



# **UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ**

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

Выпуск: 2(92)

Февраль 2022

Часть 1

Москва  
2022

УДК 54+57  
ББК 24+28  
U55

**Главный редактор:**

*Ларионов Максим Викторович*, д-р биол. наук;

**Члены редакционной коллегии:**

*Аронбаев Сергей Дмитриевич*, д-р хим. наук;

*Безрядин Сергей Геннадьевич*, канд. хим. наук;

*Борисов Иван Михайлович*, д-р хим. наук;

*Винокурова Наталья Владимировна* – канд. биол. наук;

*Гусев Николай Федорович*, д-р биол. наук;

*Даминова Шахло Шариповна*, канд. хим. наук, проф;

*Ердаков Лев Николаевич*, д-р биол. наук;

*Козьминых Владислав Олегович*, д-р хим. наук;

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

*Кунавина Елена Александровна*, канд. хим. наук;

*Левенец Татьяна Васильевна*, канд. хим. наук;

*Муковоз Пётр Петрович*, канд. хим. наук;

*Рублева Людмила Ивановна*, канд. хим. наук;

*Саттаров Венер Нуруллоевич*, д-р биол. наук;

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

*Ткачева Татьяна Александровна*, канд. хим. наук;

*Харченко Виктория Евгеньевна*, канд. биол. наук;

**U55 Universum: химия и биология:** научный журнал. – № 2(92). Часть 1. М.,  
Изд. «МЦНО», 2022. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. –  
<http://7universum.com/ru/nature/archive/category/292>

ISSN : 2311-5459

DOI: 10.32743/UniChem.2022.92.2-1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 24+28

© ООО «МЦНО», 2022 г.

<b>Содержание</b>	
<b>Биологические науки</b>	<b>5</b>
<b>Общая биология</b>	<b>5</b>
<b>Гидробиология</b>	<b>5</b>
НАРУШЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА ГОЛОДНОСТЕПСКОГО РЕГИОНА И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ИЗМЕНЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	5
Позилев Мамажон Нарзикулович Каримова Феруза Саттаровна Холмуминова Дилором Анваровна	
<b>Микробиология</b>	<b>10</b>
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОРАЖЕННЫХ РЫБ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО РЫБОВОДСТВА УЗБЕКИСТАНА	10
Зайнитдинова Людмила Ибрахимовна Жураева Рохия Назаровна Куканова Светлана Ивановна Эргашев Рустамбек Бахтиер угли	
МИНИМАЛЬНАЯ ИНГИБИРУЮЩАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ И АНТИБИОПЛЕНОЧНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭНДОФИТНОГО ГРИБА <i>Penicillium roqueforti</i> 12Ph, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ РАСТЕНИЯ <i>Peganum harmala</i>	15
Юсупов Улугбек Карим угли	
<b>Почвоведение</b>	<b>20</b>
СОДЕРЖАНИЕ ВЛАГИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	20
Маматоджиев Шарип Икромович Мирзаева Мутабар Азамовна	
<b>Экология (по отраслям)</b>	<b>24</b>
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕДОНОСНЫХ РАСТЕНИЙ ПУСТЫННОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ	24
Торениязова Венера Смагуловна	
<b>Физико-химическая биология</b>	<b>28</b>
<b>Биохимия</b>	<b>28</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ И ПУТИ ЕГО КОРРЕКЦИИ ПРИ ОСТРОМ ПАНКРЕАТИТЕ	28
Шукуров Илхом Болтаевич	
<b>Физиология и биохимия растений</b>	<b>33</b>
РОЛЬ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА И АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ ГИПЕРТЕРМИИ	33
Нурматова Мунаввар Ислонжон кизи Ахунов Али Ахунович Хашимова Нигора Рустамовна	
<b>Химические науки</b>	<b>40</b>
<b>Коллоидная химия</b>	<b>40</b>
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АДсорбЕНТА-КОАГУЛЯНТА НА ОСНОВЕ АНГРЕНСКОГО КАОЛИНА И МИРАБИЛИТА	40
Аймурзаева Лиза Гулмурзаевна Жумаева Дилноза Жураевна	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ АДсорбЦИИ БЕНЗОЛА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ БЕНТОНИТАХ И РЕНТГЕНОВСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ	44
Хандамова Дилноза Кенжаевна Нуруллаев Шавкат Пайзиевич Хандамов Даврон Абдикадирович Абдуллаев Лазизбек Бахтиёрович	

<b>Математическая и квантовая химия</b>	<b>49</b>
ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДАМИ КВАНТО-ХИМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА И ЭПР СПЕКТРОСКОПИИ ЭЛЕКТРОННО-СТРУКТУРНЫХ И КООРДИНАЦИОННЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ГЛЮТАМИНА	49
Мардонов Уктам Мардонович Ганиев Бахтиёр Шукуруллаевич Сайфуллаев Мадийр Солих угли Музафаров Фарух Ихтиёрович	
<b>Неорганическая химия</b>	<b>55</b>
УТИЛИЗАЦИЯ КАДМИЙ-КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНОГО КАТАЛИЗАТОРА СИНТЕЗА АЦЕТАЛЬДЕГИДА ИЗ АЦЕТИЛЕНА	55
Жуманазаров Акмал Рузикулович Гуро Виталий Павлович Дадаходжаев Абдулла Турсунович Ибрагимова Матлуба Анваровна	
СИНТЕЗ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА NI(II) НА ОСНОВЕ 4,4-ДИ-МЕТИЛ-3-ОКСИПЕНТАНАЛЬ ПАРА-МЕТОКСИТИОБЕНЗОИЛГИДРАЗОНА	61
Мардонов Санжар Ёкуб Оглы	
ПОЛУЧЕНИЕ НИЗКОМОДУЛЬНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ	65
Арипова Мадина Халимджановна Кадиров Орифжон Шарипович Тиллаев Санжар Усмонович Худайназаров Жахонгир Ортик угли Файзиева Феруза Муртазаевна Рузиева Феруза Отабековна	

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ****ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ****ГИДРОБИОЛОГИЯ****НАРУШЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА  
ГОЛОДНОСТЕПСКОГО РЕГИОНА И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ИЗМЕНЕНИЕ  
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

**Позилев Мамажон Нарзикулович**

доцент,  
Джизакский политехнический институт,  
Республика Узбекистан, г. Джизак

**Каримова Феруза Саттаровна**

преподаватель,  
Джизакский политехнический институт,  
Республика Узбекистан, г. Джизак  
E-mail: [f.karimova.85@mail.ru](mailto:f.karimova.85@mail.ru)

**Холмунинова Дилором Анваровна**

ст. преп.,  
Джизакский политехнический институт,  
Республика Узбекистан, г. Джизак

**VIOLATION OF THE NATURAL PROCESSES OF ACTIVE WATER EXCHANGE  
IN THE HUNGRY STEPPEE REGION AND ITS IMPACT ON THE CHANGE  
IN THE RATIONAL USE OF GROUNDWATER RESOURCES**

**Matajon Pozilov**

Associate Professor,  
Jizzakh Polytechnical Institute,  
The Republic of Uzbekistan, Jizzakh

**Feruz Karimova**

Lecturer,  
Jizzakh Polytechnical Institute,  
The Republic of Uzbekistan, Jizzakh

**Dilorom Holmuminova**

Senior Lecturer,  
Jizzakh Polytechnical Institute,  
The Republic of Uzbekistan, Jizzakh

**АННОТАЦИЯ**

Установлено, что образованные техногенные факторы в пределах Голодной степи сейчас не оказывают прямого негативного влияния на гидродинамические и гидрохимические условия в перспективных месторождениях пресных подземных вод, расположенных в его окраинной части, – Зааминское, Раватское, Санзарское. В Санзарском

месторождении пресных подземных вод, являющихся основным источником хозяйственного водоснабжения г. Джизака и прилегающих населенных пунктов, влияние негативных последствий очень интенсивно, поэтому необходимо принять срочные мероприятия по улучшению рационального использования подземных вод.

#### ABSTRACT

It has been established that the formed technogenic factors within the Hungry Steppe do not currently have a direct negative impact on the hydrodynamic and hydrochemical conditions in promising fresh groundwater deposits located in its marginal part – Zaaminskoye, Ravatskoye, Sanzarskoye. In the Sanzar field of fresh groundwater, which is the main source of domestic drinking water supply for the city of Jizzakh and adjacent settlements, the impact of negative consequences is very intense, which makes it necessary to take urgent measures to improve the rational use of groundwater.

**Ключевые слова:** техногенный фактор, техногенный объект, озерная система, водные ресурсы, азот, сбросные воды, водозабор, скважина, загрязнение вод.

**Keywords:** technogenic factor, technogenic object, lake system, water resources, nitrogen, waste water, water intake, wells, water pollution.

#### Введение

Появление в Голодностепском регионе в последние годы мощного техногенного фактора – образование Айдаркуль-Тузкан-Арнасайской системы озер – резко усилило и увеличило масштабность негативных нагрузок техногенных факторов в совокупности. В условиях Голодной степи, где образованы мощные ирригационные системы, все техногенные факторы тесно связаны друг с другом. Но доминирующим по оказанию негативного воздействия на естественные гидрогеологические процессы, происходящие в зоне климатическо-гидрогеологического водообмена, являются Айдаркуль-Тузкан-Арнасайский техногенный объект и орошаемое земледелие. Становится очевидным, что существующая озерная система (техногенный объект) при любом варианте развития событий (увеличение или уменьшение объема) будет оказывать негативное воздействие на различные компоненты окружающей среды: земельные, водные ресурсы, растительный мир, метеорологические условия. Необходимо отметить, что в системе озер (техногенный объект) образовались очень благоприятные условия для развития рыболовства.

#### Материалы и методы

Для определения масштабности и сферы действия техногенного объекта необходимо создать специальную наблюдательную сеть мониторинга системы озер с включением изучения подземной составляющей с постановкой специальных комплексных экологических, биологических, гидрологических, гидрогеологических, гидрохимических и гидромелиоративных исследований [1; 3–5].

#### Обсуждение результатов

Наиболее актуальным представляется изучение уровня загрязнения подземных вод Сырдарьинского, Санзарского, Хавастского месторождений, где степень защищенности эксплуатационных водоносных горизонтов незначительна, на большей части территории мощность мелкоземель не превышает 0–5 м. Загрязнение подземных вод в пределах месторождения изучалось нами в створах, внестворовых и эксплуатационных скважинах.

Три створа расположены в северо-восточной части Голодной степи, пойменной части р. Сырдарьи.

Каждый створ состоит из шести скважин. По результатам химических анализов по створу I-I (скв. № 515) минерализация воды составила от 1588 до 1600 мг/л, общая жесткость – 12,45–12,60 мг.экв/л, сульфаты – 870–876 мг/л, а по скважине № 2678, расположенной ближе к реке, минерализация воды – 2140–2170 мг/л, общая жесткость – 10,10–10,85 мг.экв/л, сульфаты – 1124–1153 мг/л. По створу IV-IV, охватывающему Санзарский конус, по данным химических анализов, на скважинах минерализация воды составила от 702 до 888 мг/л, сульфаты – от 287 до 400 мг/л, общая жесткость – от 7,0 до 9,4 мг.экв/л. Створ V-V, проходящий по направлению Хаваст – Янгиер, охватывает Хавастский конус выноса. По результатам химических анализов минерализация воды – 1560–1598 мг/л, сульфаты – 605–788 мг/л, общая жесткость – 15,6–17,5 мг.экв/л. на незащищенных участках, где существует опасность загрязнения в связи с применением удобрений, результаты химических анализов показывают, что минерализация воды составляет от 960 до 3550 мг/л, сульфаты – от 400 до 1687 мг/л, общая жесткость – от 6,0 до 30,6 мг.экв/л.

Изучение уровня загрязнения пресных вод в Голодной степи осуществлялось по групповым водозаборам. В частности, эти водозаборы следующие: Узункудукский, Уччулачский, Койташский, Сангар (сельский), Раватский, Зааминский, Ташкент и другие (табл. 1).

Из перечисленных водозаборов по трем водозаборам – это Сангар (сельский), Койташский и Хавастский – качество воды по некоторым скважинам не соответствует питьевым нормам. Водозабор Сангар (сельский) по скважине № 10: минерализация воды – 1166 мг/л, общая жесткость – 11,1 мг.экв/л, сульфаты – 481 мг/л, водозабор Койташский, по скважинам № 3 и № 4: минерализация воды – от 1327 до 1701 мг/л, сульфаты – 642–876 мг/л, общая жесткость – 13,9–15,9 мг.экв/л. Хавастский водозабор, по скважинам № 10, № 11: минерализация воды – от 1400 до 2006 мг/л, сульфаты – от 570 до 1000 мг/л, общая жесткость – от 10,8 до 19,7 мг.экв/л.

Химический состав в течение года меняется слабо. Со снижением уровней в грунтовых водах незначительно уменьшается содержание гидрокарбоната и кальция с одновременным увеличением

количества сульфата и магния. В целом воды Койташского, Сангзарского, Хавастского месторождений по основным показателям и бактериологическим свойствам соответствуют нормам OzDSt-950 (вода питьевая). Однако за последние годы грунтовые воды месторождения на некоторых участках подвергались значительному загрязнению, в основном нитратом. Загрязнение соединениями азота проявляется в низовьях долины р. Сангзара за счет сельскохозяйственного фактора.

Влияние на подземные воды могут оказывать поверхностные водотоки основными водными артериями в Голодной степи р. Сырдарья и Сангзар, а также крупные магистральные каналы ДМ-1, ДМ-II, Южно-Голодностепский канал (ЮГК) им. Саркисова. Магистральные каналы, берущие воды для орошения из р. Сырдарья, высокоминерализованные, до 2 г/л, и распределяются по площади орошаемых земель.

Река Сангзар является основной водной артерией Санзарского конуса выноса, где располагаются несколько централизованных водозаборов для водоснабжения г. Джизака питьевой водой. Питание этих водозаборов происходит за счет подруслового потока реки. В связи с этим может изменяться качество воды на водозаборах в случае загрязнения реки. Этому могут способствовать сбросные воды с коллекторов, сбросы загрязненных вод с предприятий и т. д.

Река Сангзар, выходя из долины, разбирается на сети каналов и арыков по всей площади конуса выноса. По данным исследования II, Нижне-Санзарская ЭГП и ИГП показали, что поверхностные воды р. Сангзар в районе г. Галляларала имеют минерализацию 0,5–0,7 г/л. По химическому составу – гидрокарбонатные кальциево-магниевые с рН 6,5–8,0 и жесткостью 7,2–7,8 мг.экв/л. В районе Кукгумбаз в реку сливаются воды коллекторов (Корабулок, Кичикбулок, Шурбулок) в объеме 1,9 м<sup>3</sup>/с. Эти коллекторно-дренажные воды образуются от сброса всех бытовых и промышленных сточных вод г. Галляларал и прилегающих к нему территорий. Результаты анализов воды показали, что коллекторно-дренажные воды имеют минерализацию 3,0 г/л, общая жесткость – 18–30 мг.экв/л и присутствуют тяжелые элементы: кадмий, алюминий, селен, превышающие ПДК. После смешения воды р. Сангзар имеют минерализацию 1,0–1,7 г/л, общую жесткость 11,8–12,0 мг.экв/л с присутствием тяжелых металлов.

Таким образом, основными загрязнителями поверхностных вод являются Корабулок, Шурбулок и другие возвратные дренажно-коллекторные сточные воды. Основным фактором режима содержания

соединений азота в водах р. Сангзара является природный, а загрязнение вод реки соединениями азота определяется сельскохозяйственным фактором.

На конусе выноса р. Сангзар расположены грунтовые водозаборы Узбекистан, КСМ, Ташлак, Урда, Промзона. Водозабор Узбекистан расположен в головной части конуса выноса р. Сангзар. На этом участке опробованы подземные воды средне-верхне-четвертичного возраста. Фоновое значение минерализации и жесткости, по данным М. Джураева и др., составляет 0,64–0,98 г/л и 7,25–10,0 мг.экв/л, в воде отмечено присутствие свинца, кадмия и других токсичных элементов [2].

Водозабор Ташлак также расположен в головной части конуса выноса р. Сангзар. Этот участок находится под воздействием таких загрязняющих объектов, как поверхность р. Сангзар, промышленные предприятия и сбросные бытовые воды, фильтрующиеся в арык Чулмулканлик. Минерализация воды водозабора – 0,65–0,82 г/л, жесткость воды – 7,6–8,1 мг.экв/л, содержание алюминия – 1,1 ПДК, свинца – 1,26 ПДК, кадмия – 1,8 ПДК.

Водозабор КСМ также расположен в головной части конуса выноса (в восточной части), и здесь эксплуатируются верхне-средне-четвертичные водоносные комплексы. Анализ химического состава вод водозабора показал, что в их составе наблюдается повышение концентрации тяжелых элементов в значениях выше ПДК. Кроме групповых водозаборов, расположенных в конусе выноса р. Сангзар, были изучены одиночные водозаборы, расположенные на территории промышленных объектов, и другие эксплуатационные скважины.

Загрязнение подземных вод тесно связывается с составом поверхностных вод, поступающих из головной части конуса выноса, и, возможно, с утечкой стоков из промышленных объектов промзоны. Кроме того, у основного поверхностного стока р. Сангзар идет добыча гравия для строительства, которая играет тоже немаловажное значение в процессе питания и загрязнения (подрусловых потоков), являющихся основным составляющим подземных вод русловых отложений.

В пределах ряда перспективных месторождений пресных подземных вод началось интенсивное освоение земель фермерами с использованием на орошение подземных вод. К этим причинам ухудшения качества подземных вод прибавляется применение минеральных удобрений и ядохимикатов при сельскохозяйственных работах.

Таблица 1.

## Качественная характеристика подземных вод крупных водоупунктов Голодной степи

№	Наименование водоупункта	Глубина взятия пробы	Жесткость общая, мг.экв./л.	Компоненты минерализации, мг/л																	
				NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Нефтепродукты	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl	Марганец	Молибден	Свинец	Мель	Мышьяк	Цинк	Фтор	Бериллий	Кадмий	Стронций	Алюминий	
1	2	3	4	5	6	7	7	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	Узункудукский скв. № 1	70–90	5,70	н-о	17,0	0,2		182	12	0,04	0,015	0,004	0,005		н-о	0,53	0,00002	н-о		0,3	
2	Учкулачский скв. № 2А	70–90	4,80	н-о	22,0	н-о		147		0,009	0,009	н-о	0,015		н-о	0,69	н-о	н-о		0,13	
3	Койташский скв. 3 ВУ-1	90–110	15,9	н-о	38	н-о		876	57	0,015	0,01	н-о	0,015		0,013	0,28	н-о	н-о		н-о	
4	Сангзар (сельский)	70–80	8,60	0,02	16	н-о	0,020	303	55	0,07	0,028	0,0191	0,0074	0,021	0,0628	0,67	0,00006		0,61	0,27	
5	Узбекистан скв. № 4	70–90	9,30	0,01	12	н-о	0,018	311	36	0,095	0,045	0,0234	0,007		0,568	0,51	0,00008		1,05	0,3	
6	Раватский центр в/д.	40–60	7,60	н-о	26	н-о		153	34							0,34					
7	Заамин – 1	80–90	6,2	н-о	11	0,4		155	17							0,31					
8	Заамин – 1 центр. в/д.	80–90	5,3	н-о	24	0,2										0,27					
9	Заамин – 2 скв. № 1	80–90	5,65	н-о	14	2										0,95					
10	Михин скв. № 1	15–25	5	н-о	11	0,2										н-о					
11	Писталитау	70–90	8,35	н-о	38	0,2										0,38					
12	Ташкент скв. № 3	70–90	2,0	н-о	19 сл	0,015	0,015									1,08					
13	Гулистан – 11 скв. № 10	380–400	5,5	н-о	4,0	0,20		260	69	0,01	0,018	0,006	0,005		0,018		н-о			0,113	
14	Крестьянский скв. № 4	130–190	3,5	н-о	8,0	н-о		80	17	0,015	0,09	н-о	0,0052		0,009		0,00005			0,021	
15	Крестьянский центр. в/д.	130–190	4,8	0,30	7	н-о		77	17	0,011	0,031	0,008	0,005		0,0011		н-о			0,069	
16	Дехканабадский центр. в/д	130–190	5,45	н-о	2	н-о		109	51												
17	Ахунбабаевский скв. № 1	120–140	4,1	н-о	2	н-о		298	85												
18	Янгиерский	120–210	9,05	н-о	2	н-о		399	85												
19	Мирзачуль	180–200	3,1	0,05	10	0,40	0,027	204	66												
20	Хавастский скв. № 11	210–215	10,85	0,30	26	н-о		570	176	0,015	0,0818	0,042	0,0051		0,015		0,00005			0,165	

При анализе изменения минерализации, химического состава и загрязнения подземных вод конуса выноса р. Сангзар сделаны вполне научно обоснованные выводы:

- минерализация подземных вод по всей долине р. Сангзар остается высокой, составляет от 0,7 до 2,0 г/л и является относительно неустойчивой во времени;

- все арыки и каналы в городе, проходящие по площади конуса выноса, почти не бетонированы, на этих участках в период отсутствия воды они используются в качестве мусоросвалки и сбора коммунально-бытовых стоков населения, это постепенно приводит к ухудшению качества воды, происходит загрязнение подземных вод тяжелыми элементами. Также за счет длительного и бесхозяйственного использования вод



появилось засоление почвогрунтов и подтопление северной части конуса выноса;

- основные промышленные предприятия территории, которые непосредственно влияют на изменение геологической среды, расположены в восточной и северо-восточной части конуса выноса р. Сангзар. Они влияют на формирование химического состава подземных вод конуса выноса в крайней части. Поэтому одними из первых подземные воды водозабора Сангзар (сельский) стали непригодными для питья;

- основными загрязнителями подземных вод являются коллекторно-дренажные воды Карабулок, Кичикбулок, Шурбулок, расположенные на юго-западе г. Джизака в долине р. Сангзар;

- подземные воды конуса выноса р. Сангзар загрязнены тяжелыми металлами, в том числе алюминием, свинцом, кадмием, они имеют повышенную минерализацию и общую жесткость.

В результате исследований установлено, что образованные техногенные факторы в пределах Голодной степи сейчас не оказывают прямого негативного влияния на гидродинамические и гидрохимические условия в перспективных месторождениях пресных подземных вод, расположенных в его окраинной части, – Зааминское, Раватское, Санзарское. Единственно в Предгорном месторождении пресных подземных вод нарушен процесс естественной разгрузки подземных вод. В Зааминском и Раватском месторождениях пресных подземных вод влияние негативных воздействий техногенных факторов проявляется слабо. В Санзарском месторождении пресных подземных вод, являющихся основным источником хозяйственного водоснабжения г. Джизака и прилегающих населенных пунктов, влияние негативных последствий очень интенсивно, поэтому необходимо принять срочные мероприятия по улучшению рационального использования подземных вод.

### Список литературы:

1. Ишанкулов Р., Норов А., Позиллов М. Нарушение естественных процессов активного водообмена Голодно-степского региона и его воздействие на изменение рационального использования ресурсов подземных вод // Создание систем рационального использования поверхностных, подземных вод бассейна Аральского моря. Материалы Международной научно-практической конференции. – Ташкент, 2003.
2. Особенность загрязнения подземных вод г. Джизака / М. Джураев [и др.]. –ГИДРОИНГЕО, 2003.
3. Позиллов М.Н., Каримова Ф.С. Формирование химического состава вод Айдаркуль-Тузкан-Арнасайского техногенного объекта // Сборник научных статей по итогам работы Межвузовского международного конгресса «Высшая школа: научные исследования». – М., 2021. – С. 117.
4. Создание научной основы рационального использования водных ресурсов Центральной Азии в рыночных условиях / Р. Ишанкулов, Х.И. Валиев, А. Норов, М. Позиллов // Создание систем рационального использования поверхностных, подземных вод бассейна Аральского моря. Материалы Международной научно-практической конференции. – Ташкент, 2003.
5. Эшонкулов Р., Норов А., Позиллов М. Жиззах вилоятида сув ресурсларини ифлосланиш сабаблари // Загрязнение пресных вод аридной зоны и уменьшение. Материалы Международного симпозиума. – Ташкент, 2004.

**МИКРОБИОЛОГИЯ****МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОРАЖЕННЫХ РЫБ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ  
В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО РЫБОВОДСТВА УЗБЕКИСТАНА*****Зайнитдинова Людмила Ибрахимовна***

*д-р биол. наук, профессор,  
зав. лабораторией Биоразнообразия микроорганизмов  
Института микробиологии АН РУз.,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [zajn-lyudmila@yandex.ru](mailto:zajn-lyudmila@yandex.ru)*

***Жураева Рохилия Назаровна***

*канд. биол. наук,  
ст. науч. сотр. лаборатории Биоразнообразия микроорганизмов  
Институт микробиологии АН РУз.,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [roxila-14@mail.ru](mailto:roxila-14@mail.ru)*

***Куканова Светлана Ивановна***

*канд. биол. наук,  
ст. науч. сотр. лаборатории Биоразнообразия микроорганизмов  
Институт микробиологии АН РУз.,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [kukanova\\_s@mail.ru](mailto:kukanova_s@mail.ru)*

***Эргашев Рустамбек Бахтиер угли***

*мл. науч. сотр. лаборатории Биоразнообразия микроорганизмов  
Институт микробиологии АН РУз.,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [rustambek\\_5889@mail.ru](mailto:rustambek_5889@mail.ru)*

**MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF AFFECTED FISH GROWN UNDER CONDITIONS  
OF MODERN FISH FARMING IN UZBEKISTAN*****Lyudmila Zainitdinova***

*Doctor of Biological Sciences, Professor,  
Head of the Laboratory of Microbial Biodiversity  
of the Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of Uzbekistan,  
Uzbekistan, Tashkent*

***Rohilya Zhuraeva***

*Candidate of Biological Sciences,  
Senior Researcher of the Laboratory of Microbial Biodiversity,  
Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of Uzbekistan,  
Uzbekistan, Tashkent*

***Svetlana Kukanova***

*Candidate of Biological Sciences,  
Senior Researcher of the Laboratory of Microbial Biodiversity,  
Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of Uzbekistan,  
Uzbekistan, Tashkent*

***Rustambek Ergashev***

*Junior Researcher of the Laboratory of Microbial Biodiversity,  
Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of Uzbekistan,  
Uzbekistan, Tashkent*

### АННОТАЦИЯ

Проведен микробиологический анализ внутренних органов и жабр пораженных рыб, а также воды из пруда одного из рыбхозов Чиназского района (Узбекистан). Исследования выявили значительное обсеменение внутренних органах рыб до  $18 \times 10^6$  КОЕ/мл микроорганизмами, растущими на среде МПА, также выявлены микроорганизмы, растущие на среде Гильтая – до  $10^2 - 10^3$  КОЕ/мл. В исследованных образцах рыбы и воды выявлена контаминация агентами, относящимися к грамотрицательной ферментирующей микрофлоре, сапрофитной и условно патогенных рас. На долю грамотрицательной неферментирующей микрофлоры приходилось значительное количество, это разнородные группы не образующих споры бактерий. Выделены чистые культуры микроорганизмов, идентифицированные как *Aeromonas veronii* и *Pseudomonas fluorescens*. Показано подавление роста *Aeromonas veronii* при применении стрептомицина, канамицина и эритромицина. В меньшей степени линкомицина.

### ABSTRACT

A microbiological analysis of the internal organs and gills of affected fish, as well as water from the pond of one of the fish farms in the Chinaz region (Uzbekistan) was carried out. Studies have revealed a significant semination of the internal organs of fish up to  $18 \times 10^6$  CFU/ml with microorganisms growing on the MPA, and microorganisms growing on the Giltai medium - up to  $10^2 - 10^3$  CFU/ml. In the studied samples of fish and water, contamination with agents belonging to the gram-negative fermenting microflora, saprophytic and conditionally pathogenic races was revealed. The share of gram-negative non-enzymatic microflora accounts for a significant amount, these are heterogeneous groups of cultures that do not form spores. Pure cultures of microorganisms were isolated, identified as *Aeromonas veronii* and *Pseudomonas fluorescens*. *Aeromonas veronii* growth suppression has been shown with streptomycin, kanamycin, and erythromycin. To a lesser extent, lincomycin.

**Ключевые слова:** микроорганизмы, *Aeromonas veronii*, *Pseudomonas fluorescens*, рыбоводство, болезни рыб.  
**Keywords:** microorganisms, *Aeromonas veronii*, *Pseudomonas fluorescens*, fish farming, fish diseases.

### Введение

Снабжение населения полноценной белковой пищей одна из важных проблем, в решении которой большую роль играет интенсивное развитие прудового и озерного рыбоводства. Развитие аквакультур различных районах Узбекистана вносит существенный вклад в увеличение рыбной продукции и в воспроизводство ценных видов промысловых рыб. Широко распространение получило прудовое рыбоводство по выращиванию карпа, толстолобика, белого амура и других рыб. Это предусматривает максимальное зарыбление озер и водохранилищ, а также уплотненные посадки рыбы в выростных, нагульных и в зимовальных прудах и обуславливает тесный контакт. В связи с этим, возникают благоприятные условия для распространения инфекционных и инвазионных болезней. Таким образом, наращивание объемов производства и мощности неизменно сопровождаются ухудшением эпизоотического статуса и состояния здоровья объектов аквакультуры при отсутствии должного контроля за ними [5].

Развитие рыбоводных хозяйств и рост рыбопродуктивности прудов осуществляется за счет интенсификации отрасли (кормление рыбы искусственными кормами, удобрение прудов органическими и минеральными смесями, зеленой растительностью, внедрение поликультуры). При этом возникает неизбежная концентрация поголовья рыб на небольших площадях, вследствие чего количество воды и естественного корма на особь заметно уменьшается. Одновременно с этим накапливаются остатки концентрированных кормов, экскременты и другие продукты жизнедеятельности рыб. Все это ухудшает санитарное состояние прудовых вод и способствует возникновению массовых поражений рыбинфекционными и инвазионными болезнями [1].

Вода вместе с грунтом ложа пруда с бактериями, водорослями, надводными и подводными высшими растениями, беспозвоночными кормовыми животными является средой обитания для рыб. Она влияет на все жизненные процессы, происходящие в организме рыбы: дыхание, питание, кроветворение и кровообращение, на нервную деятельность, размножение, рост и развитие. Поэтому для нормальной жизнедеятельности рыб и поддержания на должном уровне жизнестойкости им необходимо создавать в прудах оптимальные зоогигиенические условия [3].

В настоящее время время многие возбудители инфекционных и инвазионных болезней, считавшиеся ранее относительно безопасными и потому они являются малоизученными в условиях современного рыбоводства Республики, становятся патогенными и могут приносить большие убытки, поэтому они требуют скорейшего изучения.

Исходя из вышеизложенного нами были проанализированы пробы отобранные из пораженных предположительно псевдомонозом рыб толстолобиков и вода из пруда.

### Материалы и методы

Пробы отбирались из внутренних органов и жабр пораженных рыб, также была проанализирована вода из пруда одного из рыбхозов Чиназского района (Узбекистан).

Вскрытие рыбы, отбор проб и бакпосевы проводили в строго стерильных условиях на поверхностях, обработанных спиртом. Отбор проб проводили следующим образом: рыбу кладут на правый бок брюшной стороной к вскрывающему, голову и хвост фиксируют на доске препаровальными иглами. Левую сторону тела рыбы освобождают от слизи и чешуи, отрезают грудной и брюшной плавники, всю площадь бока протирают ватным тампоном, смоченным в спирте. Ножницами прокалывают брюшную стенку,

несколько выше анального отверстия. Далее рыбу вскрывают дугообразно вперед и вверх к позвоночному столбу, а затем вперед и вниз к жаберной крышке за основание грудного плавника. Пинцетом убирают и удаляют брюшную стенку от анального отверстия до грудных плавников. Далее, прижигая места укола, на питательные среды делают высевы из внутренних органов: сердце, селезенка, почки и другие органы. Посевы из кишечника делаются в последнюю очередь [7].

Посев проводился на специализированные среды для выделения микроорганизмов рода *Pseudomonas* (мясо пептонный агар (МПА) и среду Гильтая).

Идентификацию полученных изолятов проводили на основании морфолого-культуральных и физиолого-биохимических свойств, а также с использованием масс-спектрометрического анализа (Malditof).

Чувствительность к антибиотикам устанавливали диско-диффузионным методом. Учитывали зоны отсутствия роста (мм) испытуемой газонной культуры вокруг дисков [4].

### Результаты исследований

Анализ развития данных рыб показывают, что в исследуемых прудовых хозяйствах развиваются в основном толстолобики. Толстолобики или толстолобы (*Hypophthalmichthys*) – род пресноводных рыб семейства карповых. Английское название silver carp («серебряный карп»). Раньше он подразделялся на роды *Hypophthalmichthys* и *Aristichthys* в составе подсемейства *Hypophthalmichthyinae*. В роде три современных и один вымерший вид. Широкое распространение среди данного вида рыб имеют такие

инфекционные болезни как: аэромоноз (краснуха), карпов (*Aeromonas hydrophila*), псевдомоноз карпов и толстолобиков (*Pseudomonas cuprinisepticum*, *P. dermoalba*), бронхиомикоз (*Branchiomyces sanguinis*) и другие. Эти болезни встречаются во многих хозяйствах из-за несвоевременного выполнения лечебно-профилактических, ветеринарно-санитарных и рыбоводно-мелиоративных мероприятий.

Псевдомонозы – общее название болезней карповых рыб, вызываемых бактериями из рода *Pseudomonas*. Типовой вид – *Pseudomonas aeruginosa*, являющийся сапрофитом, способен к временному паразитизму в организме животных, человека и растений.

Другие виды псевдомонад также широко распространены в окружающей среде и их причисляют к микробам-оппортунистам. У рыб, обитающих в пресных и солоноватых водах, псевдомонозы могут вызываться условно-патогенными или вирулентными штаммами *P. fluorescens*, *P. putida*. Они вызывают самостоятельные заболевания или осложняют другие инфекции. На возникновение данной инфекции большое влияние оказывает нарушение санитарно-гигиенического состояния водоемов, снижение резистентности организма рыб за счет воздействия стресс-факторов, травматизации, высокой скученности рыб и т.д.

В исследованных образцах рыбы и воды выявлена контаминация агентами, относящимися к грамотрицательной ферментирующей микрофлоре, сапрофитной и условно патогенных рас (рис. 1).

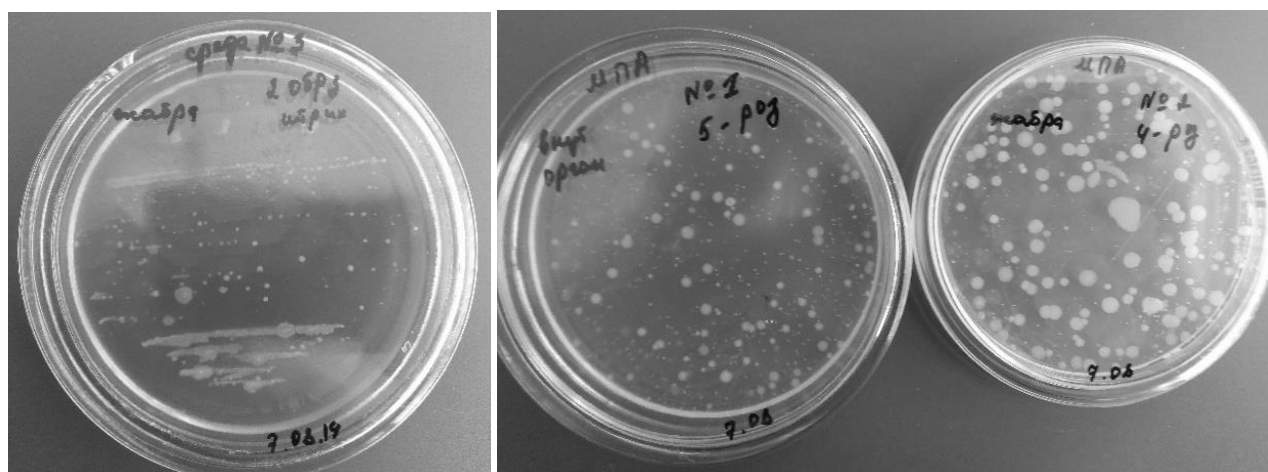


Рисунок 1. Колонии на среде МПА

На долю грамотрицательной неферментирующей микрофлоры приходилось значительное количество, это разнородные группы не образующих споры бактерий, в большинстве своём нетребовательным к условиям культивирования. К этим микроорганизмам были отнесены микроорганизмы pp. *Pseudomonas* и *Aeromonas*.

Исследования выявили значительное обсеменение внутренних органов рыб до  $18 \times 10^6$  КОЕ/мл микроорганизмами, растущими на среде МПА. Также выявлены микроорганизмы, растущие на среде Гильтая – до  $10^2 - 10^3$  КОЕ/мл (табл.1).

Таблица 1.

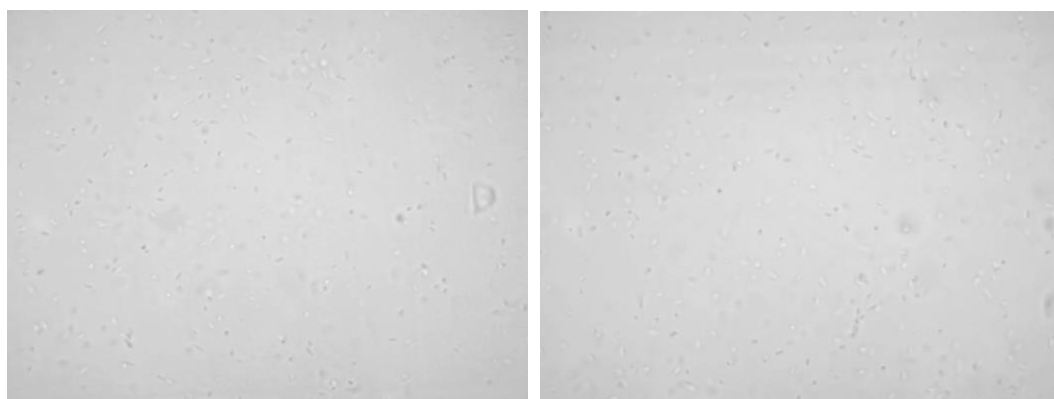
## Микроорганизмы пораженных рыб

№ образца		Количество микроорганизмов, КОЕ/мл	
		Среда МПА	Среда Гильтая
1	Внутренние органы	$18 \times 10^6$	$2,5 \times 10^3$
2	Жабры	$32 \times 10^5$	$10^2$
3	Вода	$15 \times 10^1$	$10^1$

Проведенный микробиологический анализ и последующее выделение чистых культур микроорганизмов показали, что во внутренних органах рыб доминируют микроорганизмы, отнесенные нами на основе морфологического и масс-спектрометрического анализа к *Aeromonas veronii* обнаруженная в пресной воде и в значительном количестве в жабрах и внутренних органах рыб (рис. 2). Это грамотрицательная палочковидная бактерия, с округленными концами, диаметр клеток от 0,3-,0,5 мкм, длина 1,5-2,5 мкм. Встречается

в виде одиночных палочек подвижны. Для их точной идентификации применяли молекулярно-биологические методы в виду незначительных различий с бактериями рода *Pseudomonas*.

Этот микроорганизм может быть болезнетворным для человека и полезным симбионтом пиявок. У людей *A. veronii* может вызывать заболевания от раневых инфекций и диареи до сепсиса у пациентов с ослабленным иммунитетом.

Рисунок 2. Микрофотографии *Aeromonas veroni* (ув.1500 раз)

Кроме того, выявлены микроорганизмы, относящиеся к роду *Pseudomonas*, большей частью *Pseudomonas aeruginosa* – грамотрицательные подвижные бактерии с несколькими жгутиками. Клетки палочковидные, одиночные или соединены попарно, подвижные (движение поступательное), размеры 0,4-0,6 x 1,4-2,8 мкм. Споры отсутствуют. На исследуемых средах форма колоний круглая, поверхность гладкая. Профиль колоний выпуклый, край на обеих средах гладкий, реже волнистый. Колонии блестящие.

Идентификация выделенных культур до вида на основании морфолого-культуральных и физиолого-биохимических признаков подтверждена масс-спектрометрией и проведена на оборудовании «Малди» broker.

Представляют определённый интерес и имеют большое практическое значение исследования по выявлению устойчивости данных штаммов к антибиотикам. С целью дальнейшего подбора антибиотиков для борьбы с данной инфекцией нами была определена чувствительность *Aeromonas veronii* к следующим антибиотикам: стрептомицин, канамицин, эритромицин, линкомицин, нистатин, ампициллин (табл.2).

Таблица 2.

## Чувствительность к антибиотикам

№	Антибиотик	Зона подавления роста, мм	Граница
1	Streptomycin	22	Край слегка размыт
2	Kanamycin	20	четкая
3	Erythromycin	20-23	Край сильно размыт
4	Lincomycin	10	Край слегка размыт
5	Nistatin	0	-
6	Ampicillin	0	-

Проведенные исследования установили, что подавление роста *Aeromonas veronii* наблюдается при применении стрептомицина, канамицина и эритромицина. В меньшей степени линкомицина.

#### Заключение

Аквакультура в Узбекистане вносит существенный вклад в увеличение рыбной продукции и в воспроизводство ценных видов промысловых рыб. Широкое распространение получило прудовое рыбоводство по выращиванию толстолобика, белого амура и других рыб. В прудовых водоемах широко представлены белый и пестрый толстолобик и белый амур. Одним из сдерживающих факторов дальнейшего развития прудового рыбоводства являются паразитарные болезни, которые наносят существенный экономический ущерб. Нами при санитарно-микробиологическом исследовании видов

толстолобика исследуемых прудовых рыбоводных хозяйств выявлено обсеменение внутренних органах рыб бактериями. Выделены чистые культуры микроорганизмов, относящиеся к *Aeromonas veronii* и *Pseudomonas fluorescens*, которые способны поражать рыбу, вызывая их заболевания. В ходе обследования установлено подавление роста *Aeromonas veronii* при применении таких антибиотиков, как стрептомицин, канамицин и эритромицин, что показывает возможность применения этих препаратов для предотвращения заболевания рыб.

Важным является тот факт, что дальнейшее наращивание объемов производства и мощности будет неизменно сопровождаться ухудшением эпизодического статуса и состояния здоровья объектов аквакультуры, что подтверждает необходимость должного ветеринарного контроля за ними.

#### Список литературы:

1. Антипчук А.Ф. Микробиология рыбоводных прудов на примере водоемов Украины. // М. Видавництво: Лег. и пищ. пром-сть Мова: Російська Обсяг: 1983, – С. 144-145.
2. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Экологические и географические характеристики водорослей-индикаторов. // Изд. «Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды». Ч.2., 2000, – 150 с.
3. Грищенко Л.И., Акбаев М.Ш., Васильков Г.В. Болезни рыб и основы рыбоводства. / М., 1999, – С. 332-338.
4. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках. – М: Изд. МГУ, 2003, – 104 с.
5. Методические указания МУК 4.2.2884-11. Методы микробиологического контроля объектов окружающей среды и пищевых продуктов. М.: ФЦ Роспотребнадзора. 2011, – 24 с.
6. Низова Г.А., Лебедева Е.А. Заболевания рыб в аквакультуре Приазовья, новые методы и средства их профилактики. // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черномоского бассейна. 2002-2003, – С. 309-314.
7. Чернышёва Н.Б., Кузнецова Е.В., Воронин В.Н., Стрелков Ю.А. Паразитологическое исследование рыб. // Методическое пособие. ФГНУ «Государственный научно-исследовательский институт озёрного и речного рыбного хозяйства», Санкт-Петербург, 2009, – 20 с.

**МИНИМАЛЬНАЯ ИНГИБИРУЮЩАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ И АНТИБИОПЛЕНОЧНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭНДОФИТНОГО ГРИБА *Penicillium roqueforti* 12Ph, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ РАСТЕНИЯ *Peganum harmala***

**Юсупов Улугбек Карим угли**

мл. науч. сотр.,  
Институт микробиологии АН РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [yusupov.ulugbek.0304@gmail.com](mailto:yusupov.ulugbek.0304@gmail.com)

**MINIMAL INHIBITORY CONCENTRATION AND ANTIBIOFILM ACTIVITY OF THE ENDOPHYTIC FUNGUS *Penicillium roqueforti* 12Ph ISOLATED FROM THE PLANT *Peganum harmala***

**Ulugbek Yusupov**

Doctoral research assistant,  
Institute of Microbiology under the Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**АННОТАЦИЯ**

Изучены минимальная ингибирующая концентрация (МИК) суммарного экстракта штамма *Penicillium roqueforti* 12Ph, ингибирующее действие патогенных микроорганизмов на формирование биопленки и разлагающее действие на образующуюся биопленку. Установлено, что минимальная ингибирующая концентрация экстракта штамма *Penicillium roqueforti* 12Ph составляет 25 мкг/мл в отношении патогенов *St. aureus*, *B. subtilis*, *C. albicans*. Ингибирующее действие суммарного экстракта штамма на образование биопленок *St. aureus*, MRSA и *C. albicans* составил 80%, 49% и 92% соответственно.

**ABSTRACT**

The minimum inhibitory concentration (MIC) of the total extract of the strain *Penicillium roqueforti* 12Ph, which inhibits the action of pathogenic microorganisms on the formation of a biofilm and decomposes the effect on the resulting biofilm, was studied. It was found that the minimum inhibitory concentration of the extract of the strain *Penicillium roqueforti* 12Ph is 25 µg/ml against pathogens (*St. aureus*, *B. subtilis*, *C. albicans*). Its total extract inhibited *St. aureus* biofilm formation by 80%, MRSA by 49% and *C. albicans* by 92%.

**Ключевые слова:** минимальная ингибирующая концентрация, формирование биопленки, *Penicillium roqueforti*, *St. aureus*, *B. subtilis*, *C. albicans*, *Peganum harmala*,

**Keywords:** minimal inhibitory concentration, biofilm formation, *Penicillium roqueforti*, *St. aureus*, *B. subtilis*, *C. albicans*.

**Введение**

Показатель МИК впервые внедрено в науку после открытия антибиотиков. Повышение резистентности возбудителей к антибиотикам требует широкого применения МИК в клинической практике. При введении в организм концентрации антибиотика, недостаточной для полного устранения возбудителя, происходит выживание определенной части патогена, которая приобретает резистентность к применяемому антибиотику [1, с. 2]. После образования патогенными микроорганизмами биопленки на внутренних поверхностях тела человека или животного, их устойчивость к различным лекарственным препаратам и антибиотикам возрастает до 1000 раз [2, с. 149–161], что в свою очередь, негативно сказывается на эффективности применяемых лекарственных средств.

При этом комбинированное применение веществ, разрушающих и препятствующих образованию биопленки, повышает эффективность применяемых методов терапии. В связи с вышеизложенным целью нашего исследования явилось изучение минимальной ингибирующей концентрации суммарного экстракта штамма *Penicillium roqueforti* 12Ph, его влияния на формирование патогенной биопленки и разлагающего эффекта на образовавшуюся биопленку.

**Материалы и методы**

В качестве объекта исследования использовали штамм эндофитного гриба *Penicillium roqueforti* 12Ph, выделенный из растения *Гармала обыкновенная* (*Peganum harmala*), произрастающего в Самаркандской области Республики Узбекистан. Этот штамм

зарегистрирован в «Коллекции важных микроорганизмов для промышленности» Института микробиологии АН РУз под номером «9Е» и включен в международную базу данных NCBI как *Penicillium roqueforti 12Ph* (MZ424749). Минимальную ингибирующую концентрацию суммарного экстракта вторичных метаболитов, полученных из этого штамма, определяли методом Кирби-Бауэра [3, с. 1–20] с некоторыми модификациями. Бактериальные суспензии вводили в

мясо-пептонную агаризованную среду в чашке Петри. После высушивания при комнатной температуре в течение 15 минут открывались лунки размером 10 мм. Готовили разные концентрации экстрактов (1000–25 мкг/мл) и заливали в лунки. Зону ингибирования, образовавшуюся после инкубации в течение 24 ч при 37°C, измеряли в миллиметрах (табл. 1).

Таблица 1.

**Пример определения минимальной ингибирующей концентрации суммарного экстракта *Penicillium roqueforti 12Ph* против патогена *St.aureus 96***

N	Cons (мкг/мл)	Log cons	a mm	b mm	X mm	X <sup>2</sup> mm
1	1000	3	23	10	6.5	42.25
2	800	2.9	21	10	5.5	30.25
3	600	2.8	20	10	5	25.0
4	400	2.6	20	10	5	25.0

Здесь: Cons (мкг/мл) - разные концентрации экстракта;

Log Cons – логарифм концентраций;

a (мм) - общая площадь ингибирования;

b (мм) - диаметр диска или лунки;

X (мм) – длина от края диска или лунки до края зоны ингибирования;

X<sup>2</sup> (мм) — квадрат длины от края диска или лунки до края зоны ингибирования.

Помещая значения **Log Cons** и **X<sup>2</sup>** мм в декартову систему координат, находят минимальную ингибирующую концентрацию испытуемого экстракта.

Примечание: Расчет МИК против 4 остальных патогенов, также было осуществлено по данной схеме.

Исследование антибиопленочной активности экстрактов было произведено, согласно ранее описанному методу, с некоторыми модификациями [4, с. 2901–2911]. Подтверждение способности исследуемых патогенных микроорганизмов к образованию биопленки было произведено предварительным высеванием в 10 мл мясо-пептонного бульона, суспензии каждого из возбудителей и инкубированием в течение 24 часов. Затем жидкости в пробирке сливали и осторожно промывали деионизированной водой, после чего пробирки были высушены и окрашены 0,1% кристаллическим фиолетовым в течение 1 минуты. После удаления красителя пробирки промывали деионизированной водой и высушивали. Сохранение цветных колец на стенке пробирки свидетельствует об образовании биопленки.

Ингибирующее действие экстрактов на образование биопленки: данный опыт был произведен на микротитровальном планшете в которую была внесена суспензия патогенного микроорганизма, затем добавлен экстракт в МИК, растворенный в ДМСО, в качестве положительного контроля – антибиотик, в качестве отрицательного контроля – мясопептонный бульон в объеме 100мкл. Через 24 часа инкубации суспензии сливались, промывались и окрашивались в течение 1 минуты. После удаления красителя промывали и высушивали. Далее вносили 125 мкл 100% этилового спирта, по истечении 15 минутной инкубации при ком-

натной температуре определяли оптическую плотность спирта в лунках спектрофотометрическим методом при 590 нм.

Процент ингибирования (%) был рассчитан по формуле:

$$\% = 100 - \frac{\text{Экспериментальная или положительная контрольная OD}}{\text{Отрицательный контроль}} \times 100$$

Разлагающее действие экстрактов на существующую биопленку исследовалось согласно вышеописанному методу. Однако отличие состоит в том, что лунки титрационного микропланшета сначала заполняли взвешая патогенных микроорганизмов, а по истечении 24 часов инкубации проводили опыты и контроль.

### Результаты исследования

Минимальная ингибирующая концентрация (МИК) является важным параметром в процессе определения антибактериальных свойств веществ. МИК считается основным лабораторным показателем при определении антимикробной активности антибактериальных соединений. Низкое значение МИК указывает на то, что для ингибирования роста микроорганизма требуется меньше препарата, а это означает, что препараты с низким значением МИК эффективны против микробов. В настоящее время разработано несколько электронных баз данных МИК, в которых параметры МИК важны в диагностических лабораториях для определения резистентности микроорганизмов к антибактериальным соединениям, а также для контроля активности новых антимикробных средств. Таким образом, индекс МИК помогает лечить больных и предотвращать развитие резистентных к лекарственным препаратам штаммов микробов [1]. Для изучения минимальной ингибирующей концентрации суммарного экстракта штамма *Penicillium roqueforti 12Ph*, сухой суммарный экстракт биомассы растворяли в ДМСО до различных концентраций (1000–25 мкг/мл) и изучали их антибактериальную активность в отношении пяти условно-патогенных микроорганизмов (табл. 2, рис. 1).



Таблица 2.

 Определение минимальной ингибирующей концентрации *Penicillium roqueforti* 12Ph

№	Различные концентрации экстракта(мкг/мл)	Зона ингибирования (диаметр лунки 10 мм)				
		<i>Escherichia coli</i> 86	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 75	<i>Staphylococcus aureus</i> 96	<i>Bacillus subtilis</i> 91	<i>Candida albicans</i> 84
1	1000	17±0.21	20±0.18	23±0.25	21±0.25	20±0.24
2	800	16±0.20	18±0.17	21±0.23	21±0.21	20±0.19
3	600	15±0.19	16±0.15	20±0.22	20±0.18	20±0.20
4	400	13±0.14	15±0.14	20±0.25	19±0.19	18±0.19
5	200	11±0.15	-	19±0.19	17±0.15	17±0.18
6	100	11±0.12	-	17±0.15	15±0.14	16±0.15
7	50	-	-	16±0.16	13±0.12	14±0.12
8	25	-	-	15±0.14	11±0.11	13±0.12

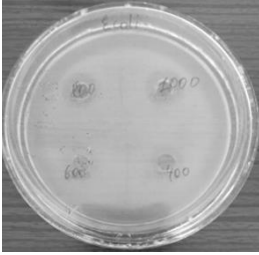
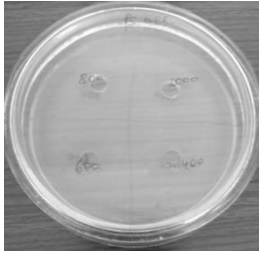
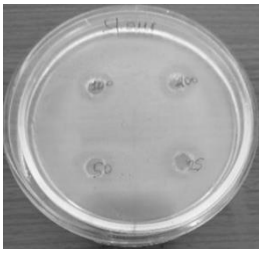
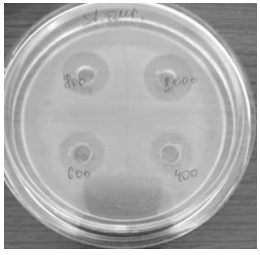

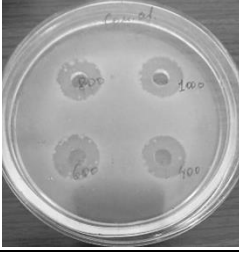
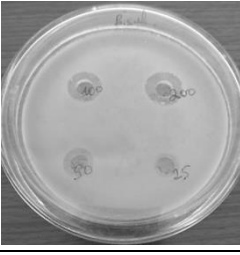
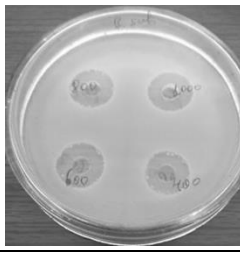
			
<i>E.coli</i> 86	<i>Ps.aeruginosa</i> 75	<i>St.aureus</i> 96	
			
<i>C.albicans</i> 84		<i>B.subtilis</i> 91	

Рисунок 1. Определение минимальной ингибирующей концентрации *Penicillium roqueforti* 12Ph

В результате установлено, что показатель МИК экстракта штамма *Penicillium roqueforti* 12Ph варьировал в отношении различных патогенов. Наименьшее значение наблюдалось в отношении условного возбудителя *St.aureus* 96, *B.subtilis* 91 и *C.albicans* 84, по 25 мкг/мл. в отношении *E.coli* 86 и *Ps.aeruginosa* 75 были получены относительно высокие значения МИК: 100 мкг/мл и 400 мкг/мл соответственно. В научных источниках приводятся значения МИК наиболее широко применяемых на практике антибиотиков, в частности, препарат Цефтриаксон имеет МИК 0,12 мг/мл по отношению к *E.coli*, от 4 до 64 мг/л для *St. aureus* [6, с. 103]. МИК флуконазола составляет около 0,25–32 мкг/мл для *C. albicans* [7, с. 3]. На основании этих данных можно сказать, что суммарный экстракт штамма *Penicillium roqueforti* 12Ph имеет наименьшую МИК 25 мкг/мл против возбудителей *St.aureus*, *B.subtilis*, *C.albicans*.

Образование биопленок патогенными микроорганизмами на внутренних поверхностях тела человека

или животных снижает эффективность антибиотиков в несколько тысяч раз, тем самым повышая потребность в веществах, обладающих эффектом остановки образования новых биопленок и разрушения образовавшейся биопленки [2, с. 149–161]. Поэтому мы поставили цель изучить ингибирующее действие суммарного экстракта штамма *Penicillium roqueforti* 12Ph на биопленкообразование патогенных микроорганизмов и разлагающее действие на образовавшуюся биопленку. В качестве патогенных микроорганизмов были применены *St.aureus* 96, метициллинрезистентный *Staphylococcus aureus* 97 (MRSA 97), *C.albicans* 84. Использовали минимальные ингибирующие концентрации общего экстракта штамма *Penicillium roqueforti* 12Ph. В качестве положительных контролей были применены цефтриаксон против патогенов *St.aureus* 96 и метициллинрезистентный *Staphylococcus aureus* 97 (MRSA 97) и флуконазол против патогена *C.albicans* 84 (табл. 3).

Таблица 3.

**Ингибирующее действие суммарного экстракта *Penicillium roqueforti* 12Ph на формирование биопленок патогенных микроорганизмов**

Патогены	Контроль (питательная среда) O.D	Экстракт O.D	Антибиотик O.D	Экстракт %	Антибиотик % (цефтриаксон/флуконазол)
<i>St.aureus</i> 96	1.25	0.25	0.113	<b>80%</b>	<b>90.9%</b>
MRSA 97	0.57	0.29	0.418	<b>49%</b>	<b>26.5%</b>
<i>C.albicans</i> 84	1.26	0.101	0.492	<b>92%</b>	<b>60.8%</b>

Примечание: O.D – приведены значения оптической плотности

Из полученных результатов можно сказать, что суммарный экстракт *Penicillium roqueforti* 12Ph обладает высокой ингибирующей активностью. В частности, если цефтриаксон ингибировал образование биопленки *St.aureus* на 90,9%, то суммарный экстракт ингибировал на 80%. При MRSA показатель экстракта (49%) был почти в два раза выше, чем у антибиотика (26,5%). У *C.albicans* наш экстракт

показал самый высокий результат (92%), при показателе флуконазола 60,8%.

Для изучения разлагающего действия экстракта на образующуюся биопленку образцы и контроли помещали на инокулированную лунку после 24 часов инкубации и инкубировали еще 24 часа. Результаты, полученные после инкубации, рассчитывали по вышеописанной формуле (табл. 4).

Таблица 4.

**Разлагающее действие суммарного экстракта *Penicillium roqueforti* 12Ph на биопленку, продуцируемую патогенными микроорганизмами**

Патогены	Контроль (питательная среда) O.D	Экстракт O.D	Антибиотик O.D	Экстракт %	Антибиотик % (цефтриаксон/флуконазол)
<i>St. aureus</i> 96	1.33	1.31	1.07	<b>1.5%</b>	<b>19.5%</b>
MRSA 97	1.47	1.29	1.41	<b>12.2%</b>	<b>4.08%</b>
<i>C. albicans</i> 84	1.7	1.521	1.27	<b>10.5%</b>	<b>25.3%</b>

Примечание: O.D – приведены значения оптической плотности

На основании приведенной выше таблицы можно сказать, что результаты значительно отличаются от результатов предыдущих экспериментов. Хотя суммарный экстракт *Penicillium roqueforti* 12Ph обладает высоким ингибирующим действием на образование биопленок патогенными микроорганизмами, его деструктивное действие на формирующуюся биопленку несколько ниже. Например, хотя биопленка *St.aureus* почти не разрушалась (1,5%), ее ингибирующий эффект составлял около 80%. Тот факт, что только 12,2% биопленок MRSA деградируют, показывает, что ингибирующий эффект почти в 4 раза выше при воздействии на образующуюся, чем на уже сформировавшуюся биопленку. Однако можно понять, что эти показатели являются естественными для антибактериальных средств по сравнению с положительным контролем цефтриаксона. Для *C.albicans* также разница между процентом ингибирования образования и процентом деструктивного действия составляла около 9 раз. При применении флуконазола эти показатели снижались почти 2,5 раза. Биопленка представляет собой сложную комбинацию микроорганизмов, которая не поддается легкому воздействию и разрушению. Наши результаты подтверждены в научных источниках. Каур и [4, с. 2906] в работе других групп ученых, установивших, что суммарный экстракт *A. fumigatus*, полученный в

хлороформе, обладал несколько большей ингибирующей активностью в отношении биопленкообразования. В частности, для *C.albicans* эффективность против образования клеток была лучше (55%), чем у амфотерицина В (53%). Экстракт также ингибировал *St.aureus* на 69,2%, в то время как положительный контроль - гентамицин ингибировал на 72%. Однако ингибирующая активность экстракта грибов и контролем амфотерицина В, гентамицина в отношении сформированной биопленки была несколько ниже, чем в отношении биопленкообразования. Высокая активность ингибирования биопленкообразования объясняется тем, что вещество угнетает процессы размножения и взаимодействия микроорганизмов [8, с. 836–838].

#### Выводы

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что суммарный экстракт штамма *Penicillium roqueforti* 12Ph имеет высокий показатель МИК 25 мкг/мл в отношении возбудителей *St.aureus*, *B.subtilis*, *C.albicans*, его общий экстракт может быть основой для профилактических препаратов против образования биопленок патогенными микроорганизмами.

**Список литературы:**

1. The Minimum Inhibitory Concentration of Antibiotics: Methods, Interpretation, Clinical Relevance.
2. T.B. Rasmussen and M. Givskov, "Quorum-sensing inhibitors as anti-pathogenic drugs," *Int J Med Microbiol*, vol. 296, no. 2–3, pp. 149–161, Apr. 2006, doi: 10.1016/j.ijmm.2006.02.005.
3. Kirby-Bauer-Disk-Diffusion-Susceptibility-Test-Protocol-pdf.pdf. Accessed: Oct. 29, 2021. [Online]. Available: <https://asm.org/getattachment/2594ce26-bd44-47f6-8287-0657aa9185ad/Kirby-Bauer-Disk-Diffusion-Susceptibility-Test-Protocol-pdf.pdf>
4. N. Kaur, D.S. Arora, N. Kalia, and M. Kaur, "Antibiofilm, antiproliferative, antioxidant and antimutagenic activities of an endophytic fungus *Aspergillus fumigatus* from *Moringa oleifera*," *Mol Biol Rep*, vol. 47, no. 4, pp. 2901–2911, Apr. 2020, doi: 10.1007/s11033-020-05394-7.
5. W. Lowman, N. Aithma, A.G. Duse, and M. Mer, "Comparative MIC evaluation of a generic ceftriaxone by both microdilution on clinically relevant isolates from an academic hospital complex in South Africa," *South African Medical Journal*, vol. 102, no. 2, Art. no. 2, Jan. 2012.
6. F. Eksi, E.D. Gayyurhan, and I. Balci, "In Vitro Susceptibility of *Candida* Species to Four Antifungal Agents Assessed by the Reference Broth Microdilution Method," *The Scientific World Journal*, vol. 2013, p. 236903, Oct. 2013, doi: 10.1155/2013/236903.
7. P.S. Stewart et al., "Effect of Catalase on Hydrogen Peroxide Penetration into *Pseudomonas aeruginosa* Biofilms," *Appl Environ Microbiol*, vol. 66, no. 2, pp. 836–838, Feb. 20.

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

DOI - 10.32743/UniChem.2022.92.2.12973

СОДЕРЖАНИЕ ВЛАГИ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ*Маматоджиев Шарип Икромович**канд. техн. наук, доц.,  
Ферганский политехнический институт,  
Республика Узбекистан, г. Фергана  
E-mail: [sh.i.mamatojiev@ferpi.uz](mailto:sh.i.mamatojiev@ferpi.uz)**Мирзаева Мутабар Азамовна**канд. техн. наук, доц.,  
Ферганский политехнический институт,  
Республика Узбекистан, г. Фергана  
E-mail: [m.a.mirzaeva@ferpi.uz](mailto:m.a.mirzaeva@ferpi.uz)*

## THE MOISTURE CONTENT DEPENDING ON SEEDING TECHNOLOGY

*Sharip Mamatojiev**Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Fergana Polytechnic Institute,  
Republic of Uzbekistan, Fergana**Mutabar Mirzaeva**Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Fergana Polytechnic Institute,  
Republic of Uzbekistan, Fergana*

## АННОТАЦИЯ

Водно-физические свойства почв, течение биологических процессов, использование вносимых удобрений, рост, развитие и урожай хлопчатника находят наиболее благоприятное выражение в тех случаях, когда влажность сложения почвы находится в оптимальных пределах. Структурное состояние связной почвы обеспечивают благоприятные водный и воздушный, а, следовательно, и тепловой, биологический и питательный режимы, т. е. создают лучшие условия почвенного плодородия. Известно, что орудия и технология предпосевной обработки должны обеспечивать сохранение влаги во всём обрабатываемом слое. При правильно проведённой до посевной обработки образуется наибольшее количество влаги обеспечивающий полного и дружного всходы растений.

## ABSTRACT

The water-physical properties of soils, the course of biological processes, the use of applied fertilizers, the growth, development and yield of cotton find the most favorable expression in those cases when the moisture content of the soil composition is within optimal limits. The structural state of the cohesive soil is provided by favorable water and air, and, consequently, thermal, biological and nutritional regimes, i.e. create the best conditions for soil fertility. It is known that the tools and technology of pre-sowing treatment must ensure the preservation of moisture in the entire treated layer. When properly carried out before sowing treatment, the greatest amount of moisture is formed, which ensures complete and amicable sprouting of plants.

**Ключевые слова:** орудия и технология предпосевной обработки, влажность почвы, минимализации обработки почвы, многократная обработка почвы, внесение удобрений, двухъярусная зяблевая пахота на 40 см, текущая планировка, поделка пал, промывка, развалка пал, весеннее двукратное чизелевание на 12-14 см, двукратное боронование, малование, нарезка борозд, запасной полив.

**Keywords:** tools and technology of pre-sowing cultivation, soil moisture, minimization of soil cultivation, multiple tillage, fertilization, two-tier autumn plowing by 40 cm, current layout, hand-made plow, washing, spreading of piles, spring two-time chiseling by 12-14 cm, double harrowing, milling, furrowing, emergency watering.

**Введение.** В условиях орошаемого земледелия важнейшим показателем водно-физических свойств пахотного слоя, определяющим его эффективное плодородие, является влажность почвы. Установлено, что водно-физические свойства почв, течение биологических процессов, использование вносимых удобрений, рост, развитие и урожай хлопчатника находят наиболее благоприятное выражение в тех случаях, когда влажность сложения почвы находится в оптимальных пределах. Структурное состояние связной почвы обеспечивают благоприятные водный и воздушный, а, следовательно, и тепловой, биологический и питательный режимы, т.е. создают лучшие условия почвенного плодородия.

Известно, что орудия и технология предпосевной обработки должны обеспечивать сохранение влаги во всём обрабатываемом слое. При правильно проведённой до посевной обработки образуется наибольшее количество влаги обеспечивающий полного и дружного всходы растений.

**Цель исследования.** Изучение возможности уменьшения числа до посевных обработок почвы под хлопчатник и их влияние на рост, развитие, некоторые водно - физические свойства почвы, а также на величины урожая были проведены нами в 2019-2020 гг. в фермерском хозяйстве имени Нозимахон Махмура Алтыарыкского района Ферганской области. Схема опыта приведена в таблице 1.

Таблица 1.

## Агротехнические мероприятия

№ варианта	2019 год		2020 год	
	Агротехнические мероприятия	Количество обработок	Агротехнические мероприятия	Количество обработок
1	Внесение удобрений + двухъярусная зяблевая пахота на 40 см + текущая планировка + поделка пал + промывка + развалка пал + весеннее двукратное чизелевание на 12-14 см + двукратное боронование + малование (контроль)	12	Внесение удобрений + двухъярусная пахота на 40 см + текущая планировка + двукратное весеннее чизелевание + нарезка борозд + запасной полив + двукратное боронование (контроль)	9
2	Внесение удобрений + двухъярусная зяблевая пахота на 40 см + текущая планировка + поделка пал + промывка + развалка пал + нарезка борозд + запасной полив + боронование	9	Внесение удобрений + пахота на 20-22 см + нарезка борозд + запасной полив + боронование	5
3	Внесение удобрений + двухъярусная зяблевая пахота на 40 см + текущая планировка + нарезка борозд + запасной полив + боронование	6	Внесение удобрений + двухъярусная пахота на 40 см + текущая планировка + нарезка борозд + запасной полив + боронование	6
4	Внесение удобрений + двухъярусная зяблевая пахота на 40 см + текущая планировка + поделка пал + промывка + развалка пал + нарезка борозд + запасной полив + боронование	10	Нарезка борозд + осенняя промывка по бороздам + запасной полив весной по старым бороздам с нормой 500-600 м <sup>3</sup> /га + внесение удобрений + боронование	5
5	Внесение удобрений + двухъярусная зяблевая пахота на 40 см + текущая планировка + чизелевание с боронованием + нарезка борозд + запасной полив по бороздам + боронование	6	Внесение удобрений + пахота на 20 см с рыхлением на 20 см + нарезка борозд + запасной полив + боронование	5

**Методика исследования.** Все учёт и наблюдения проведены с соблюдением методических указаний СоюзНИХИ по проведению полевых и вегетационных опытов с хлопчатником (методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником, Ташкент, 1973. В течение 3-х лет в период вегетации хлопчатника на опыте проводились влажность почвы в горизонтах 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80,

80-100 см после сева, перед первым и вторым поливами и в конце вегетации в трех точках на всех вариантах опыта, в I и III повторениях.

**Результаты исследования.** Результаты наших исследований показали, что на содержание влаги в почве при возделывании хлопчатника существенное влияние оказали технология до посевной обработки

почвы, их кратность, а также фон плодородия, созданный предшествующей люцерной. Большое значение имеет повышение влаги в почве в биологически важный для хлопчатника период-перед севом, когда необходимо обеспечить дружные всходы, а также в период вегетации.

Для изучения динамики содержания влажности в почве в зависимости от кратности и технологии до посевной обработки влажность почвы определяли после сева хлопчатника, перед первым и вторыми поливами и в конце вегетации (табл. 2).

При возделывании хлопчатника по пласту люцерны с применением минимальной до посевной

обработки, включающей 6-10 технологических операций, влаги содержалось после сева хлопчатника в пахотном слое на 0,2-1,2% и в метровом на 0,3-1,5%, по обороту пласта люцерны на 0,6-1,0%; 0,3-0,8% больше, чем в вариантах с многократной (12) до посевной обработки. Такая же закономерность по влажности в тех же слоях прослеживалась перед первым вегетационным поливом. При последующих сроках определений влажности существенных различий между вариантами технологии в кратности до посевной обработки почвы под хлопчатник не выявлено. На содержание и сохранение влаги в почве определенное влияние оказывает фон люцерны, после которой возделывали хлопчатник.

Таблица 2.

**Влияние технологии и кратности до посевной обработки на содержание и сохранение влаги в почве при возделывании хлопчатника после люцерны, %**

Номер варианта	2019 г.		2020 г.	
	Слой почвы, см			
	0-40	0-100	0-40	0-100
После сева хлопчатника				
1	19,6	20,2	19,0	19,8
2	20,4	21,5	19,8	20,5
3	19,8	20,9	19,7	20,4
4	19,9	20,5	19,7	20,3
5	20,8	21,7	19,8	20,9
Перед 1-ым поливом хлопчатника				
1	14,6	16,6	13,8	16,1
2	15,6	17,1	14,1	16,2
3	14,7	16,6	14,3	16,4
4	15,0	16,8	14,1	16,3
5	15,3	17,0	14,5	16,9
Перед 2-ым поливом хлопчатника				
1	13,9	15,2	15,0	17,6
2	13,9	15,2	15,0	17,6
3	13,9	15,4	15,0	17,5
4	14,2	15,4	15,3	17,8
5	14,9	16,0	15,2	17,7
В конце вегетации хлопчатника				
1	15,3	16,8	15,2	16,9
2	15,0	16,7	15,2	17,0
3	15,6	16,9	15,3	17,0
4	15,4	17,0	15,4	16,9
5	15,2	16,9	15,3	17,0

Так, при возделывании хлопчатника по пласту люцерны влажность почвы после сева при минимальной обработке составила 19,7-20,8% (вар.2-5) против 19,4% в контроле; на второй год после распахки люцерны она была ниже-соответственно 18,6-19,0 и 18,0%. Перед первым поливом хлопчатника при возделывании хлопчатника по пласту люцерны влажность почвы при минимальной обработке в вар. 2-5 составила 14,7-15,5 против 14,6% в контроле, по обороту пласта- соответственно 14,0-14,5 и 13,8%. Перед вторым поливом и в конце вегетации хлопчатника существенных различий в содержании и

сохранение влажности в почве при возделывании хлопчатника в зависимости от года распахки люцерны не выявлено. Таким образом, результаты наших исследований показали, что на содержание и сохранение влаги в почве оказывают влияние как кратность и технология до посевной обработки ее, так и отдалённость от года распахки предшествующей люцерны. Наиболее благоприятные условия по содержанию влаги в почве отмечены при возделывании хлопчатника в первый и второй годы после распахки люцерны при минимальной до посевной обработки почвы - 6-10 и 5-6 операциях.

**Список литературы:**

1. Маматожиев Ш.И. Приёмы минимализации до посевной обработки почвы и их влияние на плодородие и урожайность хлопчатника в условиях луговых сазовых почв Ферганской долины: дис. ... канд. с.-х. наук / ВНИИ хлопководства. – Ташкент, 1990. – 136 с.
2. Маматожиев Ш.И. Допосевная обработка почвы после распашки люцерны при интенсивной технологии возделывания хлопчатника // Труды СоюзНИХИ. – Ташкент, 1988. – Вып. 63. Вопросы интенсивной технологии возделывания хлопчатника. – С. 82-89.
3. Маматожиев Ш.И. Технология минимальной до посевной обработки почвы под посев хлопчатника после распашки люцерны // Труды СоюзНИХИ – Ташкент, 1986. – Вып. 60. Агротехника и урожайность хлопчатника. – С. 19-24.
4. Маматожиев Ш.И. Минимальная до посевная обработка почвы после распашки люцерны при интенсивной технологии возделывания хлопчатника // Актуальная наука. – 2019. – № 11 (28). – С. 68-73.
5. Маматожиев Ш.И. Интенсивная технология минамальной до посевной обработки почвы под хлопчатник после распашки люцерны // Актуальная наука. – 2019. – № 11 (28). – С. 63-67.
6. Sh.I. Mamatojiev, B.B. Otajonova. Control the quality of wine storage. "UNIVERSUM" TECHNICAL SCIENCE. Issue: 12 (81) December 2020 chats 3 Moscow, pp.82-84.
7. Mamatojiev Sharip Ikromovich, Mirzaeva Mutabar Azamovna, Xadyatullaeva Nafisa Abdusamadovna. Factors Affecting Grain Storage Processes On Quality Indicators //The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research, – 2020. – №12 (2), – С. 63-67.
8. Мирзаева М.А., Акрамов Ш.Ш. У. Биология сортов сахарной свеклы, вредителей, болезней и способы борьбы с ними //Universum: технические науки. – 2020. – №. 11-3 (80).
9. Мирзаева М.А. Исследование масла косточек винограда //Масложировая промышленность. – 2007. – №. 1. – С. 28-27.
10. Мирзаева М.А. Акрамов ШШУ Биология сортов сахарной свеклы, вредителей, болезней и способы борьбы с ними // Universum: технические науки. – 2020. – №. 11-3. – С. 80.
11. Azamovna M.M. Shuhratjon O'g'li, AS, & Nuritdinovna, AD (2020). Biology Of Sugar Beet, As Well As The Scientific Basis For The Cultivation Of Ecologically Pure Products //The American Journal of Agriculture and Biomedical Engineering. – Т. 2. – №. 11. – С. 7-10.
12. Абдукаримова Д.Н., Мирзаева М.А. Исследование Структуры, Составов И Физико-Химических Свойств Ингредиентов Для Разработки Композиционных Химических Препаратов //Central asian journal of theoretical & applied sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 12. – С. 323-328.

## ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)

DOI - 10.32743/UniChem.2022.92.2.13028

 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕДОНОСНЫХ РАСТЕНИЙ  
 ПУСТЫННОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

Торениязова Венера Смагуловна

базовый докторант,

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук

Академии наук Республики Узбекистан,

Республика Узбекистан, г. Нукус

 ECOLOGICAL FEATURES OF HONEY PLANTS OF THE DESERT ZONE  
 OF THE SOUTHERN ARAL REGION

Venera Torenliyazova

basic doctoral student,

Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences

of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,

Republic of Uzbekistan, Nukus

## АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты по изучению экологических особенностей медоносных растений пустынной зоны Южного Приаралья. Комплекс экологических условий, присущих типичным пустыням, оказывает сильное влияние на формирование растительного покрова, рост и развитие отдельных видов растений региона Приаралья.

Наибольший интерес для пчеловодства представляют как дикорастущие виды, так и сельскохозяйственные культуры, наиболее перспективные в использовании и применении в качестве источников получения меда. Медоносные растения Каракалпакстана представлены 68 видами. В статье приводится анализ эколого-биологических показателей некоторых растений-медоносов пустынной зоны Южной части Приаралья. Охарактеризованы *Callygonumaphylum*, *Alhagipseudoalhari*, *Rozamajalis J. Herrium*, *Ammodendronkarelinii*.

## ABSTRACT

The article presents the results on the study of the ecological features of the honeycomb plants of the desert zone of the Southern Priaralye. A complex of environmental conditions inherent in typical deserts has a strong influence on the formation of vegetation cover, the growth and development of certain types of plants of the Priaralye region.

The greatest interest for beekeeping is both wild species and agricultural crops that are most promising to use and use as sources of honey. Karakalpakstan's honey plants are represented by 68 species. The article provides an analysis of the ecological and biological indicators of some of the desert zones of the deserted zone of the southern part of the Priaralye. Characterized by *CalkonumAphylum*, *AlhagiPseudoalhari*, *RozaMajalis J. Herrium*, *AmmodendronKarelinii*.

**Ключевые слова:** экология, медоносные растения, Приаралье, природные ресурсы, *Callygonumaphylum*, *Alhagipseudoalhari*, *Rozamajalis J. Herrium*, *Ammodendronkarelinii*, анализ флоры, продуктивность.

**Keywords:** ecology, honeybar plants, ancestor, natural resources, *CallygonumAphylum*, *AlhagiPseudoalhari*, *RozaMajalis J. Herrium*, *AmmodendronKarelinii*, analysis of flora, productivity.

В настоящее время в решении проблемы продовольственной безопасности и устойчивого развития любого государства огромное значение имеет рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов. Растительный мир во всех странах мира является одним из жизненно важных компонентов биоразнообразия и глобальной устойчивости окружающей среды. Они лежат в основании трофической пирамиды во всех наземных экосистемах, от которых неизбежно зависят все остальные виды животных и человек [1; 6]. Известно, что состав и продуктивность медоносных ресурсов зависят от природно-климатических и географических условий [3; 9].

Комплекс экологических условий, присущих типичным пустыням, оказывает сильное влияние на формирование растительного покрова, рост и развитие отдельных видов растений, на образование различных жизненных форм [3].

До настоящего времени изучение экологических особенностей дикорастущей медоносной флоры Каракалпакстана практически не проводилось. Поэтому анализ этой флоры по основным жизненным формам проведен нами на основе классификации, принятой в работе В.В. Никитина (1965): всего по росту и развитию однолетних (45,89%), а также многолетних травянистых растений (37,24%). В пустынях



также широко распространена кустарниковая растительность, а древесные формы произрастают по берегам Амударьи и ее притоков (ивы – *Salix*, тополя – *Populus* и лох *Elaeagnus*); в пустынях саксаул (*Haloxylon*), песчаная акация (*Ammodendron*) [8; 10; 2].

Возрастание антропогенного воздействия и освоение территории плато Устюрт приводят к уменьшению площади, занятой дикими медоносными растениями. При широком использовании медоносных растений важно прогнозировать их урожайность и нектаропродуктивность. Для этого необходимо выяснить экологические взаимосвязи растений и влияние на них факторов внешней среды [9; 7].

Основной аспект растительности Южного Приаралья – малочисленность видов во флоре и их динамичность. В результате этого многочисленные экологические ниши остаются незаполненными и представляют неустойчивость экосистемы в целом.

Псаммофильная растительность песчаной пустыни характеризуется своеобразными жизненными формами. К ним относятся пустынные деревья и кустарники, полукустарники, полукустарнички, многолетние, двулетние и однолетние травы. Цветение растений песчаной пустыни начинается с марта (иногда – с конца февраля). В это время погода явно нестабильна, где теплые солнечные дни с температурой 8–12 °С и высокой относительной влажностью воздуха в пределах 70–80% чередуются хмурыми, холодными днями, временами с дождем и снегом [10; 5].

***Callygonumaphylum* – кандым безлистный** – кустарник высотой до 1,5–2 м, с красной корой. Листья линейные, рано опадающие, с пленчатым раструбом, который сохраняется до конца вегетации и начинает разрушаться на следующий год в связи с ростом побега в толщину. Годичные побеги зеленые, ассимилирующие, частично опадающие к концу лета. Цветки по 2–3 собраны в пазушные пучки. Околоцветник белый или розовый, простой, 5-членный, при плодах не разрастающийся. Тычинок 10–16. Завязь верхняя 4-гранная, с 4 столбиками. Плоды в очертании 4-гранные с 4 сдвоенными, перепончатыми коричневыми крыльями, обычно по краям зазубренными.

Растет в различных местах обитания: в полупустыне и пустыне, на песчаных и глинистых почвах, солончаках, некоторых типах солончаков. Ареал вида охватывает Восточное Предкавказье и Закавказье, юг Нижнего Поволжья, Казахстан, Среднюю Азию.

**Кандым безлистный (*Callygonuma phylum*)** обладает длинными горизонтальными корнями, которые могут достигать в длину около 12 м. Это делает его очень ценным растением для закрепления подвижных песков. Кустарники от 0,5 до 4 м высотой, очень ветвистые, с ажурной кроной. Стволики и старые ветви изогнутые. Молодые побеги длинные, извилисто изогнутые, зеленые или серовато-зеленые, членистые, как бы безлистные, осенью почти целиком отмирающие и опадающие. Листья малозаметны, линейные или игловидные, 3–7 мм длиной, в основании с чешуевидно-кожистым стеблеобъемлющим раструбом. Цветки пазушные, одиночные, обоополье, правильные, с простым 5-членным околоцветником.

Листочки последнего белые, розовые, розовато-фиолетовые, зеленоватые [10; 2].

Растения из рода Кандым обладают обширной корневой системой. Главный корень в первый год жизни растения уходит на глубину 60–70 см, через год его длина достигает 1 м и более, вырастают горизонтально растущие боковые корни. Через 5–6 лет общая площадь, занимаемая горизонтально растущими корнями, может достигать 20 метров. Внешний вид растений из рода Кандым зависит от экологических условий. Если они произрастают там, где грунтовые воды залегают неглубоко, растения рода Кандым принимают форму многоствольных древовидных кустарников, достигающих порой 5–7 метров в высоту. Там же, где вода лежит глубоко под песками, это невысокие кустарники, максимум до 1,5 метра высотой. Кандым широко распространен в северной части Каракалпакской части плато Устюрт (чурук и восточный чинк приморской полосы) [9; 10; 2].

**Верблюжья колючка (*Alhagi pseudoalhagi*)** – многолетнее растение семейства бобовых (*Fabaceae*). Распространено в Узбекистане, Кыргызстане, Туркменистане, Казахстане и южных районах Азербайджана. Кустарник высотой 60 см и более. Многолетний полукустарник. Стебли и ветви гладкие, голые, реже с редкими волокнами, высотой 50–90 см, ветви значительно тоньше основного стебля, иногда покрыты рассеянными волосками, обычно направленные под острым углом вверх, довольно густо облиственные. Колочки нижние крепкие, короткие, 7–12 мм длиной, около 1–1,5 мм толщиной, верхние 18–25 мм длиной, 0,5–1 мм толщиной, вверх приподнятые, все на верхушке переходят в острый древеснеющий шип [9].

Верблюжья колючка (*Alhagi pseudoalhagi*) широко распространена на гипсоносных, песчаных, засоленных почвах Каракалпакской части плато Устюрт.

В цветках образуется огромное количество нектара, поэтому в районах распространения *Alhagi pseudoalhagi* растение является главным медоносом. По данным авторов, одна пчелиная семья может собирать с него до 50 кг меда [1; 10]. Результаты ученых и специалистов показали, что общее количество анионов в верблюжьей колючке достигает 46,5 мг/экв, из них (27,5 мг/экс) 57,89% приходится на долю сульфат-иона, а (12,8 мг/экс) 26,9% – на долю хлорид-иона. Поэтому ее можно считать малосоле-накапливающей, сульфатофилом [4].

**Роза майская (*Rozamajalis J. Herrium*)** входит в семейство *Rozaceae*. Роза майская является крупным кустарником высотой до 2,5–3,0 м, имеет несколько толстых, прямых, слабо ветвистых стеблей с дугообразно раскидистыми ветвями. Кора старых ветвей буровато-коричневая; кора молодых ветвей зеленая или зеленовато-пурпурная. Шипы главных ветвей более-менее редкие, крепкие, слабо ногтевидные, довольно мощные, 5–10 мм длиной, слабо сплюснутые, постепенно треугольные расширенные; молодые ветви более обильные, мельче и тоньше. Листочки зеленые, иногда снизу сероватые, в числе 3–7, крупные, 15–50 мм длиной, 7–25 мм шириной, яйцевидные, продолговато-яйцевидные или почти эллиптические,

с обеих сторон голые или сверху рассеянно, снизу густо шелковисто опушенные.

Стержень голый или густо мягко-войлочно опушенный и шиповатый от одиночных когтевидно загнутых мелких до 2 мм длиной шипиков. Прилистники крупные, до 2–3 см длиной, с торчащими вверх ушками, с обеих сторон голые или снаружи опушенные, а внутри голые, по краю железистые и на вершине в выемке между ушками реснитчатые или голые. Цветы по 2–5 (и больше) в щитковидном соцветии, реже одиночные, на толстых 1–2 мм толщиной и 13–30 мм длиной цветоножках. Прицветники кожистые, ланцетные, заостренные, 2–3 см длиной, голые или сверху лишь по средней жилке опушенные, снизу густо коротко опушенные, по краю мелкозубчатые и с длинностебельчатыми железками. Чашелистики треугольные, 2–3 см длиной, наружные более-менее перистые, все с обеих сторон, особенно внутри, войлочное опушение, опадающие до момента пыльного созревания плода. Венчик розовый или белый, 4–6 см диаметром. Цветет в мае – июле, плодоносит в июле – октябре. Широко распространена на такырах, шорах и солончаках Каракалпакской части плато Устюрт (плато чинк, Джейдибулак, Кассарма).

В нектаре одного цветка шиповника содержится от 2,2862 до 4,1184 мг сахара, в котором 51,46% фруктозы, 47,12% глюкозы и 1,42% сахарозы. Мед с шиповника бесцветный, обладает приятным ароматом, долго не кристаллизуется [9; 5].

**Песчаная акация Карелина (*Ammodendron karelinii*)** входит в состав семейства *Fabaceae* (Бобовые). Кустарник обильно разветвленный, покрытый беловато-бурой корой и многочисленными простыми колючими – остатками листовых черешков. Молодые ветви серебристо-белые, блестящие от густого прижатого опушения. Прилистники мелкие, шиловидные,

рано опадающие. Листья серебристо-белые, парноперистые, с одной парой листочков, линейной или удлиненно-обратно-ланцетовидной формы, часто саблевидно изогнутые, 20–40 мм длиной и 3–4 мм шириной в верхней трети, к основанию клиновидно суженные, к верхушке коротко заостренные в шиповидное остроконечие до 1–3 мм длиной, которые после опадания листочков превращаются в колючку.

Ученые и специалисты отмечают, что цветы у песчаной акации Карелины темно-фиолетовые, укороченные конечные кисти, внизу иногда прерывистые, 3–6 см длиной и около 2 см шириной. Цветоножки 7–9 мм длиной, частично поникающие, при плодах откинута. Чашечка широко колокольчатая, серебристо-белая от густого прижатого опушения, 3–4 мм длиной. Завязь опушенная. Бобы 25–36 мм длиной и 5–9 мм шириной, продолговато-эллиптические, опушенные прижатыми волосками, с наибольшей шириной посередине или чуть выше, к обоим концам суженные, обычно вдоль скрученные, с обеих сторон по швам с крылом 1,5–3 мм шириной. Цветет в мае, плодоносит в июле. Широко распространена на песчаных почвах Каракалпакской части плато Устюрт (остров Возрождения).

В климатическом отношении плато Устюрт является сложным и своеобразным объектом, на территории которого господствует резко континентальный климат. Максимальная температура воздуха в июле достигает до 47 °С. Среднемесячная температура июля и августа – 30 °С. Зима холодная и малоснежная, среднемесячная температура января –12,9 °С, в отдельные дни достигает до более –30 °С. Зимой часты туманы, гололед, метели и кратковременные оттепели. Годовая амплитуда температур для центральной части Устюрта – 36–38 °С, выпадаемое количество атмосферных осадков на юге в среднем составляет до 90 мм, на севере – 120 мм.

Таблица 1.

## Регрессионные уравнения зависимости УСФ от основных популяционных показателей

Вид растения	УСФ вида в сыром состоянии (Y), г/м <sup>2</sup>	УСФ вида в воздушно-сухом состоянии (Y'), г/м <sup>2</sup>
<i>Callygonumaphyllum</i>	Y = 1,9906 ПП + 10,9781 Y = 0,6494 КЦП + 12,4376	Y' = 0,6750 ПП + 2,1435 Y' = 0,2224 КЦП + 2,5385
<i>Alhagi pseudoalhagi</i>	Y = 3,1420 ПП + 8,0943 Y = 2,1322 ПП + 14,5040 ГП – 66,4464	Y' = 1,6123 ПП + 3,2014 Y' = 1,1707 ПП + 6,3426 ГП – 29,3950
<i>Roza Majalis</i>	Y <sub>п</sub> = 3,6485 ПП + 37,8044 Y <sub>п</sub> = 3,4531 ПП + 2,5765 ВП + 3,2040	Y' <sub>п</sub> = 1,7405 ПП + 19,6088 Y' <sub>п</sub> = 1,6602 ПП + 1,0588 ВП + 5,4019
<i>Tamarix hispida Leceae</i>	Y = 2,310 ПП + 4,0766 Y = 2,227 ПП + 14,1022 ГП – 67,4215	Y' = 1,509 ПП + 2,1355 Y' = 1,1811 ПП + 5,622 ГП – 28,1470
<i>Ammodendron karelinii</i>	Y = 1,3426 ПП + 9,4482 Y = 0,6494 КЦП + 10,5112	Y' = 0,6750 ПП + 2,1435 Y' = 0,2224 КЦП + 2,5385

Примечание. ПП – проективное покрытие, %; КЦП – количество цветоносных побегов, шт./м<sup>2</sup>; КП – количество побегов, шт./м<sup>2</sup>; ГП – годичный прирост, см; ВП – высота побегов, см; п – побеги; л – листья.

Таким образом, проведенный сравнительный анализ показал, что полученные регрессионные модели дают возможность проведения предварительной оценки продуктивности популяций медоносных видов растений на основе измерений необходимых

показателей (проективного покрытия вида, количества и высоты побегов) с целью оптимизации процесса определения ресурсов растительных медоносных ресурсов в пустынной зоне Южного Приаралья.

**Список литературы:**

1. Абдушаева Я.М. Медоносные ресурсы Новгородской области // Пчеловодство. – 2008. – № 5. – С. 20–21.
2. Даулетмуратов С.Д. Ресурсы лекарственных растений Каракалпакии и их охрана. – Нукус, 1991. – 179 с.
3. Кулаков В.Н. Медоносные ресурсы и перспективы развития пчеловодства Российской Федерации: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2012. – 47 с.
4. Матжанова Х.К. Галоадаптация и экологические особенности растений осушенной южной части дна Аральского моря в связи с опустыниванием и засолением почв // Аридные экосистемы. – 2007. – Т. 13, № 33–34.
5. Наумкин В.П., Богатищева И.Ю. Медоносная флора Центральной России // Пчеловодство. – 2010. – № 7. – С. 21–24.
6. Пельменев В.К. Медоносные растения. – М. : Наука, 1985. – 144 с.
7. Пономарева Е.Г., Детерлеева Н.Б. Медоносные ресурсы и опыление сельскохозяйственных растений. – М. : Агропромиздат, 1986. – 224 с.
8. Сабиров Р. Видовой состав нектароносных и пергааносных растений Хорезмского оазиса // Растительные ресурсы. – 1976. – Т. 12, вып. 3. – С. 442–446.
9. Самсонова И.Д. Медоносы лесных и примыкающих экосистем // Лесное хозяйство. – 2008. – № 6. – С. 23–24.
10. Хамидов Г. Медоносные растения в Узбекистане. – Ташкент, 1971. – 24 с.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

## БИОХИМИЯ

ИССЛЕДОВАНИИ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ  
И ПУТИ ЕГО КОРРЕКЦИИ ПРИ ОСТРОМ ПАНКРЕАТИТЕ*Шукуров Илхом Болтаевич**проф. кафедры «Биохимии»**Бухарского государственного медицинского института,**Республика Узбекистан, г. Бухара**E-mail: [shukurov1962@bk.ru](mailto:shukurov1962@bk.ru)*INVESTIGATION OF THE ANTIOXIDANT SYSTEM AND WAYS  
OF ITS CORRECTION IN ACUTE PANCREATITIS*Ilkhom Shukurov**Professor of the Department of "Biochemistry"**of the Bukhara State Medical Institute,**Republic of Uzbekistan, Bukhara*

## АННОТАЦИЯ

Цель статьи заключается в рассмотрении антиоксидантной системы и пути его коррекции при остром панкреатите. При анализе исследований изучено обмен глутатиона и его связь с процессами детоксикации и липопероксидации при остром экспериментальном панкреатите в зависимости от антиоксидантного состояния организма. Впервые при остром экспериментальном панкреатите показаны нарушение активности ферментов глутатионового статуса в печени и крови, и возможность ее восстановления при предварительном введении  $\alpha$ -токоферола.

## ABSTRACT

The purpose of the article is to consider the antioxidant system and ways of its correction in acute pancreatitis. When analyzing studies, the exchange of glutathione and its relationship with the processes of detoxification and lipid peroxidation in acute experimental pancreatitis were studied, depending on the antioxidant state of the body. For the first time in acute experimental pancreatitis, a violation of the activity of glutathione status enzymes in the liver and blood and the possibility of its restoration with the preliminary administration of  $\alpha$ -tocopherol were shown.

**Ключевые слова:** панкреатит, внутриклеточные процессы, детоксикация, антиоксидантный статус.

**Keywords:** pancreatitis, intracellular processes, detoxification, antioxidant status.

Перекисные соединения, формирующиеся в процессе ПОЛ, представляют собой супероксидный анион ( $O_2^-$ ), перекись водорода ( $H_2O_2$ ), гидроксильный радикал (ОН) и синглетный кислород ( $O_2$ ) [1]. Свободные радикалы постоянно образуются в ходе нормального метаболизма как за счет утери электронов из дыхательной цепи, так и в виде побочных продуктов обмена арахидоновой кислоты. При развитии воспалительного процесса свободные радикалы образуются в больших количествах фагоцитами и способствуют гибели микроорганизмов. Взаимодействие радикалов с липидами мембран обеспечивает формирование перекисных соединений, обладающих четко выраженной хемотактической активностью в

отношении фагоцитов и других иммунокомпетентных клеток [2]. Это обеспечивает последующую динамику воспалительного процесса. Свободные радикалы также вызывают экспрессию молекул, которые участвуют в адгезивном эффекте входе развития микровазкулярного тромбообразования [3].

**Цель исследования:** изучить состояние оксидантной и антиоксидантной систем при развитии острого панкреатита и совершенствовать пути его коррекции.

**Материалы и методы исследования.** Эксперименты проведены на 60 половозрелых беспородных крысах-самцах с исходной массой тела 120-140 г.,

содержащихся на стандартном режиме питания. При проведении экспериментов руководствовались «Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, которые используются для экспериментов и других научных целей» (Страсбург, 1985). Острый экспериментальный панкреатит вызывали у крыс по методу П.С. Симоваряна (3): локальным замораживанием поверхности поджелудочной железы хлористым этилом.

Для определения степени поражения поджелудочной железы в крови определяли активность амилазы. Исследования проводились на 7-, 10-сутки после операции. В интактную и ложнооперированную группу были включены по 10 крыс.

Во второй серии экспериментов (10 крыс) изучали корригирующее действие цитохрома *c* на содержание МДА, активность каталазы и СОД при развитии экспериментального острого панкреатита. Для этого животным контрольной и опытной групп ежедневно в течение 10 дней вводили цитохром *c* в дозе 0,15 мг в сутки на кг массы тела. Препарат вводили внутримышечно, курс лечения составил 10 дней.

В третьей серии экспериментов животным вводили (10 крыс) сандостатин – 0,007 мг на кг массы тела и определяли активность эластазы, ММП-1 и ММП-9 и содержание ТИМП-1 в сыворотке крови при развитии экспериментального острого панкреатита.

В четвертой серии экспериментов животным одновременно вводили цитохром *c* и сандостатин, и содержание МДА, активность каталазы и СОД при развитии экспериментального острого панкреатита. Для этого животным контрольной и опытной групп ежедневно в течение 10 дней вводили цитохром *c* в дозе 0,15 мг в сутки на кг массы тела, ингибитор протеаз сандостатин в дозе 0,007 мг на кг массы тела.

Животные забивались на 7-, 10-е сутки после операции.

Содержание малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови определяли по методу Л.И. Андреевой и соавт. (Андреева А.И., Кожемякин Л.А., Кишкун А.А. Модификация метода определения перекисей липидов в тесте с тиобарбитуровой кислотой // Лаб. дело. – 1989. - № 7. – С. 41- 49.). Активность каталазы определяли по методу М.А. Королюка и соавт. (Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е.. Метод определения активности каталазы // Лаб. дело. - 1988. - №1. - С. 12-15.), СОД - по проценту восстановления нитротетразолиевого синего в щелочной среде и выражали в условных ЕД на мин/мг белка (Мхитарян В.Г., Бадальян Г.Е. Определение активности супероксиддисмутазы // Журн. экспер. и клин. мед. – 1978. - №6. – С. 7-11.).

#### Результаты и обсуждение полученных результатов

Определение содержания МДА в плазме крови показало (табл. 1), что оно повышено во все сроки исследования у животных контрольной группы по сравнению с интактными ( $0,393 \pm 0,005$ ,  $0,364 \pm 0,008$  нмоль/мг белка). У животных с острым панкреатитом в крови наиболее выраженные изменения обнаружены на 10-сутки исследования. Так, если на 7-сутки исследования содержание МДА в плазме крови повышено в 2,86 раза, то на 10-сутки оно повышено в 3,42 раза. Эти приведенные данные указывают на выход продуктов ПОЛ в кровь и на возможность интоксикации организма на 10- и 7- сутки патологического процесса.

Таблица 1.

#### Динамика изменения содержания МДА плазмы крови при остром панкреатите (нмоль/мг белка)

Группа животных	Кол-во животных	Сроки исследования	
		На 7 день	На 10 день
1. Интактная	8	$0,161 \pm 0,004$	
2. Контрольная	8	$0,393 \pm 0,005$	$0,364 \pm 0,008$
3. ОП	8	$0,460 \pm 0,008$	$0,551 \pm 0,021$

Примечание: *P* во всех случаях достоверно

Повреждающему действию свободных радикалов и перекисных соединений в организме противостоит сложная многокомпонентная антиокислительная система, которая обеспечивает связывание и модификацию радикалов, предупреждает образование или разрушает гидроперекиси.

В организме присутствует целый ряд продуктов и энзимов, которые снижают ферментативные компоненты антиоксидантной системы и включают супероксиддисмутазу (СОД), которая катализирует превращение  $O_2^-$  в  $H_2O_2$  и  $H_2O$ ; каталазу, которая затем превращает  $H_2O_2$  в  $H_2O$  и  $O_2$  повреждающий эффект свободных радикалов.

Однонаправленные изменения активности каталазы и СОД определены в крови. На 7- и 10-сутки исследования у животных контрольной группы обнаружено снижение активности каталазы, что наиболее выражено на 7-сутки день исследования (табл. 2). Так, если активность каталазы снижено на 13,76% на 10-сутки исследования, то на 7-сутки оно составило 38,84%.

Таблица 2.

**Динамика изменения активности ферментативных компонентов антиоксидантной системы (АОС) в крови при остром панкреатите**

Группа Животных	Кол-во животных	Показатели (АОС)	Сроки исследования	
			На 7 день	На 10 день
1. Интактная	8	каталаза	0,618±0,009	0,618±0,009
		СОД	1,418±0,039	1,423±0,014
2. Контрольная	8	каталаза	0,378±0,006	0,533±0,006
		СОД	1,942±0,011	0,895±0,012
3. ОП	8	каталаза	0,198±0,001	0,214±0,003
		СОД	1,499±0,018	1,857±0,012

Примечание: *P* во всех случаях достоверно

У животных с острым панкреатитом отмечено достоверное снижение активности каталазы во все сроки исследования, что наиболее выражено на 7-сутки исследования. В этот срок активность данного фермента снижено в 3,12 раза, а на 10 суток оно равно 2,88 раза.

Динамика изменения активности СОД в крови контрольных животных показало повышение активности его на 7-сутки на 36,95%. В то же время на 10-сутки исследования активность СОД снижено на 62,89% (табл. 3).

Острый панкреатит характеризовался повышением активности СОД на 10-сутки на 30,5 % соответственно по сравнению с интактными животными.

Таким образом, при ОП в крови отмечается ингибирование активности СОД и каталазы, что обуславливает усиление образования свободных радикалов и инициацию ПОЛ в биомембранах. Наблюдаемая нами активация не коррелирует с сохранившимися высокими значениями МДА.

**Влияние цитохрома *c* на оксидантно-антиоксидантную систему в динамике развития острого панкреатита**

Таблица 3.

**Динамика изменения содержания МДА плазмы крови при остром панкреатите (нмоль/мг белка) и после лечения препаратами: цитохрома *c*, сандостатин и их сочетания**

Интактная группа	Контрольная группа		ОП 7 дней				ОП 10 дней			
			Без лечения	После лечения			Без лечения	После лечения		
	7 день	10 день		Цитохром <i>c</i>	Сандостатин	Сочетания		Цитохром <i>c</i>	Сандостатин	Сочетания
0,161±0,004	0,393±0,005	0,364±0,008	0,460±0,008	0,285±0,004	0,315±0,005	0,203±0,005	0,551±0,021	0,241±0,007	0,298±0,004	0,185±0,006

Примечание: *P* во всех случаях достоверно

На 7-сутки исследования по сравнению с группой ложно-оперированных при лечении цитохрома *c* показателем МДА понизились в 1,4 раза, когда как при лечении Сандостатином в 1,25 раза. Сочетанное действие обоих препаратов показала наилучший результат, снижение показателей в 1,93 раза.

На 7-сутки исследования по сравнению с группой без лечения при лечении цитохрома *c* показателем МДА понизились в 1,61 раза, когда как при лечении Сандостатином в 1,5 раза. Сочетанное действие обоих препаратов показала наилучший результат, снижение показателей в 2,27 раза.

На 10-сутки исследования по сравнению с группой ложно-оперированных при лечении цитохрома *c* показателем МДА понизились в 1,5 раза, когда как при лечении Сандостатином в 1,22 раза. Сочетанное действие обоих препаратов показала наилучший результат, снижение показателей в 1,97 раза.

На 10-сутки исследования по сравнению с группой ложно-оперированных при лечении цитохрома *c* показателем МДА понизились в 2,29 раза, когда как при лечении Сандостатином в 1,85 раза. Сочетанное действие обоих препаратов показало наилучший результат, снижение показателей в 2,98 раза.

Таблица 4.

**Динамика изменения активности антиоксидантной системы крови при остром панкреатите и после лечения препаратами: цитохрома с, сандостатин и их сочетания**

Название показателей	Интактная группа		Контрольная группа		ОП 7 дней			ОП 10 дней				
					Без лечения	После лечения		Без лечения	После лечения			
						Цитохром с	Сандостатин		Сочетания	Цитохром с	Сандостатин	Сочетания
7 день	10 день											
Ката лаза	0,618±0,009		0,378±0,006	0,533±0,006	0,198±0,001	0,452±0,008	0,392±0,006	0,558±0,004	0,214±0,003	0,482±0,001	0,422±0,003	0,582±0,009
СОД	1,418±0,039	1,423±0,014	1,942±0,011	0,895±0,012	1,499±0,018	1,438±0,015	1,475±0,015	1,422±0,023	1,857±0,012	1,434±0,013	1,452±0,012	1,416±0,019

Примечание: P во всех случаях достоверно

Однонаправленные изменения активности каталазы и СОД определены в крови. На 7- и 10-сутки исследования у животных контрольной группы обнаружено снижение активности каталазы, что наиболее выражено на 7-сутки день исследования (табл.2). Так, если активность каталазы снижено на 13,76% на 10-сутки исследования, то на 7-сутки оно составило 38,84%.

У животных с острым панкреатитом отмечено достоверное снижение активности каталазы во все сроки исследования, что наиболее выражено на 7-сутки исследования. В этот срок активность данного фермента снижено в 3,12 раза, а на 10 сутки оно равно 2,88 раза.

А при лечении можно наблюдать следующую положительную динамику:

На 7-сутки исследования по сравнению с группой без лечения аналогичного срока при лечении цитохрома с показателем каталазы повысились в 2,28 раза, когда как при лечении Сандостатином в 1,98 раза. Сочетанное действие обоих препаратов показала наилучший результат, повышение показателей в 2,82 раза.

На 10-сутки исследования по сравнению с группой без лечения аналогичного срока при лечении цитохрома с показателем каталазы повысились в 2,25 раза, когда как при лечении Сандостатином в 1,97 раза. Сочетанное действие обоих препаратов показала наилучший результат, повышение показателей в 2,72 раза, приравнивание к исходному значению.

#### Список литературы:

1. The predominance of a naive T helper cell subset in the immune response of experimental acute pancreatitis / A.I. Schmidt, C. Kühlbrey, R. Lauch et al. // Pan-creatology. – 2017. – Vol. 17, № 2. – P. 209-218.
2. The therapeutic intervention and surgery of acute pancreatitis / H.J. Amano [et al.] // J. Hepatobiliary Pancreat. Sci. – 2010. – Vol. 17, N 1. – P. 57-59.
3. The Receptor for Advanced Glycation End Products Activates the AIM2 Inflammasome in Acute Pancreatitis / R. Kang, R. Chen, M. Xie et al. // J Immunol. – 2016. – Vol. 196, №10. – P.4331-4337.
4. Симоварян П.С., Тименина Р.С. Показатели жира-углеводного обмена при экспериментальном панкреатите // Патол. физиол. И эксп. тер.-М.: Медицина.- 1973.-№ 2.- С. 59-62.

5. Андреева А.И., Кожемякин Л.А., Кишкун А.А. Модификация метода определения перекисей липидов в тесте с тиобарбитуровой кислотой // Лаб. дело. – 1989. - № 7. – С. 41- 49.
6. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е.. Метод определения активности каталазы // Лаб. дело. - 1988. - № 1. - С. 12-15.
7. Мхитарян В.Г., Бадальян Г.Е. Определение активности супероксиддисмутазы // Журн. exper. и клин. мед. – 1978. - №6. – С. 7-11.
8. А. Собирова, Шукуров И.Б. Влияние токоферола на состояние антиоксидантной защиты крыс с острым панкреатитом. // Хазм килиш тизими потологиясида гомеостаз муаммолари илмий – амалий конференция Тез.докл., Ташкент – 2001. 36 стр.
9. Шукуров И.Б., Р.А.Собирова, С.Ф. Сулейманов. Изучение действия токоферола на состояние перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты крыс с острым панкреатитом. // Журн. Проблемы биологии и медицины №4.1 (22) 2001. 50-52 стр.
10. Шукуров И.Б., Н.А.Мажидов,О.И. Жабборова. Экспериментальное изучение действия витамина Е на энзимы печени крыс. // Журн.Проблемы биологии и медицины №4. 2005г. 56-57 стр.
11. Шукуров И.Б., Сулеймонов С.Ф, Зульфикаров А.Н., Султанова Г.А., Киличев А.А., Ким Л.А. Изучение действия втамина Е на биохимические параметры в эксперименте// Журн. Инфекция, иммунитет и фармакология №6. 2006, 108-110 стр.
12. Шукуров И.Б., Шукурова С.И., Шукурова В.И. Изучение действия  $\alpha$ -токоферола на состояние перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты крыс с острым панкреатитом. // Журн. Проблемы биологии и медицины № 4.1 2013г. 50-52 стр.
13. Шукуров И.Б., Сулайманов С.Ф., Мажидов А.А., Исследование влияния витамина Е на биохимическое показатели в условиях эксперимента. “Молодёж и медицинская наука” материалы V межвузовской научно-практической конференции молодых учёных 23ноября 2017г. г. Тверь. Россия.
14. Сабирова Р.А., Шукуров И.Б., Ганиев А.К. Патобиохимические основы развития острого панкреатита // журн. тиббиёт ва спорт ( medicine and sport) 2020. Стр. 57-63стр.
15. Сабирова Р.А., Шукуров И.Б., Абдуллаева Н.К. Влияние цитохрома на процессы перекисного окисления липидов при остром экспериментальном панкреатите. научно-практической конференции с международным участием «Химия: вчера, сегодня, завтра» посвященной 85 летию профессора, члена РАН естественных наук, Касымовой Сталины Салиховны, 21 декабря 2021 года,3-5 стр.



## ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

DOI - 10.32743/UniChem.2022.92.2.13032

РОЛЬ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА И АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ  
В ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ ГИПЕРТЕРМИИ*Нурматова Мунаввар Исломжон кизи**PhD докторант  
институт Биоорганической химии АН РУз  
Республика Узбекистан. г. Ташкент  
E-mail: [munavvarnurmatova@mail.ru](mailto:munavvarnurmatova@mail.ru)**Ахунов Али Ахунович**д-р биол. наук, профессор,  
институт Биоорганической химии АН РУз.,  
Республика Узбекистан. г. Ташкент  
E-mail: [ali.akhunov@gmail.com](mailto:ali.akhunov@gmail.com)**Хашимова Низора Рустамовна**д-р биол. наук,  
институт Биоорганической химии АН РУз.,  
Республика Узбекистан. г. Ташкент  
E-mail: [nigora65@list.ru](mailto:nigora65@list.ru)*ROLE OF REACTIVE OXYGEN SPECIES AND ANTIOXIDANT ENZYMES  
IN THE INCREASE OF COTTON HYPERTHERMAL STABILITY*Munavvar Islomjon kizi Nurmatova**PhD student,  
Institute of Bioorganic Chemistry, Uzbekistan Academy of Sciences,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent**Ali Akhunov**Doctor of Sciences (Biology), Professor,  
Institute of Bioorganic Chemistry Uzbekistan Academy of Sciences,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent**Nigora Khashimova**Doctor of Sciences (Biology),  
Institute of Bioorganic Chemistry, Uzbekistan Academy of Sciences,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

*Авторы приносят искреннее благодарности в Центру геномики и биоинформатики АН РУз и Институту селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка МВСХ РУз за любезно предоставленные семена хлопчатника.*

## АННОТАЦИЯ

В настоящей работе на примере пероксида водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) изучено влияние теплового стресса на активные формы кислорода (АФК) и антиоксидантные ферменты супероксиддисмутазы (СОД; ЕС 1.15.1.1), каталазы (КАТ; ЕС 1.11.1.6) и пероксидазы (ПО; ЕС 1.11.1.7) в сортах хлопчатника Сурхан-103 из семейства *Gossypium barbadense* полученный методом классической селекции и методом «ген нокаут» (Порлок-4) также маркер ассоциированной селекции (МАС) (Равнак-1). Для оценки влияния теплового стресса на биохимические показатели различных сортов хлопчатника исследуемые растения подвергали воздействию температур (35, 45 и 50°C) в течение 1 часа. Результаты показали, что с повышением температуры содержание пероксида водорода увеличивалось во всех исследуемых сортах хлопчатника, при этом исследуемые сорта Сурхан-103 и биотехнологические сорта из семейства *Gossypium hirsutum* – Порлок-4 и Равнак-1 по-разному реагировали на воздействие теплового стресса для снижения повышенного уровня пероксида водорода.

**ABSTRACT**

The effects of thermal stress on reactive oxygen species (ROS) and antioxidant enzymes, to name superoxide dismutase (SOD; EC 1.15.1.1), catalase (CAT; EC 1.11.1.6) and peroxidase (PO; EC 1.11.1.7) produced by hydrogen oxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) in the Surkhan-103 cotton species, *Gossypium barbadense*, were studied. The responses of cotton species generated by gene knockout (Porlok-4) and by the associated selection marker (Ravnak-1) were comparatively analyzed. To assess the thermal stress effects on the biochemical parameters in various cotton species, the plants under study were subjected to the effect of high temperatures (35, 45 and 50°C) for 1 hour. The findings demonstrated increase in the hydrogen oxide concentrations in all species under study; the reduction in SOD activity was observed in Surkhan-103, as compared to other controls. Biotechnologically generated species of *Gossypium hirsutum* family, such as Porlok-4 and Ravnak-1, were found to respond differently to the effect of thermal stress to reduce higher hydrogen oxide concentrations.

**Ключевые слова:** хлопчатник, температурный стресс, активные формы кислорода, пероксид водорода, супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза.

**Keywords:** cotton, thermal stress, reactive oxygen species, hydrogen peroxide, superoxide dismutase, catalase, peroxidase.

**Введение**

Влияние на растения высоких температур является одним из наиболее распространенных абиотических стрессоров, определяющий их продуктивность, особо актуальны проблемы термоустойчивости сельхоз культур, ибо, высокие температуры значительно снижают вегетативный рост и урожайность различных растений. Исходя из этого выяснение биохимических механизмов обеспечивающих выживание растений в экспериментальных условиях при действии повышенной температуры к отдельному генотипу имеет большое теоритическое и практическое значение. Известно, что, хлопчатник (*Gossypium hirsutum* L.) весьма чувствителен к воздействию высоких температур в период вегетации. Высокая температура оказывает неблагоприятное воздействие на растения путем нарушения клеточного гомеостаза и метаболизма, разобщения основных физиологических и биохимических процессов [6], приводящей к изменению скорости фотосинтеза и усиление фотодыхания [16]. Генерация АФК является неизбежным следствием температурного воздействия на растения и вызывает окислительный стресс в растительной клетке. Образование АФК в клетке происходит постоянно, основными АФК являются супероксидный анион-радикал, перекись водорода и синглетный кислород, которые играют важную роль в жизнедеятельности растений. При действии засухи, высокой температуры может происходить неконтролируемое накопление АФК, повышение перекисного окисления липидов, что приводит к гибели клеток растений. Перекись водорода является одной из активных форм кислорода, будучи самой стабильной из них она играет большую роль в качестве сигнальной молекулы в клеточном метаболизме. Однако в стрессовых условиях чрезмерная генерация АФК нарушает равновесие и вызывает повреждение, что приводит к запрограммированной гибели клеток, а также снижение продуктивности растений [3]. В нейтрализации АФК принимают участие высокомолекулярные ферменты-антиоксиданты, среди которых важнейшую роль играют супероксиддисмутаза (СОД; EC 1.15.1.1) которое катализирует реакцию восстановления супероксид радикала до пероксида водорода. Каталаза

(КАТ; EC 1.11.1.6) катализирует разложение перекиси водорода с выделением молекулярного кислорода. Каталаза в отличие от пероксидаз эффективно ингибирует высокие концентрации перекиси водорода при стрессах. Пероксидаза (ПО; EC 1.11.1.7) восстанавливает пероксид водорода до воды при участии различных субстратов. Пероксидазная активность может варьировать в растениях в зависимости от вида стрессового фактора и растений.

В связи с вышесказанным биохимические исследования, ответных реакций хлопчатника на высокие температуры на основе определения взаимодействия активных форм кислорода (АФК) с ферментами антиоксидантной системы позволяет лучше понять механизм ферментативных реакций, благодаря которым приобретают повышенную устойчивость к гипертермии. Исходя из этого целью данной работы было изучение активности антиоксидантных ферментов, а также индикаторов окислительного стресса- пероксида водорода трех сортов хлопчатника в условиях теплового стресса.

**Материалы и методы исследования****Растительный материал и термообработка.**

Семена биотехнологических сортов, полученных методом ген нокаута (Порлок-4) и маркер ассоциированной селекции (МАС) Равнак-2 были предоставлены Центром геномики и биоинформатики АН РУз. Сорт Порлок-4 обладает уникальными свойствами – высокой урожайностью, скороспелостью, высоким качеством волокна. На сегодняшний день «Порлок» является единственным сортом сельскохозяйственных растений, созданным в Узбекистане с применением технологий геномной инженерии. Из традиционно выращиваемых в Узбекистане сортов хлопчатника, дающих волокно преимущественно четвертого-пятого типа, учеными был получен сорт Порлок-1 который позволяет получать волокно 1-2 типа. Сорт «Равнак-2», характеризующийся качественным волокном 3-го типа и высокой урожайностью, представляет собой современный селекционный образец, основанный на участках генома, который четко реагирует на полезные агрономические признаки с использованием технологии МАС в селекции хлопка. В качестве сорта полученный методом классической селекции

использовали Сурхан-103 из семейства *Gossypium barbadense* предоставленный НИИ селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка МВСХ Руз. Семена хлопчатника оголяли в концентрированной серной кислоте, затем промывали под струей холодной воды в течении 10-15 минут. Оголенные семена выдерживали в дистиллированной воде течении 12 часов. Набухшие семена, завернутые в бумажные рулоны, проращивали в течение 7 суток во влажной камере при 27°C. После седьмого дня проростания, половина проростков оставляли в камере в качестве контрольного набора, вторую половину подвергали воздействию температур 35, 45 и 50°C течении одного часа для создания условий теплового стресса [7].

**Статистическая обработка** материала проводилась с помощью программы анализа данных Atte Stat V.10.9.6, работающей как надстройка программы “Microsoft Excel-2007”.

Расчёты также выполнены с использованием пакета компьютерных программ математической статистики SPSS. В частности, использованы программы однофакторного дисперсионного анализа по непараметрическому методу Краскела-Уоллиса, которая является аналогом параметрического метода One-Way ANOVA и рангового корреляционного анализа по методу Тау-Кендалла.

**Определение активности антиоксидантных ферментов.** Для получения экстракта навеску ткани массой 500 мг растирали в холодной фарфоровой ступке с добавлением жидкого азота, затем добавляли 0,5 мл ацетатного буфера (рН-5,0, полученный гомогенат центрифугировали в течение 15 мин при 12000 g. Для определения активности ПО в качестве субстрата использовали о-дианизидин (3,3-Диметоксибензидин) путем определения увеличения оптической плотности при 460 нм. Аналитическая смесь содержала 0,05 мл о-дианизидина (20 мМ), 2,88 мл К-фосфатного буфера (10 мМ, рН 7,0) и 50 мкл экстракта фермента. Реакция была инициирована с добавлением 20 мкл H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (40 мМ) [24].

Активность СОД определяли по ингибированию фотовосстановления нитросинего тетразолия (НСТ) [4]. Инкубационная среда для определения активности СОД содержала 50 мМ К, Na-фосфатный буфер

(рН-7,8), 172 мкМ НСТ, 210 мкМ метионин, 24 мкМ рибофлавин, 0.1% тритон X-100. Для определения активности СОД измеряли уменьшение оптической плотности при 560 нм после 30 минут инкубации. Активность СОД выражали в усл. ед. на 1 мг белка за 30 минут (усл. ед./мг белка). Содержание белка в экстракте определяли по методу Лоури [12] с использованием в качестве контрольного стандарта бычий сывороточный альбумин.

Активность каталазы определяли с помощью некоторых модификаций по методу Sinha. Этот метод [14] основан на восстановлении дихромата до ацетата хрома в присутствии уксусной кислоты при молярном соотношении 1:3. В этом методе дихромат при нагревании в уксусной кислоте в присутствии перекиси водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) восстанавливается до ацетата хрома, с последующим образованием перхромовой кислоты, являющимся нестабильным промежуточным продуктом. Концентрация перекиси водорода прямо пропорционально концентрациям ацетата хрома, который измеряется спектрофотометрически при длине волны 570 нм.

Содержание пероксида водорода определяли по методу [20] где из свежих образцов ткани листьев (100 мг) экстрагировали пероксид водорода путем добавления 4 мл 0,1% раствора трихлоруксусной кислоты (ТХУК) и центрифугировали течение 15 мин при 12000 об. Затем брали 0,5 мл супернатанта и смешивали с 0,5 мл 10 мМ фосфатным буфером (рН = 5,5) и 1 мл 1 М раствором йодистого калия. Поглощение определяли методом спектрофотометрии при длине волны 390 нм. Количество H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, вычисляли с помощью коэффициента экстинкции 0,28 мкм 1 см<sup>-1</sup> и выраженный как нмоль г<sup>-1</sup> FW

### Результаты и обсуждение

Известно, что изменения уровня H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в растительных клетках при стрессах является индикатором окислительного стресса [25]. Генерация активных форм кислорода является фундаментальным процессом у высших растений и используется для передачи сигнала в ответ на изменение условий окружающей среды [17]. Полученные нами результаты показывают (рис.1), что термообработка проростков хлопчатника вызвало прогрессивное увеличение уровня H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> по сравнению с контрольными образцами.

Таблица 1.

Содержание пероксида водорода в листьях 7 суточных проростков хлопчатника при воздействии различных температур (n=3;M ±m)

Сорта хлопчатника	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (нмоль/г)			
	Контроль	35 °С	45 °С	50 °С
Сурхон-103	73±0,9	78,1±0,8	93,4±0,7	97,4±0,6
Порлоқ-4	60,8±0,6	106,5±0,7	91,3±0,3	164,4±0,5
Равнақ-2	54,8±0,5	59,6±0,6	65,8±0,4	121,5±0,5

Первичный уровень пероксида водорода в сорте Сурхан-103 составила 73 нмоль/г и повышалось до 97,4 нмоль/г при термической обработке. В сорте Порлок-4 разница между контролем и образцами подвергнутых температуре 35°C составляла 75%, тогда как этот эффект вызвал повышение пероксида водорода на 7% в сорте Сурхан-103 и 8,75% у Равнак-1. Максимальный уровень накопление пероксида водорода при высокой температуре (50°C) отмечено также в сорте Порлок-4. При этом содержание  $H_2O_2$  повышалось на 170% по отношению к контрольным образцам. Аналогичные результаты получены в исследованиях [19] в которых выявлено, что термообработка повышала уровень пероксида водорода в различных генотипах хлопчатника в полевых условиях при воздействии 48°C. Кроме того результаты исследования [1] доказали, что уровень  $H_2O_2$  увеличивался на 18 % при 38 и 45 °C в ответ на тепловой стресс в сортах хлопчатника (*Gossypium hirsutum L.*) Очевидно, окислительная реакция запускает механизмы защиты растений, активируя высокомолекулярные антиоксиданты среды которых

важную роль играют супероксиддисмутаза, каталаза, группа пероксидаз [18].

Относительно высокий уровень  $H_2O_2$  коррелирует с более высокой активностью СОД (ЕС 1.15.1.1), этот фермент обычно рассматривается как первая линия защиты против окислительного стресса [5]. Образующиеся в хлоропластах токсичные супероксидные анионные радикалы легко превращаются с помощью СОД в пероксид водорода и молекулярный кислород, затем КАТ (ЕС 1.11.1.6) и неспецифичная ПО (ЕС 1.11.1.7 снижают повышенный уровень пероксида водорода до нетоксичного уровня за счет катоболизма до воды и молекулярный кислород. В литературе имеются данные, что толерантность сельскохозяйственных культур к высокой температуре связана с увеличением активности антиоксидантных ферментов [2].

Полученные нами результаты выявили снижение активности СОД во всех исследуемых сортах при 45°C однако, значительное снижение наблюдалось только в сорте Порлок-4 по отношению с контрольными образцами (табл. 2).

Таблица 2.

**Активность супероксиддисмутазы в листьях 7 суточных проростков хлопчатника при воздействии различных температур (n=3;M ±m)**

Сорта хлопчатника	СОД (Ед/мг белка)			
	Контроль	35 °C	45 °C	50 °C
Сурхан-103	19.43±0,9	16.92±0,8	15.13±0,7	13,6±0,6
Порлок-4	13.36±0,6	15.36±0,7	7.51±0,3	10,4±0,5
Равнак-2	10.25±0,5	12.16±0,6	8.79±0,4	11,8±0,5

Активность СОД при 45°C снизилась на 48% у Порлок-4 по сравнению с образцами подвергнутых к воздействию 35°C. Аналогичные результаты полученных в исследованиях [1] отмечено снижение активности СОД при термообработке (38 и 45 °C) проростков хлопчатника (*Gossypium hirsutum L.*), которое объясняется либо повышенным уровнем деградации ферментов, либо снижением синтеза этого фермента. В исследованиях [9] также отмечалось снижение активности СОД при температуре 35°C в двух сортах по сравнению с контрольными образцами.

В биотехнологических сортах при 50°C отмечено повышение активности СОД по сравнению с 45 °C на 38% и 34% в Порлок-4 и Равнак-2, тогда как сорт Сурхан-103, полученный методом традиционной селекции подобных результатов не проявлял. Эффекты повышения активности СОД при умеренном действии высоких температур зарегистрированы на многих культурах: высокая температура в листьях растений вишни вызвал увеличение активности супероксиддисмутазы на 19% при 50°C после 2 часа термообработки и через 24 часа также активность возросла на 43% по сравнению с контролем [27].

Авторы связывают повышение активности СОД как с инициализацией фитогормонами экспрессии генов супероксиддисмутазы так и с увеличением образования активных форм кислорода (АФК). Также у проростков кукурузы при тепловом стрессе и засухе отмечалось повышение активности СОД в листьях и корнях [8].

В системе антиоксидантной защиты от стрессов большую роль играет каталаза (КАТ; ЕС 1.11.1.6) которая представляет собой тетрамерный гем-содержащий фермент для детоксикации АФК, одна молекула которой инактивирует 26 миллионов молекул  $H_2O_2$  в  $H_2O$  за 1 минуту [13]. Баланс между накоплением и погашением  $H_2O_2$  имеет большое значения для выживания клеток, ибо это может привести к гибели клетки растений. В ряде работ отмечалось увеличение активности каталазы в ответ на тепловой стресс, и это также связано с повышением стрессоустойчивости.

В настоящем исследовании значительное увеличение активности каталазы выявили в сорте Сурхан-103 в разных диапазонах температуры (таблица 2).

Таблица 3.

**Активность каталазы в листьях 7 суточных проростков хлопчатника при воздействии температур  
(n=3;M ±m)**

Сорта хлопчатника	КАТ (Ед/мг белка)			
	Контроль	35 °С	45 °С	50 °С
Сурхон-103	147±0,7	280.6±0,6	467.7±0,2	412±0,2
Порлоқ-4	85.7±0,4	70.1±0,8	107.9±0,5	156±0,7
Равнақ-2	52.5±0,5	62.7±0,3	85.9±0,4	121,5±0,6

Самый высокий уровень активности КАТ выявлен при 45°С в сорте Сурхан-103, данному сорте активность повышалось на 218% по отношению с контрольными растениями. Однако при действии 50 °С отмечалось снижение активности каталазы на 11 % по сравнению с 45 °С в сорте Сурхан-103, тогда как в биотехнологических сортах активность продолжал увеличиваться. При этом, активность на 44 % и 41 % повышалось в сортах Порлоқ-4 и Равнақ-2 по отношению с 45°С.

А также, необходимо отметить, что скорость каталазной активности была на 22% выше в сорте Порлоқ-4 по сравнению с Равнақ-1.

Повышенная активность каталазы при термической обработке выявлена у генотипов растений *T. Aestivum* [10]. у *Casaurina equisetifolia*, *Acacia retinodes* [15]. Они сообщают, что в этих сортах каталаза действует в качестве главного антиоксидантного фермента в листьях в условиях окислительного

стресса вызванной тепловым шоком. Кроме того, мы не выявили большую разницу при 35° С в биотехнологических сортах по сравнению с контрольными образцами. Аналогичные результаты были обнаружены в исследованиях [1]. где активность КАТ в листьях хлопчатника значительно увеличивалась (45,86%) при температуре 45 °С, но не отмечалось достоверных различий между контролем и образцами подвергнутых к закаливающим эффектам температуры 38°С.

Полученные нами результаты выявили повышение активности ПО с увеличением температуры, однако значительные показатели обнаружены при 45°С (табл.3) Высокий уровень активности ПО отмечалось в сорте Сурхан-103 при 45°С по сравнению с контрольными образцами. А так же, в сорте Равнақ-1 выявлена высокая активность данного фермента при 45°С, что составляет повышение на 79,6% в сравнении с контрольными образцами.

Таблица 4.

**Активность пероксидазы в листьях 7 суточных проростков хлопчатника при воздействии различных температур  
(n=3;M ±m)**

Сорта хлопчатника	ПО (Ед/мг белка)			
	Контроль	35 °С	45 °С	50 °С
Сурхон-103	15.08±0,7	18.53±0,9	33.18±1,6	18,4±0,9
Порлоқ-4	17.6±0,8	12.83±0,6	9.85±0,4	7,4±0,3
Равнақ-1	15.98±0,7	16.98±0,8	23.50±1,1	12,0±0,6

Однако при 50°С в биотехнологических сортах, особенно в сорте Порлоқ-4 отмечено снижение максимальной снижения активности ПО по сравнению с контролем Аналогичные результаты получены в работах [15]. что оценка антиоксидантного статуса три вида растения измеренной в листьях (*C. equisetifolia*, *A. retinodes* и *B. orientalis*) показали разные значения активности ферментов (КАТ и ПО) в условиях теплового стресса. В этой же статье сообщается что КАТ действует как главный антиоксидантный фермент в листьях *C. equisetifolia* и *A. retinodes* тогда как ПО в листьях *B. orientalis* был более важным ферментом в условиях окислительного стресса.

Таким образом, настоящее исследование ясно продемонстрировало прогрессивное увеличение пероксида водорода параллельно с антиоксидантными ферментами КАТ и ПО вызванной повышением

температуры. А также, было выявлено что каталазная активность двукратно возросла по сравнению с пероксидазной активностью в ответ на тепловой стресс. Кроме того, в сорте Равнақ-1 наблюдалось повышение активности ПО параллельно с накоплением пероксида водорода в ответ на тепловой стресс.

Наиболее высокая активность КАТ по сравнению с ПО в ответ на тепловой шок наблюдалась у Порлоқ-4. Очевидно, высокая активность КАТ в сорте Порлоқ-4 может быть связан с повышением пероксида водорода. В литературе имеются данные что КАТ имеет очень высокие скорости реакций, но низкое сродство к перекиси водорода, поэтому требует больших количеств субстрата [11]. и кинетические параметры КАТ определяются скоростью доставки субстрата к активному центру [23].

Проведённый в лаборатории дисперсионный анализ по непараметрическому методу Краскела-Уоллиса показал, что для определения сходства и различия активностей ферментов в соответствующих температурных режимах (35, 45, 50°C) и в трёх сортах (Бухара-102, Порлок-1, Равнак-1), все одноимённые показатели температурного режима по всем ферментам статистически достоверно различались с уровнями значимостей в пределах  $P < 0,002$  и  $P < 0,01$  [26].

Коэффициенты корреляций в средней и высокой степени, вычисленные программой непараметрического метода Тау-Кендалла во всех трёх сортах

хлопчатника и в каждом из сравниваемых антиоксидантных ферментов, встречались от 52% до 80% случаях под средним и высоким степенями подразумевается значения коэффициентов корреляций в интервалах 0,400 – 0,790 и 0,800 – 1,000 соответственно [22].

Таким образом, на основании полученных результатов следует отметить, что сортовые различия исследуемых сортов хлопчатника связаны с активностью антиоксидантных ферментов и накоплением активной форм кислорода что подтверждает тесную связь активной форм кислорода с активностью антиоксидантных ферментов.

### Список литературы:

1. Atilla Gür I, Ufuk Demirel, Mustafa Özden , Abdullah Kahraman and Osman Çopur// Diurnal gradual heat stress affects antioxidant enzymes, proline accumulation and some physiological components in cotton (*Gossypium hirsutum* L.)// African Journal of Biotechnology Vol. 9(7), pp. 1008-1015, 15 February, 2010
2. Almeselmani M.; Deshmukh P.S.; Sairam R.K. High temperature stress tolerance in wheat genotypes: role of antioxidant defence enzymes. *Acta Agron. Hung.* 2009, 57, 1–14.
3. Bandi V., Shanker A.K., Shanker C., Mandapaka M., Eds.; Springer: Berlin, Germany, 2012; pp. 261–316.
4. Beauchamp C., Fridovich I. 1971. Superoxide dismutase: Improved assays applicable to acrylamide gels. – *Anal. Biochem.* 44(1): 276–287.
5. Gupta N.K, Agarwal S., Agarwal V.P., Nathawat N.S., Gupta S., Sinh G., 2013 effect of short term heat stress and growth , physiology and antioxidative defence system in wheat seedlings. *Acta phsiol plant* 35, 1837-1842
6. Hasanuzzaman M.; Hossain M.A.; Teixeira da Silva J.A.; Fujita M. Plant responses and tolerance to abiotic oxidative stress: Antioxidant defense is a key factor. In *Crop Stress and its Management: Perspectives and Strategies*;
7. Harsha A., Y.K. Sharma, U. Joshi, S. Rampuria, G. Singh, S. Kumar, R. Sharma Effect of short-term heat stress on total sugars, proline and some antioxidant enzymes in moth bean ( *Vigna aconitifolia* )//*Annals of agricultural science* (2016) 6 (1) 1 57-64
8. He, Y., Huang, B., 2010. Differential responses to heat stress in activities and isozymes of four antioxidant enzymes for two cultivars of Kentucky bluegrass contrasting in heat tolerance. *J.Am. Soc. Hort. Sci.* 135, 116–124.
9. Huang B, Liu X, Xu Q (2001). Supraoptimal soil temperatures induced oxidative stress in leaves of creeping bentgrass cultivars differing in heat tolerance, *Crop Sci.* 41: 430-435.
10. Kele, Y., Oncel, I. Response of antioxidative defence system to temperature and water stress combinations in wheat seedlings. *Plant Sci.*, 163, 783-790, 2002.
11. König J., Baier M., Horling F., Kahmann U., Harris G., Schürmann P., Dietz K.J. (2002). The plant-specific function of 2-Cys peroxiredoxin-mediated detoxification of peroxides in the redox-hierarchy of photosynthetic electron flux. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(8), 5738-5743.
12. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with Folin phenol reagent // *J. Biol. Chem.* 1951. V. 193. №1. P. 265-275.
13. Li T., R.M. Horton, D.A. Bader, F. Liu, Q. Sun, and P.L. Kinney, 2018: Long-term projections of temperature-related mortality risks for ischemic stroke, hemorrhagic stroke, and acute ischemic heart disease under changing climate in Beijing, China. *Environ. Intl.*, 112, 1-9, doi:10.1016/j.envint.2017.12.006.
14. Mahmoud H. Hadwan New Method for Assessment of Serum Catalase Activity *Indian Journal of Science and Technology*, Vol 9(4), January 2016.
15. Malika Rached-Kanouni, Lamia Kehal, Chaima Touaba, Rima Bouzobra, Fadhila Belghit//change in activity of antioxidative enzymes in leaves of acacia retinodes, biota orientalis and sasaurina equisetifolia under heat stress condition//*European scientific journal* 2013.
16. Noctor G., De Paepe R., and Foyer C.H. (2007). Mitochondrial redox biology and homeostasis in plants. *Trends Plant Sci.* 12, 125–134. doi:10.1016/j.tplants.2007.01.005.
17. Ozden M, Demirel U, Kahraman A (2009). Effects of proline on antioxidant system in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) exposed to oxidative stress by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, *Scientia Horticulturae* 119(2): 163-168.
18. Ratnayaka HH, Molin WT, Sterling TM (2005). Physiological and antioxidant responses of cotton and spurred anoda under interference and mild drought, *J. Exp. Bot.* 54(391): 2293-2305.

19. Sajid Majeed, Tanwir Ahmad Malik, Iqrar Ahmad Rana, Muhammad Tahseen Azhar// Antioxidant and physiological responses of upland cotton accessions grown under high temperature regimes//Iranian journal of science and technologies Trans action A, science 43(5) 2019.
20. Velikova V., I. Yordanov, and A. Edreva. Optimized Assay for Hydrogen Peroxide Determination in Plant Tissue Using Potassium Iodide American Journal of Analytical Chemistry, 2014, 5, 730-736.
21. Yan J., Tsuichihara N., Etoh T., and Iwai S. (2007). Reactive oxygen species and nitric oxide are involved in ABA inhibition of stomatal opening. Plant Cell Environ. 30, 1320–1325.
22. Бююль А., Цеффель П. SPSS: искусство обработки информации. – М., 2005. Глава 11. Корреляционный анализ.
23. Донцов В.И., Крутько В.Н., Мрикаев Б.М., Уханов С.В. (2006).//Активные формы кислорода как система: значение в физиологии, патологии и естественном старении. Труды института системного анализа российской академии наук, 19, 50-69.
24. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. С.41-43.
25. Колупаев Ю.Е. ; Карпец, Ю.В.//Активные формы кислорода при адаптации растений к стрессовым температурам// физиология и биохимия культ. Растений. 2009. Т.41.№ 2
26. Наследов А.Д. SPSS 19. Профессиональный статистический анализ данных [Текст] / А.Д. Наследов. – СПб.: Питер, 2011. – 400 с.
27. Прудников П.С., Гуляева А.А., //Влияние гипертермии на гормональную систему и антиоксидантный статус Prunus cerasus L//Современное садоводство//электронный журнал 2015.

## ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

## КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

DOI - 10.32743/UniChem.2022.92.2.13027

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЕ АДСОРБЕНТА-КОАГУЛЯНТА  
НА ОСНОВЕ АНГРЕНСКОГО КАОЛИНА И МИРАБИЛИТА*Аймурзаева Лиза Гулмурзаевна**соискатель,**Институт общей и неорганической химии**Академии наук Республики Узбекистан,**Республика Узбекистан, г. Ташкент**Жумаева Дилноза Жураевна**ст. науч. сотр.,**Институт общей и неорганической химии**Академии наук Республики Узбекистан,**Республика Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: [d.jumayeva@list.ru](mailto:d.jumayeva@list.ru)*PRODUCTION TECHNOLOGY OF ADSORBENT - COAGULANT BASED  
ON ANGREN KAOLIN AND MIRABILITE*Liza Aymurzaeva**Degree-Seeking Student**of Institute of General and Inorganic Chemistry**of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,**the Republic of Uzbekistan, Tashkent**Dilnoza Jumayeva**Senior Research Scientist**of Institute of General and Inorganic Chemistry**of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,**the Republic of Uzbekistan, Tashkent*

## АННОТАЦИЯ

В статье приведены данные по получению коагулянта-адсорбента на основе ангрениских пестроцветных каолиновых глин и природного мирабилита. Подобраны оптимальные соотношение исходного сырья, температурный режим и время проведения процессов для получения коагулянта-адсорбента. Разработана технология получения коагулянта-адсорбента с использованием упрощенных технологических процессов. Исследована способность полученных образцов коагулянта-адсорбента при осветлении сточных вод текстильного производства.

## ABSTRACT

The article deals with data on the production of an adsorbent coagulant based on Angren variegated kaolin clays and natural mirabilite. The optimal ratio of the feedstock, the temperature regime and the time of the processes for obtaining the adsorbent coagulant has been selected. The technology for obtaining the adsorbent coagulant using simplified technological processes has been developed. The ability of the obtained samples of coagulant adsorbent in the clarification of waste water of textile production is investigated.

**Ключевые слова:** ангрениский пестроцветный каолин, природный мирабилит, термохимическая активация, коагулянт-адсорбент, температура, осветление.

**Keywords:** Angren variegated kaolin; natural mirabilite; thermochemical activation; adsorbent coagulant; temperature; clarification.



Коагулянты широко используются для очистки природных и производственных сточных вод от примесей органической и неорганической природы.

Спрос на адсорбенты в мировой промышленности очень высок. Значение сырья важно для повышения его высоких сорбционных свойств. В настоящее время наряду с адсорбентами, активированными на основе местных углей [3; 1; 10], древесного сырья [2; 8; 4; 9; 7], актуальным является получение адсорбентов путем активации глинистых минералов [11; 12].

Из патентной литературы известен [6] способ получения сульфата алюминия, включающий обработку алюминийсодержащего сырья – каолина 95%-ной серной кислотой и термообработку полученной реакционной массы, отличающийся тем, что используют каолин с массовой долей оксида алюминия, равной 20–27%, который перед смешиванием с серной кислотой увлажняют, термообработку реакционной массы проводят при 320–350 °С в течение 3 ч, после этого сульфатный продукт выщелачивают водой при соотношении Т:Ж равном 1:3 и температуре 80–90 °С до конечной величины рН равной 3,5–4,0. Полученную пульпу фильтруют, фильтрат упаривают и кристаллизуют сульфат алюминия. Недостатком способа является то, что для перевода алюминия в каолине в водорастворимую сульфатную форму используется 95%-ная серная кислота, которая при смешивании с сырьем и термообработке при 320–350 °С выделяет в окружающую среду оксиды серы.

Авторами работы [5] предложен способ получения алюминийсодержащего коагулянта.

Предложенный коагулянт – активированный кальций-алюминат – содержит соединения алюминия, оксид кремния, оксид кальция, оксид железа, оксид натрия, оксид магния и диоксид серы, его получают обработкой шлама – промежуточного продукта производства глинозема, причем обработку ведут 2%-ным водным раствором бикарбоната натрия и сульфата натрия в соотношении 1:1 в течение не менее 5 мин с последующим отделением, высушиванием и измельчением осадка.

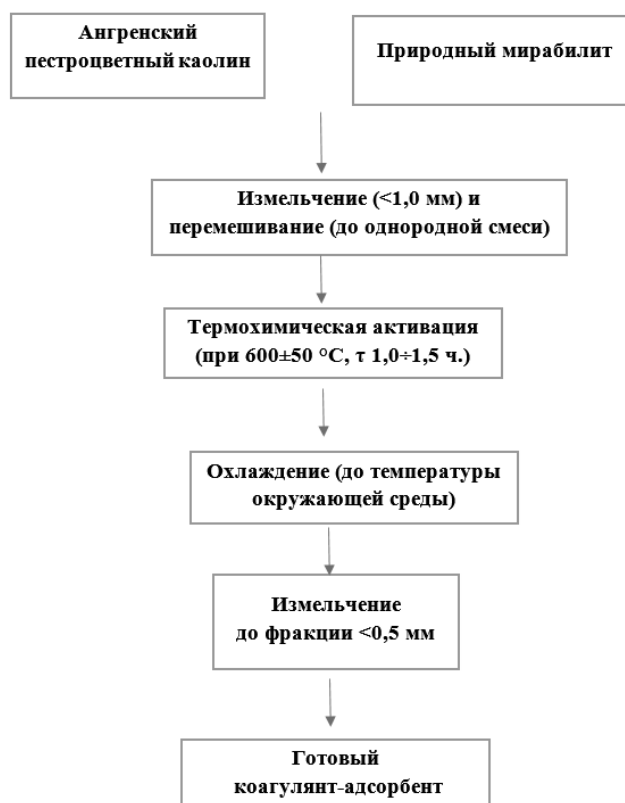
Недостатком этого способа являются то, что основным сырьем для получения коагулянта взят шлам – промежуточный продукт производства глинозема (требуется наличие производства глинозема); использованы чистые реагенты бикарбонат и сульфат натрия, что повышает стоимость конечного продукта; процесс обработки проводят водным раствором, что увеличивает расход воды и объем сточных вод; сушат – дополнительная энергозатрата.

Природные глины по своей природе обладают адсорбционными свойствами. Ведутся научные исследования по дальнейшему совершенствованию их сорбционных свойств.

Целью исследования было получение адсорбентов путем термохимической активации выбранных в качестве сырья пестроцветных каолиновых глин, отвечающих требованиям получения адсорбентов.

На основе местного сырья в качестве объекта исследования были выбраны ангренские пестроцветные каолиновые глины и природный мирабилит.

В ходе научных исследований были подобраны основные технологические процессы получения коагулянта-адсорбента, представленные на рисунке 1.



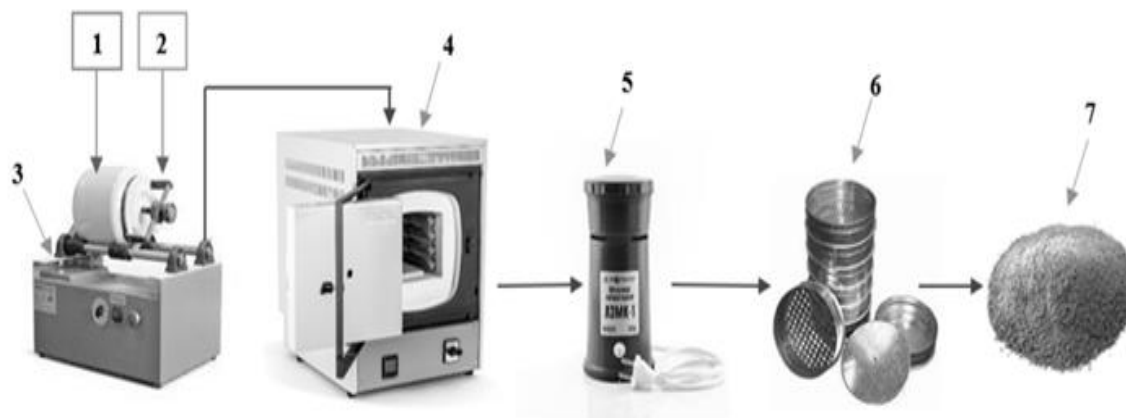
*Рисунок 1. Основные технологические процессы получения коагулянта-адсорбента*

Подбор процессов основывался на упрощении способа получения коагулянта-адсорбента с применением стандартного технологического оборудования, используемого на промышленных предприятиях.

Были подобраны лабораторные приборы и оборудование для получения коагулянта-адсорбента в лабораторных условиях, которые приведены на рисунке 2.

Экспериментальные исследования при получении коагулянта-адсорбента проводились в нижеследующем порядке.

Пестроцветный ангренский каолин (1) с природным мирабилитом (2) в соотношении 1:1,7 смешивают и измельчают до фракции меньше 1,0 мм в барабанной шаровой мельнице (3). Затем полученную смесь подвергают термообработке в печи (4) при температуре  $600 \pm 50$  °С в течение 1–1,5 ч. Процесс термообработки проводят в стандартной печи при доступе воздуха. Далее полученный продукт охлаждают до температуры окружающей среды и измельчают (5) до фракции <0,5 мм (6). Получают готовый коагулянт-адсорбент (7).



**Рисунок 2. Получение коагулянта-адсорбента в лабораторных условиях**

Из научно-технической литературы авторам неизвестна очистка природных и промышленных сточных вод коагулянтом, полученным следующим путем: пестроцветный ангренский каолин сушат на воздухе, смешивают с природным мирабилитом в соотношении 1:1,7, измельчают до фракции меньше 1,0 мм и подвергают термообработке в печи при  $600 \pm 50$  °С в течение 1–1,5 ч. Затем полученный продукт охлаждают до температуры окружающей среды и измельчают до порошкообразного состояния. Процесс термообработки проводят в стандартной печи при доступе воздуха.

Технический результат при очистке вод с помощью нового коагулянта-адсорбента на основе као-

лина и мирабилита достигается за счет наличия в составе полученного реагента сульфатов алюминия и железа, выполняющих функцию коагулянта. Частично образовавшийся силикат натрия выступает как флокулянт, укрупняющий скоагулировавшиеся мелкие частицы в более крупные флокулы. Частицы непрореагировавшей каолиновой глины адсорбируют на поверхности примеси из водной среды, наряду с этим являются центрами хлопьеобразования, благодаря чему происходит ускорение процесса коагуляции и повышается эффективность очистки вод.

Проведены работы по осветлению реагентом (КМ) на основе каолина и мирабилита стоков нефтедобычи на различных месторождениях (табл. 1). Осветление воды определялось на приборе Lovibond.

**Таблица 1.**

**Результаты осветления стоков нефтедобычи различных месторождений реагентом КМ**

Название образца	Вес внесенного коагулянта, г	Объем воды, мл	Название месторождения нефтедобычи				
			Кумли	Тумарис	Кулбешкак	Янгикурган	Учкур
Исходная вода	–	20	33,1	397	26,9	615	345
КМ	1	20	29,9	5,50	14,6	2,80	3,87
КМ	2	20	7,00	5,82	1,83	6,92	4,16
КМ	3	20	6,50	3,98	2,37	7,63	7,15

Таблица 2.

**Результаты осветления стока текстильного предприятия реагентом КМ, внесенным в соотношении 10:1**

Название образца	pH	Вода из стока (Lovibond)	Вода после отстаивания (Lovibond)
Исходная вода	3,31	461	8,71
После обработки КМ	3,86	15,5	2,57

Как видно из данных таблицы, при обработке реагентом КМ в соотношении 1:10 стока текстильного предприятия, непосредственно отобранного в данный момент, степень осветления составила 96,6%, а при обработке отстоявшейся в отстойнике части стока реагентов КМ степень осветления составила 70,5%.

**Заключение.** Таким образом, разработана технология получения коагулянта-адсорбента (КМ) с использованием в качестве сырья ангренских пестроцветных каолиновых глин и природного мирабилита. Подобраны оптимальные режимы термохимической активации при температуре  $600 \pm 50$  °С в течение 1-1,5 ч. При обработке реагентом КМ в соотношении 1:10 стока текстильного предприятия степень осветления составила 96,6%.

**Список литературы:**

1. Адсорбенты для осветления сточных вод / Д.Ж. Жумаева, Г.М. Очилов, Л.Г. Аймирзаева, А.А. Агзамходжаев // Химическая промышленность. – 2015. – № 1. – С. 41–44.
2. Адсорбция паров бензола на углеродных адсорбентах, полученных из древесины Paulownia / А.Х. Абдурахимов, Н.Т. Рахматуллаева, Д.Ж. Джумаева, И.Д. Эшметов // Universum: Chemistry and Biology. – 2020. – № 9. – С. 83–87.
3. Жумаева Д.Ж. Угольные адсорбенты для очистки сточных вод и их вторичное использование // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. – 2016. – № 11 (29) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/3851>.
4. Оффан К.Б., Петров В.С., Ефремов А.А. Закономерности пиролиза скорлупы кедровых орехов с образованием древесного угля в интервале температур 200–500 °С // Химия растительного сырья. – 1999. – № 2. – С. 61–64.
5. Патент. RU 2195434C2 Автор, нужно указать название патента, а также год регистрации.
6. Патент. RU 2355639C2 Автор, нужно указать название патента, а также год регистрации.
7. Петров В.С., Симкин Ю.Я., Крылова О.К. Технология сорбентов и других угольных материалов из отходов растительного происхождения // Химия в интересах устойчивого развития. – 1996. – Т. 4. № 4–5. – С. 389–394.
8. Получение активного угля из скорлупы кедрового ореха / Ю.Р. Савельева, Н.А. Кряжов, М.С. Богомолов, В.Л. Ивасенко [и др.] // Химия растительного сырья. – 2003. – № 4. – С. 61–64.
9. Получение угольных адсорбентов из древесины местных сортов / Р.А. Пайгамов, Д.С. Салиханова, И.Д. Эшметов, Д.Ж. Жумаева // Узбекский химический журнал. – 2018. – № 2. – С. 28–32, 53–57.
10. Carbon adsorbents on the basis of brown coal of Angren for cleaning industrial wastewater / D. Jumaeva, I. Eshmatov, V. Jumabaev, A. Agzamkhodjayev // Of chemical technology and metallurgy. – Bulgaria, 2015. – Vol. 50, № 2. – P. 210–214.
11. Сорбция радионуклидов цезия из водных растворов на природных и модифицированных глинах / В.В. Милютин, А.И. Везенцев, П.В. Соколовский, Н.А. Некрасова // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2014. – Т. 14, Вып. 5. – С. 879–883.
12. Шилина А.С., Милинчук В.К. Сорбционная очистка природных и промышленных вод от катионов тяжелых металлов и радионуклидов новым типом высокотемпературного алюмосиликатного адсорбента // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2010. – Т. 10, Вып. 2. – С. 237–245.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ АДСОРБЦИИ БЕНЗОЛА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ  
БЕНТОНИТАХ И РЕНТГЕНОВСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ****Хандамова Дилноза Кенжаевна**

докторант

Ташкентского химико-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: [dilnoza@mail.ru](mailto:dilnoza@mail.ru)**Нуруллаев Шавкат Пайзиевич**

канд. хим. наук, профессор

Ташкентского химико-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: [shavkat@mail.ru](mailto:shavkat@mail.ru)**Хандамов Даврон Абдикадирович**

д-р хим. наук, доцент

Ташкентского химико-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Ташкент,

E-mail: [dxandamov@mail.ru](mailto:dxandamov@mail.ru)**Абдуллаев Лазизбек Бахтиёрвич**

ст. предп.

Ташкентского химико-технологического института,

Республика Узбекистан, г. Ташкент,

E-mail: [abdullaev@mail.ru](mailto:abdullaev@mail.ru)**DETERMINATION OF THE HEAT OF BENZENE ADSORPTION ON MODIFIED BENTONITES  
AND X-RAY ANALYSIS OF THE OBTAINED COMPOUNDS****Dilnoza K. Handamova**

Doctoral student,

Tashkent Institute of Chemical -Technology,

Uzbekistan, Tashkent

**Shavkat P. Nurullaev**

Cand. chem. Sci., Professor

of the Tashkent Chemical-Technological Institute,

Uzbekistan, Tashkent

**Davron A. Khandamov**

Doctor chem. Sci., Associate Professor,

Tashkent Institute of Chemical-Technology Institute,

Uzbekistan, Tashkent

**Lazizbek B. Abdullaev**

Senior lecturer

of the Tashkent Chemical-Technological Institute,

Uzbekistan, Tashkent

**АННОТАЦИЯ**

В работе изучена адсорбция бензола в широком интервале температур и адсорбента в различных степенях насыщения на наиболее характерных образцах монтмориллонитовой глины (*бентонита*) Навбахорского месторождения Республики Узбекистан. Показано, что термическая обработка монтмориллонитовых глин приводит к сокращению поверхности, сорбционного объема и уменьшению теплоты адсорбции бензола. По рентгенограммам установлено, что при внедрении в межслоевое пространство органических катионов триметил- и триэтиламмония, вместо ионов  $\text{Na}^+$ , основной базальный рефлекс (001) минерала изменяется в узком интервале от 1,36 до 1,49 нм.

Библиографическое описание: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ АДСОРБЦИИ БЕНЗОЛА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ БЕНТОНИТАХ И РЕНТГЕНОВСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. Хандамова Д.К. [и др.]. 2022. 2(92). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/13019>

## ABSTRACT

The work studied the adsorption of benzene in a wide range of temperatures and the adsorbent in various degrees of saturation on the most typical samples of montmorillonite clay (bentonite) from the Navbakhor deposit of the Republic of Uzbekistan. It is shown that thermal treatment of montmorillonite clays leads to a reduction in surface area, sorption volume, and a decrease in the heat of benzene adsorption. According to X-ray patterns, it was established that when organic trimethyl- and triethylammonium cations are introduced into the interlayer space, instead of Na<sup>+</sup> ions, the main basal reflection (001) of the mineral changes in a narrow range from 1,36 to 1,49 nm.

**Ключевые слова:** адсорбция, термодинамика, теплота адсорбции, бентонит, монтмориллонит, рентгенограмма, бензол, изостеры адсорбции, модификация, органобентонит.

**Keywords:** adsorption, heat of adsorption, bentonite, X-ray diffraction pattern, benzene, isostera, modification, organobentonite.

Динамические характеристики, представляющие собой непосредственную меру изменения энергии в адсорбционной системе и состояния вещества в адсорбционном слое дают важные сведения о природе адсорбционных центров сорбентов и о механизме протекания процесса [1, с. 30]. Термодинамика адсорбции изучена главным образом на таких сорбентах, как графитированная сажа, аэросил, синтетические цеолиты, активированный уголь, силикагель и др. Исследования на глинистых минералах, природных алюмосиликатах, а также на их активированных (*модифицированных*) различными способами формах пока малочисленны.

Рентгеновский анализ исходных и активированных образцов сорбционных материалов является одним из наиболее часто применяемых методов для изучения структуры глинистых минералов и получаемых на их основе адсорбентов [2, с. 299]. Природные минералы имеют кристаллическую структуру. Их можно идентифицировать с помощью рентгеновского анализа.

В данной работе изучена адсорбция бензола в широком интервале температур и адсорбента в различных степенях насыщения на наиболее характерных образцах монтмориллонитовой глины (*бентонита*) Навбахорского месторождения Республики Узбекистан. Термообработку проводили при температурах 383К (*образец-АД-1 модифицированный тетраметиламмоний адсорбент (ТМА)*) и 873К (*образец-АД-2 модифицированный тетраэтиламмоний адсорбент (ТЭА)*)

вакуумированием непосредственно в сорбционной установке [3, с. 62]. Органоглины были получены обработкой суспензии минерала 0,02н растворами соответствующих гидрохлоридов, при обменном соотношении суспензии к раствору 1:3. Методика эксперимента в этих случаях модифицирования не отличались от описанной в [4, с. 10]. По достижению адсорбционного равновесия в системе (*обычно через 2 суток*), как было показано кинетическими опытами смесь центрифугировали. Полученные образцы промывали водой до удаления ионов Cl<sup>-</sup> и высушивали при 333К.

Из данных изотермы адсорбции бензола установлено, что адсорбция его на АД-2 меньше, чем на АД-1. Причиной уменьшения адсорбционной способности Навбахорского бентонита при повышении температуры в пределах 383÷873К является сближение алюмосиликатных слоев до контактного расстояния вследствие полного удаления молекул воды, частично поверхностных гидроксидов, фиксирования обменных ионов в псевдогексагональных углублениях решетки. При этом последнее благоприятствует повышению межмолекулярных сил между слоями кристаллической решетки и все это осложняет внедрение бензола в межслойное пространство. На основании данных изотерм адсорбции определялись структурно-сорбционные характеристики образцов модифицированных адсорбентов (таблица 1).

Таблица 1.

Структурно-сорбционные показатели образцов модифицированного бентонита

Обозначение адсорбентов	a <sub>s</sub> , моль/кг	V <sub>s</sub> ·10 <sup>3</sup> , м <sup>3</sup> /кг	a <sub>m</sub> , моль/кг	S·10 <sup>-3</sup> , м <sup>2</sup> /кг
АД-1	4,83	0,465	0,943	318
АД-2	3,05	0,298	0,424	143

Примечание: a<sub>s</sub> – предельная адсорбция, V<sub>s</sub> – предельный адсорбционный объем, a<sub>m</sub> – мономолекулярная адсорбция, S – относительная поверхность,

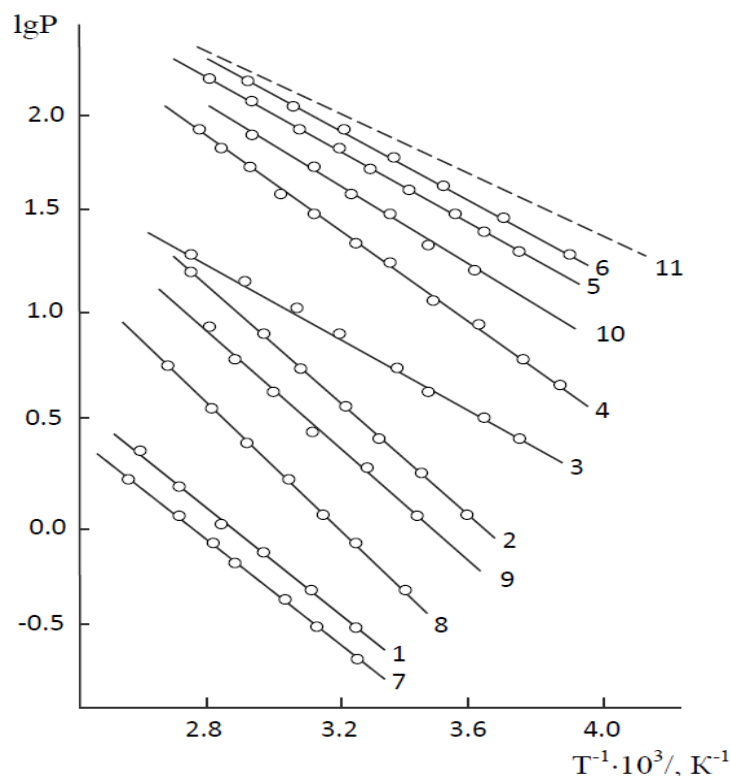
Из данных табл. видно, что повышение температуры с 383 до 873 К вызывает сокращение сорбционного объема монтмориллонита почти в 1,6 раза и удельной поверхности в 2 раза.

Исследуемые системы определены с помощью метода непосредственного измерения изостер адсорбции [5, с. 26]. Изостер сорбции в координатах

"lgP-1/T" соответствуют состоянию адсорбатов на адсорбционной или десорбционной ветви изотермы. По тангенсу угла наклона надежно измеренных линейных изостер, рассчитывали термодинамические функции адсорбции. Дифференциальная изостерическая теплота адсорбции вычислялась по наклонам изостер с помощью уравнения Клаузиуса-Клайперона:

$$Q_{st} = 2,303 \cdot RT \cdot [\partial \lg P / \partial T^{-1}]_a$$

где  $[\partial \lg P / \partial T^{-1}]_a$  – тангенс угла наклона изостеры, соответствующей величине адсорбции  $a$ ,  $P$  – равновесное давление,  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $T$  – абсолютная температура.



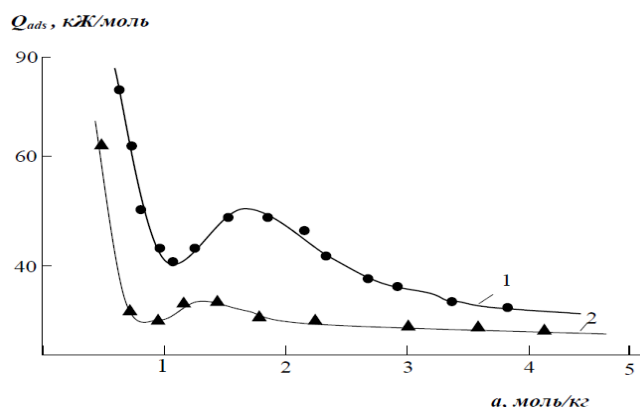
**Рисунок 1. Изостеры адсорбции (1-6) и десорбции (7-10) бензола на монтмориллонитовой глине Навбахорского месторождения, соответствующие различным количествам сорбированного бензола;  $11 - \lg P = f(1/T)$  для несорбированного бензола**

Изостеры адсорбции и десорбции бензола на АД-1 и АД-2 измерялись в интервале температура 250-340 К и при заполнении поверхности сорбентов от доли моно слоя до полного насыщения. Перед измерением изостер сорбции адсорбенты вакуумировались при  $1,33 \cdot 10^{-3}$  Па и температуре 383 и 873 К.

Для проверки обратимости изостер некоторые из них изучены как при нагревании так, и при охлаждении адсорбента. Изотерма адсорбции бензола при 293 К, построенная по данным изостер сравнивалась с данными изотермы адсорбции, измеренной при такой же температуре с помощью весов Мак-Бена и результаты полностью совпадали. Изостеры адсорбции и десорбции бензола на адсорбентах в координатах  $\lg P - 1/T$  аппроксимировались прямыми линиями (рис.1). Линейность изостер свидетельствует о независимости теплоты адсорбции и десорбции от изменения температуры в изученном диапазоне. Наклон изостер меняется в зависимости от количества адсорбированного бензола.

По изменению тангенса угла наклона изостерических прямых рассчитаны дифференциальные значения изостерической теплоты адсорбции  $Q_{alc}$  бензола на АД-1 и АД-2 (рис.2).

Из приведенных данных на рис.2 видно, что ход кривых теплоты адсорбции на модифицированных образцах адсорбентов от насыщения имеют аналогичную форму, то есть с ростом адсорбции  $Q_{alc}$  сначала уменьшается, проходит через минимум и далее до завершения объема межслойного пространства возрастает достигая максимального значения. Потом уменьшается, приближаясь к значению теплоты конденсации объемной фазы. Уменьшение  $Q_{alc}$  на АД-1 и АД-2 на начальных этапах процесса адсорбции с 85,0 до 43,5 кДж/моль для системы “бензол+АД-1” и 64,4 до 39,8 кДж/моль для системы “бензол+АД-2” обусловлено неоднородностью внешней поверхности сорбентов.



**Рисунок 2. Зависимость изостерической теплоты сорбции бензола на бентонит Навбахорского месторождения АД-1(1) и АД 2(2) от количества сорбированного вещества**

Следовательно, поверхность АД-2 менее гетерогенна, чем АД-1. Поэтому можно утверждать, что активными центрами его внешней поверхности могут быть обменные катионы, поверхностные гидроксилы, поверхности слоев, кремнекислородная поверхность, физически сорбированная вода, удаленная при вакуумировании. Более активными по отношению к молекулам бензола, по-видимому, являются обменные катионы, поверхностные гидроксилы и кремнекислородная поверхность.

Теплота адсорбции при минимуме для системы с АД-1 составил 43,5 кДж/моль и для системы с АД-2 39,8 кДж/моль. Такое различие в теплотах адсорбции при минимуме объясняется тем, что затрата энергии на раскрытие межплоскостного расстояния АД-1 молекулами адсорбата значительно меньше, чем АД-2.

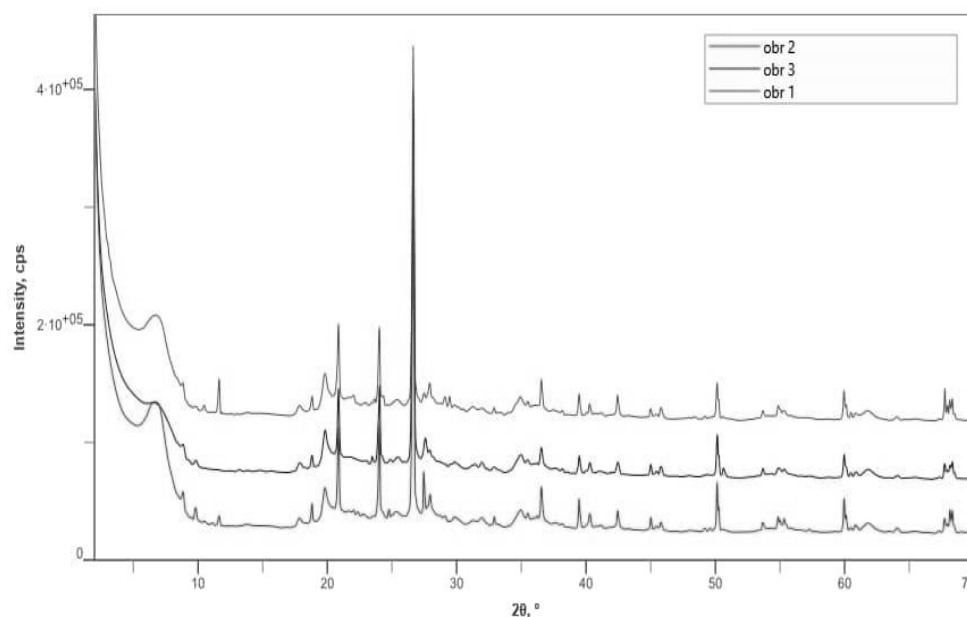
Рентгенографические исследования порошков образцов сорбентов, полученных на основе Навбахорского бентонита и модифицированного с применением ТМА и ТЭА, проводили путем записи дифрактограмм

на дериватографе ДРОН-4. Скорость вращения счетчика составляла 4,0 град/мин. Рентгенографические данные приведены на рис.3.

Полученные результаты показывают, что по мере активации Навбахорского бентонита интенсивность первого базального отражения постепенно уменьшается. Уменьшение первых базальных рефлексов при обработке объясняется разрушением кристаллической решетки минерала и формированием беспорядочных структур [6, С. 1402].

Последнее указывает на то, при что активации (модификации) Навбахорского бентонита часть минерала остается неразрушенной или разрушенной частично. Ослабление базальных рефлексов является доказательством нарушения периодичности относительно друг друга (при наложении двух или трех-слойных элементарных пакетов минерала).

Формирование беспорядочной структуры следует связывать с образованием в процессе модификации силикагеля, часть которого располагается между монтмориллонитовыми пакетами.



**Рисунок 3. Дифрактограммы исходной монтмориллонитовой глины (3) и адсорбентов, полученных модификацией (активацией) с триметилам-мониевыми -ТМА (1) и триэтиламмониевыми-ТЭА (2) растворами**

Признаком образования силикагеля служит появление на дифрактограмме диффузионного максимума в области межплоскостных расстояний 0,15 нм.

Таким образом, Навбахорский бентонит (монтмориллонит), активированный (модифицированный) 3 % ным триметиламмонием и триэтиламмонием, можно рассматривать как смесь из двух фаз, т.е. исходного минерала и силикагеля. Органические катионы триметил-, триэтиламмония отличаются

друг от друга природой, размером, однако при внедрении их в межслоевое пространство, вместо ионов  $\text{Na}^+$ , основной базальный рефлекс (001) минерала изменяется в узком интервале от 1,36 до 1,49 нм.

Таким образом, полученные данные показывают, что термическая обработка монтмориллонитовых глин Навбахорского месторождения приводит к сокращению поверхности, сорбционного объема и уменьшению теплоты адсорбции бензола.

#### Список литературы:

1. Арипов Э.А. Природные минеральные сорбенты, их активированных и модифицирование. Т.: Фан, 1970. -252 с.
2. Рентгеновский методы и структура глинистых минералов / Под. Ред. Г. Браука, Перевод с англ. – М.: Мир, 1985. – 599 с.
3. Муминов С.З. Установка для непосредственного измерения изостер адсорбции // Узб.хим. журн. - 1965. - № 6. – С. 58-62.
4. Муминов С.З., Хандамов Д.А. Адсорбция паров метанола на натриевом и метиламмониевом монтмориллонитах в изостерических условиях // Узбекский химический журнал. - 2010. - № 1 - С. 8-11.
5. Муминов С.З. Термодинамические свойства и фазовые переходы адсорбированных веществ на алюмосиликатных и кремнеземных адсорбентах: Автореф. дисс... докт. хим. наук.-Ташкент, 1994.- 37 с.
6. Муминов С.З. Хандамов Д.А. Агзамходжаев А.А. Теплота адсорбции паров бензола и толуола на полигидроксиалюминиевом монтмориллоните//Журнал физической химии. - 2014.- Т. 88,- № 9.- С. 1399-1403.



## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ

DOI - 10.32743/UniChem.2022.92.2.12933

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДАМИ КВАНТО-ХИМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА  
И ЭПР СПЕКТРОСКОПИИ ЭЛЕКТРОННО-СТРУКТУРНЫХ И КООРДИНАЦИОННЫХ  
СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ГЛЮТАМИНА**Мардонов Уктам Мардонович**

канд. хим. наук, доцент,  
Бухарский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Бухара  
E-mail: [umm30@mail.ru](mailto:umm30@mail.ru)

**Ганиев Бахтиёр Шукуруллаевич**

преподаватель,  
Бухарский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Бухара  
E-mail: [b.ganiyev1990@gmail.com](mailto:b.ganiyev1990@gmail.com)

**Сайфуллаев Мадийр Солих угли**

магистрант,  
Бухарский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Бухара

**Музафаров Фарух Ихтиёрович**

магистрант,  
Бухарский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Бухара

STUDY BY METHODS OF QUANTUM-CHEMICAL CALCULATIONS  
AND ESR SPECTROSCOPY OF ELECTRONIC-STRUCTURAL  
AND COORDINATION PROPERTIES OF VARIOUS FORMS OF GLUTAMINE**Uktam Mardonov**

Candidate of Chemistry, Associate professor  
of Bukhara State University,  
Bukhara, Uzbekistan

**Bakhtiyor Ganiyev**

Lecturer  
of Bukhara State University  
Bukhara, Uzbekistan

**Madier Sayfullaev**

Master's student  
of Bukhara State University,  
Bukhara, Uzbekistan

**Farukh Muzafarov**

Master's student  
of Bukhara State University  
Bukhara, Uzbekistan

## АННОТАЦИЯ

В данной работе приведены результаты изучения и анализа электронно-структурных и координационных свойств различных форм глутамина, с применением кватерно-химического расчета и ЭПР спектроскопии. Кванто-химические расчеты выполнены с применением программы Gaussian 09 методом теории функционала плотности (DFT) с гибридным функционалом B3LYP.

## ABSTRACT

This work presents the results of the study and analysis of the electronic-structural and coordination properties of various forms of glutamine, using quat-chemical calculation and ESR spectroscopy. Quantum-chemical calculations were performed using the Gaussian 09 program by the density functional theory (DFT) method with the hybrid B3LYP functional.

**Ключевые слова:** аминокислоты, цвиттер-ион, молекула, заряд, структура,  $\alpha$ -аминокарбоксовая группа ( $\alpha$ -АКГ), амидная группа (АГ), донорно-акцепторное взаимодействие, кванто-химические расчеты, оксованадиевые комплексы, электрон-парамагнитный резонанс.

**Keywords:** density functional theory, zwitterion, molecule, charge, structure,  $\alpha$ -aminocarboxyl group ( $\alpha$ -ACG), amide group (AG), donor-acceptor interaction, quantum-chemical calculations, electron-paramagnetic resonance.

## I. Введение

Разработка методов синтеза новых химических соединений, обладающих эффективной биологической и фармацевтической активностью была и на сей день остается актуальной задачей современной препаративной химии. Использование в этих целях органических соединений, содержащих различные функциональные группы с набором N,O,S-атомов и ионов металлов с  $nd^{1-10}$ -электронной конфигурацией является наиболее целесообразным подходом.

Однако, при этом не всегда удаётся достичь поставленной цели в синтезе химического соединения ожидаемого состава, строения и свойства. Для выяснения причины этих безуспешных синтезов необходимо всесторонне изучить совокупность свойств реагирующих компонентов и их реакционной способности в рамках теории строения веществ и электронной природы молекул, позволяющие прогнозировать возможности осуществления целенаправленного синтеза новых веществ с заданными свойствами.

В последнее время благодаря развитию компьютерных технологий и теоретических методов изучения появились программные обеспечения, позволяющие выполнить сложных кванто-химических расчетов (КХР) параметров распределения атомных зарядов, электронной плотности, полярности связей в сложных молекулах. На основании таких расчетов, выполняемых в рамках приложения теории строения веществ, становятся возможным изучение и точное установление электронных и геометрических особенностей атомов и функциональных групп в молекулах соединений. Исходя из полученных результатов можно прогнозировать реакционные способности нуклеофильного или электрофильного центра молекулы в химических превращениях и предпочтительную конкуренцию донорных атомов при координации полифункциональных органических веществ в качестве лигандов в донорно-акцепторных взаимодействиях [1, 2].

Одним из таких соединений с разнообразными реакционными свойствами и способами координации является глутамин, содержащий одинаковый набор (C,H,N,O) атомов, но в составе разных функциональных групп, таких как  $\alpha$ -аминокарбоксовая –  $CH(NH_2)COOH$  и  $\gamma$ -карбоксамидная –  $C(O)NH_2$ .

Из-за наличия этих групп глутамин, как одна из двух амидо-аминокислот, участвует во многих биохимических процессах как и другие жизненно важные ее аналоги.

Хотя изучению биохимических аспектов этого вещества посвящены множество научных работ, но часто остается неясным вопрос различного поведения данного бифункционального вещества в химических взаимодействиях с одинаковым набором (C,H,N,O) атомов двух функциональных групп. Например, в биохимических процессах, именно благодаря атома азота амидной группы (АГ), глутамин выполняет роли основного «поставщика» гетероатомов азота в положениях N3 и N9 с участием глицинового и аспартатного остатков при формировании гетероциклов пуринового основания, необходимого для образования нуклеиновых кислот [3].

В донорно-акцепторных взаимодействиях (ДАВ) активными являются донорные атомы N,O  $\alpha$ -аминокарбоксовой группы ( $\alpha$ -АКГ), нежели амидной группы, образуя ионами  $M^{n+}$  акцептора комплексы, проявляя различные дентатности в качестве лиганда.

К выяснению причины совокупности проявляемых выше указанных свойств глутамином посвящено данное сообщение, предусматривающее цели изучения электронных, конформационных особенностей и химических свойств функциональных групп методами КХР и ЭПР спектроскопии.

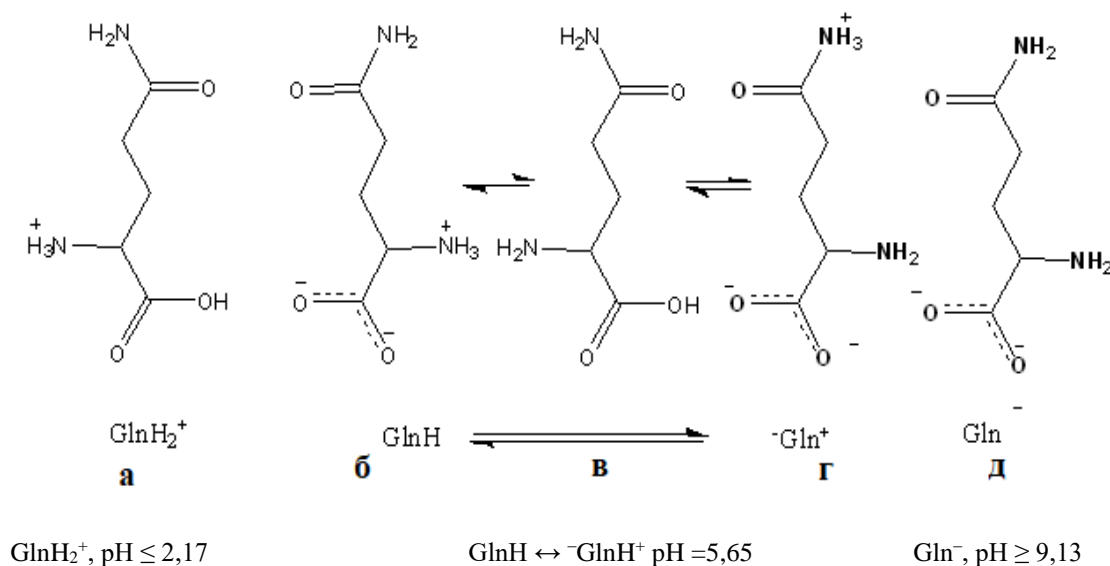
## II. Экспериментальная часть

Кванто-химические расчеты выполнены с применением программы Gaussian 09 методом теории функционала плотности (DFT) с гибридным функционалом B3LYP [1,2]. По совокупности проведенных работ, произведены расчеты зарядов на атомах по Малликену, электронной плотности и полярности связей. ЭПР спектры сняты на радиоспектрометре SE/X -2542 “Radiopan” с рабочей частотой клистрона 9,3 ГГц при 298 и 77 К в растворе ДМСО. Спектры в растворе при 298 К являются обычными изотропными спектрами индивидуальных комплексов иона  $VO^{2+}$ , состоящие из восьми линий, обусловленных сверхтонким взаимодействием  $3d^1$  неспаренного электрона с ядром  $^{51}V$  ( $J = 7/2$ ). Положения линий ЭПР определены относительно сигнала ЭПР стабильного свободного радикала дифенилпикрилгидразила

(ДФПГ) с  $g=2,0036$  и коэффициента в молекулярной орбитали -  $\alpha^2$ , характеризующего степень ковалентности связи M-L, вычислен по уравнению, предложенного в [4].

### III. Результаты и их обсуждение

Известно, что глутамин в зависимости от pH-среды может находиться в протонированной, нейтральной, цвиттер-ионной и депротонированной формах (рис 1 а-д).



**Рисунок 1.** а – протонированная (катионная); б, в – цвиттер-ионная (бетаионная); в – нейтральная; д – депротонированная (анионная) формы глутамина

С учетом этой особенности для выяснения реакционной способности глутамина в выше указанных формах использовали значений распределения атомных зарядов по Малликену и полярности связей в АГ и  $\alpha$ -АКГ (табл.1).

Известно, что при  $\text{pH} \leq 2,17$   $\alpha$ -NH<sub>2</sub>-группа молекулы глутамина присоединяет иона H<sup>+</sup> с образованием формы GlnH<sub>2</sub><sup>+</sup> (рис 1 а). По данным табл. 1 установлено, что протонирование группы NH<sub>2</sub>- $\alpha$ АКГ приводит к уменьшению зарядов на атомах N, O АГ и общей полярности этой группы по сравнению с АГ в GlnH ↔ GlnH<sup>+</sup> и Gln<sup>-</sup>, при этом наибольшее понижение полярности испытывает связь C=O по сравнению связей N-H<sup>а</sup>, N-H<sup>б</sup> этой группы. Присоединение  $\alpha$ -NH<sub>2</sub>-группой иона H<sup>+</sup> оказывает электрооакцепторное влияние, сосредоточивая отрицательного зарядового распределения на атоме азота с повышением полярности связей N-H<sup>с</sup>, N-H<sup>д</sup>, N-H<sup>е</sup> в образовавшейся

$\alpha$ -NH<sub>3</sub><sup>+</sup>-группе. Это приводит к усилению дифференциации полярности связей Н-ОС(-0,780), НО-С(-0,850) и >С=О(-1,020)  $\alpha$ -АКГ.

При  $\text{pH} = 5,0 \div 6,5$  устанавливается равновесие GlnH ↔ GlnH<sup>+</sup> между нейтральной и цвиттерионной форм глутамина. В GlnH ↔ GlnH<sup>+</sup> формах полярность связей в АГ претерпевает заметное повышение, нежели их электронные плотности по сравнению с таковыми в GlnH<sub>2</sub><sup>+</sup>. Переход глутамина в GlnH ↔ GlnH<sup>+</sup> приведет к повышению полярности связей Н-ОС (-0,910), НО-С(-0,915) и >С=О(-1,054), но к минимизацию их дифференциации в  $\alpha$ -АКГ и АГ. Уместно отметить, что в случае GlnH ↔ GlnH<sup>+</sup> атом азота NH<sub>2</sub>(амид) имеет самый наибольший отрицательный заряд (-0,7557689) по сравнению амидных атомов N в GlnH<sub>2</sub><sup>+</sup> и Gln<sup>-</sup>, а также атомов азота  $\alpha$ -NH<sub>2</sub>-группы во всех изученных формах глутамина (табл.1).

**Таблица 1.**

**Результаты кванта-химических расчетов молекулы глутамина в различной формах в зависимости от pH среды**

Соединение	Распределение зарядов по Малликену на атомах							
	Амидная группа (АГ)			$\alpha$ -Аминокарбоксыльная группа ( $\alpha$ -АКГ)				
	N	C <sup>5</sup>	O	N	C <sup>2</sup>	C <sup>1</sup>	O <sup>а</sup>	O <sup>б</sup>
GlnH <sub>2</sub> <sup>+</sup>	-0.726942	+ 0,508681	- 0.399998	0.724295	-0.111286	+0.504891	-0.511691	- 0.347007
GlnH	-0,757689	+ 0,503525	- 0,442501	0,661833	-0,071920	+0,517055	-0,536655	- 0,398075
Gln <sup>-</sup>	-0,742167	+0,476636	- 0,485643	0,655043	-0,074672	+0,430713	-0,583036	- 0,566255

	Σ Электронных плотностей / Полярность (Δ –зарядов атомов)										
	Связей фрагмента амидной группы (АГ)				Связей α-аминокарбоксылного фрагмента (α-АКГ)						
	O=C<	C–N	N–H <sup>a</sup>	N–H <sup>b</sup>	H–OC	HO–C	>C=O	O–C–O	C <sup>3</sup> –C <sup>4</sup>	C <sup>3</sup> –N	N–H <sup>c</sup> /N–H <sup>d</sup> /N–H <sup>e</sup>
GlnH <sup>+</sup> <sub>2</sub>	12,64/ -0,908	11,97/ -1,240	7,65 / -1,092	7,68 / -1,046	/	/	/	-	/ +0,620	/ - 0,836	-1,16/ 1,16/ -1,15
GlnH	12,72/ -0,946	11,97/ -1,260	7,74/ -1,180	7,71/ -1,08	/	/	/	-	/ +0,600	/ - -0,600	-1,13/ 1,12 / -
Gln <sup>-</sup>	12,84/ -0,962	12,13/ -1,220	7,85 / -1,050	7,83 / -1,035	-	-	-	/ -1,15	/ +0,505	/ - -0,667	-0,919 / -0,921 / -

В условиях pH=8÷10 происходит полная депротонизация α-АКГ (Gln<sup>-</sup>), которая приводит к образованию -COO<sup>-</sup> группы с почти эквивалентными атомами кислорода O<sup>a</sup>(-0,583036) и O<sup>b</sup>(-0,566255), сосредоточением суммарного отрицательного заряда (-1,15 у.е) в межкислородном пространстве карбоксилатной группы. Необходимо обратить внимание на то, что понижение отрицательного заряда на атоме азота и полярности связей N–H<sup>c</sup>, N–H<sup>d</sup> в α-NH<sub>2</sub>, которая имеют наименьшую величину, по сравнению с таковыми в GlnH ↔ GlnH<sup>+</sup> и GlnH<sup>+</sup><sub>2</sub>. В амидном фрагменте Gln<sup>-</sup> аниона величина зарядов на атомах N, O по сравнению с GlnH<sup>+</sup><sub>2</sub>-катионной формой заметно больше, особенно, на амидном атоме O (на 0,0856 у.е.). В случае нейтральной молекулы GlnH на амидном атоме азота накоплен наибольший отрицательный заряд и вследствие этого сильно, но различно, поляризованы N–H<sup>a</sup>, N–H<sup>b</sup> связи, а полярность связи C=O меньше, чем в АГ Gln<sup>-</sup> и больше, чем в GlnH<sup>+</sup><sub>2</sub>.

В целом, сравнение суммарного отрицательного заряда на атомах в АГ и α-АКГ показывает, что в зависимости от условия (pH) разница зарядов атомов α-АКГ в GlnH<sup>+</sup><sub>2</sub> на 2,04 (45,7%) и в GlnH ↔ GlnH<sup>+</sup> на 0,663 у.е. (15%) больше, чем на атомах АГ. В случае Gln<sup>-</sup> анионе разница суммы зарядов имеет обратный характер, т.е. в АГ на 1.115 у.е. (26%) больше, чем в α-АКГ. В зависимости от условий по активности α-АКГ формы глутамина располагаются в ряд GlnH<sup>+</sup><sub>2</sub> > GlnH ↔ GlnH<sup>+</sup> > Gln<sup>-</sup>, а по активности АГ заметное преимущество наблюдается в случае нейтральной/цвиттер-ионной (GlnH ↔ GlnH<sup>+</sup>) и анионной (Gln<sup>-</sup>) формах.

По существующим до сих пор понятиям и данным литературы при образовании бетаиновой формы аминокислот, в том числе амидо-аминокислот, предпочтительным считался случай перемещение иона H<sup>+</sup> от α-COOH к α-NH<sub>2</sub> группе (рис 1б). Однако, как становится ясным из данных КХР, преимущественным является образование данной формы глутамина с миграцией протона от α-COOH к амидной NH<sub>2</sub>-группе. К этому может внести определенный вклад явление «амидимидная» таутомеризация в амидной группе глутамина с образованием различных конформационных ZE и ZZ резонансных форм [5].

Совокупность вышеприведенных данных и значения pH = 5,5-7,5, являющийся оптимальным условием протекания биологических процессов, указывает на то, что глутамин в этих условиях с большей вероятностью будет находиться, в основном, в цвиттер-ионной (рис 1г) и в некоторой доли нейтральной (рис 1 в) формах. Благодаря этому, становится ясной причина участия данного соединения в жизненно важных процессах, в том числе в образовании пуриновых оснований, именно посредством амидной группы.

При изучении комплексообразующих свойств глутамина в качестве полидентатного лиганда с разнообразными способами координации, видимо, необходимо учесть в совокупности электронные и структурные составляющие взаимодействия «ион металла–лиганд». В амидной группе потенциально донорные атомы N и O расположены на достаточно близком между собой расстоянии, но с наибольшим суммарным отрицательным зарядом в малом пространственном объеме. Так как, строгая геометрия sp<sup>2</sup>-гибридизированных электронных орбиталей атома C<sub>амид</sub> предписывает нахождение связанных с ним атомов N и O между собой на расстояние под углом 120° в амидной группе. По причине вышеуказанных особенностей, для атомов N и O АГ наиболее выгодным является не партнерство в координировании, а наоборот, проявление монодентатности либо через атом N, либо через атом O, или, в крайнем случае, вовсе не участвовать в ДАВ с образованием очень не устойчивого четырехчленного [M(NCO)<sub>амид</sub>] металлоцикла.

Анализ состава, электронной природы и строения α-аминокарбок-сильной группы указывает на присутствие разных по типу гибридизации атомы C<sub>2</sub>(sp<sup>3</sup>), C<sub>1</sub>(sp<sup>2</sup>) в ее составе, а также раздельного нахождения -NH<sub>2</sub> и -COOH групп при этих атомах углерода, соответственно. Поэтому донорные атомы N и O α-АКГ отличаются по электронной природе и пространственными возможностями от алогичных атомов в АГ.

Как отметили, что донорные атомы N и O α-АКГ расположены при атомах C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> и аминокарбоксилатный фрагмент обладает большей конформационной гибкостью благодаря sp<sup>3</sup>-гибридизации атомных орбиталей C<sub>2</sub>. Это способствует удобной ориентации

атомов N и O вокруг акцептирующих вакантных электронных орбиталей комплексообразователя. При этом имеется достаточно высокий суммарный отрицательный заряд (-1,15 у.е; табл. 1), локализованный между двумя атомами кислорода COO<sup>-</sup> группы и играющий немаловажную роль в формировании более устойчивого пятичленного координационного [M(NC<sub>2</sub>C<sub>1</sub>O)] металлоцикла.

В целом, по нашему мнению, это является причиной преимущественного участия атомов азота и кислорода α-АКГ, по сравнению амидной группы глутамина, как лиганда в процессах комплексообразования.

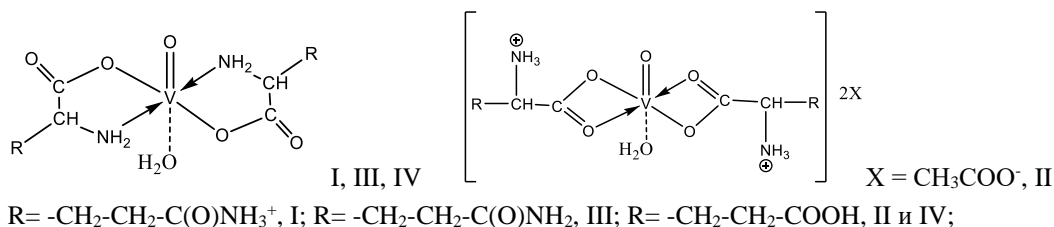
Подтверждением этих теоретических предположений могут служить экспериментальные результаты изучения строения и функции лиганда в синтезированных комплексах оксованадия (+4) с глутамином. В зависимости от pH среды синтезированы молекулярные комплексы ацетата VO<sup>+2</sup> состава [VO(GlnH<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O)(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>] (I) с глутамином и [VO(GluH<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O)(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>] (II) с глутаминовой кислотой при pH = 4,5-5,5 в водной среде, последующим высаливанием ацетоном и их внутрикомплексные соединения состава [VO(Gln)<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O] (III) и [VO(Gln)<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O] (IV) при pH = 7,5-8,5 в спиртовой среде.

По результатам ИК-спектральных исследований установлено, что аминокислоты в I, II комплексах карбоксильная группа находятся в ионизированном состоянии (-COO<sup>-</sup>) и аминогруппы в NH<sub>3</sub><sup>+</sup> состоянии [6]. В соединении II глутаминовая кислота координирована через двух атомов кислорода α-COO<sup>-</sup> группы бидентатно-циклически. α-NH<sub>2</sub> группа находится в форме NH<sub>3</sub><sup>+</sup>, поэтому координационное окружение в экваториальной плоскости комплекса состоит из [VO(O<sub>4</sub>)] набора

атомов, что доказано методом ЭПР спектроскопии (A=104 Э, g=1,966, α<sup>2</sup>=0,81) в диметилсульфоксидном (ДМСО) растворе.

В отличие от этого, комплекс I имеет ЭПР параметры A=97 Э, g=1,971, α=0,76, которые указывают на присутствие в координационной сфере атомов кислорода и азота в экваториальной плоскости состава [VO(O<sub>2</sub>;N<sub>2</sub>)] и для объяснения этой разницы было сделано предположение, что в координацию, в данном случае, вступают атомы O и N амидной группы глутамина. Однако, не был выяснен вопрос, почему участвуют именно атомы O и N амидной группы, а не атомы атомы O и N α-аминокар-боксилатной группы [6].

Сопоставление ЭПР спектров комплексов I, III и IV ДМСО растворов указывает на их одинаковые параметры: A = 97 Э, g = 1,971, α = 0,76, (I); A = 96 Э, g = 1,971, α = 0,75 (III) и A = 97 Э, g = 1,971, α = 0,76 (IV). Эти параметры свидетельствуют о том, что в молекулярном комплексе глутамина и в внутрикомплексных (III и IV) соединениях координационные окружения в экваториальной плоскости состоят из одинакового набора атомов - [VO(O<sub>2</sub>;N<sub>2</sub>)], т.е. в I и III комплексах глутамин координирован одними и теми же атомами, через N и O α-аминокарбоксилатной группы. Это означает, что при pH = 5-6 молекула глутамина находится в виде цвиттер-иона, но лишь с той разницей, что ион H<sup>+</sup> от α- COOH группы перемещается к амидной NH<sub>2</sub> группе, а не к α-NH<sub>2</sub> АКГ. Благодаря этому, α-NH<sub>2</sub>- группа остается нейтральной и ее атом азота вместе с атомом кислорода COO-группы как в молекулярном, так и внутри-комплексных соединениях образуют металлоциклов одинакового состава.



Ответ на вопрос почему глутаминовая кислота не способна координироваться как молекула глутамина в составе комплекса II становится ясным: потому, что в её молекуле нет второй NH<sub>2</sub>-группы, (наоборот, имеется вторая β-COOH группа), способной присоединить мигрирующего иона H<sup>+</sup> от α-COOH к α-NH<sub>2</sub> группе.

Отметим, что, благодаря КХР, теперь представлялось возможным исправить ошибочное предположение, сделанное в [6] и установить действительный способ координации молекулы глутамина, т.е. участие атомов N и O α-АКГ в образовании связей M-L как в молекулярном комплексе (I), так и в внутрикомплексном (III) соединении с ионом VO<sup>2+</sup>.

Следовательно, из этого вытекает вывод, что амидная NH<sub>2</sub> - группа, при образовании цвиттер-ионной формы, обладает большей основностью, чем α-NH<sub>2</sub> группа глутамина. Исходя из этого можно заключить, что в молекулах основных аминокислот вторая аминогруппа (лизин), гуанидиновая группа

(аргинин), гетероциклические атомы азота (гистидин) являются более основными и преимущественными «потребителями» протонов при внутримолекулярной депротонизации α-COOH группы, образуя цвиттер-ионные формы. Поэтому, такие аминокислоты в качестве лигандов как в молекулярных комплексах, так и в ВКС, в основном, координируются через атомы N и O α-АКГ образуя комплексы хелатного строения.

Отметим, что глутамин и его ванадиевые координационные соединения проявляют противоопухолевые свойства против Карцино-саркомы Уокера, саркомы-45, саркомы M-1 и опухоли Эрлиха (солидная форма) [6]. Сведения [7-9], появившиеся в последние годы говорят о том, что соединения V<sup>+4</sup>/V<sup>+5</sup> как виде неорганических, так и виде координационных соединений с органическими лигандами проявляют противораковые, противодиабетические, антибактериальные и антиоксидантные свойства. В связи с этим результаты, приведенные в данном

сообщении, является логическим продолжением подобных исследований и в перспективе откроют возможности создания биопрепаратов с заданными свойствами. В связи с этим, призываем к сотрудничеству всех специалистов и ученых, занимающихся научно-практическими исследованиями в данной области.

#### IV. Заключение

По результатам КХР установлено что, в цвиттер-ионной форме глутамина наибольшей вероятностью в протонированном состоянии находится атом

азота амидной группы, которая определяет реакционной способности этой аминокислоты в биохимических реакциях.

В процессах комплексообразования основными электронодонорными центрами являются атомы азота и кислорода  $\alpha$ -АКГ, способствующие образованию с ионами металлов комплексные соединения хелатного строения.

Глутамин с ионом ванадила(II), в зависимости от pH среды, образует два типа: молекулярные и внутримолекулярные соединения, но с одинаковым составом координационного окружения в экваториальной плоскости  $[VO(O_2, N_2)]$  с участием атомов азота и кислорода  $\alpha$ -АКГ.

#### Список литературы:

1. Koopmans T. Über die Zuordnung von Wellenfunktionen und Eigenwerten zu den einzelnen Elektronen eines Atoms. *Physica*. 1933;1(1-6): с.104-113.
2. Padmaja L, Kumar C.R, Sajan D, Joe I.H, Jayakumar V, Pettit G.R. Density functional study on the structural conformations and intramolecular charge transfer from the vibrational spectra of the anticancer drug combretastatin-A2. *Journal of Raman Spectroscopy*. 2009;40(4): с .419-428.
3. Л. Страйер. «Биохимия», Москва, Изд-во «Мир», 1985, Т.2, с.308.
4. Куска Х., Роджерс М. ЭПР спектры комплексов переходных металлов. М., Мир, 1970, с. 219.
5. Григоренко Б.Л., М. Хренова, А. Немухин Амид-имидная таутомеризация в боковой цепи глутамина в ферментативных и фотохимических реакциях в белках. - *J. Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2018, DOI: 10.1039 / C8CP04817G.
6. Шодиев У.М. Координационные соединения ванадила(II) с аминокислотами. Автореферат дисс. уч. ст. канд.наук. Ташкент., 1986, 22 с.
7. Абдурахмонов С.Ф. и др. Синтез и исследование биядерных комплексов ванадила(II) на основе бис-5-оксипиразолинов // *Universum: химия и биология*. – 2019. – №. 12. – С. 50-55.
8. E.Kioseoglou, S. Petanidis, C.Gabriel, A. Salifoglou The chemistry and biology of vanadium compounds in cancer therapeutics *Coordination Chemistry Reviews* p. 62. DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.ccr.2015.03.010>.
9. I.M. El-Deen, A.F. Shoair, M.A. El-Bindary Synthesis, characterization and biological properties of oxovanadium(IV) complexes. *Journal of Molecular Structure*. 2018. P. 40.

**НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

DOI - 10.32743/UniChem.2022.92.2.12945

**УТИЛИЗАЦИЯ КАДМИЙ-КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНОГО КАТАЛИЗАТОРА СИНТЕЗА  
АЦЕТАЛЬДЕГИДА ИЗ АЦЕТИЛЕНА****Жуманазаров Акмал Рузикулович**

соискатель PhD ученой степени,  
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Гуро Виталий Павлович**

зав. лаб. «Металлургические процессы и материалы», д-р хим. наук, проф.,  
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [ypguro@gmail.ru](mailto:ypguro@gmail.ru)

**Дадаходжаев Абдулла Турсунович**

д-р техн. наук, проф.  
Ташкентского государственного технического университета,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**Ибрагимова Матлуба Анваровна**

канд. хим. наук,  
ст. науч. сотр. лаборатории «Металлургические процессы и материалы»,  
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**DISPOSAL OF CADMIUM-CALCIUM-PHOSPHATE CATALYST  
OF SYNTHESIS OF ACETALDEHYDE FROM ACETYLENE****Akmal Zhumanazarov**

Applicant for a PhD scientific degree,  
Institute of General and Inorganic Chemistry  
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Vitaly Guro**

Head of the Lab "Metallurgical Processes and Materials", Dr in chemistry, prof.,  
Institute of General and Inorganic Chemistry  
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

**Abdulla Dadahodzhaev**

Dr in chemical engineering, prof.,  
Tashkent State Technical University,  
Uzbekistan, Tashkent

**Matluba Ibragimova**

Senior researcher, candidate of chemical sciences, lab. "Metallurgical processes and materials",  
Institute of General and Inorganic Chemistry  
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

## АННОТАЦИЯ

На предприятиях металлургической и химической отраслей имеются техногенные кадмий-содержащие отходы. Так, в АО «Навоизот» ежегодно складировается 80-120 тонн отработанного «Катализатора кадмий-кальций-фосфатного» ТУ 113-03-00209510-108-2006, с ресурсом работы 6 месяцев.

*Цель:* разработка способа извлечения кадмия из отработанного катализатора ККФ, с последующим использованием в качестве кадмиевого сырья в новом цикле синтеза ККФ.

Доли CdO, CaO и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в отработанном ККФ-Н определяли на спектрометре ICP-MS. Пробы ККФ растворяли в кислотах, с отделением углерода на фильтре из растворов разложения ККФ. Сорбцию катионов вели на смоле PuroliteC100H. Разработан способ извлечения Cd из отработанного ККФ; разработан способ синтеза ККФ из извлеченного кадмия; проведено успешное опытно-промышленное испытание полученного катализатора. Получены сведения об оптимальных режимах процессов переработки отработанного катализатора ККФ. Предложена технологическая схема выделения полупродукта синтеза ККФ – кадмиевого концентрата.

## ABSTRACT

At the enterprises of the metallurgical and chemical industries there are man-made cadmium-containing wastes. Thus, JSC Navoiyot annually stores 80-120 tons of spent "Cadmium-Calcium-Phosphate Catalyst" TU113-03-00209510-108-2006 with service life 6 months.

*Purpose:* to develop methods of extraction of cadmium from the spent CCP catalyst with subsequent use as a cadmium raw material in a new cycle of CCP synthesis.

The fractions of CdO, CaO, and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the spent CCP were determined on an ICP-MS spectrometer. The CCP samples were dissolved in acids, with the separation of carbon on a filter from the CCP decomposition solutions. Sorption of cations was carried out on Purolite C100H resin. A method for extracting Cd from spent CCP has been developed; a method for the synthesis of CCP from recovered cadmium has been developed; a successful pilot test of the obtained catalyst was carried out. Information was obtained on the optimal modes of processing of the spent KKF catalyst. A technological scheme for the isolation of the intermediate product synthesis of CCP - cadmium concentrate is proposed.

**Ключевые слова:** катализатор кадмий-кальций-фосфатный; испытание способа, сорбция, катионит, селективное извлечение.

**Keywords:** cadmium-calcium-phosphate catalyst; method testing, sorption, cation exchanger, selective extraction.

## Введение

Неорганические соединения кадмия, согласно идентификатору № 499 ГОСТ 12.1.005-88, относятся к первому классу опасности с ПДК 0,01 мг/м<sup>3</sup>. Одно из применений кадмия - производство кадмий-кальций-фосфатного (ККФ) катализатора синтеза ацетальдегида из ацетилена по ТУ 113-03-00209510-108-2006. Ресурс ККФ до 6 месяцев, после чего он выводится из оборота и складировается. Запасы техногенного кадмия могут быть переработаны в новом цикле синтеза ККФ.

*Цель исследования:* разработка технологии извлечения кадмия из отработанного катализатора, и синтеза ККФ в новом цикле.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования служили отходы отработавшего свой ресурс кадмий-кальций-фосфатного катализатора, применяемого в синтезе ацетальдегида из ацетилена. Для этого проводили следующие технологические операции:

Отделяли графит из ККФ на фильтре после выщелачивания. Массовую долю CdO определяли по указанному ТУ и методами спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометров Perkin-Elmer 3030B и Agilent 7500 ICP с индуктивно-связанной плазмой. Сорбционное концентрирование Cd (II) вели на PuroliteC100H[3]; синтез нового ККФ осуществляли осаждением катализаторной массы из растворов Cd (II), Ca(II) в присутствии фосфат-ионов при pH 6,8-7,1. Суспензию ККФ с 1% угля таблетировали. Контроль каталитической активности проводили в Центральной лаборатории АО «Навоизот».

Рассмотрены способы извлечения кадмия из сырья: электроосаждения электролиза [1], сернокислотного выщелачивания с цементацией [2-4], электролиза при плотности тока до 400 А/м<sup>2</sup> [5], адсорбции [6], биосорбции [7-8].

### Результаты и их обсуждение

Подход к извлечению кадмия из отходов отработанного катализатора на основе разложения сырья азотной кислотой с последующей нейтрализацией аммиаком и получения суспензии может привлекать внимание технологов как наиболее экономичный способ [9], обеспечивающий растворение до 97% отработанного ККФ и 65% извлечение кадмия в форме гидроксидов с фосфат-ионами при соотношении твердой и жидкой фаз т:ж как 1:7.

Для этого 1кг образца ККФ, измельчали до размера частиц 0,1 мм, растворяли в 10 дм<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub> (1:1). Нерастворившийся осадок, содержащий уголь, отфильтровывали.

Очистку раствора от ионов Ca(II) проводили осаждением ионов кальция в сульфатной форме. Для этого **подкисляли** исходный раствор до pH~0 и добавляли расчетное количество 990 г Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. После отстаивания в течение суток осаждалось до 95% кальция. Концентрация ионов кадмия в маточном растворе оставалась постоянной. Фильтрат нейтрализовали 10 М раствором NaOH до pH 7. Осадок гидроксида кадмия (со следами фосфата кальция) отфильтровывали, отмывали от нитрат-ионов, растворяли в 10 дм<sup>3</sup> 1 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Изучено влияние pH раствора осаждения кадмия на извлечение (табл. 1).



Таблица 1.

## Влияние pH раствора осаждения кадмия на его степень извлечения

pH	Концентрация Cd, г/дм <sup>3</sup>	Извлечение Cd из ККФ, %
6,0	3,95	79
6,5	4,25	85
7,5	4,95	97
8,0	4,50	90
8,8	3,50	70

Таблица 2.

## Содержание Cd, P, Ca в технологических растворах извлечения кадмия

этап	Наименование пробы	Содержание элементов, мг/дм <sup>3</sup>		Извлечение, %
		Cd	P	
1	Раствор азотнокислого выщелачивания Cd из ККФ-катализатора	Cd	9700	97
		P	29000	99
		Ca	14600	99
2	Маточный раствор после сульфатного осаждения Ca из азотнокислого раствора	Cd	9650	99
		P	197,0	0,6
		Ca	144,9	98
3	Маточный раствор после осаждение гидроксида кадмия	Cd	1,41	0,014
		P	1,7	0,86
		Ca	1,9	1.31
4	Раствор сернокислотного выщелачивания кадмия из гидроксида кадмия	Cd	9600	99,4
		P	1,5	79
5	Раствор после сорбции	Cd	1,1	99,9
6	Раствор после десорбции	Cd	9500	98
Общее извлечение кадмия из ККФ, %		Cd	-	95-98

Максимум извлечения кадмия 97% достигнут при pH 7,5 (табл. 1).

Для получения чистого кадмия производственный раствор пропускали через катионит PuroliteC-100 (2,0 дм<sup>3</sup>), степень сорбции Cd(II) 99,9%, десорбции

98% (2M HCl), сквозного извлечения 95%. Изучено пошаговое содержание компонентов (табл. 2).

Разработана технологическая схема переработки катализатора ККФ с извлечением кадмия для повторного использования (рециклинга). Изучен расход материалов (табл. 3).

Таблица 3.

## Расход материалов на переработку 1 кг отработанного ККФ

Материал	Норма расхода, кг (дм <sup>3</sup> )
HNO <sub>3</sub> (пл. 1,35 г/см <sup>3</sup> )	5 (дм <sup>3</sup> )
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,0
NaOH	2,0
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (пл. 1,83 г/см <sup>3</sup> )	1,05
Катионит PuroliteC-100	2,0 (дм <sup>3</sup> )
HCl (пл. 1,1 г/см)	2,6

Ввиду отсутствия готовой технологии синтеза ККФ из выделенного кадмия и других компонентов, следующей задачей исследования стала разработка соответствующей технологии получения катализатора.

Известны параметры, обеспечивающие качество ККФ: ортофосфорной кислоты - 25% вес; Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, в пересчете на CdO, 22.8 г/дм<sup>3</sup>; Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, в пересчете на CaO, 103.6 г/дм<sup>3</sup>, аммиака 10%, pH 6,8÷7,1; время 90 мин; сушка ККФ при 100-110 °С; таблетирование.

Способ синтеза катализаторной массы ККФ заключается в сливании смеси растворов, в требуемом молярном соотношении:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  и  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ . Осаждение проводили при соотношении реагентов  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  и аммонизации фосфорной кислоты до pH 8,0-9,4 [10], с формированием

структуры осадка, способствующей фильтрации. Сливали растворы  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  при перемешивании. Синтезированную каталитическую массу запрессовывали и исследовали (табл. 4-5).

Таблица 4.

Физико-химические свойства катализатора ККФ

Наименование показателя	Техническая характеристика
Внешний вид	Таблетки серого цвета
Размер таблеток, мм	
Диаметр	5,0±1,0
Длина	5,0±1,0
Массовая доля кадмия в пересчете на оксид кадмия CdO в прокаленном веществе, %	11,5±1,5
Массовая доля Ca в пересчете на CaO в прокаленном веществе, %	42,5±2,5
Массовая доля P в пересчете на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в прокаленном веществе, %	45,0±2,0
Отношение (CdO+CaO)/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , М/М	2,65-2,90
Насыпная плотность, кг/дм <sup>3</sup>	0,9±0,1
Механическая прочность:	
- на истирание, %, не более	12,0
- на раздавливание, %, не менее	90,0
Массовая доля боя и мелочи, %, до	6

Таблица 5.

Соответствие состава катализатора ККФ требованиям ТУ 113-03-00209510-108-2006

Доля компонента в ККФ, %	Требования ТУ 113-03-00209510-108-2006 к составу, %	Состав образца ККФ, %
оксид кальция	42,0-47,0	46±1,5
оксид кадмия	10,0-13,0	12±1,0
оксид фосфора (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	40,0-47,0	45±2,5

Заключительной задачей исследования стало опытно-промышленное испытание каталитической активности синтезированного ККФ в лабораторной установке синтеза ацетальдегида (габариты Ø 40 мм, h 380 мм), размещенной в цехе 007 АО «Навоиазот», согласно инструкции ЗЗ-ПЦ-6.

Использованное сырье синтеза: ацетилен - концентрат состава:

C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 96,90 - 98,63 % об; средн. 96,37 % об.

H<sub>2</sub>отс-1,10% об.

N<sub>2</sub>0,15 -2,23 %об.

CH<sub>4</sub>отс - 0,24 %об.

CO отс - 0,92 % об.

CO<sub>2</sub>0,054 - 1,95 % об.

O<sub>2</sub> 0,077 - 0,36 % об

Σ ВГА\* 0,39- 1,87% об.

- высшие гомологи ацетилен

Условия проведения испытаний:

Объем загруженного катализатора - 200 см<sup>3</sup> (212 г)

Параметры технологического режима:

- расход ацетилен 50,1 дм<sup>3</sup>
- мольное соотношение H<sub>2</sub>O : C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>(1,031-1,612) : 1 330
- температура в слое катализатора - 365 °С; средн. 352,5 °С.

Принцип работы установки следующий. В реактор загружали синтезированный катализатор ККФ. Нагревали в токе азота. По достижении 300 °С открывали вентиль линии ацетилен, а вентиль линии азота закрывали. В верхнюю часть реактора дозировали воду, где она испарялась и смешивалась с ацетиленом. Реакция гидратации протекала при температуре 330-365°С. Замеряли температуру, расход компонентов.

Продукты, входящий и отходящий газы, анализировали методом газовой хроматографии. Рассчитывали по расходу газа и объему ККФ объемную скорость, по массе альдегида, объему и массе катализатора ККФ - производительность катализатора ККФ.

Испытание цикла переработки отработанного катализатора ККФ с рециклингом Cd и синтезом нового ККФ на установке АО «Навоiazот» выполнялось с выделением чистого кадмия [11-12] (табл. 5). Однако, как показала практика, схема с выделением чистого кадмия недостаточно адаптирована к производству, избыточна. Поэтому возникла необходимость упрощения ее, с получением, в качестве полупродукта, кадмиевого концентрата, содержащего следовые количества Ca(II) и фосфат-ионов, компонентов синтеза.

Предложен следующий алгоритм процесса выделения полупродукта – кадмиевого концентрата:

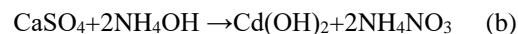
1. Измельченные 3,0 кг отработанного ККФ поместить в реактор с 20,5 дм<sup>3</sup> 20% HNO<sub>3</sub>. Температуру в реакторе поднять до кипения и проводить процесс растворения в течение 1,5 ч. По истечении этого времени содержимое в реакторе слить через фильтр, на фильтре остается углерод из ККФ (вводился при таблетировании) и шлам.

2. Осадок промыть, воду объединить с фильтратом системы: Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+PO<sub>4</sub><sup>3+</sup>, поступающим из реактора при температуре 90-95 °С и работающей мешалке, добавить стехиометрическое количество Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> для осаждения гипса CaSO<sub>4</sub>•nH<sub>2</sub>O:



Осадок CaSO<sub>4</sub>•nH<sub>2</sub>O промыть горячей водой, промывную воду объединить с фильтратом, осадок CaSO<sub>4</sub>•nH<sub>2</sub>O подать на фильтр.

3. Фильтрат собрать в реакторе, при перемешивании добавить 25% NH<sub>4</sub>OH до pH 7, осаждают Cd(OH)<sub>2</sub> с образованием аммония фосфата:



4. Осадок Cd(OH)<sub>2</sub> отмыть горячей водой от фосфат-ионов на фильтре, достигая отделение фосфат-ионов от осадка (кадмия гидроксида). Осадок с примесями фосфат-ионов и кальция сушить при температуре 80-90°С. Примеси контролировать для составления баланса компонентов ККФ.

По итогам успешного испытания схемы оформлена заявка на патент [13].

### Заключение

Разработана технология переработки техногенного кадмий-содержащего минерального сырья – отработанного ККФ катализатора, с возвратом кадмия в цикл синтеза нового продукта ККФ. Она предусматривает извлечение из ККФ или чистого кадмия, или кадмиевого концентрата, содержащего незначительные количества кальция и фосфат-ионов, а также синтез ККФ из извлеченного кадмиевого полупродукта, удовлетворяющий требованиям ТУ 113-03-00209510-108-2006. Технология прошла опытно-промышленное испытание в АО «Навоiazот».

### Список литературы:

1. Murthy Z.V.P. (2014) Cadmium, Recovery of. In: Drioli E., Giorno L. (eds) Encyclopedia of Membranes. Springer, Berlin, Heidelberg
2. Ligiane R.Gouvea, Carlos A. Morais. Recovery of zinc and cadmium from industrial waste by leaching/cementation // Minerals Engineering, Volume 20, Issue 9, August 2007, Pages 956-958. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2007.04.016>.
3. C.A. Nogueira, F. Delmas, New flowsheet for the recovery of cadmium, cobalt and nickel from spent Ni–Cd batteries by solvent extraction // Hydrometallurgy Volume 52, Issue 3, June 1999, P. 267-287, [https://doi.org/10.1016/S0304-386X\(99\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S0304-386X(99)00026-2).
4. Nagpur Navneet Singh. Recovery of metals from spent nickel-cadmium (Ni-Cd) battery by leaching-electrowinning process. Internal Conference on Nonferrous Metals-2014, Nagpur City (INDIA), July 2014.
5. Ewa Rudnik, Marek Nikiel. Hydrometallurgical recovery of cadmium and nickel from spent Ni–Cd batteries // Hydrometallurgy, Volume 89, Issues 1–2, September 2007, Pages 61-71, <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2007.05.006>
6. Karuppanna Periasamy, and Chinnaiya Namasivayam. Process Development for Removal and Recovery of Cadmium from Wastewater by a Low-Cost Adsorbent: Adsorption Rates and Equilibrium Studies // Ind.Eng.Chem.Res. 33, 2, 317-320, DOI: 10.1021/ie00026a022
7. T.J. Butter, M. Evison, I.C. Hancock, F.S.Holland, etc. The removal and recovery of cadmium from dilute aqueous solutions by biosorption and electrolysis at laboratory scale //Water Research, V.32, Issue 2, Febr. 1998, Pp. 400-406, [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(97\)00273-X](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(97)00273-X)
8. Jasmin Shah, Muhammad Rasul Jan, Mansoor Khan & Salma Amir. Removal and recovery of cadmium from aqueous solutions using magnetic nanoparticle-modified sawdust: kinetics and adsorption isotherm studies, P. 9736-9744, Received 22 Jul 2014, Accepted 11 Mar 2015, Published online: 07 Apr 2015. <https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1030777>
9. Позин М.Е. Технология минеральных солей. Часть 1.2 – Л: Химия, 1970, 791 с.

10. Ибрагимова М.А., Ляпин С.Б., Гуро В.П., Жуманазаров А.Р. Извлечение и переработка кадмия из отработанного катализатора АО «Navoiyazob». Междунар. н.-практическая конф. «Современные тенденции в области теории и практики добычи и переработки минерального и техногенного сырья». 6-8 ноября 2019 г., Екатеринбург. – С. 438-439.
11. Ибрагимова М.А., Ляпин С.Б., Жуманазаров А.Р., Гуро В.П., Дадаходжаев А.Т. Испытание способа извлечения кадмия из отработанного кадмий-кальций-фосфатного катализатора // Узб. химич. ж. – 2020, № 2. – С. 24-29.
12. Ляпин С.Б., Ибрагимова М.А., Гуро В.П., Жуманазаров А.Р. Очистка технологических растворов переработки отработанного катализатора ККФ от примесей фосфат-ионов методом ионного обмена // Узб. химич. ж. – 2020, № 5. – С. 44-48.
13. Заявка на патент РУз «Способ извлечения кадмия из отработанного кадмий-кальций-фосфатного катализатора». Рег. № IAP 2019 0251 от 10.06.2019. / Жуманазаров А.Р., Гуро В.П., Ибрагимова М.А., Дадаходжаев А.Т. и др.

**СИНТЕЗ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА NI(II) НА ОСНОВЕ 4,4-ДИ-МЕТИЛ-3-ОКСИПЕНТАНАЛЬ ПАРА-МЕТОКСИТИБЕНЗОИЛГИДРАЗОНА***Мардонов Санжар Ёкуб Оғлы**ассистент кафедры биохимии,**Бухарский государственный медицинский институт,**Республика Узбекистан, г. Бухара**E-mail: [sanjar.mardonov.92@mail.ru](mailto:sanjar.mardonov.92@mail.ru)***SYNTHESIS AND STRUCTURE OF COMPLEX NI (II) ON THE BASIS 4,4-DIMETHYL-3-OXYPENTANAL PARA-METOXITOBENZOILHIDRAZONA***Sanjar Mardonov**Assistant of Biochemistry**Bukhara State Medical Institute,**Republic of Uzbekistan, Bukhara***АННОТАЦИЯ**

На основе 4,4-диметил-3-оксипентаналь паратиобензоил-гидразона в результате реакции конденсации получено новое тридентатное органическое соединение. Взаимодействием его спиртового раствора с раствором ацетата никеля (II) в водном растворе аммиака, синтезировано комплексное соединение  $NiL \cdot NH_3$  с плоскоквадратной структурой. Состав и строение полученного комплексного соединения изучены методами элементного анализа, ИК-,  $^1H$ -ЯМР-спектроскопии и РСА.

**ABSTRACT**

Based on 4,4-dimethyl-3-hydroxypentanal parathiobenzoylhydrazone, a new tridentate organic compound was obtained as a result of a condensation reaction. Composition and construction of the obtained complex complex studied by methods of elemental analysis, IR-,  $^1H$ -NMR spectroscopy and RSA. Composition and construction of the obtained complex complex studied by methods of elemental analysis, IR-,  $^1H$ -NMR-spectroscopy and RSA.

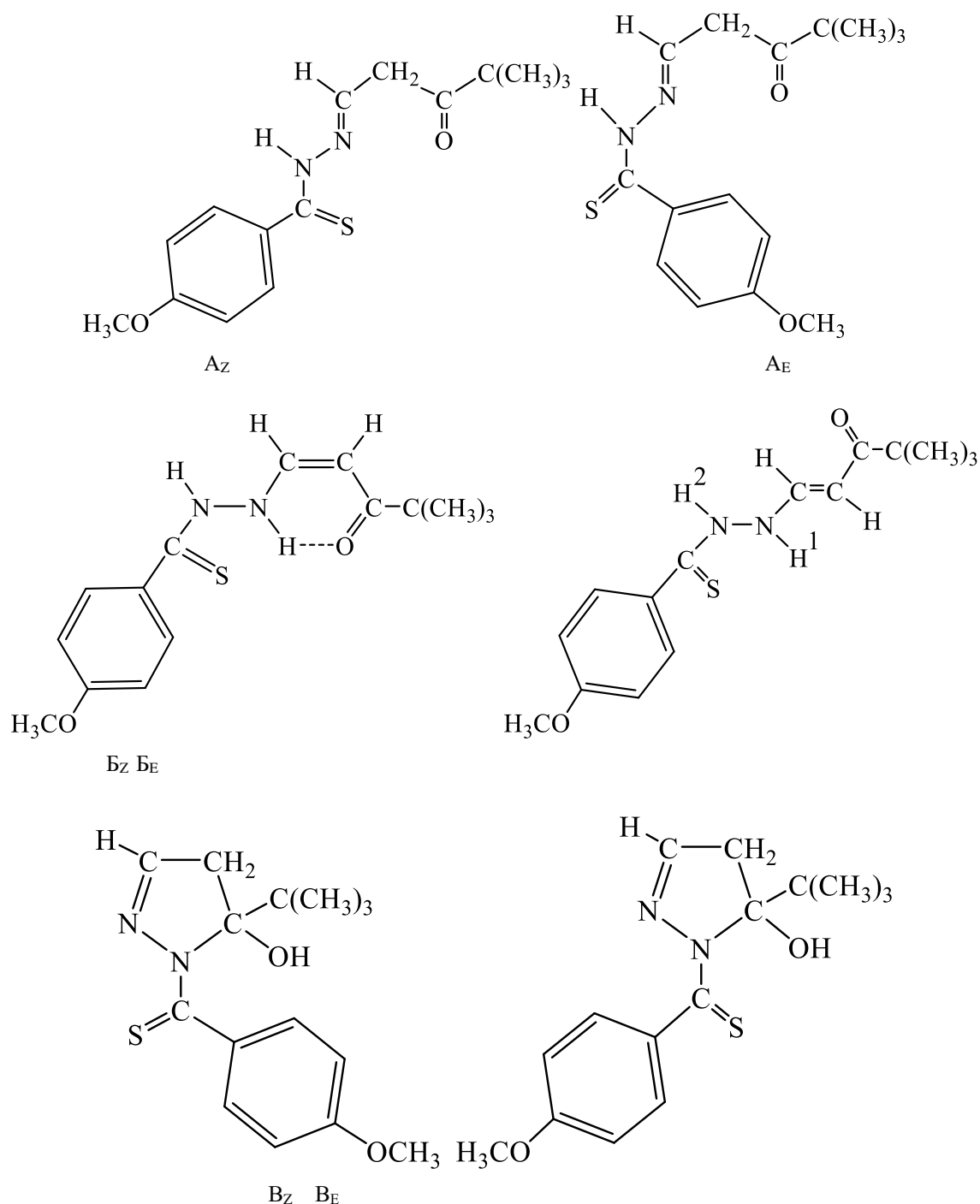
**Ключевые слова:** 4,4-диметил-3-оксипентаналь, пара-тиобензоилгидразин, гидразон, энгидразин, пиразолин, рентгеноструктурный анализ (РСА).

**Keywords:** 4,4-dimethyl-3-oxipentanal, para-thiobenzoylhydrazine, hydrazone, engidrazine, pyrazoline, X-ray structural analysis (RSA).

Для дикарбонильных соединений важен баланс кетоеноловых таутомеров. В последние годы внимание химиков-органиков приковано к образованию трансенольной формы в  $\beta$ -дикарбонильных соединениях, внутреннему хелатному енольно-енольному балансу, проблемам таутомерных переходов производных енольной формы. Метиленовая группа ( $-CH_2-$ ), расположенная между окисленными атомами углерода, свидетельствует о высокой подвижности H-атомов и её СН-кислотных свойствах. Строение

продукта взаимной конденсации 4,4-диметил-3-окси-пентаналь пара-метокситиобензоилгидразина определяли методами ИК- и  $^1H$ -ЯМР-спектроскопии [5].

По результатам  $^1H$ -ЯМР-спектроскопии: продукт конденсации 4,4-диметил-3-оксипентаналь пара-метокситиобензоилгидразином существует в таутомерных формах - гидразон (А), линейный энгидразин (Б) и циклический пиразолин (В). (рис. 1).



**Рисунок 1. Различные таутомерные формы продукта взаимодействия 4,4-диметил-3-оксипентаналь с пара-метокситиобензоилгидразином**

В ИК спектре полученного соединения валентные колебания кратных (двойных) связей наблюдались в области линий поглощения 1538, 1586, 1631 см<sup>-1</sup> (рис. 2, табл. 1).

Внешний вид спектра соответствует структуре гидразона в кристаллическом состоянии. Например, линия поглощения в поле 1631 см<sup>-1</sup> указывает на наличие несмежной связи C=O, остальные линии C=S

на валентные колебания связи, бензильный (-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-CS-) заместитель, C=N принадлежит гидразонному фрагменту, связи C-C и C-H в ароматическом кольце, деформационные колебания связи N-H. Видно, что интенсивные сигналы поглощения в полях 3222, 3280 и 3193 см<sup>-1</sup> принадлежат ν(N-H) валентно-деформационным колебаниям (рис. 2).

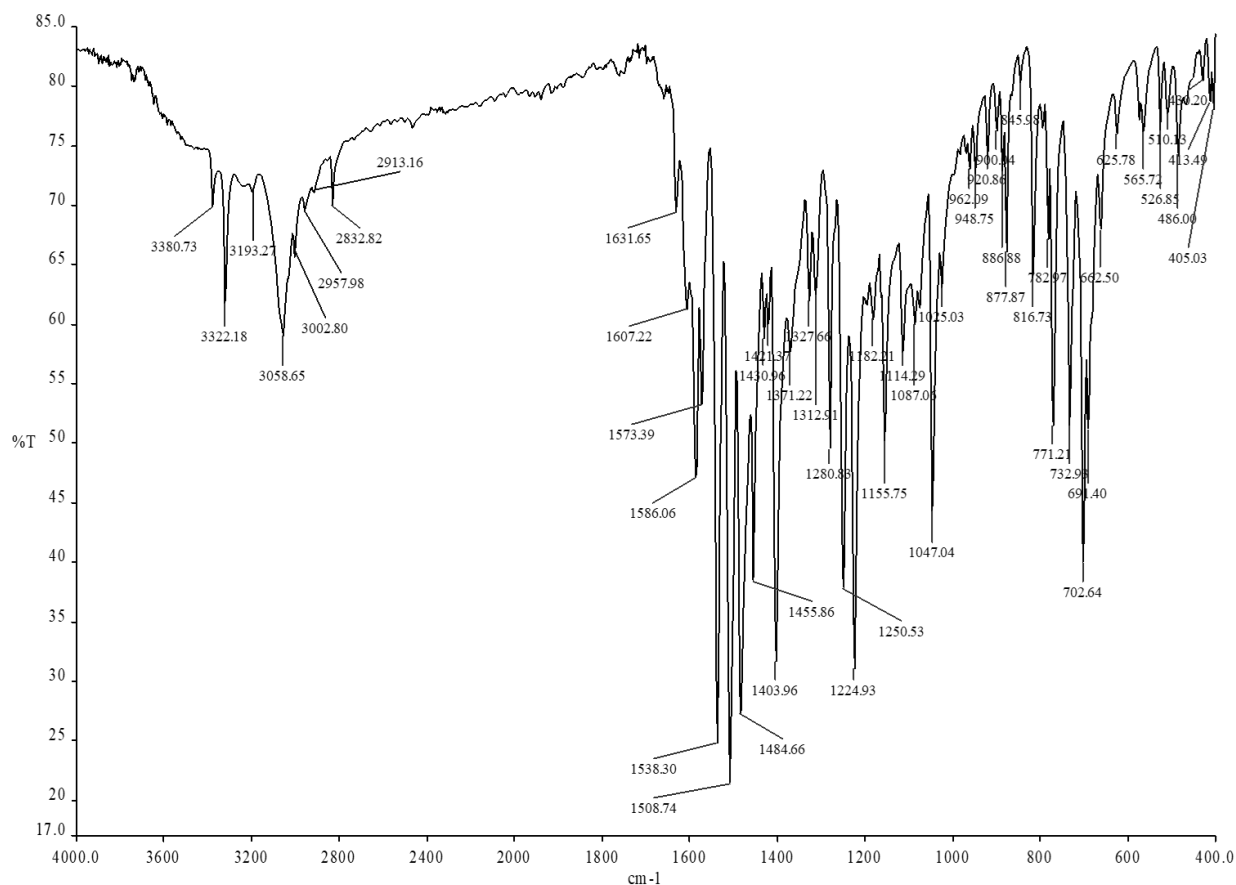
Рисунок 2. ИК-спектр комплекса  $NiL \cdot NH_3$ , спрессованного в таблетку с  $KBr$ 

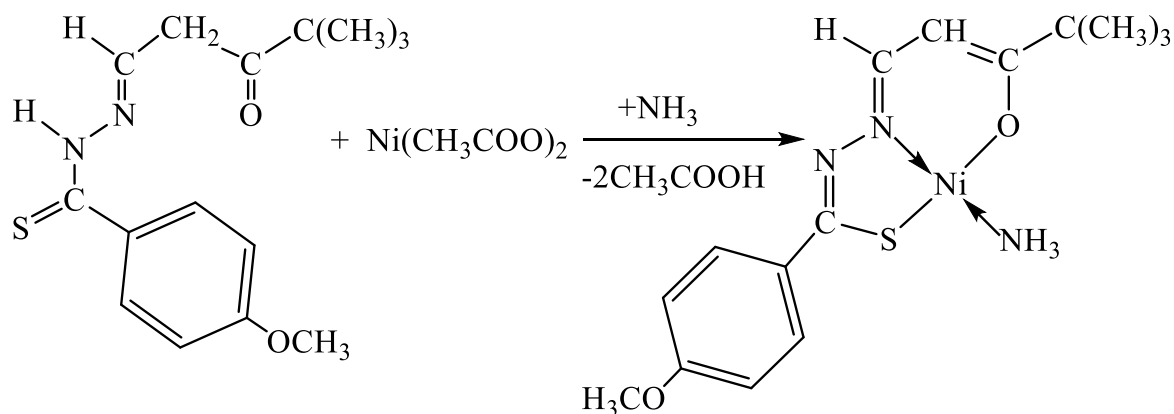
Таблица 1.

Основные частоты колебаний в ИК спектрах  
 4,4-диметил-3-окципентанальтибензоилгидразона ( $\nu$ ,  $cm^{-1}$ )

Соединение	NC=S	C=O	C=N	C-N	N-N	N-H	C-H
NiL	1586	1631	1538	1280	1087	3058	2958

Комплексы металлов, содержащие  $NiL \cdot NH_3$ , были синтезированы взаимодействием эквимольного количества лиганда (рис. 1-Аз) с аммиачным раствором ацетата Ni(II) в спирте (рис. 3).

По результатам элементного анализа и данным параметров ИК- и  $^1H$ -ЯМР-спектроскопии полученного соединения, его можно записать в виде плоской квадратной полиэдрической структуры [2]:

Рисунок 3. Схема синтеза полученного комплекса ( $NiL \cdot NH_3$ )

Реакционный выход полученного комплекса Ni(II) и результаты элементного анализа приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Результаты элементного анализа и реакционного выхода продукта комплексного соединения никеля (II), полученного на основе 4,4-диметил-3-оксипентаналь с *para*-метокситиобензоилгидразином

Соединение	Выход %	Брутто-формула	Найдено/Рассчитано, %			
			Ni	C	H	N
NiL·NH <sub>3</sub>	50	NiC <sub>15</sub> H <sub>18</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S	16,76/16,81	51,67/51,61	5,24/5,30	8,13/8,03

Путем подбора растворителей различной природы было обнаружено, что 4,4-диметил-3-оксипентаналь и ароилгидразоны бензоилацетальдегида находятся в циклоцепном таутомерном равновесии.

В процессе комплексообразования происходит циклоцепная таутомеризация лигандов, изменяется распределение электронной плотности пяти- и шестичленных металлических колец, а также в хелатных комплексных соединениях 3d-металлов

центральный ион и дважды депротонированный лиганд образует пяти- и шестичленные псевдоароматические металлические кольца. При растворении плоскоквадратных аммиачных комплексов ионов Ni(II) и Cu(II) в пиридине между d-электронами металла и π-орбиталью пиридина образуется обратная d-π-дативная связь. Комплексные соединения Ni(II) и Cu(II) имеют плоскоквадратную структуру, состоящую из транс-[N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>] донорных атомов.

#### Список литературы:

1. Турсунов М.А., Авезов К.Г., Умаров Б.Б., Севинчов Н.Г., Сулаймонова З.А., Парпиев Н.А. Таутомерия в ряду бензоилгидразонов жирноароматических кетоальдегидов // Материалы Республиканской научно – практической конференции: «Современное состояние и перспективы развития коллоидной химии и нанохимии в Узбекистане» (к 100 – летию со дня рождения академика К.С. Ахмедова) Ташкент д. 24-25 ноября 2014. с. 130-131.
2. Алексеев В.В., Якимович С.И., Гулий Н.С. и другие. Таутомерия и конфигурационная изомерия ацилгидразонов 1,3-дикетонов / Тез. докл. III Всерос. научной конференции с международным участием «Успехи синтеза и комплексообразования».- Москва, Россия.- РУДН.- 21-25 апреля 2014.- С. 188.
3. Скопенко В.В., Цивадзе А.Ю., Савранский Л.И., Гарновский А.Д. Координационная химия: три. пособ.- М.: ИКЦ «Академ книга».- 2007.- 487 с. Ларин Г.М. Взаимное влияние металлов и лигандов в координационных соединениях // Коорд. химия.- 1993.- Т.19.- № 5.- С. 335-357.
4. Кучкова Р.Р. Комплексные соединения никеля, меди и цинка с производными фторированными соединениями β-дикетонов: Дис. ... Канд. хим. наук. - Т.: НУУ имени М. Улугбека.- 2007.- 140 с.
5. Турсунов М.А., Умаров Б.Б., Эргашов М.Я., Шеров Ш.А., Мардонов С.Ё. Исследование комплексов Ni(II) с ароилгидразонами этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислот // Развитие науки и технологий.- БухИТИ.- 2020.- № 2.- С. 56-62.



DOI - 10.32743/UniChem.2022.92.2.12967

**ПОЛУЧЕНИЕ НИЗКОМОДУЛЬНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЦЕОЛИТОВ  
НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ****Арипова Мадина Халимджановна**

соискатель химического факультета  
Самаркандского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Самарканд  
E-mail: [madina3429149@gmail.com](mailto:madina3429149@gmail.com)

**Кадиров Орифжон Шарипович**

доц. химического факультета  
Самаркандского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Самарканд

**Тиллаев Санжар Усмонович**

зав. кафедрой химического факультета  
Самаркандского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Самарканд

**Худайназаров Жахонгир Ортик угли**

ассистент химического факультета  
Самаркандского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Самарканд

**Файзиева Феруза Муртазаевна**

Магистрант химического факультета Самаркандского  
государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Самарканд

**Рузиева Феруза Отабековна**

студент химического факультета  
Самаркандского государственного университета,  
Республика Узбекистан, г. Самарканд

**OBTAINING OF LOW MODULAR SYNTHETIC ZEOLITES BASED  
ON LOCAL RAW MATERIALS****Madina Aripova**

Researcher of the chemical faculty  
of Samarkand State University,  
Republic of Uzbekistan, Samarkand

**Orifjon Kadirov**

Associate Professor of the Faculty of Chemistry  
of Samarkand State University,  
Republic of Uzbekistan, Samarkand

**Sanjar Tillaev**

Head of the Department of the Faculty of Chemistry  
Samarkand State University,  
Republic of Uzbekistan, Samarkand

**Zhakhongir Ortik ugli Khudainazarov**

Assistant to the Faculty of Chemistry of  
Samarkand state university,  
Republic of Uzbekistan, Samarkand

**Feruza Fayzieva**

*Master's student of the chemical faculty of Samarkand State University,  
Republic of Uzbekistan, Samarkand*

**Feruza Ruzieva**

*Student of the Faculty of Chemistry of Samarkand State University,  
Republic of Uzbekistan, Samarkand*

**АННОТАЦИЯ**

В данной работе приведены результаты по изучению возможности получения низкомолекулярных синтетических цеолитов на основе местного сырья. В качестве сырья были подобраны минералы, взятые на территории Нурабадского района Самаркандской области. Изучен оксидный и элементный состав минералов рентгенофлуоресцентным методом. По полученным результатам определено соотношение Si : Al, равное 4.96, что свидетельствует о возможности получения низко- и среднемолекулярных цеолитов. По данным рамановской спектроскопии были определены минеральный состав пробы: железо в виде лепидокрокита ( $\gamma$ -FeO(OH)); алюминий – глинозема ( $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); а кремний – диоксида. По данным порошковой рентгеновской дифрактометрии был уточнен минеральный состав пробы: кварц – 32.37%; альбит – 7,22%; микроклин – 29.01%; плагиоклаз-олигоклаз – 26.33%; мусковит – 1,98%.

**ABSTRACT**

This work presents the results of studying the possibility of obtaining low-modulus synthetic zeolites based on local raw materials. Minerals taken from the territory of the Nurabad district of the Samarkand region were selected as raw materials. The oxide and elemental composition of minerals has been studied by the X-ray fluorescence method. According to the results, the Si: Al ratio was determined to be 4.96, which indicates the possibility of obtaining low and medium modulus zeolites. According to Raman spectroscopy data, the mineral composition of the sample was determined: iron occurs in the form of lepidocrocite ( $\gamma$ -FeO(OH)); aluminum - clay ( $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); and silicon is dioxide. According to the data of the powder X-ray diffractometer, the mineral composition of the sample was specified: quartz - 32.37%; albite - 7.22%; microcline - 29.01%; plagioclase oligoclase - 26.33%; muscovite - 1.98%.

**Ключевые слова:** цеолиты, адсорбция, низкомолекулярные, минеральный состав, физико-химические методы, гидротермальный синтез.

**Keywords:** zeolites, adsorption, low-modulus, mineral composition, physicochemical methods, hydrothermal synthesis.

**Введение**

В последние годы нефтегазовая промышленность развивается в тесной связи с разработкой селективных адсорбентов, позволяющих разделять, очищать и получать сложные химические соединения в соответствии с максимальным обеспечением экологической безопасности. Среди адсорбентов, производимых в крупных промышленных масштабах, важную роль играют природные и синтетические цеолиты.

Помимо сложности состава и структур цеолитов, они широко изучаются благодаря ряду преимуществ, таких как специфика их свойств, способность резко изменять адсорбционные, каталитические и ионообменные свойства путем модификации, возможность производства простым способом, технологические процессы на основе относительно дешевого сырья и т.д.

Хотя природные цеолиты являются широко распространенными минералами, они обладают относительно небольшими адсорбционными свойствами, а их сочетание с различными соединениями металлов дополнительно изменяет их свойства [1-3]. Возможность использования цеолитов в качестве ионообменников, адсорбентов, катализаторов, молекулярных сит широко изучается [4-7]. Цеолиты, предназначенные для использования в процессах адсорбции, имеют низкий модуль (мольное отношение Si: Al < 2,8) и делятся на

типы А, X и Y (соответственно, Si : Al ~ 1; 1,2; 2,4). Размер катиона, содержащегося в цеолите, определяет размер «входного окна» и влияет на область его применения [8 - 10].

Актуальной является проблема получения синтетических цеолитов на основе местного сырья, так как природных месторождений цеолитов на территории Республики Узбекистан не имеется. Поэтому важно разработать технологию получения высокоэффективных синтетических цеолитов на основе местных сырьевых ресурсов, что позволит расширить номенклатуру импортзамещающей продукции.

Целью настоящей работы является изучение возможности получения синтетических цеолитов из некоторых минералов, присутствующих на территории Самаркандской области Республики Узбекистан.

**Экспериментальная часть**

Для определения состава пробы были проведены элементный и оксидный анализ рентгенофлуоресцентным методом проб № 1, отобранных с территории села Сазаган Нурабадского района Самаркандской области. Анализ выполнен на приборе NEXCG (Rigaku, Япония). Качественный и количественный анализ проводился с использованием программного обеспечения «RPF-SQX».

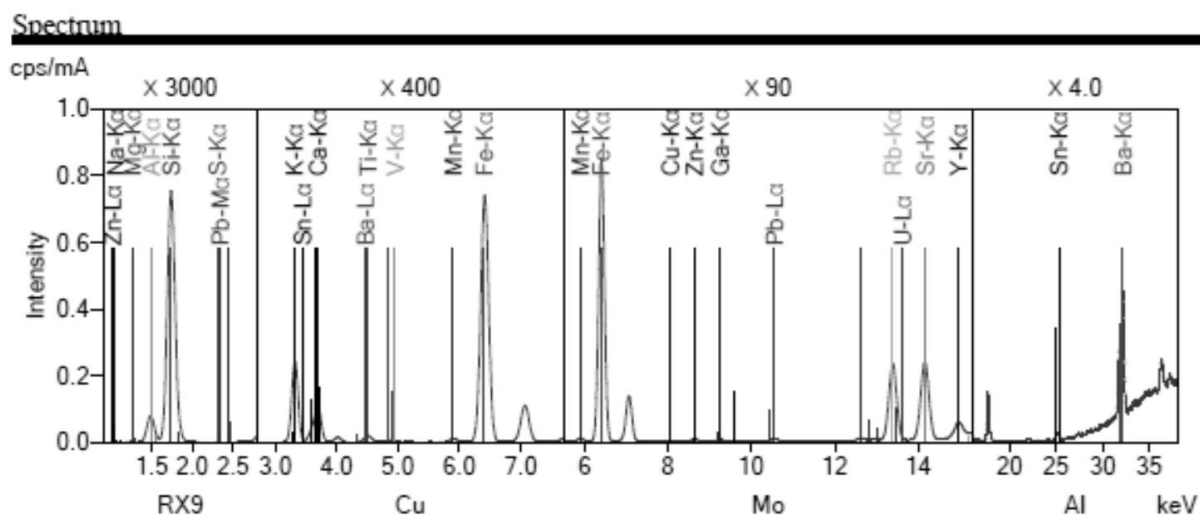


Рисунок 1. Рентгенофлуоресцентный анализ пробы

По результатам анализа содержание основного оксида в пробе, взятой из района № 1 оказался следующим (таблица-1):

Таблица 1.

#### Результаты определения компонентов пробы по рентгенофлуоресцентному анализу

№	Компонент	Содержание, %
1	Na <sub>2</sub> O	4.45
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.6
3	SiO <sub>2</sub>	73.5
4	K <sub>2</sub> O	5.11
5	CaO	1.86
6	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.37
7	MgO	0.603
8	ZrO <sub>2</sub>	0.154
9	TiO <sub>2</sub>	0.144
Всего		99.791

Из полученных результатов (таблица-1) видно, что соотношение Si:Al составляет 4,96, что позволяет получить цеолит со средним модулем. Общее содержание остальных оксидов некоторых металлов и

неметаллов составляет 0,209%, что не принимается во внимание.

В последующих экспериментах были проанализированы Рамановские спектры образцов (Рис.2).

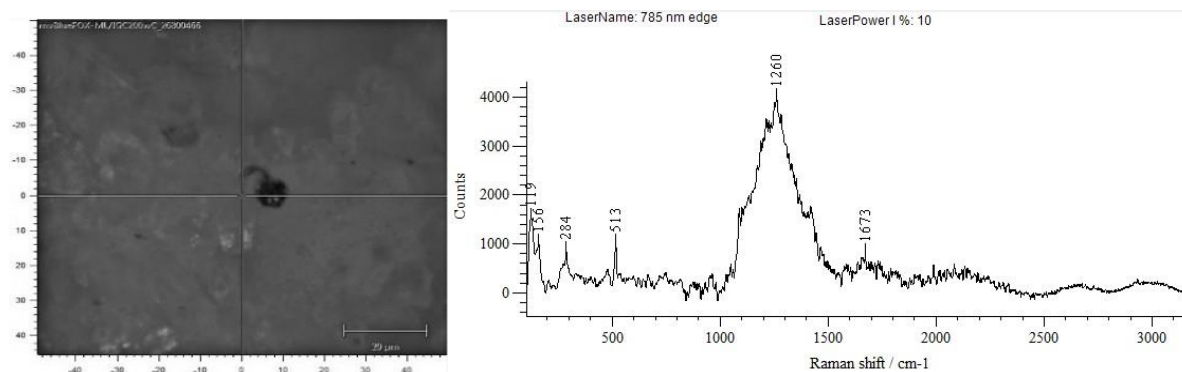
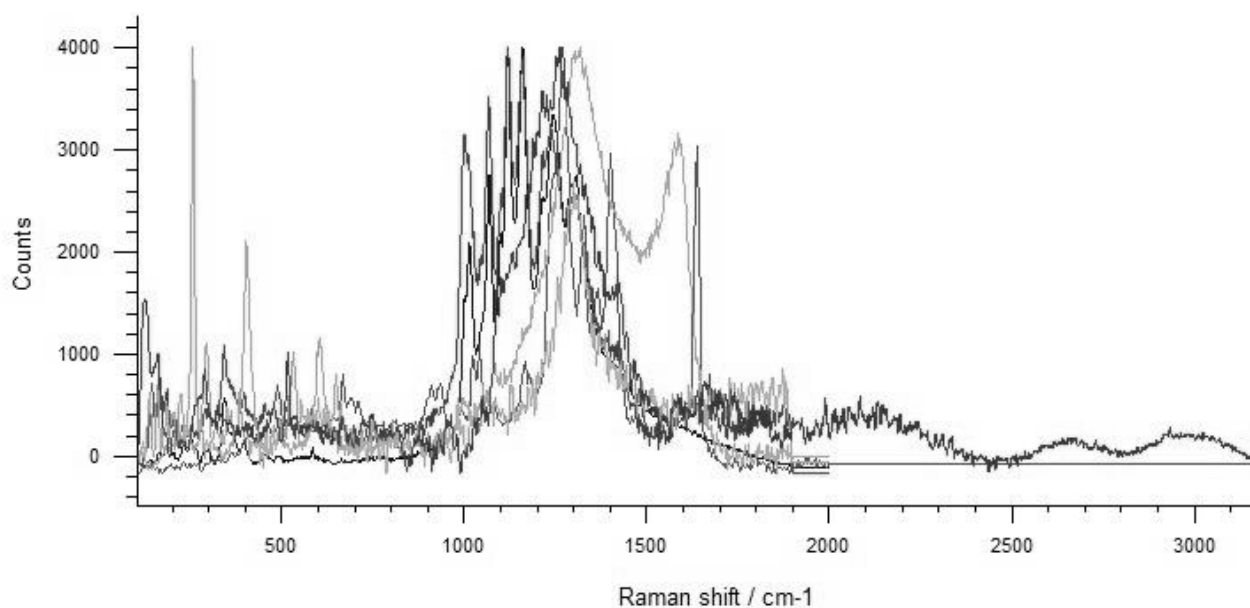


Рисунок 2. Рамановские спектры образцов



Visible	Hit	Quality	Library	Spectrum Info
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0.674379	Inorgan.lib	Xenotime (Y-phosphate)
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.570182	ren_for.lib	blue dextran
<input checked="" type="checkbox"/>	3	0.517288	Inorgan.lib	Xenotime (Y-phosphate)
<input checked="" type="checkbox"/>	4	0.454924	Inorgan.lib	Lepidocrocite (white) (Fe-hydroxide)
<input checked="" type="checkbox"/>	5	0.437246	Inorgan.lib	Lepidocrocite (Fe-hydroxide)
<input type="checkbox"/>	6	0.405627	Inorgan.lib	Pyrrhotite (sulphide)
<input type="checkbox"/>	7	0.390705	Inorgan.lib	Hematite (Hematite group - trigonal oxides)
<input type="checkbox"/>	8	0.343488	Inorgan.lib	Thortveitite
<input type="checkbox"/>	9	0.332503	EXCIPI-1.lib	Silicon dioxide
<input type="checkbox"/>	10	0.324656	Inorgan.lib	Pyrrhotite (sulphide)
<input type="checkbox"/>	11	0.323011	Inorgan.lib	Lepidocrocite (Fe-hydroxide)
<input type="checkbox"/>	12	0.317054	Inorgan.lib	Alumina (beta)
<input type="checkbox"/>	13	0.293693	Inorgan.lib	Hematite (Hematite group - trigonal oxides)
<input type="checkbox"/>	14	0.290411	Inorgan.lib	Hematite (Hematite group - trigonal oxides)
<input type="checkbox"/>	15	0.276192	Inorgan.lib	Lepidocrocite (Fe-hydroxide)

**Рисунок 3. Результаты расшифровки полученных спектральных данных и идентификация компонентов**

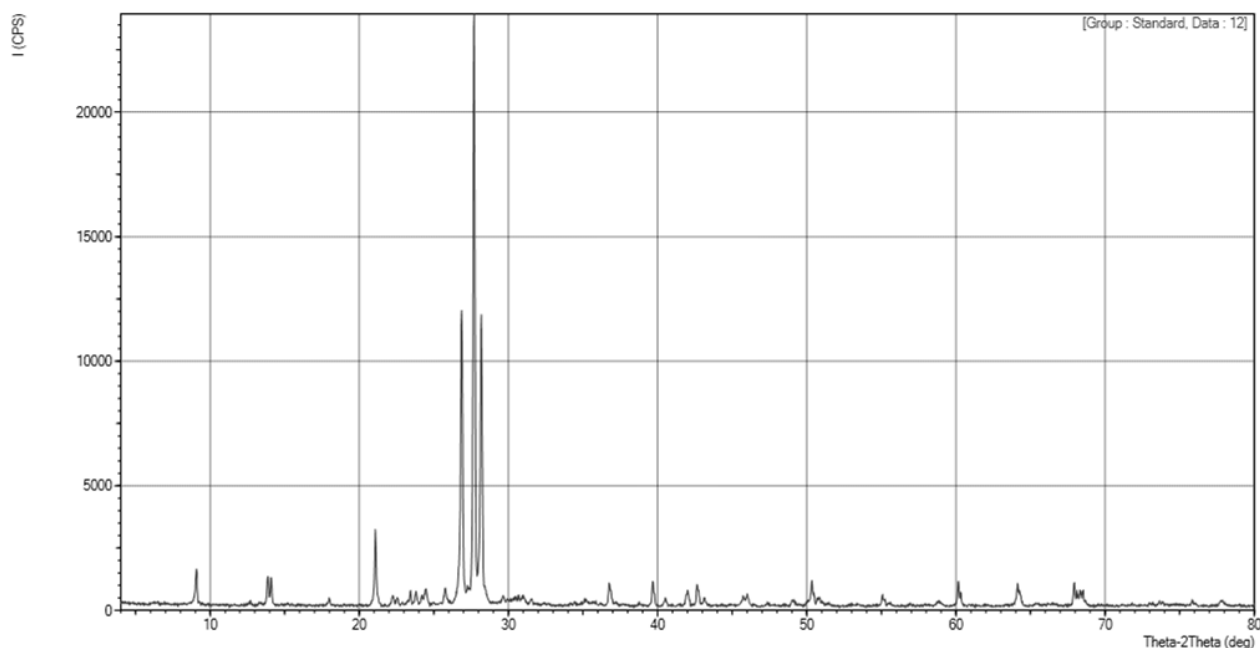
По данным анализа, полученных с помощью рамановской спектроскопии (рисунок-3), можно сделать вывод что, проба включает в своем составе: железо в виде - лепидокроцит ( $\gamma$ -FeO(OH)); алюминий – в виде глинозема ( $\beta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); кремний – в виде диоксида, что в целом, может соответствовать специфическому составу слюды.

Следующим этапом экспериментов был анализ образцов с помощью порошкового рентгеновского спектрометра. Опыты проводили на порошковом дифрактометре XRD-6100 (Shimadzu, Япония) для

определения кристаллических свойств отложений. РД снимки были получены в условиях: CuK $\alpha$  излучения ( $\beta$ -фильтр, Ni,  $\lambda=1.54178\text{\AA}$ , сила тока и напряжение в рентгеновской трубке 30 мА, 30 кВ, соотв.). В этом случае постоянная скорость вращения детектора составляла 4 градуса/мин с шагом 0,02  $\theta$  ( $\omega/2\theta$ ), а угол сканирования составлял от 4  $\theta$  до 80  $\theta$ . Образцы анализировали во вращающейся камере со скоростью 30 оборот/в мин. Результаты эксперимента представлены на рисунке 4.

## Condition

X-ray Tube : Cu(1.54060 Å) Voltage : 30.0 kV Current : 30.0 mA  
 Scan Range : 4.0000 <-> 80.0000 deg Step Size : 0.0200 deg  
 Count Time : 0.24 sec Slit DS : 1.00 deg SS : 1.00 deg RS : 0.30 mm



## \*\*\* Basic Data Process \*\*\*

Group : Standard  
 Data : 12

## # Strongest 3 peaks

no. peak	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	6	27.7213	100	0.12490	4312	29464
2	5	26.8949	47	0.14060	2037	17278
3	7	28.2061	47	0.13400	2026	16602

## # Peak Data List

peak no.	2Theta (deg)	d (Å)	I/I1	FWHM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts)
1	9.1732	9.63287	5	0.14420	218	1935
2	13.9332	6.35086	4	0.13160	190	1370
3	14.1569	6.25100	4	0.12310	173	1141
4	21.1263	4.20196	11	0.12890	480	3985
5	26.8949	3.31236	47	0.14060	2037	17278
6	27.7213	3.21546	100	0.12490	4312	29464
7	28.2061	3.16129	47	0.13400	2026	16602
8	36.7880	2.44114	4	0.13440	176	1563
9	39.7012	2.26847	5	0.11880	203	1428
10	42.6826	2.11666	4	0.13120	173	1235
11	50.3615	1.81045	4	0.13690	190	1876
12	60.1769	1.53649	5	0.12960	214	1567
13	64.1596	1.45039	4	0.16670	179	1913
14	67.9465	1.37848	5	0.14110	200	1512
15	68.3393	1.37151	3	0.15960	131	1544

Рисунок 4. Анализ образцов с помощью порошкового рентгеновского спектрометра

Полученные результаты были сопоставлены с базой данных и проанализированы, что показано в таблице 2.

Таблица 2.

## Результаты анализа по рентген спектроскопии и идентификация компонентов

Название минерала	Содержание, %	Стандартное отклонение
Кварц	32,37	0,29
Альбит	7,22	0,39
Микроклин	29,01	0,4
Мусковит	1,98	0,17
Зиркон	0,067	0,033

Название минерала	Содержание, %	Стандартное отклонение
Ортоклаз	1,73	0,27
Каолинит	0,81	0,14
Корунд	0,208	0,092
Плагиоклаз-олигоклаз	26,33	0,45
Маггемит	0,285	0,058

Результаты, полученные на порошковом дифрактометре (таблица-2), позволили более точно изучить минеральный состав. В данном случае состав пробы: кварц - 32,37%; альбит - 7,22%; микроклин - 29,01%; плагиоклаз-олигоклаз - 26,33%; мусковит-1,98% можно рассматривать как наиболее распространенный. Остальные минералы состоят из нескольких формаций с общим содержанием 3,09%.

Последующие эксперименты проводились в направлении получения синтетического цеолита путем гидротермального синтеза. Для этого примерно измельченного образца минерала смешивали с необходимым количеством насыщенного раствора гидроксида натрия и нагревали в закрытом сосуде при 200 °С в течение 100 ч. Полученную массу тщательно промыли дистиллированной водой и высушили. Чтобы увеличить степень пористости синтетического цеолита и изменить его свойства в

зависимости от области применения, были проведены модификации с использованием различных органических и неорганических соединений. В настоящее время проводятся исследования, для определения свойств синтетических цеолитов от условия получения и добавленного в них модификатора.

#### Выводы

На основании данных, полученных методами рентгенофлуоресценции, рамановской спектроскопии и рентгеновской дифракции, можно сделать вывод, что химический состав образца позволяет получать синтетический цеолит с низким и средним модулем. Ведутся эксперименты по приданию желаемых свойств путем добавления к полученному продукту различных химических модификаторов.

#### Список литературы:

- Burakova A.E. et al. Adsorption of heavy metals on conventional and nanostructured materials for wastewater treatment purposes/ A.E. Burakova, E.V. Galunina, I.V. Burakova, A.E. Kucherova, A. Shilpi, A.G. Tkacheva, V.K. Gupta // *Ecotoxicology and Environmental Safety* –2018. –Vol. 148. – P. 702–712.
- Кубасов А.А. Цеолиты – кипящие камни // *Соросовский образовательный журнал*. – 1998. – Vol. 7, 7. – P. 70–76.
- Anthony J.L., Davis M.E. Assembly of Zeolites and Crystalline Molecular Sieves // In M Adachi and DJ Lockwood (Eds) *Self-Organized Nanoscale Materials*. – New York: Springer Science – 2006. – P. 159–185.
- Baerlocher C.h. et al. Atlas of Zeolite Framework types/ C.h.Baerlocher, L.B.McCusker, F.H. Olson // 6th revised edition. Amsterdam: Elsevier: — URL: <https://www.elsevier.com/books/atlas-of-zeolite-framework-types/baerlocher/978-0-444-53064-6> (дата обращения: 3.09.2021).
- Базацеолитных структур (Database of Zeolite Structures): [сайт]. – URL: <http://www.iza-structure.org/databases/> (дата обращения: 15.10.2019)
- Xu X. et al. Microwave-assisted hydrothermal synthesis of hydroxy-sodalite zeolite membrane / X. Xu, Y. Bao, C. Song, W. Yang, J. Liu, L. Lin // *MicroporMesopor Mater.* – 2004. – Vol. 75, 3. – P. 173–181.
- Workneha S., Shukla A. Synthesis of sodalite octahydrate zeolite-clay composite membrane and its use in separation of SDS // *J Membr Sci.* – 2008. – Vol. 309, 1–2. – P. 189–195.
- Патент 2652210 Российская Федерация, МПК C01B 39/02 Способ получения синтетического гранулированного цеолита NaP / Прокофьев В.Ю., Гордина Н.Е., Константинова Е.М., Храмова А.П.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "ИГХТУ" – № 2017124488; заявл. 10.07.2017; опубл. 25.04.2018. Бюл. № 2.
- Прокофьев В.Ю. Использование ультразвуковой обработки для получения сорбента на основе соединений цинка и гиббсита / В.Ю. Прокофьев, Н.Е. Гордина // *Журнал прикладной химии*. – 2015. – Т. 88, вып. 6. – С. 912–918.
- Prokofev V.Yu. Preparation of granulated LTA and SOD zeolites from mechanically activated mixtures of metakaolin and sodium hydroxide / V.Yu. Prokofev, N.E. Gordina // *Applied Clay Science*. – 2014. – Vol. 101, November. – P. 44–51.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

Научный журнал

**UNIVERSUM:  
ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ**

№ 2(92)  
Февраль 2022

Часть 1

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

Издательство «МЦНО»  
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74  
E-mail: [mail@7universum.com](mailto:mail@7universum.com)  
[www.7universum.com](http://www.7universum.com)

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

16+