББК 24+28
U55

Главный редактор:

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Члены редакционной коллегии:

Аронбаев Сергей Дмитриевич, д-р хим. наук;

Безрядин Сергей Геннадьевич, канд. хим. наук;

Борисов Иван Михайлович, д-р хим. наук;

Винокурова Наталья Владимировна – канд. биол. наук;

Гусев Николай Федорович, д-р биол. наук;

Ердаков Лев Николаевич, д-р биол. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Козьминых Елена Николаевна, канд. хим. наук, д-р фарм. наук;

Кунавина Елена Александровна, канд. хим. наук;

Левенец Татьяна Васильевна, канд. хим. наук;

Муковоз Пётр Петрович, канд. хим. наук;

Саттаров Венер Нуруллович, д-р биол. наук;

Сулеймен Ерлан Мэлсулы, канд. хим. наук, PhD;

Ткачева Татьяна Александровна, канд. хим. наук;

Харченко Виктория Евгеньевна, канд. биол. наук;

U55 Universum: химия и биология: научный журнал. – № 5(71). М., Изд. «МЦНО», 2020. – 64 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/nature/archive/category/5-71>

ISSN : 2311-5459

DOI: 10.32743/UniChem.2020.71.5

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 24+28

© ООО «МЦНО», 2020 г.

Содержание	
Биологические науки	5
Общая биология	5
Почвоведение	5
ПОЛЕВАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ, ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВ И ПЕСКОВ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕРГАНЫ	5
Зокирова Саноат Хамдамовна	
Хамракулов Жахонгир Бахтиярович	
Кадилова Нафиса Баннобовна	
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ	10
БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)	10
MRET АКТИВИРОВАННАЯ ВОДА КАК СРЕДСТВО ИНГИБИРОВАНИЯ МОРФОЛОГИИ КОРОНАВИРУСА	10
Смирнов Игорь Васильевич	
Биофизика	16
ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА АГРЕГАЦИЮ ТРОМБОЦИТОВ В УСЛОВИЯХ IN VITRO	16
Насиров Кобил Эркинович	
Наджимова Хуршида	
Мусаева М.К.	
Мухитдинов Бахтиёр	
Химические науки	22
Аналитическая химия	22
SCREEN-PRINTED ЭЛЕКТРОДЫ В ИНВЕРСИОННО- ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	22
Аронбаев Сергей Дмитриевич	
Аронбаев Дмитрий Маркиэлович	
Исмаилов Элдор Халилович	
Исломов Лазизбек Бекмурадович	
Раимкулова Чарос Ахатовна	
Жураева Ситора Бахтиерова,	
Биоорганическая химия	35
ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ГЛИЦИЦИРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ С МЕНТОЛОМ	35
Еттибаева Лола Абдумаликовна	
Абдурахманова Угилой Каххоровна	
Матчанов Алимжан Давлатбоевич	
ТЕРМИТИЦИДЫ	42
Тиялябаев Зоид	
Хайтбаев Хамид	
Бабаев Бахром Нуриллаевич	
Тогаев Улугбек Рахмонкулович	
Органическая химия	47
ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ РЕАКЦИИ НИОБИЯ И ТАНТАЛА С ОРГАНИЧЕСКИМИ РЕАГЕНТАМИ	47
Беков Улугбек Сафарович	
ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ТЕРМОСТОЙКИХ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ОЛИГОМЕРОВ НА ОСНОВЕ МОЧЕВИНОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ И ТЕТРАЭТОКСИЛАНА	50
Паноев Нодир Шавкатович	
Ахмедов Вохид Низомович	
Тиллаева Дилдора Муродиллоевна	

СИНТЕЗ 1,4- ФЕНИЛЕН ДИКАРБОКСИМЕТИЛЕНГЛИКОЛЯТА	54
Чориев Азимжон Уралович	
Бердимуродов Элёр Тухлиевич	
Тошпулатов Тиловмурод Ислом угли	
Садикова Сабохат Бабаевна	

Химия элементоорганических соединений **59**

ОБОГАЩЕНИЕ ПШЕНИЧНОГО ТЕСТА	59
Бахтияров Сардорбек Бахтиярович	
Таджиев Анвар Юлдашевич	
Ибадуллаева Саида Махмуджановна	
Машарипова Мухаббат Матрасуловна	
Матякубова Мавлуда Худайбергановна	

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ****ПОЧВОВЕДЕНИЕ****ПОЛЕВАЯ ВЛАГОЕМКОСТЬ, ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВ И ПЕСКОВ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕРГАНЫ**

Зокирова Саноат Хамдамовна

*д-р с.-х. наук, Ферганский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: nodira7819@mail.ru*

Хамракулов Жахонгир Бахтиярович

*ассистент, Ферганский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: nodira7819@mail.ru*

Кадирова Нафиса Баннобовна

*ассистент, Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: nodira7819@mail.ru*

FIELD MOISTURE CONTENT HUMIDITY OF SOILS AND SANDS OF CENTRAL FERGHANA

Sanoat Zokirova

*Doctor of Agricultural Sciences, Ferghana State University,
Republic of Uzbekistan, Ferghana*

Jahongir Hamrakulov

*assistant, Ferghana State University,
Republic of Uzbekistan, Ferghana*

Nafisa Kadirova

*assistant, Ferghana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Ferghana*

АННОТАЦИЯ

Влажность почвы зависит и от механического состава, режима орошения, в частности, полива сельскохозяйственных растений, непосредственно связана с влагоемкостью почв и песков.

ABSTRACT

Soil moisture also depends on the mechanical composition of the irrigation regime, in particular, irrigation of agricultural plants, directly related to the moisture capacity of the soil and sand.

Ключевые слова: Фергана, пески, песчаные почвы, физиолого-биохимический, вода, урожай, экран.

Keywords: Ferghana, sand, sandy soils, physiological and biochemical, water, harvest, screen.

Влажность почвы зависит от механического состава, режима орошения, в частности, полива сельскохозяйственных растений, непосредственно связана с влагоемкостью почв и песков. Вода играет важную роль в формировании внутрипочвенных процессов и растений. От содержания воды в почве зависят скорость гумификации растительных остатков, минерализация перегноя его в простые соли. В сухой почве все микробиологические процессы почти полностью приостанавливаются. Наилучшие условия для разложения и минерализации возникают при оптимальном содержании воды в почве. Мобилизация питательных веществ в растение и все физиолого-биохимические процессы осуществляются через воду. Следовательно, одним из важных факторов, влияющих на урожай, является влажность почвы [2].

В нашем опыте изучалось влияние искусственно созданного и естественного экранов на влажность почвы. Большое значение влиянию слоистости почвы на накопление в ней воды и передвижение влаги придает И.Н. Фелициант. Учитывая это, мы вели наблюдения за влажностью почвы на двух опытных участках. Результаты исследований показывают, что на опытном участке с искусственным залеганием грунта наименьшая влажность почвы в период вегетации отмечена в контроле. В слое 0–40 см влажность почвы в фазу массового цветения до полива равнялась 2,64 %, на 3-й день после полива – 7,87; на 6-й день – 6,18, на 9-й день – 3,96 % (рис. 1).

В верхних слоях хотя влажность и была меньше, но такая же закономерность сохранилась. При внесении 400 т/га мелкозема с заашкой на глубину 40 см влажность увеличилась до 3,70; 11,1; 8,89; 6,82 %, при внесении 1000 т/га она составила 11,12; 14,86; 12,5; 10,47 % (рис. 2).

Аналогичное равномерное увеличение влажности отмечено при внесении 600 и 800 т/га мелкозема с заашкой на 40 см. Самая высокая влажность в течение вегетации на опытном участке с искусственным экраном выявлена при внесении 1000 т/га мелкозема с заашкой на 70 см (рис. 3). В этом варианте влажность по сравнению с контролем на глубине 60–40 см увеличилась на 10,55; 15,27; 13,59; 9,94 %.

Выявлено также, что в вариантах с внесением 400, 600 и 800 т/га мелкозема с заашкой на 70 см влажность была значительно выше, чем в вариантах с заашкой на 40 см (рис. 4). На опытном участке с естественным экраном минимальная влажность почвы в период вегетации отмечена в варианте с глубиной залегания грунта 0–110 (130) см, максимальная – в варианте с залеганием естественного экрана на глубине 0–50 (75) см.

По мнению А.Ф. Лебедева, С.Н. Рыжова, А.А. Роде, влагоемкость находится в безусловной зависимости от их механического состава.



Рисунок 1. Влажность песка на опытном участке при глубине искусственного экрана 40 и 70 см (контроль)



Рисунок 2. Влажность песка при глубине искусственного экрана 40 см и запашке 400 т/га мелкозема



Рисунок 3. Влажность песка при глубине искусственного экрана 40 см и запашке 600 т/га мелкозема

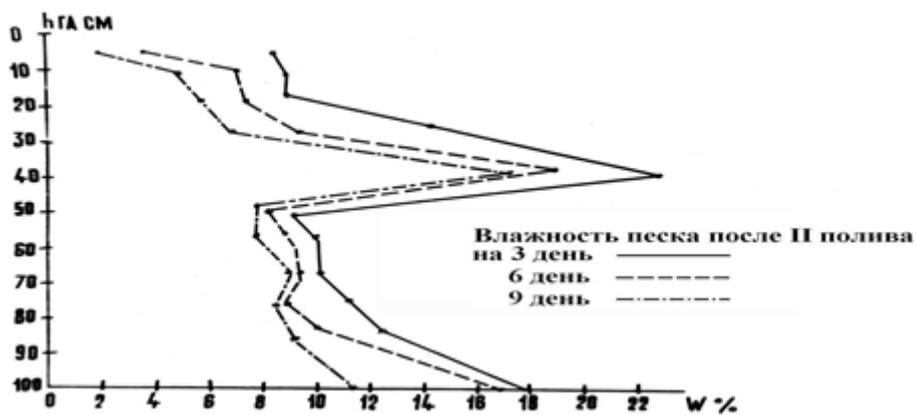


Рисунок 4. Влажность песка при глубине искусственного экрана 40 см и запашке 800 т/га мелкозема

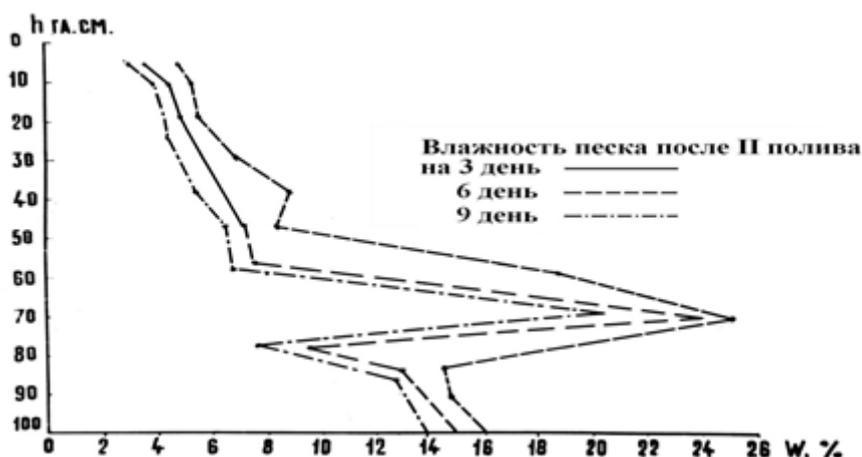


Рисунок 5. Влажность песка при глубине искусственного экрана 70 см и запашке 400 т/га мелкозема



Рисунок 6. Влажность песка при глубине искусственного экрана 70 см и запашке 600 т/га мелкозема

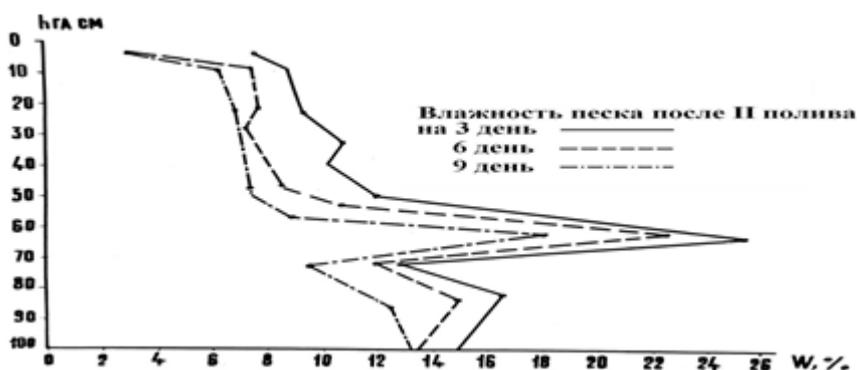


Рисунок 7. Влажность песка при глубине искусственного экрана 70 см и запашке 800 т/га мелкозема

Созданный нами искусственный экран оказал положительное влияние на влагоемкость почвы. В варианте без внесения мелкозема полевая влагоемкость в слое 0–40 см составила 4,72 %, при внесении 400 т/га – увеличилась до 9,03 %. Существенная разница во влагоемкости наблюдалась между контролем и вариантом с внесением мелкозема. Так, в контроле влагоемкость в слое 30–40 см равнялась 5,8 %, при внесении 400 т/га – увеличилась до 16,4 %. Увеличение норм мелкозема оказывает прямое воздействие

на влагоемкость. Следует отметить, что с увеличением влагоемкости в данном слое возрастает влагоемкость по всему профилю. Например, в варианте с внесением 600 т/га мелкозема и запашкой на 40 см влагоемкость в слоях 0–10, 10–20, 20–30, 30–40, 40–50, 50–60, 60–70, 70–80, 80–90, 90–100 см составила 6,2; 7,8; 8,4; 18,6; 6,7; 7,0; 9,3; 9,9; 11,6; 12,3 %, с увеличением нормы до 800 т/га этот показатель увеличился на 0,4; 0,1; 0,7; 1,6; 1,7; 1,8; 0,3; 1,7; 0,5 и 0,6 %. Исследования показали, что влагоемкость зависит не

только от механического состава, но и от мощности и местоположения в системе грунта. Так, в варианте с внесением 1000 т/га мелкозема и запашкой на 40 см в слое 0–40 см в 1998 г. влагоемкость составила в среднем 11,9 %, в слое 30–40 см – 22,5 %, тогда как при той же норме мелкозема, но с запашкой на 70 см она составила в слое 0–50 см в среднем 12,16 %, в слое 60–70 см – 24,8 %.

Следует отметить, что в варианте с запашкой мелкозема на 70 см полевая влагоемкость была значительно выше, чем в вариантах с запашкой на 40 см. Это объясняется тем, что капиллярное поднятие влаги песков равно 45–47 см, т.е. часть влаги поднимается до поверхности песка и испаряется, тогда как с глубины 70 см она до поверхности подняться не может. Экран на такой глубине как бы играет роль микрородохранилища. Полевая влагоемкость спланированных песков при глубине искусственного экрана из мелкозема 70 см: 1 – контроль (без мелкозема); 2 – при внесении 400 т/га мелкозема; 3 – то же, 600 т/га, 4 – то же, 800 т/га, 5 – то же, 1000 т/га [1].

Полевая влагоемкость спланированных песков с естественным экраном: 1 – контроль (мощность

песка) 140 см и глубже; 2 – глубина экрана 50–75 см; 3 – то же, 70–90 см; 4 – то же, 90–100 см; 5 – то же, 110–130 см.

На основании исследований на опытном участке с естественным залеганием грунта мы пришли к выводу, что полевая влагоемкость находится в прямой зависимости от глубины залегания экрана. В варианте с глубиной залегания экрана 0–110 (130) см в слоях 0–10, 10–20, 20–30, 30–40, 40–50, 50–60, 60–70, 70–80, 80–90, 90–100, 100–125, 125–150 полевая влагоемкость составила 4,1; 4,8; 5,7; 6,1; 6,3; 6,5; 7,7; 7,8; 11,5; 17,6; 17,7; 18,0 %.

С ростом мощности грунта к поверхности до 0–50 (75) см влагоемкость составляла 6,0; 6,1; 13,3; 14,9; 18,3; 19,0; 21,3; 21,7; 22,0 и 22,0 %. Равномерное увеличение влагоемкости отмечено и в вариантах с глубиной залегания экрана 0–70 (90), 0–90 (110) см [3].

Исходя из приведенных данных, можно констатировать, что искусственные и естественные экраны с более тяжелым механическим составом улучшают водно-физические свойства сыпучих песков.

Список литературы:

1. Генезис пустынно-песчаных почв Центральной Ферганы / С.Х. Зокирова [и др.] // Universum: Технические науки: электрон. научный журнал. – 2019. – № 12 (69) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8588> (дата обращения: 14.01.2020).
2. Мирзажанов К.М. Лик центральной Ферганы в прежнее и настоящее время. – Ташкент, 2014. – С. 159–173.
3. Характеристика галечниковых почв Ферганской области и пути ее улучшения / С.Х. Зокирова [и др.] // Universum: Химия и биология: электрон. научный журнал. – 2020. – № 2 (68) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/8665> (дата обращения: 24.01.2020).

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ**БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)****MRET АКТИВИРОВАННАЯ ВОДА КАК СРЕДСТВО ИНГИБИРОВАНИЯ
МОРФОЛОГИИ КОРОНАВИРУСА***Смирнов Игорь Васильевич**канд. психол. наук, инженер, директор биотехнологической компании,
Латвия, г. Юрмала
E-mail: info@gqusa.com***MRET ACTIVATED WATER AS AN AGENT FOR INHIBITION OF CORONAVIRUS
MORPHOLOGY***Igor Smirnov**Candidate of Science, engineer, CEO of biotechnology company,
Latvia, Jurmala***АННОТАЦИЯ**

Во время клинического испытания были получены положительные результаты влияния MRET активированной воды на пациентов с ВИЧ инфекцией. Существуют современные данные исследований, которые позволяют указать на сходный способ действия для двух вирусных белков, что позволяет предположить, что антивирусная стратегия, нацеленная на стадию слияния мембран, вызванных вирусами, может быть адаптирована с ВИЧ-1 на SARS-CoV. Стабильность структуры белка вирусного «шипа» – спайка основана на общих взаимодействиях слабых электродинамических сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей. Очевидно, что все биохимические образования белков требуют присутствия молекул воды в биологических системах. Обобщенные данные исследований показывают, что изменение электродинамических параметров водной среды в тканях человека (благоприятных для гомеостаза тела в диапазоне физиологического «окна») может привести к значительному изменению взаимодействия сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей, что, в свою очередь, приводит к ингибированию и прерыванию формирования «шипов» белков вируса. Такой сценарий, очевидно, прерывает последовательность жизненного цикла вируса прикрепления и слияния с клеточными мембранами человека. Механизм такого же типа может быть принят для ингибирования других линий патогенных микроорганизмов. Исследования, проведенные в AltheaDx Technology, США, подтверждают, что клеточная среда на водной основе, активированная MRET, не влияла на морфологию нормальных клеток РВМС на генетическом уровне; MRET активированная водная среда оказала положительное влияние на морфологии нормальных клеток РВМС, увеличивая их жизнеспособность. Активированная вода MRET производится с помощью запатентованной в США технологии эффекта молекулярного резонанса (MRET, патент США № 6022479). Мы предполагаем, что потребление активированной воды MRET людьми может привести к физиологически благоприятной модификации диэлектрической проницаемости и водородной связи водной среды в тканях организма человека. Потребление этой воды может обеспечить первоначальную естественную защиту организма человека от проникновения и распространения патогенных микроорганизмов.

ABSTRACT

We also observed positive results of MRET water complimentary treatment for HIV patients during the clinical trial. There are recent research data which allows pointing to a similar mode of action for the two viral proteins, suggesting that anti-viral strategy that targets the viral-induced membrane fusion step can be adapted from HIV-1 to SARS-CoV. The stability of virus spike protein structure is based on the overall interactions of van der Waals weak electrodynamic forces and hydrogen bonding. It is obvious, that all biochemical formations of proteins require presence of water molecules in biological systems.

The overall observed research data suggest that modification of water – based medium electrodynamic parameters of the human tissues (that are favorable for the homeostasis of the body in the range of physiological “window”) can lead to significant change of van der Waals interactions and hydrogen bonding that result in the inhibition and interruption of virus spike proteins formation. Such scenario obviously disables virus life sequence of attachment and fusion with human

cell membranes. The same type of mechanism can be adopted for the inhibition of other lines of pathogenic microorganisms. The studies conducted at AltheaDx Technology, USA confirm that MRET activated water based medium did not affect the morphology of normal PBMC cells on genetic level; it affected the morphology of normal PBMC cells in a positive way increasing their viability.

MRET Activated Water is produced with the help of patented in the USA Molecular Resonance Effect Technology (MRET, US Patent # 6022479). We suggest that MRET water consumption by human subjects can lead to physiologically favorable modification of dielectric permittivity and hydrogen bonding of water –based medium in the human body tissues. It can provide the initial human body natural defense against intervention and spread of pathogenic microorganisms

Ключевые слова: коронавирус, вода MRET, диэлектрическая проницаемость, spike «шип» белок;
Keywords: coronavirus, MRET water, dielectric permittivity, “spike” protein;

Введение:

Исследователи во всем мире стремятся разработать потенциальные вакцины и лекарства для борьбы с новым коронавирусом, который называется SARS-CoV-2. Недавно группа исследователей из Техасского Университета выяснила молекулярную структуру ключевого белка, с помощью которого, коронавирус проникает в клетки человека. Это новое открытие потенциально дает возможность для разработки вакцины. Исследования показали, что коронавирусы проникают в клетки через так называемые «шиповые» белки, но эти белки принимают разные формы в разных коронавирусах. По словам Джейсона Макклеллана, старшего автора исследования и доцента молекулярных биологических наук в Университете Техаса в Остине, выяснение формы белка шипа в SARS-CoV-2 является ключом к выяснению того, как бороться с вирусом. Хотя коронавирус использует много различных белков для репликации и проникновения в клетки, белок-шип является основным поверхностным белком, который он использует для

связывания с рецептором - другим белком, который действует как вход- проем в клетку человека. После того, как белок-шип связывается с рецептором клетки человека, вирусная мембрана сливается с мембраной клетки человека, позволяя геному вируса проникнуть в клетки человека и начать инфекцию. Так что «если вы можете предотвратить проникновение и слияние коронавируса, вы предотвратите заболевание», сказал МакЛеллан в интервью Live Science.

Общая структура 2019-nCoV S напоминает структуру SARS-CoV S с среднеквадратичным отклонением (RMSD) 3,8 Å на 959 атомах Ca. Одно из больших отличий между этими двумя структурами (хотя все еще относительно незначительными) находится положение RBD в их соответствующих нисходящих конформациях (фиг.1). Несмотря на это наблюдаемое конформационное различие, когда отдельные структурные домены 2019-nCoV S выровнены со своими аналогами из SARS-CoV S, они отражают высокую степень структурной гомологии между двумя белками. [1]

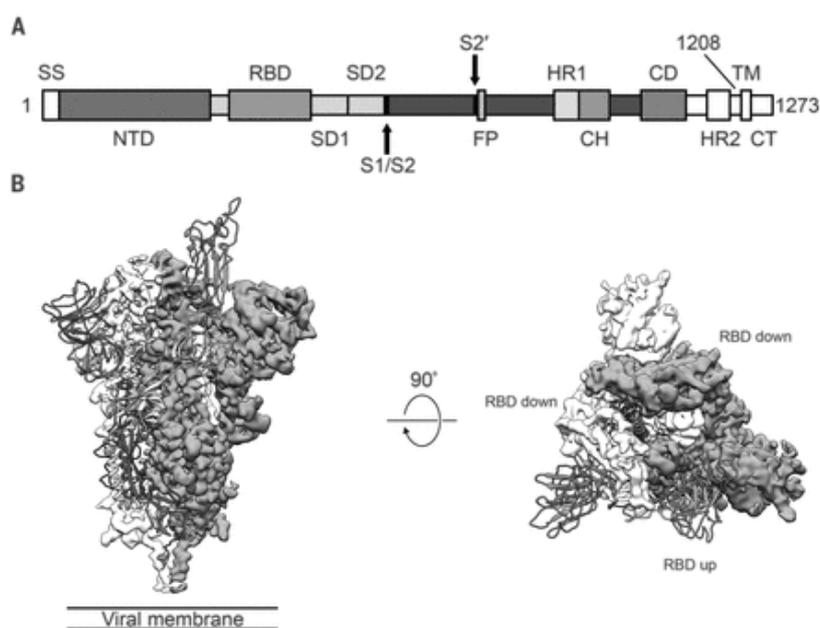


Рисунок 1. Структура 2019-nCoV S в конформации до слияния [1]

Снимок этого взаимодействия, снятый с помощью криогенной электронной микроскопии Цян Чжоу из Института перспективных исследований

Westlake и его коллег, указывает на химические реакции, лежащие в основе того, как коронавирус захватывает ангиотензин-превращающий фермент

(АПФ2), фермент, участвующий в регуляции кровяного давления. Исследователи считают, что эта структура может привести к выработке антител, которые блокируют это взаимодействие. АПФ2 является первым в ряду ферментов, которые превращают гормон ангиотензин в его активную форму. «Шип» белок SARS-CoV-2 имеет два ключевых элемента, участвующих в заражении клеток человека. Ряд аминокислот в субъединице S1 непосредственно связывается с расщепляющей белок частью АПФ2, называемой пептидазным доменом. Субъединица S2 белка шипа помогает вирусу сливаться с клеткой человека. Ученые обнаружили, что расщепляющая белок часть АПФ2 связывает шип белка через полярные взаимодействия, образованные из мостикоподобной структуры на ферменте. Оба конца домена связывания рецептора прилипают к АПФ2 через водородную связь и силы Ван-дер-Ваальса. Маклеллан говорит, что SARS-CoV-2 связывает АПФ2 сильнее, чем вирус, вызвавший вспышку тяжелого острого респираторного синдрома в 2003 году. Исследования Чжоу показывают слабые аминокислотные изменения, которые создают солевые мостики и улучшают взаимодействия сил Ван-дер-Ваальса, которые могут лежать в основе этого сильного взаимодействия [2].

Гипотеза:

Вода является естественным фоном, в рамках которого протекают все биохимические процессы. В природе известны только четыре типа взаимодействий (сильное, слабое, электромагнитное и гравитационное). Два взаимодействия являются чисто ядерными, а гравитационное проявляется только в космическом масштабе. Следовательно, ясно, что только электромагнитное взаимодействие является существенным в рамках любой биологической системы. Вся специфика любого биологического процесса в конечном итоге сводится к определенным электромагнитным взаимодействиям. Именно по этой причине электромагнитные свойства воды, которые играют решающую роль в ее самоорганизации и влиянии на другие объекты, должны быть всесторонне исследованы. Эти свойства проявляются во всех без исключения биохимических и биофизических процессах.

Особенности электродинамических характеристик воды [прежде всего ее диэлектрическая проницаемость $\epsilon(\omega)$] являются причиной естественной диссоциации молекул многих химических соединений и формирования необходимого ионного состава жизненно важных микроэлементов. В противном случае нормальная работа многих систем живого организма (в частности, работа избирательных мембран) была бы невозможна.

Изменение дисперсионных свойств воды может оказать очень сильное влияние (путем изменения электростатических сил между разделенными зарядами и сил типа Ван-дер-Ваальса, определяющих взаимодействие систем нейтральных атомов и молекул) на дальнедействующее взаимодействие. основных элементов живых систем, таких как клетки, вирусы, биологические макромолекулы, ферменты и т. д. [5]

Коронавирус, SARS-CoV, основная причина SARS, проникает в легочные эндотелиальные клетки путем слияния мембран при связывании с этим эктоферментом. Это взаимодействие опосредуется шиповым белком SARS-CoV. Этот вывод также подтверждается недавними наблюдениями, что легочные эндотелиальные клетки экспрессируют высокие уровни АПФ2.

Хотя коронавирус использует много различных белков для репликации и проникновения в клетки, белок-шип является основным поверхностным белком, который он использует для связывания с рецептором - другим белком, который действует как входной проем в клетку человека. После того, как белок-шип связывается с рецептором клетки человека, вирусная мембрана сливается с мембраной клетки человека, позволяя геному вируса проникнуть в клетки человека и начать инфекцию.

Стабильность структуры белка шипа основана на общем взаимодействии слабых электродинамических сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей. Стабильность белка до слияния требует определенной среды, которая поддерживает необходимые взаимодействия межмолекулярных сил Ван-дер-Ваальса и водородные связи для образования цепи белка-шипа коронавируса. Очевидно, что такая среда является водной, поскольку для всех биохимических образований белков необходимо присутствие молекул воды в биологических системах.

Ван-дер-Ваальсовы силы между атомами и молекулами обычно действуют на относительно коротких расстояниях и обратно пропорциональны седьмой степени межмолекулярных расстояний для молекул и атомов. Для двух сфер одинакового радиуса R энергия взаимодействия W в зависимости от расстояния между частицами D равна:

$$W(D) = -\frac{A_{131}R}{12D} \quad (1)$$

Где постоянная Гамакера, A_{131} зависит от относительных диэлектрических постоянных материала 1 и среды 3.

Уравнение (1) указывает на значительную роль относительной диэлектрической проницаемости водной среды для величины энергии Ван-дер-Ваальса.

Таким образом, изменение электродинамических параметров водной среды может привести к значительному изменению взаимодействий сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей, что может привести к ингибированию и нарушению правильного образования цепей «шиповых» белков вируса. Такой сценарий, очевидно, нарушает для коронавируса жизненный цикл прикрепления и слияния с клеточными мембранами человека.

Мы предлагаем средство, которое может прервать жизненный цикл коронавируса, это MRET активированная вода с измененными электродинамическими характеристиками. MRET вода может регулярно потребляться людьми для предотвращения коронавирусной инфекции.

Исследования, проведенные в биотехнологической компании AltheaDx Technology, США, подтверждают, что активированная MRET водная клеточная среда не влияла на здоровые клетки человека на генетическом уровне; активированная водная среда оказала положительно воздействие на морфологию нормальных клеток РВМС, увеличивая их жизнеспособность. [6]

Активированная вода MRET производится с помощью запатентованной в США технологии эффекта молекулярного резонанса (MRET, патент США № 6022479). Водный активатор МРЭТ является стационарным источником слабого, низкочастотного, резонансного электромагнитного поля с композитной структурой. Источником низкочастотного составного электромагнитного поля является интенсивная электрическая активность внутри нано-структур, образованных линейными молекулярными группами полимерного соединения MRET (матрица объемной фрактальной геометрии), когда полимерное тело подвергается воздействию внешних электромагнитных полей определенной частоты и длины волны. Значительное снижение электропроводности и диэлектрической проницаемости активированной воды подтверждает относительно высокое динамическое структурирование молекул воды, полученное с помощью процесса активации MRET.

Экспериментальное подтверждение гипотезы:

Острый респираторный синдром (ОРВИ) является фебрильным респираторным заболеванием. Этиология связана с новым коронавирусом, который

был ассоциирован с SARS коронавирусом (SARS-CoV). Поскольку он является членом Coronaviridae, считается, что его остроконечный белок (S2) играет центральную роль в проникновении вируса, способствуя слиянию между мембранами вируса и клетки-хозяина. Заражение многими оболочечными вирусами требует слияния вирусных и клеточных мембран. Белок вирусной оболочки поддерживает этот процесс слияния мембран. Эти белки синтезируются в качестве предшественников (ENV в Retroviridae и E2 в Coronaviridae), которые затем перерабатываются в трансмембранную субъединицу (gp41 в ретровирусе ВИЧ-1 и S2 в коронавирусе SARS-CoV). Это исследование указывает на сходный способ действия для двух вирусных белков, что позволяет предположить, что антивирусная стратегия, нацеленная на стадию слияния мембран, вызванную вирусами, может быть адаптирована с ВИЧ-1 на SARS-CoV (Рис.2). Недавно FDA одобрило Enfuvirtide, синтетический пептид, соответствующий С-терминальному гептадному повтору gp41 ВИЧ-1, в качестве средства против СПИДа. Энфувиртид и С34, другой пептид против ВИЧ-1, проявляют свою ингибирующую активность, связываясь с последовательностью, подобной лейциновой / изолейциновой цепочки в gp41, таким образом ингибируя конформационное изменение gp41, необходимое для его активации. Мы предполагаем, что пептиды, соответствующие С-концевому гептадному повтору белка S2, могут служить ингибиторами проникновения SARS-CoV. [3]

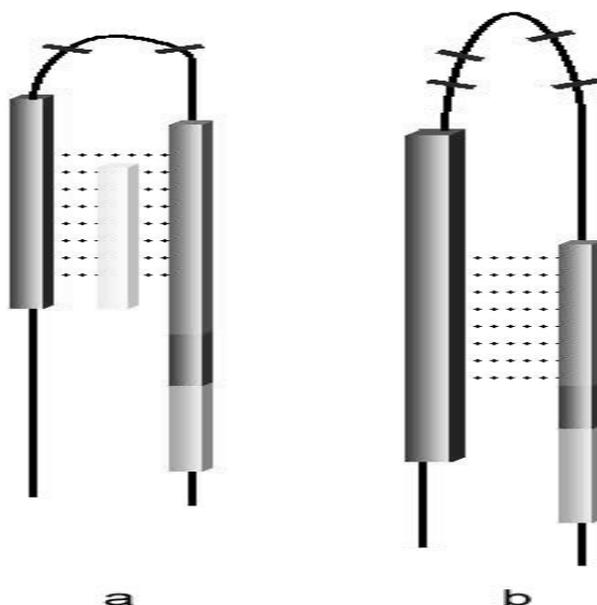


Рисунок 2. Сходство между белками ВИЧ-1 и SARS-CoV. Показаны gp41 (а) ВИЧ-1 и эквивалентный белок S2 из SARS-CoV (б). Повтор гептада лейцина / изолейцина, примыкающий к N-концу обоих белков, отображается красным цветом. С-концевой гептадный повтор выделен зеленым цветом. Остатки цистеина (фиолетового цвета), ограничивающие петлевую структуру, расположены между двумя гептадными повторами. Мотив, богатый ароматическими остатками, отмечен синим цветом, а трансмембранный сегмент - оранжевым. Пептид, соответствующий С-концевому гептадному повтору, который действует как мощный ингибитор проникновения ВИЧ-1 в клетку, выделен желтым цветом. [3]

Клиническое наблюдение над больными СПИДом было проведено в Фонде Thammarakniwet, WAT Phrabaat Нампху, провинция Лопбури, Таиланд. Исследование было проведено под руководством доктора Пирайот Тронгсавад, доктора медицинских наук, директора департамента по борьбе со СПИДом, Бангкок Метрополис.

Исследование проводилось на 38 пациентах со СПИДом в течение августа 2004 года - августа 2005 года. Все пациенты потребляли 1,5 литра активированной воды MRET в день в качестве лечения в дополнение к назначенным стандартным (antiretroviral) препаратам против ВИЧ. В ходе клинического наблюдения все 38 пациентов регулярно проходили тестирование на количество CD4 и должны были еженедельно представлять отчеты о состоянии своего здоровья.

В тот же время, одновременно проводилось наблюдение за другой группой больных СПИДом (контрольная группа). Они принимали тот же тип прописанных стандартных лекарств против ВИЧ, но без потребления активированной воды MRET. [4]

Первый метод: сбор и анализ еженедельных отчетов о состоянии здоровья и отчетов о количестве CD4;

Второй метод: групповые интервью и личные интервью с пациентами, которые участвуют в этом наблюдении.

38 пациентов в возрасте от 19 до 49 лет были отобраны для клинического испытания.

Обобщая результаты наблюдений, мы можем указать, что в соответствии с изученными градациями состояния здоровья пациентов из экспериментальной группы 36 пациентов показали значительное улучшение, а 2 пациента не показали какого-либо улучшения состояния своего здоровья.

Для примера, из экспериментальной группы два пациента были отобраны для прохождения двух анализов в Бангкокской Клинической Лаборатории. Одним из тестов было считывание уровня количества CD4 (иммунная система), а другим - вирусная нагрузка (количество вируса в организме). Для считывания CD4 здоровое тело должно иметь диапазон 800 - 1200 клеток / микролитр.

Для вирусной нагрузки прибор может измерять от 50 до 5000 копий / мл. Чем меньше число, тем меньше вирус в организме, и, следовательно, меньше он поражает организм пациента.

Пациент г-н Са-ад



*До потребления воды MRET
Август 2004 года.*



*После потребления воды MRET
Сентябрь 2004 года.*



*После потребления воды MRET
Июль 2005 года*

1-й пациент г-н Са-ад: Число его CD4 увеличилось с 2 до 840 в течение 11 месяцев после употребления MRET активированной воды. Его вирусная нагрузка была меньше 50.

2-й пациент г-н Ун-Руанг: Его количество CD4 увеличилось с 90 до 805 в течение 3 месяцев после употребления MRET активированной воды. Его вирусная нагрузка также была меньше 50.

Контрольная группа пациентов без потребления MRET активированной воды:

Одновременное наблюдение за пациентами, которые не потребляли воду MRET (контрольная группа), свидетельствует о том, что у этих пациентов не было значительного улучшения состояния их здоровья.

Выводы:

Есть положительные результаты влияния MRET активированной воды на динамику лечения ВИЧ пациентов во время клинического исследования, проведенного в Фонде Thammarakniwet, WAT Phrabaat namphu, провинция Лопбури, Таиланд, в 2004-2005

гг. Результаты научных исследований по вопросам вирусологии в последнее время, позволяют указать на сходный способ действия для двух (ВИЧ-1 и SARS-CoV) вирусных белков, что позволяет предположить, что антивирусная стратегия, нацеленная на индуцированную вирусом стадию слияния мембран, может быть адаптирована с ВИЧ-1 на SARS-CoV. Мы считаем, что потребление MRET активированной воды пациентами может привести к изменению диэлектрической проницаемости, и водородных связей водной среды в организме человека. Это приводит к значительному изменению взаимодействий межмолекулярных сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей, что приводит к ингибированию и нарушению правильного образования цепей вирусных белков «шипов». Такой сценарий, очевидно, приводит к нарушению у коронавируса жизненного цикла прикрепления и слияния с клеточными мембранами человека.

Список литературы:

1. Дэниел Врэпп, Няньшуан Ван, Кизмекия С. Корбетт, Джори А. Голдсмит, Чинг-Лин Се1, Чинг-Лин Се, Олубукола Абиона, Барни С. Грэм, Джейсон С. Маклеллан, «Cryo-EM structure of the 2019-nCoV spike in the prefusion conformation», *Science* 13 Mar 2020: Vol. 367, Issue 6483, pp. 1260-1263;
2. Мега Сатьянараяна, «Researchers in China report structure of the novel coronavirus bound to its human target». *Biochemistry*, MARCH 6, 2020;
3. Йосеф Клигер, Эрез У Леванон, «Cloaked similarity between HIV-1 and SARS-CoV suggests an anti-SARS strategy», *VMC Microbiol.* 2003; 3: 20.
4. ИГОРЬ СМИРНОВ, ПЕРАЙОТ ТРОНГСАВАД, «THE CLINICAL OBSERVATION OF MRET ACTIVATED WATER EFFECT ON PATIENTS SUFFERING FROM AIDS», *ASIAN J. EXP. BIOL. SCI. VOL 1 (3) 2010.*
5. Владимир Высоцкий, Алла Корнилова, Игорь Смирнов, “Applied Biophysics of Activated Water: The Physical Properties, Biological Effects and Medical Applications of MRET Activated Water”, World Scientific Pub Co Inc (July 12, 2009), ISBN-10: 9814271187; ISBN-13: 978-9814271189
6. Игорь Смирнов, «The comparative analysis of the effect of MRET treatment on morphology of HeLa cancer cells and PBMC normal cells», *Am. J. Sci. Ind. Res.*, 2010, 1(1): 25-28

БИОФИЗИКА**ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА АГРЕГАЦИЮ ТРОМБОЦИТОВ
В УСЛОВИЯХ IN VITRO****Насиров Кобил Эркинович**

*д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории электрофизиологии института
Биофизики и биохимии при НУУз,
Узбекистан, Ташкент*

Наджимова Хуршида

*канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории электрофизиологии института
Биофизики и биохимии при НУУз,
Узбекистан, Ташкент*

Мусаева М.К.

*мл. науч. сотр., лаборатории электрофизиологии института Биофизики и биохимии при НУУз,
Узбекистан, Ташкент*

Мухитдинов Бахтиёр

*канд. хим. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории полимеров института биоорганической химии
им. А.С. Садыкова АН Уз,
Узбекистан, Ташкент*

**INFLUENCE OF SC-BOS-122, SC-GSC-63, SC-GSC-14 COMPOUNDS
ON THE PLATE AGREGATION UNDER THE IN VITRO CONDITIONS****Kobil Er. Nasirov**

*Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory Electrophysiology Institute of Biophysics
and biochemistry at NUUz,
Uzbekistan, Tashkent*

Nadjimova Khurshida

*PhD, MD (Biologic), Senior Researcher, Laboratory Electrophysiology Institute of Biophysics
and biochemistry at NUUz,
Uzbekistan, Tashkent*

Musaeva M.K.

*Junior Researcher. From Institute of Electrophysiology Biophysics and Biochemistry at NUUz,
Uzbekistan, Tashkent*

Mukhitdinov Bakhtiyor

*Ph.D., Leading Researcher, Laboratory Institute of Bioorganic Polymers chemistry them. A.S. Sadykova AN Uz,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Цель: исследование влияния BOS-122, GSC-63, GSC-14 модифицированных сульфатированных полисахаридов на агрегационную активность тромбоцитов в условиях *in vitro*. **Материалы и методы:** агрегацию тромбоцитов регистрировали на агрегометре Биола АЛАТ-2 220LA (Россия). В качестве индукторов агрегации тромбоцитов использовали АДФ (2 мкМ), адреналин (5 мкМ) и коллаген и ристомидин (0,5 ед/мл) (Sigma). **Результаты:** соединение СЦ-GSC-14, так и образец СЦ-BOS-122, вызывали агрегацию тромбоцитов плазмы крови ИБС с увеличением макс. значения (2.73) и макс. наклона (3.04) агрегационной кривой. Однако в отличие от соединения СЦ-BOS-122, СЦ-GSC-14 не вызывал ингибирование АДФ индуцированной агрегации тромбоцитов. Соединения СЦ-BOS-122, СЦ -GSC-63, СЦ-GSC-14 в плазме крови здорового человека не оказывали заметного влияния на

коллаген, ристомицин -индуцируемую агрегацию тромбоцитов. **Выводы:** исследуемые сульфатированные полисахариды обладают антиагрегантными свойствами.

При исследовании действия соединений СЦ-BOS-122, СЦ -GSC-63, СЦ-GSC-14 на агрегацию тромбоцитов в плазме крови здорового человека и ИБС в условиях *in vitro*, выявлено ингибиторное действие сульфатированных полисахаридов, при котором тромбоциты индуцировались АДФ и адреналином. Наиболее выраженная ингибирующая активность сульфатированных полисахаридов проявляется при АДФ-индуцируемой агрегации тромбоцитов, видимо вследствие ингибиции циклооксигеназной активности тромбоцитов.

ABSTRACT

Objective: to study the effect of BOS-122, GSC-63, GSC-14 modified sulfated polysaccharides on platelet aggregation activity *in vitro*. Materials and methods: platelet aggregation was recorded on a Biol ALAT-2 220LA aggregometer (Russia). Platelet aggregation inducers used were ADP (2 μ M), adrenaline (5 μ M), and collagen and ristomycin (0.5 u / ml) (Sigma). Results: compound CC-GSC-14 and sample CC-BOS-122 caused platelet aggregation of coronary heart disease with an increase in max. values (2.73) and max. slope (3.04) of the aggregation curve. However, unlike the compound CC-BOS-122, CC-GSC-14 did not cause inhibition of ADP-induced platelet aggregation. Compounds CC-BOS-122, CC-GSC-63, CC-GSC-14 in the blood plasma of a healthy person did not significantly affect collagen, ristomycin-induced platelet aggregation. Conclusions: investigated sulfated polysaccharides have antiplatelet properties. When studying the effect of compounds CC-BOS-122, CC-GSC-63, CC-GSC-14 on platelet aggregation in healthy human plasma and coronary heart disease *in vitro*, the inhibitory effect of sulfated polysaccharides was revealed in which platelets were induced by ADP and adrenaline. The most pronounced inhibitory activity of sulfated polysaccharides is manifested in ADP-induced platelet aggregation, apparently due to inhibition of cyclooxygenase activity of platelets.

Ключевые слова: агрегация, тромбоциты, сульфатированные полисахариды, аденозиндифосфорная кислота, адреналин.

Keywords: aggregation, platelets, sulfated polysaccharides, adenosine diphosphoric acid, inducers, adrenaline.

Введение. Основной причиной преждевременной смертности населения во всем мире являются сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ). Ежегодная летальность от ССЗ среди населения Земли в целом составляет 17,7 млн, из которых 7,4 млн смертей приходится на долю ишемической болезни сердца (ИБС) [1]. Основным фактором риска нарушений деятельности сердечно-сосудистой системы является патологическая активация тромбоцитов, которая приводит к тромбоэмболическим осложнениям [2]. Развитию ишемической болезни сердца предшествуют различные факторы, большое значение в патогенезе коронарной недостаточности при ИБС имеют нарушения функции тромбоцитов и повышение свертываемости крови, что может ухудшать микроциркуляцию в капиллярах миокарда и приводить к тромбозу артерий, которому способствуют атеросклеротические изменения их стенок и замедление кровотока в местах сужения просвета артерий.

Углеводные биополимеры, составляющие группу некрахмальных полисахаридов, характеризуются широким спектром фармакологических эффектов, низкой токсичностью и высокой степенью безопасности [3]. К таким соединениям относятся пектины, альгинаты, фукоиданы, каррагинаны, хитозаны. Рядом авторов показано, что фукоидан повышает агрегацию тромбоцитов *in vitro* [4,5], другие авторы указывают на выраженный антиагрегантный эффект. Сульфатированный полисахарид PF2 также проявлял слабое влияние на антитромбин-зависимый тромбин или ингибирование фактора Ха [6]. В обзоре

[7] собрана корреляция между структурой антикоагулянтной, антитромбической и геморрагической (способность вызывать кровотечения) активностью гепарина, сульфата гепарина, низкомолекулярных гепаринов и гепариноподобных соединений из различных источников. В связи с этим изучение механизмов действия сульфатированных полисахаридов на активацию тромбоцитов и их агрегационную активность, а также коррекция патологии с помощью этих соединений являются актуальной проблемой в медицине.

Цель исследования. Изучение влияния линейных модифицированных сульфатированных полисахаридов СЦ-BOS-122, СЦ -GSC-63, СЦ-GSC-14, с различной молекулярной массой (рис.1.) на коагуляцию плазмы, которые в разной степени удлиняют АВРП (время рекальцификации плазмы), АЧТВ, тромбиновое время и протромбиновое время.

Полученные результаты показали, что исследованные соединения относятся к антикоагулянтам прямого действия. Соединения активируя антитромбин III необратимо угнетают IXa, Ха, XIa и XIIa факторы свертывающей системы, нарушая при этом образование тромба и инактивируя тромбин, умеренно снижают агрегацию тромбоцитов. Механизм действия АК прямого действия связан либо с непосредственным ингибированием активности тромбина или фактора Ха, либо с активацией их плазменного ингибитора антитромбина [8]. [Choay J., 1983; Vo T., 2014].

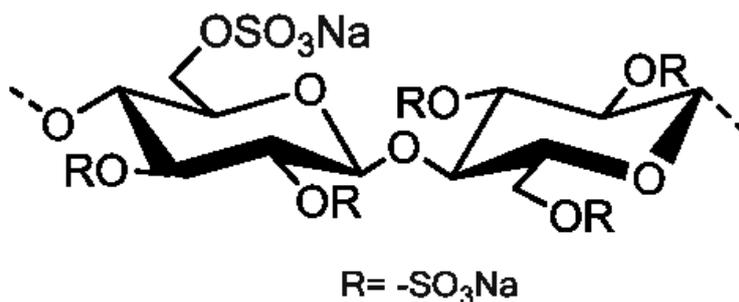


Рисунок 1. Общая структурная формула сульфатированных полисахаридов

Действия антикоагулянтов на агрегацию тромбоцитов неоднозначно. Например, гепарин с одной стороны, инактивируя тромбин, он может уменьшать или предупреждать агрегацию тромбоцитов. С другой стороны, гепарин способен усиливать агрегацию тромбоцитов, вызванную другими индукторами (помимо тромбина), причем это его свойство в определенной мере зависит от молекулярной массы. Это обусловлено тем, что высокомолекулярные фракции гепарина имеют два активных центра: один - для связывания с антитромбином III, другой - реагирующий с мембраной тромбоцитов, в то время как низкомолекулярные его фракции обладают только одним центром связывания, аффинным к антитромбину III.

Для оценки антиагрегантных свойств соединений используются разные индукторы агрегации тромбоцитов. Известно, что индукторы агрегации тромбоцитов обладают различными механизмами активации тромбоцитов, действуя на клеточные факторы, которые совершают ряд последовательных и взаимообусловленных превращений - адгезию и агрегацию тромбоцитов. АДФ, адреналин, коллаген, ристомицин и арахидоновая кислота являются наиболее используемыми индукторами для исследования функциональной активности тромбоцитов.

Материалы и методы. Для определения агрегации тромбоцитов исследования проводили на богатой плазме крови здорового человека и ИБС. Тромбоциты выделяли методом центрифугирования при 1150 об/мин, в течение 5 мин., для осаждения эритроцитов. Плазму, обогащенную тромбоцитами, повторно центрифугировали в течение 10 мин. при 3 тыс. об/мин. Осадок тромбоцитов суспендировали в 5 мл среды, содержащей 150 мМ NaCl, 2,7 мМ KCl, 0,37 мМ NaH₂PO₄, 1 мМ MgCl₂, 1 мМ CaCl₂, 5 мМ глюкозу, 10 мМ HEPES-NaOH, pH 6,55, 50 ед/мл гепарина, 0,35% сывороточного альбумина и 0,15 мг/мл апиразы. Все операции проводили в пластиковой посуде при комнатной температуре. В работе ис-

пользовали наиболее эффективные образцы сульфатированных полисахаридов СЦ-BOS-122, СЦ -GSC-63, СЦ-GSC-14.

Агрегация тромбоцитов регистрировалась по методу Борна на агрегометре Биола АЛАТ-2 220LA (Россия). В качестве индукторов агрегации тромбоцитов использовали АДФ (2 мкМ), адреналин (5 мкМ) и коллаген и ристомицин (0,5 ед/мл) (Sigma). Процесс образования агрегатов визуализировали графически. Степень агрегации тромбоцитов выражали в % от максимального уровня светопропускания (Т%, макс).

Результаты. В предварительных экспериментах оценивали влияние сульфатированных полисахаридов на агрегацию тромбоцитов и коагуляцию плазмы. Хотя известно, как влияют вышеперечисленные индукторы на функцию тромбоцитов, в исследованиях при оценке их агрегационной активности следует устанавливать свои реверсивные значения в зависимости от аппарата и реагентов.

В связи с этим, нами было изучено влияние агонистов: АДФ, адреналина, коллагена и ристомицина на функциональную активность тромбоцитов в плазме крови здорового человека и ИБС в условиях *in vitro*.

При исследовании плазмы крови здорового человека не наблюдалась спонтанная агрегация тромбоцитов. Степень агрегации при добавлении индуктора АДФ в плазму крови здорового человека, в зависимости от концентрации (1-5- мкг/мл) наблюдалась первичная однофазная и вторичная агрегация в виде двухфазной кривой, при высоких концентрациях (10 мкг/мл), необратимая агрегация тромбоцитов (рис.2 а)

Другой индуктор -адреналин в концентрациях 1-10 мкг/мл, также как АДФ, дозозависимо индуцировал агрегацию тромбоцитов. Адреналин в концентрации 1мкг/мл вызывал агрегацию в виде двухфазной кривой, а при более высоких концентрациях вызывал необратимую агрегацию тромбоцитов, что соответствует литературным данным (рис. 2б)

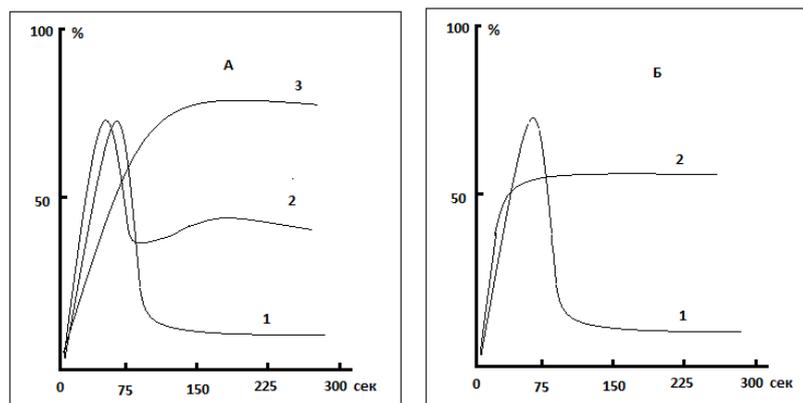


Рисунок 2 (А) АДФ-индуцируемая агрегация тромбоцитов плазмы крови здорового человека: в концентрациях 1- 1мкг/мл; 2- 5мкг/мл; и 3- 10 мкг/мл. (Б) Адреналин-индуцируемая агрегация тромбоцитов плазмы крови здорового человека: в концентрациях 1- 1мкг/мл; 2-5мкг/мл.

В случае с плазмой крови больных ИБС (агрегационную активность тромбоцитов плазмы крови больного оценивали при поступлении пациентов в стационар), наблюдалась спонтанная агрегация тромбоцитов.

При индуцировании с АДФ (1 мкг/мл) наблюдалась как вторичная агрегация, так в концентрациях 5-10 мкг/мл наблюдалась необратимая агрегация тромбоцитов. При индуцировании с адреналином также, в низких концентрациях 1-5 мкг/мл адреналин вызывал необратимую агрегацию тромбоцитов. Как известно, действие АДФ опосредуется через связывание с рецептором P2Y₁₂, играющий важнейшую роль в активации тромбоцитов, включая агрегацию, секрецию, высвобождение факторов коагуляции. Адреналин отображает ТХА₂-зависимый путь активации кровяных пластинок.

Полученные результаты свидетельствуют об активации рецептора P2Y₁₂ и ТХА₂-зависимого пути активации тромбоцитов плазмы больных ИБС в сравнение с контролем [9]. В следующей серии исследо-

ваны действия коллагена и ристомидина на агрегационную активность тромбоцитов в плазме крови здорового человека и ИБС. Как известно, ристомидин - индуцированная агрегация тромбоцитов косвенно характеризует активность фактора Виллебранда. Коллаген-индуцированная агрегация характеризует целостность эндотелиального слоя.

В отличие от АДФ и адреналин-индуцированной агрегации, при коллаген и ристомидин-индуцированной агрегации, в плазме крови здорового человека и при ИБС, наблюдалась почти одинаковая однофазная, необратимая кривая, что показывает при ИБС существенно не меняется коллаген и ристомидин-индуцированная агрегация тромбоцитов.

При исследовании действия соединений СЦ-BOS-122, СЦ-GSC-63, СЦ-GSC-14 на агрегацию тромбоцитов в плазме крови здорового человека и ИБС в условиях *in vitro*, выявлено ингибиторное действие сульфатированных полисахаридов, при котором тромбоциты индуцировались АДФ и адреналином (рис 3.).

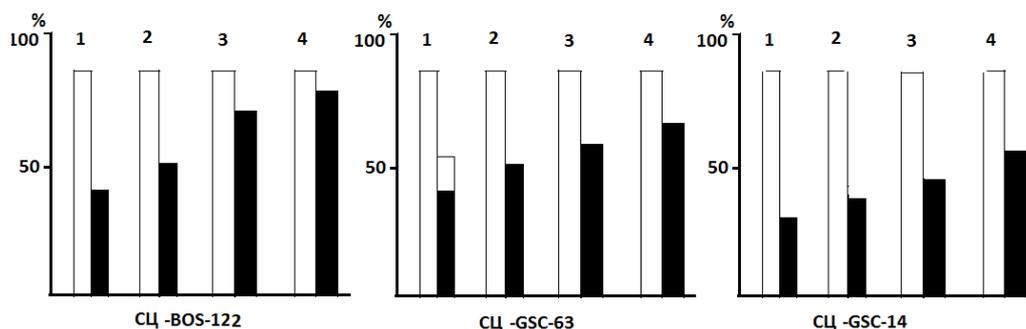


Рисунок 3. Влияние СЦ-BOS-122, СЦ-GSC-63, СЦ-GSC-14 на агрегацию тромбоцитов в плазме крови здорового человека и ИБС: 1. АДФ-индуцируемая агрегация; 2. Адреналин-индуцируемая агрегация; 3. ристомидин- индуцируемая агрегация; 4. Коллаген- индуцируемая агрегация тромбоцитов

Исследуемые соединения СЦ-BOS-122, СЦ-GSC-63, СЦ-GSC-14 в плазме крови здорового человека не оказывали заметного влияния на коллаген, ристомидин -индуцируемую агрегацию тромбоци-

тов. В случаях с плазмой (ИБС больных) наблюдалась стимулированная коллаген, ристомидин -индуцируемая агрегация тромбоцитов.

Обсуждение.

Полученные результаты показали, что наиболее выраженная ингибирующая активность сульфатированных полисахаридов проявляется при АДФ-индуцируемой агрегации тромбоцитов, видимо вследствие ингибиции циклооксигеназной активности тромбоцитов. В эксперименте, когда тромбоциты были индуцированы с АДФ (1мкг/мл) наблюдалась вторичная агрегация с макс. значением (20.99) и макс. наклоном (56.1) в плазме крови ИБС (рис.4а). Соединение СЦ-BOS-122 в концентрации 10 мкг/мл, также вызывало агрегацию тромбоцитов с увеличением макс. значения (10.54) и макс. наклона

(9.025) агрегационной кривой (рис.4а). Однако соединение СЦ-BOS-122 в концентрации 10 мкг/мл ингибировало АДФ индуцированную агрегацию тромбоцитов на 50% и снижал макс. значение (8.09), макс. наклон (3.95) агрегационной кривой (рис.4б).

Соединение СЦ-GSC-14, так и образец СЦ-BOS-122, также вызывал агрегацию тромбоцитов плазмы крови ИБС с увеличением макс. значения (2.73) и макс. наклона (3.04) агрегационной кривой. Однако в отличие от соединения СЦ-BOS-122, СЦ-GSC-14 не вызывал ингибирование АДФ индуцированной агрегации тромбоцитов (рис.5а).

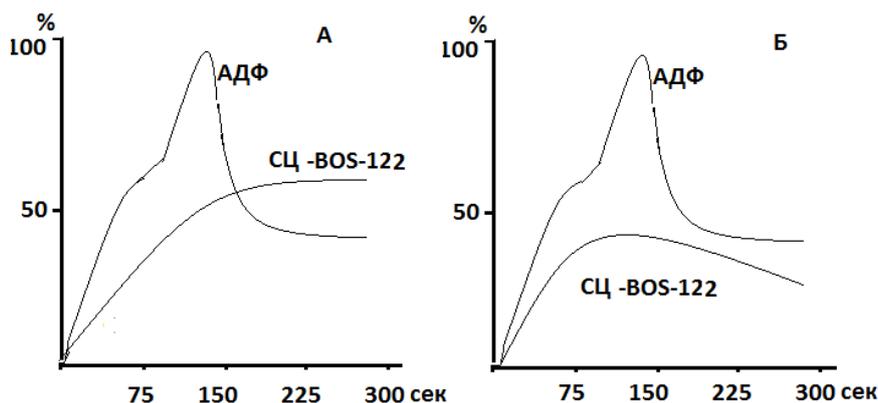


Рисунок 3. Влияние СЦ-BOS-122 на АДФ-индуцируемую агрегацию тромбоцитов при ИБС. А - Влияние СЦ-BOS-122 (10мкг/мл) и АДФ (1мкг/мл) на агрегацию тромбоцитов. Б- Влияние СЦ-BOS-122 на АДФ-индуцируемую агрегацию тромбоцитов

Соединение образца СЦ-GSC-63 в отличие от соединения СЦ-GSC-14, СЦ-BOS-122 не влияло на агрегационную активность тромбоцитов, но ингибировало АДФ индуцированную агрегацию тромбоцитов и имели минимальные значения показателя агрегации (20.99) и наклона (56.1). (рис.4а) При индуциро-

вании с АДФ (1 мкг/мл) наблюдалась вторичная агрегация с макс. значением (20.99) и макс. наклоном (56.1). При добавлении 10 мкг/мл соединения СЦ-BOS-122 к плазме крови, АДФ-индуцируемая агрегация тромбоцитов ингибируется на 65% и составляет макс. значение (8.09), макс. наклон (3.95). (рис. 5б).

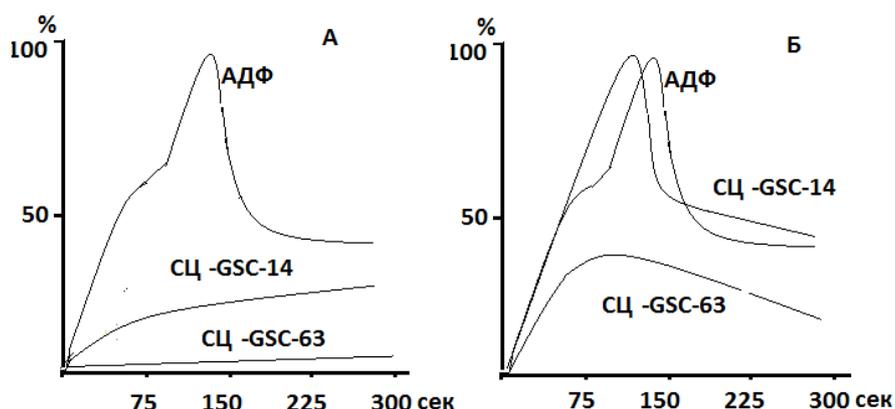


Рисунок 5. Влияние СЦ-GSC-14 и СЦ-GSC-63 на АДФ-индуцируемую агрегацию тромбоцитов ИБС. А - Влияние СЦ-GSC-14(10мкг/мл) и СЦ-GSC-63 (10мкг/мл) на агрегацию тромбоцитов. Б- Влияние СЦ-GSC-14 и СЦ-GSC-63 на АДФ-индуцируемую агрегацию тромбоцитов

Если учесть, что АДФ связывается со своим рецептором на поверхности тромбоцитов, связывание АДФ с рецептором P2Y1 вызывает изменение формы и инициирует агрегацию тромбоцитов (первичную

волну) за счет мобилизации кальция. Рецептор P2Y12 считается основным АДФ-рецептором и ответственным за полную агрегацию тромбоцитов че-

рез ингибирование аденилатциклазы. При этом ключевым звеном активации тромбоцитов является мобилизация ионов кальция из внутриклеточных депо.

Эти данные могут свидетельствовать о том, что исследуемые вещества в наибольшей степени влияют на активность гликопротеиновых рецепторов на мембране тромбоцитов и представляют определенный интерес и требуют дальнейшего детального изучения физико-химических характеристик и механизмов их действия, что в конечном итоге позволит использовать их в качестве гепариноподобного препарата.

Выводы

1. Установлено сравнительное действие индукторов АДФ, адреналина, коллагена и ристомицина на функциональную активность тромбоцитов в плазме

крови здорового человека и ИБС в условиях *in vitro*, которое происходит за счет активации рецептора P2Y₁₂ и ТХА₂-зависимого пути при ИБС.

2. Показано влияние сульфатированных полисахаридов СЦ-BOS-122, СЦ -GSC-63, СЦ-GSC-14 на АДФ, адреналин- индуцируемую агрегацию тромбоцитов, опосредованную их действием на активность гликопротеиновых рецепторов на мембране тромбоцитов.

3. Соединение образца СЦ -GSC-63 в отличие от соединения СЦ-GSC-14, СЦ-BOS-122 не влияло на агрегационную активность тромбоцитов, но ингибировало АДФ индуцированную агрегацию тромбоцитов.

Список литературы:

1. World Health Organization. Cardiovascular Diseases Fact Sheet. URL: (date of access May 2017).
2. (Weyrich, Zimmerman, 2004; Gawaz et al. 2005).
3. de Andrade Moura et al., 2001; Mayer, Hamman, 2004; Mousa, 2010; Vilahur, Badimon, 2013. Antitrombotic effects of naturally derived products on coagulation and platelet function // *Methods Mol. Biol.* 2010. V. 663. P.229-240.
4. de Azevedo T.C.,G., Bezerra M.E.B., Santos M.G.L. et al. Heparinoids algal and their anticoagulant hemorrhagic activities and platelet aggregation // *Biomedicine & Pharmacotherapy.* 2009. V. 63, N. 7. P. 477-483.
5. Deacon-Smith et al., 1985; Zhu et al., 2010). Deacon-Smith R.A., Lee-Potter J.P., Rogers D.J. Platelet aggregation in the presence of extracts of British marine algae // *Med. Lab. Sei.* 1985. V. 42. P. 404-405.
6. Na Li 1, Xue Liu 2, Xiaoxi He 2. Structure and Anticoagulant Property of a Sulfated Polysaccharide Isolated From the Green Seaweed *Monostroma Angicava*
 1. 2017. V.159. N.1. P.195-206
7. H. B. Nader, C. C. Lopes, H. A. Rocha, and E. A Santos, *Curr. Pharm. Des.*, 10(9), 951 – 966 (2004).
8. Choay J., 1983; Vo T., 2014.
9. Armstrong PC, Leadbeater PD, Chan MV, Kirkby NS, Jakubowski JA, Mitchell JA, Warner TD. In the presence of strong P2Y₁₂ receptor blockade, aspirin provides little additional inhibition of platelet aggregation. *J Thromb Haemost* 2011; 9: 55.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ****SCREEN-PRINTED ЭЛЕКТРОДЫ В ИНВЕРСИОННО- ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОМ
ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ*****Аронбаев Сергей Дмитриевич***

*д-р хим. наук, профессор кафедры неорганической химии и материаловедения химического факультета Самаркандского государственного университета, член-корреспондент Российской Академии Естествознания, Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: diron51@mail.ru*

Аронбаев Дмитрий Маркиэлович

канд. хим. наук, доцент кафедры неорганической химии и материаловедения химического факультета Самаркандского государственного университета, профессор Российской Академии Естествознания, Узбекистан, г. Самарканд

Исмаилов Элдор Халилович

*магистрант I года обучения, Самаркандский государственный университет
Узбекистан, г. Самарканд*

Исломов Лазизбек Бекмурадович

*соискатель ученой степени доктора философии, Самаркандский государственный университет,
Узбекистан, г. Самарканд*

Раимкулова Чарос Ахатовна

*аспирант, Самаркандский государственный университет,
Узбекистан, г. Самарканд*

Жураева Ситора Бахтиерова

*студентка 4 курса химического факультета, Самаркандский государственный университет
Узбекистан, г. Самарканд*

**SCREEN-PRINTED ELECTRODES FOR STREEPING VOLTAMPEROMETRIC DEFINITION
OF HEAVY METALS*****Sergey Aronbaev***

*D. Sci. in chemistry, Professor, Department of Chemistry,
Samarkand State University, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences
Uzbekistan, Samarkand*

Dmitry Aronbaev

*PhD in chemistry, Associate Professor, Department of Chemistry,
Samarkand State University, Professor of the Russian Academy of Natural Sciences
Uzbekistan, Samarkand*

Eldor Ismailov

*master student, Samarkand State University,
Uzbekistan, Samarkand*

Lazizbek Islomov*graduate student, Samarkand State University,
Uzbekistan, Samarkand***Charos Raimkulova***graduate student, Samarkand State University,
Uzbekistan, Samarkand***Sitora Zhuraeva***student of the Faculty of Chemistry, Samarkand State University
Uzbekistan, Samarkand*

АННОТАЦИЯ

В обзоре представлено текущее состояние применения screen-printed электродов в инверсионно-вольтамперометрическом определении тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Описываются методологические подходы в применении электродов, изготовленных методом трафаретной печати, в инверсионной вольтамперометрии. Акцентируется внимание на использовании нативных (немодифицированных) и модифицированных screen-printed электродов. В качестве металлов модификаторов применяется ртуть, висмут, олово, сурьма. В табличной форме представлены технико-эксплуатационные характеристики и аналитические возможности этих электродов в инверсионно-вольтамперометрическом определении ионов токсичных тяжелых металлов. Делается вывод, что тенденции развития электрохимических методов анализа с использованием screen-printed электродов базируются как на совершенствовании исходных материалов для конструирования таких сенсоров, их модификации, большей миниатюризации, так и расширении сферы их применения.

ABSTRACT

The review presents the current state of application of screen-printed electrodes for the stripping voltammetric determination of heavy metals in environmental objects. Methodological approaches to the application of electrodes made by screen printing in stripping voltammetry are described. The focus is on the use of native (unmodified) and modified screen-printed electrodes. Mercury, bismuth, tin, antimony are used as modifier metals. The technical and operational characteristics and analytical capabilities of these electrodes in the stripping voltammetry determination of toxic heavy metal ions are presented on tabular form. It is concluded that the development trends of electrochemical methods of analysis using screen-printed electrodes are based both on improving the starting materials for the construction of such sensors, their modification, greater miniaturization, and expanding the scope of their application.

Ключевые слова: screen-printed электроды, трафаретная печать, тяжелые металлы, инверсионная вольтамперометрия.

Keywords: screen-printed electrodes, screen printing, heavy metals, inversion voltammetry.

Загрязнение окружающей среды, вызванное антропогенным воздействием, является важной экологической проблемой, которая требует незамедлительного решения.

Из огромной номенклатуры экотоксикантов тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязнителям окружающей среды. Обладая токсичным, а порой, мутагенным действием они способны потенцировать тяжелые заболевания, нередко заканчивающиеся летальным исходом. В связи с этим мониторинг тяжелых металлов должен осуществляться в каждом звене цепи: тяжелый металл – окружающая среда – продукты питания – человек.

Из большого арсенала средств контроля содержания тяжелых металлов в природных и техногенных объектах электрохимическим методам, в частности, инверсионной вольтамперометрии (ИВА) отдается большее предпочтение, что обуславливается их простотой, легкостью автоматизации измерений, экономичностью и возможностью максимального приближения к объекту исследования [1-4]. Этому также способствует появление на Российском и зарубежных рынках современных портативных приборов и устройств для осуществления измерений в полевых

условиях. Попытка отказаться от ртутьсодержащих электродов, традиционно используемых в ИВА, привело к развитию целого направления электроаналитики – модифицированные углеродсодержащие электроды [5-7]. Такие электродные материалы, как стеклоуглерод, углеродная паста, как было показано рядом исследований, могут являться превосходным материалом для создания модифицированных электродов [8-10].

Однако, вследствие того, что аналитический сигнал возникает на границе раздела аналит – поверхность электрода, к состоянию поверхности предъявляются особые требования, от выполнения которых зависит воспроизводимость и точность анализа в целом [10]. Такая подготовка поверхности электрода, сохранение ее первоначальных характеристик требует, в свою очередь, особых навыков и опыта оператора.

Напротив, электроды, изготовленные методом трафаретной печати, с использованием углеродсодержащих чернил, так называемых, screen-printed электродов (SPCE), позволяют унифицировать их производство и получать продукцию с близкими техническими и эксплуатационными характеристиками. В последнее

время применение SPCE для определения ионов металлов в различных объектах было рассмотрено рядом авторов [11-18]. Однако этими источниками применение screen-printed электродов не ограничивается, а тенденции развития применения таких сенсоров показывают, что эти исследования остаются актуальными и в настоящее время.

Настоящая статья посвящена обзору применения screen-printed электродов в ИВА определении тяжелых металлов.

1. Электрохимические системы на основе SPCE и принципы их функционирования

Систематическая работа над совершенствованием конструкций электродов, получаемых методом трафаретной печати, привела к созданию практически универсальных трех-электродных систем, пригодных для исполнения любой техники вольтамперометрического анализа [14,19,20]. В этих конструкциях рабочий и

вспомогательный электроды выполнены из углеродсодержащей пасты, а Ag/AgCl электрод сравнения - из серебряной, входящих в состав специальных чернил для струйных принтеров. В качестве материала подложки обычно используется полиэтилентерефталат (ПЭТФ). Унификация технических характеристик screen-printed электродов достигается использованием постоянного состава чернил и печатающего устройства. Стандартные размеры screen-printed электродов 10 мм × 28 мм × 0,35 мм. Сопротивление – не более 20-40 Ом.

Как правило, screen-printed электроды применяются в комплекте с электрохимическими ячейками различных конструкций, зачастую выполненными из прозрачного оргстекла или метакрилата.

На рисунках 1-3 показаны схема screen-printed электрода и типы электрохимических ячеек для стационарного и проточного режимов использования этих электродов.

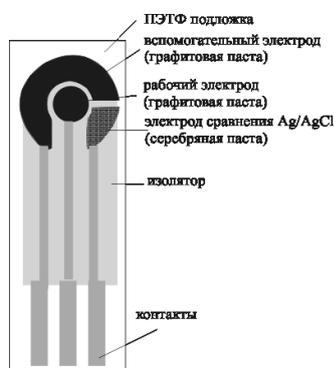


Рисунок 1. Схема screen-printed электрода



Рисунок 2. Ячейка для анализа в стационарном режиме.



Рисунок 3. Ячейка для проведения проточного и проточно-инжекционного анализов

Подключение сенсора к современному измерительно-задающему устройству типа потенциостат или полярограф осуществляется также без особого труда. Обработка аналитического сигнала регламентируется выбранной из меню интерфейса программой.

На рис.4. приведена схема регистрации аналитического сигнала на примере инверсионно-вольтамперометрического определения цинка методом добавок.

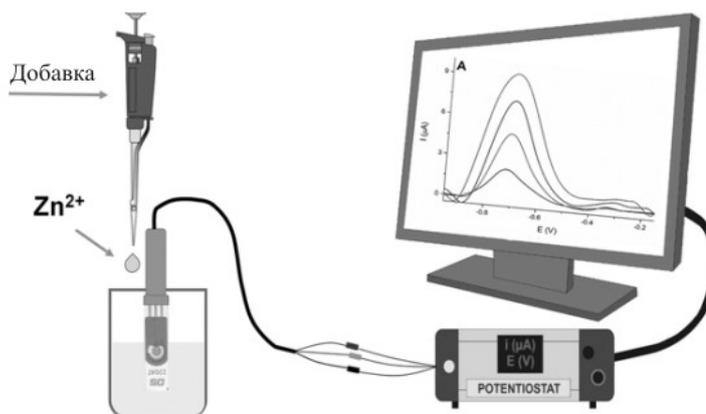


Рисунок 4. Схема регистрации аналитического сигнала screen-printed электрода

Основное преимущество технологии изготовления и использования в вольтамперометрическом анализе печатных электродов заключается в миниатюрности создаваемых датчиков, их многофункциональности, низкой себестоимости и, следовательно, возможности их одноразового применения. Последнее открывает широкие возможности в изготовлении различных хемо- и биосенсорных систем, предназначенных для экспресс оценки ситуаций, возникающих в результате производственных аварий, стихийных бедствий и прочих чрезвычайных происшествий. Еще большие перспективы применения таких сенсоров прогнозируются при разработке миниатюрных анализаторов для индивидуального использования, например коммерческих глюкометров и алкотестеров, которые уже заняли достойное место на рынке.

Анализ литературы показывает, что существует, по крайней мере, четыре подхода в применении screen-printed электродов, а именно:

1. немодифицированные (нативные) screen-printed электроды;
2. screen-printed электроды, поверхность которых модифицирована тонкой пленкой ртути;
3. screen-printed электроды, поверхность которых модифицирована пленкой Bi или Sb;
4. screen-printed электроды, модифицированные органическими соединениями и предназначенные для определения органических веществ и биомолекул.

Оставив за пределами рассмотрения четвертую позицию, непосредственно касающуюся создания биосенсоров на основе screen-printed электродов, остановимся на первых трех.

2. Немодифицированные SPCE

Немодифицированные (нативные) SPCE могут быть использованы для осаждения на их поверхность анализируемого иона металла. Этот прием был использован в работе [21] для определения ионов Zn^{2+} в конденсате пота человека. В качестве электролита служил 0,1 М ацетатный буфер с pH 6. Ионы цинка осаждались на поверхность рабочего микроэлектрода при потенциале -1,6 В в течение 60 секунд. При анодной развертке потенциалов пик, соответствующий иону Zn^{2+} , проявлялся при -1,2 В. Исследователями был показан линейный диапазон содержания цинка от 1×10^{-8} до 5×10^{-6} М. Были установлены референсные значения содержания цинка в поте здоровых людей в диапазоне 0,39 до 1,56 мкг / мл. Эта статья примечательна тем, что показывает возможности применения немодифицированных SPCE в неинвазивной диагностике состояния организма человека.

Определению ионов свинца, как наиболее распространенного загрязнителя внешней среды, посвящено большее количество публикаций.

В одной из первых работ по определению ионов Pb^{2+} методом ИВА с линейной разверткой на немодифицированном SPCE [22] показано, что определение этих ионов в фоновом электролите, содержащем 0,1 М NaCl в 0,1 М ацетатном буфере с pH 4,1 и времени накопления 1500 сек возможно в диапазоне от 50 мкг / л до 1,7 мг / л и пределом обнаружения 2,3 нг / мл.

Определение Au в моче человека методом катодной ИВА в 0,1 М KCl (pH 1,0) после накопления при разомкнутой цепи сообщается в [23]. Был использован SPCE, модифицированный поли-L-гистидином. Изучались различные варианты вольтамперометрии: с линейной разверткой, дифференциально-импульсной и прямоугольной развертками. Пределы обнаружения составили 6,0 мкМ, 1,7 мкМ и 4,0 мкМ, соответственно. Самые низкие пределы обнаружения были достигнуты при использовании дифференциально-импульсной вольтамперометрии.

В работе [24] сообщается об амперометрическом датчике на основе SPCE, модифицированного сажеей, для определения Hg^{2+} на уровне всего 1 нг/мл со временем отклика менее трех минут. Принцип действия датчика основан на взаимодействии ионов Hg^{2+} с окислением тиохолина. Было установлено, что при использовании в качестве фонового электролита 0,05 М фосфатного буфера с pH 7,4, содержащего 0,1 М KCl, при приложенном потенциале +0,3 В (отн. Ag / AgCl), амперометрический сигнал сенсора оставался линейным в диапазоне $1 - 10^{-5}$ М как для тиохолина, так и для цистеина. Исследование химизма этой реакции показало, что окисление тиохолина и цистеина является результатом окисления тиольной группы до соответствующего дисульфида, который образует с ионами Hg^{2+} неэлектроактивный комплекс тиол-Hg. При этом последующее уменьшение сигнала датчика пропорционально концентрации присутствующих ионов

Hg^{2+} . Эта связь была использована авторами в качестве аналитического приложения для определения следовых содержаний Hg^{2+} в образцах питьевой воды. Сообщалось также, что можно определять концентрацию Hg^{2+} без предварительной подготовки к анализу образцов. Для образцов питьевой воды с введенными добавками $5 \cdot 10^{-8}$ М и $5 \cdot 10^{-9}$ М ионов Hg^{2+} в присутствии $1 \cdot 10^{-7}$ М тиохолина, наблюдалось снижение сигнала амперометрического сенсора на 2% и 3%, соответственно. Влияние ряда других ионов металлов (Cu^{2+} , Ag^{+} , Pb^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} и As^{3+}) были исследованы при концентрации ионов ртути $5 \cdot 10^{-6}$ М и тиохолина $1 \cdot 10^{-5}$ М. Установлено, что только присутствие ионов Ag^{+} дает заметное снижение амперометрического отклика.

3. SPCE, модифицированные тонкой пленкой ртути

Модификация SPCE электродов ртутной пленкой обычно заключается в электролитическом осаждении ртути из растворов ее солей на поверхность нативного электрода методами *ex situ* или *in situ*. Первый из них осуществляется заранее с целью использования ртуть-модифицированного SPCE в последующем анализе. Другой – в совместном осаждении ионов ртути и целевого иона в анализе. Как альтернатива в технике приготовления SPCE, к углеродсодержащим чернилам для струйной печати добавляется нерастворимая соль ртути. Эта процедура может быть привлекательна тем, что отпадает необходимость добавления ионов ртути в анализируемый раствор, что облегчает труд оператора.

В таблице 1 приводится обзорная информация о применении нативных (немодифицированных) и модифицированных SPCE, с указанием методических

подходов и эксплуатационных характеристик сенсоров.

Таблица 1.

Применение нативных и модифицированных SPCE в инверсионно-вольтамперометрическом определении ионов тяжелых металлов*

Ион	Модификатор	Фоновый электролит	Техника измерения	Линейный диапазон	Предел обнаружения	Образец [Источник]
Pb ²⁺ , Cd ²⁺ , Cu ²⁺	Тонкая пленка Hg	Подкисление HCl pH 2	SWASV, -1.1 В, (120 с.)	0–500 нг/мл	Cd ²⁺ 7,0 нг/мл, Pb ²⁺ 0,31 нг/мл, Cu ²⁺ 0,53 нг/мл	Морская вода [25]
Ct ⁶⁺	Немодифицированный	0.1 М H ₂ SO ₄	LSCSV	100–1000 нг/мл	19 ng/mL	Вода из каналов [26]
Sb ³⁺	Наночастицы Ag, полученные электрохимическим способом	Буфер Бриттона-Робинсона с pH 2	DPASV, -0.6 В, (200 с.)	9,9·10 ⁻⁸ - 9,9·10 ⁻⁷ М	6,79 · 10 ⁻¹⁰ М	Морская вода, фармацевтические препараты [27]
Sb ³⁺	Наночастицы Au, полученные электрохимическим способом	Буфер Бриттона-Робинсона с pH 2	DPASV, -0.55 В (200с.)	9,90 · 10 ⁻⁸ - 9,09 · 10 ⁻⁷ М	9,44 · 10 ⁻¹⁰ М	Морская вода, фармацевтические препараты [28]
Sb ³⁺	Hg пленка	3 М HCl	DPASV, -0.9 В (600 с.)	0,99·10 ⁻⁸ – 8,26·10 ⁻⁸ М	1,27 · 10 ⁻⁸ М	Морская вода [29]
U	4-карбокситолил	Ацетат аммония	15 мин.	8,5·10 ⁻¹⁰ –10 ⁻⁷ М	2 · 10 ⁻⁹ М	Вода из устья реки [30]
Pb ²⁺	-	0.1 М KCl	DPASV, -1,1 В (400с.)	10–60 мкг/л	2 мкг/л	- [31]
Pb ²⁺	Мезопористый силикагель	0.2 М HCl	SWASV, -1,2 В	1–30 нг/мл	0,1 нг/мл, 5 минут	Питьевые, речные, подземные воды [32]
As ³⁺	Наночастицы Pt	1 М H ₂ SO ₄	CV, -0.2 - +1.3 В, 100 мВ/с.	1,6·10 ⁻⁷ - 1,3·10 ⁻⁶ М	5,68±1,18 мг/л	Стандарт. образцы воды [33]
Hg ²⁺ , Pb ²⁺ , Ni ²⁺ , Cd ²⁺	PANI, или PANI-poly (DTDA)	0.1 М H ₂ SO ₄ , 0,5М HCl	DPASV, -0.4 В (120 с.)	1·10 ⁻⁹ –1·10 ⁻⁶ М	-	- [34]
Cd ²⁺	Микро-эл-д, модиф. Hg методом фемтосекундной лазерной абляции.	ацетатный буфер pH 4.5	SWASV	1–10 нг/мл	1,3 нг/мл (300 с.)	Речная вода [35]
Cd ²⁺	Пленка Hg ex-situ	ацетатный буфер pH 4.5	SWASV, -1.0 В	0,2–40 нг/мл	0,2 нг/мл, (60 с.)	Речная вода [36]
Hg ²⁺ , Pb ²⁺ , Ni ²⁺ , Cd ²⁺ , Cu ²⁺	Немодифицированный	0,1 М NaCl, pH 1,35	DPASV, -1.4 В	-	-	Почва [37]
Pb ²⁺ , Ni ²⁺ , Cd ²⁺ , Cu ²⁺	Немодифицированный	0,1 М NaCl, pH 1,35	DPASV, -1.4 В	-	-	Почвенные воды [38]
Cd ²⁺ , Pb ²⁺	Немодифицированный	0,2 М уксусная к-та + 0,2 М ацетат натрия	DPASV, -1,0 В	Cd ²⁺ 2-100 мкМ, Pb ²⁺ 5-100 мкМ	Cd ²⁺ 500 нМ, Pb ²⁺ 800 нМ (120 с.)	Дождевая вода [39]

Pb ²⁺ , Cd ²⁺	Hg - пленка	0,6 М NaCl, pH 8	SWASV, -1.1 В	10–2000 нг/мл	Pb ²⁺ 1.8 нг/мл, Cd ²⁺ 2.9 нг/мл (120 с.)	Морская вода [40]
Hg ²⁺	Покрытие PANI-метилена голубой	0,5 М HCl	DPASV, -0,3 В	1·10 ⁻⁸ - 1·10 ⁻⁵ М	54,27 нг/мл (120 с.)	Ультрарачистая вода [41]
Hg ²⁺	Эл.хим. покрытие PANI-poly (DTDA)	0,5 М HCl	DPASV, -0,3 В	1·10 ⁻⁸ –1·10 ⁻⁵ М	56 нг/мл (120 с.)	- [42]
Hg ²⁺	Поли (4-винил-пиридин)	Ацетатный буфер pH 4 + 2М KCl	SWASV	100–1000 ppb	69,5 ppb	Косметика [43]
Hg ²⁺ , Pb ²⁺	Пленка Au	0,05 М HCl	SWASV, -1.0 В	Hg ²⁺ 2–16 нг/мл, Pb ²⁺ 4–16 нг/мл	Hg ²⁺ 1,5 нг/мл, Pb ²⁺ 0,5 нг/мл, (120 с.)	Питьевая вода [44]
Cd ²⁺ , Cu ²⁺ , Pb ²⁺ , Hg ²⁺	Cd ²⁺ , Cu ²⁺ , Pb ²⁺ - Hg - пленка, Hg ²⁺ - Au SPCE	0,1 М HCl	SWASV, Hg ²⁺ +0,2 В, Cd ²⁺ , Cu ²⁺ , Pb ²⁺ , -1.1 В	1 нг/мл-1мкг/мл (для всех)	Hg ²⁺ 0,9нг/мл, (120 с.), Cd ²⁺ 1,0нг/мл, Cu ²⁺ 0,5нг/мл, Pb ²⁺ 0,3 нг/мл (300 с.)	Рыбные продукты [45,46]
Cd ²⁺ , Cu ²⁺ , Pb ²⁺	Проточно-инжекционная ячейка с SPCE	Cu ²⁺ 0,1 М HNO ₃ , Cd ²⁺ 0,1 М Аммонийно-цитратный буфер pH 9, Pb ²⁺ 0,1 М глициновый буфер pH 9	Cu ²⁺ и Cd ²⁺ DPASV, Pb ²⁺ SWASV	Pb ²⁺ 30-70 нг/мл, Cu ²⁺ 9-26 нг/мл	Cu ²⁺ 4,4 нг/мл (300 с.), Pb ²⁺ 5,9 нг/мл (500 с.), Cd ²⁺ 5 нг/мл	Озерная вода, сточные воды предприятий [47]
Cd ²⁺ , Cu ²⁺ , Pb ²⁺ , Hg ²⁺	Хитозан	0,1 М HCl/KCl	DPASV, -1,0 В	10–200 нг/мл	Pb ²⁺ 3.4 нг/мл, Cu ²⁺ 5 нг/мл, Cd ²⁺ 5 нг/мл Hg ²⁺ 2 нг/мл (30 с.)	Водопроводная вода [48]
Cd ²⁺ , Cu ²⁺ , Pb ²⁺	Микрочип для капиллярного электрофореза	0,25 мМ MES – буфер (pH 7)	-0,8 В	100–1000 мкМ	Pb ²⁺ 1,74 мкМ, Cd ²⁺ 0,73 мкМ, Cu ²⁺ 0,13 мкМ	Сельхоз продукция, фруктовые соки [49]
Pb ²⁺	Микроматрица, полученная трафаретной печатью распылением коммерческих чернил.	0,1 М HNO ₃	SWASV, -0,5 В	20–50 мкМ 75–200 мкМ	9,5 мкМ	[50]
As ³⁺	Au - для адсорб. ВА, Pt - для прямого окисл, полученная трафаретной печатью распылением коммерческих чернил (200 мм в течение 6 с).	1 М H ₂ SO ₄	LSASV, -1,2 В	1–5 мкМ	4,8 · 10 ⁻⁷ М	[51]

* - условная аббревиатура

SPCE – screen-printed электрод

SWASV – анодная инверсионная вольтамперометрия с квадратной волновой разверткой

LSASV – анодная инверсионная вольтамперометрия с линейной разверткой

DPASV – дифференциально-импульсная анодная инверсионная вольтамперометрия

CV – циклическая вольтамперометрия

PANI, или PANI-poly (DTDA) – производные полианилина

Результаты, приведенные в таблице 1, показывают успешность применения Hg-SPCE в определении неорганических ионов с большой точностью и достижением весьма низких пределов обнаружения. Однако, даже при небольших количествах ртути, используемой с этими устройствами, остается та же самая проблема, что и с макро - ртутьсодержащими электродами, - их утилизация. Эта проблема особенно обострилась к началу 2000-х годов, когда Евросоюзом был объявлен мораторий на использовании сильно действующих экотоксикантов, к числу которых относится и ртуть. В свете решения этой проблемы была предложена замена токсичной ртути другими менее токсичными металлами-модификаторами, например висмутом или оловом, способными взаимодействовать с амальгамирующимися металлами. Информация о SPCE, модифицированных пленками этих металлов приводится в следующем разделе.

4. SPCE, модифицированные висмутом

О возможности применения висмута, в 5000 раз менее токсичного, чем ртуть в модификации углеродсодержащих электродов сообщалось и ранее [53-55]. Модификация SPCE висмутовой пленкой аналогична модификации ртутной пленкой: осаждение из растворимой соли висмута способами *in situ*, или *ex situ*, а также в виде нерастворимых оксидов или соли Bi, например, Bi₂O₃ или BiPO₄ [56-63], как составляющая часть чернил для трафаретной печати, которые затем восстанавливаются до Bi на этапе электрохимического осаждения. Ряд обзоров был сфокусирован на применении Bi модифицированных электродов [52,53,55,64]. Такие высоко токсичные элементы как хром [61], цинк [59] и свинец [62], были определены с помощью Bi-модифицированных SPCE.

Методом катодной адсорбционной инверсионной вольтамперометрии (CASV) с модифицированным *in situ* висмутом SPCE был определен кобальт

[63]. В этом сообщении Co накапливался в виде его комплекса с диметилглиоксимом. Была исследована серия почвенных экстрактов с различными концентрациями Co. Результаты сравнивались с результатами, полученными с помощью масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Результаты показали возможность определения уровней ниже 0,1 мкг/л.

В работе [65] сообщается об электроде, модифицированном био пленкой методом *in situ* SPCE, который был применен в квадратно-волновой вольтамперометрии Cd²⁺ в модельных растворах и биологической жидкости ротовой полости. Экспериментальным путем были подобраны условия формирования висмутовой пленки на поверхности электрода. Так было показано, что при высоких концентрациях висмута, образование пленки на поверхности SPCE плохо воспроизводимо, в то время как при концентрации Bi 0,4 мг / л удается определить 30 мкг/л ионов Cd²⁺ с наименьшей ошибкой. При этом было также установлено, что чувствительность метода существенно снижается при pH >3, что очевидно, связано с гидролизом солей висмута (III). На воспроизводимость метода определения ионов кадмия в слюне также влияет сильная адсорбция белков и других компонентов слюны поверхностью электрода. Однако, разбавлением пробы слюны и регулированием кислотности до pH=1 эта проблема частично была решена. Градуировочная зависимость величины аналитического сигнала от концентрации ионов кадмия, снятая при потенциале накопления -1,2 В была линейна в диапазоне 10 - 80 мкг/л. Предел обнаружения ионов Cd²⁺, рассчитанный по градуировочному графику по 3σ-критерию, составил 2,9 мкг/л.

В таблице 2. представлены примеры использования Bi-SPCE в анализе тяжелых токсичных металлов.

Таблица 2.

Применение SPCE, модифицированного висмутом, в инверсионно-вольтамперометрическом определении ионов тяжелых металлов *

Ион	Модификатор	Фоновый электролит	Техника измерения	Линейный диапазон	Предел обнаружения	Образец [Источник]
Zn ²⁺ , Cd ²⁺ , Pb ²⁺	Химически синтезированные наночастицы Bi	0,1 М Na-ацетатный буфер pH 4,5	SWASV, -1,4 В, проточная и стационарная ячейка с перемешиванием	-	0,52 нг/мл Zn ²⁺ , 0,45 нг/мл Cd ²⁺ , 0,41 нг/мл Pb ²⁺ , (120 с.)	Сточные и питьевые воды [66]
Zn ²⁺ , Cd ²⁺ , Pb ²⁺	Чернила, модифицированные Bi ₂ O ₃	0,1 М Na-ацет. буфер, 0,05M HCl	SWASV, -1.2 В	Cd ²⁺ 10–150 нг/мл, Pb ²⁺ 10–150 нг/мл, Zn ²⁺ 40–150 нг/мл	5, 10 и 30 нг/мл	Речная вода [67]
Cd ²⁺	Пленка Bi <i>ex situ</i>	0,2M Na-ацетат. буфер pH 4,5	SWASV, -1.0 В	5,6–45 нг/мл	1,3 нг/мл	Речная вода в районе добычи руды [68]
Cd ²⁺ , Pb ²⁺	Чернила с оксидом висмута	0,5 М NH ₄ ⁺ - ацет. буфер + 0,1 М HCl pH 4.6	Хронопотенциометрия	20–300 нг/мл	Pb ²⁺ 8,0 нг/мл, Cd ²⁺ 16 нг/мл	Почва, вода [69]

Zn ²⁺ , Pb ²⁺	Пленка Bi ex situ	0,01 М KNO ₃	DPASV, -1.5 В, 60 с.,	Zn ²⁺ 250 нг/мл, Pb ²⁺ 50 нг/мл, Cd ²⁺ 600 нг/мл	Zn ²⁺ 3,5 нг/мл Pb ²⁺ 0,5 нг/мл, Cd ²⁺ 3,9 нг/мл	Водопрод- ная вода [70]
Pb ²⁺	Bi, 0.5% Nafion	10,0 мМ ук- сусн.к-ты 50 мМ KCl + 500 мг/л Bi	SWASV, -1.0 В, 120 с.	5–80 нг/мл	4 нг/мл	Варочная ку- хонная по- суда [71]
Zn ²⁺ , Cd ²⁺ Pb ²⁺	Пленка Bi in situ	1 М HCl	SIA-ASV, -1.4 В	2–100 нг/мл Pb ²⁺ и Cd ²⁺ , 12–100 нг/мл Zn ²⁺	0,2 нг/мл Pb ²⁺ , 0,8 нг/мл Cd ²⁺ , 11 нг/мл Zn ²⁺	Растения, травы [72]
Zn ²⁺ , Cd ²⁺ Pb ²⁺	Пленка Bi in situ	1 М HCl	SIA-ASV, -1.4 В	0–70 нг/мл Pb ²⁺ и Cd ²⁺ , 75–200 нг/мл Zn ²⁺ .	0,89 нг/мл Pb ²⁺ , 0,69 нг/мл Cd ²⁺	Питьевая вода [73]
Cd ²⁺ Pb ²⁺	Пленка Bi in situ	0,2 М Na-ацетат. буфер pH 4,6	SI-MSFA, -1.1 В	10–100 нг/мл	Cd ²⁺ 1,4 нг/мл, Pb ²⁺ 6,9 нг/мл	Бочковая вода, шахт- ные воды [74]
Zn ²⁺ , Cd ²⁺ Pb ²⁺	Пленка Bi in situ	0,1 М Na-ацетат. буфер, 10 ⁻² М KCl, pH 4,5	SWASV	10–100 нг/мл	Zn ²⁺ 8,2 нг/мл, Cd ²⁺ 3,6 нг/мл, Pb ²⁺ 2,5 нг/мл	Водопрод- ная вода, сточные воды [75]
Cd ²⁺ Pb ²⁺	Чернила, модифи- цированные Bi ₂ O ₃	0,1 М Na-ацетат. буфер, pH 4,5	SWASV, -1.2 В	20–100 нг/мл	2,3 нг/мл Pb ²⁺ , 1,5 нг/мл Cd ²⁺	Речная вода [76]
Pb ²⁺	Чип, покрытый Bi in-situ	0,1 М Na-ацетат. буфер, pH 4,5	SWASV, -1.2 В	2,5 ng/mL–100 ng/mL	1,0 нг/мл (120 с.)	[77]
Pb ²⁺	Bi - SPCE с элект- ролитом на бума- жном фильтре с со- лью Zn (внутр. станд-т)	0,1 М Na-ацетат. буфер, pH 4,5 с 60 нг/мл Zn (внутр. станд-т)	SWASV, -1.4 В	10–100 нг/мл	2,0 нг/мл (120 с.)	[78]

* - условная аббревиатура

SWASV - анодная инверсионная вольтамперометрия с квадратной волной разверткой

DPASV - дифференциально-импульсная анодная инверсионная вольтамперометрия

SIA-ASV - анодная инверсионная вольтамперометрия с впрыском (Sequential injection analysis)

SI-MSFA - проточно-ижекционный анализ с моносегментным впрыском (sequential injection-monosegmented flow analysis).

Несмотря на успешность применения Bi-модифицированных SPCE [79] в аналитической практике, эти электроды не лишены ряда недостатков, таких как небольшой диапазон рабочих потенциалов, необходимость достижения определенной толщины висмутной пленки на поверхности электрода [62], зависимость от pH фонового электролита [80], определение таких элементов как Cu и Hg затруднено ввиду близости потенциалов пика анодного растворения [54]. Однако, для преодоления и этих проблем исследователями используются различные приемы. Один из них, показавшийся нам интересным, описан в работе [81]. Авторы использовали вольтамперометрию в комбинации со спектрофотометрией для определения Pb²⁺, Cu²⁺ и Cd²⁺.

SPCE был модифицирован висмутом in situ, используя потенциал накопления -1,2 В для Cd²⁺ и Pb²⁺ и -0,6 В для Cu²⁺. Стадию десорбции проводили в отдельном растворе, содержащем металлоиндикатор - краситель ксиленоловый оранжевый. Ионы металлов, образующиеся на стадии анодного растворения, образуют окрашенный комплекс с ксиленоловым

оранжевым, что позволяет определять их концентрации с помощью спектрофотометра или фотоколориметра в видимой области спектра: λ=575 нм для Pb²⁺ (ацетатный буфер) и Cu²⁺ (ацетатный буфер), λ=580 нм для Cd²⁺ (гексаметилентетраминный буфер), соответственно. Было показано, что возможное появление ионов Bi³⁺, образующихся на стадии десорбции, не мешают спектрофотометрическому определению анализируемого иона металла. Пределы обнаружения составили 10, 10 и 100 нМ для Cd²⁺, Pb²⁺ и Cu²⁺, соответственно. Результаты анализа образцов сточных вод показали хорошее согласие с таковыми, полученными методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES).

4. Альтернативные электроды на основе трафаретной печати

Поиск альтернативы ртуть- и висмут-модифицированных SPCE приводится в [82]. В этом исследовании как гальванически покрытые, так и модифицированные Sb и Sn содержащими чернилами электроды, изготовленные способом трафаретной печати, были применены для ИВА определения Cd²⁺ и Pb²⁺. В качестве модификаторов использовали основную соль

оксалата сурьмы, оксид сурьмы и смеси оксидов сурьмы и олова. Характеристики изготовленных электродов сравнивались с характеристиками В-SPCE. Сообщалось, что аналитические характеристики электродов Sb и Sn выгодно отличаются от висмут-модифицированных электродов. Пределы обнаружения были зарегистрированы в диапазоне 0,9–1,2 мкг/л для Pb^{2+} и 1,8–3,5 мкг/л для Cd^{2+} с накоплением в течение 240 секунд. Сообщалось, что образцы минеральной воды с добавками Cd^{2+} и Pb^{2+} дают процент извлечения в диапазоне от 95% до 103%.

Автоматизированный анодно-десорбционный вольтамперометрический метод определения мышьяка представлен в работе [83]. Для этого на поверхность SPCE электрохимически осаждали Au при потенциале - 0,5 В относительно Ag / AgCl из $H[AuCl_4]$ в 1 М растворе соляной кислоты.

Линейный диапазон определения мышьяка (III) составлял 1–100 мкг / л с пределом обнаружения в стандартных растворах 0,03 мкг / л при времени осаждения 120 с и объеме образца 1 мл. Сообщалось, что соответствующий предел обнаружения в реальных образцах составляет 0,5 мкг / л. В этой же работе сообщается, что этим методом возможно различить ионы As(III) и As(V), используя потенциалы осаждения - 0,5 В и - 1,5 , соответственно. Так же было продемонстрировано на вольтамперограмме хорошее разделение пиков мышьяка и обычно, присутствующих в таких пробах мешающих ионов меди(II). Были исследованы образцы воды из рисовых полей и речной воды, и были получены хорошие показатели извлечения (от 99,5% до 104%) для образцов с добавкой 11,5 – 23,0 мкг/л ионов As^{3+} .

Для вольтамперометрического определения As(III) с пределом обнаружения 0,018 мкг/л с линейным диапазоном 0,1–1800 мкг/л был предложен SPCE, модифицированный наночастицами золота,

синтезированных нагреванием смеси ибупрофена и хлорида золота ($H[AuCl_4]$) [84]. Стабильность полученных наночастиц на SPCE была улучшена путем введения нафiona. Сообщалось, что датчик обладает высокой воспроизводимостью, а относительная ошибка составляет 1,9%. Изготовленный для мониторинга мышьяка в различных типах проб воды сенсор, был высокоселективен по отношению к As (III) без заметных помех в присутствии различных ионов, включая Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Hg^{2+} , Co^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ и K^+ .

Следует отметить, что модификация SPCE наночастицами благородных металлов весьма эффективно используется в настоящее время [85,86]. Например, сообщается о возможности ИВА определения As^{3+} с модифицированным SPCE в 0,1 М HCl в диапазоне концентраций от 10 до 550 мкг / л и пределом обнаружения 0,5 – 1,5 мкг/л, времени накопления составляло не более 120 секунд. При этом ионы Cu^{2+} не мешают обнаружению As^{3+} .

Выводы

В представленном обзоре были описаны примеры, которые иллюстрируют широкий потенциал вольтамперометрических сенсоров на основе SPCE. Приведенная информация ни в коей мере не исчерпывает и не ограничивает возможности использования SPCE в создании других миниатюрных аналитических систем, способных распознавать неорганические ионы, органические вещества и биомолекулы в сложных матрицах, таких как биологические жидкости, продукты питания, объекты техногенной сферы.

Методы изготовления сенсоров оставляют место для полета творческих фантазий исследователей, направленных как на совершенствование исходных материалов для конструирования SPCE, их модификации, большей миниатюризации, так и расширения сферы их применения.

Список литературы:

1. Rajeshwar, K., Ibanez, J.G. Environmental Electrochemistry, Fundamentals and Applications in Pollution Abatement, Academic Press: London, UK, 1997, p. 276.
2. Wang, J. Stripping Analysis: Principles, Instrumentation and Applications, VCH:Weinheim, Germany, 1985.
3. Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э. Инверсионная вольтамперометрия. - М.: Мир, 1980.-278 с.
4. Брайнина Х.З., Нейман Е.Я., Слепушкин В.В. Инверсионные электроаналитические методы. - М.: Химия. 1988. - 240 с.
5. Švancara I., Walcarius A., Kalcher K., Vyřas K. Carbon paste electrodes in the new millennium // Cent. Eur. J. Chem. – 2009. - № 7. – P. 598–656.
6. Stozhko N.Y., Malakhova N.A., Fyodorov M.V., Brainina K.Z. Modified carbon-containing electrodes in stripping voltammetry of metals. Part II. Composite and microelectrodes // J. Solid State Electrochem. – 2008 – Vol. 12. – P. 1219–1230. .
7. Носкова Г.Н. Твердые углеродсодержащие композитные электроды для определения элементов вольтамперометрическими методами // Автореф. дисс....доктора хим.наук. – Томск, 2012. – 49 с.
8. Шайдарова Л. Г. Модифицированные электроды с каталитическими свойствами в органической вольтамперометрии. //Автореф. дисс... доктора хим.наук. – Казань, 2009. – 48 с.
9. Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н. Модифицированные электроды в вольтамперометрии в химии, биологии и медицине. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 416 с.
10. Шабалина А.В., Лапин И.Н., Белова К.А., Светличный В.А. Графитовые электроды, модифицированные металлческими наночастицами с использованием метода лазерной абляции: применение в анализе органических соединений // Электрохимия. – 2015. - т. 51, № 4. - С. 417–422.

11. Honeychurch K.C. Screen-printed electrochemical sensors and biosensors for monitoring metal pollutants // *Insci. J.* - 2012. - №2. - P. 1–51.
12. Li M., Li Y.T., Long D.W.L., Long Y.T. Recent developments and applications of screen-printed electrodes in environmental assays. A review // *Anal. Chim. Acta.* - 2012. - Vol. 734. - P. 31–44.
13. Niu X.H., Lan M.B., Zhao H.L., Chen C., Li Y.X., Zhu X. Review: Electrochemical Stripping Analysis of Trace Heavy Metals Using Screen-Printed Electrodes // *Anal. Lett.* - 2013. - Vol. 46. - P. 2479–2502. .
14. Hayat A., Marty J.L. Disposable Screen- printed Electrochemical Sensors: Tools for Environmental Monitoring // *Sensors.* - 2014. - Vol. 14. -P. 10432–10453.
15. Barton J., García M.B.G., Santos D.H., Fanjul-Bolado P., et al. Screen-printed electrodes for environmental monitoring of heavy metal ions: A review // *Microchim. Acta.* -2016. - Vol. 183. -Vol. 503–517.
16. Serrano N., Díaz-Cruz J.M., Ariño C., Esteban M. Antimony-based electrodes for analytical determinations // *TrAC.* -2016.-Vol 77.-P.203–213.
17. Amine A., Arduini F., Moscone D., Palleschi G. Recent advances in biosensors based on enzyme inhibition // *Biosens. Bioelectron.* - 2016. - Vol. 76. -P. 180–194.
18. Duarte K., Justino C.I.L., Freitas A.C., Gomes A.M.P., et al. Disposable sensors for environmental monitoring of lead, cadmium and mercury // *TrAC.* - 2015. - Vol. 64. -P. 183–190.
19. Morrin A., Killard A.J., Smyth M.R. Electrochemical Characterization of Commercial and Home-Made Screen-Printed Carbon Electrodes // *Analytical Letters.* - 2003.- Vol. 36, No. 9. - P. 2021–2039; DOI: 10.1081/AL-120023627
20. Yamanaka K., Vestergaard M.C., Tamiya E. Printable Electrochemical Biosensors: A Focus on Screen-Printed Electrodes and Their Application // *Sensors.* - 2016.- Vol.16. -P 1761; doi:10.3390/s16101761
21. Crew A., Cowell D.C., Hart J.P. Development of an anodic stripping voltammetric assay, using a disposable mercury-free screen-printed carbon electrode, for the determination of zinc in human sweat // *Talanta.* - 2008. - Vol. 75. - P. 1221–1226.
22. Honeychurch K.C., Al-Berezanchi S., Hart J.P. The voltammetric behaviour of lead at a microband screen-printed carbon electrode and its determination in acetate leachates from glazed ceramic plates // *Talanta.* - 2011. - Vol. 84. - P. 717–723.
23. Bergamini M.F., Santos D.P., Zanoni M.V.B. Screen-Printed Carbon Electrode Modified with Poly-L-histidine Applied to Gold(III) Determination // *J. Braz. Chem. Soc.* - 2009. - Vol. 20. - P. 100–106.
24. Arduini F., Majorani C., Amine A., Moscone D., Palleschi G. Hg²⁺ detection by measuring thiol groups with a highly sensitive screen-printed electrode modified with a nanostructured carbon black film // *Electrochim. Acta.* - 2011. - Vol. 56. - P. 4209–4215.
25. Aragay G., Puig-Font A., Cadevall M., Merkoç A. Surface Characterizations of Mercury-Based Electrodes with the Resulting Micro and Nano Amalgam Wires and Spheres Formations May Reveal Both Gained Sensitivity and Faced Nonstability in Heavy Metal Detection // *J. Phys. Chem. C.* - 2010. - Vol. 114. - P. 9049–9055.
26. Hallam P.M., Kampouris D.K., Kadara R.O., Banks C.E. Graphite screen- printed electrodes for the electrochemical sensing of chromium(VI) // *Analyst.* - 2010. - Vol. 135. - P. 1947–1952.
27. Renedo O.D., Martínez M.J.A. A novel method for the anodic stripping voltammetry determination of Sb(III) using silver nanoparticle-modified screen-printed electrodes // *Electrochem. Commun.* - 2007. -Vol. 9. - P. 820–826.
28. Renedo O.D., Martínez M.J.A. Anodic stripping voltammetry of antimony using gold nanoparticle-modified carbon screen-printed electrodes // *Anal. Chim. Acta.* - 2007. - Vol. 589. - P. 255–260.
29. Renedo O.D., González M.J.G., Martínez M.J.A. Determination of Antimony (III) in Real Samples by Anodic Stripping Voltammetry Using a Mercury Film Screen-Printed Electrode // *Sensors.*-2009.-Vol. 9.-P. 219–231.
30. Betelu S., Vautrin-Ula C., Lyb J., Chaussé A. Screen-printed electrografted electrode for trace uranium analysis // *Talanta.* -2009. -Vol. 80.-P. 372–376.
31. Choi H.S., Kim H.D. Development of a Portable Heavy Metal Ion Analyzer Using Disposable Screen-Printed Electrodes // *Bull. Korean Chem. Soc.* - 2009. - Vol. 30. -P. 1881–1883.
32. Sánchez A., Morante-Zarcero S., Pérez-Quintanilla D., Sierra I., del Hierro I. Development of screen-printed carbon electrodes modified with functionalized mesoporous silica nanoparticles: Application to voltammetric stripping determination of Pb(II) in non-pretreated natural waters // *Electrochim. Acta.* - 2010. - Vol. 55. -P. 6983–6990.
33. Sanlloriente-Méndez S., Dominguez-Renedo O., Arcos-Martinez M.J. Determination of Arsenic(III) Using Platinum Modified Screen-Printed Carbon-Based Electrodes // *Electroanalysis.* - 2009. - Vol. 21. - P. 635–639.
34. Somerset V., Iwuoha E., Hernandez L. Stripping Voltammetric Measurement of Trace Metal Ions at Screen-printed Carbon and Carbon Paste Electrodes // *Procedia Chem.* - 2009. - Vol. 1. - P. 1279–1282.

35. Cugnet C., Zaouak O., René A., Pécheyran C., et al. A novel micro-electrode array combining screen-printing and femtosecond laser ablation technologies: Development, characterization and application to cadmium detection // *Sens. Actuators B Chem.* – 2009. – Vol. 143. – P. 158–163.
36. Zaouak O., Authier L., Cugnet C., Castetbon A., Potin-Gautier M. Electroanalytical Device for Cadmium Speciation in Waters. Part I: Development and Characterization of a Reliable Screen-Printed Sensor // *Electroanalysis.* – 2010. – Vol. 22. – P. 1151–1158.
37. Christidis K., Robertson P., Gow K., Pollard P. Voltammetric in situ measurements of heavy, metals in soil using a portable electrochemical instrument // *Measurement.* – 2007. – Vol. 40. – P. 960–967.
38. Pollard P., Adams M., Robertson P.J., Christidis K., et al. Environmental Forensic Investigations: The Potential Use of a Novel Heavy Metal Sensor and Novel Tangents. In *Criminal and Environmental Soil Forensics IV 2009*, Ritz, K., Dawson, L., Miller, D., Eds. - Springer: Berlin, Germany. – 2009. – P. 477–490.
39. Krystofova O., Trnkova L., Adam V., Zehnalek J., et al. Electrochemical Microsensors for the Detection of Cadmium(II) and Lead(II) Ions in Plants // *Sensors.* – 2010. – Vol. 10. – P. 5308–5328.
40. Güell R., Aragay G., Fontàs C., Anticó E., Merkoci A. Sensitive and stable monitoring of lead and cadmium in seawater using screen-printed electrode and electrochemical stripping analysis // *Anal. Chim. Acta.* – 2008. – Vol. 627. – P. 219–224.
41. Somerset V., Leaner J., Mason R., Iwuoha E., Morrin A. Determination of inorganic mercury using a polyaniline and polyaniline-methylene blue coated screen-printed carbon electrode // *Int. J. Environ. Anal. Chem.* – 2010. – Vol. 90. – P. 671–685.
42. Somerset V., Leaner J., Mason R., Iwuoha E., Morrin A. Development and application of a poly(2,20-dithiodianiline) (PDTDA)-coated screen-printed carbon electrode in inorganic mercury determination // *Electrochim. Acta.* – 2010. – Vol. 55. – P. 4240–4246.
43. Zen J.-M., Kumar A.S., Lee S.-C., Shih Y. Microliter Volume Determination of Cosmetic Mercury with a Partially Crosslinked Poly(4-vinylpyridine) Modified Screen-Printed Three-Electrode Portable Assembly // *Electroanalysis.* – 2007. – Vol. 19. – P. 2369–2374.
44. Mandil A., Idrissi L., Amine A. Stripping voltammetric determination of mercury(II) and lead(II) using screen-printed electrodes modified with gold films, and metal ion preconcentration with thiol-modified magnetic particles // *Microchim. Acta.* – 2010. – Vol. 170. – P. 299–305.
45. Meucci V., Laschi S., Minunni M., Pretti C., et al. An optimized digestion method coupled to electrochemical sensor for the determination of Cd, Cu, Pb and Hg in fish by square wave anodic stripping voltammetry // *Talanta.* – 2009. – Vol. 77. – P. 1143–1148.
46. Meucci V., Intorre L., Pretti C., Laschi S., et al. Disposable electrochemical sensor for rapid measurement of heavy metals in fish by square wave anodic stripping voltammetry (SWASV) // *Vet. Res. Commun.* – 2009. – Vol. 33. – P. 249–252.
47. Redha Z.M., Baldock S.J., Fielden P.R., Goddard N.J., et al. Hybrid Microfluidic Sensors Fabricated by Screen Printing and Injection Molding for Electrochemical and Electrochemiluminescence Detection // *Electroanalysis.* – 2009. – Vol. 21. – P. 422–430.
48. Khaled E., Hassan H.N.A., Habib I.H.I., Metelka R. Chitosan Modified Screen-Printed Carbon Electrode for Sensitive Analysis of Heavy Metals // *Int. J. Electrochem. Sci.* – 2010. – Vol. 5. – P. 158–167.
49. Chailapakul O., Korsrisakul S., Siangproh W., Grudpan K. Fast and simultaneous detection of heavy metals using a simple and reliable microchip-electrochemistry route: An alternative approach to food analysis // *Talanta.* – 2008. – Vol. 74. – P. 683–689.
50. Choudhry N.A., Kadara R.O., Banks C.E. “Cosmetic electrochemistry”: The facile production of graphite microelectrode ensembles // *Phys. Chem. Chem. Phys.* – 2010. – Vol. 12. – P. 2285–2287.
51. Choudhry N.A., Khairy M., Kadara R.O., Jenkinson N., Banks C.E. Cosmetic Electrochemistry II: Rapid and Facile Production of Metallic Electrocatalytic Ensembles // *Electroanalysis.* – 2010. – Vol. 22. – P. 1831–1836.
52. Švancara I., Vytřas K. Elektroanalýza s Bismutovými Elektrodami // *Chem. Listy.* – 2006. – Vol. 100. – P. 90–113.
53. Arduini F., Calvo J.Q., Amine A., et al. Bismuth-modified electrodes for lead detection // *TrAC.* – 2010. – Vol. 29. – P. 1295–1304.
54. Аронбаев С.Д., Нармаева Г.З., Аронбаев Д.М. Углеродсодержащие экологически чистые электроды, модифицированные висмутом для вольтамперометрического анализа // *Universum: Химия и биология : электрон. научн. журн.* - 2018. № 5(47). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/5782>
55. Аронбаев С.Д., Норкулов У.М., Нармаева Г.З., Аронбаев Д.М. Висмут-модифицированные электроды в вольтамперометрическом анализе органических соединений и биологически активных веществ: опыт применения и перспективы развития // *Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн.* - 2019. № 3(57). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/6974>

56. Svancara I., Prior C., Hocevar S.B., Wang J. A Decade with Bismuth-Based Electrodes in Electroanalysis // *Electroanalysis*. – 2010. – Vol. 22. – P. 1405–1420.
57. Kokkinos C., Economou A. Stripping at Bismuth-Based Electrodes // *Curr. Anal. Chem.* – 2008. – Vol. 4. – P. 183–190.
58. Kadara R.O., Tothill I.E. Development of disposable bulk-modified screen-printed electrode based on bismuth oxide for stripping chronopotentiometric analysis of lead (II) and cadmium (II) in soil and water samples // *Anal. Chim. Acta.* – 2008. – Vol. 623. – P. 76–81.
59. Khairy M., Kadara R.O., Kampouris D.K., Banks C.E. Disposable Bismuth Oxide Screen- printed Electrodes for the Sensing of Zinc in Seawater // *Electroanalysis*. – 2010. – Vol. 22. – P. 1455–1459.
60. Malakhova N.A., Stojko N.Y., Brainina K.Z. Novel approach to bismuth modifying procedure for voltammetric thick film carbon containing electrodes // *Electrochem. Commun.* – 2007. – Vol. 9. – P. 221–227.
61. Yong L., Armstrong K.C., Dansby-Sparks R.N., Carrington N.A., et al. Quantitative analysis of trace chromium in blood samples. Combination of the advanced oxidation process with catalytic adsorptive stripping voltammetry // *Anal. Chem.* – 2006. – Vol. 78. – P. 7582–7587.
62. Kruusma J., Banks C.E., Compton R.G. Mercury-free sono-electroanalytical detection of lead in human blood by use of bismuth-film-modified boron-doped diamond electrodes // *Anal. Bioanal. Chem.* – 2004. – Vol. 379. – P. 700–706.
63. Hutton E.A., van Elteren J.T., Ogorevc B., Smyth M.R. Validation of bismuth film electrode for determination of cobalt and cadmium in soil extracts using ICP–MS // *Talanta*. – 2004. – Vol. 63. – P. 849–855.
64. Švancara I., Prior C., Hočevar S.B., Wang J. A decade with bismuth-based electrodes in electroanalysis // *Electroanalysis*. – 2010. – Vol. 22. – P. 1405–1420.
65. Khairy M., Kadara R.O., Kampouris D.K., Banks C.E. In situ bismuth film modified screen- printed electrodes for the bio-monitoring of cadmium in oral (saliva) fluid // *Anal. Methods*. – 2010. – Vol. 2. – P. 645–649.
66. Mandil A., Amine A. Screen-Printed Electrodes Modified by Bismuth Film for the Determination of Released Lead in Moroccan Ceramics // *Anal. Lett.* – 2009. – Vol. 42. – P. 1245–1257.
67. Lu D., Belle J.L., Ninivin C.L., Mabic S., Dimitrakopoulos T. In situ electrochemical detection of trace metal vapors at bismuth doped carbon screen- printed electrodes // *J. Electroanal. Chem.* – 2010. – Vol. 642. – P. 157–159.
68. Injang U., Noyrod P., Siangproh W., Dungchai W., et al. Determination of trace heavy metals in herbs by sequential injection analysis-anodic stripping voltammetry using screen-printed carbon nanotubes electrodes // *Anal. Chim. Acta.* – 2010. – Vol. 668. – P. 54–60.
69. Chuanwatanakul S., Dungchai W., Chailapakul O., Motomizu S. Determination of trace heavy Metals by Sequential Injection- anodic Stripping Voltammetry using Bismuth Film Screen- printed Carbon Electrode // *Anal. Sci.* – 2008. – Vol. 24. – P. 589–594.
70. Siriengkawut W., Pencharee S., Grudpan K., Jakmune J. Sequential injection monosegmented flow voltammetric determination of cadmium and lead using a bismuth film working electrode // *Talanta*. – 2009. – Vol. 79. – P. 1118–1124.
71. Rico M.A.G., Olivares-Marin M., Gil E.P. A Novel Cell Design for the Improved Stripping Voltammetric Detection of Zn(II), Cd(II), and Pb(II) on Commercial Screen-Printed Strips by Bismuth Codeposition in Stirred Solutions // *Electroanalysis*. – 2008. – Vol. 20. – P. 2608–2613.
72. Nie Z., Nijhuis C.A., Gong J., Chen X., Kumachev A., et al. Electrochemical sensing in paper-based microfluidic devices // *Lab Chip*. – 2010. – Vol. 10. – P. 477–483.
73. Tan S.N., Ge L., Wang W. Paper Disk on Screen- printed Electrode for One-Step Sensing with an Internal Standard // *Anal. Chem.* – 2010. – Vol. 82. – P. 8844–8847.
74. Amine A., Mohammadi H. Electrochemical biosensors for heavy metal based on enzyme inhibition. In *Electrochemical Sensor Analysis / Alegret S., Merkoçi A., Eds., Elsevier: Amsterdam, The Netherlands.* – 2007. – Vol. 49. – P. 299–310.
75. Verma N., Singh M. Biosensors for Metals // *BioMetals*. – 2005. – Vol. 18. – P. 121–129.
76. Gooding J.J., Chow E., Finlayson R. Biosensors for Detecting Metal Ions: New Trends // *Aust. J. Chem.* – 2003. – Vol. 56. – P. 159–162.
77. Sanllorente-Méndez S., Domínguez-Renedo O., Arcos-Martínez M.J. Immobilization of Acetylcholinesterase on Screen-Printed Electrodes. Application to the determination of arsenic(III) // *Sensors* – 2010. – Vol. 10. – P. 2119–2128.
78. Guascito M.R., Malitesta C., Mazzotta E., Turco A. Screen-Printed Glucose Oxidase-Based Biosensor for Inhibitive Detection of Heavy Metal Ions in a Flow Injection System // *Sens. Lett.* – 2009. – Vol. 7. – P. 153–159.

79. Serrano N., Díaz-Cruz J.M., Ariño C., Esteban M. Ex situ Deposited Bismuth Film on Screen-Printed Carbon Electrode: A Disposable Device for Stripping Voltammetry of Heavy Metal Ions // *Electroanalysis*. – 2010. – Vol. 22. – P. 1460–1467.
80. Миланов М., Реш Ф., Халкин В., Хеннингер Ю., Чанг Ким Хуан. Гидролиз висмута(III) в водных растворах. // *Радиохимия*. – 1987. – №1 – С.21-27.
81. Li M., Li D.-W., Li Y.-T., Xu D.-K., Long Y.-T. Highly Selective In Situ Metal Ion Determination by Hybrid Electrochemical “Adsorption-Desorption” and Colorimetric Methods // *Anal. Chim. Acta*. – 2011. – Vol. 701. – P. 157–163.
82. Maczuga M., Economou A., Bobrowski A., Prodromidis M.I. Novel screen-printed antimony and tin voltammetric sensors for anodic stripping detection of Pb(II) and Cd(II) // *Electrochim. Acta*. – 2013. – Vol. 114. – P. 758–765.
83. Punrat E., Chuanuwatanakul S., Kaneta T., Motomizu S., Chailapakul O. Method development for the determination of arsenic by sequential injection/anodic stripping voltammetry using long-lasting gold-modified screen-printed carbon electrode // *Talanta*.–2013.–Vol. 116. – P. 1018–1025.
84. Hassan S.S., Solangi A.R., Kazi T.G., Kalhor M.S., Junejo Y., et al.. Nafion stabilized ibuprofen-gold nanostructures modified screen- printed electrode as arsenic(III) sensor // *J. Electroanal. Chem*. – 2012. – Vol. 682. – P. 77–82.
85. Gamboa J.C.M., Cornejo L., Squella J.A. Vibrating screen- printed electrode of gold nanoparticle-modified carbon nanotubes for the determination of arsenic(III) // *J. Appl. Electrochem*. – 2014. - Vol. 44. – P. 1255–1260.
86. Cinti S., Politi S., Moscone D., Palleschi G., Arduini F. Stripping Analysis of As(III) by Means of Screen-Printed Electrodes Modified with Gold Nanoparticles and Carbon Black Nanocomposite // *Electroanalysis*. – 2014. – Vol. 26. – P. 931–939.

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ С МЕНТОЛОМ****Еттибаева Лола Абдумаликовна**

старший преподаватель факультета химии Гулистанского государственного университета,
Узбекистан, г. Гулистан
E-mail: lola1981a@mail.ru

Абдурахманова Угилой Каххоровна

канд. хим. наук, доц., заведующий кафедрой химии Гулистанского государственного университета,
Узбекистан, г. Гулистан
E-mail: ugi_lay-912@mail.ru

Матчанов Алимжан Давлатбоевич

заведующий экспериментально-технологической лабораторией Института биоорганической химии
Академии наук Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: olim-0172@mail.ru

**STUDY OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES
OF SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF GLYCYRRIZIN ACID WITH MENTOL****Lola Ettibayeva**

Senior Lecturer of Chemistry Department, Gulistan State University,
Uzbekistan, Gulistan

Ugiloy Abdurakhmanova

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of Chemistry Chair, Gulistan State University,
Uzbekistan, Gulistan

Alimjan Matchanov

Head of Experimental-Technological Laboratory, Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy
of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Получены новые супрамолекулярные комплексы глицирризиновой кислоты с монотерпеноидом ментолом в различных молярных соотношениях. Изучены методы получения и некоторые физико-химические свойства полученных супрамолекулярных комплексов. Идентификацию проводили методом тонкослойной хроматографии. Структуры полученных комплексных соединений изучены методом ИК-спектроскопии. Проведены качественный и количественный анализ супрамолекулярных комплексов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

ABSTRACT

New supramolecular complexes of Glycyrrhizic acid, the main active substance of the *Glycyrrhiza Gl.* root in several different molecular ratios were obtained. Some physicochemical properties of the obtained complex compounds were studied. The structure of the obtained complexes was investigated using infrared spectroscopy. Qualitative and quantitative analysis of the obtained supramolecular complexes were carried out using high performance liquid chromatography (HPLC).

Ключевые слова: супрамолекулярные комплексы, глицирризиновая кислота, ментол, ИК-спектроскопия, высокоэффективная жидкостная хроматография, тонкослойная хроматография, «гост-хозяин».

Keywords: supramolecular complex, glycyrrhizic acid, menthol, infrared spectroscopy, high performance liquid chromatography, layer chromatography, «guest-host» system.

Введение

Лекарственные средства полученные на основе биологически активных растительных соединений,

отличаются от синтетических, низкой токсичностью, не обладают побочными воздействием на организм и специфичностью. Одним из таких соединений

является глицирризиновая кислота (ГК), основной пентациклический тритерпеноидный гликозид и его производные, которые являются основной действующей частью корня солодки - *Glycyrrhiza*. Были разработаны ряда препаратов на основе ГК и её некоторых солей, благодаря уникальной способности их сольюбилизировать [1-3].

Солодка остается одной из самых предписанных трав в китайской медицине. Существует много литературные данные о биологических эффектах основных биоактивных компонентов солодки, особенно с точки зрения их противоракового, противовоспалительного и против артритного действия [4, 5].

Различные препараты были разработаны на основе супрамолекулярных комплексов, на основе ГК и её солей [6].

Свойства молекул ГК в отношении образования клатратных соединений хозяин-хозяин были использованы для получения супрамолекулярных комплексов с рядом лекарственных препаратов, применяемых в медицине, для повышения их биологической активности и увеличения терапевтического индекса за счет увеличения их водорастворимости [7,8].

При образовании супрамолекулярных комплексов в основном участвуют не ковалентные взаимодействия, в том числе ионные, ион-дипольные, ван-дер-ваальсовы, гидрофобные взаимодействия и водородные связи. Этим супрамолекулярные системы отличаются от других молекулярных систем. Такие взаимодействия имеют относительно меньшую энергию (до 100 кДж/моль), чем ковалентные связи. Большое количество взаимодействий между «гость-хозяин» обеспечивают высокую стабильность супрамолекулярных ансамблей. Также следует отметить, что эти не ковалентные взаимодействия могут совместно образовывать высокостабильные системы [9].

Ментол (C₁₀H₂₀O) - монотерпеноид, содержащийся в основном эфирных маслах мяты перечной. Физическое состояние его кристаллическое, имеет прозрачный или белый цвет, которое при комнатной температуре является твердым, а при повышении температуры легко растворяется. Ментол имеет несколько изомеров, некоторые из них не имеют запаха, а некоторые имеют запах. Имеющий сильный запах в природе L (-) ментол называется (2R, 2C, 5R) -2-изопропил-5-метилциклогексанолюм. Другие изомеры называются изо-ментолом, неоментолом, нео-изоментолом и т.д. В настоящее время ментол и его соединения используются при производстве лекарственных препаратов, продуктов питания и в косметологии. При нанесении на кожу ментол оказывает охлаждающий эффект, поэтому его используют в качестве успокаивающего средства при головных болях. Он является отличным природным антисептиком при острых респираторных заболеваниях, а также входит в состав обезболивающих мазей [10].

(-) изомер ментола входит в состав мощных охлаждающих и освежающих агентов, (+) изомер имеет горький вкус и низкую чувствительность. Охлаждающее свойство L (-) ментола 4 раза выше, чем его (+) изомера [11].

Сольюбилизующие свойства ГК и её солей использованы для получения клатратных соединений типа «гость-хозяин» с целью получения супрамолекулярных комплексов с лекарственными препаратами, для повышения их водорастворимости и увеличения их терапевтического индекса [12- 15].

Несмотря на это, супрамолекулярные комплексные соединения ментола с низкомолекулярными природными соединениями относительно мало изучено и проявляет интерес с точки зрения усиления ряда эффектов за счет комплексобразования.

Принимая во внимание вышесказанное, с нашей точки зрения, одной из актуальных проблем являются научные исследования, направленные на повышение свойств по его растворимости в воде и дозировки супрамолекулярных комплексов, образованных ГК с ментолом и изучение физико-химических свойств.

Поэтому целью данной работы является получение супрамолекулярных комплексов глицирризиновой кислоты с ментолом в различных молярных соотношениях и изучение их физико-химических и спектральных свойств.

Экспериментальная часть

Методы исследования. Экстракция, концентрирование, сушка, лиофилизирование, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), тонкослойная хроматография (ТСХ) и ИК-спектроскопия.

Химические реактивы, материалы и оборудования. Для исследования использованы следующие реактивы и материалы и оборудования: глицирризиновая кислота. получен из корня *Glycyrrhizas*, по ранее известному методу [7]), L- (-) -ментол его получен из эфирного масла мяты, органические растворители (этиловый спирт, бензол, растворы уксусной кислоты, а также щелочные растворы и ряд растворимых солевых растворов): ацетон (ч.д.а), спирт (х.ч.), ледяная уксусная кислота (х.ч.), этилацетат (х.ч.), бензол (х.ч.), ацетонитрил для ВЭЖХ, гидроксид аммония, гексан (х.ч.) и гидроксид натрия (х.ч.); колонка Agilent Zorbax Eclipse XDB -C18 (5мкм, 4,8мм×150мм) и пластины силуфол (для проведения тонкослойной хроматографии); хроматограф (Agilent Technologies – 1200), ИК-Фурье 2000 фирмы «Perkin-Elmer с приставкой НПВО» (для изучения структуры супрамолекулярных комплексов); магнитная мешалка ММ-5 (для непрерывного перемешивания); роторный испаритель ИР-1М2 (для выпаривания органических растворителей). Леофильное устройство AutomaticFREEZE-Dryer10-010 (для сушки); устройство РТР (ТУ 25-11-1144) - для измерения температуры жидкости веществ.

Приготовление раствора элюента. В мерную колбу 100 мл добавили 50 мл деионизированной воды и 0,5мл ледяной уксусной кислоты и раствор довели до метки с помощью деионизированной водой. На хроматографе стоит градиентный насос и соотношение растворителей определяется в соответствии с методом.

Приготовление рабочего стандартного раствора глицирризиновой кислоты. Точную навеску 0,1г глицирризиновой кислоты взвешивали на аналитических весах и переносили в мерную колбу объемом 100 мл. Заливали этанола (10 мл, 96%), тщательно встряхивали и после растворения доводили до метки водой деионизированной (раствор А). Раствор перемешивали. Взяли 1 мл аликвоты и разбавляли 9 мл растворе элюента (рабочий стандартный раствор Б, 0,1 мг/мл). Раствор Б анализировали на хроматографе.

Получение супрамолекулярных комплексов ментола с ГК в соотношений 1:2. Навеску 1,68 г глицирризиновой кислоты (2×10^{-3} моль) растворяли в спирте (25 мл 96% этанол) при 50-60 °С и разбавляли водой 1:1. После этого добавили 0,156 г (10^{-3} моль) ментола с последующим сильным перемешиванием на магнитной мешалке в течение 5-6 часов. После из реакционной смеси органическую часть удаляли на роторном испарителе, а водную часть сушили лиофильным способом.

ИК- спектроскопия ментола и комплексов. ИК-спектры были сняты с помощью приставки НПВО.

Тонкослойная хроматография ГК и комплексов. Тонкослойную хроматографию проводили на пластинке силуфол в системе бензол:хлороформ 3:1. В качестве "проявителя" использован 10 % -ный спиртовый раствор серной кислоты и йодная камера.

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Условия хроматографирования: Хроматограф (Agilent Technologies – 1200) с автодозатором, колонка Agilent Zorbax Eclipse XDB -C18 (5мкм, 4,8мм×150мм), элюент- ацетонитрил: буфер (35:65), детектор - УФ (254 нм), Режим-изократический, температура колонки – 25 °С, вкол-5 мкл.

Результаты и их обсуждение

Супрамолекулярные комплексы глицирризиновой кислоты с ментолом в молярных соотношениях 2:1, 4:1 и 9:1 получены в системе вода – этанол, по схеме указанной в рисунке 1. Из рисунка 1 видно, что с увеличением количества "хозяина" (ГК), больше вероятности, что для молекулы "гостя" увеличивается молекулярное пространство, в которую может поместиться гостьевая молекула.

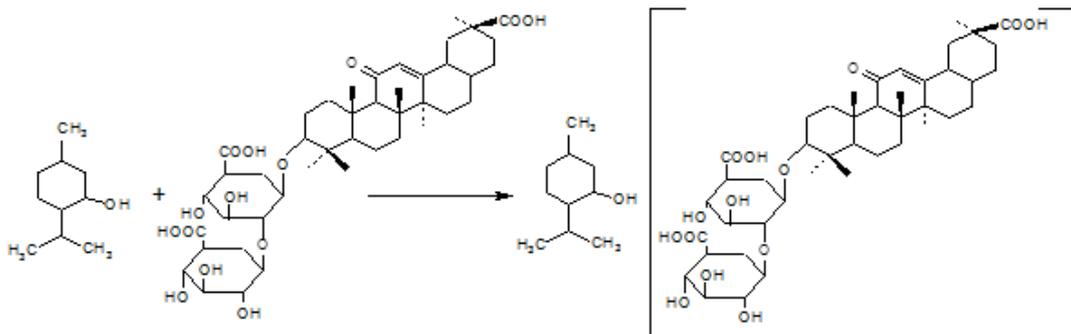


Рисунок 1. Общая схема получения супрамолекулярных комплексов глицирризиновой кислоты с ментолом. Здесь n - 2, 4, 9

Продукты (супрамолекулярные комплексы ГК с Мт) получены в трех молярных соотношениях) являются порошками светло-желтого цвета:

1. ГК: Мт - (2:1), $T_{\text{жидкость}} = 218-220^\circ\text{C}$, $R_f = 0,8$, химический выход - 95%

2. ГК: Мт - (4:1), $T_{\text{жидкость}} = 220-225^\circ\text{C}$, $R_f = 0,9$ (1), химический выход - 90%.

3. ГК : Мт - (9:1), $T_{\text{жидкость}} = 228-230^\circ\text{C}$, $R_f = 0,8$, химический выход - 85%.

Таблица 1.

Некоторые физико-химические характеристики супрамолекулярных комплексов глицирризиновой кислоты с ментолом. Соотношение системы бензол : хлороформ - 3:1

№	Вещества	$T_{\text{жидкость}}, \text{C}^\circ$	R_f^* (система)	Растворимость	ИК спектр, cm^{-1}
1	ГК: Мт 2:1	218-220 C°	0.8	Вода Спирт	3400- 3500(OH); 2924(CH ₃) 2857-(CH ₂); 1637-1725-(CO) 1085-(-0-)
2	ГК: Мт 4:1	220-225 C°	0.9	Вода Спирт	3400- 3500(OH); 2924(CH ₃) 2857-(CH ₂); 1637-1725-(CO) 1085-(-0-)
3	ГК: Мт 9:1	228-230 C°	0.8	Вода Спирт	3400- 3500(OH); 2924(CH ₃) 2857-(CH ₂); 1637-1725-(CO) 1085-(-0-)

Изучены некоторые физико-химические свойства супрамолекулярных комплексов. Полученные данные приведены в таблице 1. Из данных, приведенных в таблице 1 видно, что все соединения хорошо растворяются в воде. Температура плавления относительно высокая и находятся в пределах от 200 до 230 °С и происходит с разложением.

Известно что при изучении химической структуры супрамолекулярных комплексов широко

используются физические методы, основанные на взаимодействии органических молекул с электромагнитным излучением. Одно из таких методов является ИК-спектроскопия. Поэтому химическую структуру полученных супрамолекулярных комплексов исследовали методом ИК-спектроскопии сравнивая спектрами исходных соединений.

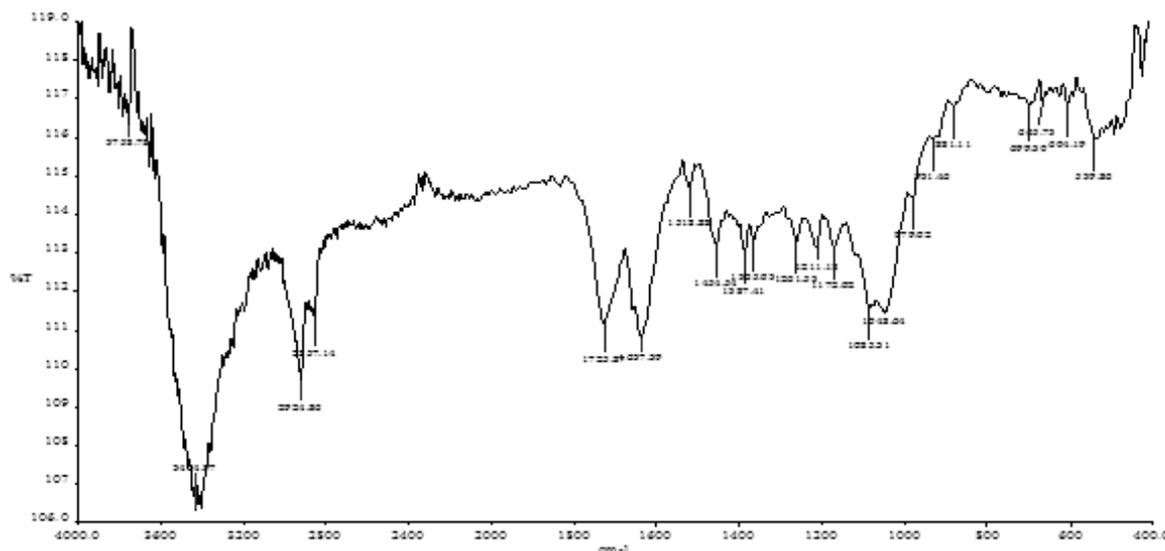


Рисунок 2. ИК-спектр супрамолекулярного комплекса глицирризиновой кислоты с ментолом

В ИК-спектрах наблюдаются характерные валентные колебания гидроксильных групп в супрамолекулярных комплексах наблюдаются 3500-3400 см^{-1} , а валентные колебания карбонильных групп в ГК наблюдаются при 1725-1690 см^{-1} . Надо отметить то, что валентные колебания карбонильных

групп смещены на 20-30 см^{-1} в сторону уменьшения энергии которое указывает, что при комплексообразовании участвует карбонильные группы ГК, которое согласуется с литературными данными [16].

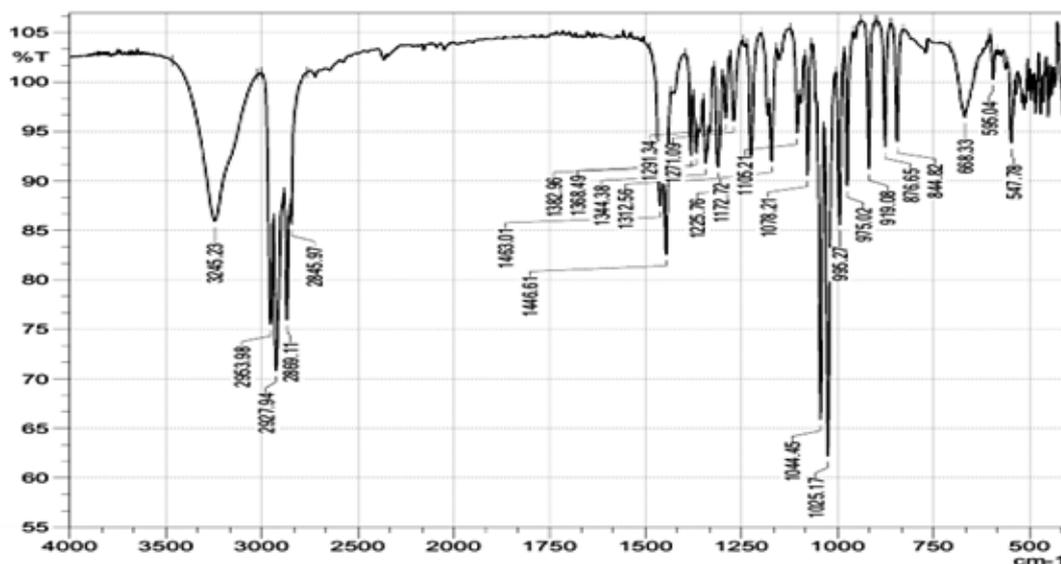


Рисунок 3. ИК-спектр ментола

Также в ИК спектрах наблюдаются асимметричные валентные колебания группы $-\text{CH}_3$

при 2924 - 2927 см^{-1} и при 2857-2860 см^{-1} наблюдаются слабые симметричные валентные

колебания группы CH_2 . Эти данные показывают, что супрамолекулярные комплексы ГК с ментолом

стабилизированы в основном за счет межмолекулярных водородных связей.

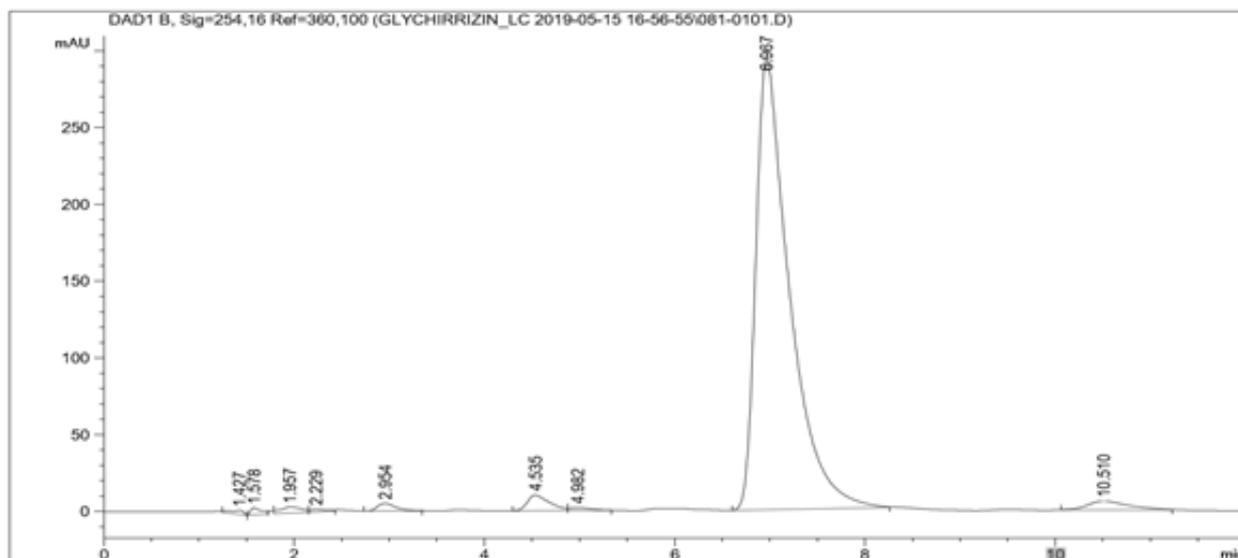


Рисунок 4. Хроматограмма рабочего стандартного раствора глицирризиновой кислоты

В рисунке 4 приводится хроматограмма рабочего стандартного образца ГК. Для идентификации и количественного определения использован метод ВЭЖХ. При этом были подобраны оптимальные системы растворителей, условия проведения хроматографии и колонка. При хроматографировании скорость потока использован 1 мл/мин, оптимальным в качестве элюента использован ацетонитрил: ацетатная буферная

система. 35:65. Хроматографирование проводилась при температуре 25 °С. При этих условиях наблюдалось повторяемость и воспроизводимость метода с пределах $\pm 0,5\%$. Полученные результаты показали, что количественное содержание глицирризиновой кислоты в супрамолекулярных комплексах соответствует теоретическому с коэффициентом ошибок $\pm 1,5\%$.

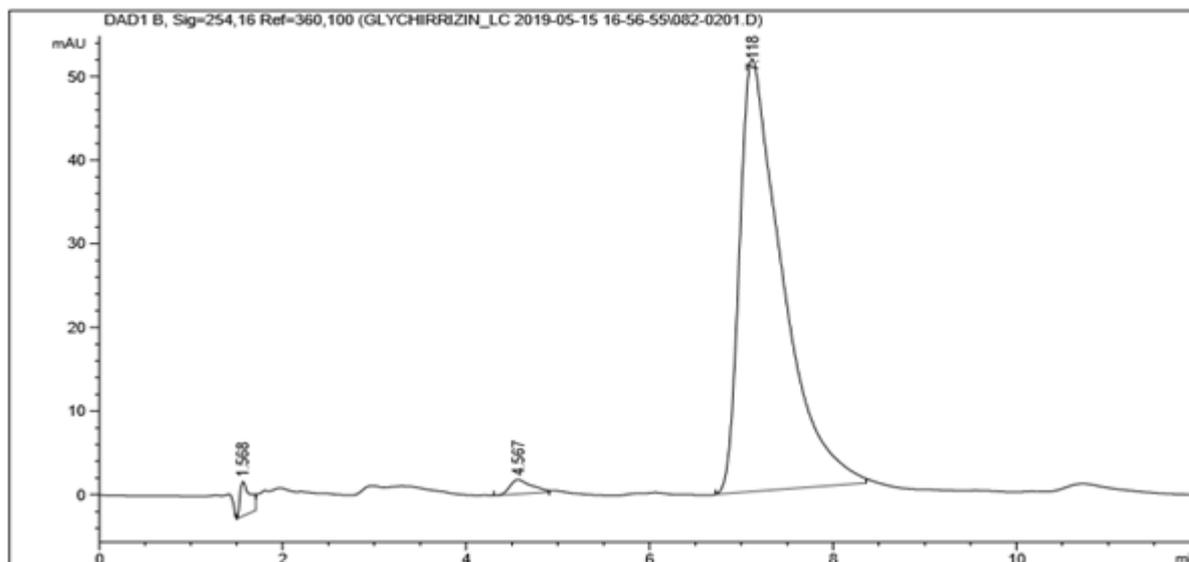


Рисунок 5. Хроматограмма супрамолекулярного комплекса глицирризиновой кислоты с ментолом (соотношение - 2: 1)

В рисунке 5 приведен хроматограмма ГК с ментолом в соотношений 2:1. Расчеты были сделаны относительно к площади пика рабочего стандартного образца ГК. Анализ проводилась 3 раза. Обычными

спектроскопическими методами нельзя обнаружит мелукулу ментола, так как он не имеет хромофорных групп. Поэтому в наших экспериментах использовали ГК. Сравнительные данные

качественного и количественного определения по площади пика и по времени удерживания в колонке приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Сравнительные данные количественного содержания ГК супрамолекулярных комплексах

Данные	Стандартный раствор глицирризиновой кислоты	Соотношение глицирризиновой кислоты с ментолом в комплексах		
		2:1	4:1	9:1
Время удерживания, мин.	6,9	7,118	7,129	7,159
Теоретический расчет, мг/%	100,0	100,0	100,0	100,0
Практический результат, мг/%	98,7	99,1	98,6	100

Из данных приведенных в таблице 2 видно, что практический полученные данные соответствуют к теоретически рассчитанным данным. полученные супрамолекулярные комплексы соответствуют практическим результатам, и их различия не превышают 1,0-1,5%. Это позволяет использовать методов ВЖЭХ для стандартизации супрамолекулярных комплексов.

Заключение

Таким образом, впервые получены новые супрамолекулярные комплексы ментола с ГК в молярных соотношениях 2:1, 4:1 и 9:1. Были изучены некоторые физико-химические свойства полученных супрамолекулярных комплексов, предложена наиболее вероятная химическая структура супрамолекулярных комплексов была исследована методом ИК-спектроскопии. Разработан метод ВЭЖХ качественного и количественного определения содержания ГК.

Список литературы:

1. Г.А.Толстикова, Л.А.Балтина, Э.Э.Шульц, А.Г.Покровский // Глицирризиновая кислота. 1997. Т. 23. № 9. С. 691-709.
2. Юлдашев Х.А., Мухамедиев М.Г., Далимов Д.Н., Гафуров М.Б., Михальчик Т.А. // Синтез молекулярных комплексов моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты с бензойной и салициловой кислотами и исследование вязкости их водных растворов. Химия и химическая технология. 2011. №1. С. 24-26.
3. Назарова Ф.А., Гафуров М.Б., Тилибаев З., Абдуллаев Н. Д., Сагдуллаев Ш.Ш., Далимов Д.Н. // Антихолинэстеразные свойства супрамолекулярных комплексов дезоксипеганина с глицирризиновой кислотой и её моноаммониевой соли.-Вестник НУУз. 2015. №3/1. С. 245-247.
4. Сид Дж. В., Этвуд Дж. Л. // Супрамолекулярная химия. Том 1. Москва. ИКЦ «Академкнига», 2007. С. 480.
5. Al-Rawi A., Chakravarty H.L. // Medicinal plants of Iraq. Handbook. Iraq, Baghdad; 1988, P. 109.
6. Sell C. S. // A fragrant introduction to terpenoid chemistry. Royal Society of Chemistry UK. 2003, P. 432.
7. Кондратенко Р.М., Балтина Л.А., Михайлова Л.Р., Данилов В.Т., Габбасов Т.М., Муринов Ю.И., Толстикова Г.А. // Получение глицирризиновой кислоты и ее практически важных солей из экстракта солодкового корня. Хим. Фарм. Журн. 2005. Том 19. №2. С. 30-35.
8. Далимов Д.Н., Мухамедиев М.Г., Хамидова Г.Р., Гафуров М.Б., Абдуллаев Н.Дж., Левкович М.Г., Юлдашев Х.А., Матчанов А.Д. // Физико-химические свойства водных растворов клатратов моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты с бензойной и салициловой кислотами. Современные проблемы науки о полимерах.-Ташкент. 2011-Б. С. 164-165.
9. Nazarova F.A., Gafurov M.B., Tilyabaev Z., Dalimov D.N. // Supramolekular complexes of alkaloids exerting anticholinesterase activity. международная научная конференция “Актуальные проблемы развитие биорганической химии”.-Ташкент.-15-16 ноября 2013.-С.45-46.
10. Далимов Д.Н., Юлдашев Х.А., Гафуров М.Б., Выпова Н.Л., Иногамов У.К. // Синтез, строение и исследование биологической активносит супрамолекулярных комплексов глицирризиновой кислоты. Международная научная конференция “Актуальные проблемы развитие биорганической химии”. Ташкент. 15-16 ноября 2013. С.55.
11. Sell C. S. // A fragrant introduction to terpenoid chemistry. Royal Society of Chemistry UK. 2003, P. 432.
12. Кондратенко Р.М., Балтина Л.А., Михайлова Л.Р., Данилов В.Т., Габбасов Т.М., Муринов Ю.И., Толстикова Г.А. // Получение глицирризиновой кислоты и ее практически важных солей из экстракта солодкового корня. Хим. Фарм. Журн. 2005. Том 19. №2. С. 30-35.

13. Далимов Д.Н., Мухамедиев М.Г., Хамидова Г.Р., Гафуров М.Б., Абдуллаев Н.Дж., Левкович М.Г., Юлдашев Х.А., Матчанов А.Д. // Физико-химические свойства водных растворов клатратов моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты с бензойной и салициловой кислотами. Современные проблемы науки о полимерах.- Ташкент. 2011-Б. С. 164-165.
14. Nazarova F.A., Gafurov M.B. Tilyabaev Z., Dalimov D.N. // Supramolecular complexes of alkaloids exerting anticholinesterase activity. Международная научная конференция “Актуальные проблемы развития биорганической химии”. -Ташкент. -15-16 ноября 2013.-С.45-46.
15. Далимов Д.Н., Юлдашев Х.А., Гафуров М.Б., Выпова Н.Л., Иногамов У.К. // Синтез, строение и исследование биологической активности супрамолекулярных комплексов глицирризиновой кислоты. Международная научная конференция “Актуальные проблемы развития биорганической химии”. Ташкент. 15-16 ноября 2013. С.55.
16. Vappaditya R., Abhijit S., Aluri E., Arun K. N. // Time sensitive, temperature and pH responsive photoluminescence behaviour of a melamine containing bicomponent hydrogel. Soft Matter. 2010. V. 6 (14), P. 3337-3345.

ТЕРМИТИЦИДЫ

Тилиябаев Зоид

*д-р биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории «Лаборатория низкомолекулярных биологически активных соединений»,
Узбекистан, г. Ташкент*

Хайтбаев Хамид

*канд. хим. наук, вед. науч. сотр. лаборатории «Лаборатория низкомолекулярных биологически активных соединений»,
Узбекистан, г. Ташкент*

Бабаев Бахром Нуриллаевич

*д-р хим. наук, вед. науч. сотр. лаборатории «Лаборатория низкомолекулярных биологически активных соединений»,
Узбекистан, г. Ташкент*

Тобаев Улугбек Рахмонкулович

*мл. науч. сотр. лаборатории «Лаборатория низкомолекулярных биологически активных соединений»,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ulugbek-tr@mail.ru*

TERMITICIDES

Tilyabaev Zoid

*Dr. bio. sciences, "Laboratory of low molecular weight biologically active compounds",
Uzbekistan, Tashkent*

Khaitbaev Hamid

*Ph.D. chemistry . "Laboratory of low molecular weight biologically active compounds",
Uzbekistan, Tashkent*

Bahrom N. Babaev

Dr. chem. Sciences, "Laboratory of low molecular weight biologically active compounds"

Ulugbek R. Togaev

*Ph.D. student "Laboratory of low molecular weight biologically active compounds",
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В обзоре приведены современные сведения о жидких химических препаратах, относящихся к различным классам соединений, которые в настоящее время используются для борьбы с термитами. Особое внимание уделено современным соединениям с пониженным риском, совершенствуются методы нанесения, что ведет к более экологически безопасному и эффективному борьбе с термитами.

ABSTRACT

The review provides current information on liquid chemicals related to various classes of compounds that are currently used to control termites. Particular attention is paid to modern compounds with a reduced risk, application methods are being improved, which leads to a more environmentally friendly and effective regarding to termite control.

Ключевые слова: термиты, репелленты, не репелленты.

Keywords: termites, repellents, non repellents.

С начала XX века ведется интенсивная работа по изысканию наиболее эффективных способов борьбы с термитами, и к настоящему времени во многих

странах накоплен большой опыт, на который опираются современные специалисты по борьбе с этими вредителями.

Рекомендации по борьбе с термитами имеются в работах ряда энтомологов, изучающих биологию насекомых [1-9]. Кроме этого, изданы отдельными брошюрами коллективные рекомендации: «Указания по защите деревянных конструкций от термитов и борьбе с ними».

Большинство работ специалистов имеют не нормативный, а рекомендательный характер, и на практике почти не применяются. Имеющиеся работы заимствованы из зарубежной литературы, и их эффективность не проверена на различных видах термитов.

Есть два основных типа термитов, паразитирующие в жилищах человека: подземные и древесные. Первые живут в земле и в деревянных конструкциях домов, вторые же - только в древесине. Подземные термиты причиняют жилищам более существенный вред, чем древесные, и в борьбе с ними применяют разные синтетические химические средства. Среднеазиатские термиты являются почвенными, а источником корма для них служат древесные детали различных построек [3,5].

В Центральной Азии существенный вред наносят строениям, в особенности историческим памятникам культуры Хивы, Бухары и Самарканда, 2 вида термитов: туркестанский (*Anacanthotermes turkestanicus*) и закаспийский (*Anacanthotermes ahngerianus*). Скрытый образ жизни и незаметная разрушительная работа термитов сильно затрудняет борьбу с этими опасными вредителями. Уничтожение термитов в зараженных ими постройках представляет наибольшие трудности [4,10-13].

Анализ литературных источников последних лет показал, что используемые препараты в основном создаются на основе веществ, действие которых затрагивает процессы основного метаболизма, который сходен у большинства живых организмов.

Инсектициды, зарегистрированные для использования в борьбе с термитами, называются термитицидами. Химические препараты, применяемые против термитов, в настоящее время дают временный эффект. Кроме того, из-за растущих проблем, связанных с экологией и здравоохранением, многие из них полностью запрещены. В связи с этим возникает необходимость разработки новых методов и средств борьбы с термитами с использованием отравляющих приманок [14-17], которые требуют меньше действующих ингредиентов, которые не представляли бы угрозы для здоровья человека и окружающей среды в сравнении с используемыми препаратами.

Для того чтобы сознательно и целенаправленно создавать, и совершенствовать химические средства защиты древесных построек от повреждения насекомыми, надо глубоко понять механизмы их действия. Между тем, подобных сведений в литературе почти нет [17,19]. Несмотря на определенные успехи, достигнутые в последние десятилетия в борьбе с термитами, экономический ущерб от их разрушительной деятельности неуклонно возрастает. Точного учета всех потерь нет ни в одной стране.

С точки зрения борьбы с термитами в данной работе рассмотрены наиболее значимые средства, используемые в настоящее время против этих насекомых из различных химических классов.

Многие виды инсектицидов были использованы для борьбы с термитами, включая хлорорганические, органофосфаты, карбаматы, пиретроиды, неоникотиноиды, фенилпиразолы и другие.

Классификация химических средств защиты от термитов

Против термитов применяются вещества, которые классифицируются по механизму действия, по химическому строению и способу применения.

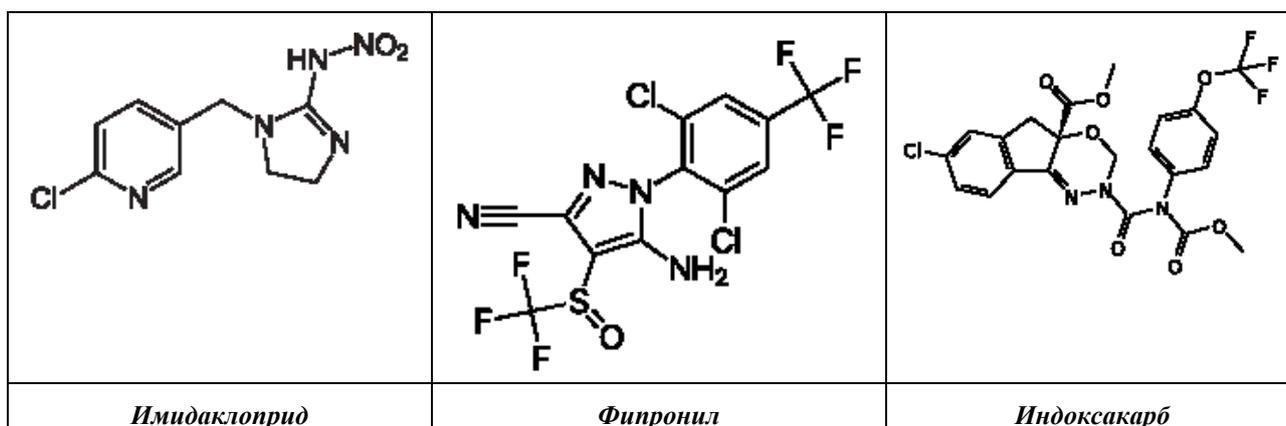
По механизму действия веществ делятся на:

- 1). Нарушающие функции нервной системы;
- 2). Соединения, действующие на ионные каналы (нарушающие прохождение нервного импульса по аксону), натрий-калиевые каналы и обмен кальция (*синтетические пиретроиды, галогенпроизводные углеводородов*; ингибиторы ацетилхолинэстеразы: *органические соединения фосфора, эфиры карбаминной кислоты*).
- 3). Вещества, блокирующие постсинаптические рецепторы: гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) и глутамата (*авермектины и фенилпиразолы*).
- 4). Ингибиторы митохондриального дыхания (окислительного фосфорилирования): *феназахин, пиридабен*.
- 5). Ингибиторы синтеза хитина: (*производные бензоилмочевины*).

Одними из первых химических препаратов для борьбы с термитами, применяемыми в течение продолжительного времени, начиная с 20-х годов, были борная кислота (H_3BO_3) и тетраборат натрия ($Na_2B_4O_7$). Использование борной кислоты и его солей – метод, проверенный веками. Об этом свидетельствует не только реальная эффективность, но и то, что данный препарат является основой большинства фирменных пестицидов. Схема работы очень проста: кислота поражает нервную систему, и термит погибает от обезвоживания. Питаясь деревом, обработанным водным раствором борной кислоты, они также погибают. Первым классом инсектицидов, зарегистрированных для борьбы с термитами, в 1952 году были хлорорганические циклодиены (хлордан и гептахлор). Они использовались в качестве почвенно-барьерной обработки и считались недорогими, эффективными и стойкими. Они оставались доминирующими на рынке до 1987 года, когда их использование было запрещено в США, а вскоре и в других странах, из-за негативного воздействия, которое они оказали на здоровье человека и окружающую среду [20, 21]. Органофосфаты и пиретроиды были следующими двумя группами инсектицидов, используемых при обработке термитицидных барьеров [22]. Органофосфаты, такие как хлорпирифос, могут быстро убивать термиты при контакте, но имеют короткую долговечность почвы. Быстрое уничтожение приводит к большому количеству трупов термитов в месте обработки, тем самым предотвращая длительное выкармливание незараженных термитами в зоне обра-

ботки [23]. Органофосфаты были исключены для использования в борьбе с термитами EPA (Агентство по охране окружающей среды США) в 2000 году, как и хлорорганические циклодиены из-за побочных эффектов, которые они оказали на природу и здоровье населения. В отличие, пиретроидный основе термитициды на основе пиретроидов действуют как репелленты, заставляя термитов менять направление и искать необработанную почву или разрывы в зоне обработки для проникновения в конструкции [24]. Пиретроиды сохраняются в почве дольше, чем органофосфаты, но в течение более короткого времени, чем хлорорганические циклодиены [25]. Специалисты по борьбе с вредителями, использующие пиретроиды, часто сообщают о высоких показателях отзывов и о неудовлетворенных клиентах [26]. Следующая

группа термитицидов была зарегистрирована в 1990-х годах, что было обусловлено стимулом для создания менее токсичных для окружающей среды, но более эффективных продуктов [27-29]. В этой группе к химическим веществам, которые были зарегистрированы как применяемые в почве жидкие термитициды, относятся имидаклоприд, фипронил, хлорфенапир, индоксакарб и хлортранилипрол. Они относятся к новым классам химических веществ и имеют новые способы действия и они считаются не репеллентами и имеют замедленное действие [29-30]. Их токсические эффекты передаются от отравленных термитов другим членам колонии, которые не подвергаются непосредственному воздействию обработанной почвы, и это может привести к катастрофическому сокращению популяции термитов и колонии.



Имидаклоприд впервые был исследован в конце 1980-х годов и зарегистрирован для обработки термитов в Японии в 1993 году, а затем в Bayer в США в 1996 году [31]. Это неоникотиноид, нацеленный на постсинаптические никотиновые рецепторы нейронов, и может вызвать ухудшение нервной системы и возможную смерть обработанных насекомых [32]. **Фипронил** является фенил пиразолом, который разрушает центральную нервную систему насекомых, блокируя прохождение ионов хлора через рецептор гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) и глутамат-управляемые хлоридные каналы [33]. Впервые оно была исследовано на термитах во Франции в конце 1970-х годов, и был зарегистрирован как термитид BASF в 1999 году. **Фипронил** очень токсичен для термитов, требуя всего 0,16 нг на термит для 50% -ного уничтожения *Reticulitermes hesperus* в день 3 и 1,33 нг для уничтожения 50% рабочих термитов *Coptotermes formosanus* в день 7 [34]. Другим термитицидом является хлорфенапир оно представитель нового класса пирролов. Это мешает способности насекомых вырабатывать энергию, разрушая протонные челноки через митохондриальную внутреннюю мембрану. Впервые **фипронил** был представлен BASF в качестве почвенного термитицид в 2002 году. **Индоксакарб** и **хлортранилипрол** - это два новых класса химических веществ. **Индоксакарб** представляет собой оксадиазинный проинсектицид, который возмущает управляемые напряжением Na⁺-каналы в нервной системе насекомых, связывая ре-

цепторы в месте, отличном от того, на который воздействуют пиретроиды (которые также нацелены на Na⁺-каналы) [35, 36]. Первоначально индоксакарб был зарегистрирован в Агентстве по охране окружающей среды США в 2000 году как инсектицид «с пониженным риском» для использования на овощных и сельскохозяйственных культурах для борьбы с чешуекрылыми насекомыми-вредителями. **Хлортранилипрол** - это химическое вещество из класса антраниловых диамидов с новым способом действия: он нацелен на рецептор рианоина и вызывает нарушение мышечной регуляции, паралич и возможную гибель насекомых [37]. Между тем, в 1990-х годах несколько ингибиторов синтеза хитина были зарегистрированы в качестве токсикантов приманок для термитов. Эти химические вещества относятся к группе бензоилфенилмочевины, которая использует уникальные характеристики гормональной регуляции роста насекомых. Они (предположительно) безопасны для человека и оказывают меньшее негативное воздействие на окружающую среду [38,39]. Предлагаемые на рынке соединения включают **гексафлумурон**, **дифлубензурон**, **новифлумурон** и **хлорфлуазурон**.

Закключение.

Борьба с термитами широко варьируется, в зависимости от ситуации и стоимости, сегодня на рынке доступны многочисленные термитициды, в том числе органофосфаты и пиретроиды, которые более экономичны в использовании и дорогие не репел-

ленты термитициды. Термиты - высокоорганизованные и «умные» социальные насекомые; они размножаются с угрожающей скоростью и способны быстро восполнить любую нехватку рабочих или солдат. Наука управления термитами значительно прогрессировала за последние два десятилетия. Для достижения успеха в управлении необходимо провести подробные исследования, связанные с их поведением и биологией. Тщательное изучение литературы показывает, что использование синтетических химических инсектицидов является предпочтительным способом борьбы с термитами. Однако мы считаем, что комплексный подход представляет собой правильный путь следования. Насекомые выжили более 1,5

миллионов лет, и именно их приспособляемость заставляет их противостоять людям сильнее, чем любые другие виды. Применение термитицидов в разных ситуациях имеют свои достоинства и недостатки. Мы должны взвесить преимущества против недостатков и решить, какой стратегии следовать. Независимо от стратегии, которую мы можем принять, синтетические химические инсектициды по-прежнему остаются основой борьбой с термитами, и необходимо проводить дополнительные экспериментальные исследования, чтобы разработать стратегии, позволяющие избежать их повреждения более прагматичным образом.

Список литературы:

1. Горбачёв И.В., Гриценко В.В., Захваткин Ю.А. Защита растений от вредителей (Под ред. проф. В. В. Исаичева) М. Колос. 2001. 472 с.
2. Попов С. Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы химической защиты растений. Москва. ООО РА «Арт-Лион». 2003. 208 с.
3. Марачек Г.И. Термиты- вредители строений в Узбекистане и меры борьбы с ними Т. 1951.34 с.
4. Corinne Rouland-Lefèvre. Termites as Pests of Agriculture / Ed. David Edward Bignell, Yves Roisin, Nathan Lo. Biology of Termites: a Modern Synthesis. Springer Netherlands, 2011. С.499-517.
5. Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology / Ed. by Takuya Abe, David Edward Bignell, Masahiko Higashi. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000. 467с.
6. Изучение термитов и разработка противотермитных мероприятий (сб. статей). Ашхабад 1973. 153с.
7. Итоги науки и техники (энтомология) Том.3. (биология насекомых разрушителей древесины). М. 1977. 283с.
8. Henry R. Hermann (ed.) Social Insects. Volume 2. New York: Academic Press. 1981.
9. Итоги науки и техники (энтомология) Том.4. (проблемы сельхоз. энтомология). М.1979.
10. Ганиев М. М., Недорезков В. Д. Химическая защита растений: Учебное пособие. БГАУ. Уфа, 2002. 391с.
11. Какалиев К. Химическое истребление термитов. Ашхабад. 1972. 185с.
12. <http://www.activesstudy.info/borba-s-termitami>.
13. www.mendeleinarod.ru/Zapah.htm
14. Селицкая О.Г., Шамшиев И.В. Лабораторные испытания синтетических аналогов агрегационного феромона рисового долгоносика // Оптимизация защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней. Тр. СПбГАУ. 1993. С.45-48.
15. Insect pheromone technology, chemistry and applications //Ed. by B.A.Leonhardt, M. Beroza, Wash., 1982.
16. <http://netparazitam.org/dezinseksiya/139-samyeffektivnyesredstvaborby-s-termitami-luchshie-khimikaty-i-lovushki.html#ixzz4MSxUfd00>
17. Болдырев М.И., Колесникова С.А., Болдырева С.А. Особенности технологии применения репелентов для защиты сельскохозяйственных культур // Агро XXI. 2012. № 7-9. С.25-27..
18. Jean Deligne, Andre Quennedey, Murray S. Blum. The Enemies and Defense Mechanisms of Termites. 1981. P. 76.
19. Кошкарова Н.В., Вековшина С.В., Шушурина Н.А., Кривенчук В.Е. Синтетические пиретроиды: механизм действия // Современные проблемы токсикологии. 2000. №3. С.36-72.
20. US EPA. Chlorfenapyr Insecticide-Miticide Environmental Fate and Ecological Effects Assessment// US EPA Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. Washington, DC. 1998
21. Ahmed, B.M. and Frech, J.R.J. An overview of termite control methods in Australia and their link to aspects of termite biology and ecology// Pakistan Entomologist 30, 2008. 101–117.
22. Mix, J. King of the hill // Pest Control 56, 1988 34–35.
23. Smith, J.L. and Rust, M.K. Tunneling response and mortality of the western subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) to soil treated with termiticides. Journal of Economic Entomology 83, 1990. 1395–1401.
24. Forschler, B.T. Survivorship and tunneling activity of Reticulitermes fl avipes (Kollar) (Isoptera: Rhinotermitidae) in response to termiticide soil barriers with and without gaps of untreated soil//Journal of Entomological Science 29, 1994. 43–54.
25. Su, N.-Y., Ban, P.M. and Scheffrahn, R.H. Longevity and efficacy of pyrethroid and organophosphate termiticides in field degradation studies using miniature slabs. Journal of Economic Entomology 92, 1999. 890–898.

26. Gold, R.E., Howell, H.N. Jr, Pawson, B.M., Wright, M.S. and Lutz, J.C. Persistence and bioavailability of termiticides to subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) from five soil types and locations in Texas. *Sociobiology* 28, 1996. 337–363.
27. McCann, S.F., Annis, G.D., Shapiro, R., Piotrowski, D.W., Lahm, G.P., Long, J.K., Lee, K.C., Hughes, M.M., Myers, B.J., Griswold, S.M., Reeves, B.M., March, R.W., Sharpe, P.L., Lowder, P., Barnette, W.E. and Wing, K.D. The discovery of indoxacarb: oxadiazines as a new class of pyrazoline-type insecticides// *Pest Management Science* 57, 2001.153–164.
28. Hu, X.P., Song, D. and Scheler, C. Transfer of indoxacarb among workers of *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae): effects of dose, donor/recipient ratio, and post-exposure time// *Pest Management Science* 61, 2005.1209–1214.
29. Rust, M.K. and Saran, R.K. Toxicity, repellency, and transfer of chlorfenapyr against western subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae)// *Journal of Economic Entomology* 99, 2006. 864–872.
30. Osbrink, W.L.A., Lax, A.R. and Brenner, R.J. Insecticide susceptibility in *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes virginicus* (Isoptera: Rhinotermitidae)//*Journal of Economic Entomology* 94, 2001.1217–1228.
31. Potter, M.F. Termites. In D. Moreland (ed.) *Handbook of Pest Control// Mallis Handbook and Technical Training Co.*, Cleveland, Ohio, 1997. pp. 233–332.
32. Bloomquist, J.R. Insecticides: Chemistries and characteristics. In: Radcliffe, E.B. and Hutchison, W.D. (eds) *Radcliffe's IPM World Textbook*. University of Minnesota, St Paul, Minnesota. 1996
33. Rhône-Poulenc. 'Fipronil' world-wide technical bulletin// Rhône-Poulenc Agrochimie, Lyon, France. 1996
34. Ibrahim, S.A., Henderson, G. and Fei, H. Toxicity, repellency, and horizontal transmission of fipronil in the Formosan subterranean termite// (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology* 96, 2003. 461–467.
35. Wing, K.D., Sacher, M., Kagaya, Y., Tsuruvuchi, Y., Mulderig, L., Connair, M. and Schnee, M. Bioactivation and mode of action of the oxadiazine indoxacarb in insects// *Crop Protection* 19, 2000. 537–545.
36. Nauen, R. and Bretschneider, T. New modes of action of insecticides// *Pesticide Outlook* 13, 2001. 241–245.
37. Cordova, D., Benner, E.A., Sacher, M.D., Rauh, J.J., Sopa, J.S., Lahm, G.P., Selby, T.P., Stevenson, T.M., Flexner, L., Gutteridge, S., Rhoades, D.F., Wu, L., Smith, R.M. and Tao, Y. Anthranilic diamides: a new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation// *Pesticide Biochemistry and Physiology* 84, 2006.196–214.
38. Crosby, D.G. *Environmental Toxicology and Chemistry// Oxford University Press, New York*. 1998
39. Timbrell, J. *Principles of biochemical toxicology*, 3rd edn. Taylor and Francis, London. 2000

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ РЕАКЦИИ НИОБИЯ И ТАНТАЛА С ОРГАНИЧЕСКИМИ РЕАГЕНТАМИ

*Беков Улугбек Сафарович**ассистент Бухарского инженерно-технологического института,
Узбекистан, г. Бухара*

FLUORESCENT REACTIONS OF NIOBIUM AND TANTALUM WITH ORGANIC REAGENTS

*Ulugbek S. Bekov**assistant of Bukhara Engineering and Technology Institute,
Uzbekistan, Bukhara*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются условия флуоресцентных реакций ниобия и тантала с органическими реагентами, химизм реакций, роль органических растворителей в ходе реакций, пути повышения чувствительности реакций. Изучены интенсивность флуоресценции комплексов ниобия, оценена усиление в присутствии растворов метанола, этанола и ацетона. Сделана попытка рассчитать значения реального критерия чувствительности флуоресценции изученных комплексов.

ABSTRACT

The article discusses the conditions of fluorescent reactions of niobium and tantalum with organic reagents, the chemistry of the reactions, the role of organic solvents in the course of reactions, ways to increase the sensitivity of reactions. The fluorescence intensity of niobium complexes was studied, and the enhancement in the presence of methanol, ethanol, and acetone solutions was estimated. An attempt was made to calculate the values of the real criterion of fluorescence sensitivity of the studied complexes.

Ключевые слова: флуоресцентные реакции, органический реагент, морин, кверцетин, изотермы растворимости, сульфонафтолазорезорцин, перекись водорода, метанол, этанол, ацетон, интенсивность флуоресценции, комплексообразование, критерий чувствительности, экстракция, каталитического действия реагента, экстракционно-флуориметрическая определения.

Keywords: fluorescence reactions, organic reagent, morin, quercetin, solubility isotherms, sulfonaphtholazoresorcinol, hydrogen peroxide, methanol, ethanol, acetone, fluorescence intensity, complexation, sensitivity criterion, extraction, catalytic effect of the reagent, extraction fluorimetric determination.

Теоретическая часть

В литературе описаны флуоресцентные реакции ниобия с люмогаллином (1) и тантала с родамином 6 Ж (2). Нами исследованы новые флуоресцентные реакции ниобия и тантала с органическими реагентами – морином (МОР), кверцетином (КВ) и сульфонафтолазорезорцином (СНАР) [1,3].

Ниобий с морином (кверцетином) в присутствии перекиси водорода образует комплексные соединения, обладающие зеленой флуоресценцией. Установлены оптимальные условия образования комплексов Nb-H₂O₂-МОР (рН=3; λ_{max}^н=420 нм; λ_{max}^ф=505 нм) и Nb-H₂O₂-КВ (рН=2,1; λ_{max}^н=425 нм; λ_{max}^ф=500 нм) [2,5].

В многих работа предложены способ разделения тантала и ниобия, который основан на различии в

растворимости фторотанталата калия K₂TaF₇ и фтороксониобата калия K₂NbOF₅·H₂O. Разделению благоприятствует отличие в кристаллической структуре этих солей, что исключает изоморфную сокристаллизацию.

Сопоставление изотерм растворимости танталовой и ниобиевой соли (рис.2) показывает, что разделение выгодно проводить при концентрации HF 1 - 7 %, так как в этой области (в которой в данной фазе устойчива соль K₂NbOF₅·H₂O) растворимость танталовой соли в 10 - 12 раз ниже растворимости ниобиевой соли. Растворимость ниобиевой и особенно танталовой комплексной соли понижается в присутствии избытка фтористого калия.

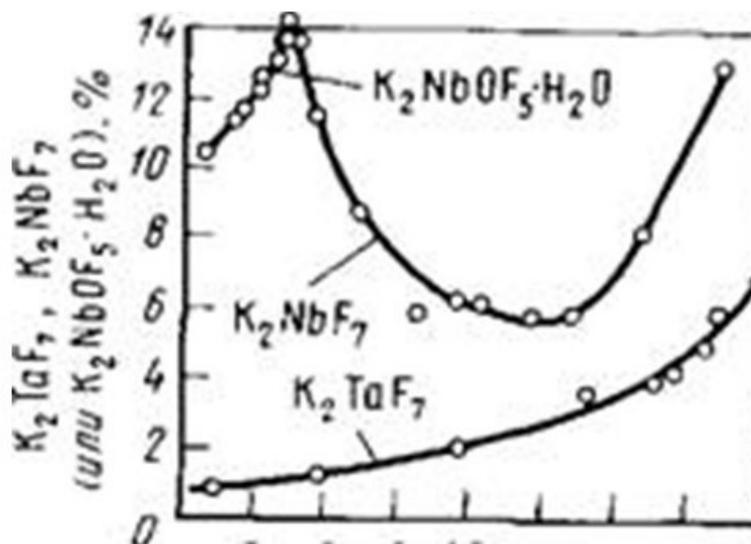
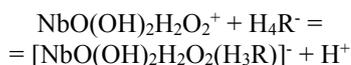


Рисунок 1. Изотермы растворимости комплексных фторидов тантала и ниобия в плавиковой кислоте

Экспериментальная часть

На основании полученных экспериментальных данных, а также учитывая состояние перекисного комплекса ниобия и морины при $\text{pH}=3$, можно предположить, что образование флуоресцирующего комплекса ниобия с морином происходит по следующему уравнению:



Интенсивность флуоресценции комплексов ниобия значительно усиливается при добавлении в раствор метанола (этанола, ацетона). Рассчитаны численные значения реального критерия чувствительности флуоресценции изученных комплексов ($E_{\text{в}Q}$) в зависимости от содержания в растворе метанола (эта-

нола, ацетона). Расчет значений $E_{\text{в}Q}$ произведен согласно работ [3,4]. Чувствительность флуориметрического определения ниобия с морином и перекисью водорода составляет 0,02 мкг ниобия, а с кварцетином и перекисью водорода – 0,4 мкг ниобия в 5 мл раствора [1,4].

Исследован сульфонафтолазорезорцин как флуоресцентный реагент на ниобий. Изучены оптимальные условия образования флуоресцирующих комплексов ниобия со СНАРом в присутствии вспомогательных комплексообразователей (ВКО) – перекиси водорода (фторида, оксалата, тартрата). Комплексообразование ниобия со СНАРом зависит от pH , вида ВКО, времени и концентрации компонентов. Некоторые экспериментальные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Основные спектрофотометрические и флуоресцентные характеристики комплексов Nb-ВКО-СНАР

	Nb-H ₂ O ₂ -СНАР	Nb-фторид-СНАР	Nb-тартрат-СНАР	Nb-оксалат-СНАР
pH	3,2-4,7	6,1-6,5	5,2-6,0	5,6-6,1
$\lambda_{\text{max}}^{\text{fl}}$ в нм	535-540	540-545	530-535	540
$\lambda_{\text{max}}^{\text{sp}}$ в нм	667-668	667-688	650	667-688
$E_{\text{в}Q} \cdot 10^{-3}$	242,5	195,0	73,0	58,0

Независимо от вида ВКО ниобия со СНАРом образует комплексы, в которых соотношение Nb:СНАР=1:1. Установлено, что в комплексообразовании с ниобием участвуют OH-группы реагента, а также один из азотов азогруппы. В ИК-спектре комплекса Nb-окс-СНАР обнаружена полоса, характерная для оксалатной группы, что свидетельствует об участии оксалат-иона в образовании смешанного (тройного) комплекса Nb-окс-СНАР.

Изучили влияние метанола (этанола, ацетона) на интенсивность флуоресценции комплексов Nb-ВКО-СНАР. В присутствии небольших количеств (10-30%) метанола (этанола, ацетона) в растворе интенсивность флуоресценции комплексов увеличивается

в результате образования сольватов. При более высоких концентрациях органических растворителей активность флуоресценции уменьшается, что обусловлено разложением комплексов. Наибольшее значение объективного критерия чувствительности ($E_{\text{в}Q}$) имеет комплекс Nb-H₂O₂-СНАР в присутствии 30% метанола в растворе. Сравнение численных значений $E_{\text{в}Q}$ для комплексов Nb-ВКО-СНАР с величинами углов наклона прямых калибровочного графика указывает на полное их соответствие (рис.2).

Изучено влияние титана, тантала и некоторых комплексантов на интенсивность флуоресценции комплексов Nb-ВКО-СНАР. Титан значительно

уменьшает интенсивность флуоресценции при соотношении $Ti:Nb > 1:1$. На интенсивность флуоресценции комплексов Nb-окс(тарtrat)-СНАР не влияют 10-ти кратные количества тантала.

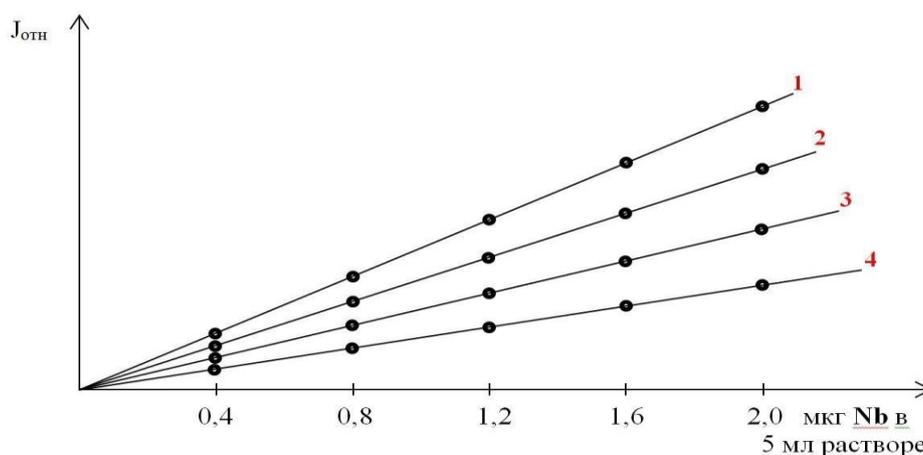


Рисунок 2. Численные значений E_bQ для комплексов Nb-ВКО-СНАР с величинами углов наклона
 1-Nb-H₂O₂-СНАР 2-Nb-фторид-СНАР
 3-Nb-тарtrat-СНАР 4-Nb-оксалат-СНАР

Выводы

- исследована новая флуоресцентная реакция тантала с морином и перекисью водорода. Комплексное соединение Ta-H₂O₂-MOP, образующееся в водных и водно-спиртовых растворах, неустойчиво. С течением времени интенсивность флуоресценции значительно уменьшается, что связано с разложением комплекса вследствие каталитического действия тантала на реакцию окисления морины избытком перекиси водорода. Устойчивость комплекса Ta-H₂O₂-MOP повышается при экстракции его бутанолом;

- изучены оптимальные условия экстракции комплекса, рассчитаны численные значения E_bQ и E_bQ для бутанольного экстракта комплекса. Были также рассчитаны значения E_bQ для комплекса Ta-H₂O₂-MOP в водном и водно-ацетоновом растворах.

- из полученных данных следует, что для практических целей лучше применять экстракцию комплекса бутанолом, так как в бутаноле комплекс более устойчив и обладает наибольшей интенсивностью флуоресценции. Чувствительность экстракционно-флуориметрического определения тантала с морином и перекисью водорода составляет 0,03 мкг тантала в 5 мл экстракта.

Список литературы:

- Самарина Т. О., Иванов В. М., Фигуровская В. Н. Оптические и цветометрические характеристики комплексов переходных металлов с 1-нитрозо-2-нафтол-3,6-дисульфокислотой в присутствии поверхностно-активных веществ // Журн. аналит. химии. 2012. Т. 67, №4. С. 364.
- Рустамов Н. Х., Багбанлы С. И., Рустамова У. Н. Экстракционно-фотометрическое определение кобальта(II) с ароматическими диаминами и 2,4-динит-робензолазопирокатехином // Азербайдж. хим. журн. 2013. № 4. С. 35-43.
- Zalov A. Z., Gavazov K. V. Extractive Spectrophotometry Determination of Nickel with 2-hydroxy-5-iodothiophenol and Diphenylguanidine // Chem. J. 2014. Vol. 04, № 5. P. 20-25.
- Кулиев К. А., Вердизаде Н. А. Спектрофотометрическое исследование комплексов никеля (II) с 2,6-дителиол-4-этилфенолом и гетероциклическими диаминами // Kost-2015 : Book of abstracts. Intern. Congr. on Heterocyclic Chem. M., 2015. С. 457.
- Нгуен Ван, Страшнов П. В., Ковальчукова О. В. Успехи синтеза и комплексообразования : Третья Всерос. науч. конф. (с междунар. участием), посвящ. 55-летию РУДН. М., 2014. Ч. 2. С. 132.

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ТЕРМОСТОЙКИХ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ОЛИГОМЕРОВ НА ОСНОВЕ МОЧЕВИНОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ И ТЕТРАЭТОКСИЛАНА

Паноев Нодир Шавкатович

ассистент Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г.Бухара
E-mail: b_sspo_devon@mail.ru

Ахмедов Вохид Низомович

доцент Бухарского инженерно-технологического института,
Республика Узбекистан, г.Бухара

Тиллаева Дилдора Муродиллоевна

ассистент Бухарского государственного университета,
Республика Узбекистан, г.Бухара

OBTAINING AND PROPERTIES OF THERMAL-RESISTANT ORGANOSILICONE BASED ON UREA FORMALDEHYDE RESIN AND TETRAETOXILAN

Nodir Sh. Panoev

Assistant to the Bukhara Engineering and Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Vokhid N. Akmedov

Associate Professor, Bukhara Engineering and Technology Institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Dildora M. Tillaeva

Assistant to Bukhara State University,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В статье обсуждается условия синтеза олигомера на основе кремнийорганических соединений, влияния соотношений веществ и других параметров. Исследована зависимость молекулярных масс и термической стабильности от количества термостойкого олигомера, полученного образцами олигомера при различных температурах. Также обоснуется, что квантово-химические расчеты используемых и синтезируемых соединений, химические свойства молекул и их способность вступать в реакцию связаны с их электронной структурой и энергетическими характеристиками.

ABSTRACT

The article discusses the conditions for the synthesis of oligomer based on organosilicon compounds, the ratio of substances. The dependence of molecular weights and thermal stability on the amount of refractory oligomer obtained by oligomer samples at various temperatures was studied. It will also be justified that quantum-chemical calculations of the compounds used and synthesized, the chemical properties of molecules and their ability to react are related to their electronic structure and energy characteristics.

Ключевые слова: олигомер, мочевины, состав, вязкость, измельчение, синтез, соотношение, древесина, сухой остаток, термостойких, композиция, сырье, дифференциально-термический анализ, кванто-химический метод.

Keywords: oligomer, urea, composition, viscosity, mill, synthesis, ratio, wood, dry residue, heat resistant, composition, raw materials, differential thermal analysis, quantum chemical method.

Теоретическая часть. В настоящее время в мире большое внимание уделяется созданию средств про-

тивопожарной защиты на основе современных технологий и их использованию для повышения огнестойкости строительных конструкций и материалов.

Таблица 1.

Зависимость наступления термостабильного состояния от количества термостойкого олигомера, полученного на основе карбаминоформальдегидной смолы и тетраэтоксилана

Образец		Интервалы потери массы			
		потеря массы, в %			
		0	10	20	50
		температура T ⁰			
Необработанное дерево		160	195	235	320
МФС+ в % от массы дерева	1	193	225	262	335
	2	221	248	278	343
	3	244	260	284	362
	4	268	293	293	445
	5	290	320	336	480

Активность молекулы в любой реакции зависит главным образом от ее структуры и энергетических свойств. С развитием квантово-химических методов расчета химии смогли планировать экспериментальные работы и проводить целенаправленный синтез продуктов и получать вещества с заданными свойствами. Изучена электронная структура применяемых и синтезированных соединений, проведены квантово-химические расчеты.

Полученные результаты были получены для пространственной геометрии и электронной структуры

исходных материалов мочевины, формальдегида и тетраэтоксилана, полученных полуэмпирическими методами PM3 и AM1.

Распределение зарядов в атомах в исследуемых молекулах показывает, что, исходя из распределения отрицательных и положительных зарядов молекул исходных веществ, их реакционная способность выскока, и они могут реагировать с различными соединениями.

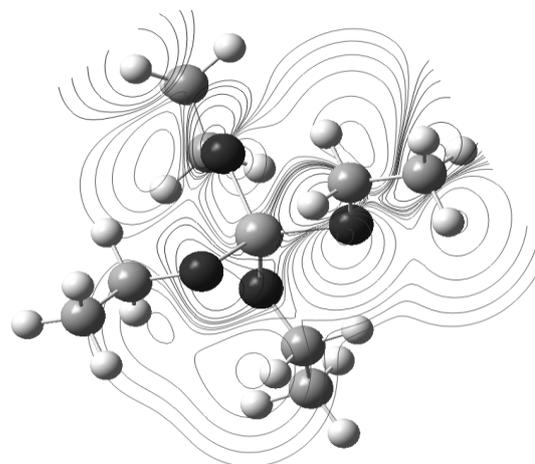
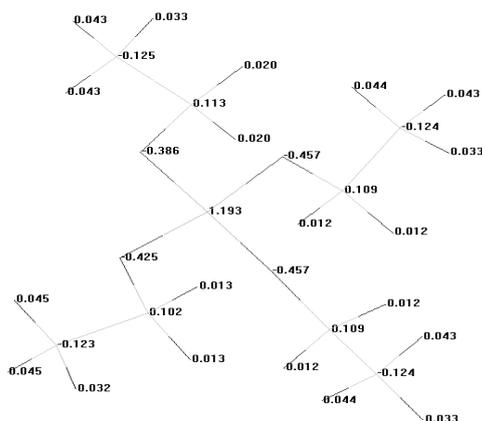


Рисунок 1 (а, б). Распределение энергии и электронов в молекуле тетраэтоксиксана

Исходя из вышеизложенного, электронная структура и распределение заряда изучались в наших экспериментах с учетом того, что добавление тетраэтоксилана к производному монометилола, образованному мочевиной с формальдегидом, является промежуточным состоянием (рис. 2).

Были изучены квантово-химические расчеты веществ, отобранных для синтеза кремнийорганических веществ, и полученные результаты приведены в таблице 2. Электронная структура и энергетические

свойства выбранных молекул (полная энергия, энергия образования, теплота образования, энергия электронов, ядерная энергия, дипольный момент, заряд атома кислорода) и их реакционный центр могут быть определены заранее [8].

Анализируемая полная энергия, энергия образования, теплота образования, энергия электрона, энергия ядра, дипольный момент, значения заряда атома кислорода также указывают на то, что полученные результаты согласуются с общими законами.

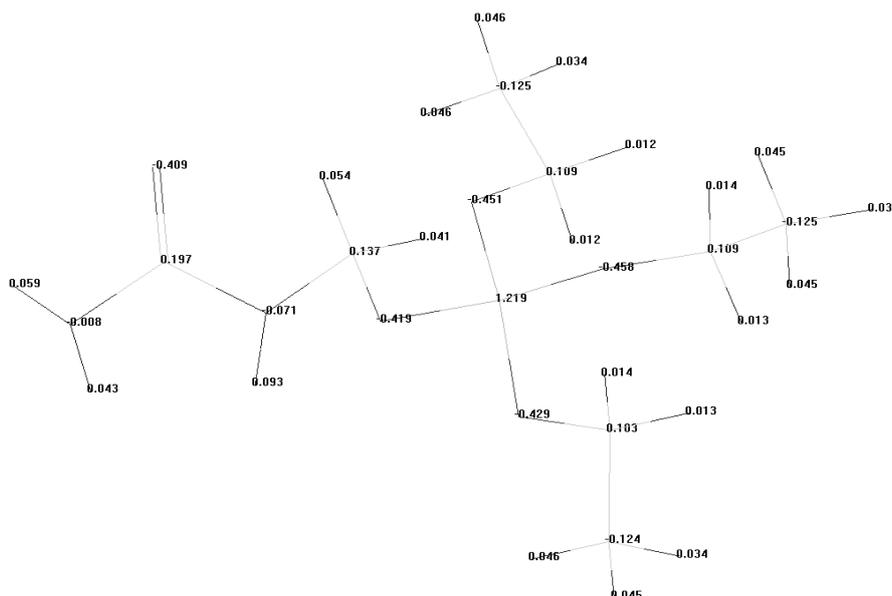


Рисунок 2. Промежуточным состоянием, образованным монометилолочевиной с тетраэтоксиланом, является распределение заряда электрона

Таблица 2.

Квантово-химические расчеты используемых соединений

Соединений	Общая энергия ккал/мол	Энергия образования, ккал/мол	Теплота образования, ккал/мол	Электронная энергия, эВ	Ядерная энергия, ккал/мол	Дипольный момент (Д)	Заряд атома кислорода
Исходные вещества							
Мочевина	-18418	-705	-41,04	-54689	36270	4,071	0,1017
Формальдегид	-10209	-368	-34	-19246	9037	2,164	0,06
ТЭОС	-57886	-3082	-326	-338530	280644	2,678	0,08734
Синтезированные промежуточные соединения							
Промежуточное состояние	-72148	-3402	-361	-444066	371918		0,4244

Выводы: были проведены исследования для получения огнестойких и теплоизоляционных наполнителей с высокой дисперсией на основе органических

соединений карбамидоформальдегидной смолы, тетраэтоксилана, а также для повышения огнестойкости древесины и строительных материалов и их многоступенчатой огнезащиты.

Список литературы:

1. Borais R., Georgette P. Полимерные антипирены. Требования и рынок. //Kunststoffe. 2004. Т.94. №9. С.256-260.
2. Касьянова А.А., Добрынина Л.Е. Лабораторный практикум по физике и химии высокомолекулярных соединений. - М.: Легкая индустрия. 1979.- 97 с.
3. В.Н.Ахмедов, Л.Н.Ниязов, К.Э.Рузиева, Ф.Ф. Рахимов, Паноев Н.Ш. Гидрофобизация в строительстве. (монография).- Издательство Бухара, Дурдона, 2018. С 160.
4. В.Н Ахмедов, К.Э Рўзиева, М.С Рахматов, Н.Ш.Паноев, Ҳ.Р Рўзиев, С.М Муроджонов. Гидрофоб цемент олишинг баъзи аспектлари // Фан ва технологиялар тараққиёти. Илмий-техникавий журнал, Бухоро, 2018 №1. 69-73б.
5. Akmedov V.N., Niyozov L.N., Panoyev N.Sh., Vakhmudjonov S.M. Production and application of hudrophobizing polimer compositions // International journal of advanced research in science, Engeneering and Technology, India, Vol. 5, Issue 11, November 2018. Page 7340-7345.
6. В.Н.Ахмедов и др. Экспериментальное определение критического структурного дефекта в полимерных композитах механическим методом. Журнал. Развитие науки и технологии. 2015. №4, С.142-
7. Ахмедов В.Н., Рахматов М.С. Исследование термоокислительной деструкции поливинилэтилиндигидрохлорсилана. IV international scientific conference of young researches Proceedings 1 book. – Baku, Azerbaijan: 2016, С. 205-206.
8. Б. Собиров, В.Н Ахмедов, Н.Ш.Паноев. Влияние параметры на выход кремнийорганических мономеров // Сборник трудов международной научно-технической конференции студентов, магистрантов на тему Молодежь-залог будущего великой страны. Шымкент, 2019. С 294-296.

СИНТЕЗ 1,4- ФЕНИЛЕН ДИКАРБОКСИМЕТИЛЕНГЛИКОЛЯТА**Чориев Азимжон Уралович**

канд. хим. наук, старший преподаватель, Каршинский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: azimjon-organik@mail.ru

Бердимуродов Элёр Тухлиевич

канд. хим. наук, старший преподаватель, Каршинский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: elyor@mail.ru

Тошпулатов Тилоvmурод Ислон угли

магистрант, Каршинский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: tilovmurod@mail.ru

Садикова Сабоxат Бабаевна

докторант, Ургенчский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Ургенч
E-mail: sadikova-ximik@mail.ru

SYNTHESIS OF THE 1,4- PHENYLEN DIKARBOXYMETHYLENGLYCOLYATE**Azimjon Choriyev**

PhD, senior lecturer of Karshi State University,
Uzbekistan, Karshi

Elyor Berdimurodov

PhD, senior lecturer of Karshi State University,
Uzbekistan, Karshi

Tilovmurod Toshpulatov

Master Student of Karshi State University,
Uzbekistan, Karshi

Sabohat Sadikova

Doctorant of Urgench State University,
Uzbekistan, Urgench

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты изучения реакций хлорацетилирования гидрохинона и натриевой соли гликолевой кислоты с дихлорацетилгидрохиноном в присутствии диметилформамида и диметилсульфоксида. Высокие выходы достигнуты в реакции 1,4- фенилен дикарбоксиметиленгликолята в присутствии диметилформамида в качестве растворителя. Строение полученных веществ установлено методами ИК- и УФ- спектроскопии.

ABSTRACT

The article presents the results of the study of the reaction of the sodium salt of glycolic acid dichloroacetylhydroquinone in presence of dimethylformamide and dimethylsulfoxide. The experiments attained the best exposures in the presence of dimethylformamide. The structure of the obtained materials are installed by means of IR- and UF- spectroscopy.

Ключевые слова: гидрохинон, хлорацетилхлорид, хлорацетилирование, бис-1,4-О-хлорацетилгидрохинон, натрий гликолят, нуклеофильное замещение, диметилформамид, спектроскопия.

Keywords: hydroquinone, chloroacetylchloride, chloroacetylation, bis-1,4-O- chloroacetylhydroquinone, sodium glycolate, nucleophilic substitution, dimethylformamide, spectroscopy.

Введение. Гликолевая кислота обладает рядом важных свойств, обуславливающих ее широкое практическое применение в медицине: она широко используется в качестве мономера для получения био-разлагаемых гомополимеров и сополимеров с заданными свойствами, используемых, главным образом, в медицине в качестве саморассасывающихся имплантатов. Полимеры на основе гликолевая кислота могут применяться в качестве барьерных материалов, препятствующих проникновению кислорода в упаковку, например, тетрапаки. Благодаря малым размерам молекулы данное органическое соединение обладает высокой проникающей способностью, что стало одной из основных причин использования вещества в косметологической практике для нормализации процессов обмена и кожной микроциркуляции, что позволяет эффективно бороться с гиперкератозом, себореей, целлюлитом, ихтиозом, фотостарением и повышенной сухостью кожи. Кроме того гликолевая кислота низко токсична, поэтому она заменяет гораздо более вредные средства на основе щавелевой кислоты при производстве промышленных чистящих средств и средств, применяемых для дезинфекции контура циркуляции диализной жидкости гемодиализных аппаратов. Вещество используют для реабилитации водозаборных скважин, в кожевенной, нефтегазовой, металлообрабатывающей, фармацевтической и пищевой промышленности [1-3]. В литературе мало сведений, посвященные синтезу эфирам окси кислоты и они посвящены в основном синтезу метиловый и этиловый эфиры. Другие высшие эфиры окси кислоты получены переэтерификацией метиловый эфиры. Известно, что натриевые или калиевые соли карбоновых кислот широко применяются в качестве промежуточных соединений при получении их сложных эфиров [4].

Методы и материалы. Чистота полученного продукты реакции О-дихлорацетилпродукта – бис-1,4-О-хлорацетилгидрохинона контролировалась методом тонкослойной хроматографией (Silufol UB-254, в системе хлороформ-метанол 20:1; проявитель – УФ лучей). ИК-спектры соединений были получены в спектрометре UR-20 на таблетке KBr. Спектры поглощения измеряли на спектрофотометре СФ-46 и КФК-3 [5].

Синтез бис-1,4-О-хлорацетилгидрохинона. В круглодонной колбе, снабженную трубкой для отведения хлороводорода и обратным холодильником растворяют 11 г (0,1 моль) гидрохинона в 25 мл хлороформа. После полного растворения гидрохинона по каплям добавляют 22,6 г (0,2 моль) хлорацетилхлорида и реакционную смесь нагревают 16 часов. Окончание реакции определяют прекращением

выделения хлороводорода. Растворитель отгоняют водяным насосом, выделенный продукт очищают перекристаллизацией из этанола.

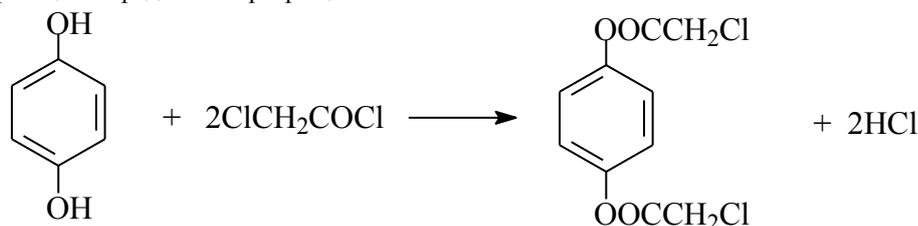
Получение 1,4-фенилен дикарбоксиметилгликолята. 1,96 г безводного гликолевокислого натрия растворяют в 50 мл диметилформамида, затем прибавляют 2,63 г дихлорацетилгидрохинона, перемешивают при нагревании 150 °С в течение 5 ч. Продукты реакции разлагают водой и экстрагируют этилацетатом. После высушивания и отгонки растворителя выделяют 2,6 г (76%) 1,4- фенилен дикарбоксиметилгликолята.

Результаты и обсуждение. В реакциях солей карбоновых кислот с алкилгалогенидами можно получить, в определённых условиях, сложные эфиры с высоким выходом. Метод отличается тем, что эфиры получаются без побочных продуктов. Очистка эфиров проста и не требует сложных операций. Раньше в этих реакциях были использованы в качестве растворителя протонные растворители и по-видимому, по этой причине выход продукта был невысоким. Применение апротонных растворителей или метода межфазного катализа привели к увеличению выхода продукта и метод получения сложных эфиров, разработанный на основе этих условий оказался эффективным. Литературные данные по получению сложных эфиров на основе солей карбоновых кислот показывают, что в этих реакциях использованы в качестве растворителей диметилформамид (ДМФА), диметилсульфоксид (ДМСО), диметилацетамид (ДМАА) и другие апротонные растворители [6]. Среди них наибольшее применение имеет диметилформамид. На основе методик, приведенных в литературе мы исследовали реакции натриевой соли окси кислоты с дихлорацетил гидрохиноном. В качестве растворителя в этих реакциях использовали диметилформамид.

Хлорацетилфенолы являются промежуточными продуктами при важных органических синтезах и вещества, синтезированные на их основе проявляют высокую биологическую активность [7].

В целях более глубокого изучения реакций ацилирования фенолов и их производных были проведены реакции хлорацетилирования двухатомных фенолов. Изомеры дигидроксibenзола обладают несколькими реакционными центрами, поэтому реакции проводились при различных условиях. Выявлено, что при использовании хлороформа в качестве растворителя образуется только продукт О-хлорацетилирования.

При нагревании гидрохинона с хлорацетилхлоридом в хлороформе в течение 16 часов образуется бис-1,4-О-хлорацетилгидрохинон. Реакция протекает по следующему уравнению:



Синтезированный продукт – бис-1,4-О-хлорацетилгидрохион был выделен определены его физико-химические константы ($T_{пл} = 97^{\circ}\text{C}$). Выход продукта реакции составляет 83%. Строение продукта было доказано ИК-спектрами.

В ИК-спектре бис-1,4-О-хлорацетилгидрохиона видны полосы поглощения ароматического кольца, карбонильной группы, связей C-Cl, -C-O-C-, -CH₂CO-, типов замещения в кольце. Валентные колебания

карбонильной группы в синтезированном бис-1,4-О-хлорацетилгидрохионе дают пики при 1768-1751 см⁻¹, связи C-O-C – при 1089-1143 см⁻¹, связи =CH в ароматическом кольце – при 3072-3002 см⁻¹, связей C=C – при 1597-1505 см⁻¹. Деформационные колебания группы двух соседних СН-групп в ароматическом кольце (замещения 1,4) образуют частоты поглощения в области 832-812 см⁻¹.

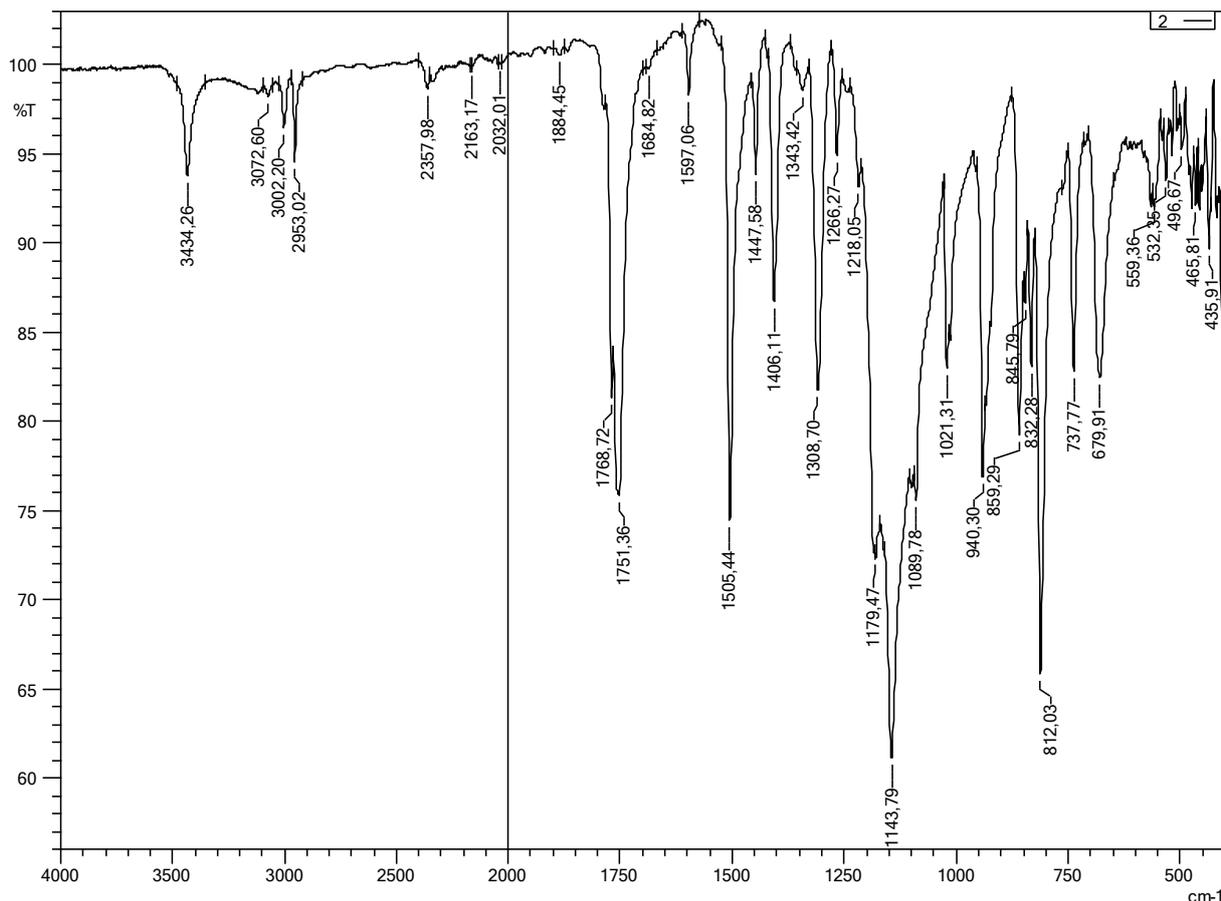
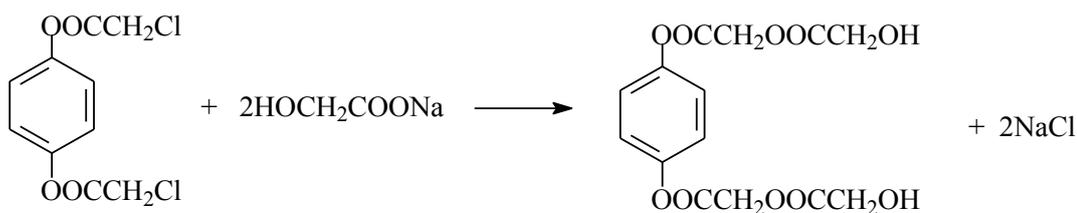


Рисунок 1.

Проведением реакции гликолят натрия с бис-1,4-О-хлорацетилгидрохиона в среде ДМФА в мольных соотношениях 1:1:3 соответственно в течении 5 часов получен продукт с выходом 76%. Дальнейшее увеличение продолжительности реакции и мольных

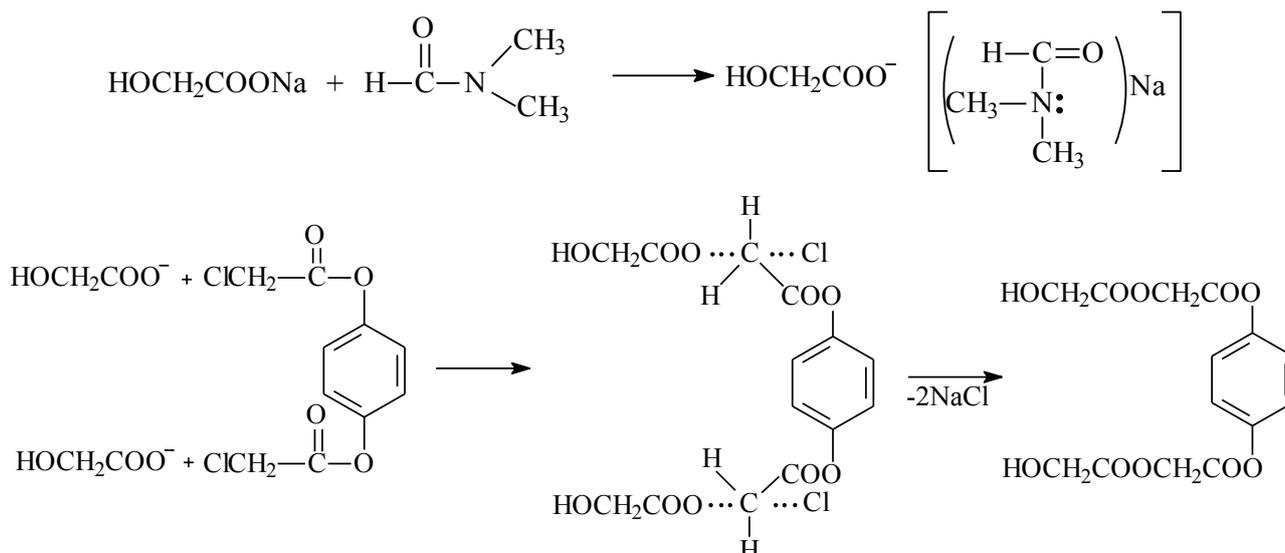
соотношений реагентов не влияло на выход продукта. Поэтому эти условия реакции можно считать оптимальными. Уравнение реакции имеет следующий вид:



В связи с этим уравнение и механизм реакции пара-метоксифенилхлорацетата с натрий гликолятом в присутствии диметилформаида сольватация катиона натрия дает возможность проникновения

HOCH₂COO⁻ иона в органической слой и облегчает реакцию.

Схему механизма образования продуктов проведенных реакций можно представить следующим образом:



Эту схему можно применить на другие аналогичные реакции. На основе вышеприведенных исследований механизм реакции гликолята натрия с бис-1,4-О-хлорацетилгидрохинона в среде

диметилформаида можно представить следующим образом: диметилформаид сольватирует катион натрия гликолята и тем самым увеличивает реакционную способность гликолят аниона.

Таблица 1.

Некоторые физико-химические константы 1,4- фенилен дикарбоксиметиленгликолята

Название	Т _{пл.} °С	R _f	Растворимость	Выход, %	ИК-спектр	УФ-спектр
1,4- фенилен дикарбоксиметиленгликолят	41	0,8*	Этилацетат хлороформ	76	3430,98; 1763; 1725; 1663; 1097	240

Система: 1) Хлороформ-метанол (20:1)

В ИК спектре 1,4- фенилен дикарбоксиметиленгликолята: в области 1663 см⁻¹ наблюдается сильное поглощение, характерное для дизамещенного ароматического кольца, при 3071 см⁻¹ наблюдается слабое поглощение, характерное для дизамещенного ароматического кольца, в области 1470 см⁻¹ наблюдается средний максимум поглощения, характерный для дизамещенного ароматического кольца. При 1763-1725 см⁻¹ наблюдается максимум сильного поглощения, характерное для сложных эфиров гликолевой кислоты [8].

Заключение. Исследования реакций хлорацетилирования гидрохинона и его эфиров в присутствии кислот Льюиса показали, что в этих реакциях благодаря подвижности атома водорода гидроксильной группы фенола и высокой реакционной способности хлорацетилхлорида был достигнут высокий выход продукта О-хлорацетилирования без катализатора. Относительно низкий выход продукта С-хлорацетилирования и в присутствии катализаторов показывает малую подвижность водорода при атоме углерода в кольце гидрохинона. Значит, кислоты Льюиса как катализаторы понижают энергетический порог в реакциях хлорацетилирования.

Список литературы:

1. Солдатенков А.Т., Колядина Н.М., Шендрик И.В. Основы органической химии лекарственных веществ. М.: Химия, 2001. С. 56-57.
2. Машковский М.Д. Лекарственные средства ч.1., М., Медицина 1987, - с. 472.
3. Лурье Ю.Ю.Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1979, – С. 480.
4. Альбицкая В.М. и др. // Лабораторные работы по органической химии. Под.ред. Гинзбурга О.Ф., Петрова А.А. -М.: Высшая школа., 1970. С. 293.
5. Чориев А.У. Хлорацетилирование замещенных метоксифенолов и синтеза на основе хлорацетил продуктов // Дисс. на соиск канд. хим. наук. Т., 2017, С. 45.
6. Абдушукуров А.К., Чориев А.У. Реакции нуклеофильные замещение на основе пара- хлорфенилхлорацетата // Вестник НУУз. Ташкент. -2012, №3, С. 61-63.

7. Холиков Т.С., Бобоназарова С.Х., Таджимухамедов Х.С. Получение бензилбензоата из бензоата натрия и хлористого бензила в присутствии малых количеств диметилформамида // Докл.Акад. наук РУз. – Ташкент, 2005. -№1. - С. 34-36.
8. Беллами Л. Новые данные по ИК- спектрам сложных молекул // М.: Мир, 1971. 318 б.

ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

ОБОГАЩЕНИЕ ПШЕНИЧНОГО ТЕСТА

Бахтияров Сардорбек Бахтиярович

канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры «Технология пищевых продуктов»,
Ургенчский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Ургенч
E-mail: sardor.baxtiyorov72@mail.ru

Таджиев Анвар Юлдашевич

канд. биол. наук, доцент кафедры «Хранение, переработка сельхозсырья и биотехнологии»,
Ургенчский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Ургенч

Ибадуллаева Саида Махмуджановна

магистр кафедры «Технология пищевых продуктов», Ургенчский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Ургенч

Машарипова Мухаббат Матрасуловна

преподаватель кафедры «Технология пищевых продуктов», Ургенчский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Ургенч

Матякубова Мавлуда Худайберганиевна

стажер-преподаватель кафедры «Технология пищевых продуктов»,
Ургенчский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Ургенч

THE ENRICHMENT OF WHEAT DOUGH

Sardorbek Bakhtiyorov

Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer "Department Technology of Food Products",
Urgench State University
Republic of Uzbekistan, Urgench

Anvar Tadjiev

Candidate of Biological Sciences, Association Professor of the "Department of Storage,
Processing of Agricultural Raw Material and Biotechnology",
Urgench State University,
Republic of Uzbekistan, Urgench

Saida Ibadullayeva

2nd year Masters student, "Department Technology of Food Products", Urgench State University,
Republic of Uzbekistan, Urgench

Mukhabbat Masharipova

Lecturer "Department Technology of Food Products", Urgench State University,
Republic of Uzbekistan, Urgench

Mavluda Matyakubova

Teacher of the department "Department Technology of Food Products", Urgench State University,
Republic of Uzbekistan, Urgench

АННОТАЦИЯ

Целью исследования является обогащение теста витаминами, минеральными веществами, антиоксидантом. В статье рассмотрены задачи до и после обогащения витаминами и минеральными веществами, входящими в состав хлеба, обеспечение биологических процессов. Для решения поставленной задачи определена сохранность в хлебе витаминов А, В₁, В₂, РР, С, D до обогащения пищевыми добавками. Для обогащения теста витаминами и минеральными веществами в тесто хлеба сорта «Лочира» добавлены пищевые добавки: тыква, морковь, анис, чеснок – в целях использования сырья, которое выращивается на территории Узбекистана и не требует импорта продукта. Основное внимание уделено усвояемости вносимых витаминов и минеральных веществ, а также снижению себестоимости готовой продукции. Научная новизна заключается в том, что обогащать тесто предлагается пищевыми добавками, растительным маслом, которые до сегодняшнего дня не внедрены на практике и являются актуальными, тыква и морковь содержат в своем составе бета-каротин, который является антиоксидантом. Исследование развития микроорганизмов без и в присутствии консерванта определило, что консервант обеспечил увеличение срока годности хлеба по сравнению с нормой. Добавленные пищевые добавки обеспечили естественными витаминами и минеральными веществами. Частичное введение в тесто подсолнечного растительного масла обеспечило тесто нужным белком и витаминами А, Д, Е, К, также продлило срок годности хлебопродуктов. Авторы пришли к выводу, что на сегодняшний день обогащение предлагаемыми пищевыми добавками и растительным маслом на практике является целесообразным, так как обеспечивает потребность теста витаминами, минеральными веществами, антиоксидантом, белком, а также снижает себестоимость готовой продукции. Консервант и растительное масло продлевают срок годности продукта. Чеснок, имеющий в своем химическом составе фитонцид, способствует прекращению размножения микробов в организме человека.

ABSTRACT

The purpose of the study is to enrich the test with vitamins, minerals, an antioxidant. The article discusses the tasks before and after enrichment with vitamins and minerals that are part of the bread, ensuring biological processes. To solve this problem, the preservation of vitamins A, B₁, B₂, PP, C, D in bread before enrichment with food additives was determined. To enrich the dough with vitamins and minerals, the food additives of pumpkin, carrots, anise, garlic are added to the dough of Lochira bread in order to use raw materials that are grown in Uzbekistan and do not require import of the product. The main attention is paid to the digestibility of introduced vitamins and minerals, as well as to reducing the cost of finished products. The scientific novelty lies in the fact that the enrichment of the test with the proposed food additives, vegetable oils which have not been put into practice until today and is relevant, pumpkin and carrots contain beta-carotene, which is an antioxidant. A study of the development of microorganisms without and in the presence of a preservative determined that the preservative provided an increase in the shelf life of bread compared to the norm. Added nutritional supplements provided with natural vitamins and minerals. Partial introduction of sunflower vegetable oil into the dough provided the dough with the necessary protein and vitamins A, D, E, K and also extended the shelf life of bakery products. The authors came to the conclusion that today enrichment with the proposed food additives and vegetable oil in practice is advisable as it provides the need for the test with vitamins, minerals, an antioxidant, protein and also reduces the cost of the finished product. Preservative and vegetable oil extends the shelf life of the product. Garlic, which has a phytoncid in its chemical composition, stops the reproduction of microbes in the human body.

Ключевые слова: витамин, минерал, обеспечение, рецептура, микроорганизм, консервант, влажность, пористость, добавка, антиоксидант, естественный, химический, фитонцид, белок, масло, физико-химический.

Keywords: vitamin, mineral, provision, formulation, microorganism, preservative, moisture, porosity, additive, antioxidant, natural, chemical, volatile, protein, oil, physico-chemical.

На сегодняшний день перед производителями хлебопродуктов стоит задача обогащения хлебопродуктов витаминами и минеральными веществами. Для выполнения поставленной задачи производители должны определить обогащающие витамины и минеральные вещества, определить продукцию, которую надо обогатить, изучить физико-химические свойства витаминов и минеральных веществ, рассчитать количество витаминов и минеральных веществ, рассчитать количество потерь витаминов и минеральных веществ при производстве и хранении хлебопродуктов, добавленных для обогащения хлеба, учитывать, что витамины и минеральные вещества должны обеспечить сохранность всех свойств продукта. Витамины и минеральные вещества, входящие в состав хлеба, способствуют

нормализации процессов в организме человека, участвуют в обеспечении биологических процессов. Суточное обеспечение организма человека минеральными веществами хлеба на сегодняшний день составляет: кальцием – 13 %, фосфором – 34,5 %, магнием – 40,6 %, железом – 72,7 %. Это говорит о необходимости обогащения теста минеральными веществами [1, 6]. Для определения количества витаминов хлеба сначала следует определить количество витаминов в сырье. Сохранность витаминов в необогащенном хлебе следующая: витамин А – 0,9 %, витамин В₁ – 0,85 %, витамин В₂ – 0,95 %, витамин РР – 0,95 %, витамин С – 0,15 %, витамин D – 0,9 %. Самое малое количество витаминов – это витамин С. В таблице 1 дано количество витаминов в муке различных сортов [3].

Таблица 1.

Количество витаминов в муке различных сортов

№	Наименование сортов муки	Количество витамина В ₁ , мг/100 г	Количество витамина В ₂ , мг/100 г	Количество витамина РР, мг/100 г
1	Мука пшеничная 1 сорта	0,05	0,036	0,65
2	Ржаная пшеничная мука	0,27	0,083	3,93
3	Ржаная обдирная мука	0,21	0,088	3,7

Делая вывод из таблицы 1, можем сказать, что количество витаминов В₁, В₂ и РР в составе муки незначительно, поэтому требуется дополнительное обогащение муки витаминами до количества, обеспечивающего полную потребность организма человека.

Введение в тесто подсолнечного масла или ароматизированного подсолнечного масла в количестве 4 % от массы муки способствовало обеспечению теста белками и витаминами А, Д, Е, К. Авторами экспериментально определено продление срока годности хлеба, в тесто которого введено рафинированное подсолнечное масло, по органолептическим и физико-химическим показателям полученный хлеб соответствовал хлебу, приготовленному по действующей рецептуре и потребителям.

Авторами для обогащения витаминами и минеральными веществами в тесто хлеба сорта «Лочира» добавлены пищевые добавки: вареная тыква – 5 %, вареная морковь – 5 %, измельченный анис – 10 %, измельченный чеснок – 10 % от массы муки, которые выращиваются на территории Узбекистана и не требуют импорта продукта, который сказывается на себестоимости продукции, обеспечивают бесперебойную работу производственного цеха. При

добавлении в тесто предлагаемое сырье учтено равномерное распределению по всей массе теста, добавление предлагаемого сырья должно быть нетрудоемким, витамины не должны привести к ухудшению качества готового продукта. Определено, что на сохранность витаминов воздействуют вещества дрожжей, воздействуют также структурные вещества теста и продолжительность термической обработки продукта [2, 4, 7].

При дегустации полученных обогащенных пищевыми добавками хлебов сорта «Лочира» специалистами и населением дана высокая оценка вкусу, запаху, питательности хлебом, в которые добавлены чеснок, морковь и тыква.

Экспериментально изучено развитие микроорганизмов в обогащенных нами пищевыми добавками хлебах сорта «Лочира», в тесто которых добавлены вареная тыква, вареная морковь, измельченный анис, измельченный чеснок, методом увеличения влажности среды хранения до 90–95 %, при хранении в течение 5 суток при температуре 22–25 °С, показатели которых даны в таблице 2.

Таблица 2.

Развитие микроорганизмов в обогащенном хлебе сорта «Лочира», в тесто которого добавлены вареная тыква, вареная морковь, измельченный анис, измельченный чеснок

№	Наименование хлеба	Хранение хлеба, суток	Сведения о развитии микроорганизмов	Количество объема развития микроорганизмов, %
1	Хлеб сорта «Лочира», в тесто которого добавлена вареная тыква	5	Развиты плесневые грибы	100
2	Хлеб сорта «Лочира», в тесто которого добавлена вареная морковь	5	Развиты плесневые грибы	80
3	Хлеб сорта «Лочира», в тесто которого добавлен измельченный анис	5	Развиты плесневые грибы	50
4	Хлеб сорта «Лочира», в тесто которого добавлен измельченный чеснок	5	Развиты плесневые грибы	50
5	Хлеб сорта «Лочира», приготовленный по действующей рецептуре	5	Начало развития плесневых грибов	5

Делая вывод из таблицы 2, можно сказать, что в обогащенных хлебах сорта «Лочира», в тесто которых добавлены вареная тыква, вареная морковь, измельченный анис, измельченный чеснок, выявлено развитие микроорганизмов, обогащение явилось созданием удобной среды для развития микроорганизмов, в хлебе, приготовленном по действующей рецептуре, выявлено начало развития плесневых грибов. Это является минимальным количеством развития микроорганизмов [5]. Также экспериментально

изучено развитие микроорганизмов в обогащенном нами пищевыми добавками хлебе сорта «Лочира», в тесто которого добавлены вареная тыква, вареная морковь, измельченный анис, измельченный чеснок, с добавлением консерванта в количестве 50 г на 100 кг теста, применен также метод увеличения влажности среды хранения до 90–95 %, при хранении в течение 10 суток при температуре 22–25 °С, показатели которых даны в таблице 3.

Таблица 3.

Развитие микроорганизмов в обогащенном хлебе сорта «Лочира», в тесто которого добавлены вареная тыква, вареная морковь, измельченный анис, измельченный чеснок и консервант

№	Наименование хлеба	Хранение хлеба, суток	Сведения о развитии микроорганизмов	Количество объема развития микроорганизмов, %
1	Хлеб сорта «Лочира», в тесто которого добавлены вареная тыква и консервант	10	Развитие плесневых грибов отсутствует	–
2	Хлеб сорта «Лочира», в тесто которого добавлены вареная морковь и консервант	10	Развитие плесневых грибов отсутствует	–
3	Хлеб сорта «Лочира», в тесто которого добавлены измельченный анис и консервант	10	Развитие плесневых грибов отсутствует	–
4	Хлеб сорта «Лочира», в тесто которого добавлены измельченный чеснок и консервант	10	Развитие плесневых грибов отсутствует	–
5	Хлеб сорта «Лочира», приготовленный по действующей рецептуре	10	Выявлено развитие плесневых грибов	50

Делая вывод из таблицы 3, можем сказать, что в обогащенных образцах, в которых добавлен консервант, развитие плесневых грибов отсутствует, в образце, приготовленном без консерванта, развиты плесневые грибы, консервант препятствовал задержке развития плесневых грибов.

Авторами по действующей инструкции определены влажность и пористость хлеба сорта «Лочира», в тесто которого добавлены пищевые добавки: вареная тыква, вареная морковь, измельченный анис, измельченный чеснок и консервант, показатели которых даны в таблице 4 [7].

Таблица 4.

Показатели влажности и пористости хлеба сорта «Лочира», в тесто которого добавлены вареная тыква, вареная морковь, измельченный анис, измельченный чеснок и консервант

№	Наименование образца хлеба сорта «Лочира»	Влажность хлеба, %	Пористость хлеба, %
1	Хлеб сорта «Лочира», приготовленный с добавлением вареной тыквы	14	64
2	Хлеб сорта «Лочира», приготовленный с добавлением вареной моркови	14	64
3	Хлеб сорта «Лочира», приготовленный с добавлением измельченного аниса	16	65
4	Хлеб сорта «Лочира», приготовленный с добавлением измельченного чеснока	16	64
5	Хлеб сорта «Лочира», приготовленный по действующей рецептуре	16	64

Делая вывод из таблицы 4, можем сказать, что влажность и пористость обогащенных образцов хлеба отличаются от нормативных в незначительном количестве. Следует отметить, что для хлеба сорта «Лочира», в тесто которого добавлены пищевые добавки: вареная тыква, вареная морковь, измельченный анис, измельченный чеснок и консервант, – следует до внедрения на практике разработать и утвердить именную технологическую инструкцию и ГОСТ, так как он является новым видом продукции.

Выводы. Работа направлена на решение актуальной проблемы недостатка витаминов и минеральных веществ хлеба сорта «Лочира». Витамины и минеральные вещества, входящие в состав хлеба сорта «Лочира», в тесто которого для обогащения добавлены пищевые добавки: вареная тыква – 5 %, вареная морковь – 5 %, измельченный анис – 10 %, измельченный чеснок – 10 % от массы муки, – способствовали нормализации химического состава данного сорта хлеба, обеспечили усвояемость и биологические процессы. Тыква, морковь, анис,

чеснок выращиваются на территории Узбекистана и не требуют импорта продукта, обеспечат бесперебойную работу производства обогащенного хлеба. Авторами определена сохранность в необогащенном хлебе витаминов А, В₁, В₂, РР, С и D. Изучено развитие микроорганизмов полученных образцов обогащенных пищевыми добавками хлебов сорта «Лочира», в тесто которых добавлены вареная тыква, вареная морковь, измельченный анис, измельченный чеснок без консерванта и с добавлением консерванта, а также определены влажность и пористость образцов хлеба, которые соответствуют нормам. Введение в тесто тыквы и моркови, которые содержат в своем составе бета-каротин, является решением актуальной проблемы, так как обеспечат антиоксидантом. Введение в тесто подсолнечного масла обеспечило тесто белком и витаминами, полученный хлеб сорта «Лочира» по органолептическим и физико-химическим показателям соответствует потребителям.

Список литературы:

1. Ведерникова Е.И. Пути улучшения качества продукции хлебопекарной промышленности. – Киев, 1988. – 40 с.
2. Гришин А.С. Некоторые особенности приготовления пшеничного теста по прогрессивным технологическим схемам. – М., 1995.
3. Егоров Г.А. Технология муки. Технология крупы. – М. : Колос С, 2005. – 296 с.
4. Ершов П.С. Сборник рецептур на хлеб и хлебобулочные изделия. – СПб. : ПРОФИКС, 2008. – 192 с.
5. Казаков Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – СПб. : ГИОРД, 2005.
6. Скурихин И.М, Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания : справочник. – М. : Де Ли принт, 2007. – 276 с.
7. Щербатенко В.В., Гогоберидзе Н.И., Зельман Г.С. Влияние режима выпечки на качество хлеба. – М., 1994. – 36 с.

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ**

№ 5(71)
Май 2020

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 55878 от 07.11.2013

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: mail@7universum.com
www.7universum.com

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3

16+