UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ

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

Выпуск: 11(53)

Ноябрь 2018

Москва
2018

УДК 54+57
ББК 24+28
U55

Главный редактор:

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

Кунавина Елена Александровна, канд. хим. наук;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. 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;

Яковишина Татьяна Федоровна, канд. с.-х. наук.

U55 Universum: химия и биология: научный журнал. – № 11(53). М., Изд. «МЦНО», 2018. – 64 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/nature/archive/category/11-53>

ISSN (печ.версии): 2500-1280

ISSN (эл.версии): 2311-5459

DOI: 10.32743/UniChem.2018.53.11

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 24+28

© ООО «МЦНО», 2018 г.

Содержание	
Биологические науки	5
Общая биология	5
Зоология	5
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФАУНЫ ФИТОНЕМАТОД ГРАНАТОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ СУРХАНДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ УЗБЕКИСТАНА	5
Бекмурадов Абдужаббор Сатторович Рахматова Маъсума Умаровна	
Микология	10
RUSSINIA RHAMNI KUPR. – НОВЫЙ РЖАВЧИННЫЙ ГРИБ МИКОБИОТЫ УЗБЕКИСТАНА	10
Мустафаев Ильёр Мурадуллаевич Иминова Малика Машрабовна	
Физиология	12
Иммунология	12
ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕРФЕРОН ИНДУЦИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА МЕГАФЕРОН	12
Намозов Ориф Марданович Джуманова Зияда Кеунимжаевна Алланиязова Мапруза	
Физиология	15
АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА EUPHORBIA	15
Гайибов Улугбек Гаппаржанович Гайибова Сабина Наримановна Комилов Эсохон Джураевич Эргашев Нурали Аъзамович Рахимов Рахматилла Нуриллаевич Асраров Музаффар Исламович Арипов Тахир Фатихович	
Химические науки	20
Высокомолекулярные соединения	20
ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОСТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ НОВЫМИ СВЕТОСТАБИЛИЗАТОРАМИ	20
Бекназаров Хасан Сойибназарович Юсупов Музаффар Орифжонович Файзиев Жахонгир Бахромович Останов Уктам Юлдашевич	
ПОЛИКОНДЕНСАЦИОННЫЕ ФОСФОРНОКИСЛЫЕ КАТИОНИТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	24
Пулатов Хайрулла Лутпуллаевич Турабжанов Садритдин Махамаддинович Игитов Фаррух Бахтиярович Хамдамова Одила Батуровна	
Коллоидная химия	28
АДСОРБЦИЯ МЕТИЛМЕРКАПТАНА В МОЛЕКУЛЯРНОМ СИТЕ CaA ПРИ РАВНОВЕСНОМ ДАВЛЕНИИ И ТЕМПЕРАТУРЕ	28
Эргашев Ойбек Каримович	
АДСОРБЦИЯ АЦЕТОНИТРИЛОВЫХ ПАРОВ НАТРИЕВЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИНИСТЫХ АДСОРБЕНТОВ	32
Хандамов Даврон Абдикадирович Икрамов Абдувахаб Абдураимов Бахтиёр Мавлянович Туробжонова Сoadат Шавкатовна Хакимова Гўзал Рахматовна	

Органическая химия	36
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ КЛАССИФИКАЦИИ КУРИНОГО МЯСА	36
Саттарова Барнохон Набиевна	
Аскарлов Ибрагим Рахманович	
Джураев Акбаржон Мирзамахмудович	
СИНТЕЗ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КУМАРИНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ D- МЕТАЛЛОВ	39
Козлова Галина Геннадиевна	
Латипова Лиана Фларисовна	
Махмутов Айнура Рашитович	
СИНТЕЗ И ПЕСТИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ АМИНОЭФИРОВ НА ОСНОВЕ 4-МЕТОКСИФЕНИЛХЛОРАЦЕТАТА	43
Чориев Азимжон Уралович	
Кличева Шахзода Байрамали қизи	
Физическая химия	47
ИОН-МОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В НАНОСТРУКТУРИРОВАННОМ ЦЕОЛИТЕ NaA	47
Рахматкариев Гайрат Убайдуллаевич	
Рахматкариева Фируза Гайратовна	
Химия элементоорганических соединений	51
СИНТЕЗ МОНО- И ДИЗАМЕЩЕННЫХ МЕТА-ФЕРРОЦЕНИЛБЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДАМИ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ, МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ И ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ	51
Абдуллоев Обиджон Шахабидинович	
Аскарлов Ибрагим Рахмонович	
Абдуллоев Шахобидин Хасанбоевич	
Муминжонов Миржалол Мукимжон угли	
Электрохимия	58
ЗАЩИТА СТАЛИ ОТ КОРРОЗИИ В КИСЛЫХ И НЕЙТРАЛЬНЫХ СРЕДАХ	58
Осербаева Альфия Курбанбаевна	
Нуруллаев Шавкат Пайзиевич	
Кодиров Хасан Кодирович	

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

ЗООЛОГИЯ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФАУНЫ ФИТОНЕМАТОД
ГРАНАТОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ СУРХАНДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ УЗБЕКИСТАНА**Бекмурадов Абдужаббор Сатторович**

старший преподаватель кафедры зоологии Термезского государственного университета,
Узбекистан, г. Термез
E-mail: bekmurodov.70@mail.ru

Рахматова Маъсума Умаровна

старший преподаватель кафедры зоологии Термезского государственного университета,
Узбекистан, г. Термез

THE RESULTS OF STUDYING THE DISTRIBUTION AND FAUNA OF PHYTONEMATODES
OF POMEGRANATE AGROCENOSSES OF THE SURKHANDARYA REGION OF UZBEKISTAN**Abdujabbor Bekmurodov**

Senior Lecturer, Department of Zoology, Termez State University,
Uzbekistan, Termez

Masuma Rahmatova

Senior Lecturer, Department of Zoology, Termez State University,
Uzbekistan, Termez

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся данные о распространении фауны фитонематод гранатовых агроценозов Сурхандарьинской области Узбекистана. В результате исследования обнаружено 98 видов фитонематод, относящихся к 3 подклассам, 7 отрядам, 11 подотрядам, 19 надсемействам, 28 семействам, 32 подсемействам и 43 родам. Установлено, что в прикорневой почве и корневой системе растений граната преобладали виды *Cephalobus persegnis*, *Chiloplacus sclerovaginitus*, *Panagrolaimus rigidus*, *Rhabditis brevispina*, *Aphelenchus avenae*, *Aphelenchoides parietinus*, *A. bicaudatus*, *A. blastophthorus*, *A. composticola*, *A. graminis*, *A. limberi*, *Quinisulcius capitatus*, *Helicotylenchus erythrinae*, *Pratylenchus pratensis*, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* и *Ditylenchus dipsaci*.

ABSTRACT

The article gives information about the results of studying the distribution and fauna of phytonematodes of pomegranate agrocenoses of the Surkhandarya region of Uzbekistan. As a result of researches there identified 98 species of phytonematode, which belonging to 3 subclass, 7 kinds, 11 subkinds, 19 large families, 28 families, 32 subfamilies and 43 generations. It is defined that around root soil and root system of pomegranate plant are met such species as *Cephalobus persegnis*, *Chiloplacus sclerovaginitus*, *Panagrolaimus rigidus*, *Rhabditis brevispina*, *Aphelenchus avenae*, *Aphelenchoides parietinus*, *A. bicaudatus*, *A. blastophthorus*, *A. composticola*, *A. graminis*, *A. limberi*, *Quinisulcius capitatus*, *Helicotylenchus erythrinae*, *Pratylenchus pratensis*, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* и *Ditylenchus dipsaci*.

Ключевые слова: фитонематоды, Сурхандарьинская область, фауна, гранатовых агроценозов, прикорневая почва, корневая система, фитогельминты.

Keywords: phytonematodes, Surkhandarya region, fauna, pomegranate agrocenoses, rizosphere, root system, phytohelminths.

Введение. Сурхандарьинская область является самой южной частью Республики Узбекистан. Субтропический климат территории области весьма благоприятен для активной жизнедеятельности различных вредителей и болезней диких и культурных растений, в том числе граната. Наиболее опасными из них являются фитопаразитические нематоды, потому что они поражают растения граната, вызывая болезнь “фитогельминтоз” и наносят огромный ущерб урожаю [7, с. 373-394].

Видовой состав, закономерности распространения фитонематод и обоснование мер борьбы с паразитическими видами гранатовых агроценозов на территории Республики Средней Азии впервые изучались Ш.Х. Хуррамовым [5, с. 146-157; 6, с. 1-333].

Материал и методы исследований. С целью изучения фаунистического комплекса фитонематод гранатовых агроценозов в период с 2009-2015 гг. нами проведены сборы фитонематод из прикорневой почвы и корневой системы растений в ширкатных, фермерских хозяйствах из 14 районов Сурхандарьинской области Республики. Исследования проводились общепринятым маршрутным методом [3, с. 338-369; 4, с. 3-11].

В течение фитогельминтологического исследования было собрано и проанализировано 1400 проб почвы и корневой системы растений граната. Фитонематоды извлекали вороночным методом Бермана и фиксировали 4 % раствором формалина. Просветление нематод производили в смеси глицерина со спиртом (1:3) и для камеральной обработки материала готовили постоянные препараты на глицерине по методике Сайнхорста [8, с. 67-69]. Почвенные образцы на наличие цистообразующей нематоды обычно анализировали по стандартной методике Деккера [1, с. 1-445]. Препараты для определения видов галловых нематод готовили по известной методике Е.С. Кирьяновой, Э.Л. Кралль [2, с. 1-447].

Результаты исследований. В результате проведенных фитогельминтологических исследований в гранатовых агроценозах Сурхандарьинской области Узбекистана всего нами обнаружено 98 видов фитонематод, относящихся к 44 родам, 28 семействам, 7 отрядам и 3 подклассам. Обнаруженные нематоды по отрядам распределяются следующим образом: Отряд Enoplida представлен 3 видами, отряд Mononchida-2,

Dorylaimida-26, Plectida-4, Rhabditida-30, Aphelenchida-23 и отряд Tylenchida-40 видами.

Полученные данные показывают, что фитонематоды растений граната и его прикорневой почвы значительно отличаются друг от друга, как по видовому составу, так и по численности особей.

В прикорневой почве граната зарегистрировано 7691 особь (64,1% от общей численности обнаруженных фитонематод), принадлежащие к 98 видам. Из паразитобиев часто встречались *Eudorulaimus parvus*, *E. pratensis*, *E. similis*, *E. discolaimioideus*, *Aporcelaimellus obtusicaudatus*, *Tylencholaimus minimus* и *Diphtherophora communis*. Среди девисапробиев доминируют *Cephalobus persegnis*, *Eucephalobus oxyuroides*, *Acrobeloides buetschlii*, *Chiloplacus quintastriatus*, *Ch. sclerovaginat* и *Panagrolaimus rigidus*, а среди эуцапробиев часто встречались *Rhabditis brevispina*.

Из представителей фитогельминтов неспецифического патогенного эффекта преобладали *Aphelenchus avenae*, *Aphelenchoides parietinus*, *A. blastophthorus*, *A. composticola*, *A. graminis*, *A. limberi* и *Ditylenchus myceliophagus*, а специфического наиболее многочисленными были *Xiphinema opisthohysterum*, *Bitylenchus dubius*, *Quinisulcius capitatus*, *Helicotylenchus dihystrer*, *H. erythrinae*, *Pratylenchus pratensis*, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *Paratylenchus hamatus* и *Ditylenchus dipsaci*.

Основной фаунистический комплекс фитонематод прикорневой почвы граната составляют виды *E. pratensis*, *D. communis*, *C. persegnis*, *E. oxyuroides*, *A. buetschlii*, *Ch. sclerovaginat*, *P. rigidus*, *Rh. brevispina*, *A. avenae*, *A. parietinus*, *A. bicaudatus*, *A. blastophthorus*, *A. composticola*, *A. graminis*, *A. limberi*, *Q. capitatus*, *H. erythrinae*, *P. pratensis*, *M. javanica*, *D. dipsaci* и некоторые, сравнительно малочисленные, виды.

В прикорневой почве растений из 7 отрядов класса нематод наиболее разнообразно представлены отряды Tylenchida-28 видов, Rhabditida-25, Dorylaimida-21, Aphelenchida-19. Среди вышеуказанных отрядов, по видовому составу, доминируют представители отряда Tylenchida, содержащие 28,6% всех обнаруженных видов в прикорневой почве. В то время как, по численности особей преобладают представители отряда Aphelenchida, что составляет 39,9 % от всех зарегистрированных особей в прикорневой почве растений граната (табл.1.).

Таблица 1.

Фитонематоды, обнаруженные в прикорневой почве растений граната по отрядам

Отряды	Количество видов	%	Количество особей	%
Enoplida	2	2,04	48	0,6
Mononchida	1	1,02	18	0,2
Dorylaimida	21	21,4	1017	13,2
Plectida	2	2,04	17	0,2
Rhabditida	25	25,5	1724	22,5
Aphelenchida	19	19,4	3068	39,9
Tylenchida	28	28,6	1799	23,4
Всего:	98	100	7691	100

В корневой системе граната обнаружено 4305 особей (35,9 % от общей численности обнаруженных фитонематод), относящихся к 58 видам. Среди паразитов в корневой системе встречается только *D. communis*. Из группы девиц-паразитов преобладали *C. persegnis*, *E. oxyuroides*, *A. buetschlii*, *Ch. quinquatastratus*, *Ch. sclerovaginitus* и *P. rigidus*. Среди эузапаразитов часто встречались *Rh. brevispina*. Из представителей фитогельминтов неспецифического патогенного эффекта доминируют *A. avenae*, *A. parietinus*, *A. bicaudatus*, *A. blastophthorus*, *A. composticola*, *A. graminis* и *A. limberi*.

Из группы фитогельминтов специфического патогенного эффекта преобладали *Q. capitatus*, *H. erythrinae*, *P. pratensis*, *M. incognita*, *M. javanica* и *D. dipsaci*.

Основное сообщество фитонематод корневой системы граната составляют виды *C. persegnis*, *Ch. sclerovaginitus*, *P. rigidus*, *Rh. brevispina*, *A. avenae*, *A. parietinus*, *A. bicaudatus*, *A. composticola*, *A. graminis*, *A. limberi*, *Q. capitatus*, *H. erythrinae*, *P. pratensis*, *M. incognita*, *M. javanica* и *D. dipsaci*.

В корневой системе растений граната из 7 отрядов класса нематод наиболее разнообразно представлены отряды Tylenchida-22 вида, Rhabditida-19 видов, Aphelenchida-15 видов. Среди вышеуказанных отрядов, по видовому составу доминируют представители отряда Tylenchida, содержащие 37,9% от всех обнаруженных видов в корневой системе растений. По численности особей преобладают представители отряда Aphelenchida, что составляет 48,3% всех зарегистрированных особей в корнях растений граната (табл. 2.).

Таблица 2.

Фитонематоды, обнаруженные в корневой системе растений граната по отрядам

Отряды	Количество видов	%	Количество особей	%
Dorylaimida	2	3,4	72	1,7
Rhabditida	19	32,8	777	18,0
Aphelenchida	15	25,9	2079	48,3
Tylenchida	22	37,9	1377	32,0
Всего:	58	100	4305	100

В прикорневой почве и корневой системе растений граната доминируют следующие виды: *C. persegnis*, *Ch. sclerovaginitus*, *P. rigidus*, *Rh. brevispina*, *A. avenae*, *A. parietinus*, *A. bicaudatus*, *A. blastophthorus*, *A. composticola*, *A. graminis*, *A. limberi*, *Q. capitatus*, *H. erythrinae*, *P. pratensis*, *M. incognita*, *M. javanica* и *D. dipsaci*.

За период исследования на гранатовых агроценозах территории Сурхандарьинской области нами выявлено

98 видов фитонематод, относящихся к 3 подклассам, 7 отрядам, 11 подотрядам, 19 надсемействам, 28 семействам, 32 подсемействам и 43 родам. Все обнаруженные фитонематоды по отрядам распределяются следующим образом: Отряд Tylenchida представлен 28 видами, Rhabditida-25, Dorylaimida-21, Aphelenchida-19, отряды Enoplida и Plectida представлены по 2 вида и отряд Mononchida одним (табл. 3.).

Таблица 3.

Таксономический состав нематод растений граната (по отрядам)

Отряды	Количество видов	%	Количество особей	%
Enoplida	2	2,04	48	0,4
Mononchida	1	1,02	18	0,1
Dorylaimida	21	21,4	1089	9,0
Plectida	2	2,04	17	0,1
Rhabditida	25	25,5	2501	20,9
Aphelenchida	19	19,4	5147	43,0
Tylenchida	28	28,6	3176	26,5
Всего:	98	100	11996	100

Отряд Enoplida представлен 2 подотрядами: Oncholaimina и Tripyloidina; 2 надсемействами: Oxytominoidea и Tripyloidea; 2 семействами: Alaimidae и Pristomatolaimidae; 2 подсемействами: Alaiminae и Pristomatolaiminae; 2 родами: Alaimus и Pristomatolaimus; 2 видами (что составляет 2,04 % от общего числа видов). Всего 48 экземпляров (0,4 % от общей численности обнаруженных фитонематод).

Отряд Mononchida охватывает один подотряд Mononchina, одно надсемейство Mononchoidea, одно семейство Mylonchulidae, одно подсемейство Mylonchulinae, один род Mylonchulus и один вид

(1,02 %). Всего зарегистрировано 18 экземпляров (0,1 %) фитонематод.

Отряд Dorylaimida представлен 2 подотрядами: Dorylaimina и Diphtherophorina; 4 надсемействами: Nygolaimoidea, Dorylaimoidea, Leptonchoidea и Diphtherophoroidea; 9 семействами: Nygolaimidae, Dorylaimidae, Qudsianematidae, Aporelaimidae, Nordiidae, Xiphinematidae, Leptonchidae, Tylencholaimidae и Diphtherophoridae; 9 подсемействами: Nygolaiminae, Mesodorylaiminae, Qudsianematinae, Aporelaiminae, Nordiinae, Xiphinematinae, Leptonchinae, Tylencholaiminae и Diphtherophorinae; 11 родами: Nygolaimus,

Mesodorylaimus, Eudorylaimus, Ecumenicus, Labronema, Aporcelaimellus, Longidorella, Xiphinema, Leptonchus, Tylencholaimus и Diphtherophora; 21 видом (21,4 %). Всего обнаружено 1089 особей (9,0 %) фитонематод.

Отряд Plectida охватывает одно надсемейство Plectoidea, одно семейство Plectidae, одно подсемейство Plectinae; 2 рода: Plectus и Proteroplectus, 2 вида (2,04 %), всего 17 экземпляра (0,1 %) фитонематод.

Отряд Rhabditida включает 2 подотряда: Cephalobina и Rhabditina; 3 надсемейства: Cephalobioidea, Panagrolaimoidea и Rhabditoidea; 3 семейства: Cephalobidae, Panagrolaimidae и Rhabditidae; 5 подсемейств: Cephalobinae, Acrobelinae, Panagrolaiminae, Peloderinae и Rhabditinae; 10 родов: Heterocephalobus, Cephalobus, Eucephalobus, Acrobeloides, Chiloplacus, Cervidellus, Acrobeles, Panagrolaimus, Xylorhabditis и Rhabditis; 25 видов (25,5 %). Всего выявлено 2501 особь (20,9 %) фитонематод.

Отряд Aphelenchida представлен одним подотрядом Aphelenchina, одним надсемейством Aphelenchoidea, 3 семействами: Aphelenchidae, Aphelenchoididae и Seinuridae; 3 подсемействами: Aphelenchinae, Aphelenchoidinae и Seinurinae, 3 родами: Aphelenchus, Aphelenchoides и Seinura, 19 видами (19,4 %). Всего отмечено 5147 особей (43,0 %) фитонематод.

Отряд Tylenchida охватывает 3 подотряда: Tylenchina, Criconematina и Hexatylinina, 6 надсемейств: Tylenchoidea, Dolichodoroidea, Hoplolaimoidea, Criconematoidea, Anguinoidea и Sphaerularioidea, 9 семейств: Tylenchidae, Dolichodoridae, Psilenchidae, Hoplolaimidae, Pratylenchidae, Meloidogynidae, Paratylenchidae, Anguinidae и Sphaerulariidae, 11 подсемейств: Tylenchinae, Tylenchorhynchinae, Psilenchinae, Rotylenchinae, Rotylenchoidinae, Pratylenchinae, Meloidogyninae, Paratylenchinae, Anguininae, Nothotylenchinae и Sphaerulariinae, 14 родов: Tylenchus, Filenchus, Aglenchus, Bitylenchus, Quinisulcius, Psilenchus, Rotylenchus, Helicotylenchus, Pratylenchus, Meloidogyne, Paratylenchus, Ditylenchus, Nothotylenchus и Prothallonema, 28 видов (28,6 %). Всего зарегистрировано 3176 особей (26,5 %) фитонематод.

Приведенный анализ показывает, что среди отрядов по видовому составу первое место занимает отряд Tylenchida, составляющий 28,6 % от всех обнаруженных видов нематод растений граната. Затем следует отряд Rhabditida (25,5 %), далее Dorylaimida (21,4%) и отряд Aphelenchida (19,4 %).

По численности особей среди отрядов первое место занимает отряд Aphelenchida-43,0 % от общей численности обнаруженных фитонематод. Потом отряды Tylenchida-26,5 %, Rhabditida-20,9 % и Dorylaimida-9,0 %.

В фаунистическом комплексе фитонематоды граната представлены 28 семействами. Наиболее разнообразной по видовому составу является семейство Cephalobidae, что составляет 19,4 % от всех обнаруженных видов фитонематод растений граната. Затем Aphelenchoididae-14,3 %, Qudsianematidae, Tylenchidae и Anguinidae по 7,1 %.

По численности особей среди семейств первое место занимает Aphelenchoididae. В нем содержится основное число (37,0 %) особей фитонематод, затем следует Cephalobidae-16,5 %, Meloidogynidae-7,6 %, Aphelenchidae-5,7 %, Anguinidae-5,3 % и Hoplolaimidae-4,7 % особей.

Выводы:

1. В результате исследований гранатовых агроценозов Сурхандарьинской области Узбекистана всего нами обнаружено 98 видов фитонематод, относящихся 44 родам, 28 семействам, 7 отрядам и 3 подклассам.

2. Обнаруженные нематоды по отрядам распределяются следующим образом: Отряд Enoplida представлен 3 видами, отряд Mononchida-2, Dorylaimida-26, Plectida-4, Rhabditida-30, Aphelenchida-23 и отряд Tylenchida-40 видами.

3. В фаунистическом комплексе фитонематоды граната представлены 28 семействами. Наиболее разнообразным по видовому составу является семейство Cephalobidae, что составляет 19,4 % от всех обнаруженных видов фитонематод растений граната. Затем Aphelenchoididae-14,3 %, Qudsianematidae, Tylenchidae и Anguinidae по 7,1 %.

4. По численности особей среди семейств первое место занимает Aphelenchoididae. В нем содержится основное число (37,0 %) особей фитонематод, затем следует Cephalobidae-16,5 %, Meloidogynidae-7,6 %, Aphelenchidae-5,7 %, Anguinidae-5,3 % и Hoplolaimidae-4,7 % особей.

5. В условиях Сурхандарьинской области Узбекистана фитонематоды гранатовых агроценозов изучены недостаточно, поэтому изучение этого вопроса имеет важное научное и практическое значение в плододоводстве Республики.

Список литературы:

1. Деккер Х. Нематоды растений и борьба с ними. - М. Колос, 1972. - С. 1- 445.
2. Кирьянова Е.С., Кралль Э.Л. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. - М.: Наука, 1969. - Т. 1. С. 1-447.
3. Парамонов А.А. Опыт экологической классификации фитонематод // Тр. ГЕЛАН СССР. 1952. -Т. 6. - С. 338-369.
4. Парамонов А.А. О некоторых принципиальных вопросах фитогельминтологии // - М.: 1958. - С. 3-11.
5. Хуррамов Ш.Х. К распространению паразитических нематод растений южного Узбекистана // Фитогельминтологические исследования - 1978. - С. 146-157.
6. Хуррамов Ш.Х. Нематоды субтропических плодовых культур Средней Азии и меры борьбы с ними // - Ташкент.: Фан. 2003. С. 1-333.

7. Minton N.A. Nematodes parasites of peanuts // Plant insect nematodes / Editedby; Nickle W.R. New York, 1984. P. 373-394.
8. Seinhorst J.W. A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin // Nematologica. 1959. V. 4, № 1. P. 67-69.

МИКОЛОГИЯ

PUCCINIA RHAMNI KUPR. – НОВЫЙ РЖАВЧИННЫЙ ГРИБ МИКОБИОТЫ
УЗБЕКИСТАНА**Мустафаев Ильёр Мурадуллаевич**

мл. науч. сотр. Института ботаники АН РУз,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: Elyor-mustafaev@inbox.ru**Иминова Малика Маширабовна**

канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института ботаники АН РУз,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

PUCCINIA RHAMNI KUPR. – NEW RUST FUNGUS MICROBIOTA OF UZBEKISTAN

Ilyor MustafaevResearcher of the institute of botany of the Academy of sciences Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent**Malika Iminova**PhD of biological sciences of the institute of botany of the Academy of sciences Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В результате микологических сборов в 2016 году на территории Байсунского лесного хозяйства на растении *Rhamnus coriacea* Regel. Kom. (Rhamnaceae) обнаружен новый для микобиоты Узбекистана ржавчинный гриб – *Puccinia rhamni* Kuprev. Этот гриб поражает листья *Rhamnus coriacea*. Телейтокучки данного гриба на обеих сторонах листьев, преимущественно на нижней, вдоль жилок, иногда на кончике листа, выступающие из-под разорванного эпидермиса, округлые, неправильной формы, черные.

ABSTRACT

The result of mycological collections in 2016 on the territory of Boysun forestry farm on leaves of *Rhamnus coriacea* Regel. Kom. (Phamnaceae) we found new for mycobiota of Uzbekistan rust fungus - *Puccinia rhamni* Kuprev. This fungus has parasited leaves of *Rhamnus coriacea*. Telia of this fungus on both sides of the leaves, especially on the underside, along the veins, sometimes at the tip of the leaf, protruding from under the epidermis, rounded, irregular, black.

Ключевые слова: ржавчинные грибы, Puccinia, телия, телиоспоры, Байсунский лесхоз.**Keywords:** rust fungi, Puccinia, telia, teliospores, Baisun forestry farm.

ВВЕДЕНИЕ

Ржавчинные грибы паразитируют на сосудистых растениях. Все они обязательные (облигатные) паразиты, т. е. не способны развиваться на мертвых субстратах. В отличие от большинства паразитных и особенно полупаразитных грибов, нападающих преимущественно на слабые растения, ржавчинные грибы поражают вполне здоровые, упитанные растения, с трудом заражая слабые растения [2]. *Puccinia* Pers. является крупнейшим родом ржавчинных грибов (*Pucciniales*), с около 4000 видов [6].

Байсунские горы (хребты Байсунтау, Чульбаир, Ходжа-Гургур-ата и Кетмень-чапты) являются Юго-

Западными отрогами одного из малоизученных ботанико-географических регионов Узбекистана. Согласно схеме районирования горной Средней Азии, данная территория выделяется как Байсунский район Юго-Западно-Гиссарского округа [3].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для настоящей работы послужили гербарные образцы пораженных растений, собранные в Байсунском лесном хозяйстве в мае 2016 года. Полевые работы осуществляли маршрутными методами. Гербаризацию собранных материалов проводили по общепринятой методике. Исследования проводены с помощью светового микроскопа Motic B1. Определение грибов проводили в лабораторных

условиях путем микрокопирования непосредственно больных частей растений. При идентификации гриба использовали главным образом определители и монографические работы Ульянищева [4], Минкявичуса [1]. Название гриба приведено по www.mycobank.org [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении патогенных грибов дендрофлоры Байсунского лесного хозяйства на территории Омонхона на растениях *Rhamnus coriacea* Regel. Ком. нами обнаружен новый для микобиоты Узбекистана ржавчинный гриб – *Puccinia rhamni* Kupr.

Puccinia rhamni Kuprev., Notulae Systematicae e Sectione Cryptogamica Instituti Botanici Nomeine V.L.

Komarovii Academiae Scientificaе USSR 6 (7-12): 169 (1950) [MB#482487] – **Ржавчина жостера** (рис. 1).

Спермогонии неизвестны. Эцидии нами не обнаружены. Телейтокучки на обеих сторонах листьев, преимущественно на нижней, вдоль жилок, иногда на кончике листа, выступающие из-под разорванного эпидермиса, округлые, неправильной формы, черные. Телейтоспоры продолговатые, пальцевидные, 34-66х15-22 мкм, верхняя клетка округлая, нижняя – продолговатая, книзу суживающаяся в ножку; оболочка гладкая, верхняя клетка темно-бурая, на вершине утолщенная до 3-6 мкм и снабженная 1-4 короткими пальцевидными отростками, иногда достигающими 7-8 мкм дл. Нижняя желтоватая; ножка бесцветная или желтоватая, непрорная.

Рисунок 1. *Puccinia rhamni*: а, б – пораженные листья *Rhamnus coriacea*, в – телиоспоры (фото И. Мустафеева)

В литературе никаких данных о встречаемости *Puccinia rhamni* на *Rhamnus coriacea* не обнаружили. *Rhamnus coriacea* нами отмечен как новый хозяин (питающий растение) для данного гриба. Раньше на территории Узбекистана на *Rhamnus cathartica* L. отмечен ржавчинный гриб *Puccinia coronata* Peterson. в Паркентском районе (горы, сентябрь 1950 г., 13.08.1954 г., 12.08.1955 г.) [5]. Для точной идентификации данного вида мы провели сравнительный анализ по морфологическим признакам обоих видов (*Puccinia rhamni* и *Puccinia coronata*).

Ниже приводим отличительные признаки между *Puccinia rhamni* и *Puccinia coronata*. Уредокучки у *Puccinia coronata* на обеих сторонах листьев, чаще на

верхней, рассеянные, иногда сливающиеся. Уредоспоры шаровидные, продолговатые, овальные. По литературным данным, уредокучки и уредоспоры у *Puccinia rhamni* не обнаружены и не известны. При изучении гербарного материала мы тоже не обнаружили урединии и уредоспоры *Puccinia rhamni*. Надо отметить, что урединии и уредоспоры сразу видно и легко определить, если они имеются на пораженных растениях. Телейтокучки у *Puccinia coronata* расположены продольно-линейно, плотные, долго прикрыты эпидермой [1; 5]. А телейтокучки у *Puccinia rhamni* округлые, выступающие из-под эпидермиса. У *Puccinia rhamni* верхняя клетка телейтоспор бурая или буроватая, а нижняя желтоватая. Такой признак у *Puccinia coronata* не отмечен.

Список литературы:

1. Минкявичус А.Й. Определитель ржавчинных грибов Литовской ССР. – Вильнюс: Мокслас, 1984. – 273 с.
2. Траншель В.Г. Обзор ржавчинных грибов СССР. – Л.: АН СССР, 1939. – 426 с.
3. Тургинов О.Т. Новые дополнения для флоры Юго-Западного Гиссара // Узб. биол. журн. Спец. вып. – Ташкент, 2014. – С. 69-71.
4. Ульянищев В.И. Определитель ржавчинных грибов СССР. – Л.: Наука, 1978. – Ч. 2. – 382 с.
5. Флора грибов Узбекистана: В 8 т. / С.С. Рамазанова и др. – Ташкент: Фан, 1986. – Т. 3. – 229 с.
6. Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. Dictionary of the Fungi (10th ed.). Wallingford: CABI, 2008. P. 100. ISBN 978-0-85199-826-2
7. Online Mycobank database: [электронный ресурс] Режим доступа – www.mycobank.org

ФИЗИОЛОГИЯ**ИММУНОЛОГИЯ****ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕРФЕРОН ИНДУЦИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА
МЕГАФЕРОН****Намозов Ориф Марданович**

канд. биол. наук, старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: namozov.o@mail.ru

Джуманова Зияда Кеунимжаевна

канд. хим. наук, доцент Государственного университета Каракалпакстана,
Узбекистан, г. Нукус

Алланиязова Манруза

канд. хим. наук, доцент Государственного университета Каракалпакстана,
Узбекистан, г. Нукус

THE STUDY OF THE INTERFERON INDUCING ACTIVITY OF THE DRUG MEGOFERON**Orif Namozov**

Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Biology. Senior Lecturer of the Tashkent Chemical-Technological institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Ziyada Djumanova

Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Chemistry. Associate Professor of the State University of Karakalpakstan.
Uzbekistan, Republic of Karakalpakstan, Nukus

Mapruza Allaniyazova

Doctor of Philosophy (Ph.D.) in Chemistry. Associate Professor of the State University of Karakalpakstan.
Uzbekistan, Republic of Karakalpakstan, Nukus

АННОТАЦИЯ

В работе приводятся, результаты сравнительного исследования интерферон индуцирующей активности препарата Мегаферона относительно другого препарата Мегосина, являющегося производным природного полифенола –госсипола и относящегося к «слабым» индукторам интерферона.

Оценка индуцирующей активности препаратов проводилась в монослойной культуре клеток эмбриональной ткани человека и кур, культивированных трипсином. Показано, что Мегаферон, полученный как супрамолекулярный комплекс Мегосина с глицерилфосфатной кислотой, проявляет способность индуцировать интерферон в 10 раз выше, по сравнению со своим прекурсором -Мегосином, обладая при этом лучшей растворимостью. Эти преимущества нового интерферон индуцирующего препарата открывают широкие возможности его применения в медицинской практике.

ABSTRACT

The paper presents the results of a comparative study of interferon inducing the activity of the drug Megaferon relative to another drug Megosin, which is a derivative of natural polyphenol –gossipole and belongs to the “weak” interferon inducers.

Evaluation of the inducing activity of the preparations was carried out in a monolayer culture of cells of human embryonic tissue and chickens cultured with trypsin.

It was shown that Megaferon, obtained as a supramolecular complex of Megosin with glycyrrhizic acid, demonstrates the ability to induce interferon 10 times higher than its predecessor Megosin, and has better solubility. These advantages of an interferon-inducing drug open up wide possibilities for its use in medical practice.

Ключевые слова: индуктор, интерферон, госсипол, глицирризиновая кислота, Мегосин, Мегаферон, культуры клеток.

Keywords: inducer, interferon, gossypol, glycyrrhizic acid, Megosin, Megaferon, cell cultures.

Лекарственные средства, используемые при инфекционных вирусных заболеваниях, весьма разнообразны. Академик Ф.И. Ершов подразделяет антивирусные препараты на четыре основные группы: этиологические противовирусные химиопрепараты, интерфероны, индукторы интерферона, иммуномодуляторы [1, с. 17].

Кроме того, вирусы и многие бактерии также являются индукторами интерферона. По способности стимулировать интерферонообразование индукторы интерферона, могут быть «сильными» и «слабыми». Можно стимулировать выработку интерферона, вводя в организм определенные вещества. Этим положением обосновывается лечебная и профилактическая эффективность целой группы лекарственных препаратов.

Цель исследования. Поиск новых индукторов интерферона и противовирусных препаратов привел

к обнаружению нового высокоактивного индуктора интерферона растительного происхождения – Мегаферон.

Нами изучена интерферон индуцирующая активность препарата Мегаферон – супрамолекулярного комплекса, который состоит из глицирризиновой кислоты и Мегосина, взятых в соотношении 2:1, соответственно.

Глицирризиновая кислота содержится в корнях солодки (лакрицы). Применяется как пищевой подсластитель и, как лекарственное средство в составе препаратов солодки. Химическое название — 20β-карбоксит-11-оксо-30-норолеан-12-ен-3β-ил-2-О-β-D-глюкопирануринозил-альфа-D-глюкопиранози-дуроновая кислота. Химическая формула и молекулярная структура глицирризиновой кислоты проведена на рисунке 1 [4].

Рисунок 1. Химическая формула (а) и молекулярная структура (б) глицирризиновой кислоты

Как известно, госсипол является один из пигментов хлопчатника, относится к природным полифенолам, токсичный и в свободном виде практически не растворяется в воде. Его производное β-аминоэтилсерноокислая натриевая соль – «Мегосин» относится к группе индукторов интерферона, стимулирующих продукцию собственного эндогенного интерферона. Однако, препарат Мегосин, также имеет недостатки, ограничивающие его применение в медицинской практике: токсичность и малая растворимость в воде.

Как видно, из таблицы 1, препарат Мегосин по индукции интерферона может относиться к «слабым» индуктором. В то же время, его супрамолекулярный комплекс с глицирризиновой кислотой, называемый Мегафероном, хорошо растворим в воде, а интерферон индуцирующая активность достигает 1024 ед/мл, т.е. примерно в 10 раз выше, чем у самого препарата Мегосин [2, с. 6].

Таблица 1.

Составы, интерферон индуцирующая активности и растворимости препаратов

Препарат	Состав	Интерферон индуцирующая активность, ед/мл	Растворимость, в воде
Мегосин	β-аминоэтилсерноокислая натриевая соль госсипола	64–128	Мало растворим
Мегаферон	Мегосин и глицирризиновая кислота (в соотношении 1:2)	512–1024	Хорошо растворим

Известно, что различные культуры клеток обладают различной интерферон индуцирующей способностью [3, с. 31]. Поэтому, нами проведено сравнительное исследование интерферон индуцирующей активности препаратов Мегосин и Мегаферон в монослойной культуре клеток эмбриональной ткани человека и кур, культивированных трипсином.

Культуры эмбриональных клеток выращены в 96 луночном плоскодонном планшете. Для приготовления первичного монослоя культуры клеток человека использована питательная среда «Игла» (90 %), а для куриных культур клеток питательная среда «199»

с 2 % бычьей сывороткой. Планшет помещали в эксикатор с 3,5 % (по объему) CO₂ и в течение 48 часов инкубировали в термостате при постоянной температуре 36,6°C. Затем на полученный монослой воздействовали растворами растворенных в питательной среде Мегосина и Мегаферона. После 12 часового термостатирования индуцированный интерферон титровали вирусом штамма A/Aichi/68/H₃N₂. Через 4 часа визуально оценивали активность интерферона методом «четырех плюсов», с использованием оптического микроскопа. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Сравнительное исследование интерферон индуцирующей активности препаратов Мегосин и Мегаферон

Культуры клеток	Препарат			
	Мегосин		Мегаферон	
	Доза, мкг/мл	Титры интерферона, ед/мл	Доза, мкг/мл	Титры интерферона, ед/мл
Культуры клеток эмбрионов кур	100	128	100	1024
Культуры клеток эмбрионов человека	100	64	100	256

Как видно, из таблицы 2 оба индуктора взяты в одинаковых дозах, т.е. в 100 мкг/мл. Но интерферон индуцирующая активность препарата Мегаферон больше, чем у своего прекурсора - Мегосина.

Таким образом, нами экспериментально доказана высокая биологическая активность нового препарата

растительного происхождения – Мегаферона, обладающего при этом хорошей растворимостью в воде, что открывает широкие возможности его применения в медицинской практике.

Список литературы:

1. Ершов Ф.И. Антивирусные препараты. Справочник. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006.
2. Намозов О.М. Методы регуляции биосинтеза эндогенного интерферона. Автореф. канд. биологических наук. Ташкент, 2003. - 20 с.
3. Садыков А.С., Ершов Ф.И., Новохатский А.С., Асланов Х.А., Ауелбеков С.А. Индукторы интерферона. Ташкент, 1978. - 304 с.
4. Википедия// [электронный ресурс] Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Глицирризиновая_кислота. (Дата обращения 20.09.2018).

ФИЗИОЛОГИЯ

АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА EUPHORBIA**Гайилов Улугбек Гаппаржанович***младший научный сотрудник, Институт биоорганической химии АН РУз,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gayibov.ulugbek@gmail.com***Гайилова Сабина Наримановна***младший научный сотрудник, Институт биоорганической химии АН РУз,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gayibova.sabina@gmail.com***Комилов Эсохон Джураевич***младший научный сотрудник, Институт биоорганической химии АН РУз,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: esohon83@gmail.com***Эргашев Нурали Аъзамович***старший научный сотрудник, Институт биоорганической химии АН РУз,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: enurali2018@gmail.com***Рахимов Рахматилла Нуриллаевич***младший научный сотрудник, Институт биоорганической химии АН РУз,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: rrakhimov.83@mail.ru***Асраров Музаффар Исламович***д-р биол. наук, профессор, Зав. лаб. молекулярной биофизики, Институт биоорганической химии АН РУз,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: Asrarov54@mail.ru***Арипов Тахир Фатихович***главный научный сотрудник, академик, Институт биоорганической химии АН РУз,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: taripov45@mail.ru*ANTIRADICAL ACTIVITY OF POLYPHENOL COMPOUNDS
ISOLATED FROM EUPHORBIA PLANTS FAMILY**Ulugbek Gayibov***Junior researcher, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent***Sabina Gayibova***Junior researcher, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

Esohon Komilov*Junior researcher, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent***Nurali Ergashev***Senior researcher, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent***Rakhmatilla Rakhimov***Junior researcher, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent***Muzaffar Asrarov***Head of molecular biophysics laboratory, professor, DcS, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences, Uzbekistan, Tashkent***Takhir Aripov***Academician, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent***Благодарность**

Авторы выражают искреннюю благодарность руководителю Экспериментально-технологической лаборатории Института биоорганической химии им. акад. А.С. Садыкова АН РУз – д-р хим. наук, проф. С.М. Мавлянову за любезное предоставление ПС-1, ПС-2 и ПС-3.

АННОТАЦИЯ

В данной статье изучена антирадикальная активность (АРА) по отношению к свободному радикалу 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилу (ДФПГ) трех полифенольных соединений 1-О-галлоил-6-О-бисгаллоил-2,4-валонеил-β-D-глюкоза (ПС-1), 1-О-галлоил-2,3-гексагидроксидифеноил-4,6-валонеил-β-D-глюкоза (ПС-2) и 1,4,6 три-О-галлоил-2,3-валонеил-β-D-глюкоза (ПС-3), выделенных из растений семейства Euphorbia. Установлены количественные характеристики реакции восстановления ДФПГ исследованными полифенолами. Показана высокая способность изученных соединений тушению свободных радикалов.

ABSTRACT

In this article the antiradical activity (ARA) of three polyphenolic compounds 1-O-galloyl-6-O-bishalloyl-2,4-valoneyl-β-D α-glucose (PS-1), 1-O-galloyl-2,3-hexahydroxydiphenoyl-4,6-valoneyl-β-D-glucose (PS-2) and 1,4,6 tri-O-galloyl-2,3-valoneyl-β-D-glucose (PS-3) isolated from Euphorbia genus with respect to scavenge free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) was discussed. The quantitative characteristics of the reaction of DPPH reduction by the studied polyphenols were established. The high ability of the studied compounds to quench free radicals has been shown.

Ключевые слова: свободные радикалы, ДФПГ, константа реакции.

Keywords: free radicals, DPPH, rate constant.

Введение. Свободные радикалы – высокореактивные соединения, которые могут нарушить структуру и функцию животных и растительных клеток. Организмы подвержены их воздействию постоянно. Это связано с тем, что, во-первых, они непрерывно образуются в результате естественных метаболических процессов, происходящих в клетке, во-вторых, свободные радикалы образуются также под воздействием внешних факторов как природного, так и антропогенного или техногенного характера (под влиянием загрязненной окружающей среды, курения, радиации, бытовой химии).

Причиной развития многих заболеваний человека и животных являются свободные радикалы. Тушению этих свободных радикалов способствует антиоксидантная система организма. Также в

современной практике широко используются антиоксиданты. Антиоксиданты способны нейтрализовать активность свободных радикалов, защищая таким образом клетки от окисления [1 с, 65-66.].

В литературных данных широко представлена способность полифенольных соединений к высокой антиоксидантной активности за счет электрон - донорных функциональных групп в их молекуле, таких как альдегидная и гидроксильная. Ранее нами была [8, с. 19-23.] описана антиоксидантная активность полифенольного соединения ПС-1, исследованная по методу накопления конечного продукта, малонового диальдегида (МДА), образующегося при взаимодействии с тиобарбитуровой кислотой при перекисном окислении липидов. Определение конечных продуктов перекисного окисления является классическим методом изучения антиоксидантной активности

(АОА) биологически активных соединений. В литературе АОА полифенолов связывают как с их способностью хелатировать различные ионы металлов [2, с. 16248], так и непосредственно взаимодействовать с такими активными формами кислорода как $O_2^{\bullet}$ [3, с. 1035], ОН-радикалами и синглетным кислородом [11, с. 18]. Полифенолы могут также взаимодействовать и/или связывать компоненты реакционной среды, что может приводить к искажению результатов [4, с. 7]. В этом случае применение метода накопления МДА не позволяет непосредственно оценивать вклад каждого из этих эффектов в общую антиоксидантную активность препаратов. Исключение данных ошибок позволяет использование соединений, несущих свободную валентность, каковыми являются стабильные органические радикалы [5, с. 242]. К примеру, орто-замещенные дифенолы имеют четыре электрона, которые могут восстанавливать различные радикалы [6, с. 789]. В этом случае, антирадикальная активность полифенолов непосредственно коррелирует с их АОА.

Для оценки АРА в данной работе использована методика спектрофотометрического измерения кинетики восстановления молекул стабильного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ) антиоксидантами [7, с. 565].

Из экспериментальных данных следует, что изучаемые соединения обладают высокой способностью к тушению свободных радикалов. Для количественной оценки антирадикальной активности использовали параметр t_{50} – время необходимое для снижения 50% от исходной концентрации стабильных радикалов при реакции их с изучаемыми препаратами. В реакции ДФПГ с полифенолами t_{50} при комнатной температуре составляет для препарата ПС-1 - 105 с (при соотношении основного вещества к ДФПГ 1:1), препарата ПС-2 – 9,6 с (соотношение 1:1), для препарата

ПС-3 – 900 с (соотношение 1:1) (табл.1). Следовательно, по реакционной способности препарат ПС-2 превосходит остальные препараты.

Ход экспериментальной кривой с высокой точностью моделировался суммой двух экспоненциальных кривых, что позволило говорить о наличии быстрой и медленной фаз восстановления ДФПГ полифенолами (рис.1). Для упрощения достаточно аппроксимировать экспериментальную кривую одной экспонентой, ход которой достаточно точно совпадает с экспериментальными точками быстрой фазы восстановления ДФПГ.

Анализ кинетических кривых показывает, что большая часть молекул ДФПГ восстанавливается в первые 3 минуты реакции, в дальнейшем реакция восстановления проходит более медленно. Полученные данные согласуются с литературными [9, с. 58]. Известно, что полифенолы, в отличие от низкомолекулярных соединений (α -токоферол, аскорбиновая кислота, низкомолекулярные фенолы и др.), обладают как быстро-, так и медленнодействующей АРА, возможно, поэтому кинетические кривые не укладываются на прямые в координатах для реакции второго порядка, как наблюдалось в работе [10, с. 2065]. По-видимому, в данном случае имеют место как прямые реакции исследуемых препаратов с молекулами ДФПГ с образованием неактивных продуктов (кинетика первого порядка), так и реакции, связанные со способностью молекул ДФПГ образовывать промежуточные донорно-акцепторные комплексы, которые реагируют с новыми молекулами ДФПГ (кинетика второго порядка) [10, с. 2065].

Величина констант химической реакции первой степени может служить критерием антирадикальной эффективности полифенолов. В таб.1 приведены значения констант антирадикальной активности полифенольных соединений ПС-1, ПС-2 и ПС-3.

Таблица 1.

Значения K , IC_{50} и It_{50} при реакции ДФПГ с исследуемыми полифенолами

K 10-3, с-1			IC ₅₀ , мкМ			t ₅₀ , сек при 50 мкМ вещества		
ПС-1	ПС-2	ПС-3	ПС-1	ПС-2	ПС-3	ПС-1	ПС-2	ПС-3
1,2	5,3	0,4	14,3	7,2	8,6	105	9,6	900

Наиболее эффективными антирадикальными свойствами обладает препарат ПС-2, для которого значение константы равно $5,3 \cdot 10^{-3}$ (мин⁻¹) (таблица 1).

Полученные значения констант скоростей реакций ДФПГ с комплексными препаратами выше,

чем для низкомолекулярных антиоксидантов, так, например, для унитиола эта константа составляет всего $0,37$ (М⁻¹· мин⁻¹) [4, с. 8].

Рисунок 1. Изменение относительной оптической плотности раствора ДФПГ в этиловом спирте при добавлении исследуемых полифенолов
 Концентрация ДФПГ 0,1 мМ.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что изученные препараты обладают высокой антирадикальной активностью по сравнению с известными антиоксидантами механизм действия которых заключается в отдаче подвижного водорода свободному радикалу, в результате чего происходит

обрыв цепи реакции ПОЛ. Скорость реакции изученных препаратов с ДФПГ различна.

Данный факт, также, подтверждается коэффициентом корреляции $r=0.94$ между проявлением антиоксидантных и антирадикальных свойств.

Список литературы:

1. Чулиев И.Н. Регуляторные эффекты производных глицирретовой кислоты на уровне митохондрий : дисс. ... канд. биол. наук. – Ташкент. – 2006. – С. 65-66.
2. Mierziak J., Kostyn K., Kulma A. Flavonoids as important molecules of plant interaction with the environment // Molecules. – 2014. – V. 16. – P. 16240-16265.
3. Pietta P.G. Flavonoids as antioxidants // J. Nat. Prod. – 2000. – V. 63. – P. 1035-1042.
4. Абдуллаева Г.Т., Гайилов У.Г., Комилов Э.Дж., Миробидов С.А., Абдуллажонов Н.Г., Асраров М.И. Гетасан полифенолининг антиоксидантлик ва антирадикаллик хоссалари // ЎзМУ хабарлари. – Ташкент, 2017. – № 3/2. – С. 6-9.
5. Салахутдинов Б.А., Гайилов У.Г., Максимов В.В., Сонькина С.Н., Тукфатуллина И.И., Узбеков В.В., Салихов Ш.И. Влияние энантиомеров госсипола на модельные и биологические мембраны // Международный симпозиум по фенольным соединениям. – Москва, 2009, С. 242-243.
6. Fruehauf J.P., Meyskens F.L. Reactive oxygen species: A breath of life or death? // Clinical Cancer research. – 2007. – V. 13. – P. 789-796.
7. Мельничук В.А. Экспресс-метод определения антирадикальной активности лекарственных веществ // Хим. Фарм. журн. – 1985. – V.5. – С. 565-567.
8. Гайилов У.Г., Камаев Ф.Г., Арипов Т.Ф. Исследование взаимодействия госсипола с ДФПГ в различных растворителях методом ЯМР // Доклады Академии Наук РУз. – 2012. – № 3. – С. 49-53.

9. Amič D., Amič D. D., Bešlo D., Trinajstić N. Structure-Radical Scavenging Activity Relationships of Flavonoids // Croat. Chem. Acta. – 2003. – V. 76 (1). – P. 55–61.
10. Seyoum A. Asres K., El-Fiky F.K. Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids // Phytochemistry. – 2006. – V. 67. – P. 2058-2070.
11. Гайибов У.Г., Комилов Э.Дж., Эргашев Н.А., Рахимов Р.Н., Абдуллажанова Н.Г., Асраров М.И., Арипов Т.Ф. Антиоксидантные и мембраноактивные свойства ПС-1 // Узбекский биологический журнал. – 2017. – № 2. – С. 19-23.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ****ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОСТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ НОВЫМИ
СВЕТОСТАБИЛИЗАТОРАМИ****Бекназаров Хасан Сойибназарович**

*д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский р-н, п/о Шуро-базар
E-mail: hasan74@mail.ru*

Юсупов Музафар Орифжонович

*докторант Наманганского инженерного технологического института,
Республика Узбекистан, Наманганской области, Чустский район*

Файзиев Жахонгир Бахромович

*младший научный сотрудник Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский р-н, п/о Шуро-базар*

Останов Уктам Юлдашевич

*канд. хим. наук Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский р-н, п/о Шуро-базар*

**STUDY OF PHOTOSTABILIZATION OF POLYETHYLENE FILM
BY NEW LIGHT-STABILIZERS****Hasan Beknazarov**

*Doctor of Technical Sciences Leading Researcher, Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent district, p / o Shuro Bazaar*

Muzafar Yusupov

*Doctoral student, Namangan Engineering Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Namangan region, Chust district*

Jahongir Fayziev

*Junior Researcher, Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent district, p / o Shuro Bazaar*

Uktam Ostanov

*Ph.D., Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent district, p / o Shuro Bazaar*

АННОТАЦИЯ

В работе исследована фотостабилизация полиэтиленовой пленки новыми светостабилизаторами ФМ-1 и ЭБТ-1. После ультрафиолетового облучения в течение 1000 ч относительное удлинение при разрыве составляло всего 698% стабилизированных образцов соответственно.

ABSTRACT

In the work was investigated, the photostabilization of polyethylene film with new light stabilizers FM-1 and EBT-1. After ultraviolet irradiation for 1000 h, the elongation at break was only 698% of the stabilized specimens, respectively.

Ключевые слова: Фотостабилизация, полиэтилен, светостабилизаторы, ультрафиолетовая облучения, физико-механические свойства.

Keywords: photostabilization, polyethylene, light stabilizers, ultraviolet irradiation, physical and mechanical properties.

Введение. Спектр солнечной радиации составляет более 290-3000 нм и состоит всего лишь из 10% УФ-излучения, но он обладает достаточными энергиями для диссоциации связей С-С или С-Н в полимере. Полученные таким образом свободные радикалы могут свободно реагировать с кислородом воздуха и способствовать дальнейшей деструкции полимера, что называется фотоокислением. Фотоокислительная деструкция полимеров в основном зависит от присутствия примесей или хромофоров. Такие хромофоры (остатки катализатора, карбонильные группы, двойные связи) могут поглощать УФ-излучение и инициировать реакцию фотоокисления.

Интенсивность фотоокисления может быть изучена только с использованием некоторых аналитических методов. Двумя основными показателями фотоокисления являются образование новых функциональных групп кислорода и изменение кристалличности из-за сшивания и/или цепного разрыва. Полиэтиленовая плёнка подвергается аналогичной схеме окисления путем атаки свободных радикалов на полимерную цепь с последующей реакцией алкильных радикалов с кислородом, приводящими к различным продуктам, таким как гидропероксиды, спирты, кислоты, кетоны, сложные эфиры и т.д. Для прозрачных пленок ПЭ фотоокисление может происходить только в приповерхностной области, так как процесс окисления ограничен диффузией кислорода внутри материала. Фотоокисление вызывает поверхностное разрушение и разрушение полимеров, вызванное разрывом цепи и/или сшиванием. Не все полимеры в равной степени подвержены влиянию светового излучения; например, нестабилизированная полиэтиленовая пленка становится полностью хрупкой после нескольких недель воздействия. Для стабилизированных полиэтиленовых пленок этот процесс увеличивается в несколько десятков недель.

Экспериментальная часть. Были использованы полиэтиленовые образцы Шуртанского газо-химического комплекса (толщина пленки составляло 100-120 микрон). Прменялись следующие синтезированные фото- и светостабилизаторы: фталогены с меди(II)- (ФМ-1), светостабилизатор на основе эпихлоргидрина с бензтриазолом (ЭБТ-1) и светостабилизатор с затрудненным амином (HALS). Стабилизирующие добавки содержали 0, 0,25, 0,5 и 1,0 мас.% ФМ-1, ЭБТ-1 и HALS. Пленочные образцы помещали в блок экспонирования с использованием трех 500 Вт лампах источника с максимальной интенсивностью при 365 нм. Интенсивность облучения составляла 5,41 Вт/м². Рабочую температуру контролировали при 55°C ± 2 для ускорения фотодеструкции.

Механические свойства образцов были охарактеризованы на испытательной машине Instron с тензодатчиком 10 кН в соответствии с ASTM D638M. Скорость крейцкофа составляла 50 мм/мин. Тестер UJ-

40 (завод испытательной машины Чэндэ, Хэбэй, Китай) использовался для измерения прочности на ударную силу Шарпи. Все испытания проводились при 20 °C и относительной влажности 65%.

Результаты и их обсуждение. Изменения механических свойств ПЭ пленок, содержащих ФМ-1, ЭБТ-1 и HALS, соответственно, до и после УФ-облучения показаны на рис. 1 – 6. Согласно кривым на рис. 1 – 3, наблюдалось резкое увеличение предела прочности при растяжении в период облучения 100 ч, после чего прочность на растяжение снижалась при дальнейшем облучении. Это можно объяснить тем, что ПЭ перекристаллизовывался под ультрафиолетовым облучением и термоокислительной средой на ранних стадиях старения, а затем молекулярные цепи ПЭ начали разлагаться по мере увеличения времени облучения. Таким образом, первоначальная кристаллическая структура ПЭ постепенно разрушалась, и прочность на растяжение значительно уменьшалась.

Однако снижение прочности на растяжение в ПЭ с УФ-стабилизаторами было медленнее, чем в чистом нестабилизированном ПЭ, и предел прочности на растяжение увеличивался регулярно, когда содержание добавки увеличивалось.

Рисунок 1. Влияние ФМ-1 на прочность на растяжение стабилизированного ПЭ после УФ-облучения. 1–0%; 2–0,25%; 3–0,5%; 4–1%

На рисунках 4-6 показано влияние УФ-стабилизаторов на удлинение при разрыве в стабилизированном ПЭ до и после УФ-облучения. Для большинства образцов удлинение при разрыве быстро снижалось на начальных стадиях старения. Затем оно поднимается до максимума через 200 часов, а затем снова падает.

Рисунок 2. Влияние ЭБТ-1 на прочность на растяжение стабилизированного ПЭ после УФ-облучения. 1-0%; 2-0,25%; 3-0,5%; 4-1%

Рисунок 4. Влияние ФМ-1 на относительное удлинение при разрыве стабилизированного ПЭ после УФ-облучения. 1-0%; 2-0,25%; 3-0,5%; 4-1%

Рисунок 3. Влияние HALS на прочность на растяжение стабилизированного ПЭ после УФ-облучения. 1-0%; 2-0,25%; 3-0,5%; 4-1%

Рисунок 5. Влияние ЭБТ-1 на относительное удлинение при разрыве стабилизированного ПЭ после УФ-облучения. 1-0%; 2-0,25%; 3-0,5%; 4-1%

Из полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что начальное уменьшение разрыва при разрыве не связано с фотодеструкцией в период облучения 100 ч, но из-за увеличения кристалличности, возникающей в результате перекристаллизации ПЭ. Пик через 300 часов можно было бы интерпретировать, что некоторые из обычных кристаллов на поверхности были разбиты на более мелкие кристаллы, что в некоторой степени увеличило долю аморфных областей.

Механизм термоокислительного старения твердых полимеров описывается такой же последовательностью элементарных реакций, как жидкофазное окисление низкомолекулярных органических соединений, специфика твердофазного состояния обуславливает определенные кинетические особенности этих реакций. Например, в органических жидкостях стадия иницирования безактивационна, а в твердых полимерах эта стадия лимитируется микродиффузией кислорода, энергия активации которой составляет 32-43 кДж/моль, а собственно иницирования ~180 кДж/моль.

Рисунок 6. Влияние HALS на относительное удлинение при разрыве стабилизированного ПЭ после УФ-облучения. 1–0%; 2–0,25%; 3–0,5%; 4–1%

Развитие кинетических реакций в цепи твердых полимеров приводит к пространственному перемещению свободной валентности, которая, мигрируя,

дает цепь продуктов окисления (в основном это гидропероксиды). Случайная встреча мигрирующих валентностей приводит к обрыву кинетических цепей, который совершается по механизму химической эстафеты. Такой механизм перемещения свободной валентности и обрыва цепей имеет место в полимерах ниже температуры стеклования. Выше этой температуры в эстафетную модель цепного окисления вносит вклад сегментальная диффузия макрорадикалов и макромолекул. Обрыв кинетических цепей является квадратичным.

Заключение. Ультрафиолетовая деструкция является основной причиной механического разрушения чистых образцов полиэтиленовой пленки. После ультрафиолетового облучения в течение 1000 ч относительное удлинение при разрыве составляло всего 698% от стабилизированного образца соответственно. Однако анализ глубины образца показал, что цепное расщепление молекул ПЭ было ограничено в пределах 100 мкм под поверхностью. После облучения ультрафиолетовым излучением деструкция и улетучивание аморфных сегментов в основном происходили на поверхности, а во внутренней части образца происходило кристаллическое переустройство, что приводило к наблюдаемому увеличению кристалличности.

Список литературы:

1. Scott G., Mechanisms of Polymer Degradation and Stabilisation, Elsevier Applied Science, London and New York, 1990.
2. Butler C.H., Whitmore P.M., Measurement of peroxides in the volatile degradation products of polypropylene photo-oxidation; Polym. Degrad. Stab. 98 (2013) 471-473.
3. Gugumus F., Thermolysis of polyethylene hydroperoxides in the melt 3. Experimental kinetics of product formation; Polym. Degrad. Stab. 76, 1 (2002) 95-110.
4. Gugumus F., Thermolysis of polyethylene hydroperoxides in the melt 5. Mechanisms and formal kinetics of product formation; Polym. Degrad. Stab. 76, 3 (2002) 381-391.
5. Jansson A., Moeller K., Hjertberg T., Chemical degradation of a polypropylene material exposed to simulated recycling; Polym. Degrad. Stab. 84 (2004) 227-232.
6. Richaud E., Farcas F., Fayolle B., Audouin L., Verdu J., Hydroperoxide build-up in the thermal oxidation of polypropylene; Polym. Deg. Stab. 92 (2007) 118-124.

ПОЛИКОНДЕНСАЦИОННЫЕ ФОСФОРНОКИСЛЫЕ КАТИОНИТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Пулатов Хайрулла Лутпуллаевич

канд. техн. наук, доцент Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г.Ташкент
E-mail: hayrulla007@mail.ru

Турабжанов Садриддин Махаммаддинович

д-р техн. наук, профессор, ректор Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова
Узбекистан, г.Ташкент
E-mail: tur_sad@mail.ru

Игитов Фаррух Бахтиярович

PhD, старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г.Ташкент
E-mail: yigitovf@mail.ru

Хамдамова Одила Батуровна

научный исследователь Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г.Ташкент

POLYCONDENSATION TYPE PHOSPHORIC ACID CATIONITES FOR WASTEWATER TREATMENT FROM IONS OF HEAVY METALS

Khayrulla Pulatov

Candidate of Science, Associate Professor of Tashkent Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent city

Sadritdin Turabjanov

Doct. tech. Sci., Professor, Rector of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov
Uzbekistan, Tashkent city

Farrukh Igitov

PhD, senior teacher of Tashkent Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent city

Odila Khamdamova

scientific researcher of Tashkent Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent city

АННОТАЦИЯ

Исследованы сорбционные свойства фосфорнокислого катионита на основе стирольно-фурфурольного полимера в ряду ионов металлов – медь, никель, кобальт и др. в зависимости от pH среды, ионной формы катионита и концентрации исследуемых катионов. Показано, что полученный катионит может быть использован в процессах сорбции исследуемых катионов из различных вод.

ABSTRACT

There have been investigated the sorption properties of phosphoric acid cation-exchanger based on styrene-furfural polymer in a series of ions of metals — copper, nickel, cobalt and etc. depending on the pH, the ionic form of the cation-exchanger, and the concentration of the cations under study. It has shown that the obtained cation exchanger can be used in the sorption processes of the studied cations from different waters.

Ключевые слова: сорбция, стирол, фурфурол, фосфорилирование, катионит, ионный обмен, термо-химостойкость, статическая обменная емкость, динамическая обменная емкость, механическая прочность.

Keywords: sorption, styrene, furfural, phosphorylation, cationite, ion exchange, thermo-chemical stability, static exchange capacity, dynamic exchange capacity, mechanical strength.

Ускоренное развитие различных отраслей народного хозяйства в Республике Узбекистан (химической, гидрометаллургической, водоподготовки и т.д.) во многом зависит от внедрения достижений современной науки и техники. Всё это связано с одной из злободневных задач современной химии высокомолекулярных соединений - создание и разработка процессов получения ионообменных полимеров, с дальнейшим изучением научных основ управления эксплуатационными свойствами полученных ионитов [1, с.76-79; 2, с.58-60; 3, с.4-5]. За последние годы достигнуты значительные успехи в области получения ионообменных материалов, однако, многие из них, особенно, поликонденсационного типа, не удовлетворяют потребностей таких производств как гидрометаллургия, очистка сточных и производственных растворов, водоподготовка и др. по доступности, эффективности, сорбционной и селективной способности, что приводит к необходимости синтеза новых ионообменных полимеров. Кроме этого, в настоящее время почти все используемые в производстве иониты ввозятся в Узбекистан из стран СНГ [4, с.3-4].

В свете сказанного, большой практический и теоретический интерес представляет поиск новых ионитов и эффективных методов модификации существующих ионитов, в этой связи, получение новых ионообменных полимеров на основе отходов химических производств и дальнейшее использование полученных ионитов в процессах очистки производственных, сбросных вод и др., создадут предпосылки для улучшения технико-экономических показателей работы многих отраслей народного хозяйства и, что не менее важно – уменьшение загрязнения окружающей среды [5].

Целью настоящего исследования является получение, изучение свойств и применение нового поликонденсационного фосфорнокислого катионита, полученного на основе стирольно-фурфурольного полимера. Задачами исследования являются фосфорилирование нового стирольно-фурфурольного полимера для получения фосфорнокислого катионита,

исследование сорбционной способности полученного катионита по отношению к ионам натрия, калия, кальция, магния, а также ионов тяжелых металлов, исследование комплексообразующей и избирательной способности испытуемых ионитов к ионам меди, никеля, кобальта и др. [6, с.153-159].

Считая весьма перспективным в плане достижений в области синтеза ионитов, нами с целью получения фосфорсодержащих катионитов в качестве полимерной матрицы в реакции полимераналогичных превращений был использован стирольно-фурфурольный полимер. Условия процесса фосфорилирования данного полимера подбирали из опытов, накопленных применительно к реакциям фосфорилирования низко- и высокомолекулярных соединений [7, с.9; 8, с.37-40; 9, с.50-57].

В работе были использованы следующие химические методы анализа: элементный анализ, алкалометрическое, трилометрическое, йодометрическое титрование и физико-химические методы [9, с.50-57]. Кроме этого, для определения физико-механических и технологических свойств использованы стандартизованные методы испытаний.

С целью увеличения обменной емкости, т.е. перевода фосфинистых групп в фосфиновую, полимер после промывания водой контактировали в течение 7 часов при температуре 60°C концентрированной азотной кислотой. В результате этого, большая часть фосфинистокислых групп окисляется до фосфиновокислых. При этом, содержание фосфора в полимере не изменяется, величина обменной емкости увеличивается до 7.6-8.0 мг-экв/г [10, с.148-160].

Представлял интерес изучить такие свойства исследуемого фосфорнокислого катионита, как сорбционная способность его к ионам меди, никеля и кобальта, имеющих важное значение в современной технике, выявить влияние различных факторов на процесс сорбции этих катионов, а также механизм их сорбции с применением ИК-спектроскопического анализа. С этой целью было изучено взаимодействие катионита в Na- и H-формах с растворами сернокислых солей меди, никеля, кобальта. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Сорбция катионов металлов фосфорнокислым катионитом

0.1 N растворы	H-форма			Na-форма	
	pH раствора	Сорбировано, мг-экв/г	Коэффициент распределения, мл/г	pH раствора	Сорбировано, мг-экв/г
CuSO ₄	4.8-5.0	1.2-1.3	66	4.8-5.0	1.75-1.8
CuSO ₄	11	2.64-2.7	733	11	3.08-3.1
CuSO ₄	-	-	-	2.35	1.0-1.1
NiSO ₄	7.6	1.1-1.2	20	2.25	1.0
NiSO ₄	10	2.0-2.1	84	3.8	3.6
NiSO ₄	-	-	-	7.6	2.0
NiSO ₄	-	-	-	10	3.75-3.8
CoSO ₄	8	2.0-2.05	35	2.36	0.8-0.9
CoSO ₄	-	-	-	3.18	2.4
CoSO ₄	-	-	-	8	2.65

Данные таблицы 1 свидетельствуют о влиянии природы катиона на сорбируемость. Найдено, что исследуемые катионы сорбируются катионитом неодинаково, и по способности к сорбции могут быть расположены в следующем порядке:

Результаты десорбции сорбированных ионов катионитом в Na-форме приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Десорбция ионов металлов из катионита

Десорбирующий катион	Сорбировано, мг-экв/г	Десорбирующий раствор		Десорбировано, мг-экв/г
		H ₂ O	2 N раствор H ₂ SO ₄	
Медь	3.08	0.06	2.7	2.76
Никель	3.6	0.56	2.83	3.39
Кобальт	1.4	0.2	0.9	1.1

Десорбцию ионов меди и никеля проводили 2 N раствором серной кислоты. При этом катионит, сорбировавший ион меди, при промывке раствором серной кислоты выделяет 80% от общего количества сорбированной меди и 95% никеля.

Анализ полученных данных (таблица 2) свидетельствует, что исследуемый фосфорнокислый катионит обладает достаточно высокой сорбционной и десорбционной способностью к ионам испытуемых металлов.

Использование ионитов в высокотемпературных производственных процессах лимитируется недостаточной термостойкостью известных марок ионитовых полимеров, выпускаемых промышленностью. Большинство ионитов, особенно, поликонденсационного типа, согласно литературным данным, отличаются низкой термостойкостью, вследствие чего их применение ограничено. С этой точки зрения изучение термостойкости полученного катионита имеет

практическое значение, т.к. позволит определить допустимые пределы температур и рекомендовать исследуемый катионит для работы при повышенных температурах [11, с.388-390].

Нами исследована термостойкость полученного фосфорнокислого катионита. Термическую устойчивость катионитов исследовали в воде, в водных растворах кислот и щелочи, а также методом дифференциально-термического анализа. Термическую устойчивость характеризовали по изменению обменной емкости, набухаемости, потере веса ионита. Для сравнения исследовали термостойкость в аналогичных условиях известного катионита КФ-1 (фосфорнокислого катионита на основе стирола и дивинилбензола). Термическую устойчивость катионитов исследовали в воде при температуре кипения воды в течение определенного времени. Катиониты использовали в водородной форме. В таблице 3 приведены величины обменной емкости катионитов.

Таблица 3.

Термическая устойчивость катионитов в воде (температура кипения воды, время прогрева – 72 часа)

Катионит	СОЕ до термообработки по 0.1N раствору, мг-экв/г		Потеря в весе, %	Удельный объем набухшего в воде катионита, мг/г	
	NaOH	NaCl		до термообработки	после термообработки
КФФ	6.8	1.0	1.2	3.5	3.0
КФ-1	6.4	0.8	1.2	3.8	3.4

Из данных таблицы 3 видно, что величина обменной емкости фосфорнокислого катионита (КФФ) в результате термообработки в течение 24 часов не изменяет своего значения, дальнейшее нагревание в воде в течение 72 часов незначительно снижает величину обменной емкости для КФФ – 1-1.2%, как и у эталонного образца катионита КФ-1 – 1-1.2%. При нагревании испытуемых катионитов в воде уменьшение величины обменной емкости связано с процессом термического дефосфорилирования, представляющего собой реакцию гидролиза, в результате чего в водную фазу переходят ионы PO_4^{3-} . Поэтому о термостойкости катионитов можно косвенно судить также по изменению pH водной вытяжки. Водные вытяжки после термообработки катионитов в течение 72 часов имели слабокислую реакцию (pH=4.8-5.6). Удельный объем испытуемых образцов катионитов почти не

меняется, следовательно, существенных изменений в каркасе катионитов не происходит [3, с.5-6].

Выводы

Фосфорилированием стирольно-фурфурольного полимера получен и исследован фосфорнокислый катионит, отличающийся высокой термо-химической стойкостью и механической прочностью. На основании проведенных исследований определены оптимальные условия получения катионита. Структура и свойства полученных катионитов исследована с применением химических методов анализа в сочетании ИК-спектроскопией, потенциометрией, фотоколориметрией и др. Установлено, что полученный фосфорнокислый катионит содержит только фосфорнокислые группы и может быть использован в процессах ионного обмена в слабощелочных и щелочных средах. Исследованы сорбционные свойства полученного

фосфорнокислого катионита в ряду ионов металлов – медь, никель и кобальт в зависимости от pH среды, ионной формы катионита и концентрации исследуемых катионов. Исследована термическая устойчи-

вость полученного фосфорнокислого катионита. Показано, что полученный катионит может быть использован в процессах сорбции исследуемых катионов из различных вод.

Список литературы:

1. Pulatov Kh.L. Synthesis and research of sorption properties of phosphoric cationite of polycondensation type // Science of Central Asia, 2010. - №1. - P.76-79.
2. Гельферих Ф. Иониты. М.: ИЛ, 1962. – 492 с.
3. Патент Республики Узбекистан № IAP 03886. Способ получения фосфорнокислого катионита / Пулатов Х.Л., Туробжонов С.М., Шарипова У.И., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А. Опубликовано: официальный бюллетень АИС РУз «Расмий ахборотнома». – Ташкент, 2009. - №3.31.03.2009.
4. Пулатов Х.Л., Абдуллаев И.И., Ахатова А.Б., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А. Применение новых синтезированных ионитов в процессах водоподготовки // «Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук» Республиканский межвузовский сборник, Ташкент, 2013. – С.3-4.
5. Пулатов Х.Л., Турабжанов С.М., Назирова Р.А., Турсунов Т.Т., Мухамедова Н.К., Орипова Д.Р. Исследование сорбционной способности фосфорнокислого катионита // Universum: Технические науки : электрон. научн.журн. 2018, №3(48), URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/5663> (дата обращения: 10.10.2018).
6. Пулатов Х.Л., Турабжанов С.М., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А. Фосфорнокислые катиониты поликонденсационного типа // Современные материалы, техника и технологии, 2016. - №5. – С.153-159.
7. Пулатов Х.Л., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А. // II-Санкт-Петербургская конференция молодых ученых «Современные проблемы науки о полимерах». Санкт-Петербург, 2006. - С.9.
8. Пулатов Х.Л., Турсунов Т.Т., Шарипова У.И., Назирова Р.А. Сорбция ионов металлов фосфорнокислым катионитом // Kimyo va kimyo texnologiyasi. 2008.- №3. – С.37-40.
9. Рябчиков Б.Е., Сибирев А.В., Ларионов С.Ю., Корзина Ю.Е. Повышение эффективности очистки жидких радиоактивных стоков ионным обменом // Водопользование, водоотведение и водоподготовка, 2014. - №1. – С.50-57.
10. Самсонов Г.В., Тростянская Е.Б., Елькин Г.Е. Ионный обмен. Сорбция органических веществ. Л.: Наука, 1969. - С.148-160.
11. Синякова М.А. и др. Особенности сорбции меди(II) и алюминия (III) различными катионитами // Ж. прикл. химии, 2000. - Т.73. - №3. – С.388-390.

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

АДСОРБЦИЯ МЕТИЛМЕРКАПТАНА В МОЛЕКУЛЯРНОМ СИТЕ СаА
ПРИ РАВНОВЕСНОМ ДАВЛЕНИИ И ТЕМПЕРАТУРЕ

Эргашев Ойбек Каримович

канд. хим. наук, Наманганский инженерно-технологический институт,

Республика Узбекистан, г. Наманган

E-mail: oybek_0701@bk.ruMETHILMERCAPTANE ADSORPTION IN EQUILIBRIUM PRESSURE
AND TEMPERATURE BY MOLECULAR SIEVE CaA

Oybek Ergashev

PhD, Namangan Institute of Engineering and Technology, Uzbekistan

Uzbekistan, Namangan

АННОТАЦИЯ

В данной работе исследованы изотермы адсорбции метилмеркаптана в цеолите СаА, которые измерены объемным методом при температурах 273, 298, 333 и 373 К. Из полученных изотерм обнаружено семейство изостер, при помощи которых были рассчитаны изостерические теплоты и энтропии адсорбции метилмеркаптана в цеолите СаА. На основе полученных данных рассмотрены механизмы адсорбции метилмеркаптана в цеолите СаА. Изотермы адсорбции метилмеркаптана полностью описаны одно-, двух- и трехчленным уравнением ТОЗМ.

ABSTRACT

In this work we investigate the isotherms of CH_3SH adsorption in CaA zeolite which are measured at 273, 298, 333 and 373 K. by volume method. Isosteric heats and entropies of adsorption of CH_3SH in CaA were calculated. On the base of obtained data the mechanism of CH_3SH adsorption in CaA zeolite was established. The isotherms of adsorption were quantitatively reproduced by one-, two-, three-term VMOT equations from zero filling to saturation.

Ключевые слова: СаА цеолиты, метилмеркаптан, ион-молекулярные комплексы, изотерма, дифференциальные теплоты и энтропия адсорбции.

Keywords: CaA zeolites, water, ion-molecular complexes, isotherms, differential heats and entropies of adsorption.

Известно, что в природном газе, газоконденсате и в большинстве нефтепродуктах, помимо других примесей таких как сероводород, могут присутствовать сероорганические соединения, к примеру метилмеркаптан. Наиболее эффективным материалом для селективной адсорбции и разделения данного соединения от нефтепродуктов являются цеолиты, у которых хорошо организована микропористая система [1, 2]. Такие адсорбенты заслуживают большой интерес благодаря возможности менять их свойства как тектурные, так и химические, которые, в конечном счете, влияют на адсорбционные свойства цеолитов.

В связи с вышеизложенным, локализация и распределение внерешеточных катионов в цеолитовых системах является важным моментом адсорбирования, так как она влияет на распределение электронной плотности в структуре цеолита и, отсюда, на взаимодействие с адсорбированными молекулами, ведущее к возможным изменениям в адсорбционных и разделительных свойствах цеолитов.

В рамках данной работы была поставлена задача исследования измерения изотерм адсорбции (а) метилмеркаптана в цеолите СаА при температурном интервале от 273 до 373 К и на основе полученных изотерм, измеренных при разных температурах, расчет изостерических теплот (Q_d), энтропий (ΔS_d) адсорбции и выявление механизма адсорбции с целью получения информации, которая способствовала бы подбору эффективного адсорбента для очистки природного газа и нефтепродуктов от серосодержащих соединений.

Использованное в данной работе молекулярное сито СаА получено ионным обменом из NaA, многократной обработкой раствором CaCl_2 для достижения глубокого обмена кальция на натрий. Химический состав полностью дегидратированного СаА был определен элементным анализом. Для этого был разработан метод разложения образцов синтетических цеолитов с одновременным определением содержания влаги и органических примесей и атомно-адсорбционным определением содержания обменных катионов Na^+ и Ca^{2+} [3]. Данный подход исключает

влияние структурообразующих элементов (Al, Si) и колебания содержания влаги в пробах на результаты анализа.

Исследования проводились на универсальной высоковакуумной объемной установке, позволяющей проводить дозировку адсорбата как газо-объемным, так и объемно-жидкостным методами, с точностью 0,1% [4, 5]. Адсорбционная установка представляет собой вакуумную стеклянную аппаратуру с капиллярной микробюреткой и ртутными затворами. Установка состоит из ампулы с адсорбентом, измерительной части, системы хранения, заготовки жидкости и газов и системы откачки (цеолитовый и форвакуумный насосы). При помощи катетометра В-630 с точностью до 0,01 мм измеряли уровень ртути в U-образном манометре с внутренним диаметром 12 мм.

Рисунок 1. Зависимость адсорбции (a) CH_3SH в цеолите CaA от давления (P): 1 – 273 К; 2 – 298 К; 3 – 333 К; 4 – 373 К. Черные точки рассчитаны с помощью уравнения ТОЗМ

На рис.1. представлены изотермы адсорбции CH_3SH в молекулярном сите CaA при различных температурах (273, 298, 333 и 378 К). Из полученных результатов видно, что адсорбционная способность данного молекулярного сита CaA по CH_3SH на 13% ниже, чем в цеолитах типа X. Изотермы адсорбции CH_3SH в цеолитах удовлетворительно описываются одно-, двух- и трехчленными уравнениями ТОЗМ [7,8]. Ниже приведены уравнения изотерм адсорбции, измеренных при температурах 273, 298, 333 и 378 К.

$$273 \text{ К } a = 3,868 \exp[-(A/17,24)^2] + 0,72 \exp[-(A/6,9)^2];$$

$$278 \text{ К } a = 4,426 \exp[-(A/16,18)^2];$$

$$333 \text{ К } a = 2,827 \exp[-(A/22,26)^3] + 0,804 \exp[-(A/15,77)^6] + 0,316 \exp[-(A/9,94)^6];$$

$$373 \text{ К } a = 3,3 \exp[-(A/24,21)^3].$$

Перед впуском метилмеркаптана образец прогревался и подвергался высоковакуумной откачке при 350°C в течение 10 часов.

Результаты и обсуждение. По литературным данным и по предыдущим нашим исследованиям известно, что в цеолите типа А не все катионы занимают одинаковое положение в решетке. В цеолите типа А различают 2 основных типа мест локализации катионов. Эти места SI – в центре шестичленных кислородных колец и места SII, которые статистически распределены около восьмичленных кислородных колец большой полости. Исследованный образец подвергнут ионному обмену кальция на натрий и состоит из семи катионов на каждую элементарную псевдоячейку (реальная ячейка в 8 раз больше). Эти семь катионов предпочитают позицию SI, число которых составляет 8 [6].

Рисунок 2. Зависимость логарифма давления ($\ln P$) CH_3SH в цеолите CaA от обратной температуры ($10^3/T$), соответствующая различным количествам адсорбированного вещества (ммоль/г): 1 - 2,0; 2 - 2,5; 3 - 3,0; 4 - 3,5; 5 - 4,0; 6 - 4,4

На основе изотерм адсорбции метилмеркаптана, полученных при разном температурном интервале (273, 298, 333 и 378 К), были рассчитаны изостеры т.е., линии, которые описывают зависимость равновесных давлений от температуры при постоянных значениях адсорбции. В результате установлено, что изостеры в координатах $\lg P \cdot T^{-1}$ линейны, наклон их к оси температур меняется с ростом заполнения поверхности адсорбента (рис.2). По наклону изостер рассчитаны изостерические теплоты адсорбции (рис. 3). Из данных теплот и зависимости максимальной работы адсорбции от количества адсорбированного метилмеркаптана рассчитана молярная энтропия адсорбции (рис. 4).

Кривая изостерических теплот адсорбции CH_3SH в молекулярном сите CaA (рис.3) существенно выше кривой теплоты адсорбции в цеолите NaCaA и состоит из двух секций: от 0 до 3 ммоль/г и от 3 до 4,40 ммоль/г с

теплотой, меняющейся от 100 (при экстраполяции к нулевому заполнению) до 40 кДж/моль и от 40 до 15,4 кДж/моль, соответственно. Первую высоко-энергетическую секцию следует отнести к адсорбции метилмеркаптана на ионах Ca^{2+} , поскольку 3 ммоль/г в пересчете на число молекул CH_3SH в элементарной ячейке (э.я.) составляет 5. Это столько, сколько катионов Ca^{2+} приходится на каждую э.я. Помимо этого естественно, что первоначально метилмеркаптан адсорбируется на моно-, а не на полизарядном катионе. Далее адсорбция идет на катионах натрия. Вторая секция точно соответствует числу всех катионов Na^+ в большой полости. Таким образом, в большой полости СаА в результате адсорбции

образуются 7 CH_3SH /э.я. монокомплексов со всеми катионами.

Энтропийная диаграмма (рис. 4), отложенная от энтропии жидкого CH_3SH , в той области, где она отрицательна, соответствует адсорбции на катионах кальция, а там, где она пересекает нулевую линию энтропии жидкого метилмеркаптана и растет в положительную область - она положительна и соответствует адсорбции на катионах натрия. Прочная адсорбция на двух-зарядном катионе кальция резко ограничивает подвижность метилмеркаптана в матрице цеолита. Напротив, менее прочная адсорбция метилмеркаптана на катионе натрия увеличивает его подвижность.

Рисунок 3. Зависимость дифференциальных изостерических теплот (Q_d) адсорбции CH_3SH в цеолите СаА от адсорбции (a)

Рисунок 4. Зависимость дифференциальной энтропии (ΔS_d) адсорбции CH_3SH в цеолите СаА от адсорбции (a). Энтропия жидкого CH_3SH принята за ноль

Далее в работе исследованы адсорбционные и термодинамические исследования адсорбции паров метилмеркаптана в молекулярном сите СаА при температурах 273, 298, 333 и 373 К. Рассчитаны мольные дифференциальные величины энтальпии, свободной энергии и энтропии адсорбции, которые послужили основой для молекулярно-структурных и термодинамических корреляций адсорбционных свойств СаА.

Первую высокоэнергетическую секцию следует отнести к адсорбции метилмеркаптана на пяти катионах Ca^{2+} , располагающихся в позиции SI, суперполости. Далее адсорбция идет на катионах

натрия также в позиции SI. Таким образом, в большой полости СаА в результате адсорбции образуется 7 (CH_3SH)/Са, Na монокомплексов со всеми катионами.

Подвижность метилмеркаптана, адсорбированного на катионах кальция, заторможена. Кривая ΔS_d располагается в области отрицательных значений. При переходе на адсорбцию на катионах натрия подвижность метилмеркаптана возрастает и кривая ΔS_d пересекает энтропию жидкого метилмеркаптана и растет в положительную область.

Список литературы:

1. Кельцев Н.В. Новые процессы сероочистки углеводородных газов с применением искусственных цеолитов // Газовая промышленность. -1963. -№ 9, - С. 52-55.
2. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.; «МИР». 1976. 781с.
3. Lyapin S. B., Rakhmatkarieva, F. G., Rakhmatkariev, G. U. Atomic - Absorption determination of ion - exchange cations in zeolites // Chem. Journal. Kz. 2015. №3. P. 304 - 310.
4. Mentzen B.F., Rakhmatkariev G.U. Host-guest Interactions in Zeolitic Nanostructured MFI Type Materials: Complementarity of X-ray Powder Diffraction, NMR Spectroscopy, Adsorption Calorimetry and Computer Simulations // Узб. хим. журн. -2007. -№ 6. -С. 10-31.

5. U. Rakhmatkariev. Mechanism of Adsorption of Water Vapor by Muscovite: A Model Based on Adsorption Calorimetry // *Clays and Clay Minerals*. -2006. -V. 54. -P. 423-430.
6. Mortier W. J., Bosman H. J., Location of Univalent Cations in Synthetic Zeolites of the Y and X Type with varying Silicon to Aluminium Ratio//*J. Phys. Chem.* 1971, V. 75, P. 3327.
7. Dubinin M.M. *Progress in Surface Membrane Science* // New York 1975. -V. 9. -P. 1-70.
8. Рахматкариев Г.У., Исириян А.А. Полное описание изотермы адсорбции уравнениями теории объемного заполнения микропор // *Изв. АН СССР, Сер. хим.* -1988. -№ 11. -С. 2644-2645.

АДСОРБЦИЯ АЦЕТОНИТРИЛОВЫХ ПАРОВ НАТРИЕВЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИНИСТЫХ АДСОРБЕНТОВ

Хандамов Даврон Абдикадирович

канд. хим. наук, доцент Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ikramov2003@list.ru

Икрамов Абдувахаб

д-р тех. наук, профессор Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: dxandamov@mail.ru

Абдураимов Бахтиёр Мавлянович

канд. тех. наук, доцент Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: abduraimov@mail.ru

Туробжонова Соадат Шавкатовна

старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: abduraimov@mail.ru

Хакимова Гўзал Рахматовна

старший преподаватель Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент

ADSORPTION OF ACETONITRILE STEAMS OF SODIUM AND MODIFIED CLAY ADSORBENTS

Davron Khandamov

Candidate of chemical sciences, Assistant Professor of the Tashkent Institute of chemistry and technology,
Tashkent, Uzbekistan

Abduvahab Ikramov

Doctor of technical sciences, Professor of the Tashkent Institute of chemistry and technology,
Tashkent, Uzbekistan

Bakhtiyor Abduraimov

Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Tashkent Institute of chemistry and technology,
Tashkent, Uzbekistan

Soadat Turobzhonova

Senior Lecturer, Tashkent Institute of chemistry and technology,
Tashkent, Uzbekistan

Go'zal Khakimova

Senior Lecturer, Tashkent Institute of chemistry and technology,
Tashkent, Uzbekistan

АННОТАЦИЯ

Адсорбция ацетонитриловых паров натриевых и модифицированных глинистых адсорбентов. В статье изучено адсорбция ацетонитриловых паров в модифицированных глинистых адсорбентах и натриевых катионов с разными размерами и природой. По результатам адсорбции адсорбентов паров ацетонитрила, способность адсорбентов к адсорбции следующая:

NaM>PyM>ЭАМ>ТМАМ>МАМ>ПГАМ.

Обсуждено действие модифицированных катионов и электронной природы адсорбата на количестве адсорбции адсорбента. Определена высокая адсорбционная способность начального Na-монтмориллонита при адсорбции полярных адсорбатов типа ацетонитрилов.

ABSTRACT

Adsorption of acetonitrile vapors of sodium and modified clay adsorbents. The adsorption of acetonitrile vapors in modified clay adsorbents and sodium cations with different sizes and nature has been studied. According to adsorption results of adsorbents of acetonitrile vapor, the adsorbents ability to adsorption is as follows:

NaM>PyM>ЭАМ>ТМАМ>МАМ>ПГАМ

The effect of modified cations and electronic nature of adsorbate on the amounts of adsorption of the adsorbents has been discussed. The high adsorption capacity of the initial Na-montmorillonite has been determined by the adsorption of polar adsorbates such as acetonitriles.

Ключевые слова: Монтмориллонит, адсорбция, гистерезис, изотерма, ацетонитрил, адсорбент.

Keywords: Montmorillonite, adsorption, hysteresis, isotherm, acetonitrile, adsorbent.

В настоящее время монтмориллонитовая глина и адсорбенты нашли широкое применение в качестве адсорбента в разных отраслях народного хозяйства, таких как: в косметологии (для изготовления губных помад), для производства зубного порошка и пасты, вспомогательным наполнителем для других продуктов, а также в сфере получения и улучшения лекарственных препаратов и абсорбентом вредных веществ при заболеваниях пищеварительного тракта. В сельском хозяйстве монтмориллонитовая глина и адсорбенты играют роль улучшателя мелиоративного состояния почвы; в пищевой промышленности для очищения водных и пищевых продуктов (напитков), таких как: вино, фруктовые соки, чаи, энергетические напитки, растительные масла и так далее [1, с. 25]. Органобентониты легко набухают в органической среде, образуют тиксотропические гели, легко присоединяются к органическим и полимерным материалам [6, с. 23].

Поэтому для изучения методов получения и адсорбционных свойств органобентонитов (бентонов) в качестве изучения объекта был выбран щелочной бентонит (ПБВ марки) Навбахорского месторождения (Узбекистан), обогащенный Na-монтмориллонитом. Его катионно-обменная емкость составляет $E=0,73$ мг. Химический состав (масса %): SiO_2 -57,91, TiO_2 - 0,35, Al_2O_3 -13,69, Fe_2O_3 -5,10, CaO -0,48, MgO -1,84, SO_3 -0,75, K_2O -1,75, P_2O_5 -0,43, CaO -0,48, Na_2O -1,53, количество потери при нагревании равно 16,17 [7, с.52].

Из щелочного монтмориллонита Навбахарского месторождения получают растворы, перемешав такие вещества как: метиламмониевые-, этиламмониевые-, тетраметиламмониевые- и пиридиниевые монтмориллониты с добавлением в 3,5% водную суспензию натриевого бентонита, ещё добавляют 2 н соли метиламмониевого гидрохлорида, этиламмониевого гидрохлорида, тетраметиламмониевого хлорида и пиридинового гидрохлорида. А так же эти растворы получают, перемешав семизарядные полигидроксиалюминиевые катионы (ПГАК) -

$[\text{Al}_{13}\text{O}(\text{OH})_{24}(\text{H}_2\text{O})_{12}]^{7+}$ 0.03 н ионов натрия имеющих в составе полигидроксиалюминиевого монтмориллонита. Образцы полученные на основе щелочного Навбахарского месторождения (NaM) были названы: метиламмоний монтмориллонит - МАМ, этиламмоний монтмориллонит - ЭАМ, тетраметиламмоний монтмориллонит - ТМАМ, пиридиний монтмориллонит -PyM полигидроксиалюминиевый монтмориллонит - ПГАМ.

Ацетонитрил, полученный в качестве адсорбата, до его применения в процессе адсорбации, изначально очищается в вакуумных условиях и высушивается. Его паровое давление должно равняться данным таблицы приведённых для ацетонитрила [3, С.1]. По характеристике Киселёва [2, с.12] адсорбаты делятся на четыре вида. Ацетонитрил относится ко второму виду, имеет нитрильную группу и неподелённую электронную пару, дипольный момент равен 3,9 Д [3, с.1].

В образцах модифицированного монтмориллонита Навбахарского месторождения изотермы адсорбции паров ацетонитрила измеряется на чувствительном, спиральном приборе Манк-Бенна [4, с. 268].

В зависимости от размеров модифицированных катионов при 293 К и 423 К температуре были термически обработанные адсорбенты до применения их в сорбции. Адсорбенты обработанные в этих условиях были названы: при 293 К МАМ-1, ЭАМ-1, ТМАМ-1, PyM-1, ПГАМ-1 и при 423 К МАМ-2, ЭАМ-2, ТМАМ-2, PyM-2, ПГАМ-2.

В Na-монтмориллоните адсорбция ацетонитрила выше, чем у модифицированных адсорбентов. Определено, что гистерезисные кольца адсорбции доходят до значительно малого и удельного давления.

Гистерезисные кольца характеризуются ещё образованием широкой щели в промежутке $P/P_s=0,08$, после окончания адсорбционной части в $P/P_s=0,96$.

В органобентонитах МАМ, ЭАМ, PyM, ТМАМ полосы десорбции соединяются с полосами адсорбции в промежутке относительного давления $-P/P_s=0,16-0,22$, при этом оно определяется образованием гистерезисных петель. По изотермам адсорбции

можно увидеть, что количество адсорбции в ПГАМ-Р ($a_s = 4,61$ моль/кг) и ПГАМ-2 ($a_s = 2,91$ моль/кг) ниже, чем у других адсорбентов. Особенно это видно в обработанной при 773 К образце, где количество адсорбции резко понижается, и полигидроксисиликатные катионы переходят в положение алюмооксидного кластера [5, С.4]:

Это приводит к уменьшению количества поглощения молекул ацетонитрила, но можно сказать, основываясь на том, что при этом адсорбционная способность выше до удельного и относительного давления равного $P/P_s = 0,18$, а также микропористость в адсорбентах сохраняется.

В изученных системах показано, что адсорбция происходит при капиллярной конденсации молекул ацетонитрила в пористых трещинах адсорбента с широкими гистерезисными кольцами адсорбции. По теории БЭТ, во многих изученных системах адсорбции ацетонитрила соответствует полимолекулярной адсорбции, которую можно увидеть по изотермам адсорбции (рис).

Рисунок 1. Изотермы адсорбции (1, 773 К и 2, 3, 4, 5, 6, 7 423 К) ацетонитрила в монтмориллонитах гил ПГАМ (1, 2), Рум (3), ЭАМ (4), ТМАМ (5), МАМ (6), NaM (7)

Изотермы адсорбции в изученных системах по их форме можно отнести к первому и второму типу изотерм. Изотермы адсорбции, полученные в ПГАМ для микропористых адсорбентов, по своей форме относятся к первому типу изотермы. Остальные изотермы адсорбции NaM, ЭАМ, МАМ, Рум и ТМАМ

по классификации Брунауэра относятся к второму типу.

В глинистых адсорбентах на основе изотерм адсорбции ацетонитрила определены объёмы адсорбции при разных давлениях (P/P_s): в 0.2 (W), 0.4 (W_0), мезопоры $W_{me} = V_s - W_0$ и объём предельной адсорбции (V_s). Их данные приведены в таблице.

Таблица 1.

Объём пор адсорбции паров ацетонитрила в модифицированных монтмориллонитах

Адсорбенты	Температура дегидратация, К	$W \cdot 10^3$	$W_0 \cdot 10^3$	$W_{me} \cdot 10^3$	$V_s \cdot 10^3$
NaM	293	0.098	0.218	0.314	0.532
	423	0.100	0.223	0.386	0.610
PyM-1	293	0.112	0.172	0.191	0.363
	423	0.120	0.189	0.211	0.403
ЭАМ-1	293	0.115	0.168	0.243	0.358
	423	0.118	0.170	0.242	0.360
ТМАМ-1	293	0.140	0.165	0.182	0.338

ТМAM-2	423	0.157	0.173	0.179	0.340
МAM-1	293	0.110	0.132	0.196	0.268
МAM-2	423	0.123	0.146	0.195	0.327
ПГАМ-1	423	0.124	0.143	0.096	0.239
ПГАМ-2	773	0.055	0.099	0.052	0.151

Из таблицы видно, что в ПГАМ-1 микропоры равны $0.143 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{кг}$, мезопоры - $0.096 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{кг}$ при этом микропоры составляют 59,8% от полного объема, а мезопоры - 40,2%. В ПГАМ -2 микропоры составляют $0.099 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{кг}$, а мезопоры - $0,052 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{кг}$. При этом объеме пор микропоры составляют 65,6%, а мезопоры - 34,4%. Значит, в ПГАМ-2 адсорбента полигидроксисиликатные катионы при переходе в алюмооксидный кластер зависят от закрытия мезопор.

В заключении можно сказать, что в статье изучена адсорбция паров ацетонитрила в модифицированных глинистых адсорбентах с органическими и неорганическими (ПГАК) катионами с размерами и природой.

По результатам адсорбции адсорбентов паров ацетонитрила по абсорбционной способности можно расположить в следующем порядке:

Если обменные катионы, изменяющиеся в составе молекулы ацетонитрила модифицированного адсорбента, по своей способности поглощения зависят, с одной стороны от размеров, природы и заряда катионов, то с другой стороны, активированные адсорбенты молекул ацетонитрила связаны с соответствующими взаимодействиями, гидрофобной природой адсорбента.

Список литературы:

1. Арипов Э.А. Природные минеральные сорбенты, их активированных и модифицирование. Т.: Фан, 1970.-252 с.
2. Адамов Л.В., Сафронов А.П. Сорбционный метод исследования пористой структуры наноматериалов и удельной поверхности наноразмерных систем: учеб. пособ. для вузов.- Екатеринбург: Мир, 2008.-С. 8-11.
3. Физические_свойства/ [электронный ресурс] Режим доступа - <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ацетонитрил#> (дата обращения: 02.10.2018)
4. Киселева А.В., Древинга В.П Экспериментальные методы в адсорбции и хроматографии. -Москва.:МГУ, 1983. - 447 с.
5. Муминов С.З., Хандамов Д.А., Агзамходжаев А.А. Сравнительное изучение адсорбции паров азот-содержащих веществ микропористым глинистым адсорбентом // Коллоидный журнал.-2014.-№6. – С. 1-6.
6. Тугорский. И.А. Эластомерные нанокомпозиты со слоистыми силикатами // Каучук и резина. -2004. -№ 5.- С. 23-29.
7. Хандамов Д.А. Термодинамика адсорбции метилового спирта и н-гексана на монтмориллонитах с модифицирующими органическими катионами: дис....канд. хим. наук.-Т., 2012.-С 142.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ КЛАССИФИКАЦИИ КУРИНОГО МЯСА

Саттарова Барнохон Набиевна*соискатель, старший преподаватель кафедры пищевой технологии
Ферганского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Фергана***Аскарров Ибрагим Рахманович***д-р хим. наук, профессор кафедры химии Андижанского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Андижан***Джураев Акбаржон Мирзамахмудович***канд. хим. наук, доцент кафедры химии Андижанского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: djurayev3929@mail.ru*

SOME QUESTIONS CLASSIFICATION OF CHICKEN MEAT

Barnohon Sattarova*Scientific applicant, Senior Lecturer, Department of food Technology, Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana***Ibragim Asqarov***Doctor of chemical Sciences, Professor of chemistry Department of Andijan State University
Republic of Uzbekistan, Andijan***Akbarjon Dzhurayev***Candidate of chemical Sciences, associate Professor of chemistry Department of Andijan State University
Republic of Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В настоящей статье изучены используемые коды товаров и предложены новые товарные коды для классификации мясных продуктов из птицы, обработанных и не обработанных антиоксидантами, с целью защиты здоровья и безопасности потребителей.

ABSTRACT

In this article, we studied the codes of goods used operations and proposed new product codes for the classification of poultry meat products, processed and untreated with antioxidants in order to protect the health and safety of consumers.

Ключевые слова: куриное мясо, антиоксидант, классификация, коды товаров, товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД).

Keywords: chicken meat, antioxidant, classification, product codes, product nomenclature of foreign economic activity (HS).

Поскольку климат Узбекистана жаркий, хранить мясо и мясные продукты в открытых условиях нет возможности. Однако некоторые предприниматели смогли справиться с этой проблемой в процессе производства мяса птиц и их продуктов. Если в рацион кормления птиц не добавляют антиоксиданты, то их мясо называют необработанным; в случае добавления антиоксидантов, таких как бутилгидрокситолуол

или ионол (Е321), бутилгидроксикетон (Е320), витамин Е-токоферол (Е306, Е307, Е308, Е309), консерванты, стабилизатор карраген (Е407), мясо называют обработанным [1, с. 58-59; 2, с. 21; 3, с. 31-33; 4, с. 236-238].

Известно, что регулярное добавление в пищу птиц антиоксидантов обычно отрицательно дей-

ствуется на организм человека и способствует появлению различных недугов. С целью защиты здоровья населения и прав потребителей желательно разделить куриное мясо на два типа: прикормленные, или обработанные с антиоксидантами, и без них.

Нами были проведены научные исследования для уточнения новых кодов, соответствующих химическому составу куриного мяса по номенклатуре товаров внешнеэкономической деятельности Республики Узбекистан (ТН ВЭД РУз).

Взамен используемых по ТН ВЭД РУз следующих кодов: 0207 11 100 0, 0207 11 300 0, 0207 13 400 00, 0207 11 900 0, 0207 12 100 0, 0207 12 900 0, 0207 13 100 0, 0207 13 200 0, 0207 13 300 0, 0207 13 500 0, 0207 13 600 0, 0207 13 700 0, 0207 13 910 0, 0207 13 990 0, 0207 14 100 0, 0207 14 200 0, 0207 14 300 0, 0207 14 400 0, 0207 14 500 0, 0207 14 600 0, 0207 14 700 0, 0207 14 910 0 и 0207 14 990 0 – мы предлагаем новые коды для удобства определения кодов куриного мяса согласно химическому составу.

0207 11 100 1 – не обработанные антиоксидантами, ощипанные и без кишок, с головой и плюснами ног, представленные как «83%-ные цыплята»;

0207 11 100 9 – обработанные антиоксидантами, ощипанные и без кишок, с головой и плюснами ног, представленные как «83%-ные цыплята»;

0207 11 300 1 – не обработанные антиоксидантами, ощипанные и потрошенные, без головы и плюсен ног, но с шейкой, сердцем, печенью и мускульным желудком, представленные как «70%-ные цыплята»;

0207 11 300 9 – обработанные антиоксидантами, ощипанные и потрошенные, без головы и плюсен ног, но с шейкой, сердцем, печенью и мускульным желудком, представленные как «70%-ные цыплята»;

0207 11 900 1 – не обработанные антиоксидантами, ощипанные и потрошенные, без головы и плюсен ног и без шейки, сердца, печени и мускульного желудка, представленные как «65%-ные цыплята», или представленные в какой-либо другой разделке;

0207 11 900 9 – обработанные антиоксидантами, ощипанные и потрошенные, без головы и плюсен ног и без шейки, сердца, печени и мускульного желудка, представленные как «65%-ные цыплята», или представленные в какой-либо другой разделке;

0207 12 100 1 – не обработанные антиоксидантами, ощипанные и потрошенные, без головы и плюсен ног, но с шейкой, сердцем, печенью и мускульным желудком, представленные как «70%-ные цыплята»;

0207 12 100 9 – обработанные антиоксидантами, ощипанные и потрошенные, без головы и плюсен ног, но с шейкой, сердцем, печенью и мускульным желудком, представленные как «70%-ные цыплята»;

0207 12 900 1 – не обработанные антиоксидантами, ощипанные и потрошенные, без головы и плюсен ног и без шейки, сердца, печени и мускульного желудка, представленные как «65%-ные цыплята», или представленные в какой-либо другой разделке;

0207 12 900 9 – обработанные антиоксидантами, ощипанные и потрошенные, без головы и плюсен ног и без шейки, сердца, печени и мускульного желудка, представленные как «65%-ные цыплята», или представленные в какой-либо другой разделке;

0207 13 100 1 – не обработанное антиоксидантами мясо обваленное;

0207 13 100 9 – обработанное антиоксидантами мясо обваленное;

0207 13 200 1 – обработанные антиоксидантами половины или четвертины;

0207 13 200 9 – не обработанные антиоксидантами половины или четвертины;

0207 13 300 1 – не обработанные антиоксидантами крылья целые, с тонким концом или без него;

0207 13 300 9 – обработанные антиоксидантами спинки, шейки, спинки вместе с шейкой, гузки и тонкие концы крыльев;

0207 13 400 1 – не обработанные антиоксидантами спинки, шейки, спинки вместе с шейкой, гузки и тонкие концы крыльев;

0207 13 400 9 – обработанные антиоксидантами спинки, шейки, спинки вместе с шейкой, гузки и тонкие концы крыльев;

0207 13 500 1 – не обработанные антиоксидантами грудки и куски из них;

0207 13 500 9 – обработанные антиоксидантами грудки и куски из них;

0207 13 600 1 – не обработанные антиоксидантами ножки и куски из них;

0207 13 600 9 – обработанные антиоксидантами ножки и куски из них;

0207 13 700 1 – не обработанные антиоксидантами прочие;

0207 13 700 9 – обработанные антиоксидантами прочие;

0207 13 910 1 – не обработанная антиоксидантами печень;

0207 13 910 9 – обработанная антиоксидантами печень;

0207 13 990 1 – не обработанные антиоксидантами прочие;

0207 13 990 9 – обработанные антиоксидантами прочие;

0207 14 100 1 – не обработанное антиоксидантами мясо обваленное;

0207 14 100 9 – обработанное антиоксидантами мясо обваленное;

0207 14 200 1 – не обработанные антиоксидантами половины или четвертины;

0207 14 200 9 – обработанные антиоксидантами половины или четвертины;

0207 14 300 1 – не обработанные антиоксидантами крылья целые, с тонким концом или без него;

0207 14 300 9 – обработанные антиоксидантами крылья целые, с тонким концом или без него;

0207 14 400 1 – не обработанные антиоксидантами спинки, шейки, спинки вместе с шейкой, гузки и тонкие концы крыльев;

0207 14 400 9 – обработанные антиоксидантами спинки, шейки, спинки вместе с шейкой, гузки и тонкие концы крыльев;

0207 14 500 1 – не обработанные антиоксидантами грудки и куски из них;

0207 14 500 9 – обработанные антиоксидантами грудки и куски из них;

0207 14 600 1 – не обработанные антиоксидантами ножки и куски из них;

0207 14 600 9 – обработанные антиоксидантами ножки и куски из них;

0207 14 700 1 – не обработанные антиоксидантами прочие;

0207 14 700 9 – обработанные антиоксидантами прочие;

0207 14 910 1 – не обработанная антиоксидантами печень;

0207 14 910 9 – обработанная антиоксидантами печень;

0207 14 990 1 – не обработанные антиоксидантами прочие;

0207 14 990 9 – обработанные антиоксидантами прочие.

Основываясь на результатах исследования, желательно ввести вышеизложенные новые кодовые номера в классификацию мясных продуктов из птицы, которые импортируются и экспортируются из-за границы, с целью защиты здоровья и безопасности потребителей.

Список литературы:

1. Ибрагимов У.К. Оценка антиоксидантов – пищевых добавок // STANDART. – 2002. – № 1. – С. 58-59.
2. Ибрагимов У.К. Сертификация пищевых продуктов: вчера, сегодня, завтра // STANDART. – 2003. – № 1. – С. 21.
3. Саттарова Б.Н., Аскарлов И.Р., Джураев А.М. Защита здоровья человека путем изучения химического состава куриного мяса // Научный вестник АндГУ. – 2018. – № 3. – С. 31-33.
4. Саттарова Б.Н. Некоторые проблемы при изучении куриного мяса // Проблемы и перспективы химии товаров: Мат-лы V Республ. науч.-практ. конф. (Андижан, 4-5 сентября 2018 г.). – Андижан, 2018. – С. 236-238.

СИНТЕЗ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КУМАРИНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ D- МЕТАЛЛОВ

Козлова Галина Геннадиевна

канд. хим. наук, доцент, Бирский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет»,
РФ, Республика Башкортостан, г. Бирск
E-mail: gg.birsk@gmail.ru

Латинова Лиана Фларисовна

магистрант, Бирский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет»,
РФ, Республика Башкортостан, г. Бирск
E-mail: l.tarko-sale@yandex.ru

Махматов Айнура Рашитович

канд. хим. наук, доцент, Бирский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет»,
РФ, Республика Башкортостан, г. Бирск
E-mail: ainurmax@mail.ru

SYNTHESIS AND PHOTOCATALYTIC ACTIVITY OF COUMARIN COMPLEXES BASED ON D- METALS

Galina Kozlova

Candidate of chemical Science, associate professor, Birk branch of the state budgetary educational institution of higher professional education «Bashkir State University»,
Russia, Republic of Bashkortostan, Birk

Liana Latipova

Magister, Birk branch of the state budgetary educational institution of higher professional education «Bashkir State University»,
Russia, Republic of Bashkortostan, Birk

Aynur Makhmutov

Candidate of chemical Science, associate professor, Birk branch of the state budgetary educational institution of higher professional education «Bashkir State University»,
Russia, Republic of Bashkortostan, Birk

АННОТАЦИЯ

Особый интерес представляют комплексы кумаринов с переходными металлами как потенциальные катализаторы. В данной работе протестирован комплекс кумаринов с ионом трёхвалентного железа. Выбор данного комплекса с хлоридом железа (III) в качестве тестового катализатора связан, в первую очередь, с фотоактивностью соединений Fe (III) в реакциях окисления первичных алифатических спиртов. Полученные экстракты выделенных нами кумаринов были подтверждены масс-спектрами, на квадрупольном хромато-масс-спектрометре с применением метода ионизации электрораспылением.

ABSTRACT

Of particular interest are the coumarin transition complexes metals as potential catalysts. In this work tested complex coumarins sleep ferric iron. Selection of this complex with iron chloride (III) in as a test of the catalyst bound, in the first place, with the photo activity Fe (III) compounds in oxidation reactions of primary aliphatic alcohols. The obtained extracts selected coumarins were confirmed mass spectra, on quadrupole chromatography-mass-spectrometer using the method of ionization by electrical spraying.

Ключевые слова: кумарины, лиганды, фотоэтерификация, комплексообразователь.

Keywords: coumarins, ligands, photoidentification, complexing agent.

Введение. Актуальность работы заключается в синтезе комплексов ионов переходных металлов с кумариновыми производными, которые проявляют высокую биологическую активность и могут быть использованы в фотокаталитических реакциях.

На сегодняшний день существуют различные способы химического синтеза кумарина и его производных, однако, вероятность нахождения наиболее выгодного пути превращения и выхода чистого продукта малы. В связи с этим актуальной продолжает оставаться задача выделения кумаринов из наиболее доступного растительного сырья дикорастущих и культивируемых растений [3].

Объекты и методы исследований. В научных трудах описывается несколько методик выделения кумаринов из растительного сырья. Наиболее применяемой является методика Г. К. Никонова, основанная на экстракции сухого сырья хлороформом [6].

В качестве объектов исследования были взяты растения: борщевик Сосновского - *Heracleum sosnowskyi* L. (семейство Зонтичные), донник Лекарственный - *Melilotus officinalis* L. (семейство Бобовые).

Целью работы является использование природных кумаринов для получения комплексов, проявляющих каталитическую активность в фотохимических реакциях.

Новизна исследования: впервые выделенные из природных источников кумарины введены в комплекс с хлоридом железа (III) и протестирована их каталитическая активность в реакциях этерификации.

Полученные по методике экстракты были исследованы на квадрупольном жидкостном хромато-масс-спектрометре с ионизацией образца методом электрораспыления. Анализ проводился в центре коллективного пользования «Химия» Уфимского института химии РАН.

Результаты и их обсуждение. В ходе эксперимента получены следующие первичные данные: площади хроматографических пиков молекулярных положительных и отрицательных ионов, величина m/z иона, тип иона и само соединение [1].

Данные хроматограмм полного ионного тока положительных и отрицательных ионов были статистически обработаны и сведены в Таблицы 1, 2, которые приведены ниже.

Таблица 1.

Интенсивность хроматографических пиков в экстракте борщевика Сосновского - *Heracleum sosnowskyi* L.

Соединение	m/z	Площадь хроматографического пика относительно времени удерживания, (мин)	Хроматографический коэффициент	Абсолютная интенсивность, I	Относительная интенсивность, I, (%)
герниарин	177	504036 (1,8)	100	5040,36	13
		400479 (1,15)		4004,79	10
		169110 (3,05)		1691,10	4
		472395 (1,95)		4723,95	12
ферулловая кислота	195	637437 (2,75)	86,26	7389,72	18
		142605 (1,9)		1653,2	4
		48774 (3,05)		565,43	1,4
		505023 (2,1)		5854,66	15
		63978 (1,25)		741,69	2
бергаптен (метоксален)	217	1,31E+0,6 (1,8)	32,63	40 000	100
лютеолин	285	60015 (1,9)	100	600,15	2
		36150 (1,4)		361,50	1
		44814 (1,55)		448,14	1
		106071 (1,3)		1060,71	3
		92625 (1,2)		926,25	2
эллаговая кислота	303	284001 (2)	100	2840,01	7
		79017 (1,2)		790,17	2

По результатам таблицы 1 следует, что методика Г. К. Никонова из экстракта борщевика Сосновского - *Heracleum sosnowskyi* L. позволяет выделить 7 производных кумарина. Относительная интенсивность

пиков производных различна, наибольшая интенсивность приходится на бергаптен (метоксален).

Таблица 2.

Интенсивность хроматографических пиков в экстракте донника лекарственного - *Melilotus officinalis* L.

Соединение	m/z	Площадь хромато-графического пика относительно времени удерживания (мин)	Абсолютная интенсивность, I	Относительная интенсивность (I), %
Бергаптен (метоксален)	217	3,43E +0,6 (1,798)	303 000	100
Эллаговая кислота	303	804510 (2,002)	14454	5

Аналогичный вывод следует и из результатов, полученных при анализе экстракта донника Лекарственного - *Melilotus officinalis* L. Отличительной чертой является меньшее количество выделенных производных кумарина.

Как следует из литературного обзора, в последнее время наибольший интерес представляют комплексы кумаринов с различными элементами. Они обладают биологической активностью, используются их флуоресцентные свойства как зонды [10].

К металлам, проявляющим в составе комплексов высокую каталитическую активность, в реакциях фотоэтерификации кумаринов, относятся ионы переходные металлов: Ni (II), Cu (II), Fe (III), Pd (II), Co (II) [2].

Основными требованиями, предъявляемыми к каталитическим системам на основе металлокомплексов, являются высокая активность и селективность, мягкие условия реакции, постоянство активности в течение длительного времени [4].

При выборе состава катализатора исходят из следующих показателей: а) тип металлокомплексобразователя; б) состав координационной сферы;

Показано, что наиболее оптимальными с точки зрения указанных требований являются катализатор на основе железа (III) [6]. Подобное проявление каталитических свойств железа – комплексобразователя вытекает из его электронного строения: благодаря сбалансированному сочетанию донорных и акцепторных свойств Fe^0 и Fe^{3+} эти комплексобразователи сравнительно легко вступают во взаимодействие с участниками реакции, обладающих достаточной реакционной способностью для дальнейшего продолжения каталитических циклов [7].

Для изучения эффективности полученного нами комплекса $Co^{III}-Fe$ выбрана модельная реакция фотокаталитического окисления этанола (EtOH). Известно, что в присутствии чистого трихлорида железа – $FeCl_3$ реакция фотоокисления этанола приводит к образованию смеси содержащей 1,1-диэтоксиэтан и ацетальдегид. Соотношение данных продуктов существенно зависит от pH среды [8,9].

Модельная реакция проводилась в фотокаталитической установке Photo Catalytic Reactor Lelesil Innovative Systems с кварцевым реактором объемом 250 мл (фотореактор типа Штрмейера с магнитной мешалкой). Применяемые реактивы имели квалификацию химически чистый.

Навеску кристаллогидрата $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ (30 ммоль) при постоянном перемешивании растворяли в этиловом спирте объемом 100 мл. К полученному светло-коричневому раствору внесли 80 мг образца, содержащего смесь кумаринов, извлеченных ранее из *Heracleum sosnowskyi* L. по методике Никонова Г.К. Полученный реакционный раствор желто-коричневого цвета перенесли в колбу фотореактора. Источником ультрафиолетового излучения служила ртутная лампа низкого давления ДРТ-125-1. Свет достигал реакционной системы, термостатируемый при 20°C. Время проведения фотокаталитического процесса составило 140 минут.

Для идентификации продукта реакции и определения количественного содержания применяли аппаратно-программный комплекс на базе хроматографов Хроматек-Кристалл 5000.1 и 5000.2 (Колонки Agilent Technologies 19091F-413 HP-FFAP, 30 m x 0.32 mm, 0.25 Micron; Analytical Science 30 m x 0.32 mm ID-BPS, 0.5 μ m) (рис. 1).

Рисунок 1. Хроматограмма продуктов реакции фотокаталитического окисления EtOH под действием комплекса $Co^{III}-Fe$

Закключение. Основным продуктом реакции каталитического окисления этанола под действием комплекса coum-Fe является сложный эфир - этилацетат. Условно данный процесс можно обозначить как фотоэтерификация спирта под действием кумаринового комплекса coum-Fe . Выход целевого продукта составляет 87%. В отличие от ранее указанной реакции с участием в качестве катализатора только чистого трихлорида железа (продукты реакции фотоокисления - 1,1-диэтоксиэтан и ацетальдегид), данный пример катализа является селективным. Вероятно, это связано со строением комплекса и влиянием стерических факторов (расположение и структура лиганда - кумариновых производных) на протекание процесса катализа.

Таким образом, общий вид каталитического фотоокисления этанола под действием комплекса coum-Fe можно представить схемой 1.

Образование этилацетата связано с окислением молекулы EtOH до уксусной кислоты под действием фотоактивированного комплекса coum-Fe^* за счет поглощения кванта УФ-излучения. Как указано в работе [5] окисление спиртов происходит в результате

радикальных процессов, источником которых является фотовозбужденный ион трехвалентного железа в составе комплексных соединений.

Схема 1. Каталитическое окисление этанола под действием комплекса К-Fe

Образовавшаяся уксусная кислота вероятно включается в координационное окружение комплекса coum-Fe и каталитически взаимодействует с не окисленной молекулой EtOH с избирательным образованием этилацетата, который легко покидает координационное окружение комплекса coum-Fe .

Состав комплекса и подробный механизм каталитической фотоэтерификации является предметом наших дальнейших исследований.

Список литературы:

1. Гейтс Б., Кетцир Дж., Шуйт Г. Химия каталитических процессов. – М.: Мир, 1981. – 376 с.
2. Карпюк А.Д., Колосова Н.Д., Терехова М.И., Петров Э.С., Белецкая И.П. Эффект малых добавок PPh_3 и SnCl_2 в реакции карбонилирования нонена1, катализируемой PdCl_2 // ДАН СССР, 1994. - №6. - С. 1402-1405.
3. Кузнецова Г.А. Природные кумарины и фурукумарины. -Л.: Наука, 1967. -247 с.
4. Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швеи В.Ф. Теория технологических процессов основного и нефтехимического синтеза. - М.: Химия, 1975. - 478 с.
5. Махмутов А.Р., Усманов С.М. Фотоокислительные превращения алифатических спиртов в системе $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}-\text{ROH}$ // Башкирский химический журнал, 2017. - № 1. - С. 18-22.
6. Никонов Г. К., Мануйлов Б. М. Основы современной фитотерапии. Изд-во Медицина, 2005. 520 с.
7. Стромнова Т.А., Моисеев И.И. Карбонильные комплексы железа // Успехи химии. - 1998. - Т.67, - №6. - С. 543-572.
8. Antropova I.G., Fenin A.A., Revina A.A. Radiation-chemical transformations of coumarins in organic solvents // High-energy chemistry. V. 41, 2007, P. 61-65.
9. Brindell M., Kulis E., Elmroth S.K.C. Lightinduced anticancer activity of $[\text{RuCl}_2(\text{DMSO})_4]$ complexes // J. Med. Chem. 2005. V.48.P.7298-7304.
10. Creaven B.S., Egan D.A., Kavanagh K., Mahon M. Synthesis and antimicrobial activity of copper (II) and silver (I) complexes of hydroxynitrocumarins // Polyhedron.2005.V.24.P.949-957.

СИНТЕЗ И ПЕСТИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ АМИНОЭФИРОВ НА ОСНОВЕ 4-МЕТОКСИФЕНИЛХЛОРАЦЕТАТА

Чориев Азимжон Уралович

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

Кlicheva Шахзода Байрамали қизи

студент, Каршинский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: shaxzoda@mail.ru

SYNTHESIS AND PESTICIDAL ACTIVITIES OF AMINOESTERS OF THE 4-METOXYPHENYLCHLORACETATE

Azimjon Choriev

Senior Lekturer of Karshi State university,
Uzbekistan, Karshi city

Shaxzoda Klicheva

Student of Karshi State university,
Uzbekistan, Karshi city

АННОТАЦИЯ

Изучены синтез и пестицидная активность aminoэфиров на основе 4-метоксифенилхлорацетата. Строение полученных веществ установлено методами ИК- и ПМР-спектроскопии.

ABSTRACT

A study of the synthesis and pesticidal activities of aminoesters of the 4-methoxyphenylchloroacetate. The structure of the obtained materials are installed by means of IR- and NMR-spectroscopy.

Ключевые слова: 4-метоксифенилхлорацетат, aminoэфиры, пестицидная активность, нуклеофильное замещение, диметилформамид, спектроскопия.

Keywords: 4-methoxyphenylchloroacetate, aminoesters, pesticidal activities, nucleophilic substitution, dimethylformamide, spectroscopy.

Соединения ряда метоксифенола, в частности кислород и аминопроизводные, привлекают внимание химиков не только своим своеобразным строением и доступностью, но и возможностью их практического использования. Основным сырьем для получения соединений фенолового ряда служит доминирующий компонент скипидара сосны (*Pinus silvestris* L.) - метоксифенол, на основе которого синтезирован широкий ряд соединений, обладающих различными видами биологической активности [5;8;9]. В продолжение работ [2-4] по синтезу функционально замещенных производных ряда фенола и изучению спектра их биологической активности мы осуществили синтез ранее не описанных пестицидная активных aminoэфиров 4-метоксифенилхлорацетата. 4-Метоксифенол (8) получали монометилированием гидрохинона по методике [10]. Далее взаимодействием 4-метоксифенола с хлорацетилхлоридом в растворе хлористого мети-

лена в присутствии пиридина при температуре кипения реакционной смеси с количественным выходом получили монохлорацетат 4-метоксифенола (2). Алкилирование первичного (циклогексилламин) и вторичных (диметиламин, диэтиламин, дибутиламин, морфолин и пиперидин) аминов монохлорацетатом (2) осуществляли в растворе диэтилового эфира. Поскольку атом хлора в галогениде 2 активирован карбонильной группой в α -положении, образование aminoэфиров 3-8 происходило с препаративными выходами. Как известно, выход продуктов в реакции алкилирования возрастает с повышением основности амина. В ряду диметил-, диэтил-, дибутиламинов основность аминогруппы растет, однако выход соединения 5 несколько ниже, что обусловлено пространственной затрудненностью дибутиламина. Лучшая доступность атома азота в пиперидине обеспечивала и более высокий выход aminoэфира 8. Из синтезированных aminoэфиров получили соответствующие гидрохлориды 9-14 и йодметилаты 15-19. Выход и

физико-химические константы синтезированных соединений приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Физико-химические константы соединений 2-19

Соединение	Выход, %	Т.кип.,(700-710 мм рт.ст.) Т. пл., °С	$[\alpha]^{20}_D$, градус	n^{20}_D	Брутто-формула
1	91,0	120 (4)	-19	1,4820	C ₉ H ₉ ClO ₃
2	87,6	105 (3)	-17,1	1,4735	C ₁₁ H ₁₅ NO ₃
3	84,3	119 (3)	-17,4	1,4720	C ₁₃ H ₁₉ NO ₃
4	73,7	157 (3)	-24,2	1,4672	C ₁₇ H ₂₇ NO ₃
5	84,9	159 (2)	-24,3	1,4780	C ₁₅ H ₂₀ NO ₃
6	86,9	150 (3)	-10,6	1,4880	C ₁₃ H ₁₇ NO ₄
7	87,2	145 (3)	-12,4	1,4870	C ₁₄ H ₁₉ NO ₃
8	86,8	213	-15	-	C ₁₁ H ₁₆ NO ₃ Cl
9	87,5	234	-1	-	C ₁₂ H ₁₉ NO ₃ Cl
10	88,4	275	-1	-	C ₁₇ H ₂₈ NO ₃ Cl
11	90,3	212	-1	-	C ₂₁ H ₃₃ NO ₂ Cl
12	76,0	181	+0,9	-	C ₁₃ H ₁₈ NO ₄ Cl
13	77,8	217	-15	-	C ₁₄ H ₂₀ NO ₃ Cl
14	73,9	200	-9,3	-	C ₁₂ H ₁₈ NO ₃ J
15	77,8	157	-10,7	-	C ₁₄ H ₂₂ NO ₃ J
16	73,9	138	-12,5	-	C ₁₈ H ₃₀ NO ₃ J
17	77,8	171	-9,4	-	C ₁₄ H ₂₀ NO ₄ J
18	80,0	190	-10,8	-	C ₁₅ H ₂₂ NO ₃ J

Таблица 2.

Антифидантная активность соединений 2-19 по отношению к жукам большого мучного хрущака

Соединение	Производные 4-Метоксифенола	Степень защиты, %	Соединение	Производные 4-Метоксифенола	Степень защиты, %
2	Монохлорацетат-	20	11	Гидрохлорид дибутиламиноацетата-	40
3	Диметиламиноацетат-	40	12	Гидрохлорид дициклогексиламиноацетата-	20
4	Диэтиламиноацетат-	80	13	Гидрохлорид N-морфолинаминоацетата-	40
5	Дибутиламиноацетат-	25	14	Гидрохлорид N-пиперидинаминоацетата-	85
6	Циклогексил-аминоацетат-	15	15	Йодметилат диметиламиноацетата-	35
7	N-морфолинаацетат-	35	16	Йодметилат диэтиламиноацетата-	83
8	N-пиперидинаацетат-	30	17	Йодметилат дибутиламиноацетата-	30
9	Гидрохлорид диметиламиноацетата-	45	18	Йодметилат N-морфолинаминоацетата-	30
10	Гидрохлорид диэтиламиноацетата-	40	19	Йодметилат N-пиперидинаминоацетата-	20

Строение полученных соединений 2-8 подтвердили данные элементного анализа, ИК- и ПМР-спектроскопии. В спектре ПМР соединения 2 характеристическим является сигнал протонов OCOCH_2Cl группы в виде дублета с интегральной интенсивностью 2H при 4.34 м.д. В спектрах аминокэфиров 3-8 сигнал протонов $\text{COCH}_2\text{NR}_1\text{R}_2$ группы проявлялся в виде дублета с интегральной интенсивностью 2H при 3.32 м.д. Сигналы протонов бензольного цикла и заместителей при атоме азота характерны для такого типа соединений [6].

В ИК-спектре соединения 2 присутствовала полоса поглощения карбонильной группы в области 1745 см^{-1} , полосы поглощения группы C-O-C в области 1260 см^{-1} . Колебания связи C-Cl проявились в области 830 см^{-1} . В ИК-спектрах соединений 3-19 отметили полосы поглощения в области $1750\text{--}1735 \text{ см}^{-1}$, обусловленные валентными колебаниями C=O связей. Валентные колебания группы C-O-C проявлялись в области $1260\text{--}1230 \text{ см}^{-1}$, группы $\text{R}_3\text{N-}$ при $1260\text{--}1275 \text{ см}^{-1}$. В соединениях 6,12 присутствовала полоса в области 3350 см^{-1} , характерная для валентных колебаний связи N-H.

Изучение антифидантной активности аминокэфиров 4-метоксифенола и их солей по отношению к жуку большого мучного хрущака *Tenebrio molitor* по методике [3] показало, что все испытанные соединения обладают антифидантной активностью в большей или меньшей степени. Результаты испытаний проведены в табл. 2.

Из исследованных соединений выраженной антифидантной активностью обладают аминокэфир 4, содержащий N-диэтиламиногруппу, и его йодметилат 16, а также гидрохлорид 14, степень защиты листа фасоли у которых выше 80%. Для активных веществ определяли концентрацию раствора ЗК_{50} , при которой степень защиты листа составляла 50%. Для веществ 4, 14, 16 она составила 0,24%, 0,18 и 0,15% соответственно. Для сравнения следует отметить, что для жуков большого мучного хрущака ЗК_{50} брестана – трифенилоловоацетата (эталон) составляет 0,1%. Таким образом, хотя активность изученных соединений ниже или равняется таковой эталона – брестана, однако метоксифенолы и их производные обладают меньшей токсичностью для теплокровных, чем оловосодержащий препарат, и меньше загрязняют окружающую среду из-за их более легкого биоразложения.

Изучение рострегулирующей активности соединений 2-19 проводили по методике [9] на культуре

клеток сахарной свеклы и водоросли хлореллы. Результаты испытаний показали, что соединения 2,5,8,9,15,16 обладают выраженным рострегулирующим действием в отношении хлореллы. Соединение 16 в тепличных условиях проявляет свойства ретарданта, а соединение 7 – ингибитора роста растений, что указывает на перспективность поиска в этом ряду соединений гербицидов – ингибиторов фотосинтеза.

Гербицидную активность соединений 2-19 изучали по методике [7] в тепличных условиях на таких биотестах, как овес, соя и горчица. Соединения 2,9,14,16,17,19 подавляли развитие биотестов на 20–80%. Гербицидная активность полученных соединений проявлялась только при применении их на вегетирующих растениях, что объясняется, вероятно, затрудненностью их проникновения через проростки, чем через вегетативные органы растений.

Соединения 2-19 испытывали в качестве ювеноидов по способу топикального нанесения испытуемых жидкостей на шестичасовых куколок большого мучного хрущака, но не выявили заметной активности.

Токсичность веществ 2-19 для личинок галловой нематоды, а лабораторном опыте *in vitro* при концентрации по действующему веществу 0,5–2% не превышала 40%.

Из проведенных данных о пестицидной активности аминокэфиров 4-метоксифенола видно, что диметиламинопроизводное 3 обладает средней активностью, а диэтилзамещенное производное аминокефира 4 проявляет высокую пестицидную активность, особенно его йодметилат 16. При дальнейшем увеличении молекулярного веса аминогруппы активность соединений понижалась. Исключение составляли только пиперидин производное 8 и его гидрохлорид 14. Полученные данные позволяют в дальнейшем вести направленный синтез биорациональных пестицидов в ряду фенолов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК-спектры исследуемых соединений регистрировали на спектрофотометре UR-20 в диапазоне частот $400\text{--}4000 \text{ см}^{-1}$, в тонком слое между пластинами KBr. Температуры плавления определяли на микронагревательном столике KOFER. ТСХ-анализ выполняли на пластинках Silufol, проявление – парами йода.

4-Метоксифенол (1) получили монометилированием по методике [10], полученный продукт (1) имел т. пл. $56\text{--}57^\circ\text{C}$.

Монохлорацетат 4-метоксифенола (2). К раствору 12,4 г (0,1 моль) 4-метоксифенола (1) в 50 мл

хлористого метилена и 7,9 мл пиридина при интенсивном перемешивании добавили по каплям раствор 11,3 (0,1 моль) хлорангидрида монохлоруксусной кислоты в 25 мл хлористого метилена. Реакция протекала с разогреванием до 40°C. Реакционную смесь кипятили в течение 2-5 ч при постоянном перемешивании. По окончании реакции смесь разбавляли 100 мл воды, отделяли органический слой, дважды промывали водой и пропускали через колонку с окисью алюминия. Элюент – хлористый метилен. После отгонки растворителя и перегонки в вакууме остатка получили 18,2 г (91%) 4-метоксифенилхлорацетата. ИК-спектр (ν , см⁻¹): 2960, 2875 (C-H), 1745 (C=O), 1475, 1420, 1370, 1320, 1260 (C-O-C), 1190, 1155, 1006, 980, 830 (C-Cl).

Аминоацетаты 4-метоксифенола 3-8 (общая методика). Эквимолекулярные количества монохлорацетата 4-метоксифенола (2) и соответствующего амина (диметил-, диэтил-, дибутил-, циклогексил-, морфолина и пиперидина) кипятили в диэтиловом эфире в течение 2-5 ч. К реакционной массе добавляли 5% раствор КОН и продукт реакции

экстрагировали эфиром. Эфирные вытяжки промывали водой, сушили прокаленным хлористым кальцием; после отгонки эфира остаток перегоняли в вакууме.

Гидрохлориды аминокислот 4-метоксифенола 9-14 (общая методика). Через эфирный раствор аминокислоты 3-8 пропускали сухой хлористый водород. Выпавший осадок отделяли фильтрованием, промывали на фильтре растворителем, сушили на воздухе, при необходимости перекристаллизовывали из метилена хлористого.

Йодметилаты аминокислот 4-метоксифенола 15-19 (общая методика). Раствор аминокислоты 4-метоксифенола (3-8) в бензоле и 1,5-кратный избыток метила йодистого нагревали на кипящей водяной бане 5-6 ч и оставляли на ночь. Выделившийся осадок соответствующего йодметилата аминокислоты (3-8) отфильтровывали на фильтре Шотта, промывали небольшим количеством бензола, отжимали, сушили на воздухе или в сушильном шкафу при 40-50 °C. Состав и строение полученных соединений подтверждают данные элементного анализа, ИК- и ПМР-спектроскопии.

Список литературы:

1. Бардышев И.И., Козлов Н.Г., Изв. АН БССР, сер. хим. наук, - Минск, 1984. -№ 2. – С. 89.
2. Бардышев И.И., Козлов Н.Г., Изв. АН БССР, сер. хим. наук, - Минск, 1986. -№ 1. – С. 79.
3. Бардышев И.И., Перегуда Т.А., Козлов Н.Г., Козлов Н.Г., Каличиц Г.В., Изв. АН БССР, сер. хим. наук, - Минск, 1984. -№ 1. – С. 69.
4. Каличиц Г.В., Козлов Н.Г., Изв. АН БССР, сер. хим. наук, - Минск, 1982. -№ 1. – С. 104.
5. Каличиц Г.В., Козлов Н.Г., Химия природных соединений, - Ташкент, 2008. -№ 4. – С. 359.
6. Ковальская С.С., Козлов Н.Г., Журн. Общ. Химии, - Санкт-Петербург, 1996. – 66, № 2. – С. 314.
7. Козлов Н.Г., Каличиц Г.В., Изв. АН БССР, сер. хим. наук, - Минск, 1987. -№ 1. – С. 63.
8. Поплавская И.А., Дембицкий А.Д., Горяев М.И., Журн. Общ. Химии, - Санкт-Петербург, 1967. -№ 37. – С. 805.
9. Mais D., Knapp D., Tetrahedron Lett., - London, 1984. 25, -№ 38. – С. 4207.
10. Zweifelf G., Brown H.C., J. Am. Chem. Soc., - New York, 1964. -№ 86. – P. 119.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ИОН-МОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В НАНОСТРУКТУРИРОВАННОМ ЦЕОЛИТЕ NaA

Рахматкариев Гайрат Убайдуллаевич

д-р хим. наук, профессор, заведующий лабораторией «Элементного анализа»
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: rakhfi@yandex.com

Рахматкариева Фируза Гайратовна

канд. хим. наук, старший научный сотрудник, лаборатории «Металлургические процессы и материалы»,
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: rakhfi@yandex.com

ION-MOLECULAR COMPLEXES IN NANOSTRUCTURED ZEOLITE NaA

Gairat Rakhmatkariev

Prof. Head of laboratory of elemental analyses
Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science,
77-a, Mirzo Ulugbek str., 100170, Tashkent

Firuz Rakhmatkarieva

PhD, senior researcher, «metallurgical processes and materials» laboratory
Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbek Academy Science,
77-a, Mirzo Ulugbek str., 100170, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Диоксид углерода является стратегическим газом во многих промышленных процессах. Чрезмерная эмиссия диоксида углерода в атмосферу приводит к глобальному парниковому эффекту. Решение этой проблемы возможно и экономически выгодно, если применить адсорбционную технику. Наиболее подходящими для очистки природного газа от диоксида углерода являются цеолиты типа А. Целью исследования было установить стехиометрическую зависимость между прецизионными калориметрическими данными дифференциальных теплот адсорбции пробной молекулы диоксида углерода на энергетически однородных (катионы) центрах, расположенных на однотипных кристаллографических позициях цеолита NaA и числом адсорбированных на этих центрах молекул диоксида углерода. При насыщении цеолит NaA вмещает 7 молекул диоксида углерода на элементарную ячейку. Все они располагаются в α -полостях. β -полости в адсорбционном процессе не участвуют.

ABSTRACT

Carbon dioxide is a strategic gas in many industrial processes. Excessive emission of carbon dioxide into the atmosphere leads to a global greenhouse effect. Adsorption technique is the solution to this problem. Zeolites A are the most suitable for the purification of natural gas from carbon dioxide. The goal of the work was to set a stoichiometric dependence between precise calorimetric data of differential heats of adsorption of trial molecule of carbon dioxide on the energetically homogeneous (cations) centers located on the same type crystallographic positions of zeolite A and number of adsorbed carbon dioxide molecules. Zeolite NaA adsorb 7 molecules of carbon dioxide per unit cell. All of them are located in α -cavities. β -cavities are not involved in the adsorption process.

Ключевые слова: цеолит NaA, диоксид углерода, ион-молекулярные комплексы, изотерма, дифференциальные теплоты и энтропия адсорбции.

Keywords: zeolite NaA, carbon dioxide, ion-molecular complexes, isotherms, differential heats and entropies of adsorption.

Очистка природного газа от диоксида углерода чрезвычайно важна для газоперерабатывающей отрасли Узбекистана. Наиболее подходящими для этой

цели являются цеолиты типа А. Ранее было установлено, что нанопористые цеолиты, такие как NaA и

СаА [4] подходят для систем с колеблющимся давлением [5]. Внерешеточные катионы цеолитов обеспечивают сильное электростатическое взаимодействие с диоксидом углерода [6]. В [7] были рассмотрены закономерности адсорбции воды в цеолите NaA. Было установлено, что заметное количество воды адсорбируется в β -полостях. Молекула диоксида углерода несколько больше молекулы воды и поэтому при комнатной температуре она не в состоянии проникнуть в β -полости через шестичленные кислородные окна диаметром 2,6 Å и сформировать там ион-молекулярные кластеры с катионами натрия. Однако, сами катионы могут мигрировать из β -полостей в α -полости под влиянием адсорбирующихся молекул. Так, например, было в случае адсорбции диоксида углерода в цеолите BaY, содержащем двухвалентный катион бария [8].

Целью исследования было установить стехиометрическую зависимость между прецизионными калориметрическими данными дифференциальных теплот адсорбции пробной молекулы диоксида углерода на энергетически однородных (катионы) центрах, расположенных на однотипных кристаллографических позициях цеолита NaA и числом адсорбированных на этих центрах молекул диоксида углерода.

Результаты и их обсуждение

Рисунок 1. Изотерма адсорбции CO_2 в цеолите NaA при 303K.

Δ – экспериментальные данные; $\blacktriangle$ – рассчитанные с помощью ТОЗМ

На рисунке 1 изображена изотерма адсорбции (N) диоксида углерода в NaA при 303K в координатах $N - f(p/p^0)$ (p^0 – давление CO_2 , при 303K $p^0 = 54806$ торр), адсорбированное количество выражено в единицах CO_2 на псевдоэлементарную ячейку (эя). Изотерма адсорбции воды в NaA вначале слегка вогнутая до $N \sim 2 \text{ CO}_2/\text{эя.}$, затем прямолинейно растет до $\sim 5 \text{ CO}_2/\text{эя.}$, после чего изгибается в сторону оси ординат и линейно растет. Изотерма адсорбции CO_2 в NaA

удовлетворительно описывается двухчленным уравнением теории объемного заполнения микропор (ТОЗМ):

$$N = 6,634 \exp[(A/25,17)^5] + 0,550 \exp[(A/24,57)^3],$$

где N – адсорбция в микропорах, (CO_2)/эя., $A = RT \ln(P^0/P)$ – работа переноса 1 ммоль пара с поверхности (давление P^0) в равновесную газовую фазу (давление P), кДж/моль.

Рисунок 2. Дифференциальные теплоты адсорбции CO_2 в цеолите NaA при 303K.

Горизонтальная пунктирная линия – теплота конденсации вода при 303K

На рисунке 2 представлены дифференциальные теплоты адсорбции (Q_d) CO_2 в NaA при 303K. Прерывистая линия – теплота конденсации диоксида углерода при 303K ($\Delta H_v = 27$ кДж/моль). Для NaA Q_d начинается с ~ 82 кДж/моль и уменьшается до $57,4$ кДж/моль при $0,4 \text{ CO}_2/\text{эя.}$ Далее Q_d образует ступеньку, снижаясь от $57,4$ до $52,91$ кДж/моль при $1 \text{ CO}_2/\text{эя.}$ Дальнейшая адсорбция сопровождается образованием еще одной ступеньки (волны) протяженностью $1,0 \text{ CO}_2/\text{эя.}$ в интервале N от $1,0$ до $2,0 \text{ CO}_2/\text{эя.}$ с Q_d меняющейся от $52,91$ до $52,78$ кДж/моль. Далее следует протяженная ступенька, простирающаяся с $2,0$ до $5,0 \text{ CO}_2/\text{эя.}$, за которой следует еще одна ступенька протяженностью $1,0$ ммоль/г (с $5,0$ до $6,0 \text{ CO}_2/\text{эя.}$). Завершается процесс прохождением кривой через 2 максимума протяженностью $1,0 \text{ CO}_2/\text{эя.}$ Всего цеолит NaA вмещает $7 \text{ CO}_2/\text{эя.}$ Ступенчатый характер кривой теплоты адсорбции рассматривается в связи со стехиометрическим взаимодействием молекул CO_2 с координационно-ненасыщенными катионами Na^+ в различных энергетически однородных центрах полостей цеолитов NaA. Для количественного описания процесса адсорбции калориметрические данные были условно разбиты на пять секций в соответствии со ступеньками на кривой Q_d : 1-ая – от 0 до $1 \text{ CO}_2/\text{эя.}$ ($1 \text{ CO}_2/\text{эя.}$), 2-ая – от 1 до $2 \text{ CO}_2/\text{эя.}$ ($1 \text{ CO}_2/\text{эя.}$), 3-ья – от 2 до $5 \text{ CO}_2/\text{эя.}$ ($3 \text{ CO}_2/\text{эя.}$), 4-ая – от 5 до $6 \text{ CO}_2/\text{эя.}$ ($1 \text{ H}_2\text{O}/\text{эя.}$) и, наконец, 5-ая – от 6 до $7 \text{ CO}_2/\text{эя.}$ ($1 \text{ H}_2\text{O}/\text{эя.}$).

Интерпретация результатов является моделью молекулярной картины. В начальной области адсорбции мы наблюдаем две секции протяженностью по 1 $\text{CO}_2/\text{э.я.}$ каждая. Очевидно, что для квадрупольной молекулы CO_2 центры S_{III} и S_{II} благодаря ион-дипольному взаимодействию с катионами Na^+ являются более благоприятными, чем S_1 , потому что степень координационной ненасыщенности (к.н.) катионов H^+ и Na^+ в S_{III} и Na^+ в S_{II} значительно превосходит степень к.н. катионов в S_1 , в которой они находятся в окружении шести сильно экранирующих катион атомов кислорода. Помимо этого, энергия адсорбции CO_2 с катионами натрия в цеолите NaX и NaY в аналогичной позиции равна 36 кДж/моль [9], в то время как кривая Q_d (рис.2) в основной области заполнения расположена значительно выше. К тому же, в этой позиции натрий несколько выдвинут в сторону β -полости, как показали исследования адсорбции воды на NaA [7]. Следовательно, катионы S_1 мы должны исключить, как основные центры адсорбции.

Но мы не можем исключить их в качестве дополнительных центров адсорбции. Поэтому образование высокоэнергетических комплексов следует связать с катионами в позициях S_{III} и S_{II} . Поскольку катионы в позиции S_{III} на 1,7Å отходят от стенки адсорбента и являются наиболее доступными к адсорбирующим молекулам, то, по-видимому, они должны быть энергетически предпочтительны по сравнению с катионами S_{II} в восьмичленных кислородных окнах. И, действительно, первые две секции коррелируют с числом катионов в позиции S_{III} , следовательно, появление их связано с адсорбцией CO_2 на них и образованием высокоэнергетических комплексов. Как и в случае с водой сильно завышенные теплоты при самых малых заполнениях мы относим к адсорбции CO_2 на протонах (H^+), далее адсорбция идет на катионах Na^+ . Но в отличие от воды диоксид углерода является квадрупольной молекулой со слабыми, по сравнению с водой, зарядами на концах. К тому же расстояние между катионами в S_{III} и S_1 , а также между S_{II} и S_1 примерно соответствует размеру молекулы диоксида углерода. И если учесть, что катионы в позициях S_{III} и S_{II} обладают высокой подвижностью, то наиболее вероятной конфигурацией является конфигурация, когда диоксид углерода образует бидентантный комплекс, по концам которого протон или натрий в позициях S_{III} и натрий в позиции S_1 . (H^+ или Na) $_{\text{III}}\text{O}=\text{C}=\text{ONa}_1$).

Во второй секции число молекул CO_2 , адсорбированных на катионах S_{III} , удваивается (CO_2) $_2/\text{H}^+$ и (CO_2) $_2/\text{Na}^+$. Третья секция точно соответствует числу катионов в позиции S_{II} – 3. Диоксид углерода образует три (CO_2) $_3/\text{Na}^+$ комплекса с катионами S_{II} в суперполости, каждый из которых противоположным концом также замыкается на катионе S_1 ($\text{Na}_{\text{II}}\text{O}=\text{C}=\text{ONa}_1$).

Четвертая секция протяженностью в одну молекулу (CO_2)/э.я. соответствует присоединению третьей молекулы диоксида углерода к двойному комплексу с образованием (CO_2) $_3/\text{H}^+$ и (CO_2) $_3/\text{Na}^+$ комплексов, ориентированных противоположным

концом к Na^+ в S_1 . И наконец, пятая секция протяженностью в одну молекулу на э.я. характеризуется прохождением кривой через два высоких максимума.

Присоединение четвертой молекулы CO_2 к катиону натрия в S_{III} , невозможно из-за стерических соображений. Поэтому появление максимумов мы объясняем переориентацией молекул CO_2 для завершения формирования полидентантного кластера, в центре которого катион H^+ (первый максимум) и Na^+ (второй максимум) из позиции S_{III} , тетраэдрически окруженный четырьмя молекулами диоксида углерода, каждый из которых противоположным концом примыкает к натрию в позиции S_1 . Учитывая, что расстояние между противоположными катионами в позиции S_1 α -полости и размер кластера, а также энергетический выигрыш от бидентантного взаимодействия, можно утверждать, что такой кластер может располагаться только в центре суперполости цеолита NaA.

Присутствие протонов показано многочисленными экспериментами. Проведенное нами атомно-адсорбционное определение натрия также показало дефицит его в исследованном нами образце NaA [8]. И очень важный вывод, который вытекает из теплот адсорбции воды и диоксида углерода, заключается в том, что нам удалось локализовать первоначальную позицию протонов в структуре NaA. Протоны располагаются в позиции S_{III} и концентрация их - 0,4 H^+ на элементарную ячейку или 40% от катионов S_{III} , или 3,3% от всех катионов, локализованных в NaA.

Таким образом, при насыщении цеолита NaA диоксидом углерода из 12 катионов натрия на э.я. 11 задействованы в адсорбционном взаимодействии, только один катион в позиции S_1 не участвует в адсорбционном процессе. Это объясняется отсутствием катиона-партнера, а для монодентантного взаимодействия нет возможности, так как относительно крупная молекула диоксида углерода не в состоянии подойти близко к катиону, сильно экранированному кислородными атомами, чтобы образовать достаточно прочную связь, хотя пространства вокруг этого центра достаточно для размещения этого комплекса.

На рисунке 3 представлена мольная дифференциальная энтропия адсорбции (ΔS_d) диоксида углерода в цеолите NaA. За нуль принята энтропия жидкого диоксида углерода. В целом, кривая ΔS_d расположена выше энтропии жидкого диоксида углерода за исключением небольшого участка в конце кривой. В соответствии с формой кривой дифференциальных теплот адсорбции энтропия адсорбции диоксида углерода в NaA в начальной области быстро растет до 31,5 Дж/моль*К, затем проходит через максимум и минимум в двух первых секциях, в третьей секции почти линейно снижается. При завершении процесса адсорбции энтропия резко снижается, пересекая нулевую линию и доходит до – 22 Дж/моль*К и также резко растет в положительную область. Глубокий минимум на завершающей стадии указывает на сильную локализацию четырехмерного кластера из четырех адсорбированных молекул диоксида углерода и пяти катионов Na^+ по концам молекул CO_2 . Сред-

немольная интегральная энтропия адсорбции диоксида углерода в цеолите NaA равна 19 Дж/моль*К, откуда следует, что подвижность адсорбированных

молекул CO₂ заметно выше, чем у молекул диоксида углерода в жидкости.

Рисунок 3. Дифференциальные энтропии адсорбции CO₂ в цеолите NaA при 303К.
 Горизонтальная штриховая линия – среднемольная интегральная энтропия

Рисунок 4. Время установления адсорбционного равновесия в зависимости от величины адсорбции CO₂ в цеолите NaA при 303К

На рисунке 4 представлена кривая зависимости времени установления адсорбционного равновесия (τ) от адсорбции диоксида углерода в NaA. В первой секции кривая резко падает, начиная от 4 ч. 15 мин. до 30 мин., проходит минимум, затем поднимается во второй секции и проходит ряд максимумов в процессе адсорбции, при этом время меняется в интервале от 1 часа до 1 часа 40 минут, а при завершении падает до 30 минут. Волнообразный характер кривой

зависимости установления адсорбционного равновесия τ обусловлен смещением катионов со своих равновесных позиций для формирования полноценной связи с диоксидом углерода. Смещение катионов с равновесных позиций вызывает перераспределение зарядов. Для формирования первого комплекса нет необходимости смещать катион. Однако, дальнейшая адсорбция требует корректировки позиции катиона. На кривой τ каждое смещение катиона сопровождается прохождением её через максимум.

Список литературы:

1. Siriwardane R. V., Shen M. S., Fisher E. P., Poston J. A. Adsorption of CO₂ on Molecular Sieves and Activated Carbon // Energy Fuels. 2001, 15. – P. 279-284.
2. Goj A., Sholl D. S., Akten E. D., Kohen D. Atomistic Simulations of CO₂ and N₂ Adsorption in Silica Zeolites: The Impact of Pore Size and Shape // J. Phys. Chem. B. 2002, 106. –P. 8367-8375.
3. Maurin G., Lewellyn P. L., Poyet Th., Kuchta B. Charge Transport in Self-Organized π -Stacks of p-Phenylene Vinylene Oligomers // J. Phys. Chem. B. 2005, 109. – P. 18267–18274
4. Ruthven D. M., Shamasuzzaman F., Knaebel K. S. Pressure Swing Adsorption. - VCH Publishers: New York, 1994.
5. Harlick P. J. E., Handan Tezel F. An experimental adsorbent screening study for CO₂ removal from N₂ // Microporous Mesoporous Mater. 2004, 76. – P. 71-79.
6. Rakhmatkarieva F.G., Rakhmatkariev G. U., Guro V. Microcalorimetric study of carbon dioxide adsorption in BaY zeolite // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, (Vienna, Austria). 2015, №11-12. - P. 77-81.
7. Mentzen, B.F., Rakhmatkariev G. U. Host/Guest interactions in zeolitic nanostructured MFI type materials: Complementarity of X-ray Powder Diffraction, NMR spectroscopy, Adsorption calorimetry and Computer Simulations // Узбекский химический журнал. -2007.-№6. - P. 10-31.
8. Ляпин С.Б., Рахматкариева Ф.Г., Рахматкариев Г.У. Атомно-адсорбционное определение содержания ионообменных катионов в цеолитах // Химический журнал Казахстана, (Казахстан). 2015, №3. - С.304-310.
9. Эргашев О.К. Дифференциальные теплоты адсорбции CO₂ в цеолите NaX// Узбекский химический журнал. 2010, №3. – С.14-17.

ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

СИНТЕЗ МОНО- И ДИЗАМЕЩЕННЫХ МЕТА-ФЕРРОЦЕНИЛБЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДАМИ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ, МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ И ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ

Абдуллоев Обиджон Шахабидинович

*преподаватель кафедры химии Андижанского государственного университета им. З.М. Бабура,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: obidjon1987@mail.ru*

Аскарров Ибрагим Рахмонович

*д-р хим. наук, профессор кафедры химии Андижанского государственного университета им. З.М. Бабура,
Республика Узбекистан, г. Андижан*

Абдуллоев Шахобидин Хасанбоевич

*канд. хим. наук, профессор кафедры химии Андижанского государственного университета им. З.М. Бабура,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: abshax@mail.ru*

Муминжонов Миржалол Мукимжон угли

*магистрант кафедры химии Андижанского государственного университета им. З.М. Бабура,
Республика Узбекистан, г. Андижан*

SYNTHESIS OF MONO- AND DI-SUBSTITUTED META-FERROCENYL BENZOIC ACIDS AND THEIR INVESTIGATION BY IR SPECTROSCOPY, MASS SPECTROMETRY AND POTENTIOMETRIC TITRATION METHODS

Obidjon Abdulloev

*Teacher of the Department of Chemistry, Andijan State University
Republic of Uzbekistan, Andijan*

Ibrahim Askarov

*Dr. Chem. Sci., Professor of the Department of Chemistry, Andijan State University
Republic of Uzbekistan, Andijan*

Shakhobidin Abdulloev

*PhD in Chem., Assistant Professor of the Department of Chemistry, Andijan State University
Republic of Uzbekistan, Andijan*

Mirzhalol Muminjonov

*Master student of the Department of Chemistry, Andijan State University
Republic of Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

Путем замены диэтилового эфира на хлороформ и подбора оптимальных временно-температурных режимов в реакции диазотирования ферrocена с аминокислотой достигнуто повышение выхода моно- и дизамещенных мета-ферrocенилбензойных кислот до 28 и 12% соответственно. Состав выделенных в твердом состоянии соединений определен методами атомно-абсорбционной спектрофотометрии и потенциометрического титрования. Установлено, что в масс-спектрах синтезированных соединений наиболее интенсивные линии обнаруживаются для молекулярных ионов и осколков, образующихся при отщеплении от молекул протонов, –ОН и цикlopentadiенильных групп, а также остатка бензойной кислоты. Анализ ИК-спектров исследуемых

соединений с применением квантово-химического расчета на основании метода DFT/B3LYP показал, что дизамещенное производное имеет гетероаннулярное 1,1'-замещенное строение.

ABSTRACT

By replacing diethyl ether with chloroform and selecting optimal time-temperature regimes in the diazotization reaction of ferrocene with aminobenzoic acid, the yield of mono- and di- substituted meta-ferrocenylbenzoic acids was increased to 28 and 12%, respectively. The composition of the compounds separated in the solid state was determined by atomic absorption spectrophotometry and potentiometric titration. It was found that in the mass spectra of the synthesized compounds, the most intense lines are found for molecular ions and fragments formed during the cleavage of protons, –OH and cyclopentadienyl groups, as well as the benzoic acid residue. Analysis of the IR spectra of the compounds under study using quantum chemical calculations based on the DFT / B3LYP method showed that disubstituted derivative has a heteroannular 1,1'-substituted structure.

Ключевые слова: ферроцен, 1,1'-бис(3-карбоксифенил)ферроцен, диазотирование, хлороформ, атомно абсорбционная спектрофотометрия, потенциметрическое титрование, ИК-спектроскопия, кванто-химический расчет.

Keywords: ferrocene, 1,1'-bis(3-carboxyphenyl)ferrocene, diazotization, chloroform, atomic absorption spectrophotometry, potentiometric titration, IR spectroscopy, quantum chemical calculation.

Среди соединений железа ферроцен $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ и его производные занимают особое место, что в теоретическом плане обусловлено образованием металлоорганической, сэндвичевой, небензоидно-ароматической π -комплексной системы с уникальной термодинамической устойчивостью и кинетической лабильностью. В практическом отношении соединения данного класса оказались весьма перспективными в качестве физиологически активных веществ, биостимуляторов, лекарственных препаратов, антидетонаторов и т. д. [2; 6].

С целью повышения выхода продукта **2** нами предпринята попытка заменить растворитель реакционной среды на другие, сравнительно высококипящие органические вещества и изменить временно-температурные режимы синтеза.

Эксперименты с использованием хлороформа, диэтилового эфира, ацетона, уксуснометилового эфира показали, что заметное повышение выхода ферроценилдибензойной кислоты наблюдается при применении первого растворителя.

Синтез моно- и дизамещенных мета-ферроценилбензойных кислот. В трехгорловую колбу, снабженную термометром, мешалкой и капельной воронкой, внесли 0,685 г (5 ммоль) м-аминобензойной кислоты, 2 мл концентрированной соляной кислоты, 50 мл воды и поместили в ледяную баню. Поддерживая температуру реакционной среды $-3 \pm 2^\circ\text{C}$, при перемешивании через капельную воронку по каплям добавили раствор 0,345 г (5 ммоль) нитрита натрия в 25 мл воды. Затем в реакционную смесь добавили 0,3 г $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 0,1 г мочевины и, поддерживая температуру ниже 0°C , продолжали перемешивание в течение 30 минут.

В настоящей работе приведены результаты исследований по синтезу и изучению состава, некоторых физико-химических свойств и строения моно- и дизамещенных производных ферроцена с мета-аминобензойной кислотой.

Известно [6; 8], что при диазотировании ферроцена с аминобензойной кислотой в присутствии нитрита натрия и соляной кислоты в среде диэтилового эфира в основном образуется монозамещенная ферроценилбензойная кислота. Дизамещенное производное образуется в малых количествах:

После этого, поменяв капельную воронку на холодильник, а ледяную баню – на водяную, внесли в колбу раствор 0,930 г (5 ммоль) ферроцена в 50 мл хлороформа. Полученную реакционную смесь перемешивали в течение 3,5 часа при температуре $35-40^\circ\text{C}$. По окончании реакции полученную смесь перенесли в делительную воронку и отделили хлороформную часть (I) от водной части (II).

Хлороформную часть (I) промыли водой и экстрагировали 5%-ным водным раствором NaOH. Значение pH водного экстракта довели до 4 с помощью 2%-ного раствора соляной кислоты. Выпавший красно-бурый осадок отфильтровали, промыли холодной водой, высушили на воздухе и перекристаллировали из гептана. Масса продукта (**1**) составила 0,423 г. Выход – 28%. Найдено: Fe 18,02%, вычислено для $\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{O}_2\text{Fe}$: Fe 18,30%.

Бурый осадок на дне водной части (II) полностью экстрагировали хлороформом. Хлороформный раствор экстрагировали 5%-ным водным раствором NaOH. При подкислении щелочного раствора 2%-ным HCl до pH=2 образовался бурый осадок, который отфильтровали, промыли холодной водой,

высушили на воздухе и перекристаллировали из хлороформа. Масса продукта (**2**) составила 0,253 г. Выход – 12%. Найдено: Fe 12,97%, вычислено для $C_{24}H_{18}O_4Fe$: Fe 13,14%.

Определение содержания железа в синтезированных веществах осуществляли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на спектрофотометре TRACE AURORA A1200 при

длине волны излучения 372 нм в графитовом кювете под аргонной атмосферой в трехстадийном температурном режиме: сушка (120°C), обжиг (700°C), атомизация (2300°C). В качестве стандарта использовали подкисленный соляной кислотой раствор $K_3[Fe(CN)_6]$, концентрацией 25 мкг/дм³. Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты определения содержания железа в синтезированных моно- (**1**) и дизамещенных (**2**) ферроценилбензойных кислотах

Вещество	Концен-трация раствора, мкг/дм ³	Интенсивность абсорбции, %	Найден-ная концен-трация железа, мкг/дм ³	Массовая доля железа, %		Относи-тельная ошибка, %
				Найдено	Вычис-лено	
$C_{17}H_{14}O_2Fe$ (1)	110,3	0,456	19,88	18,02	18,30	1,53
$C_{24}H_{18}O_4Fe$ (2)	167,6	0,462	21,74	12,97	13,14	1,29

Определение молярной массы эквивалента выделенных в твердом виде веществ осуществляли методом потенциометрического титрования на автоматическом титраторе Mettler Toledo Easy pH. Растворы известной концентрации моно- (**1**) и дизамещенных (**2**) ферроценилбензойных кислот отитровывали растворами гидроксидов лития,

натрия и калия в метаноле, концентрации которых предварительно определены 0,200 Н стандартным раствором соляной кислоты. В таблице 2 приведены средние значения результатов титриметрического определения молярной массы эквивалента исследуемых соединений. Относительная ошибка титрования не превышает 1,3%.

Таблица 2.

Результаты определения молярной массы эквивалента соединений **1** и **2** методом потенциометрического титрования

Вещество	Молярная масса эквивалента, г/экв				Эквивалентная точка, pH
	Найдено			Вычислено	
	LiOH	NaOH	KOH		
C ₁₇ H ₁₄ O ₂ Fe (1)	305,98	305,74	306,06	306,112	9,7
C ₂₄ H ₁₈ O ₄ Fe (2)	213.65	213.54	213.94	213.112	5.45: 10.5

Измерение масс-спектров исследуемых соединений проводили на времяпролетном спектрометре фирмы Perkin Elmer марки AxION 2 TOF MS. На рис. 1 (a, b) представлены отнесенные нами значения m/z , обнаруженные в масс-спектрах соединений **1** и **2** к возможным фрагментам их молекул, образующихся при масс-спектрометрическом эксперименте. В скобках приведена величина относительной интенсивности наблюдаемого пика в процентах.

Как видно из рис. 1, для обоих синтезированных соединений наиболее интенсивные пики в их масс-

спектрах соответствуют молекулярным ионам и депротонизированным по карбоксильной группе фрагментам. В масс-спектрах **1** и **2** отчетливо обнаруживаются пики, соответствующие протонизированным ионам и фрагментам, которые образуются при отщеплении от изучаемых молекул –ОН и циклопентадиенильных групп, а также остатка бензойной кислоты. Все это достаточно убедительно доказывает предполагаемый состав и строение полученных нами соединений **1** и **2**.

a

Рисунок 1. Предполагаемая схема фрагментации молекул $C_5H_5FeC_5H_4C_6H_4COOH$ (a) и $HOOC C_6H_5C_5H_4FeC_5H_4C_6H_4COOH$ (b) с соответствующими им значениями m/z и интенсивности пиков, построенная на основе измеренного масс-спектра соединения 1 и 2

ИК-спектры синтезированных соединений в диапазоне $650\text{--}4000\text{ см}^{-1}$ измерены на спектрофотометре *Agilent* в KBr. С целью детальной интерпретации измеренных спектров осуществлен квантово-химический расчет оптимальной молекулярной

структуры и ИК-спектра для соединения **1** и различных возможных изомеров соединения **2**. На рис. 2 показаны рассчитанные оптимальные структуры исследуемых соединений с использованием базиса 3-21G метода DFT/B3LYP программного пакета Gaussian [1].

Рисунок 2. Оптимизированные строения молекул 1 и возможные изомеры соединения 2

В таблице 3 приведены положения максимумов полос поглощений в измеренных и теоретически рассчитанных ИК-спектрах соединений **1** и **2**, а также их отнесения.

Сопоставительный анализ данных измеренных и теоретически рассчитанных ИК-спектров соединения **1** показывает, что сильноинтенсивные полосы

в области 748 см^{-1} , 782 см^{-1} и слабоинтенсивный пик при 1012 см^{-1} соответствуют внеплоскостным вращательным колебаниям С-Н-связей (ρ_{CH}) бензольного кольца, а пики слабой интенсивности при 1460 см^{-1} и 1533 см^{-1} относятся к плоскостным колебаниям этих связей (β_{CH}), что хорошо согласуется с литературными данными [3; 4; 7].

Таблица 3.

Положения максимумов полос поглощений в измеренных и теоретически рассчитанных ИК-спектрах соединений 1 и 2, а также их отнесения

Колебание	Соединение 1		Соединение 2			Измерен- ный
	Рассчитан- ный	Измерен- ный	Рассчитанный			
			2а	2б	2в	
δ_{CO_2}	661	660	660 ^{1*} , 661 ²	660 ¹ , 661 ²	665 ¹ , 673 ²	665, 669
$\delta_{\text{CCC (s) (Ar)}}$	701	682	696 ¹ , 708 ²	697 ¹ , 706 ²	702 ¹ , 705 ²	702
$\rho_{\text{CH (s) (Ar)}}$	731, 764	748, 782	731 ¹ , 735 ² , 763 ¹ , 765 ²	728 ¹ , 731 ² , 761 ¹ , 764 ²	714 ¹ , 724 ² , 759 ¹ , 766 ²	757, 774
$\rho_{\text{CH (s) (Cr)}}$	802, 822	800, 820	801, 805, 813, 827	801, 813, 815, 822	794, 808, 851 ¹ , 859 ²	802, 817, 851
δ_{CCC} (незамещенный Cr)	890	887	879	883	-	-
δ_{CCC} (замещенный Cr)	929	920	895	934	927 ¹ , 932 ²	922
$\rho_{\text{CH (s) (Ar)}}$	994	1012	983 ¹ , 993 ²	989 ¹ , 994 ²	980	1002
$\beta_{\text{CH (s)}}$ (незамещенный Cr)	1021	1020	1023	1022	-	-
$\delta_{\text{CCC (as) (Ar)}}$	1030	1035	1032 ¹ , 1037 ²	1031 ¹ , 1034 ²	1030 ¹ , 1031 ²	1032
$\beta_{\text{CH (as)}}$ (замещенный Cr)	1057	1055	1056	1054	1059 ¹ , 1064 ²	1046
$\nu_{\text{CC (s)}}$ (замещенный Cr)	1105	1104	1098	1099	1106 ¹ , 1107 ²	1102
$\nu_{\text{CC (s)}}$ (незамещенный Cr)	1119	1125	1119	1120	-	-
$\beta_{\text{CH (s)}}$ (замещенный Cr)	1244	1238	1232 ¹ , 1237 ²	1230	1245 ¹ , 1249 ²	1245, 1263
δ_{CON}	1259	1280	1205 ¹ , 1209 ²	1200 ¹ , 1209 ²	1203	1175
$\beta_{\text{CH (s)}}$ (замещенный Cr)	1413	1415	1402	1413	1413 ¹ , 1415 ²	1385, 1405

$\beta_{CH} (as) (Ar)$	1461, 1542	1460, 1533	1451 ¹ , 1476 ² , 1538 ¹ , 1541 ²	1463, 1540 ¹ , 1542 ²	1462 ¹ , 1464 ² , 1539 ¹ , 1547 ²	1478, 1521
$\nu_{CC} (s) (Ar)$	1609	1605	1610 ¹ , 1611 ²	1610 ¹ , 1611 ²	1608 ¹ , 1611 ²	1603, 1610
$\nu_{C=O}$	1684	1685	1787 ¹ , 1788 ²	1784 ¹ , 1786 ²	1736 ¹ , 1761 ²	1641, 1677
$\nu_{CH} (as) (Ar)$	3184, 3204	3180-3300 широкая	3182 ¹ , 3188 ² , 3200 ¹ , 3288 ² , 3218 ¹ , 3223 ²	3184, 3200 ¹ , 3204 ² , 3225 ¹ , 3229 ²	3188 ¹ , 3200 ² , 3213 ¹ , 3255	3150-3200 широкая
$\nu_{CH} (Cr)$	3274, 3277, 3280, 3288, 3291		3274, 3275, 3278, 3289, 3291, 3297, 3307	3276, 3277, 3278, 3290, 3292, 3293, 3307	3275 ¹ , 3276 ² , 3282 ¹ , 3284 ² , 3288 ¹ , 3291 ² , 3300 ¹ , 3302 ²	
ν_{OH}	3522	3385	3516 ¹ , 3526 ²	3522 ¹ , 3524 ²	3117 ¹ , 3542 ²	3217, 3374

* - ¹ и ² относятся к колебаниям первого и второго циклопентадиенильных колец и их заместителям соответственно.

Сильноинтенсивная полоса при 682 см⁻¹ и слабоинтенсивный пик при 1035 см⁻¹ относятся к деформационным колебаниям бензольного кольца δ_{CCC} , а валентные колебания C-C-связей кольца (ν_{CC}) проявляются при 1605 см⁻¹. Полосы поглощения, соответствующие колебаниям ρ_{CH} циклопентадиенильного кольца, обнаруживаются при 800 см⁻¹ и 820 см⁻¹ в виде пиков слабой интенсивности.

Колебания β_{CH} для замещенного циклопентадиенильного кольца проявляются в виде слабоинтенсивного пика при 1055 см⁻¹, а также сильных интенсивных полос при 1238 см⁻¹ и 1415 см⁻¹. Пик, соответствующий данному колебанию в незамещенном кольце циклопентадиенила, имеет слабую интенсивность и находится при 1020 см⁻¹. Деформационное колебание δ_{CCC} для незамещенного и замещенного циклопентадиенильного кольца проявляется при 887 см⁻¹ и 920 см⁻¹, а валентное колебание ν_{CC} обнаруживается при 1104 см⁻¹ и 1125 см⁻¹ соответственно. Валентные колебания C-H-связей бензольного и циклопентадиенильного колец находятся в интервале волновых чисел 3180-3300 см⁻¹. Колебания связей, характерные карбоксильной группе, типа δ_{COO} , δ_{CON} , $\nu_{C=O}$ проявляются при 660 см⁻¹, 1280 см⁻¹, 1685 см⁻¹ соответственно. Положение максимума полосы, отвечающей валентному колебанию O-H-связи, находящееся при 3385 см⁻¹, несколько отличается от расчетного – 3522 см⁻¹ и имеет большую ширину, что объясняется наличием межмолекулярных водородных связей.

Отсутствие интенсивных пиков при 880, 1020, 1120 см⁻¹ в ИК-спектре соединения **2** указывает на отсутствие незамещенного циклопентадиенильного кольца в соединении, т. е. присоединение второго остатка бензойной кислоты происходит ко второму

циклопентадиенильному кольцу ферроцена. Смещение полос поглощений, отвечающих колебаниям δ_{CON} , $\nu_{C=O}$ и ν_{OH} , в сторону меньших волновых чисел, заметное различие двух пиков, относящихся к колебаниям δ_{CO_2} , позволяет заключить, что строение соединения **2** соответствует расчетной структуре **2в**. Можно предположить, что возможность появления благоприятных условий для образования достаточно сильной внутримолекулярной водородной связи между карбоксильными группами существенно стабилизирует гетероаннулярное 1,1'-замещенное строение соединения **2**.

Таким образом, можно заключить, что замена диэтилового эфира на хлороформ и подбор оптимального временно-температурного режима в реакции диазотирования ферроцена с аминокислотой приводит к заметному повышению выхода моно- и дизамещенных метаферроценбензойных кислот. Химический состав исследуемых соединений определен методами атомно-абсорбционной спектрофотометрии и потенциометрического титрования. Установлено, что в масс-спектрах синтезированных в твердом виде соединений наиболее интенсивные линии обнаруживаются для молекулярных ионов и осколков, образующихся при отщеплении от молекул протонов, –ОН и циклопентадиенильных групп, а также остатка бензойной кислоты. Анализ ИК-спектров синтезированных соединений с применением квантово-химического расчета на основании метода DFT/B3LYP показал, что дизамещенное производное имеет гетероаннулярное 1,1'-замещенное строение.

Список литературы:

1. Абдуллоев О.Ш., Аскарлов И.Р., Абдуллаев Ш.Х. Анализ колебательных спектров ферроцена и некоторых его производных на основе квантово-химического расчета // Вестник АГУ. – Андижан, 2017. – № 4. – С. 25-31.
2. Аскарлов И.Р. Производные ферроцена. – Фергана: ФарГУ, 1999. – С. 206.
3. Казизына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР- спектроскопии в органической химии. – М.: Высшая школа, 1971. – С. 264.
4. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. – М.: Мир, 1965. – С. 220.
5. Несмеянов А.Н. Ферроцен и родственные соединения. Избранные труды. 1969-1979. – М.: Наука, 1982. – С. 439.

6. Перевалова Э.Г., Решетова М.Д., Грандберг К.И. Железоорганические соединения: ферроцен. – М.: Наука, 1983. – С. 544.
7. Frisch M.J. et al. Gaussian 98. Gaussian, Inc., Pittsburgh, PA. 1998. P. 56
8. Zhao Q.K., Hu P., Xu H.B. 4-Ferrocenylbenzoic acid. J. Molecules. 2001. No. 6. P. 246.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

ЗАЩИТА СТАЛИ ОТ КОРРОЗИИ В КИСЛЫХ И НЕЙТРАЛЬНЫХ СРЕДАХ

Осербаева Альфия Курбанбаевна*ассистент, Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан г. Ташкент
E-mail: oserbaeva@mail.ru***Нуруллаев Шавкат Пайзиевич***канд. хим. наук, профессор, Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан г. Ташкент
E-mail: nurullaev@mail.ru***Кодиров Хасан Кодирович***канд. хим. наук, доцент, Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан г. Ташкент
E-mail: qodirovx@mail.ru*STEEL PROTECTION AGAINST CORROSION
IN ACID AND NEUTRAL ENVIRONMENT**Alfiya Oserbayeva***Assistant, Tashkent Chemical-Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Shavkat Nurullayev***Candidate of Chemical Sciences, Professor, Tashkent Chemical-Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Hasan Kodirov***Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Tashkent Chemical-Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Электрохимическим и гравиметрическим методами исследовано защита стали Ст.3 в кислых и нейтральных средах с различным содержанием хлорид, сульфат-ионов. Показано, что ингибиторы, содержащие амина и фосфатные группы, могут применяться для защиты сталей в различных средах. Обсуждено влияние времени выдержки образца на защитное действие ингибиторов.

ABSTRACT

Electrochemical and gravimetric methods investigated the protection of steel Art. 3 in acidic and neutral media with different contents of chloride, sulfate ions. It has been shown that inhibitors containing amino and phosphate groups can be used to protect steels in various environments. The effect of sample holding time on the protective effect of inhibitors is discussed.

Ключевые слова: гравиметрия, коррозия, амин и фосфат содержащие ингибиторы, время выдержки.

Keywords: gravimetry, corrosion, amine and phosphate containing inhibitors, dwell time.

Введение

Ингибиторы коррозии используются для создания стойких покрытий и химических соединений, связывающих кислород или другие ионы, служат в

качестве добавок в композициях, для создания покрытий в циркулирующих водных системах и т.п. Современная классификация ингибиторов включает

окислители, ингибиторы адсорбционного, комплексобразующего и полимерного типа. Особое значение имеют ингибиторы коррозии, используемые в водных средах. Амин и фосфат содержащие ингибиторы нашли применение в нефтедобыче и транспортировке. Однако изучению амин и фосфат содержащих органических соединений как ингибиторы коррозии сталей в кислых и нейтральных средах не уделялось должного внимания [1-3].

В настоящее время защита металлов от коррозии базируется на следующих методах: повышение химического сопротивления конструкционных материалов, изоляция поверхности металла от агрессивной среды, понижение агрессивности производственной среды, снижение коррозии наложением внешнего тока (электрохимическая защита). Из этих вторая группа методов позволяет при необходимости создавать новые режимы защиты, обеспечивающие наименьшую коррозию изделий при изменении условий их эксплуатации. Например, на разных участках трубопровода в зависимости от агрессивности почвы можно поддерживать различные плотности катодного тока или для разных сортов нефти, прокачиваемой через трубы данного состава, использовать разные ингибиторы.

Цель данной работы – исследовать торможение коррозионных процессов под влиянием кислых и нейтральных средах с применением амин и фосфат содержащих ингибиторов органического происхождения.

Материалы и методика исследований.

Материалы для исследования служили образцы в форме пластик, выполненные из стали Ст. 3. В работе использовались соли Na_2S и NaCl . В качестве модельной коррозионной среды использовали $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л

раствор H_2SO_4 (фон), а также испытания проводились в 1-3 % ном водном растворе NaCl , NaOH и 1-3 % ном растворе Na_2S . Изготовленные электроды из стали марки Ст.3 имел состав % : $\text{Fe}=98,36$; $\text{C}=0,20$; $\text{Mn}=0,50$; $\text{Si}=0,15$; $\text{P}=0,04$; $\text{S}=0,05$; $\text{Cr}=0,30$; $\text{Ni}=0,20$; $\text{Cu}=0,20$.

Предварительная обработка образцов стали включала зачистку и полировку их поверхности шлифовальной бумагой с последующим химическим обезжириванием в щелочном растворе.

Объектами исследования явились синтезированные ингибиторы ИКА-1 и ИКА-2 при различных концентрациях, температурах и средах. Действие солевой среды и ингибиторов на коррозионное поведение стальных образцов (марки Ст.3) определяли методами поляризационного сопротивления, поляризационных кривых и гравиметрическим по убыли массы образца после коррозионных испытаний [4-5]. Были исследованы электрохимическим методом ингибиторы и на протекорродировавшей стальной поверхности.

Поляризационные кривые стального электрода в кислых и нейтральных средах в присутствии амин, азот и фосфорсодержащих ИКА-1, ИКА-2 ингибиторов при различных концентрациях и температурах снимали на потенциостате ПИ-50.1.1 с программатором ПР-8 и потенциометром ПДА-1. При проведении экспериментов площадь рабочего электрода подбирали исходя из возможностей потенциостата и максимальных токов (i) в области активного растворения стали.

Результаты и их обсуждение. Результаты коррозионно-электрохимического поведения электрода из стали Ст.3 в $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л растворе H_2SO_4 без добавки (1,1') и с добавкой ингибиторов ИКА-1 (2,2') и ИКА-2 (3,3') представлены на рис.1.

Рисунок 1. Поляризационная зависимость полученные на Ст.3 в $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л растворе H_2SO_4 без добавки (1,1') и с добавкой ИА-1 (2,2') и ИА-2(3,3')

Анодные и катодные поляризационные зависимости, снятые с помощью потенциостата в фоновом растворе без добавок и с добавками ИКА-1 и ИКА-2 свидетельствует о том, что присутствие азот, амин, фосфатсодержащих ингибиторов в растворе кислоты

(H_2SO_4) существенно изменяет ход поляризационных зависимостей (рис.1, кривые 2,2'/3,3') по сравнению с фоном (рис.1., кривые 1,1'). Плотность тока ($lg i$) анодной поляризационной зависимости в присутствии ИКА-1 (кривая 2') уменьшается по сравнению

с фоном практически на порядок во всей области исследованных потенциалов. ИКА-2 больше влияет на скорость анодного процесса в области небольших анодных поляризации ($-0,18 \div 0$ в), где плотность анодного тока уменьшается более чем на порядок (кривая 3'). Так, при потенциале $-0,18$ в плотность тока в фоновом растворе составляет $-2,68$ и понижается в присутствии ИКА-2 до $-3,98$, а ИКА-1 $-3,24$ мА/см^2 . При катодной поляризации (кривые 1,2,3) добавление к раствору H_2SO_4 ИКА-1 уменьшает плотность тока ($\lg i$) в большей степени, чем ИКА-2. При потенциале $-1,0$ в, например, в фоновом растворе плотность катодного тока составляет $-2,08$ мА/см^2 , в присутствии ИКА-1 и ИКА-2 она уменьшается до $-2,52$ и $-3,48$ мА/см^2 , соответственно. Таким образом, приведенные результаты показывают, что влияния ИКА-1 и ИКА-2 на коррозионные процессы на стали Ст.3 в кислой (H_2SO_4) среде, добавление их к раствору тормозит обе электродные реакции-анодную реакцию растворения стали и катодную реакцию восстановления деполяризатора.

Поведение электрода из низкоуглеродистой стали Ст.3 в $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л растворе и NaCl и Na_2S без добавки (1) и с добавкой ингибиторов ИКА-1 (2) и ИКА-2 (3) представлены на рис.2 и рис.3.

Рисунок 2. Поляризационные кривые стального электрода в фоновом растворе $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л NaCl (1) в присутствии $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л вода ИКА-1 (кривые 2) и ИКА-2 (кривые 3)

По отношению к низкоуглеродистой стали Ст.3 1,0 % раствор ИКА-1 оказывает более эффективное влияние в слабо кислых и слабо щелочных средах, чем остальные ингибиторы. На это указывают поляризационные кривые стали Ст.3 представленные на рис.3. Как и в случае рассмотренных выше ингибиторов, этот ингибитор преимущественно подавляя анодное растворение стали замедляет значительно и катодную реакцию, протекающую на ее поверхности.

Рисунок 3. Поляризационные кривые стального электрода в фоновом растворе $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л Na_2S (1) в присутствии $1 \cdot 10^{-3}\%$ раствора ИКА-1 (кривые 2) ИКА-2 (кривые 3)

Рисунок 4. Скорость коррозии в $1 \text{ М } \text{Na}_2\text{S}$ концентрация ингибиторов 10^{-2} М . 1.Фон; 2- 10^{-2} М раствор ИКА-2

Рисунок 5. Скорость коррозии в $1 \text{ М } \text{Na}_2\text{S}$ концентрация ингибиторов $3 \cdot 10^{-2} \text{ М}$:1.Фон; 2- $3 \cdot 10^{-2} \text{ М}$ раствор ИКА-1; 3- $3 \cdot 10^{-2} \text{ М}$ раствор ИКА-2;

На рис.4. и рис.5. приведены результаты изучения зависимости скорости коррозии стали Ст.3 в первом растворе Na_2S от концентрации ингибиторов ИКА-1 и ИКА-2. В первом растворе Na_2S ИКА проявляет (рис.4, кривая 2, высокие ингибирующие свойства. На рис.4 видно, что скорость коррозии резко понижается до $0,33 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, после этого происходит небольшое ее увеличение. Это же можно отметить и на рис.5. при более высокой концентрации добавляемого ингибитора ($3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$) ИКА-1 и ИКА-2.

Возможно, это связано с тем, что на поверхности материала находится множество фаз, растворение которых происходит неравномерно. По истечении какого-то времени нано кристаллы, находящиеся на поверхности, растворяются полностью и процесс коррозии становится равномерным. В первом растворе Na_2S скорость коррозии стали Ст.3 уже через 3-4 часов становится постоянной, что можно объяснить более высокой агрессивностью среды и, следо-

вательно, более высокой скоростью коррозии. Данные по скорости коррозии согласуются с полученными значениями коэффициента торможения в различных (кислых и нейтральных) средах.

Увеличение концентрации ингибиторов ИКА-1 и ИКА-2 в три раза в первом растворе Na_2S понижает максимальное значение скорости коррозии с $42,5$ до $28,5 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ (рис.5). В первые часы испытаний также происходят небольшие колебания скорости коррозии, после этого значения коррозионных потерь выравниваются и достигают $5,8 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Ингибитор ИКА-1 в растворе Na_2S проявляет себя наиболее эффективным ингибитором сероводородной коррозии стали Ст.3.

Таким образом, для защиты стали Ст.3 от коррозии в кислых и нейтральных средах может быть рекомендовано ингибиторы ИКА-1 и ИКА-2, для сероводородных сред ИКА-1.

Список литературы:

1. Вигдорович В.И. Синютина С.Е. Универсальный ингибитор коррозии и наводораживания углеродистой стали Ст.3. в средах, содержащих H_2S и CO_2 // Вестник ТГТУ, 2008, Т14. – №1. – С.128-139.
2. Гафуров Р.Р., Кудрявцева Л.А., Полвоняк В.К., Быстрова О.Н. Анализ защитных свойств азот-фосфорсодержащих ингибиторов коррозии стали // Практика противокорр. защиты – 2001, № 4. – С.14-17.
3. Кузнецов Ю.М. Ингибиторы коррозии в конверсионных покрытиях // Защита металлов – 2001, Т.37. – №2. – С. 119-125.
4. Осербоева А.К. Холиков А.Ж. Акбаров Х.И. Защитные свойства ингибиторов, содержащих амино и фосфатные группы // Композиционные материалы. 2012, – №3. – С. 7-10.
5. Осербоева А.К. Калядин В.Г. Акбаров Х.И. Защитные свойства ингибиторов коррозии стали содержащих амино-и фосфатные группы // Узбекский химический журнал 2013, № 2. – С.34-36.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ**

№ 11(53)
Ноябрь 2018

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС 77 – 66239 от 01.07.2016
Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 55878 от 07.11.2013

Подписано в печать 05.11.18. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 4. Тираж 550 экз.

Издательство «МЦНО»
125009, Москва, Георгиевский пер. 1, стр.1, оф. 5
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