UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ

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

Выпуск: 1(79)

Январь 2021

Часть 2

Москва
2021

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;
Рублева Людмила Ивановна, 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. – № 1(79). Часть 2. М., Изд. «МЦНО», 2021. – 28 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/nature/archive/category/179>

ISSN : 2311-5459

DOI: 10.32743/UniChem.2021.79.1-2

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 24+28

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание

Органическая химия	4
СИНТЕЗ ЭФИРОВ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ	4
Ёдгоров Чинмурот Гуломович	
Холиков Турсунали Суюнович	
Холёров Шовкат Бакирович	
РЕАКЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ 3-ВИНИЛОКСИМЕТИЛ-ХАМАЗУЛЕНА	8
Солиев Махаммаджон Исматуллаевич	
Абдилалимов Обиджон	
Нурмонов Сувонкул Эрхонович	
АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ РОДА <i>AZOTOBACTER</i> ПО ОТНОШЕНИЮ К ФИТОПАТОГЕННЫМ ГРИБАМ	11
Закирьяева Саидахон Икрамовна	
СИНТЕЗ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГОССИПОЛА С НЕКОТОРЫМИ АМИНАМИ	14
Якубова Назокатхон Халиловна	
Сайдуллаева Хулкар Тўхтамиш кизи	
Зияев Мавлонбек Абдумажитович	
Эсанов Рахмат Султон угли	
Гафуров Махмуджан Бакиевич	
Режепов Куралбай Жадигерович	
Физическая химия	20
ВЛИЯНИЕ СОПОЛИМЕРА ДИМЕТИЛАМИНОЭТИЛМЕТАКРИЛАТА С АКРИЛАМИДОМ НА ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НАТРИЙКАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ	20
Зокирова Нодира Турсуновна	
Хазраткулова Севара Мусиновна	
Химия элементоорганических соединений	24
СИНТЕЗ И КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ АЦИЛИРОВАНИЯ ИЗОПРОПЕНИЛФЕРРОЦЕНА	24
Аскарлов Ибрагим Рахманович	
Киргизов Шахабиддин Мирзарайимович	
Алимбоев Собит Ахматович	
Мамарахмонов Мухаматдин Хомидович	

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

СИНТЕЗ ЭФИРОВ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

Ёдгоров Чинмурот Гуломович

докторант,
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: Chinmurot-chem@mail.ru

Холиков Турсунали Суюнович

д-р хим. наук, доцент,
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: t.Xoliqov@nuu.uz

Холёров Шовкат Бакирович

Ведущий специалист ШГХК,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

SYNTHESIS OF SALICYLIC ACID ETHERS

Chinmurot G' Yodgorov

Base doctoral student,
National University of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Tursunali Xoliqov

Doctor of chemical sciences, dosent,
National University of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Shovkat Kholiyorov

Leading specialist SHGXX,
Uzbekistan, Tashkent

DOI: 10.32743/UniChem.2021.79.1-2.4-7

АННОТАЦИЯ

Реакции этерификации салициловой кислоты алифатическими и ароматическими спиртами проводили в присутствии катализаторов FeCl₃, ZnCl₂, CuCl. В результате реакций были синтезированы сложные эфиры салициловой кислоты с высокими выходами и сравнивались активности катализаторов. Строение полученных эфиров подтверждено методами ИК- и ПМР-спектроскопии, изучены их физические свойства.

ABSTRACT

The esterification reactions of salicylic acid with aliphatic and aromatic alcohols were carried out in the presence of catalysts FeCl₃, ZnCl₂, CuCl. As a result of the reactions, salicylic acid esters were synthesized in high yields and the activities of the catalysts were compared. The structure of the esters obtained was confirmed by IR and PMR spectroscopy, and their physical properties were studied.

Ключевые слова: салициловая кислота, спирты, сложные эфиры, этерификация, катализатор.

Keywords: salicylic acid, alcohols, esters, esterification, catalyst.

Введение

Производные салициловой кислоты, являются важными представителями ароматических карбоновых кислот, сложные эфиры салициловой кислоты,

в течение многих лет использовались при приготовлении кремов для улучшения кожи в парфюмерии в качестве средства от различных заболеваний [1]. Например, метиловый и этиловый эфиры салициловой кислоты широко используются в качестве ненаркотических анальгетиков при приготовлении различных мазей, кремов, фенолового эфира салициловой кислоты (салола) в качестве антисептика при кишечных заболеваниях, при приготовлении лекарственных покрытий [2]. Эфиры салициловой кислоты встречаются в природе в составе различных растений. Эфиры салициловой кислоты в небольших количествах содержатся в иланг-иланге, кассии, американском пеннироме, анисе. Но извлечение их из природных источников в нужном количестве - трудоемко и дорого. По последним данным, производные салициловой кислоты также можно рассматривать как биорегуляторы, т.е. эти соединения синтезируются организмом и выполняют защитную функцию. Растущий спрос на такие соединения требует изучения новых методов синтеза различных производных салициловой кислоты, а также их усовершенствования. В литературе есть сведения, посвященные экстракции некоторых сложных эфиров салициловой кислоты, таких как метиловый, этиловый, бутиловый, бензиловый [3]. В них, в основном, эфиры салициловой кислоты получают реакцией этерификации соответствующим или переэтерификацией метилового эфира спиртом в присутствии

сильных протонных кислот [4]. Однако эти источники не предоставляют подробной информации о реакции салицилата натрия с алкилгалогенидами или реакциях этерификации салициловой кислоты в различных условиях. Данных исследованиях изучались реакции натриевой соли салициловой кислоты с соответствующими алкилгалогенидами в присутствии апротонных растворителей, а также реакции этерификации салициловой кислоты с соответствующими спиртами в присутствии кислоты Льюиса в качестве катализатора.

На кафедре органической химии Национального университета Узбекистана разработано несколько методов получения эфиров бензойной кислоты. В них бензиловый эфир бензойной кислоты получали реакцией бензоата натрия с бензилхлоридом в присутствии различных растворителей или переэтерификацией метиловых и этиловых эфиров бензойной кислоты в присутствии $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ [5].

Результаты и обсуждение

Для синтеза бутиловых, изопентиловых, пентиловых, гексиловых, гептиловых и бензиловых эфиров салициловой кислоты по реакции этерификации мы изучили влияние катализаторов FeCl_3 , ZnCl_2 , CuCl на реакцию этерификации соответствующих спиртов салициловой кислотой.

Общую схему уравнения реакции можно описать следующим образом.

На основании экспериментов было изучено влияние времени на выход продукта при использовании салициловой кислоты: спирта: катализатор в соотношении 1: 2: 10^{-4} моль в течение 1-7 часов.

Наиболее высокие выходы достигнуты при проведении реакции в течение 6 часов. Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица 1.

Результаты реакции салициловой кислоты спиртами в присутствии различных катализаторов

Продукты реакции	Выходы продукты (%) и катализаторы		
	FeCl_3	ZnCl_2	CuCl
Бутилсалицилат	84	68	53
Изопентилсалицилат	83	67	53
Пентилсалицилат	80	66	51
Гексилсалицилат	79	64	50
Гептилсалицилат	78	62	48
Бензилсалицилат	85	67	53

Известно, что сильные протонные кислоты с высокой активностью используются в качестве катализаторов для ускорения реакций этерификации. Однако они также имеют определенные недостатки, тем более что активность этих катализаторов высокая, их селективность низкая, что также приводит к течению многих дополнительных реакций.

Известно, что FeCl_3 , ZnCl_2 , CuCl являются кислотами Льюиса, которые легко координируются с атомом кислорода в молекуле салициловой кислоты, что приводит к легкой атаке спирта на карбонильный углерод в результате дефицита электронов у углерода карбоксильных групп. Исходя из изложенных выше соображений, мы схематично описали механизм реакции следующим образом.

Материалы и методы

В круглодонную колбу объемом 100 мл добавляют исходные реагенты и катализатор в соотношении 1: 2: 10-4 моль, т.е. 6,9 г (0,05 моль) салициловой кислоты, 7,4 г (13 мл 0,1 моль) н-бутилового спирта. 8,125 · 10-4 г (5 · 10-6 моль) FeCl_3 и 20 мл сухого бензола добавляли в качестве катализаторов. В колбу установлен водосборник Дина-Старка и к нему подсоединен обратный теплоноситель, чтобы вода, выделяющаяся в результате реакции, не вызвала побочную реакцию и не снижала активность катализатора. Высокий выход был получен, когда реакцию проводили при температуре кипения реакционной смеси в течение 6 часов. После охлаждения реакционной смеси ее сначала промывали водой для удаления избытка спирта и растворителя. Отделенную маслянистую часть отделяли, и смесь очищали, разбивая ее на части с помощью вакуумного насоса, чтобы полностью отделить эфир. Полученный эфир исследовали с помощью тонкослойной хроматографии и определяли значения R_f . Синтез сложных эфиров изопентилсалицилата, пентилсалицилата, гексилсалицилата, гептилсалицилата и бензилсалицилата осуществлялся тем же способом.

Экспериментальная часть. В результате анализа ИК-спектра полученных соединений наблюдались следующие сигналы:

Широкая и интенсивная линия поглощения в областях 3189 см-1, 3192 см-1, 3185 см-1 в спектрах

молекулы эфира является результатом валентных колебаний, принадлежащих этой OH-группе. В областях поглощения 3064 см-1, 3030 см-1 можно увидеть линии поглощения низкой интенсивности, принадлежащие связям C-H в ароматическом кольце вещества. В области поглощения 2952 см-1 можно увидеть асимметричные валентные колебания, принадлежащие группе $-\text{CH}_3$, а в области поглощения 2840 см-1 можно увидеть симметричные валентные колебания, принадлежащие группе $-\text{CH}_2$.

В области поглощения 1672 см-1 могут наблюдаться интенсивные валентные колебания, принадлежащие группе C=O , а в областях поглощения, таких как 1613, 1586, 1485, 1384 см-1, кольцевые колебания, принадлежащие ароматическому кольцу средней интенсивности. В области 1031-1088 см-1 наблюдались симметричные валентные колебания, принадлежащие связям $-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2$, $(\text{C}-\text{O}-\text{C})$. В ИК-спектре молекулы бензилсалицилата мы видим, что пик широкой интенсивности, образованный в результате валентных колебаний, принадлежащих OH-группе, в области поглощения 3185 см-1, сохраняется. В отличие от других молекул эфира, этот пик смещен меньше, чем линия поглощения в исходном продукте, что можно объяснить уменьшением ширины и интенсивности из-за того, что радикал $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$ занимает более широкое пространство, чем радикал C_4H_9 . Кроме того, симметричные валентные

колебания, принадлежащие группе Ar-CH_2 - в области 2962 см^{-1} , увеличивают интенсивность линий поглощения, принадлежащих ароматическому кольцу, в областях 1614, 1586, 1486 см^{-1} . Также наблюдается увеличение интенсивности валентных колебаний, относящихся к ароматическому кольцу в областях 701,757 см^{-1} . Это означает, что доля ароматического кольца в составе второго продукта увеличилась.

При анализе спектров ЯМР ^1H полученных продуктов наблюдались следующие характерные резонансные частоты: 4,20-4,30 м.е. в сложных эфирах салициловой кислоты, содержащих алифатические радикалы. триплетный сигнал, 5,26 м.е. синглетный

сигнал $-\text{OCH}_2$ группа, 5,35 м.е. расширенный синглетный сигнал для группы OH , 7,88 м.е. сигнал квартета к 6-му водороду бензольного кольца, 7,49-7,41 м.е. мультиплетный сигнал применяется к 4,5-водороду 1,2-дизамещенного бензольного кольца, 6,88 м.е. мультиплетный сигнал принадлежит 3-му водороду 1,2-дизамещенного бензольного кольца.

Вывод

Из новых катализаторов, используемых в реакциях этерификации салициловой кислоты, видно, что эффективность FeCl_3 высока. Эксперименты показали, что с помощью предложенных методов можно синтезировать эфиры салициловой кислоты с лекарственным препаратом.

Список литературы:

1. G. Almeida SA, A.C. de Meneses, P. H. Hermes de Araújo, D. de Oliveira. A review on enzymatic synthesis of aromatic esters used as flavor ingredients for food, cosmetics and pharmaceuticals industries. <http://www.journals.elsevier.com/trends-in-food-science-and-technology>, 69/ 2017. 95-105 p.
2. Патент.РФ 2125981. Ортозамещенные бензойной кислоты, способ их получения, способ получения фармацевтической композиции, фармацевтическая композиция.// Рольф Г. и др 1999 г.
3. Ёдгоров Ч.Ғ, Холиқов Т.С., Тожимухамедов Х.С., Абдшукуров А.К., Самаров З.У., Сапаров А.А. Салицил кислотасининг н-бутил ва бензил спиртлари билан $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ иштирокидаги этерификацияси. Алишер Навоий номидаги Самарқанд Давлат Университети, Илмий Ахборотнома 1-сон, 2016й. 122-125 бетлар.
4. Фоменко Валентина Николаевна; Ланге Самоил Абрамович.// Катализатор этери- и перэтерификации и способ его получения.// Пат. РФ. №. 2099138 1997.
5. Пат. Узбекистан. IAP 02923. Способ получения бензилбензоата. / Таджимухамедов Х.С., Ахмедов Х.С., Холиков Т.С., Ражабова Х.А.// Uz Бюлл № 6, 2005.

РЕАКЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ 3-ВИНИЛОКСИМЕТИЛ-ХАМАЗУЛЕНА**Солиев Махаммаджон Исматуллаевич**

докторант Национального университета Узбекистана

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: muhammadbey@mail.ru**Абдилалимов Обиджон**

канд. хим. наук, доцент

Наманганского инженерно-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Наманган

Нурмонов Сувонкул Эрхонович

д-р тех. наук, профессор

Национального университета Узбекистана,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: nurmonov_se@mail.ru**REACTION OF PREPARATION OF 3-VINYLOXYMETHYL-CHAMAZULEN****Mahammadzhon Soliev**

doctoral student of the National University of Uzbekistan

Uzbekistan, Tashkent

Obidzhon Abdilalimov

Candidate of Science, Associate Professor

of the Namangan Engineering and Technological Institute,

Uzbekistan, Namangan city

Suvonkul Nurmonov

Doctor of Science, Professor

of the National University of Uzbekistan

Uzbekistan, Tashkent

DOI: 10.32743/UniChem.2021.79.1-2.8-10

АННОТАЦИЯ

В статье обсуждается механизм реакции винилирования 3-гидроксиметил-хамазулена с ацетиленом в супер-основной среде. Основные результаты получены на основе квантово-химических расчетов и согласуются с экспериментальными результатами. Квантово-химические расчеты молекулы выполнены в программном пакете HyperChem 8 на базисе MM+.

ABSTRACT

This article describes the mechanism of the vinylation reaction of 3-hydroxymethyl-chamazulene with acetylene in a super basic medium. The main results are obtained on the basis of quantum chemical calculations and are consistent with experimental results. Quantum-chemical calculations of the molecule were performed in the HyperChem 8 software package on the MM + basis.

Ключевые слова: ацетилен, 3-гидроксиметил-хамазулен, супер-основная среда, винилирование, квантовая химия.

Keywords: acetylene, 3-hydroxymethyl-chamazulene, super-basic medium, vinylation, quantum chemistry.

Введение. В то время, когда использование синтетических лекарств в медицине расширяется, перед исследователями стоит ряд чрезвычайно важных задач: обеспеченность сырьем, из которого получается продукт, низкая стадия процессов

синтеза и, самое главное, - продукт должен быть безвредным для человека и среды его обитания. Перспективным способом использования безопасных физиологически активных веществ экологически безопасным способом является

отделение их от природного сырья и синтез аналогов и производных природных соединений. Царство растений – неиссякаемый источник высокоэффективных биологически активных веществ и превосходное сырье для фармацевтической промышленности. Недавние исследования показывают, что использование природных терпеноидов в этой области увеличивается. Многие исследователи признали, что терпеноиды, особенно хамазулен, обладают многогранной биологической активностью. В частности, были изучены сильная противовоспалительная активность веществ с углеродным скелетом, подобным хамазулену [14], ранозаживляющие свойства ациламино- и сульфонатных производных гвайазулена [5].

На основании изложенных выше соображений можно сделать вывод, что химическая модификация хамазулена и его производных необходима для получения новых потенциально биологически активных веществ [8, 9].

Следует отметить, что исследования соединений хамазулена были сосредоточены, в основном, на синтезе его сульфидных производных [10], но синтез его сложных виниловых эфиров не проводился.

В ходе этого исследования мы провели реакцию винилирования 3-гидроксиметилхамазулена на основе ацетиленов [1, 11].

В качестве исходных материалов в данной работе используются следующие соединения, растворители и катализаторы, относящиеся к классу «химически чистые»: 3-гидроксиметил-хамазулен, диметилсульфоксид (ДМСО), диэтиловый эфир,

гидроксид калия. Также использовался пиролизный ацетилен производства ОАО «Навоизот».

Методика исследования. В реакции винилирования использовался «Реактор РЦГ» с высоким давлением и полуавтоматическим контролем температуры. Первоначально реакционную смесь готовили в плоскодонной колбе объема 500 мл. Для этого в колбу наливали 250 мл диметилсульфоксида, добавляли 100 г 3-гидроксиметил-хамазулена и проводили растворение. Затем к раствору добавляют КОН в количестве 10% от молярной массы 3-гидроксиметил-хамазулена.

Приготовленную реакционную смесь вносили в реактор, герметично закрывали и температуру постепенно повышали с 25 до 60 °С. Когда температура достигала 60 °С, ацетилен вводили в реактор из баллона под давлением 4 атм. Подача ацетилена продолжалась до тех пор, пока манометр реактора достигнет давления 4 атм. Процесс проводили в течение 3-4 часов, пока давление в реакторе упадет и останется неизменным.

Затем процесс останавливали, реактор охлаждали и получали реакционную смесь. К реакционной смеси добавляли 1% раствор хлорида аммония и дважды экстрагировали диэтиловым эфиром. Растворитель перегоняли из экстракта, а остаточный продукт отделяли при соответствующей температуре. Фракцию винилового эфира разделяли при $T_{кип} = 104-110$ °С.

Результаты исследования. Образование винилового эфира 3-гидрокси-метил-хамазулена происходит по следующей реакции [3]:

Схема 1.

Теоретически реакция нуклеофильного присоединения ацетиленов с 3-гидроксиметил-хамазуленом

может быть обоснована распределением заряда в этой молекуле (рис.1):

Рисунок 1. Распределение заряда в молекуле 3-гидроксиметил-хамазулена, эВ

Из рисунка 1 видно, что наибольший отрицательный заряд находится на атоме кислорода ($-0,312$ эВ) в гидроксильной группе молекулы. На начальной стадии химической реакции эта гидроксильная группа координируется с ионом калия в среде с образованием комплекса. Поскольку в качестве растворителя, образующего реакционную среду, используется диметилсульфоксид в качестве полярного растворителя, он вместе со щелочью калия в несколько раз увеличивает основность среды, увеличивая полярность ацетилена и нуклеофильность кислорода в субстрате [6, 7, 12, 13]. Это приводит к нуклеофильному присоединению ацетилена с 3-гидроксиметил-хамазуленом, что приводит к образованию эфира 3-винилокси-хамазулена.

3-винилокси-хамазулен. Выход: 62%. $T_{\text{пл.}} = 61-63$ °C. ИК-спектр, см^{-1} : 1644 ($-\text{CH}=\text{CH}_2$), 1261 ($\text{C}-\text{O}-\text{C}$).

^1H -ЯМР (400 МГц, CD_3OD , δ , м.д.): 4.15 d.d ($1\text{H}, =\text{CH}_{\text{cis}}$), 4.03 d.d ($1\text{H}, =\text{CH}_{\text{trans}}$), 6.45 d.d ($1\text{H}, =\text{CHO}$). ^{13}C -ЯМР: (400 МГц, CD_3OD , δ , м.д.): 152.4 ($\text{OCH}=\text{}$); 87.1 ($\text{CH}=\text{}$); 124.5, 138.5, 141.4, 133.4, 145.6, 133.9, 126.5, 129.8 (azulen); 64.5, 28.0 ($-\text{CH}_2-$); 10.3, 12.7, 25.9 ($-\text{CH}_3$).

Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

Осуществлен синтез винилового эфира 3-гидроксиметил-хамазулена на основе ацетилена. Обнаружено нуклеофильное присоединение 3-гидрокси-метил-хамазулена с гидроксильной группой в среде на основе ацетилена. Строение синтезированного эфира 3-винилокси-хамазулена подтверждено результатами ИК, ^1H -ЯМР и ^{13}C -ЯМР спектроскопии.

Список литературы:

1. Parmanov A.B., Nurmonov S.E., Abdugafurov I.A., Ziyadullaev O.E., Mirkhamitova D.X. Synthesis of vinyl ester of lactic acid // Евразийский союз ученых. Россия. -2019. - № 7 (64). - P. 51-56.
2. Tomasi J. Quantum Mechanical Continuum Solvation Models. // Chem. Rev. – 2005. – V. 105, No. 8.– P. 2999–3094.
3. Trofimov B.A., Schmidt E.Yu., Skital'tseva E.V., et al. Base-Catalyzed Vinylation of Tertiary Propargylic Alcohols with Acetylene: a First Examples // Mendeleev Commun. – 2012. – V. 22, No. 2. – P. 62–63.
4. Vreven T. et al. Geometry optimization with QM/MM, ONIOM and other combined methods. I. Microiterations and constraints. // J. Comput. Chem.– 2003.– V. 24, No. 6.– P. 760–769.
5. Yanagisawa T., Wakabayashi S., Tomiyama T., Yasunami M., Takase K. Synthesis and Antiulcer Activities of Sodium Azulene Sulfonates //Chem.Pharm.Bull. -1988. -Vol. 36. -N 6. -P. 641-647.
6. Витковская Н.М., Ларионова Е.Ю., Скитневская А.Д. и др. Квантово-химическая модель реакции нуклеофильного присоединения метанола и метантиола к ацетилену в суперосновной системе $\text{KOH}-\text{DMSO}$ // Изв. АН. Сер. Хим. - 2013, № 1. – С. 27–34.
7. Витковская Н.М., Кобычев В.Б., Ларионова Е.Ю. и др. Теоретическая оценка некоторых взаимодействий в системе ацетилен–гидроксид щелочного металла–ДМСО// Журн. струк. хим.– 2009.– Т.50, №1.– С.24–32.
8. Коновалов Д.А. Природные азулены // Раст. Ресурсы. - 1995. - Т. 31. - Вып. 1. - С. 101-132.
9. Коновалов Д.А., Коновалова О.А., Челомбитко В.А. Биологически активные вещества *Achillea millefolium* L.s.l. //Раст, ресурсы. - 1990. - Т. 26. Вып. 4.- С.598-607.
10. Палей Р.В., Племенков В.В., Лодочникова О.А., Катаева О.Н., Литвинов И.А. Синтез сульфидов азуленового ряда реакциями хамазулена с сульфенилхлоридами.//ЖОрХ. - 2000. - Т.36. - Вып.12. - С.1772-1775.
11. Солиев М.И., Охундаев А.К. Теоретическое расчёты электронных строения молекулы ментола и тимолола // Журнал «Вопросы науки и образование». №8 (20), 2018 год. Россия. Код доступа: <https://scientificpublication.ru>.
12. Трофимов Б.А. От химии ацетилена – к химии пиррола. //Химия в интересах устойчивого развития. – 2008. – № 16. – С. 105–118.
13. Чуев Г.Н. Молекулярные модели сольватации в полярных жидкостях. // Успехи химии. – 2003. – Т. 72, № 9. – С. 827–851.
14. Яцок В.Я. Фармакогностическое исследование растений родов горицвет и тысячелистник - как источников биологически активных веществ //Автореф... дисс. докт. фарм. наук.- М.: 1996. – 39 с.

АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ РОДА *AZOTOBACTER* ПО ОТНОШЕНИЮ К ФИТОПАТОГЕННЫМ ГРИБАМ

Закирьяева Саидахон Икрамовна

PhD, ст. науч. сотр., Институт микробиологии,
Академия Наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: szakiryaeva@mail.ru

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF THE GENUS *AZOTOBACTER* AGAINST PHYTOPATHOGENIC FUNGI

Saidakhon Zakiryaeva

PhD of Biological Sciences, senior researcher, Institute of Microbiology,
Academy of Sciences of Republic of the Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Из сероземной почвы выделены эффективные штаммы *Azotobacter chlorococcum* S1 и *A. vinelandii* S2, которые проявляют высокую антифунгальную активность по отношению к фитопатогенным грибам томата. Выявлено, что штамм *A. chlorococcum* S1 проявлял самую высокую антифунгальную активность к *Cladosporium herbarum* Link. 56, а штамм *A. vinelandii* S2 проявлял самую высокую антифунгальную активность к *Fusarium solani* 422 и зоны угнетения составлял 100%.

ABSTRACT

Effective strains of *Azotobacter chlorococcum* S1 and *A. vinelandii* S2, which exhibit high antifungal activity against phytopathogenic fungi of tomato, were isolated from sierozem soil. It was found that the strain *A. chlorococcum* S1 showed the highest antifungal activity to *Cladosporium herbarum* Link. 56, and strain *A. vinelandii* S2 showed the highest antifungal activity against *Fusarium solani* 422 and the inhibition zone was 100%.

Ключевые слова: биологические препараты, сероземная почва, азотфиксирующие бактерии, фитопатогенные грибы, антифунгальная активность, штамм.

Keywords: biological preparations, sierozem soil, nitrogen-fixing bacteria, phytopathogenic fungi, antifungal activity, strain.

Введение. Значительные потери урожая вызывают различные болезни. Среди них очень вредоносны бактериозы, а также фузариозы, которые приводят к угнетению роста растений, быстрому отмиранию пораженных тканей или полной гибели всего растения, прямым потерям урожая, ухудшению товарности продукции и снижению сроков ее хранения [1]. Поэтому, проблема защиты растений от бактериальных и грибных заболеваний сегодня является актуальной. Разрешить ее возможно путем поиска высокоактивных штаммов с широким спектром антагонистического действия к фитопатогенным бактериям, грибам и внедрение их в производство [2].

Биологический метод защиты растений от патогенных микроорганизмов основан на использовании микроорганизмов-антагонистов. В настоящее время описан ряд микроорганизмов, оказывающих антагонистическое действие на фитопатогенные грибы.

Известно, что основными возбудителями культурных растений являются фитопатогенные грибы, уничтожающие от 10 до 30% потенциального урожая. Фитопатогенные грибы - возбудители инфекционных болезней растений, которые могут нанести

огромный ущерб урожаю экономически важных сельскохозяйственных культур. Кроме того, заражая культурные растения, грибы заражают их продуктами жизнедеятельности - микотоксинами, что ухудшает потребительские качества пищевого сельскохозяйственного сырья, что снижает его биологическую ценность и безопасность [3, 4].

Развитие биотехнологических методов защиты сельскохозяйственных растений от болезней связано с разработкой новых биопрепаратов, которые не только функционально эффективны, но и экологически безопасны как для человека, так и для микробиоты почвы. Известно, что некоторые представители бактерий рода *Azotobacter* действуют как антагонисты широкого спектра фитопатогенных грибов, вызывающих болезни зерновых и овощей. В этой связи разработка и внедрение в сельскохозяйственную практику биопрепаратов и биологических удобрений на основе бактерий рода *Azotobacter* приобретает особое значение. Биологические препараты на основе азотобактеров позволяют значительно снизить расход азотных удобрений.

В связи с выше изложенными, **целью** исследований являлось поиск высокоактивных штаммов рода *Azotobacter* с широким спектром антагонистического действия к возбудителям грибных болезней сельскохозяйственных растений.

Методика исследований. Объектами исследований являлись фитопатогенные грибы томата - *Cladosporium herbarum* Link. 56, *Fusarium solani* 422 и *F. oxysporium* 460, штаммы рода *Azotobacter*.

В лаборатории почвенной микробиологии и биотехнологии Института микробиологии АНРУЗ, из сероземной почвы выделены эффективные штаммы рода *Azotobacter* (*A. chlorococcum* S1 и *A. vinelandii* S2), которые проявляют антагонистическое действие к широкому спектру фитопатогенных грибов.

Морфологию штаммов азотфиксирующих бактерий определяли после 2-3 суток роста при 28°C на среде Эшби. Установлено, что выделенные штаммы оказались мезофильными: росли при температуре 20-30°C. Плотность клеток штаммов азотфиксирующих бактерий достигает максимального уровня ($2,0 \times 10^7$ КОЕ/мл) после 5 дней инкубации. Штаммов *A. chlorococcum* S1 и *A. Vinelandii* S2 культивировали глубинным методом на качалке при 220 об/мин при температуре 28-30°C в течение 7 суток на среде Эшби.

Антифунгальную активность штаммов *A. chlorococcum* S1 и *A. vinelandii* S2 проверяли методом лунок [5]. Результаты оценивали после 3 суток инкубации при 29-30 °C по диаметру зоны задержки роста тест-культур фитопатогенов на среде Чапека. Для определения способности выделенных штаммов образовывать антибиотические вещества, подавляющие рост фитопатогенных грибов *Cl. herbarum* Link. 56, *F. solani* 422 и *F. oxysporium* 460,

был использован метод «колодцев», который основан на диффузии в агар антибиотических веществ, накапливаемых микроорганизмами в жидкой питательной среде. Для этого культуральную жидкость закапывали в колодцы, сделанные в агаре. Из колодцев, содержащиеся в культуральной жидкости антибиотические вещества диффундируют в толщу агара, который предварительно засеивали тест-культурой, в результате чего вокруг них образовывались зоны отсутствия роста.

Результаты и обсуждения исследований.

Нами изучена антифунгальная активность выделенных штаммов *A. chlorococcum* S1 и *A. Vinelandii* S2 по отношению к фитопатогенным грибам томата, *Cl. herbarum* Link. 56, *F. solani* 422 и *F. oxysporium* 460. В результате исследований по поиску высокоактивных штаммов к возбудителям грибных болезней установлено, что штамм *A. chlorococcum* S1 проявлял высокую антифунгальную активность к *Cl. herbarum* Link. 56 и зона подавления роста составлял 100%. Выявлено, что штамм *A. chlorococcum* S1 так же проявлял антифунгальную активность по отношению к фитопатогенным грибам *F. solani* 422 и *F. oxysporium* 460 и d зона подавления роста составила 70-50 мм.

Штамм *A. vinelandii* S2 проявлял высокую антифунгальную активность к *F. solani* 422 и d зона подавления роста составлял 100%. Невысокую антифунгальную активность отмечено при исследовании штамма *A. vinelandii* S2 по отношению к *Cl. herbarum* Link. 56 и d зоны угнетения составлял 80%. В то же время по отношению к *F. oxysporium* 460 штамм *A. vinelandii* S2 проявил незначительное антагонистическое действие и зона отсутствия роста штамма-фитопатогена составила 5 мм (рис. 1-2.).

Рисунок 1. Ингибирование роста фитопатогенных грибов: *Cl. herbarum* Link. 56, *F. solani* 422 и *F. oxysporium* 460 штаммами *chlorococcum* S1 и *A. vinelandii* S2

Выводы. Таким образом, из сероземной почвы выделены эффективные штаммы *A. chlorococcum* S1 и *A. vinelandii* S2, которые проявляют высокую антифунгальную активность по отношению к фитопатогенным грибам *Cl. herbarum* Link. 56 и *F. solani*

422 (80-100%). Полученные данные представляют практический интерес для разработки на основе эффективных штаммов *A. chlorococcum* S1 и *A. vinelandii* S2 биологических препаратов для защиты растений.

Рисунок 2. Антифунгальная активность штаммов *A. chlorococcum* S1 и *A. vinelandii* S2 по отношению к фитопатогенным грибам *F. oxysporium* 460, *F. solani* 422 и *Cl. herbarum* Link. 56

Список литературы:

1. Захаренко В.А., Захаренко А.В. Экономический аспект применения пестицидов в современном земледелии России // Рос. Хим. Журн., - 2005. Т. 49. - С. 55–63.
2. Moshafi M, Forootanfar H, Ameri A, Shakibaie M, Dehghan-Noudeh G, Razavi M. Antimicrobial activity of *Bacillus* sp. strain FAS1 isolated from soil // Pak. J. Pharm. Sci., - 2011. V. 24. - P. 269–275.
3. Pérez-García A., Romero D., Zeriuoh H., Vicente A de Biological control of phytopathogenic fungi by aerobic endospore-formers // Endospore-forming soil bacteria // Soil Biology. - 2011. V. 27. - P. 157–180.
4. Агаева М.А. Патогенная микобиота субтропических растений Ленкорань–Астаринской зоны Азербайджана // International Scientific Journal. - 2016. № 8. - С. 8-10.
5. Сеги Й. Методы почвенной микробиологии. М. Колос, 1983. - 296 с.

СИНТЕЗ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ГОССИПОЛА С НЕКОТОРЫМИ АМИНАМИ**Якубова Назокатхон Халиловна**

мл. науч. сотр. лаборатории низкомолекулярных биологически активных соединений,
Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: nozi_1705@mail.ru

Сайдуллаева Хулкар Тўхтамиш кизи

мл. науч. сотр. лаборатории низкомолекулярных биологически активных соединений,
Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Зияев Мавлонбек Абдумажитович

мл. науч. сотр. лаборатории физико-химических методов исследования,
Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Эсанов Рахмат Султон угли

базовый докторант (PhD) лаборатории низкомолекулярных биологически активных соединений,
Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Гафуров Махмуджан Бакиевич

д-р хим. наук, вед. науч. сотр. лаборатории низкомолекулярных биологически активных соединений,
Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Режепов Куралбай Жадигерович

канд. хим. наук, ст. науч. сотр. лаборатории низкомолекулярных биологически активных соединений, Институт биоорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

SYNTHESIS OF NEW GOSSIPOL DERIVATIVES WITH SOME AMINES**Nazokatkhon Yakubova**

Young scientific Laboratory of low molecular weight biologically active compounds,
Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Khulkar Saydullaeva

Young scientific Laboratory of low molecular weight biologically active compounds,
Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Mavlonbek Ziyayev

Young scientific Laboratory of low molecular weight biologically active compounds,
Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Rakhmat Esanov

Basic doctoral student (PhD), Laboratory of low molecular biologically active compounds,
Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Mahmudjon Gafurov

*Doct. Chem. Sciences, Leading Researcher.
 Laboratory of low molecular weight biologically active compounds,
 Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
 Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Kuralbay Rezhepov

*Cand. Chem. Sciences, Senior Researcher.
 Laboratories of low molecular weight biologically active compounds,
 Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
 Republic of Uzbekistan. Tashkent*

DOI: 10.32743/UniChem.2021.79.1-2.14-19**АННОТАЦИЯ**

В статье приводятся данные о синтезе новых производных госсипола, которые ранее не описаны и не представлены в литературе. Впервые синтезировано 6 новых диазоиминопроизводных госсипола с некоторыми аминами. Структура синтезированных соединений была изучена методами УФ- и ИК-спектроскопии.

ABSTRACT

The article provides data on the synthesis of new derivatives of gossypol, which have not been previously described or presented in the literature. For the first time, 6 new diazoimino derivatives of gossypol were synthesized with some amines. The structure of the synthesized compounds was studied by UV and IR spectroscopy.

Ключевые слова: госсипол, диазоиминопроизводное, валентные колебания, C-4 атом углерода, синтез, деформационные колебания.

Keywords: gossypol, diazoimino derivatives, valence vibrations, C-4 carbon atom, synthesis, bending vibrations.

Введение

Из литературных данных известны многие лекарственные средства, полученные из растительного сырья. Особенно интересны в этом плане вещества полифенольной природы в силу их своеобразия и широты спектра физиологического действия наряду с малой токсичностью.

Одним из таких природных полифенолов является госсипол [2,2'-ди-(1,6,7-тригидрокси-3-метил-5-изопропил-8-нафталальдегид)] - специфический пигмент растений семейства *Мальвовых*, в том числе и хлопчатника.

Уникальность молекулы госсипола определяется его структурой и, в первую очередь, набором и специфическим расположением протонодонорных и протоноакцепторных заместителей, делающих возможными прототропные переходы и, в силу этого, наличие его разных таутомерных форм [1]. Полифункциональность молекулы госсипола предоставляет возможность для её химической модификации как по C-4 атому углерода, так и по альдегидным группам [2-10].

С целью определения факторов, определяющих биологическую активность, а также для целенаправленного синтеза производных госсипола, необходимо было провести сравнительный анализ влияния

всех функциональных групп новых производных госсипола на их свойства.

До настоящего времени путем химической модификации госсипола были получены целый ряд лекарственных соединений [2, 4]. Однако все описываемые соединения были получены путем модификации обеих альдегидных групп госсипола. Цель настоящей работы был синтез новых диазоиминопроизводных госсипола на основе его азопроизводного с сульфадимезином [19], а также изучение их свойств и особенностей строения. Учитывая специфичность и структурные свойства производных госсипола, можно ожидать появления ряда новых биологических активностей.

Госсипол - исходное соединение для синтеза диазоиминопроизводных был получен по известной методике с высокой чистотой (ВЭЖХ-98%). Синтез азопроизводного госсипола с сульфадимезином (А) осуществляли по [19].

Методы и материалы

ИК-спектры синтезированных соединений снимали в диапазоне частот колебаний $400-4000\text{ см}^{-1}$ на спектрометре «IRTracer-100, Фурье» (Shimadzu Corp., Япония). Измерение УФ-спектров поглощения проводили на спектрофотометре Shimadzu 1280 (Япония). Температуру плавления определяли на приборе ПТП ТУ 25-11-1144. ВЭЖХ анализ проводили на приборе Agilent Technologies 1200 (США). Условия хроматографического анализа: колонка - Poroshell 120 EC-C18, $2.7\text{ }\mu\text{m}$, $3.0 \times 100\text{ мм}$: детектор - диод матричный детектор: элюент - ацетонитрил: 0.5% уксусная кислота (75:25, изократический метод), скорость потока - 0.75 мл/мин, детекция - 366 нм, вводимый объем - 15 мкл, температура термостата - 25°C , время анализа 15 мин.

Синтез промежуточного азопроизводного госсипола с сульфадимезином (соединение А) [19]

Диазотирование сульфадимезина. К охлажденному до -2°C раствору 0.556 г (2 ммоль) сульфадимезина в 5 мл воды и 1.2 мл конц. соляной кислоты добавляли раствор 3.5 г (0.05 М) нитрита натрия в 8.6 мл воды (30 % раствора). Реакция среды при диазотировании не должна оставаться кислой (по конго). По окончании реакции содержимое перемешивали ещё 15 минут и осторожно нейтрализовали ацетатом натрия (реакция на конго).

Азосочетание. Раствор диазониевой соли, полученной при диазотировании сульфадимезина, быстро по каплям, при перемешивании и охлаждении реакционной смеси до -2°C добавляли к спиртовому раствору 0.52 г (1 ммоль) госсипола. Окончание реакции контролировали с помощью спиртового раствора β -нафтола. Выпавший осадок

отфильтровывали, промывали гексаном и сушили под вакуумом при $60-65^\circ\text{C}$. Выход 0.85 г (78.7%). Получено вещество-порошок темно-коричневого цвета. Т.пл. $217 \pm 1^\circ\text{C}$. УФ-спектр (ацетон) нм, λ_{max} (lg ϵ), 485 (4.54). [19] (Из литературных данных: Т.пл. $216 \pm 1^\circ\text{C}$).

Общая методика синтеза новых диазоиминопроизводных госсипола с некоторыми аминами

1.097 г (1 ммоль) 25 мл этанолном раствору ди- {сульфадимезин}-4'-азо-[2'8'-формил-1,6,7-тригидрокси-3-метил-5-изопропил]-нафталина (А) добавляли раствор, полученный при нагревании 0.168 (2 ммоль) 4-амино-1,2,4-триазол 25 мл в этаноле, цвет реакционной массы изменился с светло коричневого до темно-коричневого. Нагревание продолжали 20-25 минут. Реакционную массу охлаждали льдом. После охлаждения раствора (через 15-20 мин.) начал выпадать осадок темно-коричневого цвета. Выпавший осадок от фильтровывали, промывали гексаном, сушили. Выход 0.56 г (44.3%). Получено вещество-порошок темно-коричневого цвета. Т.пл. $291 \pm 1^\circ\text{C}$. УФ-спектр (ацетон:вода 3:1) нм, λ_{max} (lg ϵ), 392.8 (4.39), 364.2 (4.34).

Аналогично были синтезированы азопроизводные ди- {сульфадимезин}-4'-азо-[2'8'-формил-1,6,7-тригидрокси-3-метил-5-изопропил]- нафталина (А) с о-аминофенолом, 2-аминотиазолом, *n*-аминобензойной кислотой, 4-аминоантипирином и *n*-аминодифенилом.

Результаты и их обсуждение

Синтезированы новые диазоиминопроизводные госсипола с различными аминами. Определены некоторые физико-химические параметры синтезированных веществ и проанализированы их предполагаемые структуры на основе методов оптической спектроскопии (УФ-, ИК).

На следующем рисунке приведены схемы синтеза новых диазоиминопроизводных госсипола:

**Общая схема синтеза диазоинопроизводных
госсиопола**

 Физико-химические и спектральные параметры
 синтезированных соединений приведены в таблице 1.
Таблица 1.
Физико-химические и спектральные (УФ-, ИК-) параметры диазоинопроизводных госсиопола

№	R	Т.пл., °С	Выход, %	УФ-спектр, нм, $\lambda_{\max}$ (lg ϵ), ацетон:вода (3:1)	Основные частоты колебаний в ИК-спектре, см ⁻¹
1	I	290 ±1	44.0	443 (5.01) 393 (4.39)	$\nu(\text{OH})=3641, 3250$, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=2964$, $\nu(\text{C}=\text{C} \text{ C}=\text{N})=1593$, $\nu(\text{N}=\text{N})=1506$, $\delta(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=1433, 1381, 1344, 1300, 1263$, $\delta(\text{CH})=841$, $\delta(\text{CH})=786(\text{Ar})$, $\delta(\text{C}=\text{N})=707$.
2	II	271 ±1	45.6	389 (4.21) 364 (4.17)	$\nu(\text{OH})=3300, 3150$, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=2964, 2874$, $\nu(\text{C}=\text{C} \text{ C}=\text{N})=1600$, $\nu(\text{N}=\text{N})=1506$, $\delta(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=1429$, $\delta(\text{CH})=846(\text{Ar})$, $\delta(\text{CH})=746(\text{Ar})$, $\delta(\text{C}=\text{N})=709$.
3	III	289 ±1	57.8	378 (4.36) 364 (4.35)	$\nu(\text{OH})=3500, 3200$, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=2963, 2874$, $\nu(\text{C}=\text{O})=1734, 1684$, $\nu(\text{C}=\text{C} \text{ C}=\text{N})=1593$, $\nu(\text{N}=\text{N})=1506$, $\delta(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=1435, 1373, 1300$, $\nu(\text{SO}_2)=1263, 1147$, $\delta(\text{CH})=841, 787(\text{Ar})$, $\delta(\text{C}=\text{N})=707$.
4	IV	293 ±1	48.0	394 (4.46) 364 (4.41)	$\nu(\text{OH})=3450, 3300$, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=2964, 2874$, $\nu(\text{C}=\text{O})=1699$, $\nu(\text{C}=\text{C} \text{ C}=\text{N})=1595$, $\nu(\text{N}=\text{N})=1506$, $\delta(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=1435, 1373, 1303, 1265$, $\delta(\text{CH})=837(\text{Ar})$, $\delta(\text{CH})=786(\text{Ar})$, $\delta(\text{C}=\text{N})=710$.
5	V	277 ±1	52.0	389 (4.19) 325 (4.15)	$\nu(\text{OH})=3649, 3566$, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=2964, 2874$, $\nu(\text{C}=\text{C} \text{ C}=\text{N})=1598$, $\nu(\text{N}=\text{N})=1489$, $\delta(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=1435, 1379, 1302, 1267$, $\delta(\text{CH})=835(\text{Ar})$, $\delta(\text{C}=\text{N})=698$.
6	VI	309 ±1	40.0	380 (3.99) 327 (4.16)	$\nu(\text{OH})=3566, 3421$, $\nu(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=2963$, $\nu(\text{C}=\text{O})=1636$, $\nu(\text{C}=\text{C} \text{ C}=\text{N})=1595$, $\nu(\text{N}=\text{N})=1471$, $\delta(\text{CH}, \text{CH}_2, \text{CH}_3)=1450, 1388, 1294, 1248, 1225, 1198$, $\delta(\text{CH})=843(\text{Ar})$, $\delta(\text{CH})=771, 744(\text{Ar})$, $\delta(\text{C}=\text{N})=652$.

В ИК-спектре диазопроизводного госсиопола (А), полученного с сульфадимезином имеются следующие характерные полосы поглощений: частоты валентных колебаний ОН-групп в области 3242 см⁻¹ в виде широкого плеча; валентные колебания CH₃, CH₂ групп - 2966, 2930 и 2876 см⁻¹; C=O - 1732 см⁻¹, SO₂ - 1298, 1151 см⁻¹; -C=C, C=N связей - 1595 см⁻¹,

деформационные колебания C-H связей при 1433, 1379, 1344 см⁻¹, а C-N связей ароматического кольца - 845, 785, 715 и 687 см⁻¹. Следует отметить, что появление частот колебаний N=N связи при 1553 см⁻¹, указывает на то, что это соединение является азопроизводным госсиопола.

Рисунок 1. ИК-спектр диазопроизводного (А) и диазоинопроизводного (I) госсиопола

Основные частоты колебаний, наблюдаемые в ИК-спектре диазопроизводного госсипола (**A**) с 4-амино-1,2,4-триазолом (**I**, рис.1): валентные колебания ОН-групп с низкой интенсивностью в области $3641, 3250 \text{ см}^{-1}$, валентные колебание CH_3 , CH_2 , CH -групп наблюдается в области 2964 см^{-1} , а связей $\text{C}=\text{C}$, $\text{C}=\text{N}$ - 1593 см^{-1} , $\text{N}=\text{N}$ связи - 1506 см^{-1} , $\text{C}-\text{N}$ связей - в областях $1433, 1381, 1344, 1300 \text{ см}^{-1}$. Полоса поглощения валентных колебаний SO_2 групп - $1263, 1149 \text{ см}^{-1}$. Деформационные колебания $\text{C}-\text{N}$ связей ароматического кольца наблюдается при $841, 786 \text{ см}^{-1}$. Отсутствие в ИК-спектре вещества (**I**) частот колебаний $\text{C}=\text{O}$ альдегидной группы подтверждает,

что продукт этой реакции является диазо имино-производным госсипола.

Известно, что в электронных спектрах для Шиффовых оснований госсипола наиболее характерно поглощение в области $395\text{-}455 \text{ нм}$ [11-12]. Положение и интенсивность максимума поглощения не зависят от полярности растворителя, что свидетельствует о существовании их практически в одной таутомерной форме [13-19]. Сопоставление УФ-спектров вновь синтезированных соединений со спектрами ранее полученных производных госсипола позволяет отнести поглощение в области $325\text{-}445 \text{ нм}$ к хиноидной форме.

Рисунок 2. УФ спектр вещества I

УФ-спектроскопическое изучение соединений **I-VI**, показало что наиболее характерным для них является максимум поглощения в области $350\text{-}450 \text{ нм}$. В УФ-спектре вещества I наблюдались 2 максимума поглощения ($393, 443 \text{ нм}$) (рис. 2).

Заключение

Таким образом, впервые синтезированы диазоиминопроизводные госсипола с различными аминами (о-аминофенолом, 2-аминотиазолом, *n*-аминобензойной кислотой, 4-аминоантипирином и *n*-аминодифенилом). Предполагаемые структуры синтезированных веществ подтверждены методами УФ-, ИК-спектроскопии.

Список литературы:

1. Макарова, Н.С. Илькевич, А.М. Дикун, К.Ю. Чотий, В.И. Рыбаченко. Изучение таутомерии имино-производных госсипола. Научные труды ДонНТУ. Серия: Химия и химическая технология Выпуск 1 (22), 2014. С. 119-Р.А.
2. N.I.Baram, A. I.Ismailov. Chemistry of Natural Compounds. 29, 275 (1993).
3. N.I.Baram, F.G.Kamaev, Kh.L.Ziyaev, A.I.Ismailov, and K.Zh.Rezhepov. Chemistry of Natural Compounds. 36, 2 (2000).
4. N.I. Baram, A.I. Ismailov, Kh.L. Ziyaev, and K.Zh. Rezhepov. Chemistry of Natural Compounds. 40, 3 (2004).
5. M.Ionov, N.V. Gordiyenko, I. Zukowska, E. Tokhtaeva, O.A. Mareninova, N. Baram, Kh. Ziyaev, K.Zh. Rezhepov, M.Zamaraeva. International Journal of Biological Macromolecules, 51, 908 (2012).
6. K.Zh.Rezhepov, Kh.L.Ziyaev, N.I.Baram, A.I.Ismailov, F.G.Kamaev, and A.M.Saiitkulov. Chemistry of Natural Compounds, 38, 4 (2002).
7. K.Zh. Rezhepov, Kh.L. Ziyaev, N.I. Baram, F.G. Kamaev, M.G. Levkovich, A.M. Saiitkulov, and A.I. Ismailov. Chemistry of Natural Compounds, 39, 4 (2003).

8. К.Ж. Режепов. Азосоединения на основе производных госсипола: синтез, структура и биологическая активность. //Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук. Ташкент, с. 23 (2006).
9. К.Ж. Режепов, Х.Л. Зияев. Контроль качества и стандартизации комплекса батридена с N-поливинилпирролидоном. //Химия природ. соедин. Спец. выпуск 2002, с. 80-81.
10. Н.И. Барам, А.И. Исмаилов, Х.Л. Зияев, К.Ж. Режепов. Иммуномодуляторы и индукторы интерферона растительного происхождения. //Журнал Теоретической и клинической медицины. 2005, №4, с. 80-81.
11. Adams R., Geismann T.A., Edwards I.D. The structure of Gossypol. //Chem. Revs. 1960.- V.60. - P.555.
12. Маркман А.Л., Ржехин В.П. Госсипол и его производные. //Л.: Пищевая пром-сть. 1985.- 245 с.
13. Биктимиров Л., Барам Н.И., Исмаилов А.И., Камаев Ф.Г., Леонтьев В.Г. Состояние иминосоединений госсипола в растворах. //Химия природ. соедин. 1975.- С. 286.
14. Симкин Б.Я., Брень В.А., Минкин В.И. Бензоидно-хиноидная таутомерия и ароматичность окси- и меркаптоазометинов азотистых гетероциклов. //Ж. орган. химии. – 1974. - Т. XIII. вып. 8. - С. 1710-1722.
15. Рыбалкин В.П., Бушков А.Я., Брень В.А. Обратимая термическая и фотоиндуцируемая E-Z-изомеризации бензо-/в/аннелированных пятичленных гетероциклических аминovinилкетон. // Ж. орган. химии. – 1990. - Т. 26. В. 11. - С. 2389-2394.
16. Минкин В.И., Осипов О.А., Шейнкер В.Н. Исследование строения и таутомерии анилов о-оксиальдегидов методом инфракрасной спектроскопии. //Ж. физ. химии. – 1970. - №1. - С. 23-28.
17. Минкин В.И., Осипов О.А., Коган Б.А. и др. Электронные и колебательные спектры анилов и о-оксиальдегидов. //Ж. физ. химии. – 1964. - №7. - С. 1718-1727.
18. Шейнкер В.Н., Минкин В.И., Осипов О.А. Исследование бензоидно-хиноидной таутомерии в ряду анилов оксинафтаальдегидов. //Ж. физ. химии. – 1970. - №10. - С. 2438-2444.
19. К.Ж.Режепов. Азосоединения на основе производных госсипола: синтез, структура и биологическая активность. //Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. Ташкент, С.114 (2006).

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ВЛИЯНИЕ СОПОЛИМЕРА ДИМЕТИЛАМИНОЭТИЛМЕТАКРИЛАТА С АКРИЛАМИДОМ
НА ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НАТРИЙКАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ**Зокирова Нодира Турсуновна**

канд. хим. наук, доц., фармацевтический факультет,
Ташкентский фармацевтический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sevara.hazratkulova.83@mail.ru

Хазраткулова Севара Мусиновна

ст. преп., канд. хим. наук,
Ташкентский фармацевтический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sevara.hazratkulova.83@mail.ru

INFLUENCE OF DIMETHYLAMINOETHYL METHACRYLATE COPOLYMER
WITH ACRYLAMIDE ON ELECTROKINETIC POTENTIAL
OF SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE**Nodira Zokirova**

Associate Professor, Candidate of Chemical Sciences of the Pharmaceutical Faculty
of the Tashkent Pharmaceutical Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Sevara Khazratkulova

Senior Lecturer, Candidate of Chemical Sciences,
Tashkent Pharmaceutical Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent

DOI: 10.32743/UniChem.2021.79.1-2.20-23

АННОТАЦИЯ

В статье показано, что при смешении различных заряженных полимерных электролитов образуется комплекс при всех соотношениях и знак ξ -потенциала может изменяться. В разбавленных растворах при заряде равном нулю образуется водорастворимый комплекс NaКМЦ с ДМАЭМА-АА. Полная нейтрализация NaКМЦ сополимером происходит при соотношении компонентов 2:1, что указывает на участие обоих функциональных групп сополимера в образовании интерполимерного комплекса.

ABSTRACT

The article shows that when mixing different charged polymer electrolytes, a complex is formed at all ratios and the sign of the ξ -potential can change. In dilute solutions with a charge equal to zero, a water-soluble complex of NaCMC with DMAEMA-AA is formed. Complete neutralization of NaCMC by the copolymer occurs at a component ratio of 2:1, which indicates the participation of both functional groups of the copolymer in the formation of the interpolymer complex.

Ключевые слова: полимер, ξ -потенциал, комплекс, NaКМЦ, ДМАЭМА-АА.**Keywords:** polymer, ξ -potential, complex, NaCMC, DMAEMA-AA.

Введение

При смешении катионактивного полимера с анионактивным обычно происходит взаимодействие

полимеров за счет разноименно заряженных функциональных групп, что отражается и на электрокинетическом потенциале смеси полимеров [2; 4]. Определены зависимости плотности поверхностного заряда, электрокинетического потенциала и

электропроводности частиц микрокристаллической целлюлозы (МКЦ) от величины pH и концентрации электролитов (HCl, NaOH, NaCl и CaCl₂). Найдены значения pH, соответствующие точке нулевого заряда (pH_{тнз}) и изоэлектрической точке (pH_{изт}). Показано, что учет электропроводности частиц приводит к более высоким значениям потенциала, рассчитанного по данным электрофоретической подвижности частиц (по Генри), чем по классической формуле Смолуховского.

Материалы и методы. Нами было изучено изменение электрокинетического потенциала натрийкарбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ) с молекулярной массой $10 \cdot 10^4$ и со степенью полимеризации 450, содержащей 360 функциональных –COO–Na групп, способных ионизироваться в водных растворах с образованием отрицательно заряженной полимерной цепи, которая нейтрализуется добавлением положительно заряженного сополимера

диметиламиноэтилметакрилата с акриламидом (ДМАЭМА-АА) при соотношении 1:1. Для смешения взяли 0,01 %-ные водные растворы исследуемых полимеров при различных соотношениях.

Результаты и их обсуждения. В качестве боковой жидкости готовили раствор хлористого натрия с таким же значением электропроводности и pH среды [1], что и исходный раствор полимеров NaКМЦ и ДМАЭМА-АА. На рис. 1–3 приведены зависимости времени истечения растворов NaКМЦ, ДМАЭМА-АА в разных концентрациях, а также при соотношениях смеси: 1. ДМАЭМА-АА:NaКМЦ = 6:4; 2. ДМАЭМА-АА:NaКМЦ = 4:6; 3. ДМАЭМА-АА:NaКМЦ = 5:5. Видно, что при разбавлении сохраняется конформация макромолекул и, соответственно, получается линейная зависимость вязкости от концентрации, соответственно, возможно более точно получить и рассчитать скорость движения комплексов макромолекул.

Рисунок 1. Калибровочные кривые для расчета зависимости времени истечения растворов Na КМЦ при концентрациях: 1. 0,008 %; 2. 0,006 %; 3. 0,004 %; 4. 0,002 %

Рисунок 2. Калибровочные кривые для расчета зависимости времени истечения растворов ДМАЭМА-АА при концентрациях: 1. 0,008 %; 2. 0,006 %; 3. 0,004 %; 4. 0,002 %

Рисунок 3. Калибровочные кривые для расчета зависимости времени истечения растворов смеси при соотношениях: 1. ДМАЭМА-АА:NaКМЦ = 6:4; 2. ДМАЭМА-АА:NaКМЦ = 4:6; 3. ДМАЭМА-АА:NaКМЦ = 5:5

Таблица 1.

Результаты исследования растворов NaКМЦ, ДМАЭМА-АА и смеси ДМАЭМА-АА:NaКМЦ

№	Система	С %	L	T секунд
1	NaKMЦ	0,008	1	88,6
			2	90,2
			3	90,4
			4	92
2		0,006	1	82,2
			2	82,8
			3	84,8
			4	86,6
3		0,004	1	80
			2	80,6
			3	82,2
			4	82,7
		0,002	1	78,8
			2	80,44
			3	82
			4	82,6
1	ДМАЭМА-АА	0,008	1	86,8
			2	88
			3	88,6
			4	88,8
2		0,006	1	86,4
			2	88,2
			3	90,2
			4	92
3		0,004	1	86,6
			2	86,8
			3	88,4
			4	88,8
		0,002	1	86,8
			2	88,2
			3	88,8
			4	90,8

№	Система	С %	L	T секунд
1	ДМАЭМА- АА:NaKMЦ	6:4	1	85,2
			2	85,6
			3	85,5
			4	86
2	ДМАЭМА- АА:NaKMЦ	4:6	1	84,2
			2	84,6
			3	84,7
			4	85
3	ДМАЭМА- АА:NaKMЦ	5:5	1	83,2
			2	83,6
			3	83,7
			4	84

Из таблицы видно, что у растворов NaKMЦ, ДМАЭМА-АА при разных концентрациях и в смеси в разных соотношениях ДМАЭМА-АА:NaKMЦ вязкость со временем увеличивается. Самоконформационная структура макромолекул в разбавленных растворах свойства не меняет.

Электрофорез макромолекул проводили на приборе для электрофореза (по Рабиновичу и Фодимана) [5], используя изменения зависимости вязкости от пути макромолекул за определенное время электрофореза. Расчет ξ -потенциала комплексов (NaKMЦ-ДМАЭМА-АА) проводили по уравнению [3]:

$$\xi = \frac{4 \pi \eta U}{DE} 300^2, \text{ мВ.}$$

Получены калибровочные зависимости времени истечения раствора от предполагаемого пути, пройденного макромолекулами, для растворов NaKMЦ, ДМАЭМА-АА и их смесей, по которым и определяли скорость движения макроионов при наложении разности потенциалов. По экспериментальным данным рассчитывали ξ -потенциал исходных полимеров и их смесей.

Электрокинетический потенциал для исходных полимеров отличается по знаку и по величине, а для смесей, как показывают кривые зависимости ξ -по-

тенциала от состава смесей (рис. 4), наблюдается отклонение от аддитивности, минимум которой приходится при соотношении компонентов 1:1. Это можно объяснить тем, что при небольших добавках ДМАЭМА-АА образуется комплекс полимеров, аминогруппы сополимера полностью нейтрализованы и эффективный электрокинетический потенциал комплекса определяется ионизацией карбоксильных групп с образованием более заряженного комплекса (ξ -потенциал уменьшается). При более высоких концентрациях ДМАЭМА-АА ξ -потенциал изменяется более резко и происходит перезарядка комплекса до +55 мВ.

Полная нейтрализация NaKMЦ полимером происходит при соотношении NaKMЦ:ДМАЭМА-АА 2:1. Это указывает на то, что ДМАЭМА-АА нейтрализует NaKMЦ двумя функциональными группами.

Таким образом, при взаимодействии полимерных электролитов происходит образование поликомплексов за счет взаимодействия карбоксильных функциональных групп NaKMЦ с протонированными третичным азотом и амидом сополимера, на что указывает изменение электрокинетического потенциала. Изучая разбавленные растворы полимера, можно определить форму макромолекулы полимера, получить некоторую информацию о степени и природе их характера.

Список литературы:

1. Зокирова Н.Т., Акбаров Х.И., Тиллаев Р.С. Изучение комплексообразования природных и синтетических полиэлектролитов с NaKMЦ в растворе фотометрическим методом // Межд. конф. по химической технологии. – Ташкент, 2007. – С. 36–39.
2. Нанохимия: новые подходы к созданию полимеров систем со специфическими свойствами / Ю.М. Чернобеженский, Д.Ю. Батуренко, А.Н. Жуков, А.В. Лоренцсон // Сборник тезисов. – Ташкент, 2003. – С. 36–37.
3. Осербоева А.К., Зокирова Н.Т., Акбаров Х.И. ИК-спектроскопическое изучение молекулярных комплексов // Республиканская научно-техническая конференция «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение». – Ташкент, 2010. – С. 119–121.
4. Термодинамика взаимодействия в системе натрийкарбоксиметилцеллюлоза – коллаген / Н.Т. Зокирова, Р.С. Тиллаев, Х.И. Акбаров, М.Х. Курбанова // Композиционные материалы. – 2005. – № 2. – С. 8–10.
5. Физико-химические исследования полимер-металлических комплексов / Н.Т. Зокирова, А.К. Осербоева, Г.А. Абдуллаева, Х.И. Акбаров [и др.] // «Кимёнинг долзарб муаммолари» республика илмий-амалий конференцияси. – Самарканд, 2009. – С. 19–20.

ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**СИНТЕЗ И КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ
АЦИЛИРОВАНИЯ ИЗОПРОПЕНИЛФЕРРОЦЕНА****Аскарлов Ибрагим Рахманович**

д-р хим. наук, проф., кафедра химии,
Андижанский госуниверситет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: stek@inbox.ru

Киргизов Шахабиддин Мирзарайимович

канд. хим. наук, проф., кафедра химии,
Андижанский госуниверситет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: sh_kirgizov@mail.ru

Алимбоев Собит Ахматович

канд. юрид. наук, доц.,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: info@tkti.uz

Мамарахмонов Мухаматдин Хомидович

PhD, доц., кафедра химии,
Андижанский госуниверситет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: muhamatdin@mail.ru

**THE SYNTHESIS AND QUANTUM CHEMICAL STUDY OF REACTION ACYLATION
OF ISOPROPHENYL FERROCENE****Ibragim Askarov**

Dr., Prof. department chemistry, Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Shakhabiddin Kirgizov

Dr., Prof. department chemistry, Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Sabit Alimbayev

Candidate of law, assistant professor,
Tashkent chemical technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Mukhamatdin Mamarakhmonov

PhD, assistant professor, department chemistry,
Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

АННОТАЦИЯ

Проведена реакция ацилирования изопропенилферроцена с ангидридами монокарбоновых кислот. Согласно экспериментальным данным, реакция идет путем замещения винильного водорода. Проведены квантово-химические расчеты и представлены результаты с целью определения относительной энергетической выгодности изомерных продуктов реакции ацилирования.

Библиографическое описание: Синтез и квантово-химическое изучение реакции ацилирования изопропенилферроцега // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. Аскарлов И.Р. [и др.]. 2020. 1(79). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/11164> (дата обращения: 06.01.2021).

ABSTRACT

Was carried out the reaction acylation of propenyl ferrocene with anhydrides monocarboxylic acids. According to experimental data, the reaction proceeds by replacing the vinyl hydrogen. Quantum chemical calculations were carried out and results were presented to determine the relative energy advantage of isomeric products of the acylation reaction.

Ключевые слова: изопропенилферроцен, ацилирование, квантово-химический расчет, метод Хартри – Фока.

Keywords: isopropenylferrocene, acylation, quantum-chemical calculation, method Hartree – Fock.

Реакции замещения производных ферроцена обычно приводят к образованию нескольких продуктов, среди которых представляют научно-практический интерес основные гомо- и гетерозамещенные изомерные продукты. Нами была проведена следующая реакция получения изопропенилферроценилацетата.

Способ получения: В колбу емкостью 250 мл поместили 1,13 г (0,005 моля) изпропилферроцена и 5 мл (0,05 моля) уксусного ангидрида. Через 1 час реакционную смесь нагревали при температуре 70–75 °С в течение 2 часов. После окончания реакции в

реакционную смесь добавили 30 мл бензола, перемешали и вылили в делительную воронку. Смесь промывали водой. Оставшуюся смесь промывали 3 %-ным раствором NaOH. Бензольный слой вылили в чашку и выпарили растворитель. В чашке образовался коричневый осадок и выход продукта 900 мг, из которого хроматографированием выделили 2 соединения. Монозамещенный продукт составляет 18 % от теоретического, т. пл. 120–122 °С, растворяется в бензоле, толуоле, ТГФ, ацетоне, хлороформе, спирте.

Найдено, %	C – 66,89	H – 5,87
Вычислено для C ₁₅ H ₁₆ OFe, %	C – 67,16	H – 5,97

В ИК-спектре имеются полосы поглощения 1010–1110 см⁻¹ для незамещенного цикпентади-нильного кольца, 1715 см⁻¹ – для карбонильной группы, 3110 см⁻¹ – для ферроцена. Выход второго изомера очень низкий.

Проведенные реакции ацилирования [1; 7; 5; 4] с различными ангидридами кислот показывают, что

с удлинением углеродной цепи их реакционная способность падает. Самым реакционноспособным среди ангидридов кислот оказался уксусный ангидрид. Потому в данной работе в качестве ацилирующего агента выбран последний.

Схема 1. Проведение реакции ацилирования изопропенилферроцена

В процессе реакции ацилирования изопропенилферроцена 1 может образоваться несколько изомерных продуктов 2, 3. Нами предполагалось, что реакция должна идти путем замещения винильного атома водорода либо замещением к соседнему ароматическому кольцу.

Поэтому для сопоставления энергетических устойчивостей изомеров нами проведены квантово-химические расчеты методом Хартри – Фока [6]. Ранее нами показана возможность использования данного метода при оценке по определению выгодного изомерного продукта в реакциях с участием ферроценовых производных [2; 3].

Таблица 1.

Энергетические характеристики (Хартри – Фок) продуктов ацилирования

Соединения	Еп, кКал/моль	ΔЕп, кКал/моль
2	–1163288,36	0
3	–1163246,23	42,13

Еп – полная энергия системы.

Результаты расчетов представлены в таблице. Экспериментально доказано получение основного гомоаннулярного продукта реакции на основе изучения ИК-спектра полосы поглощения продукта, о чем свидетельствует наличие пиков при 1000–1015 см^{–1}, 1100–1120 см^{–1}. Таким образом, реакция в основном

идет замещением винильного атома водорода у замещенного ароматического кольца. Представленные данные квантово-химических расчетов также подтверждают энергетическую выгодность полной энергии на ΔЕп = –42,12765 кКал/моль в пользу образования гемозамещенного 2 продукта реакции, относительно гетерозамещенной 3.

Список литературы:

1. Аскарлов И.Р. Химия ферроцена. – Фергана, 1999. – 206 с.
2. Квантово-химическое изучение производных ферроцена. Сообщение 1. Реакции арилирования с аминобензойными кислотами / М.Х. Мамарахмонов, Л.И. Беленький, А.М. Джураев, Н.Д. Чувылкин [и др.] // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2017. – № 4.
3. Квантово-химическое изучение производных ферроцена. Сообщение 2. Реакции арилирования с аминифенолами / М.Х. Мамарахмонов, Л.И. Беленький, Н.Д. Чувылкин, И.Р. Аскарлов // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2017. – № 4.
4. Новые железосодержащие полимеры на основе ферроцена и их электрофизические свойства / Я.М. Паушкин, Л.С. Полак, Т.И. Вишнякова, И.И. Паталах [и др.] // Высокомолекулярные соединения. – 1954. – Т. 6. – № 3. – С. 545–550.
5. Устинюк Ю.В., Перевалова Э.Г., Несмеянов А.Н. О реакционной способности соединения содержащих ферроценилметильных групп. Сообщение 8. Перегруппировка Виттига в ряду простых эфиров ферроценилкарбинола // Известия АН СССР. – 1954. – № 1. – С. 56–59.
6. Frisch M. J. Gaussian 09, Revision A.1. – Wallingford CT : Gaussian, Inc., 2009.
7. Rikmond H.H., Freizer H. The electric moments of mono- and diacetyl-ferrocene // Note J. Amer. Chem. Soc. – 1955. – Vol. 77. – № 7. – P. 2022–2023.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ**

№ 1(79)
Январь 2021

Часть 2

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+