UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ

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

Выпуск: 10(88)

Октябрь 2021

Часть 1

Москва
2021

УДК 54+57
ББК 24+28
U55

Главный редактор:

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Члены редакционной коллегии:

Аронбаев Сергей Дмитриевич, д-р хим. наук;

Безрядин Сергей Геннадьевич, канд. хим. наук;

Борисов Иван Михайлович, д-р хим. наук;

Винокурова Наталья Владимировна – канд. биол. наук;

Гусев Николай Федорович, д-р биол. наук;

Ердаков Лев Николаевич, д-р биол. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

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

Кунавина Елена Александровна, канд. хим. наук;

Левенец Татьяна Васильевна, канд. хим. наук;

Муковоз Пётр Петрович, канд. хим. наук;

Рублева Людмила Ивановна, канд. хим. наук;

Саттаров Венер Нуруллович, д-р биол. наук;

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

Ткачева Татьяна Александровна, канд. хим. наук;

Харченко Виктория Евгеньевна, канд. биол. наук;

U55 Universum: химия и биология: научный журнал. – № 10(88). Часть 1.
М., Изд. «МЦНО», 2021. – 96 с. – Электрон. версия печ. публ. –
<http://7universum.com/ru/nature/archive/category/1088>

ISSN : 2311-5459

DOI: 10.32743/UniChem.2021.88.10-1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 24+28

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание	
Биологические науки	6
Общая биология	6
Микробиология	6
ВЫДЕЛЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИРУЛЕНТНОСТИ МЕСТНОГО ШТАММА ГРИБА <i>Phytophthora infestans</i> ИЗ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ	6
Азимова Нодира Шойим кизи	
Есенова Дилфуза Бахадур кизи	
Хамидова Хуршеда Муминовна	
Халилов Илхом Маматкулович	
Кобилев Фазлиддин Бозорович	
Почвоведение	11
ФИТОЭКСТРАКЦИЯ РАПСОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАТРИЕВОЙ СОЛИ ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРА УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ (ЭДТА-Na ₂) КАК СПОСОБ БОРЬБЫ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ПОЧВЫ СВИНЦОМ	11
Жигадло Юрий Игоревич	
Цвилик Анастасия Александровна	
Экология (по отраслям)	14
К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ФЕРУЛЫ ВОНЮЧЕЙ (<i>Ferula assa-foetida</i>) В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ	14
Давлетмуратова Бибираушан Тилеумуратовна	
ОЧИСТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОТ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ И ЕГО УТИЛИЗАЦИЯ	17
Жумабоев Алишер Гофурович	
Содилов Усмонали Худоберганович	
ТЕКСТИЛЬНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИСТОЧНИКИ ТОКСИЧНОСТИ СТОЧНЫХ ВОД	20
Мирзалимова Сабина Алишеровна	
Мухамедиев Мухтар Ганиевич	
Кирина Елена Юрьевна	
Энтомология	25
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА ФЛУР 240 Г/Л СУС.К ПРОТИВ ПАУТИННОГО КЛЕЩА (<i>PANONYCHUS ULMI</i>) НА ЯБЛОНЕ	25
Анорбаев Азимжон Раимкулович	
Рахманов Ахлиддин Хабибуллоевич	
ТЛИ, ПАРАЗИТИРУЮЩИЕ НА КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУРАХ В ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ	28
Эсанбаев Шамси	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА LAMBDA-PHYUS 20% ПРОТИВ ПАУТИННОГО КЛЕЩА НА ЯБЛОНЕ	31
Анорбаев Азимжон Раимкулович	
Рахманов Ахлиддин Хабибуллоевич	
Физико-химическая биология	34
Биохимия	34
О ВОЗМОЖНОМ ВЛИЯНИИ ТИРЕОИДНЫХ ГОРМОНОВ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МИТОХОНДРИЙ К ДЕЙСТВИЮ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОГО ГЛИКОПЕПТИДА, ИНДУЦИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОГЕННЫЙ ТРАНСПОРТ АНИОНОВ	34
Каримова Шаира Фатхуллаевна	
Акбарходжаева Хуршида Нажмитдиновна	
Туляганова Зилолахон Бахромхон кизи	
Алимходжаева Назира Тиллаходжаевна	
Мирмахмудова Саодат Иноятвна	

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ПРОЦЕССЫ ПЕРИКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И АКТИВНОСТЬ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ КЛЕТОК СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МИОКАРДИТЕ	37
Юнусова Муслима Холматовна Позиллов Маъмуржон Комилжонович Далимова Сурайё Нугмановна Кузиев Шерали Насруллоевич Умарова Гулбахор Базарбаневна Мухаммаджонова Гузал Мухаммаджановна Гафуров Махмуджан Бакиевич Хамраев Собир Хусенович Хамдамова Нигора Азамжон кизи Дадахонова Мухлиса Баромовна Мухамедова Мукамбар Джураевна	
Химические науки	44
Аналитическая химия	44
РАЗРАБОТКА И ВАЛИДАЦИЯ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИНИДАЗОЛА В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ	44
Гайбуллаев Шухрат Шараф-угли Бердымурадова Феруза Пирназаровна Захидов Касым Акилович Аронбаев Дмитрий Маркиэлович Аронбаев Сергей Дмитриевич	
НИТРОЗОСОЕДИНЕНИЯ - КАК АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕАГЕНТЫ ДЛЯ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА (II)	51
Мадусманова Назира Кучкарбаевна Исакулов Фахриддин Боходирович Янгиева Сохиба Бахтияровна Сманова Зулайхо Асаналиевна	
СОРБЦИЯ ИОНОВ СЕРЕБРА НА ТВЕРДЫХ ЭКСТРАГЕНТАХ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ	55
Пардаев Отабек Тохтамишович Даминова Шахло Шариповна	
УГОЛЬНО-ПАСТОВЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ РАЗЛИЧНЫМИ ОРГАНИЧЕСКИМИ РЕАГЕНТАМИ	61
Зияев Дилшод Абдуллаевич Атакулова Наргиза Абдиганиевна Сайфиев Максуд Насирдин угли Ахмаджонов Улугбек Гулом угли Бокиев Кудрат Сирожиддин угли	
Биоорганическая химия	67
АЛКАЛОИДЫ NITRARIA SIBIRICA	67
Аллабердиев Фарход Хамраевич Хамраева Мафтуна Фарходовна	
КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА <i>Roemeria hybrida</i> ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В УЗБЕКИСТАНЕ	71
Арипова Салима Жалолов Икбол Жамолович Мараимова Умида Рустамовна Бегматова Гулшаной Номановна	
МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ <i>DOREMA MICROCARPU KOROV</i>	76
Давидов Махмуджон Адхамович Турсунов Жахонгир Исроилович	
Высокомолекулярные соединения	79
КИНЕТИКА СОРБЦИИ ИОНОВ Co (II) ИЗ РАСТВОРОВ НА АНИОНООБМЕННИКА	79
Бабожонова Гулбахор Курбанназаровна Инханова Арофат Зокиров Сардор Бекчанов Давронбек Жумазарович Мухамедиев Мухтаржан Ганиевич	

Коллоидная химия	84
АДСОРБЦИЯ ПАРОВ БЕНЗОЛА В ДЕХКАНАБАДСКОМ БЕНТОНИТЕ	84
Аскарлов Учкун Эркаевич	
Мамажонова Мохфора Абдулхакимовна	
Дехканбоев Сардорбек Назиржонович	
Абдуназаров Фахриддин Абдурашитович	
АДСОРБЦИЯ БЕНЗОЛА НА ХИТОЗАНОВОЙ ПЛЕНКЕ	88
Абдуллаев Нодирхон Журахонович	
Кодирхонлов Муродхон Рашидхонович	
Эргашев Ойбек Каримович	
Медицинская химия	91
ВЛИЯНИЕ ПОЛИФЕНОЛА ГЕТАСАН НА МИТО К+АТФ-КАНАЛ И mPTP СЕРДЦА КРЫСЫ	91
Абдуллаева Гулбохор Толибжановна	
Абидова Нилуфар Саъдулла кизи	
Норматов Анвар Мирзаевич	
Назаров Камол Комилжанович	
Асраров Музаффар Исламович	

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ****МИКРОБИОЛОГИЯ****ВЫДЕЛЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИРУЛЕНТНОСТИ МЕСТНОГО ШТАММА
ГРИБА *Phytophthora infestans* ИЗ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ****Азимова Нодира Шойим кизи**

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

Есенова Дилфуза Бахадур кизи

*магистр,
Национальный университет им. Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: esenovadilfuza97@gmail.com*

Хамидова Хуршеда Муминовна

*канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Институт микробиологии,
Академия Наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Халилов Илхом Маматкулович

*канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Институт микробиологии,
Академия Наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Кобилев Фазлиддин Бозорович

*млад. науч. сотр., Институт микробиологии,
Академия Наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Мардонов Икром Хасан угли

*млад. науч. сотр., Институт микробиологии,
Академия Наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

**ISOLATION AND DETERMINATION OF VIRULENCE OF A LOCAL STRAIN
OF THE FUNGUS *Phytophthora infestans* FROM POTATO TUBERS****Nodira Azimova**

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

Dilfuza Esenova

Master,
National University named after Mirzo Ulugbek,
Uzbekistan, Tashkent

Khursheda Khamidova

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

Ilkhom Khalilov

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

Fazliddin Kobilov

Junior scientific researcher, Institute of Microbiology,
Academy of Sciences of Republic of the Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Ikrom Mardonov

Junior scientific researcher, Institute of Microbiology,
Academy of Sciences of Republic of the Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Из инфицированных клубней картофеля сортов Пикассо и Гала выделен грибок *P.infestans*. Изучены морфологические признаки гриба. Для идентификации вирулентности гриба *P.infestans*, возбудителя инфекции, было показано при повторном искусственном инфицировании грибок проявляет характерные признаки заболевания.

ABSTRACT

The fungus *P. infestans* was isolated from infected potato tubers of varieties Picasso and Gala. The morphological characteristics of the fungus have been studied. To identify the virulence of the fungus *P. infestans*, the causative agent of the infection, it has been shown that the fungus exhibits characteristic signs of the disease upon repeated artificial infection.

Ключевые слова: картофель, влажная камера, возбудитель, заболевания, *P.infestans*, зооспорангий, морфология, вирулентность.

Keywords: potato, wet chamber, pathogen, diseases, *P. infestans*, zoosporangia, morphology, virulence.

Введение

Картофель является одним из самых общедоступных и широко используемых сельскохозяйственных культур. 52% выращиваемого в мире картофеля используется в питании, 34% в качестве корма для животных, 10% для семеноводства и 4% для технических целей [1]. Инфицирование картофеля различными вирусами, бактериями и микроскопическими грибами, а также повреждение в определённой степени вредителями является одной из важных проблем при возделывании. Одним из самых вредоносных заболеваний картофеля является фитофтороз.

Заболевание картофеля фитофтороз (возбудитель - *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) в Европе появилось в 1845 году [2], в Узбекистане возбудитель этого заболевания впервые зафиксирован в 1974 году [3].

В настоящее время потери урожая картофеля из-за развития фитофтороза составляют 30-40% [3]. Из-за этого заболевания ежегодные потери урожая

и затраты на борьбу с ним оцениваются примерно в 3 миллиарда долларов США [4].

При низкой температуре и высокой влажности фитофтороз вызывает серьёзную эпидемиологическую проблему, что может привести к потере всего урожая [5].

Ph. Infestans повреждает клубни и надземные органы растения. Источником инфекции являются повреждённые в почве или контактированные с инфицированными стеблями и листьями при уборке урожая клубни картофеля [6].

Целью исследования являлось выделение микроскопического гриба *Ph. infestans* из клубней картофеля, инфицированного фитофторозом и определение фитопатогенности через повторное искусственное инфицирование картофеля.

Материалы и методы исследования

Исследовательская работа проведена зимой и ранней весной. В качестве объекта исследования были использованы инфицированные клубни картофеля сортов Пикассо и Гала.

Опыты по выделению гриба *Ph. Infestans* из клубней проводились во влажных камерах. Инфицированные клубни картофеля хорошо промывались под струей водопроводной воды, затем тщательно протирали ватой, смоченной 80% этиловым спиртом и прожигали [7]. Простерилизованные снаружи картофельные клубни разрезались с помощью стерильного скальпеля. Повреждённые и здоровые кусочки картофеля помещали во влажные камеры. Образцы инкубировались в течение 14 часов при температуре 18°C [8]. Образованный на поверхности кусочков картофеля налет белого цвета пересевали на агаризованные питательные среды; среду с овсяными отрубями (г/л: овсяные отруби – 100 гр; агар-агар – 10 гр; дистиллированная вода – 1000 мл), с нутом (г/л: замороженный зелёный нут – 200 гр; морковь – 30 гр; агар-агар – 15 гр; дистиллированная вода – 1000 мл) и картофельным агаром (г/л: картофель – 200 гр; агар-агар – 20 гр; дистиллированная вода – 1000 мл). Возбудитель фитофтороза был идентифицирован с помощью микроскопического анализа на микроскопе NLCD-307B при увеличении в 400 раз.

Суспензию, приготовленную из конидий изолированного гриба *Ph.infestans*, наносили на здоровые клубни картофеля и искусственно заражали [9]. Клубни заражались двумя методами: 1 метод – с помощью шприца вносили суспензию конидий гриба; 2 метод – с помощью стерильного скальпеля аккуратно разделяли кусочек ткани и вносили приготовленную из конидий суспензию в количестве 0,25мл (титр 10^6 конидий/мл). В качестве

контроля были использованы клубни одинакового размера и сорта. Клубни, в отдельных цилиндрах, размещали во влажные камеры и инкубировали в течение 14 часов при температуре 18°C.

Результаты исследования

На внешней оболочке отобранных клубней картофеля были выявлены коричнево-бурые вдавленные пятна различных размеров. Наличие коричневых пятен наблюдалось также при разрезе по окружности в середине клубней картофеля.

На некоторых инфицированных картофельных кусочках, которые размещались во влажных камерах и инкубировались в течение 14 часов при температуре 18°C, наблюдалось появление белого налета.

Как известно из литературы, рост спорангиев микроскопического гриба *Ph.infestans* непосредственно связан с абиотическими факторами (внешними условиями), температурой и влажностью. Зооспоры образуются при низких (4-18°C) температурах. При повышении температуры (20-27°C) зооспорангий зооспор не образует, вместо этого произрастает эмбриональная трубочка и входит в растительную ткань [10].

Результаты наших исследований показали, что в образцах 4, 5 и 9, изолированных с поверхности клубней, инкубированных во влажной камере выявлено наличие зооспорангиев микроскопического гриба *Ph.infestans* (рисунок 1).

Рисунок 1. Зооспорангии *Ph.infestans*, выделенные из клубней картофеля

Зооспорангии гриба *Ph.infestans*, выросшие на клубнях картофеля образцов 4, 5 и 9 с помощью микологической петли были пересеваны на питательный агар с овсяными отрубями, нутом и картофелем.

Колонии гриба *Ph.infestans* на питательной среде с овсяными отрубями на 6 сутки роста бесцветные, редким едва заметным мицелием, на агаризованной картофельной среде колония гриба выпуклая, рыхлая, белого цвета с ровными краями (рис.2).

Рисунок 2. Гриб *Ph.infestans*, выращенный на агаризованной картофельной среде

Изучение морфологии гриба *Ph.infestans*, выращенного на питательной среде с картофельным агаром, показало, что спорангии гриба подобны форме лимона. Наблюдалось наличие амфигийных антеридий, оогоний, а также хламидоспор (рисунок 3). Полученные нами данные по морфологии *Ph.infestans* были сопоставлены нами с морфологическими данными D. Shimelash [11] и S.Gómez-González [12], что показало их соответствие.

Рисунок 3. Микроскопический анализ морфологии *Ph. infestans*, выделенного из клубней картофеля:
 а) спорангий в виде лимона; б) хламидоспора; в) амфигийный антеридий и оогоний

Для идентификации вирулентности гриба, возбудителя инфекции, был использован метод повторного искусственного инфицирования [9]. Клубни здорового картофеля сорта Пикассо были

инфицированы микроскопическим грибом *Ph. infestans*. Инфицированные клубни инкубировали при температуре 24°C в течение 21 суток.

Рисунок 4. Клубни картофеля сорта Пикассо, искусственно инфицированные грибом *Ph. infestans*: (21 суточная инкубация). 1 – инфицирование мазочным методом, 2 – прививочное инфицирование, 3 – контроль

На протяжении исследований на 12 сутки в опытных вариантах наблюдались изменения по сравнению с контролем, и на повторно инфицированных картофелях были образованы коричнево-бурые пятна (рисунок 4). После повторного инкубирования нарезанных клубней в таких же условиях, при микроскопическом анализе наблюдалось появление на этих кусочках картофеля зооспорангиев гриба *Ph. infestans*.

Таким образом, как показывают полученные результаты, патологические и морфологические признаки гриба, выделенного из пораженного *Ph. infestans*

картофеля, сопоставимы с признаками, которые описаны авторами в научной литературе [13, 11, 12]. Изучение вирулентности в целях определения гриба как возбудителя заболевания, показало, что *Ph. infestans* при повторном инфицировании проявляет признаки заболевания. Согласно результатам исследований из 9 изученных клубней картофеля, 3 заражены фитофторозом, что подтвердило проведение микроскопического анализа о наличии в них зооспорангиев микроскопического гриба *Ph. infestans*.

Список литературы:

1. Пашков Д.А., Ветрова Е.В. Идентификация и биологическая характеристика фитопатогенов вызывающих гнили клубня картофеля при хранении / Конференция Ломоносов 2019. Секция микробиология. – С. 1-21.
2. Бонадысев С.А., Иванюк В.Г., Журомский Г.К. Фитосанитарное состояние картофеля в Беларуси и пути его улучшения // Матер. междунар. юбилейной науч.-практ. конф.: научные труды. – Минск, 2003. – Ч. 2. – С. 105-119.
3. Хамираев У.К. Наличие *Phytophthora infestans* (mont.) de bary на территории узбекистана и применение современных фунгицидов в борьбе с ней // Бюллетень науки и практики — Bulletin of Science and Practice научный журнал (scientific journal) Т.4. №2. 2018 г. – С. 148-152.
4. Филиппов А.В. Фитофтороз картофеля // Защита и карантин растений. – 2005. – №4. – С.74-91.
5. Duniway J.M. Role of physical factors in the development of *Phytophthora* diseases. In Erwin D.C., Bartnicki-Garcia S. and Tsao P.H. (eds). *Phytophthora: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology*. APS, St. Paul, MN, 1983. pp. 175-187.
6. Каримов А., Джумабаев К., Нерозин С., Эшмуратов Д. Болезни картофеля и меры борьбы с ними / Проект “Улучшенные технологии орошения перспективных сортов картофеля для мелких фермерских хозяйств подверженных стрессам в условиях Ферганской долины”. Руководство для фермеров и специалистов водного и сельского хозяйства. Ташкент, 2014. –С. 2-14.
7. Поликсенова В.Д., Храмов А.К., Пискун С.Г. Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов» для студентов 4 курса дневного отделения специальности «Г 31 01 01 – Биология» / Мн.: БГУ, 2004. – 36 с.
8. Дьяков Ю.Т., Еланский С.Н. Общая фитопатология : учебное пособие для среднего профессионального образования /Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 230 с.
9. Яруллина Л.Г., Ибрагимов Р.И., Цветков В.О., Яруллина Л.М., Шпирная И.А. / Цитохимические и биохимические методы исследования микроорганизмов – возбудителей болезней растений: учебное пособие // Уфа: РИЦ БашГУ, 2016. -92 с.
10. Еланский С.Н. Особенности развития фитофтороза в России // Защита картофеля. 2015. – № 1. – С. 8-11., Дьяков Ю.Т., Еланский С.Н. Общая фитопатология : учебное пособие для среднего профессионального образования /Москва : Издательство Юрайт, 2017. — 230 с.
11. Daniel Shimelash, Birtukan Dessie/ Novel characteristics of *Phytophthora infestans* causing late blight on potato in Ethiopia // Current Plant Biology 24 (2020) 10017. –P. 1-9.
12. Gómez-González S., Castañeda-Sánchez D., Morales-Osorio J. / Media preferences, micro-morphometric analysis, and cardinal growth temperature determination for *Phytophthora infestans* sensu lato isolated from different hosts in Colombia // Brazilian Journal of Biology, 2020, vol. 80, no. 1 pp.167-179.
13. Каримова В.К., Нечай Н.Л., Есимсеитова А.К., Нурмаганбетова А.Н., Измаганбетова А.Ж., Какимжанова А.А. / Использование изолятов гриба *Phytophthora infestans* в клеточной селекции картофеля // Биотехнология. Теория и практика. 2013, № 4, стр. 36-41.

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

**ФИТОЭКСТРАКЦИЯ РАПСОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ДИНАТРИЕВОЙ СОЛИ ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРА УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ (ЭДТА-Na₂)
КАК СПОСОБ БОРЬБЫ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ПОЧВЫ СВИНЦОМ****Жигadlo Юрий Игоревич**

учитель физической культуры,
Государственное учреждение образования
«Средняя школа № 96 г. Могилева»,
Республика Беларусь, г. Могилев
E-mail: Zhigadlo_70@mail.ru

Цвилик Анастасия Александровна

учитель,
Государственное учреждение образования
«Средняя школа № 96 г. Минска»
Республика Беларусь, г. Минск
E-mail: sch96@minsk.edu.by

**PHYTOEXTRACTION WITH RAPESEED SEEDS USING DISODIUM SALT
OF ETHYLENEDIAMINETETRAACETIC ACID (EDTA-Na₂) AS A WAY TO COMBAT
SOIL CONTAMINATION WITH LEAD****Zhigadlo Yuri Igorevich**

Physical education teacher,
State Educational institution
"Secondary School No. 96 of Minsk",
Republic of Belarus, Minsk

Tsvilik Anastasia Aleksandrovna

Biology teacher,
State Educational Institution
"Secondary School No.96 of Minsk"
Republic of Belarus, Minsk

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлены результаты исследования процесса фитоэкстракции рапсом почвы загрязненной свинцом, с использованием химических свойств динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА-Na₂). Тема направлена на поиск эффективного способа извлечения свинца из почвы.

ABSTRACT

This article presents the results of a study of the process of phytoextraction by rapeseed of soil contaminated with lead by using the chemical properties of disodium salt of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA-Na₂). The theme is aimed at finding an effective way to extract lead from the soil.

Ключевые слова: свинец, фитоэкстракция, ЭДТА-Na₂.**Keywords:** lead, phytoextraction, EDTA-Na₂.

Введение. Хозяйственная деятельность человека приводит к попаданию соединений свинца в атмосферный воздух и почву, а далее по пищевым цепочкам этот металл проникает в растения, в организмы животных и людей. С отмиранием растений, возвращается в почву и постепенно там накапливается.

Материалы и методы исследования. Анализ литературных источников позволил установить, что в результате реакций в почвенной среде свинец находится в неподвижной валовой форме, в составе комплексных химических соединений. Некоторая часть свинца находится в составе с растворимыми,

мобильными комплексными соединениями. За способность извлекать ионы металла из нерастворимых солей и замещать их на ионы натрия ЭДТА-Na₂ считают коагулянт ионов. Свинец связывается с ЭДТА-Na₂ в хелатное комплексное соединение [2, с. 35]. Один из экономически эффективных способов решения проблемы загрязнения почвы свинцом является фиторемедиация [1, с. 60].

В нашем исследовании мы изучали характер влияния ЭДТА-Na₂ на подвижность ионов свинца в системе почва-растение для проведения фитоэкстракции рапсом загрязненной земли тяжелым металлом. В качестве фиторемедиатора мы использовали рапс, поскольку его характеризуют такие признаки, как быстрый рост, высокая способность к фиторемедиации, большая биомасса, неприхотливость к погодным условиям, низкая цена на рынке.

Мы заготовили три контейнера шириной 0,14 м., длиной 0,20 м., высотой 0,05 м., наполнили каждый из них посадочным грунтом массой 1 кг, и присвоили порядковые номера: № 1, № 2, и № 3. Контейнеры передали в Могилёвский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья с исследовательским заданием. Там грунт контейнеров №2 и №3 загрязнили ионами свинца до массовой концентрации 10 мг/кг почвы. В контейнер № 3 добавили раствор ЭДТА-Na₂ массовой концентрации 14 мг/кг

почвы с учётом взаимоотношения молярных масс свинца и ЭДТА-Na₂ в реакции образования комплекса. Далее грунт трёх контейнеров подвергли атомно-абсорбционному спектрометрическому анализу на определение подвижности ионов свинца в почве.

Для продолжения исследования в каждый контейнер мы высадили семена ярового рапса массой 0,01 кг, количеством 2000 шт. Густота посева растения составила 7143 раст/м². К середине четвертой недели мы собрали выращенный рапс из трех контейнеров и подвергли атомно-абсорбционному спектрометрическому анализу на предмет содержания количества массовой доли свинца. Анализ проводился в Могилёвском центре стандартизации и метрологии.

Результаты исследования. Атомно-абсорбционный спектрометрический анализ на определение подвижности ионов свинца в почве без добавления ЭДТА-Na₂ и с добавлением, показал следующее содержание подвижных форм свинца: контейнер №1 содержал 0,56 мг/кг, №2 4,65 мг/кг, а №3 6,3 мг/кг. То есть, внесение 14 мг/кг ЭДТА-Na₂ в почву, загрязненную свинцом (10 мг/кг), увеличило в ней подвижность ионов свинца в 1,4 раза. Графическое выражение влияния внесения в почву ЭДТА-Na₂ на содержание в ней подвижных форм свинца представлено на рисунке 1.

Рисунок 1. Влияние внесения в почву ЭДТА-Na₂ на содержание в ней подвижных форм свинца

Атомно-абсорбционный спектрометрический анализ содержания массовой доли свинца в зеленой массе рапса, выращенном в загрязненном грунте, имел следующие результаты: образец из контейнера №1 имел содержание 0,09 мг/кг, № 2 0,19 мг/кг, а № 3 0,7 мг/кг. Отсюда следует, что в растение

ионов изучаемого тяжелого металла поступило в 3,7 раза больше по сравнению с количеством, поступившим в растение без применения ЭДТА-Na₂. Графическое выражение влияния внесения в почву ЭДТА-Na₂ на накопление свинца в зеленой массе рапса представлено на рисунке 2.

Рисунок 2. Влияние внесения в почву ЭДТА-Na2 на накопление свинца в зеленой массе рапса

Для оценки эффективности поглощения ионов свинца растением, нами был рассчитан коэффициент биологического поглощения (КБП), представляющий собой частное от деления содержания ионов свинца в растительном материале на его содержание в корнеобитаемом слое почвы. Результат расчетов

показал, что величина КБП свинца растениями рапса во втором контейнере составляет 0,04, в то время как в третьем 0,11. Таким образом, КБП растениями рапса с внесением в почву ЭДТА-Na2 в 2,75 раза больше, чем без его внесения. Графически выражение представлено на рисунке 3.

Рисунок 3. Влияние внесения в почву ЭДТА-Na2 на коэффициент биологического поглощения свинца растениями

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Внесение 14 мг/кг ЭДТА-Na2 в почву, загрязненную свинцом (10 мг/кг), увеличило в ней подвижность ионов данного тяжелого металла в 1,4 раза.
2. Внесение 14 мг/кг ЭДТА-Na2 в почву, загрязненную свинцом, увеличивает накопление свинца

в зеленой массе рапса 3,7 раза больше по сравнению с его количеством, поступившим в растение без применения ЭДТА-Na2.

3. Наблюдается рост КБП свинца растением из почвы в 2,75 раза, при внесении ЭДТА-Na2, по сравнению с вариантом без внесения динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты.

Список литературы:

1. Мартынянцев А.В. Применение фиторемедиации почв для очистки земель сельскохозяйственного назначения / А.В. Мартынянцев // Вестник НГИЭИ - 2012.- С. 60.
2. Соколова О.Я. Влияние техногенного воздействия на содержание валовых и подвижных форм тяжёлых металлов в почвах/ О.Я. Соколова [и др.] // Вестник ОГУ - № 2 - 2006. - С. 35, 36.

ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)

DOI: 10.32743/UniChem.2021.88.10.12304

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ
ФЕРУЛЫ ВОНЮЧЕЙ (*Ferula assa-foetida*) В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

Давлетмуратова Бибиратушан Тилеумуратовна

преподаватель,

Нукусский филиал Ташкентского государственного аграрного университета,
Республика Узбекистан, г. НукусTO THE QUESTION OF STUDYING BIOECOLOGICAL FEATURES
OF *Ferula assa-foetida* IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH PRIARALIE

Bibiraushan Davletmuratova

Nukus branch teacher Tashkent State agrarian university,
Republic of Uzbekistan, Nukus

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследования биоэкологических особенностей *Ferula assa-foetida* в условиях Южного Приаралья. Установлено, что важными факторами среды обитания являются температура и влага. Сухость и высокие летние температуры являются определяющими в ограничении срока ее вегетации.

ABSTRACT

In the article the results of research of bioenvironmental features of are presented *Ferula assa-foetida* in the conditions of Southern Aral sea area. It is set that the important factors of habitat it is been is a temperature and moisture. Dryness and high summer temperatures are qualificatory in limitation of term of her vegetation.

Ключевые слова: Южное Приаралье, *Ferula assa-foetida*, факторы среды, биоэкологические особенности, рациональное использование, меры охраны.

Keywords: Southern Aral sea area, *Ferula assa-foetida*, factors of environment, bioenvironmental features, rational use, measures of guard.

В настоящее время в государствах Центрально-азиатского региона, в том числе в регионе Южного Приаралья, где произрастает значительное видовое разнообразие флоры и фауны [1; 2], наблюдается регрессивное состояние биологических ресурсов [6; 7]. Большинство видов флоры и фауны в регионе приобрели статус редких и исчезающих. В связи с этим приоритетной задачей в области сохранения биоразнообразия и рационального использования природных и биологических ресурсов в Приаралье является решение проблемы комплексного изучения биоресурсов, а также детального изучения особенностей биологии и экологии наиболее уязвимых видов представителей растительного мира в местах их естественного произрастания [7]. Вместе с тем опасность элиминации уникального биологического разнообразия флоры региона Южного Приаралья приобретает все большие масштабы вследствие того, что проживающее в регионе население использует в хозяйственных целях большое количество различных биоресурсов.

По данным специалистов, большинство видов растений с эфемерным циклом развития встречаются

только на территории Центральной Азии, что свидетельствует о самобытности эфемерово-эфемероидной растительности (в ней немало эндемичных видов) и возможности существования локальных и региональных очагов формирования, их автохтонного происхождения [4; 5; 6].

Эфемерная растительность является уникальным биологическим типом, состоящая из однолетних и многолетних растений эфемерного цикла развития. Условия роста и развития эфемерово-эфемероидной растительности характеризуются в основном теплой влажной зимой, сухим жарким летом, довольно резким переходом от зимы к лету. Способность растений завершать свой вегетативный период за прохладное и влажное время, выработанная в течение длительной адаптации к аридным условиям, дала возможность эфемерной растительности прогрессировать на территориях стран Центральной Азии.

Научные исследования эфемерной и эфемероидной растительности проводились ведущими учеными, такими как Е.П. Коровин (1961), К.З. Закиров (1955), И.И. Гранитов, А.Д. Пятаева (1964), Н.И. Акжигитова

(1969), С.Е. Ережепов (1978), S. Kabulov (1998) и др. В результате своих исследований по вопросам генезиса, типов классификации, экологической приуроченности, распространения эфемеровой и эфемероидной растительности [1; 3; 5] были получены очень значимые результаты, которые актуальны и в современное время. Проведенный нами анализ литературных сведений показал, что исследований в области разнообразия эфемеровой и эфемероидной растительности, экологической структуре и закономерностях их адаптивных механизмов еще недостаточно.

Одним из ценных и малоизученных видов, относящихся к эфемероидной растительности, является Ферула вонючая (*Ferula assa-foetida*) из семейства Зонтичные (Ariaceae Lind).

Ферула вонючая (*Ferula assa-foetida*) – многолетнее травянистое монокарпическое растение, основной эдификатор пустыни Кызылкум. Распространена в регионе Южного Приаралья преимущественно на щебнистых почвах Каракалпакской части плато Устюрт, в окрестностях г. Нукуса и на территории южных районов Республики Каракалпакстан.

В настоящее время ресурсный потенциал ферулы в условиях региона Южного Приаралья изучен достаточно неполно. По данным С. Ережепова [2], в регионе Приаралья произрастают 6 видов ферулы: *Ferula assa-foetida*, *F. Lehmannii* Boiss., *F. Dshaudshamyr* Eug. Kor., *F. caspica* MB., *F. schair* Borsz., *F. syreitschikowii* K.-Pol. Отметим, что в последние годы к этому виду возрастает большой хозяйственный и коммерческий интерес.

Род ферулы в целом характеризуется приуроченностью к открытым местообитаниям, а именно к травянистым или разреженным кустарниковым сообществам и незадернованным склонам. Аналогичная экологическая приуроченность дает возможность отнести ферулу к светолюбивым растениям. Большинство видов ферулы по ритму сезонного развития относятся к группе эфемероидов, то есть многолетников с непродолжительным периодом роста и развития и длительным периодом покоя, который приходится на межсезонье.

Очень значимыми экологическими факторами среды обитания ферулы являются температурный режим и влажность. Установлено, что засушливость климата, резкие повышения температуры в летний период являются определяющими в ограничении срока ее вегетации [7].

В отношении влажности воздуха и состояния почвы для ферулы характерна достаточно узкая экологическая валентность. Почти все виды ферулы растут в условиях с выраженным засушливым сезоном. Некоторые виды, приуроченные к аридным зонам, обитают в условиях с низким годовым уровнем влажности. По своему экологическому статусу ферула является мезоксерофитом [3; 4; 8].

В классических работах по экологической морфологии [2; 4; 5] сокращение длины междоузлий розеткообразующих растений рассматривается как интегрированная, наследственно закрепленная реакция растений на интенсивное освещение и спектральный состав световой волны. Такая структура системы побегов является адаптивной, тем самым обеспечивая выносливость при низких температурах почвы и воздуха, а также при недостаточной влажности. Эта характеристика оказалась наиболее приспособленной к ксерофильным условиям в эволюционном процессе рода *Ferula*. Поэтому необходимы научные изыскания биологических особенностей роста и развития, сроков вегетации, влияния температурного режима и влажности, прорастания семян, сроков оптимального аккумуляирования органических веществ, имеющих лекарственное значение.

Лекарственным сырьем обладают как подземная (затвердевший на воздухе млечный сок корней), так и надземная части растения. Корневая система Ферулы вонючей содержит большое количество крахмала и камедь-смолы. После завершения периода плодоношения растение совсем отмирает, корневая система его становится волокнистой, смола в ней отсутствует [2; 4; 6]. Высохший сок имеет в своем составе около 50–70% смолы, 12–35% камеди и 3–6% эфирного масла, в состав которого входят сернистые соединения. Для кормовой специфики особенно питательны семена растений, которые составляют 40–50% от веса куста в сухом состоянии [1; 5; 6], и семена могут заготавливаться на зиму в качестве корма для сельскохозяйственных животных.

Таким образом, после анализа существующих литературных источников назрела необходимость проведения исследований биоэкологических особенностей роста и развития ферулы, произрастающей в регионе Южного Приаралья, оценка ресурсного потенциала, продуктивности, химического состава и культивирования для дальнейшего хозяйственного и коммерческого использования.

Список литературы:

1. Ахатаева Д.А., Мухтубаева С.К., Оразбаев А.Е. Данные о ресурсах Ферулы вонючей в Южно-Казахстанской области // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2013. – № 1 (37). – С. 34–38.
2. Ережепов С.Е. Флора Каракалпакии, ее хозяйственная характеристика, использование и охрана. – Ташкент : Фан, 1978. – 300 с.
3. Национальная стратегия и план действий по сохранению и рациональному использованию биоразнообразия. – Ташкент, 2005. – 230 с.
4. Рахимов С. Биолого-морфологическая характеристика *Ferula foetidissima* Regelet Schmakh // Сибирский экологический журнал. – 2007а. – Т. 14. – № 3. – С. 505–519.
5. Рахимов С. Биолого-морфологические особенности ферулы (*Ferula* L.) в Таджикистане. – Душанбе : Дониш, 2010. – 59 с.

6. Рахимов С., Рахмонов Х. Онтогенез монокарпического побега *Ferula tadshikorum* M.Pimen // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. биологических и медицинских наук. – 2015. – № 1 (189). – С. 7–11.
7. Рахмонов Х.С. Некоторые биологические особенности и лечебные свойства Ферулы вонючей – *Ferula foetidissima* Regelet Schmalh // Изв. АН Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук. – 2009. – № 1 (166). – С. 26–30.
8. Ходжиматов М., Майсупов М. Некоторые биологические особенности и встречаемость *Ferula ovina* (Boiss.) в фитоценозах // Изв. АН Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук. – 2007. – № 4 (161). – С. 12–20.
9. Kabulov S. Genesis of ephemers and ephemeroïdes plant lives in south-west and Central Asia. – Tashkent, 1998.

ОЧИСТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОТ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ И ЕГО УТИЛИЗАЦИЯ

Жумабоев Алишер Гофурович

ассистент,

Ферганский политехнический институт,

Республика Узбекистан, г. Фергана

E-mail: a.jumaboev@ferpi.uz

Содиқов Усмонали Худоберганович

ассистент,

Ферганский политехнический институт,

Республика Узбекистан, г. Фергана

E-mail: qalampir2017@gmail.com

PURIFICATION OF SMOKE GASES FROM CARBON DIOXIDE FROM INDUSTRIAL EMISSIONS AND ITS DISPOSAL

Alisher Jumaboyev

Assistant,

Ferghana Polytechnic Institute,

Uzbekistan, Ferghana

Sodiqov Usmonali

Assistant,

Ferghana Polytechnic Institute,

Uzbekistan, Ferghana

АННОТАЦИЯ

В конце XX столетия стало заметно ощущаться систематическое потепление окружающей среды. Причиной такого фактора является увеличение концентрации диоксида углерода в атмосфере. Количество выбросов CO₂ в мире в 2005 году составило более 22 млрд. тонн/год, в том числе по Республике Узбекистан около 115 млн. тонн/год, и намечается тенденция его возрастания. Поэтому перед исследователями стоит задача снижения выбросов CO₂ как за счет его утилизации, так и за счет исключения образования CO₂ при термической переработке углерод-содержащего сырья.

ABSTRACT

At the end of the twentieth century, a systematic warming of the environment began to be noticeable. The reason for this factor is an increase in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere. The amount of CO₂ emissions in the world in 2005 amounted to more than 22 billion tons / year, including about 115 million tons / year in the Republic of Uzbekistan, and there is a tendency of its increase. Therefore, researchers are faced with the task of reducing CO₂ emissions both through its utilization and by eliminating the formation of CO₂ during thermal processing of carbon-containing raw materials.

Ключевые слова: диоксид углерода (CO₂), моноэтаноламин, термодиффузии, жидкостная очистка.

Keywords: carbon dioxide (CO₂), monoethanolamine, thermal diffusion, liquid cleaning.

В плане выполнения международных обязательств по Киотскому протоколу и РКИК разработан комплекс мер, утвержденный Постановлением Правительства Республики Узбекистан от 20 октября 1999 года № 469 «О программе действия по охране окружающей среды на 1999 – 2005 годы». Приняты основные положения Национальной стратегии по снижению эмиссии парниковых газов Республики Узбекистан на 2000 – 2010 годы и мероприятия по ее реализации.

Как известно, углекислый газ образуется при самых разнообразных процессах: брожении, гниении, дыхании, но главным источником CO₂ (более 15% от общего содержания в воздухе) являются промышленные выбросы: при сжигании твердых, жидких и газообразных топлив, а также при термообработке природных карбонатов (известняка, доломита, магнетита и др.)

Поэтому перед исследователями стоит задача снижения выбросов CO₂ как за счет его утилизации,

так и за счет исключения образования CO_2 при термической переработке углеродсодержащего сырья.

Для успешного решения этой задачи необходимо прежде знать механизм взаимодействия CO_2 с химическими реагентами в зависимости от их состава и условий проведения процесса, а также проанализировать существующие методы очистки дымовых газов от диоксида углерода из промышленных выбросов и его утилизация.

Химически CO_2 довольно инертен, термически устойчив, диссоциирует на окись углерода и кислород при высокой температуре: % диссоциации при 2000 °C; 2900 °C; 5000 °C соответственно составляет 2; 50; 99. Диссоциация ускоряется под действием УФ лучей, высокого давления и электроразряда (2).

Основным процессом извлечения CO_2 из дымовых газов является его адсорбция и десорбция. Для очистки и утилизации CO_2 дымовые газы пропускают через башни, в которых по кускам кокса стекает раствор поташа (K_2CO_3) (2).

Последний поглощает CO_2 с образованием бикарбоната и вновь выделяет ее при нагревании, согласно реакциям:

Эффективным адсорбентом является моноэтаноламин (3). Это слабое основание хорошо поглощает CO_2 из воздуха. Оптимальная адсорбция при 400°C, десорбция при 110° – 120°C. Кроме того, предлагаются и другие методы выделения CO_2 , в частности, мембранный адсорбционный метод с использованием пустотелых гидрофобных волокон полимерных материалов (политетрат, фторэтилен, полиэтилен, полипропилен и др.) и различных видов адсорбционных растворов, в качестве последних используются водные растворы натриевых солей, моноэтаноламина и др. (4, 5).

В литературе приводятся теоретические и экспериментальные исследования процесса очистки дымовых газов промышленных установок от CO и CO_2 с получением в качестве конечного продукта твердых частиц углерода нанометрового размера со структурой аморфной сажи. Это достигается деструкцией CO и CO_2 под действием электроразряда (6).

Есть исследования по использованию для очистки дымовых газов от CO_2 твердых адсорбентов – цеолитов и углеродистых волокон (7, 8).

Промышленные методы очистки дымовых газов от вредных примесей можно подразделить на три группы (9-11):

1) с помощью твердых поглотителей или катализаторов – «сухие» методы очистки;

2) с помощью жидких поглотителей – жидкостная очистка;

3) очистка без применения поглотителей или катализаторов, основанных на конденсации газов.

К первой группе относятся методы, основанные на адсорбции, химическом взаимодействии с твердыми поглотителями и на каталитическом превращении

примесей в безвредные или легко удаляемые соединения. Сухие методы очистки обычно проводят с неподвижным слоем сорбента, поглотителя или катализатора, который периодически должен подвергаться регенерации или замене. В последнее время такие процессы осуществляются также в «кипящем» или движущемся слое, что позволяет непрерывно обновлять очищающие материалы. Жидкостные способы основаны на адсорбции извлекаемого компонента жидким сорбентом. Типичная схема жидкостных способов очистки включает непрерывную циркуляцию адсорбента между аппаратом, в котором происходит очистка газа, и регенератором, в котором происходит восстановление поглотительной способности раствора.

Третья группа методов очистки основана на конденсации примесей и на диффузионных процессах (термодиффузии, разделение через пористую перегородку).

Примерная характеристика некоторых наиболее употребительных промышленных способов очистки, выбрасываемых в атмосферу газов от CO_2 , SO_2 , SO_3 и H_2S , следующая (9):

1. Очистка от CO_2 и H_2S – водным 15 – 30% раствором моноэтаноламина, при давлении от атмосферного до 30 атм, температура 30 – 40°C. Остаточное содержание примеси 0,002 – 0,2 % CO_2 ; 20 – 50 мг/н*м³ H_2S . Ориентировочные расходные коэффициенты на очистку 1000 нм³ газа – 0,05–0,5 кг амина, 10 квт-ч электроэнергии; 300 – 1000 кг пара. Регенерация адсорбента при 120 – 130°C.

2. Аммиачная очистка от CO_2 и H_2S – водным 1,5 – 6,0 % раствором NH_3 , давление атмосферное или 8 – 10 атм. Остаточное содержание примесей 0,5 – 3 г/нм³ H_2S . Расходные коэффициенты – 100 кг пара на 1 кг H_2S удаленного из газа. Регенерация с нагреванием раствора.

3. Низкотемпературная абсорбция CO_2 и H_2S – метиловым спиртом, давление 10 – 30 атм., температура минус 30 – минус 70°C. Остаточное содержание примесей 1 – 1,5 % CO_2 , менее 1 мг/нм³ сернистых соединений. Расходные коэффициенты на очистку 1000 нм³ газа 0,5 – 1 кг метилового спирта, 20 – 30 квт-ч электроэнергии, 40 – 60 кг пара. Условия регенерации – ступенчатое снижение давления до 0,2 атм., температура минус 60°C.

4. Водная очистка от CO_2 – давление 12 – 30 атм., температура 10 – 30°C. Остаточное содержание примесей 0,3 – 2 % CO_2 . Для очистки 1000 нм³ газа необходимо затратить 60 – 80 м³ воды, 40 – 55 квт-ч электроэнергии. Условия регенерации – снижение давления до атмосферного, дегазация воды.

5. Поташная очистка от CO_2 – 35-40% водным раствором K_2CO_3 , давление 15-30 атм., температура 110 – 120°C. Остаточное содержание CO_2 – 0.5-2%. На очистку 1000 нм³ газа расходуется 0,001 кг поташа, 14 квт-ч электроэнергии, 400-500 кг пара. Условия регенерации – снижение давления до 1,2 – 1,3 атм., температура 110 – 120°C.

6. Щелочная очистка от CO_2 – 8-10% водным раствором NaOH , давление атмосферное. Остаточная примесь 0,001 – 0,002 CO_2 , расходы на очистку

1000 нм³ газа – 1,3-1,6 кг каустика, 8-9 кг извести, 3 квт-ч электроэнергии, 25-30 кг пара. Регенерация раствора не производится или производится путем каустификации известью. Побочных продуктов нет.

Обзор физико-химических свойств диоксида углерода и промышленных методов очистки дымовых газов от диоксида углерода и других сернистых соединений говорит о том, что зная источники выброса в атмосферу вредных газов и кинетику процесса

взаимодействия CO₂ с различными химическими реагентами можно утилизировать и сократить выбросы его в атмосферу. Однако существующие промышленные способы очистки дымовых газов в основном базируются на химическом сырье, завозимого из-за пределов Республики Узбекистан.

Поэтому при разработке технологии очистки дымовых газов следует ориентироваться на местное сырье.

Список литературы:

1. Проблемы энерго- и ресурсосбережения. №1-2, Т., 2003. 13 стр. К.Р. Алаев.
2. Краткая химическая энциклопедия. Изд-во «Советская энциклопедия» М. 1961, том V.
3. РЖХ, 2006 г., № 6, 19 П. 539.
4. РЖХ, 2006 г., № 5, 19 П. 532.
5. РЖХ, 2002 г., № 2, 19 П. 491.
6. РЖХ, 2005 г., № 5, 19 П. 534.
7. РЖХ, 2005 г., № 4, 19 П. 496.
8. РЖХ, 2006 г., № 12, 19 П. 519.
9. Краткая химическая энциклопедия. Изд-во «Советская энциклопедия» М. 1961, том I.
10. Содиков Усмонали Худоберганович, Жумабоев Алишер Гофурович Получение оксигенатно-углеводородной смеси целевым назначением // Universum: технические науки. 2019. №11-2 (68). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-oksigenatno-uglevodorodnoy-smesi-tselevym-naznacheniem> (дата обращения: 25.09.2021).
11. Жумабоев А.Г., Содиков У.Х. Разработка схемы использования поглотителя при нейтрализации «кислых газов», образующихся при сжигании кокса в катализаторе блока каталитического риформинга // Universum: технические науки. 2020. №10-2 (79). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-shemy-ispolzovaniya-poglotitelya-pri-neytralizatsii-kislyh-gazov-obrazuyuschih-sya-pri-szhiganii-koksa-v-katalizatore> (дата обращения: 25.09.2021).

ТЕКСТИЛЬНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИСТОЧНИКИ ТОКСИЧНОСТИ СТОЧНЫХ ВОД**DOI - 10.32743/UniChem.2021.88.10.12294****Мирзалимова Сабина Алишеровна**

базовый докторант НИИ окружающей среды и природоохранных технологий
при Государственном комитете Республики Узбекистан
по экологии и охране окружающей среды,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mirzalimova_sabi@mail.ru

Мухамедиев Мухтар Ганиевич

д-р. хим. наук., профессор,
Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Киришина Елена Юрьевна

старший научный сотрудник НИИ окружающей среды и природоохранных технологий
при Государственном комитете Республики Узбекистан
по экологии и охране окружающей среды,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

TEXTILE ENTERPRISES AS SOURCES OF WASTEWATER TOXICITY**Sabina Mirzalimova**

PhD student, Research Institute of Environment and Environmental Protection technologies
under the State Committee of the Republic of Uzbekistan on Ecology and Environmental Protection,
Uzbekistan, Tashkent

Mukhtar Mukhamediev

Doctor of Sciences, Professor,
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,
Uzbekistan, Tashkent

Elena Kirshina

Senior Researcher, Research Institute of Environment and Environmental Technologies
under the State Committee of the Republic of Uzbekistan on Ecology and Environmental Protection,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Текстильная промышленность, играющая важную роль в экономике страны, является источником значительного количества сточных вод.

Сточные воды красильно-отделочных отделений текстильных предприятий характеризуются значительной неравномерностью поступления, как по расходу, так и по составу загрязняющих веществ, характеризующихся устойчивостью, токсичностью и низкой способностью к биодеструкции.

Методом биотестирования определена токсичность модельных растворов 6 красителей, применяемых при окрашивании тканей на предприятиях. Показано, что степень вредного воздействия на окружающую природную среду наименьшая у раствора Blue TBG, наибольшая – Y145 и Red SPD.

ABSTRACT

The textile industry, which plays an important role in the country's economy, is the source of a significant amount of wastewater.

Wastewater from the dyeing and finishing departments of textile enterprises is characterized by a considerable uneven flow, both in terms of consumption and the composition of pollutants, characterized by stability, toxicity and low biodegradability.

The biotesting method was used to determine the toxicity of model solutions of 6 dyes used for dyeing fabrics in enterprises. It has been shown that the degree of harmful effect on the natural environment is the lowest for the Blue TBG solution, the highest for Y145 and Red SPD.

Ключевые слова: токсичность, биотестирование, тест-объект, активные красители, сточные воды.

Keywords: toxicity, biotesting, test object, reactive dyes, waste water.

Введение

Одну из лидирующих позиций в структуре промышленности Узбекистана занимает текстильное производство. Расширение и рост количества предприятий, занимающихся переработкой хлопкового волокна до готовой продукции, приведет не только к улучшению экономики Республики Узбекистан, но и к усложнению экологической ситуации. Текстильная промышленность является одним из серьезных источников загрязнения окружающей среды во всех странах мира [1] на протяжении всей цепочки технологического процесса от производства волокна до отделки тканей [2].

Это связано с использованием в технологических процессах широкого ассортимента красителей, поверхностно-активных веществ, окислителей и других химических реагентов [3]. Современные красители характеризуются низкой способностью к биодеструкции, устойчивостью к химическим и температурным воздействиям окружающей среды [4].

Результатом поступления красителей в водную среду является их токсическое воздействие, обусловленное длительным присутствием в окружающей среде и накоплением в донных отложениях и водных формах жизни, разложением загрязняющих веществ на канцерогенные или мутагенные соединения, а также низкой аэробной биоразлагаемостью [5].

Попадая со сточными водами в объекты окружающей среды, красители не только очень заметны, нарушая эстетическое восприятие водной среды, но и отрицательно влияют на процессы самоочищения водоемов. [6].

Кроме того, красильно-отделочное производство – одно из самых водоемких производств [7]. Удельное потребление воды на отделку тонны текстильных материалов в среднем составляет около 100 м³.

Активные красители являются одним из важнейших классов красителей для крашения и печатания материалов из натуральных волокон, особенно хлопка. Эта группа красителей получила названия активных (в зарубежной литературе – реактивных) в силу того, что в молекуле красителей имеются атомы или группы атомов (Cl, F, –SO₂–CH=CH₂), за счет которых они способны реагировать с функциональными группами натуральных и некоторых химических волокон с образованием ковалентной связи. Благодаря этой связи активные красители более устойчивы к мокрым обработкам, чем красители, которые удерживаются на волокне за счет солеобразных, водородных связей, ван-дер-Ваальсовых связей и других сорбционных сил [8].

Вид материала и цветовая гамма оказывают влияние на качественный и количественный состав электролита, в качестве которого применяется хлорид или сульфат натрия. Концентрация этих компонентов составляет от 10 до 90 г/л, а содержание соды изменяется от 10 до 20 г/дм³ [9].

Температура сточных вод красильных отделений колеблется от 25 до 40 °С. Однако может достигать и 80 °С при отсутствии или недостаточном объеме усреднителя сточных вод. Поступление сточных вод с повышенной температурой в открытые водоемы приводит к ускорению химических и биохимических реакций, ведущих к дефициту кислорода, неприятным запахам и подавлению активности большинства микроорганизмов.

Величина pH сточных вод изменяется в интервале 7-12. Среднее значение обычно составляет 10,0-10,8. В процессах отварки и отбелики образуются самые щелочные сточные воды, это связано с наличием в них гидроксида натрия. Сточные воды последних стадий промывки обычно имеют нейтральную величину pH. Величина pH сточных вод влияет на физико-химические свойства воды в водоприемнике, что, в свою очередь, отрицательно сказывается на водных организмах, растениях и людях. Очевидно, что щелочные сточные воды повышают pH речной воды, повышают солесодержание почвы, изменяют проницаемость почвы, что приводит к загрязнению подземных водных ресурсов [10].

Использование карбонатов и солей натрия в процессе окрашивания и электролитов (гидроксида натрия) в процессе отбеливания вызывает увеличение солесодержания сточных вод. Среднее значение солесодержания сточных вод составляет 3,0-5,0 г/дм³, что выше допустимых пределов, установленных нормами приема сточных вод в городскую канализацию. Поступление таких сточных вод в водоемы повышает солесодержание почв, что может привести к тому, что пахотные земли частично или полностью могут стать бесплодными.

Значения взвешенных веществ обычно ниже нормативов приема в городскую канализацию (ПДК) и находится в диапазоне 50-250 мг/дм³. При поступлении сточных вод с такими значениями взвешенных веществ в открытые водоемы они могут аккумулироваться в поверхностных слоях водоема, уменьшая проникновение света в воду и в конечном итоге снижая фотосинтез. Уменьшение скорости фотосинтеза снижает уровень растворенного кислорода в воде, что приводит к уменьшению степени очистки сточных вод на сооружениях биологической очистки и снижает степень самоочищения водоема.

Коллоидные вещества и пена, присутствующие в красильном стоке, придают воде непривлекательный внешний вид и неприятный запах, препятствуют проникновению солнечных лучей в толщу воды, необходимых для фотосинтеза [11].

Значение величины ХПК сточных вод текстильных производств находится в диапазоне от 0,9 до 3,0 г/дм³, что превышает ПДК на сброс в городскую канализацию (500 мг/дм³). Величина БПК находится в диапазоне 300-550 мг/дм³. Соотношение БПК и ХПК сточных вод составляет 0,2-0,34.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что текстильные предприятия являются серьезными потенциальными источниками загрязнения и очень важными источниками токсичных сточных вод.

В данной работе проведено сравнение токсичности модельных растворов красителей, используемых для крашения хлопчатобумажного полотна.

Материалы и методы

Токсичность модельных растворов различных активных красителей (Blue RS, Yellow 145, Blue SPD, Red SPD, Yellow 4gl, Blue TBG) определялась по методикам [12,13].

В задачи исследований входило определение острого токсического действия красителя по смертности (летальности) дафний за определенный период экспозиции. Критерием острой токсичности (согласно вышеупомянутым методикам) служила гибель 50% и более дафний за 96 часов в исследуемой воде при условии, что в контрольном эксперименте гибель их не превышала 10%.

Таким образом, в экспериментах по определению острого токсического действия, выявлены:

- острая токсичность или средняя летальная концентрация красителя (кратность разбавления), вызывающая гибель 50% и более тест-организмов (ЛК₅₀₋₉₆, ЛКР₅₀₋₉₆);
- безвредная, не вызывающая эффекта острой токсичности, концентрация красителя (кратность разбавления водной вытяжки отходов, содержащих смеси веществ), вызывающая гибель не более 10 % тест-организмов (БК₁₀₋₉₆, БКР₁₀₋₉₆).

Все исследования проводились в строго одинаковых условиях при использовании идентичной химической посуды во всех экспериментах. По 3 повторности, каждого из тестируемых образцов.

В качестве тест-объекта использовался представитель низших ракообразных – пресноводный веслоногий рачок дафния (*Daphnia longispina* O.F.Muller)

в возрасте не менее 24 часов и разницей между особями не более 8 часов. Выращивание культуры дафний и биотестирование проводилось в экспериментальном помещении площадью 16 м² с предусмотренными для этих целей условиями освещения и кондиционирования воздуха (лаборатория защиты водных ресурсов, НИИ окружающей среды и природоохранных технологий, Госоэкологии РУз), экспериментальное помещение представляет собой изолированное помещение с лампами дневного (холодного) света.

Для определения класса опасности исследуемых образцов методом биотестирования в условиях жаркого и засушливого климата, с резкими температурными колебаниями была использована *Daphnia longispina* O.F. Muller, так как *Daphnia longispina* O.F. Muller является обычным компонентом озерно-прудового комплекса гидробионтов различных равнинных озер Узбекистана.

Биотестирование на дафниях проводилось в стаканах объемом 300 см³, которые заполнялись на 200 см³ исследуемым тестовым раствором с разной концентрацией (степенью разбавления). Началом теста по установлению острого токсического воздействия на дафнии являлся момент добавления тест-объектов в стаканы. В них помещалось по 10 дафний в возрасте 24 часа с разницей между особями не более 8 часов, которые отлавливались из культиваторов с синхронизированной культурой. Для установления острой токсичности тестового вещества в течение 96 часов исследуемый раствор тестировался в 6-ти разбавлениях: 1:40, 1:66,7, 1:100, 1:200, 1:400 и 1:1000.

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 представлен график зависимости «% погибших дафний – время» исходных красителей концентрацией ≈50 мг/дм³.

Рисунок 1. Зависимость гибели дафний от времени при биотестировании исходных красителей концентрацией ≈50 мг/дм³

По графику определены средние значения летального времени LB_{50} , которые свидетельствуют о том, что все образцы оказывают острое токсическое

действие на тест-организмы. Значения LB_{50} представлены на рисунке 2.

Рисунок 2. Летальное время LB_{50} для тест-объектов в исходных растворах красителей

Как видно из рисунка 2 наименее токсичным является раствор Blue TBG, наиболее – Y145 и Red SPD.

Данные по ЛКР₅₀₋₉₆ и БКР₁₀₋₉₆ для исследуемых модельных растворов красителей представлены в таблице 1.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что из всех изученных красителей,

применяемых в процессе крашения на производствах, наиболее токсичным является Yellow 145, безвредная концентрация которого составляет 1,37 mg/dm³. По токсичности красители можно расположить по убыванию следующим образом - Yellow 145, Blue RS, Blue SPD, Red SPD, Yellow 4gl, Blue TBG. Все исходные красители можно отнести к умеренно-токсичным.

Таблица 1.

Данные по ЛКР₅₀₋₉₆ и БКР₁₀₋₉₆ для исследуемых модельных растворов красителей

Название	С кр исх, mg/dm ³	ЛКР ₅₀₋₉₆	Ск, mg/dm ³	БКР ₁₀₋₉₆	Ск, mg/dm ³
Blue RS	52,35	16,70	8,73	3,49	1,82
Yellow 4gl	47,36	24,36	11,55	12,13	5,78
Blue SPD	49,58	11,22	5,57	4,69	2,03
Blue TBG	50,01	30,03	15,15	21,98	11,11
Red SPD	47,32	8,93	4,23	4,63	2,20
Yellow 145	47,56	6,75	3,21	2,87	1,37

Выводы

Результаты биотестирования подтвердили токсичность исследуемых растворов красителей и необходимость токсикологического контроля с целью

оценки комбинированного действия загрязняющих веществ сточных вод на водные экосистемы.

Список литературы:

- Desore A., Narula S.A. An overview on corporate response towards sustainability issues in textile industry // Environment Development and Sustainability, 2018. – 20. –(4), pp. 1439-1459, doi: 10.1007/s10668-017-9949-1.).
- Шпиз Л.Л., Киршина Е.Ю., Жданова В.А. Очистка сточных вод текстильного производства от красителей // Сборник научных статей Международной научно-практической конференции «Инновация – 2011». Т., – 2011. – С. 325-326.
- Sivaram N.M., Gopal P.M., Barik D. Toxic waste from textile industries, Chapter 4 //Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation. – Woodhead Publishing, 2019. – С. 43-54. DOI: 10.1016/B978-0-08-102528-4.00004-3.

4. Скворцова Л.Н., Чухломина Л.Н., Баталова В.Н., Шерстобоева М.В. Влияние кислотности среды на формы нахождения органических красителей в водных растворах и степень их фотокаталитической деградации в присутствии металлокерамических композитов // Успехи современного естествознания, Химические науки. 2016. № 10. С. 52-56.
5. Gita S., Hussan A., Choudhury T.G. Impact of textile dyes waste on aquatic environments and its treatment. // Environment and Ecology. – 2017. -Т. 35. - № 3. – С.2349-2353 ref.16
6. Hao O.J., Kim H., Chiang P.C. Decolorization of wastewater //Critical reviews in environmental science and technology. – 2000. – Т. 30. – №. 4. – С. 449-505. <https://doi.org/10.1080/10643380091184237>.
7. Esenceli N., Tiyek Э. Investigation of New Techniques Used in the Removal of Dyes in Textile Wastewater // 2nd International Conference of Environmental Science and Technology ICOEST2014, Side, Turkey. – 2014. Online ISSN: 2147-3781 www.josunas.org
8. Белопухов С.Л., Яшин М.А., Слюсарев В.И., Нефедьева Е.Э., Шайхиев И.Г. Технологии очистки сточных вод текстильных производств для снижения поступления токсикантов в природные поверхностные воды // Вестник технологического университета. 2015. - Т. 18. - № 5. - С. 199-204.
9. Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. Химическая технология текстильных материалов. М.: Лег-промбытиздат, 1985. 640 с.
10. Prasad A.S. A., Rao K.V. B. Physico chemical characterization of textile effluent and screening for dye decolorizing bacteria //Global journal of biotechnology and biochemistry. – 2010. – Т. 5. – №. 2. – С. 55-62. [https://www.idosi.org/gjbb/gjbb 5\(2\)10/2.pdf](https://www.idosi.org/gjbb/gjbb 5(2)10/2.pdf)
11. Kant R. Textile dyeing industry an environmental hazard // Natural Science. 2012. – Т. 4, No.1, С. 22-26. <http://dx.doi.org/10.4236/ns.2012.41004>
12. Биологические методы контроля. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний». М, «АКВАРОС», 2007. 45 с.
13. РД 118.02-90 «Методическое руководство по биотестированию воды», Ташкент. 2007. 35 с.

ЭНТОМОЛОГИЯ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА ФЛУР 240 Г/Л СУС.К
ПРОТИВ ПАУТИННОГО КЛЕЩА (PANONYCHUS ULMI) НА ЯБЛОНЕ*Анорбаев Азимжон Раимкулович**д-р с.-х. наук, проф.,
Ташкентский государственный аграрный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: Azimjon.anorbayev@mail.ru**Рахманов Ахлиддин Хабибуллоевич**базовый докторант,
Ташкентский государственный аграрный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: a.rakhmonov@tdau.uz*BIOLOGICAL EFFICIENCY OF THE PREPARATION FLUR 240 G / L SUS.K
AGAINST SPIDER MITE (PANONYCHUS ULMI) ON APPLE*Azimjon Anorbaev**Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Tashkent State Agrarian University
Republic of Uzbekistan, Tashkent**Akhliiddin Rakhmonov**Basic doctoral student
Tashkent State Agrarian University
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В Узбекистане одна из опаснейших вредителей яблоня являются паутинный клещ. Результаты исследований показали что препарат флур 240 г/л сус.к против паутинного клеща высокую биологическую эффективность. В 3-ден она составило 88,4 % эффективность, а на 7-ден 81,8 % и на 14-2 ден после обработки 72,3-67,0% при расходи 0,5 л/г. Эталон Караче 10 % к.э при норме 0,4 л/г биологический эффективность на 3-ден после обработки препаратом составило 84,9 %.

ABSTRACT

In Uzbekistan, one of the most dangerous pests of the apple tree is the red spider. Research results have showed that the drug flur 240 g / l sus.k against the red spider has a high biological effectiveness. On day 3, it is 88.4% effective, on day 7- 81.8%, and on day 14 after treatment 72.3-67.0% at a consumption of 0.5 l/g. The biological efficacy of Etalon Karache 10% k.e. at a rate of 0.4 l/g is 84.9% on the 3rd day after treatment with the drug.

Ключевые слова: яблоня, культура, паутинный клещ, эффективность, флур, эталон, караче.

Keywords: apple tree; crop; red spider; effectiveness; flur; etalon; karache.

Яблоня является основной плодовой культурой в нашей Республике и в настоящее время остро стоит вопрос получения высоких урожаев качественной и экологически безопасной продукции с минимальными затратами. Это делает необходимым переориентацию садоводства с химической защиты от вредных организмов к научно-обоснованному контролю фитофагов, включающему агротехнические мероприятия и применение экологически безопасных и щадящих средств защиты растений [1].

Снижение общей культуры земледелия, а также утрата комплексности защитных мероприятий, переориентация их на преимущественное применение химического метода, резкое снижение ассортимента и объема использования в садах различных биологических средств резко усилило отрицательные последствия широкомасштабного неконтролируемого использования высокотоксичных химических препаратов [4].

В “Списке” утвержденной Госхимкомиссии Республики Узбекистан довольно большой перечень химических средств, применяемых против яблонной паутинный клещ, но вместе с тем имея многочисленную генерацию в течение сезона вредитель в течение несколько лет приобретает устойчивость препаратам. Поэтому изыскание новых, более эффективных, экологически менее опасных препаратов, в том числе специфических инсектицидов с целью включения их в ротацию применения химических препаратов в борьбе с яблонной паутинный клещ имеет большое значения.

Целью настоящей работы в соответствии с рабочей программой была оценка препарата Флур 240 г/л сус.к. (ООО «Ifoda Agro Kimyo Himoya» Узбекистан), против паутинного клеща на яблоне.

Паутинный клещ мелкий и опасный вредитель, который похож на миниатюрного паука, размером не больше миллиметра. Паутинный клещ на яблоне предпочитает сок молодых растений, из-за его воздействия ослабляется иммунитет и дерево становится уязвимым. Большое количество вредителей может даже погубить яблоню.

Паутинный клещ это опасное вредоносное насекомое из семейства паукообразных длиной в среднем до 1 мм. В подходящих условиях окружающей среды он быстро развивается и дает до 5 поколений в год, питается соком растений, из-за чего деревья очень скоро теряют часть листьев и отстают в развитии [5].

Поражение яблони этими фитофагами может привести к потере урожая, снижению иммунитета растения и его восприимчивости к бактериальным, грибным, инфекционным и вирусным заболеваниям.

Необходимо проводить профилактические мероприятия и визуальную диагностику деревьев, медлить при обнаружении паутинного клеща нельзя, нужно сразу начинать борьбу с ним [2].

В запущенных случаях массовое размножение паутинного клеща может стать причиной гибели яблони.

Признаки клеща на яблоне клещ обычно селится на нижней стороне листа, делает прокол в растительных тканях и высасывает сок.

На верхней стороне листа в местах прокола образуются некрозы пятна из отмирающих клеток белого, желтого или бурого цвета.

Сама колония вредителей выглядит как налет на обратной стороне листа. Если популяция достигла внушительных размеров, на листьях невооруженным глазом видна тонкая паутина [3].

Место испытаний: ф/х “Турдибаев Курбонбой” Юкориичирчикского района Ташкентской области.

Препарат: Флур 240 г/л сус.к. (ООО «Ifoda Agro Kimyo Himoya» Узбекистан) действующее вещество – Бифеназат.

Вид опыта. Испытания препарата проводились в объеме крупно-деляночного полевого опыта.

Площадь опытных делянок. Размер делянок составлял по 0,5 га для каждого повтора опыта.

Схема опыта:

1. Флур 240 г/л сус.к. против паутинного клеща- 0,5 л/га
2. Караче 10% к.э.- 0,4 л/га Контроль (без обработки)

Норма расхода рабочей жидкости. Норма расхода рабочей жидкости при проведении испытаний составляла 300 л/га.

Сроки и условия применения препаратов. Обработки растений рабочими растворами препаратов проводились в утренние часы 05.05.2021 г. При температуре воздуха 22-24 °С и скорости ветра 1-2 м.с., относительной влажности воздуха 55%.

Способ применения препаратов. Применение препаратов осуществлялось путем сплошного опрыскивания растений садовым опрыскивателем на опытных делянках рабочими растворами препарата.

Тип и марка опрыскивателя. Ручной опрыскиватель.

Проведение учетов. Учеты численности вредителя на опытных делянках проводились в соответствии с «Методическими указаниями, 2004» и рабочей программой перед обработкой растений препаратами (предварительный учет), затем на третий, седьмой и четырнадцатые дни после обработки.

Расчет биологической эффективности выполнен по формуле Аббота, модернизированной Хендерсоном и Тильтоном:

$$\mathcal{E} = 100 \times \frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a},$$

где: $\mathcal{E}$ – биологическая эффективность, выражении численности вредителя, с поправкой на контроль, %

T_b - число живых особей перед обработкой, опыт;

T_a - число живых особей после обработки, опыт;

C_b - число живых особей перед обработкой, контроль;

C_a - число живых особей в контроле, в последующие учеты.

Результаты расчета биологической эффективности испытываемого препарата и эталона приведены в таблицах 1.

Результаты испытаний

Таким образом, препарат Флур 240 г/л сус.к. в условиях ф/х “Турдибаев Курбонбой” Юкориичирчикского района Ташкентской области против паутинного клеща показал высокую биологическую эффективность препарата в 3 день учета составила 88,4 %, а на 7 день 81,8% и на 14-21 день после обработки 72,3-67,8 % при норме расхода 0,5 л/га.

Эталон Караче 10% к.э. при норме 0,4 л/га биологическая эффективность на 3-й день после обработки препаратом составила 84,9%. Максимальное действие отмечалось на 7 день и составляло 75,4%. На 14-21 день биологическая эффективность 69,0-63,6%.

Таблица 1.

Биологическая эффективность препарата Флур 240 г/л сус.к против паутинного клеща на яблоне (ф/х “Турдибаев Қурбонбой” Юкориичирчикского района Ташкентской области, 20.05.2021 г.)

№	Варианты	Норма расхода препарат, л/га или кг/га.	Среднее количество клещей на 1 зараженный лист, экз.					Биологическая эффективность, %, на день			
			до обработки	после обработки, день				3	7	14	21
				3	7	14	21				
1.	Флур 240 г/л сус.к.	0,5	40,9	5,1	8,9	15,2	20,4	88,4	81,8	72,3	67,8
2.	Караче 10% к.э. (эталон)	0,4	41,8	6,8	12,3	17,4	23,6	84,9	75,4	69,0	63,6
3.	Контроль (без об-ки.)	-	39,6	42,7	47,3	53,2	61,4	-	-	-	-

Выводы

1. Инсекто-акарицид Флур 240 г/л сус.к. показал высокую биологическую эффективность в борьбе с паутинного клеща на яблоне в нормах расхода 0,5 л/га.

2. Препарат имеет удобную, безопасную препаративную форму, удобен в применении.

3. В период проведения опытов не отмечено фитотоксичность в отношении к яблоне.

Список литературы:

1. Анорбаев А.Р. and Ахлиддин Х Р. "Видовой состав паутинных клещей (tetranychidae), встречающихся в семечковых плодовых садах Узбекистана." Universum: химия и биология 4 (82) (2021): 8-10. [Uz]
2. Балыкина Е.Е., Ягодинская Л.И. Против вредителей яблони// Защита и карантин растений. - 2003. -№ 11. - С. 31-32 [Ru]
3. Балыкина, Е.Б., et al. "Регулирование численности паутинных клещей в яблоневых садах кырма методом «наводнения» клещей-фитосейид." Земледелие 7 (2020). [Ru]
4. Каденова З.О. "Вредоносность обыкновенного паутинного клеща (tetranychus telarius l.) на хлопчатнике." Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики 4 (2017): 82-87. [Kyr]
5. Мауи А.А., Н.А. Мухамединова, and К.О. Кишибаев. "Комплексная защита посевов сахарной свеклы от болезней и вредителей на орошаемых землях юга и юго-востока Казахстана." Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 9-1 (2014): 150-154. [Kaz]

ТЛИ, ПАРАЗИТИРУЮЩИЕ НА КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУРАХ В ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ

Эсанбаев Шамси

канд. биол. наук, доц.,
Ташкентский государственный аграрный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: a.raxmonov@tdau.uz

APHID PARASITIZING ON STONE CROPS IN THE TASHKENT REGION

Shamsi Esanbayev

Biological Sciences, Associate docent
Tashkent State Agrarian University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В климатических условиях нашей страны биоэкологическая основа, видовой состав, ареал вида, степень поражения и профилактические меры против перечисленных выше вредных организмов изучены недостаточно. После обретения независимости в стране начали уделять больше внимания лесам. В 1990 году общая площадь лесных земель составляла 2507,5 тыс./га, или 5,6% от общей площади республики (44 410,3 тыс./га), леса и кустарники – 1410 тыс./га, или 3,1% земли от общей площади республики.

ABSTRACT

In the climatic conditions of our country, the bioecological basis, species composition, species range, degree of damage and preventive measures against the above harmful organisms have not been studied enough. After gaining independence, the country began to pay more attention to forests. In 1990, the total area of forest land was 2507.5 thousand / ha, or 5.6% of the total area of the republic (44410.3 thousand / ha), forests and shrubs – 1410 thousand / ha or the total area of the republic is 3.1% of the land.

Ключевые слова: самцы, самки, яйца, алыча, абрикос, тля.

Keywords: males, females, eggs, cherry plum, apricot, aphids.

Тли – массовые насекомые, живя огромными колониями на косточковых плодовых, наносят им значительный вред, высасывая соки, необходимые для роста и развития. У плодовых растений, пораженных тлями, искривляются и усыхают побеги, скручиваются листья, образуются галлы, нарушается фотосинтез. На косточковых породах, произрастающих в окрестностях Ташкента и Ташкентской области, нами было отмечено 7 видов тлей, паразитирующих на персике, абрикосе, оливке, миндале и алыче [4].

Вид *Pterochoroulus trirsiloe Cholodk* живет огромными колониями на нижней, теневой стороне коры стволов и толстых ветвей персика, сливы, алычи и абрикоса.

Личинки основательниц вида вылупляются из яиц в середине марта (Ташкент), в конце марта – начале апреля (Чарвак, Ангрен). Взрослые основательницы появляются в середине апреля. Крылатые живородящие самки в Ташкенте в 1998 и 2001 гг. отмечались в последних числах мая и паразитировали до конца октября. За вегетационный сезон вид дает 11–12 поколений. В конце октября наблюдались яйцекладущие самки, а в ноябре – яйцекладка. Зимуют яйца в трещинах стволов и толстых веток.

Brachycaelus cardi Z паразитирует и наносит большой вред крупноплодной алыче, сливе и персику. Колонии этого вида собираются обычно на концах побегов и нижней стороне листьев, вызывая сокращение годичных приростов и свертывание листьев, которые морщятся и обиваются в кучу. Вид начинает паразитировать ранней весной, в конце марта наблюдали живорождение бескрылых девственниц. При наступлении высоких температур (июнь – июль) вид мигрирует. И только на алыче в предгорной и горной местности тли продолжают встречаться в течение всего лета [2].

Осенью (в конце сентября в предгорных районах, в октябре в долинных условиях) вид полностью возвращается на косточковые. Там же отражаются самцы и самки. Самки откладывают оплодотворенные яйца в пазухах почек молодых веток алычи и сливы, где они и зимуют.

Brachycaudus helichrysi – вид паразитирует на персике и сливе, изредка встречается на миндале, абрикосе, вишне и черешне (на приусадебных участках). Личинки основательно укрепляются в марте – апреле. В конце мая – июне вид мигрирует на травянистые растения (тысячелистник).

Рисунок 1. Персиковая тля

В начале октября появляются полоноски, которые перелетают на основные кормовые растения – персик в миндаль. В конце октября они отрождают яйцекладущих самок на нижней стороне листьев. В это же время на промежуточные кормовые растения прилетают самцы. Яйцекладка короткая – 5–7 дней в трещинах коры и у развилки ветвей. Этот вид очень опасен для сеянцев персика. На листьях пораженных деревьев образуются многочисленные складки, они изгибаются поперек оси, скручиваются и сморщиваются, верхушечные листья сбиваются в общую массу. Сильно пораженные сеянцы увядают, их листья обесцвечиваются и опадают. Зачастую от повреждения этой тлей сеянцы персиков сильно ослабевают и погибают (усыхают).

Brachycaudus prunicola. Основными кормовыми растениями являются косточковые рода **Prunus**. Колонии тлей присасываются к нижней стороне листьев по средним жилкам. Первые основательницы появляются в середине апреля. Вид паразитирует на косточковых весь период вегетации. Лишь в жаркие месяцы (июнь – июль) количество тлей уменьшается из-за полезной деятельности хищников и паразитов. Половое поколение появляется осенью. Яйцекладущие самки и самцы – октябрь. Самки откладывают яйца на кору молодых ветвей, где они и зимуют. Вид причиняет вред персику, миндалю, алыче и сливе. Поврежденные листья скручиваются, погибают во внутрь кольцом или спирально [3].

Рисунок 2. Абрикосовая тля

Снижается фотосинтез листовой пластинки, деревья истощаются, рост их замедляется. Вид **Hyalopterus pruni ycofr** вредит алыче, сливе, абрикосу и некоторым сортам и гибридам персика. Тли появляются очень рано, к началу распускания почек абрикоса, и питаются соками растений на нижней стороне листа. Первые основательницы рождаются в середине или конце марта. Бескрылые особи на косточковых размножаются до июня. В июле и начале августа особи тлей развиваются на промежуточных кормовых растениях (камш). В конце августа и сентябре появляются крылатые полоноски, которые перелетают на косточковые плодовые, прилетают и самцы [1].

В октябре из полоносок отрождаются яйцекладущие самки, которые откладывают оплодотворенные яйца в пазухах почек тонких ветвей и побегов плодовых (начало ноября), там яйца и зимуют. Многочисленные колонии тлей покрывают все листья абрикоса и миндаля; пораженные листья краями загибаются вниз. Зараженные деревья приобретают сизый вид, все листья, побеги и поверхность земли под ними покрываются медяной липкой росой. Сильно поврежденные деревья плохо плодоносят в последующие годы.

Myzodes persicae Sulz. В основном вид паразитирует на персике, встречается на отдельных гибридах миндаля. Тли покрывают нижнюю сторону листа, чем вызывают сильное скручивание листьев (курчавость), которые затем желтеют и опадают. Личинки основательниц вылупляются из яиц 10–25 марта и в период набухания почек персика сосут разворачивающиеся

почки, а затем цветы и листья, взрослые основательницы появляются в конце марта. Этот вид на персике встречается до концов июня. Ухудшение условий питания – огрубение листа, повышение температуры воздуха и появление естественных врагов – паразитов – приводило к полной гибели особей.

Рисунок 3. *Myzodes persicae* Sulz

Расселение вида на промежуточных растениях проходит в конце июня до начала октября, в октябре появляются крылатые полоноски и самцы, которые снова возвращаются на персик, где появляются яйцекладущие самки. В ноябре самки откладывают оплодотворенные яйца в пазухи почек тонких побегов и ветвей персика. От этого вида тлей очень сильно страдают молодые саженцы персика и миндаля, которые зачастую погибают. Сильно пораженные взрослые деревья плохо плодоносят. Отмечены случаи переноса вирусных заболеваний персика.

Phopulosiphum nympholae. Вид паразитирует на всех косточковых – абрикосе, миндале, персике, алыче и сливе, поселяясь колониями на нижней стороне листа, поросли и верхушках побегов. Листья, на которых паразитирует тля, свертываются на нижнюю сторону, частично обесцвечиваются. Личинки основательниц вылупляются из яиц, сосут сначала почки, а затем переходят на листья и цветки. В конце марта выходят первые основательницы. В середине мая, а в более затяжные весны – в середине июня, тля покидает косточковые и переходит питаться на промежуточного хозяина.

В половине сентября выводятся крылатые полоноски, которые вместе с самцами возвращаются на основные растения (косточковые). В конце октября полоноски откладывают оплодотворенные яйца на молодые приросты побегов.

В связи с затяжными веснами в последние годы нами отмечено нарастание тлей плодовых. Вред, причиняемый вышеперечисленными видами, возрос в некоторых районах (где выращивают посадочный материал), став ощутимым для хозяйств.

Выводы

1. Борьба с тлей так же, как и с другими вредителями плодовых, является одной из основных задач сельскохозяйственного производства. Меры борьбы с тлями и сроки их проведения должны быть согласованы с основными моментами биологии их развития.

2. В борьбе с тлями наилучшие результаты получены при сочетании биологического и химического методов, обитающие вместе с тлями в агробиоценозах плодовых культур божьи коровки, златоглазки, мухи-журчалки, хищники способны сдерживать тлей от массового размножения.

Список литературы:

1. Гершун М.С. Лесные вредители Узбекистана. – М. – Л. : Гослембумиздат, 1951. – С. 64.
2. Сулейманов В.А., Болтаев Б.С., Абдуалимов Ш.Х. Вредители, болезни садовых, виноградных и полевых культур и методы борьбы с ними : учебник. – Ташкент, 2017.
3. Ўрмон ҳўжалиги // Ўзбекистон миллий энциклопедияси. – Тошкент, 2006. – № 12. – Б. 303–305.
4. Ёсанбоев Ш. ва бошқалар. Мевали ва манзарали дарахт танаси зараркунандалари. (Ўқув қўлланма). – Ташкент, 2019.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА LAMBDA-PLYUS 20% ПРОТИВ ПАУТИННОГО КЛЕЩА НА ЯБЛОНЕ

Анорбаев Азимжон Раимкулович

*д-р с.-х. наук, профессор,
Ташкентский государственный аграрный университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: Azimjon.anorbayev@mail.ru*

Рахманов Ахлиддин Хабибуллоевич

*базовый докторант
Ташкентский государственный аграрный университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

EFFECTIVENESS OF LAMBDA-PLYUS 20% AGAINST SPIDER MITE ON APPLE

Azimjon Anorbaev

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Tashkent State Agrarian University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Akhliiddin Rakhmonov

*basic doctoral student,
Tashkent State Agrarian University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье приведены материалы по испытанию химического препарата lambda-plyus 20% против клещей на яблоне. В результате испытания показала что препарат lambda-plyus 20% дает 88,0-84,2 % биологический эффективность против клещей на культуре яблоне в 3-е и 7-е день после применения в норме расходе 0,03-0,1 л/га. А эталонный препарат караче, 10 % к.э. дает не более 78,5-80,2 % эффективность против клещей.

ABSTRACT

The stats contain material for testing the chemical preparation lambda-plyus 20% against ticks on an apple tree. The test results showed that the drug lambda-plyus 20% gives 88.0-84.2% biological effectiveness against ticks on an apple culture on the 3rd and 7th day after application at a rate of 0.03-0.1 l / ha. And the reference drug karache, 10% ae. gives no more than 78.5-80.2% effectiveness against ticks.

Ключевые слова: яблони клещ, препарат, акарицид, эффективность, плодовые, фруктовые.

Keywords: apple mites, preparation, acaricide, efficiency, fruit, fruit.

Введение. Яблоня является основной плодовой культурой в нашей Республике и в настоящее время остро стоит вопрос получения высоких урожаев качественной и экологически безопасной продукции с минимальными затратами. Это делает необходимым переориентацию садоводства с химической защиты от вредных организмов к научно-обоснованному контролю фитофагов, включающему агротехнические мероприятия и применение экологически безопасных и щадящих средств защиты растений [1]. Снижение общей культуры земледелия, а также утрата комплексности защитных мероприятий, переориентация их на преимущественное применение химического метода, резкое снижение ассортимента и объема использования в садах различных биологических средств резко усилило отрицательные

последствия широкомасштабного неконтролируемого использования высокотоксичных химических препаратов.

В "Списке" утвержденной Госхим комиссии Республики Узбекистан довольно большой перечень химических средств, применяемых против яблонной плодовой, но вместе с тем имея многочисленную генерацию в течение сезона вредитель в течение нескольких лет приобретает устойчивость препаратам. Поэтому изыскание новых, более эффективных, экологически менее опасных препаратов, в том числе специфических инсектицидов с целью включения их в ротацию применения химических препаратов в борьбе с яблонной плодовой, клещей и фруктовой моли имеет большое значение.

Целью настоящей работы в соответствии с рабочей программой была оценка препарата

Lambda-plyus 20% фирмы ООО «Bog'i Shamol Plyus» Узбекистан, против паутинного клеща на яблоне.

Паутинный клещ – мелкий и опасный вредитель, который похож на миниатюрного паучка, размером не больше миллиметра. Паутинный клещ на яблоне предпочитает сок молодых растений, из-за его воздействия ослабляется иммунитет и дерево становится уязвимым. Большое количество вредителей может даже погубить яблоню.

Паутинный клещ — это опасное вредоносное насекомое из семейства паукообразных длиной в среднем до 1 мм. В подходящих условиях окружающей среды он быстро развивается и дает до 5 поколений в год, питается соком растений, из-за чего деревья очень скоро теряют часть листьев и отстают в развитии [2].

Поражение яблони этими фитофагами может привести к потере урожая, снижению иммунитета растения и его восприимчивости к бактериальным, грибным, инфекционным и вирусным заболеваниям.

Необходимо проводить профилактические мероприятия и визуальную диагностику деревьев, медлить при обнаружении паутинного клеща нельзя, нужно сразу начинать борьбу с ним [3].

В запущенных случаях массовое размножение паутинного клеща может стать причиной гибели яблони.

Признаки повреждения клеща на яблоне обычно селится на нижней стороне листа, делает прокол в растительных тканях и высасывает сок. На верхней стороне листа в местах прокола образуются некрозы - пятна из отмирающих клеток белого, желтого или бурого цвета. Сама колония вредителей выглядит как налет на обратной стороне листа. Если популяция достигла внушительных размеров, на листьях невооруженным глазом видна тонкая паутина [4].

Место и методика опыта: Ф/х “Тангиберди ота” Юкориичирчикского района Ташкентской области.

Препарат: Lambda-plyus 20% (ООО «Bog'i Shamol Plyus» Узбекистан) действующее вещество – Лямбда-цигалотрин 200 г/л.

Вид опыта. Испытания препарата проводились в объеме крупно-деляночного полевого опыта.

Площадь опытных делянок. Размер делянок составлял по 0,5 га для каждого повторя опыта.

Схема опыта:

- a. Lambda-plyus 20% против паутинного клеща - 0,03-0,1 л/га
- b. Караче 10% к.э. - 0,075-0,125 л/га
- c. Контроль (без обработки) -

Норма расхода рабочей жидкости при проведении испытаний составляла 300 л/га. Обработки растений рабочими растворами препаратов проводились в утренние часы 05.05.2020г. При температуре воздуха 22-24 °С и скорости ветра 1-2 м.с., относительной влажности воздуха 55%. Применение препаратов осуществлялось путем сплошного

опрыскивания растений садовым опрыскивателем на опытных делянках рабочими растворами препарата.

Проведение учетов. Учеты численности вредителя на опытных делянках проводились в соответствии с «Методическими указаниями, 2004» и рабочей программой перед обработкой растений препаратами (предварительный учет), затем на третий, седьмой и четырнадцатые дни после обработки.

Расчет биологической эффективности выполнен по формуле Аббота, модернизированной Хендерсоном и Тильтоном:

$$\mathcal{E} = 100 \times \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca},$$

где: $\mathcal{E}$ – биологическая эффективность, выражении численности вредителя, с поправкой на контроль, %

Tb - число живых особей перед обработкой, опыт;

Ta - число живых особей после обработки, опыт;

Cb - число живых особей перед обработкой, контроль;

Ca - число живых особей в контроле, в последующие учеты.

Результаты расчета биологической эффективности испытываемого препарата и эталона приведены в таблицах 1.

Результаты испытаний. Результаты испытания показал, что препарат Lambda-plyus 20% в условиях Ф/х “Тангиберди ота” Юкориичирчикского района Ташкентской области против паутинного клеща показал высокую биологическую эффективность препарата в 3 день учета составила 84,2-88,0%, а на 7 день 82,2-84,8% и на 14 день после обработки 74,2-76,2% при норме расхода 0,03-0,1 л/га. (таблица-1).

А эталонный вариант применения препарата караче 10 % к.э показал не более 88,5-80,2 % эффективность против паутинного клеща. Препарат не оказал фитотоксические действие на яблони.

Выводы

1. Инсекто-акарицид Lambda-plyus 20% показал высокую биологическую эффективность в борьбе с паутинного клеща на яблоне в нормах расхода 0,03-0,1 л/га. Эффективность препарата в 3 день учета составила 84,2-88,0%, а на 7 день 82,2-84,8% и на 14 день после обработки 74,2-76,2% при норме расхода 0,03-0,1 л/га.

2. Препарат имеет удобную, безопасную препаративно форму, удобен к применению. А эталонный вариант применения препарата караче 10 % к.э показал не более 88,5-80,2 % эффективность против паутинного клеща. Препарат не оказал фитотоксические действие на яблони.

3. В период проведения опытов не отмечено фито токсичность Lambda-plyus 20% в отношении к яблоне. Наоборот в опытном варианты наблюдается лучшую развитию деревьев и повышение урожайности яблони.

Таблица 1.

**Биологическая эффективность препарата Lambda-ptyus 20% против паутинного клеща на яблоне
(Ф/х “Тангиберди ота” Юкоричирчикского района Ташкентской области, 20.05.2020 г.)**

Варианты	Норма расхода препарат, л/га или кг/га.	Среднее количество клещей на 1 зараженный лист, экз.					Биологическая эффективность, %, на день			
		до обработки	после обработки, день							
			3	7	14	21	3	7	14	21
Lambda-ptyus 20%	0,03	39,5	7,8	10,4	20,2	35,1	84,2	82,2	74,2	67,7
Lambda-ptyus 20%	0,1	41,9	6,3	9,4	19,7	35,2	88,0	84,8	76,2	69,5
Караче 10% к.э. (эталон)	0,125	42,8	10,6	13,6	23,2	41,5	80,2	78,5	72,6	64,8
Контроль (без об-ки.)	-	43,7	54,7	64,7	86,5	120,4	-	-	-	-

Список литературы:

1. Anorbaev Azimjon Raimkulovich, Tashkent State Agrarian University, Akhliddin Khabibullovich Rakhmanov, and Tashkent State Agrarian University. 2020. “Main Species of Spider Mites (Acariformes: Tetranychidae) in Pome Fruit Orchards and Degree of Their Occurrence.” Theoretical & Applied Science 87 (07): 257–60.
2. Anorbaev Azimjon Raimkulovich, Akhliddin Khabibullovich Rakhmanov, and Mukhriddin Mukhtor Ogli Usmonov. "biology and ecology of some phytoseiidae, mites important from the agricultural perception." Academic research in educational sciences 2.1 (2021).
3. Анорбаев Азимжон Раимкулович, and Ахлиддин Хабибуллоевич Рахманов. "видовой состав паутинных клещей (tetranychidae), встречающихся в семечковых плодовых садах узбекистана." Universum: химия и биология 4 (82) (2021): 8-10.
4. Рахманов Ахлиддин Хабибуллоевич. "развитие обыкновенного паутинного клеща (tetranychus urticae koch.) на яблоне сорта ред делишес и меры борьбы против него." Universum: химия и биология 5-1 (83) (2021): 14-17.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

БИОХИМИЯ

DOI - 10.32743/UniChem.2021.88.10.12271

**О ВОЗМОЖНОМ ВЛИЯНИИ ТИРЕОИДНЫХ ГОРМОНОВ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ
МИТОХОНДРИЙ К ДЕЙСТВИЮ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОГО ГЛИКОПЕПТИДА,
ИНДУЦИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОГЕННЫЙ ТРАНСПОРТ АНИОНОВ****Каримова Шаира Фатхуллаевна**

канд. биол. наук, доц.,
кафедра биологической, биоорганической и неорганической химии,
Ташкентский педиатрический медицинский институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: kshf53@mail.ru

Акбарходжаева Хурида Нажмитдиновна

канд. биол. наук, доц.,
кафедра биологической, биоорганической и неорганической химии,
Ташкентский педиатрический медицинский институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Туляганова Зилолахон Бахромхон кизи

канд. биол. наук, доц., бакалавр,
Ташкентский педиатрический медицинский институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Алимходжаева Назира Тиллаходжаевна

канд. хим. наук, доц.,
кафедра биологической, биоорганической и неорганической химии,
Ташкентский педиатрический медицинский институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Мирмахмудова Саодат Иноятовна

канд. биол. наук,
кафедра биологической, биоорганической и неорганической химии,
Ташкентский педиатрический медицинский институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**ON THE POSSIBLE EFFECT OF THYROID HORMONES ON THE SENSITIVITY
OF MITOCHONDRIA TO THE ACTION OF CYTOPLASMATIC GLYCOPEPTIDE INDUCING
ELECTROGENIC TRANSPORT OF ANION****Shaira Karimova**

Candidate of Biological Sciences, associate professor,
biochemistry, bioorganic and inorganic chemistry department
of Tashkent pediatric medical institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Khurshida Akbarhodjayeva

Candidate of Biological Sciences, associate professor,
biochemistry, bioorganic and inorganic chemistry department
of Tashkent pediatric medical institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Zilolakhon Tulyaganova*Student of Tashkent pediatric medical institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Nazira Alimkhodjayeva***Candidate of Chemical Sciences, associate professor,
biochemistry, bioorganic and inorganic chemistry department
of Tashkent pediatric medical institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Saodat Mirmakhmudova***Cand. biol. sciences.,
biochemistry, bioorganic and inorganic chemistry department
of Tashkent pediatric medical institute,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье обсуждается зависимость окислительного фосфорилирования от количества тиреоидных гормонов, а также от изменения чувствительности митохондрий под действием цитоплазматического гликопептида. Показано, что регуляция основного обмена тиреоидными гормонами может осуществляться на уровне изменения чувствительности митохондрий к действию цитоплазматического гликопептида, индуцирующего электрогенный транспорт анионов через внутреннюю мембрану митохондрий.

ABSTRACT

The article discusses the dependence of oxidative phosphorylation on the amount of thyroid hormones, as well as on changes in the sensitivity of mitochondria under the action of a cytoplasmic glycopeptide. It was shown that the regulation of the basal metabolism of thyroid hormones can be carried out at the level of changes in the sensitivity of mitochondria to the action of the cytoplasmic glycopeptide, which induces the electrogenic transport of anions across the inner mitochondrial membrane.

Ключевые слова: тиреоидные гормоны, окислительное фосфорилирование, цитоплазматический гликопептид, митохондрии, электрогенный транспорт анионов.

Keywords: thyroid hormones, oxidative phosphorylation, cytoplasmic glycopeptide, mitochondria, electrogenic anion transport.

Актуальность. Щитовидная железа с помощью вырабатываемых в ней йодсодержащих гормонов контролирует деятельность практически всех органов и систем в организме человека и животных. Без выработки достаточного количества гормонов щитовидной железы нарушаются: нормальный обмен веществ; рост, созревание тканей, органов и костного аппарата; энергетическое обеспечение клеток и всего организма в целом. Вопрос о механизме стимуляции основного обмена тиреоидными гормонами остается актуальным и интенсивно изучается [3; 4; 8]. Показано, что стимуляция потребления кислорода тиреоидными гормонами опосредована индукцией синтеза нуклеиновых кислот и белка [9; 11; 6; 7]. Предполагают, что следствием индукции синтеза специфических белков тиреоидными гормонами является разобщение окислительного фосфорилирования, которое приводит к увеличению потребления кислорода клетками-мишенями [5]. В связи с тем что в экспериментах с изолированными митохондриями, выделенными из органов гипертиреоидных животных, не наблюдается разобщение окислительного фосфорилирования, можно предположить, что тиреоидные гормоны разобщают окислительное фосфорилирование *in vivo*, усиливая действие гипотетического цитоплазматического фактора, причем в процессе выделения митохондрий происходит их отмывание от этого фактора. Ранее нами был

выделен из цитоплазмы печени крыс гликопептид, который в экспериментах с митохондриями печени крыс вызывал разобщение окислительного фосфорилирования, обусловленного индукцией электрогенного транспорта анионов через внутреннюю мембрану митохондрий [2].

Цель представленной работы заключается в выяснение вопроса о возможности регуляции тиреоидными гормонами окислительного фосфорилирования, зависящего от изменения чувствительности митохондрий к действию цитоплазматического гликопептида.

Материалы и методы. Митохондрии выделяли из печени крыс в среде, содержащей 0,3 М сахарозы, 1 мМ ЭДТА и 5 мМ трис-HCl, pH – 7,6 [1]. Гипертиреоз вызывали введением самцам белых крыс массой 100–120 г тироксина в дозе 100 мкг на 100 г массы в течение 5 дней. Цитоплазматический гликопептид выделяли из печени сытых гипертиреоидных крыс по методу, описанному ранее [10], и обессоливали на колонке с сефадексом G10 (20 × 600 мм), элюировали бидистиллированной водой. Электрогенный транспорт анионов через внутреннюю мембрану митохондрий измеряли по кинетике набухания митохондрий в изотонических растворах K_2HPO_4 или KCl + валиномицин в присутствии или без гликопептида. Митохондрии преинкубировали 2 мин в присутствии цитоплазматического гликопептида или без него при 25 °C в

0,5 мл среды, содержащей 0,12 М КСl, 1 мМ ЭГТА и 5 мМ трис-НСl, pH – 7,6. Набухание митохондрий инициировалось добавлением 3,0 мл среды инкубации, содержащей 0,08 М K_2HPO_4 или 0,12 М КСl, ротенон 0,7 мкг/мл, валиномицин 0,6 мкг/мл и 5 мМ трис-НСl, pH – 7,6. Скорость потребления кислорода измеряли с помощью открытого платинового электрода в среде, содержащей 0,12 М КСl, 5 мМ сукцината, 1 мМ K_2HPO_4 , 1 мМ ЭДТА, ротенон 0,7 мкг/мл, 5 мМ трис-НСl, pH – 7,6. Митохондрии – 2 мг белка/мл.

Полученные результаты и их обсуждение. Нами показано, что тиреоидные гормоны увеличивают чувствительность митохондрий к действию цитоплазматического гликопептида, разобщающего окислительное фосфорилирование. При гипертиреозе разобщение окислительного фосфорилирования цитоплазматическим гликопептидом усиливается в результате суммации двух однонаправленных эффектов – увеличения активности гликопептида в цитозоле и увеличения чувствительности митохондрий к его действию (табл. 1).

Таблица 1.

Разобщение окислительного фосфорилирования цитоплазматическим гликопептидом в экспериментах с митохондриями, выделенными из печени контрольных и гипертиреозных крыс

Условия опыта	V_1	V_2	ДК
Митохондрии (контроль)	57,4±3,1	15,5±0,9	3,7
Митохондрии (контроль) + гликопептид	53,3±2,2	22,3±1,1	2,4
Митохондрии (гипертиреоз)	69,8±3,3	21,2±1,2	3,3
Митохондрии (гипертиреоз) + гликопептид	62,4±2,9	44,6±1,9	1,4

Примечание: V_1 и V_2 – потребление кислорода, мкА за 1 минуту на 1 мг белка митохондрий. Гликопептид – 8 мкг/мл, АДФ – 10^{-4} М. ДК – дыхательный контроль.

По нашим данным (табл. 1), гликопептид индуцирует электрогенный транспорт ионов фосфата и Cl^- через внутреннюю мембрану митохондрий, причем действие гликопептида на транспорт анионов сильнее проявляется в эксперименте с митохондриями, выделенными из печени гипертиреозных крыс.

При старении наблюдается снижение интенсивности основного обмена, обусловленное снижением чувствительности клеток-мишеней к действию тиреоидных гормонов. В связи с этим принципиальным, на наш взгляд, является тот факт, что при старении крыс, по нашим результатам, сильно снижается чувствительность митохондрий печени к действию цитоплазматического гликопептида. Разобщение окислительного фосфорилирования цитоплазматическим гликопептидом, по-видимому, обусловлено

индукцией анионных циклов во внутренней мембране митохондрий, так как анионы транспортируются в митохондрии по градиенту pH переносчиками, осуществляющими электронейтральный симпорт анионов с ионами H^+ или обмен одного аниона на другой, а гликопептид индуцирует электрогенный транспорт анионов, который в условиях энергизации должен осуществляться в направлении из митохондрий в цитозоль согласно потенциалу на мембране.

Представленные в этой работе экспериментальные данные свидетельствуют о том, что регуляция основного обмена тиреоидными гормонами может осуществляться на уровне изменения чувствительности митохондрий к действию цитоплазматического гликопептида, индуцирующего электрогенный транспорт анионов через внутреннюю мембрану митохондрий.

Список литературы:

1. Гайнутдинов М.Х., Мирмахмудова С.И., Муллағалиева Н.М., Туракулов Я.Х. // Бюлл. эксп. биол. и мед. – 1984. – № 3. – С. 293–295. Каримова Ш.Ф., Минаварова Ш.А., Музаффархонов Ш.М., Мирмахмудова С.И. // Развитие и актуальные вопросы современной науки. – Магнитогорск, 2018. – № 6 (13). – С. 151–156.
2. Кубарко А.И., Yamashita S. Щитовидная железа. Фундаментальные аспекты. – Минск; Нагасаки, 1998.
3. Туракулов Я.Х., Гайнутдинов М.Х. Физиологическая регуляция энергетических реакций митохондрий. – Ташкент: Фан, 1980. – С. 188.
4. Bronk J.R. // Biochim. et biophys. acta. – 1960. – Vol. 37. – № 2. – P. 321–336. Effects of thyroid hormone on mitochondrial oxidative phosphorylation / A.J. Verhoeven, P. Kamer, A.K. Groen, J.M. Tager // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. – 2013. – Article ID 218145. – P. 15.
5. Enheimer J.H., Surks M.J. Biochemical actions of hormones. – N.Y.: Acad. Press, 1975. – Vol. III. – P. 119–155.
6. Goglia F., Silvestri E., Lanni A. Thyroid hormones and mitochondria // Biosci Rep. – 2002, Feb. – № 22 (1). – P. 17–32.
7. Harper M.E., Seifert E.L. // Thyroid. – 2008, Feb. – № 18 (2). – P. 145–156.
8. Schneider W. // J. Biol. Chem. – 1948. – Vol. 176. – № 1. – P. 250–253.
9. Silvestri, Schiavo L., Lombardi, Goglia F. // Acta Physiol. Scand. – 2005, Aug. – № 184 (4). – P. 265–283.

DOI - 10.32743/UniChem.2021.88.10.12343

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ
НА ПРОЦЕССЫ ПЕРИКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ И АКТИВНОСТЬ
МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ КЛЕТОК СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ
ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МИОКАРДИТЕ**

Юнусова Муслима Холматовна

преподаватель,
кафедры биохимии Национального Университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: muslima8390@gmail.com

Позилев Маъмуржон Комилжонович

преподаватель,
кафедры биофизика Национального Университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: tamirjon2281@mail.ru

Далимова Сурайё Нугмановна

д-р биол. наук,
проф. кафедры биохимии Национального Университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: s_dalimova@mail.ru

Кузиев Шерали Насруллоевич

ст. преподаватель,
PhD кафедры биохимии Национального Университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: kuziev.sherali@gmail.com

Умарова Гулбахор Базарбаневна

канд. биол. наук,
доц. кафедры биохимии Национального Университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gulbakhorumarova@gmail.com

Мухаммаджонова Гузал Мухаммаджановна

канд. биол. наук, доц. кафедры биохимии
Национального Университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: muhammadjonovagozal@gmail.com

Гафуров Махмуджан Бакиевич

д-р хим. наук, вед. науч. сотр.
лаборатории низкомолекулярных биологически активных соединений,
ИБОХ АН РУз.,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mahmudgafurov@mail.ru

Хамраев Собир Хусенович

преподаватель,
кафедры биохимии Национального Университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sobirjonhamroyev@bk.ru

Хамдамова Нигора Азамжон кизи

преподаватель,
кафедры биохимии Национального Университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: nigorahamdamaova@gmail.com

Дадахонова Мухлиса Баромовна

магистр,
кафедра биохимии Национального Университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: muhlisaturayeva4@gmail.com

Мухамедова Мукамбар Джурсаевна

преподаватель, лицей ТошПМИ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mmukambarbio@gmail.com

STUDY OF THE EFFECT OF SUPRAMOLECULAR COMPLEXES ON LIPID PEROXIDATION AND THE ACTIVITY OF MITOCHONDRIAL ENZYMES IN CARDIAC MUSCLE CELLS IN EXPERIMENTAL MYOCARDITIS

Muslima Yunusova

Lecturer,
Department of Biochemistry National University,
Uzbekistan, Tashkent

Mamurjon Pozilov

Lecturer,
Department of Biophysics National University,
Uzbekistan, Tashkent

Surayo Dalimova

Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of Biochemistry National University,
Uzbekistan, Tashkent

Sherali Kuziev

Senior Lecturer,
PhD Department of Biochemistry National University,
Uzbekistan, Tashkent

Gulbahor Umarova

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the
Department of Biochemistry National University,
Uzbekistan, Tashkent

Guzal Mukhamadzhonova

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biochemistry National University,
Uzbekistan, Tashkent

Mahmudzhon Gafurov

Dr. chem. sciences, led. scientific. sotr. laboratories
of low molecular weight biologically active compounds, IBOCH AN RUz.,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Sobir Khamraev

Lecturer,
Department of Biochemistry National University,
Uzbekistan, Tashkent

*Nigora Azamjonkizi Khamdamova**Lecturer,**Department of Biochemistry National University,
Uzbekistan, Tashkent**Mukhlisa Dadakhonova**Master,**Department of Biochemistry National University,
Uzbekistan, Tashkent**Mukambar Mukhamedova**Teacher, Lyceum ToshPMI,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье исследовано влияние супрамолекулярных комплексов, состоящих из глицирризиновой и ацетилсалициловой кислот (ГЛАС) и глицирризиновой кислоты и флавоноида рутин (ГК+Р) на процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ) в гомогенате и мембранах митохондрий и на активность дыхательных ферментов - сукцинатоксидазы и rotenon чувствительной НАДН дегидрогеназы кардиомиоцитов крыс на модели экспериментального миокардита. Установлено, что при экспериментальном миокардите наблюдалась интенсификация ПОЛ в гомогенате и мембранах митохондрий, при этом наблюдается снижение активности изученных ферментов дыхательной цепи митохондрий. Семидневное введение миокардитным животным супрамолекулярных комплексов ГЛАС и ГК+Р приводило к нормализации процесса ПОЛ сердечной мышцы, а также восстановлению активности сукцинатоксидазы и НАДН дегидрогеназы. ГЛАС оказывал на изученные показатели более выраженное стимулирующее влияние.

ABSTRACT

The article investigates the effect of supramolecular complexes consisting of glycyrrhizic and acetylsalicylic acids (GLAS) and glycyrrhizic acid and the flavonoid rutin (GA + R) on the process of lipid peroxidation (LPO) in the homogenate and membranes of mitochondria and on the activity of respiratory oxidase enzymes - succinate-sensitive NADH dehydrogenase of rat cardiomyocytes in a model of experimental myocarditis. It was found that in experimental myocarditis, an intensification of lipid peroxidation was observed in the homogenate and mitochondrial membranes, while a decrease in the activity of the studied enzymes of the mitochondrial respiratory chain was observed. A seven-day administration of supramolecular complexes GLAS and + R to myocarditis animals led to the normalization of the LPO process of the heart muscle, as well as the restoration of the activity of succinate oxidase and NADH dehydrogenase. GLAS had a more pronounced stimulating effect on the studied indicators.

Ключевые слова: гомогенат, митохондрии, миокардит, ПОЛ, МДА, сукцинатоксидаза, НАДН дегидрогеназа, ГЛАС, ГК+Р

Keywords: homogenate, mitochondria, myocarditis, LPO, MDA, succinate oxidase, NADH dehydrogenase, GLAS, GA + R.

В настоящее время согласно сведениям ВОЗ болезни сердечно-сосудистой системы занимают в мире одно из ведущих мест. Сердечно-сосудистые заболевания возникают в результате нарушения обмена веществ и способствуют биохимическим изменениям в кардиомиоцитах [1]. В условиях диабетической кардиомиопатии, миокардитах, а также при стрептозотоциновом диабете обнаружено усиление оксидативного стресса и нарушение функционального состояния митохондрий скелетных и сердечных мышц [2]. В большинстве экспериментальных моделей дисфункции миокарда показано, что окисление свободных жирных кислот, активация фосфолипаз и нарушение энергообмена миокарда представляют собой взаимосвязанные процессы, осуществляемые на уровне митохондрий [1, 3].

Вместе с тем известно, что в основе развития многих патологий сердечной мышцы лежат процессы нарушения проницаемости ионных каналов, стимуляция перекисного окисления липидов, окисления тиоловых групп, и образования реактивных форм кислорода (ROS) [4, 5]. При инфаркте миокарда

увеличение количества жирных кислот стимулирует в митохондриях кардиомиоцитов ацетилкоэнзим А и служит причиной возрастания активных форм кислорода в дыхательной цепи. Увеличение свободных радикалов влияет на H^+ -проводимость и изменяет митохондриальный мембранный потенциал $\Delta\psi_m$, в результате работа F_0F_1 -АТФазы снижается [6].

В условиях сахарной ишемии регуляция малонил КоА карнитинпальмитилтрансферазы и изменения в транспорте жирных кислот имеет важное значение [7]. При этом в группе экспериментальных животных на модели ишемии наблюдается возрастание активности миокардиодистрофии. В настоящее время возможность коррекции митохондриальных нарушений при экспериментальном миокардите исследуется в большинстве научных лабораторий мира. С этой точки зрения поиск растительных веществ, обладающих антиоксидантной активностью и влияющих на функциональное состояние митохондрий при различных заболеваниях сердечно-сосудистой системы представляется важным и необходимым [8, 9].

В последние годы в клинической практике применяются различные медицинские препараты, содержащие производные глицирризиновой кислоты, получаемой из корня солодки. В результате комплексобразования наблюдается стабильное снижение побочного токсического действия основного препарата и усиление его фармакологических свойств. Глицирризиновая кислота является растительным селективным ингибитором тромбина; снижает повышение сывороточного уровня маркерных ферментов (креатинфосфаткиназы, лактатдегидрогеназы, аспаратаминотрансферазы) в сыворотке крови; препятствует снижению содержания в миокарде гликогена и повышению содержания общих липидов, активации перекисного окисления липидов и снижению антиоксидантной активности сыворотки крови; улучшает электрокардиографические показатели, перспективна для применения при патологических процессах в сердце, сопровождающихся воспалительными и некротическими изменениями миокарда, в частности, при миокардитах и инфаркте миокарда [10].

В институте Биоорганической химии АН РУз был создан новый нестероидный противовоспалительный препарат ГЛАС, представляющий собой супрамолекулярный комплекс глицирризиновой кислоты с ацетилсалициловой кислотой. Предварительно показано, что этот препарат в малых дозах обладает выраженной антиагрегационной активностью. Синтезирован новый супрамолекулярный комплекс глицирризиновой кислоты и флавоноида рутина (ГК+Р).

Целью настоящего исследования явилось изучение кардиопротекторных свойств супрамолекулярных комплексов ГЛАС и ГК+Р на модели экспериментального миокардита.

Материал и методы исследования

Опыты проводили на беспородных крысах-самцах весом 180-200г. Модель экспериментального миокардита воспроизводили путем подкожного введения 0,1% адреналина гидрохлорида в дозе 0,3 мг/100 г. веса тела крысы в течение 3х дней [11]. Все животные были распределены на 4 группы: 1-интактная; 2-

контрольная, животные с экспериментальным миокардитом (ЭМ); 3-миокардит+ГЛАС в концентрации (2,5 мг/кг); 4-миокардит+ГК+Р (30 мг/кг). Митохондрии из клеток сердечной мышцы выделяли методом дифференциального центрифугирования в среде, содержащей (в млмолях: 250-сахарозу; 10-трис-НСI; ЭДТА-10 мМ, рН 7,4[12]. Перекисное окисление липидов (ПОЛ) определяли по методу [13]. При определении содержания малонового диальдегида МДА использовали коэффициент молярной экстинкции ($\epsilon=1,56 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}$): нмоль МДА/мг белка= $1,56 \times 30$.

Кроме того, для изучения процесса ПОЛ в мембране митохондрий использовали Fe^{2+} /аскорбат систему. В результате действия этой системы митохондриальная мембрана теряет барьерную функцию, что приводит к увеличению объема органеллы и набуханию митохондрий. Изменение объема митохондрий определяется фотометрически. Состав инкубационной смеси (в мМ): KCl-125, трис-НСI-10, рН 7,4; Концентрации в мкмоль [мкМ]: FeSO_4 -10 аскорбат-600 ; количество митохондрий-0,5 мг/мл. Активность НАДН-оксидаз определяли полярографическим методом [14]. Содержание белка определяли по методу Лоури в модификации Петерсона [15].

Результаты и их обсуждение

Известно, что многие биологически активные соединения растительной природы обладают высокой антиоксидантной активностью. В первой серии исследований мы определяли содержание вторичного продукта ПОЛ-МДА в гомогенатах клеток миокарда интактных и модельных крыс, а также при введении в организм миокардитных животных супрамолекулярных комплексов ГЛАС и ГК+Р. Данные представлены на рисунке 1. Было установлено, что содержание МДА в гомогенате миокарда интактных крыс составляет $2,75 \pm 0,25$ мкмоль/г. При экспериментальном миокардите содержание вторичного продукта ПОЛ увеличивается на $95,3 \pm 8,30\%$ и достигает $5,37 \pm 0,45$ мкмоль/г, что свидетельствует об интенсификации процесса перекисного окисления в кардиомиоцитах миокардитных крыс.

Рисунок 1. Влияние супрамолекулярных комплексов ГЛАС и ГК+Р на содержание МДА гомогената интактных и миокардитных крыс. (содержание МДА определяли при 540 нм оптической плотности, * $P<0,05$; ** $P<0,01$; $n=4$)

Семидневное введение ГЛАС и комплекса ГК+Р миокардитным животным снижало содержание МДА до $3,5 \pm 0,24$ мкмоль/г и $4,2 \pm 0,37$ мкмоль/г соответственно, что в процентном соотношении составляет $68,0 \pm 5,4\%$ и $42,6 \pm 3,4\%$. Полученные в этих экспериментах результаты совпадают с известными в литературе данными по определению антиоксидантной активности в кардиомиоцитах веществ растительной природы [16].

После установления антиоксидантной активности изучаемых комплексов в следующей серии, в опытах *in vivo* исследовали перекисное окисление липидов, вызванное Fe^{2+} +аскорбатом в мембране митохондрий

кардиомиоцитов. Данные представлены на рисунке 2. Из рисунка видно, в присутствии в инкубационной среде митохондрий Fe^{2+} +аскорбата наблюдается резкая интенсификация процесса ПОЛ, что приводит к нарушению барьерных функций мембраны митохондрий и увеличению объема этих органелл. Согласно полученным данным при адреналиновом миокардите по сравнению с интактными животными набухание митохондрий возрастает в 7,2 раза. Используемые в качестве корректирующих средств ГЛАС и комплекс ГК+Р снижали набухание митохондрий, при этом действие ГЛАС оказалось более эффективным.

Рисунок 2. Влияние ГЛАС и комплекса ГК+Р на перекисное окисление липидов мембран митохондрий кардиомиоцитов во всех случаях $P < 0,05$; $n = 4$)

Состав инкубационной среды в : KCl-125 мМ, трис-HCl-10мМ, pH 7,4; Концентрации в мкмоль : FeSO –10 аскорбат-600 ; количество митохондрий 0,5 мг/мл; (* - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, ***- $P < 0,001$; $n = 5$)

Основные механизмы появления активных форм кислорода (АФК) в организме связаны обычно с нарушениями функционирования электронотранспортных цепей митохондрий, а также изменениями свойств дегидрогеназ. Обычно, примерно 98 % всего кислорода, поступающего в клетки, используется для

окисления субстратов с образованием АТФ и выделением тепла, и лишь 2% используется в реакциях образования активных форм кислорода, которое значительно возрастает при усиленном поступлении кислорода в клетки или нарушении работы электронотранспортной цепи митохондрий.

Рисунок 3. Влияние ГЛАС и комплекса [ГК+Р]а активность митохондриальной сукцинатоксидазы и rotenon чувствительной НАД.Н оксидазы (* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; $n = 4$)

Известно, что процессы ПОЛ и ферментативного липолиза играют ключевую роль в регуляции структурного состояния митохондриальных мембран, влияя на степень их сопряженности, мембранный потенциал и проницаемость для катионов [17]. Определяющее значение вышеперечисленные процессы имеют в повреждении митохондрий при патологии. Имеются сообщения о том, что при различных формах сердечной патологии, происходит переход циклоспорин А-чувствительной поры внутренних мембран митохондрий в открытое состояние и это, по мнению авторов, является существенной стадией повреждения митохондрий, ведущих к некрозу и/или апоптозу кардиомиоцитов [18]. В связи с этим в последующих исследованиях мы определяли активности митохондриальных ферментов-сукцинатоксидазы и rotenon чувствительной НАД.Н – оксидазы при миокардите и лечении комплексами ГЛАС и ГК+Р. Данные, представленные на рисунке 3 (А и Б) свидетельствуют о том, что при экспериментальном миокардите наблюдается существенное ингибирование активности изученных ферментов на $47,6 \pm 3,5$ и

$39,5 \pm 2,7\%$ соответственно. Введение в организм миокардитных крыс комплексов ГЛАС и ГК+Р восстанавливало сниженную активность ферментов на $17,7 \pm 1,3\%$, $35 \pm 2,2\%$ (рис.3 А) и $25 \pm 2,1\%$, $29,2 \pm 2,4\%$ (рис.3 Б) соответственно. Из двух исследованных супрамолекулярных комплексов и в этом случае наиболее эффективным оказался ГЛАС.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что при экспериментальном миокардите происходит усиление процесса ПОЛ как в гомогенате, так и в мембранах митохондрий кардиомиоцитов и сопровождается ингибированием активности ферментов дыхательной цепи митохондрий. Введение в организм таких животных супрамолекулярных комплексов ГЛАС и ГК+Р восстанавливало в различной степени нарушенные процессы ПОЛ и активность ферментов митохондрий. Более выраженным действием на изученные показатели обладал ГЛАС. Несмотря на то, что ГЛАС и ГК+Р обладают различной химической природой их действие на исследованные процессы оказалось положительным.

Список литературы:

1. Lopaschuk G.D., Ussher J.R., Folmes C.D.L. et al. Myocardial fatty acid metabolism in health and disease // *Physiol. Rev.* – 2010. – V.90. – P. 207–258.
2. Егорова М.В., Афанасьев С.А., Попов С.В. Состояние митохондрий и гипертрофия сердца при развитии стрептозотоцининдуцированного диабета на фоне экспериментального инфаркта // *Сиб. мед. журн.* – 2011. – Т.26, №10. – С.122–128.
3. Егорова М.В., Афанасьев С.А. Регуляторная роль свободных жирных кислот в поддержании мембранного гомеостаза митохондрий сердца при экспериментальной ишемии миокарда // *Бюллетень сибирской медицины.* – 2012. – № 3. – С. 31-38.
4. Barrera G., Gentile F., Pizzimenti S., Canuto R.A., Daga M., Arcaro A., Cetrangolo G.P., Lepore A., Ferretti C., Dianzani C., Muzio G. Mitochondrial dysfunction in cancer and neurodegenerative diseases: spotlight on fatty acid oxidation and lipoperoxidation products // *Antioxidants.* – 2016. – V.5(1). – P. 2-25.

5. Sada K., Nishikawa T., Kukidome D., Yoshinaga T., Kajihara N., Sonoda K., Senokuchi T., Motoshima H., Matsumura T., Araki E. Hyperglycemia induces cellular hypoxia through production of mitochondrial ros followed by suppression of aquaporin-1 // PLoS one. – 2016. – V.11(7). – P. 1-16.
6. Zuurbier C.J., Bertrand L., Beauloye C.R., Andreadou I., Meana M.R., Jespersen N.R., Alwar D.K., Prag H.A., Botker H.E., Dambrova M., Montessuit C., Kaambre T., Liepinsh E., Brookes P.S., Krieg T. Cardiac metabolism as a driver and therapeutic target of myocardial infarction // J Cell Mol Med. – 2020. – V.24:– P. 5937–5954.
7. Dyck J., Lopaschuk G. Malonyl CoA control of fatty acid oxidation in the ischemic heart // Jour. Mol. Cell. Card. – 2002. – V.34(9). – P. 1099-109.
8. Gibellini L., Bianchini E., De Biasi S., Nasi M., Cossarizza A., Pinti M. Natural compounds modulating mitochondrial functions // Evid Based Complement Alternat Med. – 2015. – V.2015. – P. 1-13.
9. Wood dos S.T., Cristina P.Q., Teixeira L., Gambero A., Villena J.A., Ribeiro M.L. Effects of polyphenols on thermogenesis and mitochondrial biogenesis // Int J MolSci – 2018. – V.19(9). – P. 1-14
10. Толстиков Г.А., Балтина Л.А., Муринов Ю.И. Комплексы глицирризиновой кислоты с нестероидными противовоспалительными средствами как новые транспортные формы // Хим.-фарм. журн. – 1991. – № 2. – С. 29–32.
11. Андреев С.В. Моделирование заболеваний – М. Медицина, 1973.- 236с.
12. Schneider W.C., Hogeboom G.H. Cytochemical studies of mammalian tissues: the isolation of cell components by differential centrifugation// Cancer. Res. – 1951. – V. 11(1). – P. 1-22.
13. Андреева Л.И., Кожемякин Л.А., Кишкун А.А. – Модификация метода определения пероксидов липидов в тесте с биобарбитуровой кислотой//Лаб.дело,- 1988,-№5.-с.41-43.
14. Рахимов М.М., Алматов К.Т. Некоторые особенности деградации полиферментных систем митохондрий печени крыс, подвергшихся тепловым воздействием//Биохимия.- Москва, 1977.-Т.42.-В.10-С. 1852- 1862.
15. Peterson G.L. A simplification of the protein assay method of Lowry et al. which is more generally applicable // Analytical biochemistry. – 1977. – 83(2). – P. 346-356.
16. El-Marasy S.A., El Awdan S.A., Hassan A., Abdallah H.M. Cardioprotective effect of thymol against adrenaline-induced myocardial injury in rats // Heliyon. – 2020. – V.6.(7). – P. 1-8.
17. Чулиев И.Н., Камбурова В.С., Джураев А. 2(М-цитизин) этил-3-0-ацетил-18 3 Н-глицеретат как модификатор мегаканала митохондрий//ДАН РУз. - Ташкент, 2005.-№ 1.- С. 41-47.
18. Brokmeier K.M., Pfeiffer D.R. Inhibition of the mitochondrial permeability transition by cyclosporine a during long time from experiments: relationships between pore opening and activity of mitochondrial phospholipases // Biochemistry-1995.- v.34.-p. 16440-16449.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

DOI - 10.32743/UniChem.2021.88.10.12293

**РАЗРАБОТКА И ВАЛИДАЦИЯ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИНИДАЗОЛА В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ****Гайбуллаев Шухрат Шараф-угли***студент IV курса химического факультета
Самаркандского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Самарканд***Бердымурадова Феруза Пирназаровна***ассистент кафедры медицинской химии
Самаркандского государственного медицинского института,
Республика Узбекистан, г. Самарканд***Захидов Касым Акилович***канд. хим. наук, химического факультета
Самаркандского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Самарканд***Аронбаев Дмитрий Маркизович***канд. хим. наук, доц. химического факультета
Самаркандского государственного университета
Республика Узбекистан, г. Самарканд***Аронбаев Сергей Дмитриевич***д-р хим. наук, профессор химического факультета
Самаркандского государственного университета,
академик Российской академии естествознания,
Республика Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: diron51@mail.ru***DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A SPECTROPHOTOMETRIC METHOD
FOR DETERMINATION OF TINIDAZOLE IN PHARMACEUTICAL PRODUCTS****Shukhrat Gaibullaev***4th year student of the Department of Chemistry
Samarkand State University Samarkand,
Uzbekistan, Samarkand***Feruza Berdymuradov***assistant,
Department of Medicinal Chemistry,
Samarkand State Medical Institute,
Uzbekistan, Samarkand***Kasym Zakhidov***Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor,
Department of Chemistry, Samarkand State University,
Uzbekistan, Samarkand*

Dmitry Aronbaev*Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor,
Department of Chemistry, Samarkand State University,
Uzbekistan, Samarkand***Sergey Aronbaev***Doctor of Chemical Sciences, Professor,
Department of Chemistry Samarkand State University,
Academician of the Russian Academy of Natural Sciences,
Uzbekistan, Samarkand*

АННОТАЦИЯ

Разработан и апробирован простой и экономичный УФ-спектрофотометрический метод количественной оценки тинидазола. Выбранная длина волны максимального поглощения $\lambda_{\text{макс}}$ для раствора тинидазола в фосфатном буфере (pH = 6,86) составляет 317,3 нм. Калибровочный график показывает линейность на выбранной длине волны и подчиняется закону Ламберта-Бугера-Бира в диапазоне концентраций 3,0-30 мкг/мл с коэффициентом корреляции не ниже 0,992. Были проведены исследования извлечения тинидазола в фармпрепаратах, составляющий 97,9 – 100,4 %, что подтверждает точность предлагаемого метода. Метрологическая оценка разработанного спектрофотометрического метода показала хорошую воспроизводимость и точность определения тинидазола в моно- и многокомпонентной фармацевтической продукции различных фирм-производителей. Относительная ошибка определения тинидазола не превышает 2%. Статистическая обработка полученных данных показывает, что предлагаемый метод может быть успешно применен для рутинного анализа стабильности тинидазола в лабораториях контроля качества лекарственных средств.

ABSTRACT

A simple and economical UV spectrophotometric method for the quantitative assessment of tinidazole has been developed and tested. Selected wavelength of maximum absorption λ_{max} for a solution of tinidazole in phosphate buffer (pH = 6.86) is 317.3 nm. The calibration graph shows linearity at the selected wavelength and obeys the Lambert-Bouguer-Beer law in the concentration range of 3.0-30 µg / ml with a correlation coefficient of at least 0.992. Studies have been conducted on the extraction of tinidazole in pharmaceuticals, which is 97.9 - 100.4%, which confirms the accuracy of the proposed method. The metrological evaluation of the developed spectrophotometric method showed good reproducibility and accuracy of the determination of tinidazole in mono- and multicomponent pharmaceutical products from various manufacturers. The relative error in the determination of tinidazole does not exceed 2%. Statistical processing of the data obtained shows that the proposed method can be successfully applied for routine analysis of the stability of tinidazole in laboratories for quality control of drugs.

Ключевые слова: тинидазол, спектрофотометрия, валидация, фармпрепараты.

Keywords: tinidazole, spectrophotometry, validation, pharmaceuticals

Введение

Тинидазол как средство для эффективного лечения протозойных инфекций известен уже на протяжении нескольких десятилетий [1].

Фармацевтическое действие тинидазола объясняется тем, что нитрогруппа, входящая в его молекулу, восстанавливается клеточными экстрактами микроорганизмов, например, трихомонад [2]. Образующийся при этом свободный нитрорадикал, может быть ответственен за антипротозойную активность препарата. В ряде работ также было показано, что химически восстановленный тинидазол высвобождает нитриты и вызывает повреждение очищенной бактериальной ДНК in vitro или ингибирует синтез ДНК в микроорганлизме [3].

5-нитроимидазол является важным классом препаратов на основе имидазола и представляют собой хорошо зарекомендовавшую себя группу простейших и бактерицидных агентов [4].

Осознание важности тинидазола обуславливается и тем, что многие применяемые в современной медицинской практике препараты содержат этот компонент и другие производные нитроимидазола, таких

как метронидазол, тинидазол, орнидазол, секнидазол и ронидазол. Препараты, содержащие эти компоненты, хорошо зарекомендовали себя в лечении серьезных инфекций, вызванных анаэробными бактериями и простейшими [5]: *Trichomonas vaginalis*, *Entamoeba histolytica* и *Lamblia intestinalis*.

Тинидазол также показал бактерицидное действие относительно анаэробных бактерий: *Bacteroides fragilis*, *Bacteroides melaninogenicus*, *Bacteroides spp.*, *Clostridium spp.*, *Eubacterium spp.*, *Fusobacterium spp.*, *Peptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.* и *Veillonella spp.*

Такое широкое применение тинидазола и его производных в лекарственных препаратах требует систематического контроля качества лекарственных средств и постоянного повышения эффективности имеющихся методов анализа.

Фармацевтическими статьями [6,7] предписывается количественное определение тинидазола и его производных ацидометрическим титрованием в среде ледяной уксусной кислоты [8] и адаптированные спектрофотометрические методы [9-13]. Однако эти

методы имеют ряд недостатков, таких как трудоемкость, длительность выполнения, недостаточная селективность, применение токсичных органических растворителей, дорогостоящих реактивов и приборов [14-18]. При этом большая вариабильность условий выполнения методик нормативных документов, которые отличаются друг от друга, требует наличия в лаборатории большого ассортимента реактивов [19-21]. Это экономически нецелесообразно, и создает дополнительные трудности при воспроизведении данных методик анализа.

Вышеприведенные доводы свидетельствуют о том, что проблема совершенствования существующих и разработка новых методов анализа тинидазола является актуальной.

Целью данной работы является разработка простой методики количественного определения тинидазола в лекарственных препаратах спектрофотометрическим методом и его валидация с использованием различных параметров.

Материалы и методы

Все химикаты и органические растворители имели квалификацию «хч» и «чда». Во всех экспериментах использовалась бидистиллированная вода, полученная в стеклянном бидистилляторе БС-6.

Товарный тинидазол (99,87%) был получен от Мерс. Таблетки фармпрепаратов, содержащих тинидазол с заявленным содержанием 500 мг, приобретены через сеть аптек. Растворителем служил метанол для хроматографии. Разбавителем служил фосфатный буфер с pH 6,86, приготовленный из соответствующего фиксанала.

Электронные спектры регистрировали на спектрофотометре СФ-2000 в кварцевых кюветах 1 см на фоне растворителя. Значение pH контролировали с помощью универсального иономера И-130 с использованием стеклянного электрода ЭСЛ -63-07 и хлоридсеребряного электрода сравнения ЭСЛ1-МЗ.

Рисунок 1. Структурная формула молекулы тинидазола

Как уже отмечалось, нитрогруппа, входящая в молекулу тинидазола, восстанавливается клеточными экстрактами микроорганизмов, и образующийся нитрорадикал обуславливает антипротозойную активность препарата.

Стандартный раствор тинидазола с концентрацией 0,3 мг/мл получали растворением точной навески 15 мг тинидазола в 50 мл метилового спирта.

Калибровочные растворы готовили разбавлением исходного стандартного раствора, для чего 1 мл стандартного раствора помещали в мерную колбу на 20 мл и доводили до метки фосфатным буфером.

Холостую пробу готовили соответствующим разведением метанола фосфатным буфером.

Раствор тинидазола с концентрацией (0,015 мг/мл) сканировали в области длин волн 200-400 нм для определения $\lambda_{\text{макс}}$ поглощающей способности.

С целью определения оптимального pH сравнивали величину оптической плотности рабочих растворов с одинаковыми концентрациями тинидазола с различными значениями pH в диапазоне 2 – 10, измеренной при $\lambda_{317 \text{ нм}}$.

Для определения лекарственной формы тинидазола был применен разработанный и валидированный спектрофотометрический метод. Была проведена оценка содержания тинидазола в таблетках с заявленным содержанием тинидазола в дозе 500 мг. Для этого 10 таблеток были измельчены в порошок, откуда отбиралась навеска 500 мг препарата, которую растворяли в 50 мл метилового спирта. Для ускорения процесса растворения суспензию обрабатывали ультразвуком 40 кГц в течение 10 мин, фильтровали и 1,0 мл отбирали в мерную колбу объемом 20 мл и заполняли до метки буферным раствором. Получали раствор тинидазола с конечной концентрацией 0,015 мг/мл. Поглощение раствора образца регистрировали при определенном $\lambda_{\text{макс}}$.

Аналогично проводили анализ таблеток, содержащих 500 мг тинидазола различных фирм-производителей.

Результаты и обсуждение

Структурная формула молекулы тинидазола приводится на рис. 1.

Тинидазол - 1-(2-этилсульфонилэтил)-2-метил-5-нитро-имидазол
 Молярная масса: 247,273 г/моль
 Номер CAS: 19387-91-8

Брутто формула: $\text{C}_8\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_4\text{S}$

В работе [22] было показано, что тинидазол обладает способностью поглощать в ультрафиолетовом свете, поэтому были изучены спектральные характеристики данного лекарственного вещества в области от 200 до 400 нм.

На рис. 2 приводится спектр поглощения раствора тинидазола в диапазоне 200-400 нм.

Рисунок 2. Спектр тимидазола в растворе метилового спирта в диапазоне 200-400 нм

Максимальная длина волны поглощения для тимидазола составила 317,3 нм, что позволило использовать более простую аппаратуру типа фотоколориметра КФК-3.

Изучение влияния pH на характер спектра раствора тимидазола проводили в диапазоне 2 - 10. Были получены значения максимума поглощения тимидазола, в кислой среде, вплоть до pH 3,56, которые характеризуются двумя максимумами при 208 ± 1 нм и 278 ± 1 нм. Дальнейшее увеличение pH приводит к батохромному смещению максимумов с одновременным гиперхромным эффектом.

Дальнейшее увеличение pH раствора, превышающее значение 6,8 - 7,2 приводит к гипсохромному смещению более длинноволнового максимума на 4-6 нм. Результаты этого исследования хорошо согласуются с данными, полученными другими исследователями [22-25].

На рисунке 3 приводится зависимость абсорбционного максимума от величины pH, из которого следует, что оптимальным является pH несколько более 6, а затем наблюдается явное снижение. Поэтому нами за оптимальное значение pH для спектрофотометрического определения тимидазола было принято 6,86, что соответствует значению стандартных образцовых растворов для калибровки pH-метров.

Рисунок 3. Влияние pH на светопоглощение раствора тимидазола

Предлагаемый метод был подтвержден в соответствии с руководящими принципами гармонизации параметров: селективность, линейность градуировочного графика, точность, надежность, предел обнаружения (LOD) и верхний предел количественного определения (LOQ) [26].

Было установлено, что УФ-спектр тимидазола воспроизводится при значении $\lambda_{\text{max}} = 317,3$ нм, с сохранением положения максимума поглощения в присутствии других веществ, традиционно входящих в состав лекарственных препаратов в качестве наполнителя: лактозу, сахар или крахмал [27].

Калибровочная кривая была получена путем построения графика зависимости светопоглощения от концентрации раствора лекарственного средства. Уравнение регрессии калибровочной кривой оказалось равным

$$y = 37,180x + 0,018$$

Калибровочная кривая показана на рисунке 4 и представлена в таблице 1.

Рисунок 4. Калибровочный график для тимидазола

Таблица 1.

Метрологические параметры спектрофотометрического определения тинидазола

Метрологический параметр	Значение
Линейный диапазон (мкг / мл)	3,0 - 30
Уравнение регрессии	$y = 37.180x + 0.018$
Среднеквадратичное отклонение, s	0,018
Коэффициент корреляции R^2	0,992
Предел обнаружения [LOD] (мкг / мл)	1,35
Верхняя граница количественного определения [LOQ] (мкг / мл)	35

Точность определения была оценена в выборке из 10 измерений для 500 мг тинидазола [28]. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Оценка точности определения 500 мг тинидазола в таблетках

Порядковый номер измерения	Найдено (мг/мл)	Процент извлечения R, %	Ошибка извлечения, %
1.	495,7	99,1	-0,9
2.	498,1	99,6	-0,4
3.	496,8	99,4	-0,6
4.	501,3	100,3	+0,3
5.	497,2	99,4	-0,6
6.	502,0	100,4	+0,4
7.	501,6	100,3	+0,3
8.	499,2	99,8	-0,2
9.	489,8	97,9	-0,21
10.	502,2	100,4	+0,4

Результаты показали хорошую точность УФ-определения тинидазола в модельных образцах, что подтверждает работоспособность разработанной методики для применения в количественном определении тинидазола в фармацевтических препаратах.

Было проведено определение тинидазола в таблетках, выпускаемых различными фармацевтическими компаниями. Результаты измерений приводятся в таблице 3.

Таблица 3.

Определение тинидазола в таблетках по предлагаемой методике

Образец	Производство	Найдено	Процент извлечения
Однокомпонентные препараты			
Тинидазол, таб., покр. пленочной оболочкой, 500 мг:	Биоком, Россия	504	100,82 ± 0,80
Тинидазол, таб., покр. пленочной оболочкой, 500 мг:	Акрихин, Россия	501	100,20 ± 0,44
Тинидазол, таб., покр. пленочной оболочкой, 500 мг:	Озон, Россия	505	101,0 ± 0,84
Многокомпонентные препараты, содержащие активное вещество тинидазол			
Пилобакт таб., покр. оболочкой, 250 мг	Ranbaxy Laboratories (Индия)	248	99,20 ± 0,22
Ципролет А, таб., покр. пленочной оболочкой, 500 мг	Dr. Reddy's Laboratories (Индия)	502	100,4 ± 0,30

Сравнивая полученные результаты с литературными [15,16, 29, 30], можно констатировать, что разработанный метод не уступает другим известным методом определения тинидазола в фармпрепаратах, а кое в чем превосходит их по простоте и экономичности.

Выводы

Предложен спектрофотометрический способ определения тинидазола в фармацевтических препаратах, заключающийся в измерении величины световой

абсорбции на длине волны 317,3 нм против фосфатного буфера с рН6,86. Проведена валидация методики в определении действующего вещества в фармацевтической продукции различных фирм производителей. Предлагаемый спектрофотометрический метод определения тинидазола является простым, точным,

чувствительным, надежным и экономичным, что позволяет его применяться в качестве рутинного метода определения стабильности для оценки тинидазола в лабораториях контроля качества лекарственных средств.

Список литературы:

1. Тинидазол <http://Wikipedia.org/wiki>. Дата обращения 20.09.2021.
2. Гомберг М.А., Плахова К.И. О терапии трихомоноза и бактериального вагиноза // Вестн. дерматол. и венерол. - 2006. - Т.1. - С. 60-63.
3. Anthwal A., Rawat D., Rawat M. 5-Nitroimidazole derivatives: A scope of Modification for Medicinal chemists // Research Journal of Chemical Sciences. 2013; 3(7):104-113.
4. Царев В.Н., Ушаков Р.В., Нуруев Н.Н., Ушаков А.Р., Трефилова Ю.А., Лабазанов А.А. Микробиологическое обоснование применения комбинации ципрофлоксацина и тинидазола для антимикробной химиотерапии в стоматологии // Медицинский алфавит. – 2021. - №2. – С.18-22. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-2-18-22>.
5. Иванов О.Л., Ломоносов К.М., Алленов С.Н., Изюмова И.М. Опыт лечения острого трихомонадного уретрита // Российский журнал кожных и венерических болезней. - 1999. - № 3. - С. 57.
6. Фармакопейная статья ФС 42-0281-07. Тинидазол.
7. Фармакопейная статья ФС 42-12824-03. Таблетки тинидазола, покрытые оболочкой, 500 мг.
8. Nagegowda P., Basavaiah K. Assay of tinidazole by titrimetry and spectrophotometry in non-aqueous medium // Bulg. Chem. Commun. - 2004. - Vol. 36, No 2. - P. 100 - 106.
9. Желтвай О.И., Желтвай И.И., Спинул В.В., Антонович В.П. Спектрофотометрическое определение метронидазола и тинидазола с помощью комплексов меди (II) / О.И. // Журн. аналит. химии. -2013. - Т. 68. - № 7 - С. 663 - 668.
10. Беликов В.Г. Спектрофотометрическое определение метронидазола и этимизола при совместном присутствии в моче // Судеб.-мед. экспертиза. - 1995. - № 4. - С. 27 - 29.
11. Бейсенбеков А.С., Казкенова К.З., Келилхинова С.Е., Мурзахлетов Г.А. Фотоэлектроколориметрический метод определения метронидазола в таблетках // Науч. тр. НИИФ. 1992.-Т. 30.- С. 25-28.
12. Nagaraja P., et.al. Spectrophotometric determination of metronidazole and tinidazole in pharmaceutical preparations // J. Pharm. Biomed. Anal. - 2002. - Vol. 28, No 3-4. - P. 527 - 535.
13. Lopez-Martinez L., Luna V.F.J., Lopez-de-Alba P.L. Simple spectrophotometric determination of tinidazole in formulation and serum // Anal. Chim. Acta. - 1997. - Vol. 340, No 1. -P. 241 -244.
14. Bhargav Y, et al. Method development and validation for the simultaneous estimation of Ofloxacin and Tinidazole in bulk and pharmaceutical dosage form by reverse phase HPLC method // J. Research in Pharmacy and Biotechnology. - 2013; No1(6). – P.797-802.
15. Gummadi S., Thota D., Varri S., Pratyusha V., Jillella V. Development and validation of UV spectroscopic methods for simultaneous estimation of ciprofloxacin and tinidazole in tablet formulation // International Current Pharmaceutical. – 2012, No 1(10). –С.317-321.
16. Pant M, Dadare K, Khatri N. Application of UV spectrophotometric methods for simultaneous estimation of norfloxacin and tinidazole in bulk and tablet dosage forms // J. Der Pharma Chemica. – 2012. -No 4(3). – P. 1041-1046.
17. Pereira F.C., et.al. Differential pulse Polarographie determination of clotrimazole after derivatization with Procion Red HE-3B // J. Pharm. Biomed. Anal. - 2002. - Vol. 27, No 1-2. - P.201 – 208.
18. Ozkan S.A. Voltammetric determination of tinidazole in tablets // Analysis. - 1997.-Vol. 25. - No 4. - P. 130- 131.
19. Roychowdhury U., Das S.K. Rapid identification and quantitation of clotrimazole, miconazole, and ketokonazole in pharmaceutical creams and ointments by thin-layer chromatography-densitometry // J. AOAC - 1996. - Vol. 79, No 3. - P. 656 - 659.
20. Kasnia V., Kumar M., Mahadevan N. Simultaneous Estimation of Amoxicillin, Tinidazole and Omeprazole in Microsphere Formulation by RP-HPLC // International Journal of Recent Advances in Pharmaceutical Research. – 2012, No 2(2). – P.78-83.
21. Ouyang L.Q., et al. Simultaneous determination of metronidazole and tinidazole in plasma by using HPLC-DAD coupled with second-order calibration // Chin. Chem. Lett. - 2010. - Vol. 21, No 10. - P. 1223 - 1226.
22. Теплых А.Н., Илларионова Е.А. Количественное определение тинидазола спектрофотометрическим методом // Сибирский медицинский журнал. - 2010, № 8. – С.64-66
23. Илларионова Е.А., Сыроватский И.П., Артасюк Е.М. Спектрофотометрическое определение пиразидола // Журн. аналит. химии. - 2004. - № 6. - С. 3 - 6.

24. Prajapati B, Seth A, Molvi K, Mansuri M, Desai D. Synthesis of some novel 2-substituted nitroimidazole as potent anti-anaerobic agent // *Pharma Science Monitor.* – 2012. -No3(2). – P. 125-132.
25. Abou-Taleb N., El-Sherbiny D., El-Wasseef D., Abu El- Enin M., El-Ashry S. Simultaneous Determination of Norfloxacin and Tinidazole Binary Mixture by Difference Spectroscopy // *Int. J. Biomed. Sci.* – 2011. – Vol.7, No2. – P. 137-144.
26. ICH (Q2 R1). Harmonized tripartite guideline validation of analytical procedures: text and methodology, 2005. European Medicines Agency. Science Medicines Health / <https://www.ema.europa.eu/en/ich-q2-r1-validation-analytical-procedures-text-methodology>. Дата обращения 20.09.2021
27. Мурашкина И.А., Гордеева В.В. Вспомогательные вещества в фармацевтической технологии. Учебное пособие.- Иркутск: ИГМУ, 2018.– 64 с.
28. Аронбаев Д.М., Аронбаев С.Д. Рузиев Э.А., Нармаева Г.З Статистическая обработка результатов химического эксперимента. Просто о серьезных вещах. Методические указания для студентов химических факультетов (на русском и узбекском языках). - Самарканд, СамГУ. 2019. – 76 с.
29. Bhalerao S., Rote A. Application of UV spectrophotometric methods for estimation of ciprofloxacin and tinidazole in combined tablet dosage form // *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.* -2012. - No 4(3). – P.646-467.
30. Alhemiarya N., Saleh M. Spectrophotometric Determination of Tinidazole Using Promethazine and Ethyl Vanillin Reagents in Pharmaceutical Preparations // *J. Der Pharma Chemica.* -2012. –Vol. 4, No 6. – P.2152-2160.

НИТРОЗОСОЕДИНЕНИЯ - КАК АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕАГЕНТЫ ДЛЯ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА (II)**Мадусманова Назира Кучкарбаевна**

преподаватель кафедры химической технологии
факультета энергетики и машиностроения Алмалыкского филиала
Ташкентского технического университета, соискатель НУУз
Республика Узбекистан, Ташкент, Вузгородок
E-mail: nazira.imomova@mail.ru

Исакулов Фахриддин Боходирович

соискатель кафедры аналитической химии
химического факультета
Национального университета Узбекистана
Республика Узбекистан, Ташкент, Вузгородок

Янгиева Сохиба Бахтияровна

соискатель кафедры аналитической химии
химического факультета
Национального университета Узбекистана
Республика Узбекистан, Ташкент, Вузгородок

Сманова Зулайхо Асаналиевна

профессор кафедры аналитической химии
химического факультета
Национального университета Узбекистана
Республика Узбекистан, Ташкент, Вузгородок
E-mail: smanova.chem@mail.ru

NITROSO COMPOUNDS AS ANALYTICAL REAGENTS FOR IRON (II) IONS**Nazira Madusmanova**

Lecturer of the Department of Chemical Technology
of the Faculty of Energy and Mechanical Engineering
of the Almalyk branch of the Tashkent Technical University,
Uzbekistan, Tashkent, Vuzgorodok

Fakhriddin Isakulov

Applicant for the Department of Analytical Chemistry
Faculty of Chemistry of the National University of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent, Vuzgorodok

Sohiba Yangieva

Applicant for the Department of Analytical Chemistry
Faculty of Chemistry of the National University of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent, Vuzgorodok

Zulaikho Asanaliyeva

Professor of the Department of Analytical Chemistry
Faculty of Chemistry of the National University of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent, Vuzgorodok

АННОТАЦИЯ

Найдены оптимальные условия иммобилизации и комплексообразования 2-нитрозо-5-метоксифенола и 2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафталдегида в качестве аналитического реагента на ионы железа (II). Показана возможность их использования для определения ионов железа. Предложена простая, экспрессная методика определения железа (II) с помощью иммобилизованных нитрозосоединений в реальных объектах. Результаты обработки методом математической статистики и приведены данные по применению в анализе.

ABSTRACT

The optimal conditions for immobilization and complexation of 2-nitroso-5-methoxyphenol and 2-hydroxy-3-nitroso-1-naphthaldehyde as an analytical reagent for iron (II) ions were found. The possibility of their use for the determination of iron ions is shown. A simple, express method for the determination of iron (II) using immobilized nitroso compounds in real objects is proposed. The results are processed by the method of mathematical statistics and data on application in the analysis are given.

Ключевые слова: аналитический реагент, 2-нитрозо-5-метоксифенол, 2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафталдегид, иммобилизация, ионы железа (II).

Keywords: analytical reagent, 2-nitroso-5-metoxifenol, 2-gidroxy-3-nitroso-1-naftaldegid, immobilisation, iron(II).

В связи с тем, что железо относится к наиболее опасным представителям экотоксикантов и характеризуется высокой персистентностью (длительной сохранностью в неизменном виде) и способностью хорошо накапливаться в растениях и почве, то контроль за его содержанием необходим и актуален [1-3].

Возможность избирательного извлечения металлов с применением комплексообразующих сорбентов для концентрирования ионов отдельных элементов из растворов сложного состава позволяет снизить предел обнаружения, устранить влияние матрицы, упростить градуировку, сделать методики анализов более простыми и быстрыми [4, 5]. В настоящее время чаще стали использовать сорбенты с иммобилизованными на них различными органическими реагентами [6-8].

Целью данной работы является разработка методики определения железа с применением новых органических реагентов на основе производных нитрозо-нафтолов, иммобилизованных на полимерные носители, 2-нитрозо-5-метоксифенол (ИМНМФ) и 2-гидрокси-3-нитрозо-1-нафталдегид (ИМГННА) при анализе вод и других природных объектов.

Обсуждение результатов

Для количественного определения железа (II) в реальных объектах водах, почвах, рудах, промышленных материалах и природных объектах, прежде всего, необходимо найти оптимальные условия его определения. Изучено влияние кислотности, температуры, и др. факторов на комплексообразование органических реагентов группы нитрозофенолов с ионами железа (табл.1).

Таблица 1.

Оптимальные значения pH комплексообразования

Природа комплекса	λ_{max} MeR, нм	λ_{max} HR, нм	$\Delta\lambda$	Оптимальное значение pH среды
Fe-ИМНМФ	670	440	230	5,0-6,0
Fe-ИМГННА	540	440	100	5,0-6,0

Установлено, какие посторонние компоненты будут оказывать мешающего влияния на аналитический сигнал железа (II) и соответственно, точность его определения. Для этого были составлены модельные бинарные, тройные и более сложные смеси

железа с посторонними мешающими металлами, предельно допустимые концентрации которых не оказывают существенного мешающего влияния на определяемые металлы (табл.2).

Таблица 2.

Результаты сорбционно-фотометрического определения железа с иммобилизованным в бинарных, тройных и более сложных модельных смесях ($P=0,95$; $n=5$)

Состав анализируемой смеси, мкг	Найдено Fe, мкг ($\bar{x} \pm \Delta X$)	S	S _r
Fe(10,0)+ Co(10,0);	10,01±0,35	0,01	0,03
Fe(1,0)+Zn(15,0);	0,94±0,09	0,08	0,08
Fe(1,0)+Pb(2,0)	0,94±0,09	0,08	0,084
Fe(2,0)+Pb(1,0)+Cu(1,0);	1,96±0,18	0,16	0,081
Fe (2,0)+Pb(1,0)+ Cu(10,0);	2,03±0,21	0,19	0,096
Fe(2,0)+Cu(2,0)+Pb(10,0);	1,96±0,18	0,16	0,08
Fe(1,0)+Pb(1,0)+Cr(1,0);	1,06±0,21	0,19	0,10
Cu(1,0)+Pb(1,0)+ Fe(13,0)+Cr(10,0);	1,04±0,12	0,11	0,11
Cu(5,0)+Pb(3,0)+Fe(15,0)+Mn(10,0);	4,88±0,68	0,59	0,12
Fe (10,0)+ Cu(5,0)+Zn(15,0)+Co(2,0)+ Al (10,0)+ Ni (10,0).	9,82±0,13	0,25	0,14
K ⁺ ,Na ⁺ (1000)+Co ²⁺ (50)+Ni ²⁺ (50)+Al ³⁺ (10)+Cd ²⁺ (5)+Mn ²⁺ (1)+Fe ³⁺ (100)	49,78	0,026	2,05

Таблица 3.

**Результаты проверки методики определения железа с помощью ИМНМФ в водной среде
в модельных растворах (n=5, P=0,95)**

Введено железа, мг/л	Найдено железа, мг/л	S	Sr
0,02	0,019±0,003	0,0012	0,064
0,04	0,041±0,004	0,0014	0,035
0,06	0,058±0,006	0,0021	0,035
0,08	0,080±0,002	0,0013	0,016

Полученные результаты по сорбционно-спектроскопическому определению железа (II) в индивидуальных растворах, а также результатов, полученных при изучении влияния посторонних мешающих катионов, можно заключить, что определение ионов железа (II) в модельных смесях вполне возможно с

целью последующего их применения в анализе реальных природных объектов и промышленных материалов.

Разработанные методики сорбционно-спектроскопического определения ионов железа (II) применены к анализу реальных объектов приведены в таблицах 4-5.

Таблица 4.

**Результаты определения железа в образцах вод
(V=100 см³; P=0,95; n=5, λ=670 нм, pH=5,6)**

№	Введено Fe ²⁺ , мкг	ΔR	F(ΔR)	Найдено Fe ²⁺ , Мкг	X	S	Sr
1	10,00	0,073	5,886	9,63	9,82	0,250	0,026
		0,074	5,794	10,00			
		0,074	5,794	10,00			
		0,073	5,886	9,63			
2	10,00	0,074	5,794	10,00	10,23	0,186	0,018
		0,075	5,704	10,40			
		0,074	5,794	10,00			
		0,073	5,886	9,63			

Таблица 5.

Результаты проверки методики определения железа ИМНМФ и ИМГННА на образцах вод (n=5, P=0,95)

Проба	Топилган Fe, мкг/дм ³ ($\bar{x} \pm \Delta X$)	n	S	Sr
Р.Чирчик	10,21±0,09	5	0,11	0,090
Р.Ангрен	10,47±0,19	4	0,12	0,082
Р.Анхор	9,73±0,14	4	0,09	0,092

Правильность результатов определения железа в реальных образцах вод подтверждена методом «введено-найденно», методом добавок, атомно-абсорбционным и атомно-эмиссионным методами.

Из таблиц 4-5 видно, что разработанные методики определения железа(II) с помощью ИМОР позволяют получить правильные и воспроизводимые результаты с Sr не превышающим 0,092, что указывает на метрологически обоснованную рекомендацию предлагаемых методик для анализа вод.

Показано, что по метрологическим характеристикам и аналитическим параметрам разработанные методики сорбционно-спектроскопического определения железа(II) превосходят известные, применяемые

в химических лабораториях методики определения с использованием нативных органических реагентов. Таким образом, синтезированные реагенты селективны к иону железа (II), простота и скорость концентрирования в сочетании с инструментальными методами определения без десорбции металла прямо на поверхности твердого волокнистого сорбента обуславливают экспрессность анализов и возможность их использования в практике химического анализа при определении ионов железа (II) в различных объектах. Правильность результатов определения железа в реальных образцах вод подтверждена методом «введено-найденно», методом добавок, атомно-абсорбционным и атомно-эмиссионным методами.

Список литературы:

1. Женихов Н.А., Дианова Д.Г. Металлы в окружающей среде и их влияние на здоровье человека // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. -2017. -№ 1(4). -С. 72-74.
2. Шачнева Е.Ю. Воздействие тяжелых токсичных металлов на окружающую среду // Научный потенциал регионов на службу модернизации. -2012. -№ 2 (3). -С. 127-134.
3. Филон В.А. Химические загрязнители окружающей среды, токсикология и вопросы информации // Рос. хим. журнал. -2004. -Т. 48. -№ 2. -С. 4-8.
4. Сманова З.А., Мадусманова Н.К. Сорбционно-спектроскопическое определение железа (II) иммобилизованными нитрозосоединениями. UNIVERSUM: химия и биология электрон научный журнал.-Россия, 2018.- № 9(51) – С. 11-13.
5. Золотов Ю.А., Цизин Г.И., Дмитриенко С.Г., Моросанова Е.И. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов из растворов: применение в неорганическом анализе. М.: Наука, 2007. 320 с.
6. Моросанова Е.И., Великородный А.А., Никулин И.В., Пуганова Е.А., Золотов Ю.А. Ксерогели, модифицированные 1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом и ксиленоловым оранжевым. Индикаторные трубки для определения меди(II) и железа(III) в растворах // Журн. аналит. химии. -2000.-Т.55.- №.5- С.539-545.
7. Madusmanova N.K., Smanova Z.A., Zhuraev I.I. Properties of the New Analytical Reagent 2-Hydroxy-3-Nitrosonaphthaldehyde// Journal of Analytical Chemistry, 2020, 75(1), стр. 135–138.
8. Мусаев У.Н., Мухамедиев М.Г., Икрамова М.Э. // Научный вестник НамГУ.2001.№ 2. С. 117.
9. Н.К Мадусманова, ЗА Сманова Сорбционно-спектрофотометрическое определения иона кобальта // CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES 2 (5), 179-183
10. ФБ Исакулов, А А Набиев, СБ Рахимов, НК Имамова, ЗА Сманова, ХС Таджимухамедов Свойства нового синтезированного аналитического реагента 2-нитрозо-5-метоксифенола // Science and Education 1 (3)
11. Р.М. Мирзахмедов, Н.К. Мадусманова, З.А. Сманова Сорбционно-Фотометрическое Определение Иона Рения С Иммобилизованным Органическим Реагентом //CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES 2 (3), 89-93.

СОРБЦИЯ ИОНОВ СЕРЕБРА НА ТВЕРДЫХ ЭКСТРАГЕНТАХ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ

Пардаев Отабек Тохтамишович

докторант кафедры «Неорганическая химия»
Национального университета Узбекистана им. М. Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: otabekpardaev81@mail.ru

Даминова Шахло Шариповна

д-р хим. наук, и/о профессора кафедры «Неорганическая химия»
Национального университета Узбекистана им. М. Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: daminova_sh@mail.ru

SORPTION OF SILVER IONS ON SOLID EXTRAGENTS BASED ON POLYMERIC MATRICES

Otabek Pardaev

Doctoral student of the Department of Inorganic Chemistry
National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Shahlo Daminova

Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Inorganic Chemistry
of the National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek,
Republic of Uzbekistan, Tashkent
E-mail: daminova_sh@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Изучены сорбционные свойства импрегнированных сорбентов на основе полимерной матрицы PAD600 по отношению к ионам серебра. Определены параметры сорбционного извлечения ионов серебра. Экспериментальные изотермы сорбции ионов серебра обработаны в рамках моделей сорбции Ленгмюра и Фрейндлиха. Установлено, что лучшими сорбционными свойствами по отношению к ионам серебра обладают сорбенты, импрегнированные с 2-аминобензимидазолом (ABI).

ABSTRACT

The sorption properties of impregnated sorbents based on the PAD600 polymer matrix with respect to silver ions have been studied. The parameters of the sorption extraction of silver ions were determined. The experimental isotherms of the sorption of silver ions were processed within the framework of the Langmuir and Freundlich sorption models. It was found that sorbents impregnated with ABI have the best sorption properties with respect to silver ions.

Ключевые слова: серебро, сорбция, изотерма, импрегнат, твердые экстрагенты, аминобензимидазол, диизопротилдитиофосфорная кислота, дифенилтиокарбазон, диэтилдитиокарбамат.

Keywords: silver, sorption, isotherm, impregnate, solid extractants, aminobenzimidazole, diisopropylthiophosphoric acid, diphenylthiocarbazone, diethyldithiocarbamate

Введение. В настоящее время в мире проводятся целенаправленные исследования в области поиска новых материалов для выделения благородных металлов из растворов с помощью «твердых экстрагентов» (ТВЭК), комбинирующих сорбционные свойства углеродных и/или полимерных сорбентов с различными жидкими органическими экстрагентами. Определяющим в выборе сырья для сорбента и экстрагента является возможность увеличения степени выделения металлов из растворов. ТВЭКсы имеют

большое значение для селективного отделения и концентрирования ионов металлов из водных растворов [1-2]. Свойства таких сорбентов в основном зависят от выбранного экстрагента и матрицы. Среди различных методов твердофазная экстракция получила большое внимание из-за простой процедуры применения, простой методологии и высокой чувствительности [3-5].

Разнообразные материалы, такие как полимерные смолы [6], ионообменники [7], модифицированный

диоксид кремния [8], оксид алюминия [9] и активированный уголь [10] используются для твердофазной экстракции в качестве матриц. Особенно широко используются полимерные матрицы импрегнированные различными органическими лигандами [11–12]. Макропористые гидрофобные смолы серии Amberlite XAD являются хорошей опорой для пропитки органическими и неорганическими реагентами [13–16].

Импрегнированные экстрагенты включающие кислые фосфорорганические соединения, такие как ди(2-этилгексил)фосфорная кислота [17–19] и моно-2-этилгексиловый эфир 2-этилгексилфосфоновой кислоты [20], бифункциональное фосфорорганическое соединение [21] используются для извлечения металлов из многокомпонентных смесей в различных аналитических целях. Также были получены и изучены некоторые другие экстрагенты, такие как три-н-октиламин [22], четвертичные алкиламмониевые соли [23], три-н-додециламмонийхлорид [24], 1- (2-пиридилазо) -2-нафтол [14] и краун-эфиры [25].

Серебро признано токсичным элементом для биологических систем. Низкий уровень воздействия соединений серебра широко распространен из-за использования растворимых соединений серебра для дезинфекции питьевой воды. Во многих странах фильтры, импрегнированные серебром, используются для очистки воды, а концентрация серебра до 50–200 lg L^{-1} разрешена для контроля антимикробной активности без риска для здоровья человека [26]. При разделении ионов серебра используются различные твердые экстрагенты. Макропористая и неионогенная смола Amberlite XAD-16 в качестве твердого сорбента и N,N-диэтил-N'-бензоилтиомочевина (DEBT) в качестве хелатирующего агента были использованы для селективного разделения и концентрирования серебра [27]. Также были получены и изучены сорбционные свойства альгинатных микрокапсул, содержащих бис (2,4,4-триметилпентил) монотиофосфиную кислоту (Суапех 302), для сорбции ионов серебра [28]. В твердофазной экстракции для эффективного разделения и концентрирования следовых количеств благородных металлов Au, Ag и Pd были использованы диоксид титана нанометрового размера [29]. Полученные ТВЕКС успешно применены для анализа геологических проб с удовлетворительными результатами. Разработана методика твердофазной экстракции для концентрирования свинца, серебра и палладия в образцах окружающей среды с использованием мембранных дисков из октадецилсиликагеля, модифицированных макроциклическими краун-эфирами (DBzDA18C6) [30].

Таким образом, было интересно изучить сорбционные свойства ионов серебра твердыми экстрагентами, импрегнированными органическими лигандами.

В данном исследовании различные классы органических реагентов, такие как аминокбензимидазол (ABI), диизопропилдитиофосфорная кислота (DADTF), дифенилтиокарбазон (Dtz), диэтилдитиокарбамат натрия (DEDTK) были импрегнированы на полимерном носителе PAD600 для селективной сорбции ионов серебра из водных растворов.

Методы и материалы

В качестве твердых носителей использовали сополимер стирола с дивинилбензолом PAD600 (Purolite), с удельной поверхностью $S_{\text{вст}} = 792 \text{ м}^2/\text{г}$ и общим объемом пор $V_t = 1,3 \text{ мл/г}$.

В качестве импрегнирующих соединений использовали 2-аминобензимидазол (ABI), диизопропилдитиофосфорная кислота (DADTF), дифенилтиокарбазон (Dtz), диэтилдитиокарбамат натрия (DEDTK). Все лиганды, которые использовали для получения сорбентов, используются без дополнительной очистки. Азотная кислота и гидроксид натрия были использованы в полученном виде. Стандартный раствор (1,00 г/л) Ag был приготовлен растворением AgNO_3 (Merck) в дистиллированной воде. Все использованные реагенты были аналитической чистоты.

Анализ микроструктуры проводили на электронном микроскопе Zeiss EVO MA 10 (Carl Zeiss, Германия) с приставкой энергодисперсионного анализа ЭДХ.

Значения pH контролировались с помощью pH-метра 320-S (Mettler Toledo Instruments, Китай).

Твердые экстрагенты были получены по методу, описанному в литературе [31,32]. Полученные сорбенты названы следующим образом: PAD600-AMB, PAD600-DiPDTF, PAD600-Dtz, PAD600-DEDTK.

Сорбцию ионов серебра изучали в статическом режиме, для чего навески сорбентов по 0,01 г помещали в колбы с водными растворами нитрата серебра с концентрациями от 5 до 10 мг/л объемом 30 мл. Концентрации ионов серебра до и после сорбции определяли атомно-абсорбционным методом (PE 30-30Б, Perkin Elmer, США). Удельное содержание ионов серебра на сорбентах находили по разности количества металла в растворе до и после контакта с полученными твердыми экстрагентами. Величину сорбции рассчитывали по формуле:

$$q_e = \frac{(C_i - C_e) \cdot V}{C_i \cdot m} \quad (1)$$

Для определения степени извлечения ионов серебра использовали следующую формулу:

$$R_{\%} = \frac{(C_i - C_e)}{C_i} \cdot 100\% \quad (2)$$

Коэффициент распределения (K_D , мл/г) рассчитывали по формуле:

$$K_D = (C_{\text{равн. Ag в твердой фазе}}) / (C_{\text{равн. Ag в растворе}}) \quad (3)$$

Результаты и обсуждение

При помощи электронной микроскопии рассмотрено распределение органических реагентов на поверхности PAD600 (рис.1). На основании данных электронной микроскопии и энергодисперсионного анализа можно заключить, что импрегнирование сорбентов приводит к изменению микроструктуры сорбента, в частности, на поверхности сорбента и внутри гранул зафиксированы атомы N и S –содержащих функциональных групп органического реагента, что подтверждено ЭДХ.

Рисунок 1. SEM-EDX для PAD600-DEDTK после сорбции раствором Ag^+

Изотерма сорбции - это зависимость количества адсорбированного вещества (величины адсорбции) от парциального давления этого вещества в газовой фазе или от концентрации раствора при постоянной температуре. Для качественного анализа изотерм используется классификация изотерм Брунауэра, основанная на связи между изотермической формой и механизмом адсорбции [33]. Это позволяет оценить механизм адсорбции и размер пор в исследуемом материале. Для оценки сорбционных свойств и подтверждения механизма сорбции ионов серебра

были получены изотермы сорбции. Зависимость равновесного количества сорбированного вещества от равновесной концентрации ионов серебра показана на рис. 2.

Как видно из рисунка, с увеличением концентрации раствора сорбционная емкость сорбентов по отношению к иону серебра увеличивается. Форма изотермы сорбции ионов серебра в пропитанных сорбентах указывает на то, что кривая изотермы сорбции является относительно высокой в сорбентах на основе PAD600-ABI.

Рисунок 2. Изотерма сорбции ионов серебра в импрегнированных сорбентах на основе PAD600

Для анализа экспериментальных данных использовались изотермические модели Ленгмюра и Фрейндлиха. Изотерма Ленгмюра предполагает, что сорбция происходит на однородной поверхности без каких-либо латеральных взаимодействий между молекулами сорбента [34-35]. Уравнение Фрейндлиха используется для описания гетерогенных систем и описывает обратную сорбцию, а поглощение ионов

металлов на поверхности сорбента основано на образовании нескольких слоев [36-38]. Эта изотерма показывает, что поверхность неоднородна и что распределение активных центров и их энергии экспоненциально.

На рисунке 3 показаны линейные формы изотерм сорбции. Полученные константы и коэффициенты корреляции приведены в таблице 1.

а)

б)

Рисунок 3. Изотерма сорбции ионов серебра, построенная в координатах линейной формы уравнений Ленгмюра (а) и Фрейндлиха (б)

Таблица 1.

Параметры процессов сорбции ионов серебра на импрегнированных сорбентах при использовании моделей по Ленгмюру и Фрейндлиху

Сорбенты	Параметры Ленгмюра				$\Delta G = -RT \ln K$	Параметры Фрейндлиха		
	q_0		B	R^2		K_f	n	R^2
	mmol/g	mg/g	l/mmol		kJ/mol			
PAD600-ABI	34.72	3750	0.28	0.8588	-20.12	3.36	1.01	0.9539
PAD600-Dtz	129.87	14026	0.02	0.5883	-18.36	1.65	0.92	0.9973
PAD600-DEDTK	128.21	13846	0.01	0.5831	-18.30	1.61	0.99	0.9926
PAD600-DiPDTF	111.11	12000	0.01	0.3998	-17.86	1.35	0.96	0.9979

Анализ полученных результатов показал, что модель Фрейндлиха подходит лучше, чем модель Ленгмюра. Это свидетельствует об отсутствии активных центров с одинаковой энергией на поверхности импрегнированных сорбентов, т.е. граничные условия для применения мономолекулярной слоистой модели Ленгмюра не выполняются. Кроме того, константа K_f имеет максимальное значение для PAD600-ABI, подтверждая, что ион серебра более полно абсорбируется на поверхности матрицы PAD600 импрегнированный ABI.

Значения K_f подтверждают, что ионы серебра самые высокие в сорбенте PAD600-ABI. На основании значений K_f была получена следующая линия, показывающая уменьшение скорости поглощения сорбированных ионов серебра сорбентами, полученными на основе PAD600:

Константа n характеризует интенсивность сорбции и распределение активных центров. Если $n < 1$ энергия связи возрастает, при $n > 1$ энергия связи между сорбентом и ионами металлов уменьшается по мере заполнения поверхности, в случае $n = 1$ все сорбционные центры эквивалентны. Из величины n

можно сделать вывод о том, что при сорбции ионов серебра увеличивается энергия связи между сорбентом и ионом металла.

Значения коэффициентов корреляции (R^2) показывают, что сорбция исследуемых ионов металлов лучше всего описывается моделью Фрейндлиха. Отрицательные значения стандартной энергии Гиббса указывают на термодинамическую стабильность исследуемых сорбентов и селективность исследуемых сорбентов по отношению к ионам серебра.

Кроме того, сорбция Ag^+ включает сильное химическое взаимодействие с импрегнированными органическими лигандами (ABI, Dtz, DEDTK, DiPDTF). Следовательно, электростатические взаимодействия и химические взаимодействия способствуют сорбции Ag^+ в полученных сорбентах. Также необходимо учитывать влияние других параметров, таких как природа матриц, стабильность комплексов металлов, гидрофобность поверхности, морфология и химическое состояние.

Выводы. Исследованы сорбционные свойства импрегнированных сорбентов на основе полистироладивинилбензола (PAD600) по отношению к иону серебра. Определены оптимальные условия сорбции в статических условиях серебра на всех импрегнированных сорбентах. Рассчитаны сорбционные емкости сорбентов по иону серебра, коэффициент распределения и

степень извлечения. Опираясь на полученные результаты можно заключить, что процесс сорбции носит как физический характер, так и включает прочное химическое взаимодействие между органическими лигандами (ABI, Dtz, DEDTK, DiPDTF) и металлом.

Избирательность адсорбции ионов серебра определяется природой поверхности PAD600 и способностью к образованию прочных координационных соединений с импрегнатами.

Список литературы:

1. Madbouly H.A., El-Hefny N.E., El-Nadi Y.A. (2021). Adsorption and separation of terbium (III) and gadolinium (III) from aqueous nitrate medium using solid extractant. *Separation Science and Technology*, 56(4), 681-693.
2. Ansari S.A., Mohapatra P.K. (2017). A review on solid phase extraction of actinides and lanthanides with amide based extractants. *Journal of Chromatography A*, 1499, 1-20.
3. Majors R.E.: Sample preparation for HPLC and gas chromatography using solid phase extraction. LC-GC 4, 972-976 (1989).
4. Sturgeon, R.E., Berman, S.S., Desaulniers, A., Russell, D.S. (1980). Preconcentration of trace metals from sea water for determination by graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Talanta*, 27, 85-94.
5. Camel, V. (2003). Solid phase extraction of trace elements. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 58, 1177-1233.
6. Saha, B., Gill, R.J., Bailey, D.G., Kabay, N., Arda, M. (2004). Sorption of Cr(VI) from aqueous solution by amberlite XAD-7 resin impregnated with Aliquat 336. *Reactive & Functional Polymers*, 60, 223-244.
7. Malla, M.E., Alvarez, M.B., Batistoni, D.A. (2002). Evaluation of sorption and desorption characteristics of cadmium, lead and zinc on Amberlite IRC-718 iminodiacetate chelating ion exchanger. *Talanta*, 57, 277-287.
8. Zougagh, M., Pavon, J.M. C., de Torres, A.G. (2005). Chelating sorbents based on silica gel and their application in atomic spectrometry. *Anal. Bioanal. Chem.*, 381, 1103-1113.
9. Soliman, E.M., Saleh, M.B., Ahmed, S.A. (2006). Alumina modified by dimethyl sulfoxide as a new selective solid phase extractor for separation and preconcentration of inorganic mercury(II). *Talanta*, 69, 55-60.
10. Yusof, A.M., Rahman, M.M., Wood, A.K. H. (2007). Adsorption of some toxic elements from water samples on modified activated carbon, activated carbon, and red soil using neutron activation analysis. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 271, 191-197.
11. Kabay, Nalan., Arda, Müşerref., Saha, B., Streat, M. (2003). Removal of Cr (VI) by solvent impregnated resins (SIR) containing aliquat 336. *Reactive and Functional Polymers*, 54(1-3), 103-115.
12. Daminova, S.S., Kadirova, Z.C., Sharipov, K.T., Talipov, S.A., Hojamberdiev, M. (2020). Alkyl substituents of P, S, N-containing organic ligands influencing the uptake of Au³⁺ and Pt²⁺ ions over a hydrophobic hypercrosslinked polymeric sorbent. *Polyhedron*, 184, 114568.
13. Moon, J.K., Han, Y.J., Jung, C.H., Lee, E.H., Lee, B.C. (2006). Adsorption of rhenium and rhodium in nitric acid solution by amberlite XAD-4 impregnated with aliquat 336. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 23, 303-308.
14. Raju, C.S. K., Srinivasan, S., Subramanian, M.S. (2005). New multi-dentate ion-selective AXAD-16-MOPPA polymer for the preconcentration and sequential separation of U(VI), Th(IV) from rare earth matrix. *Separation Science and Technology*, 40, 2213-2230.
15. Gok, C., Seyhan, S., Merdivan, M. (2007). Separation and preconcentration of La³⁺, Ce³⁺ and Y³⁺ using calix[4]resorcinarene impregnated on polymeric support. *Microchim. Acta*, 157, 13-19.
16. Baytak, S., Balaban, A., Turker, A.R., Erk, B. (2006). Atomic absorption spectrometric determination of Fe(III) and Cr (III) in various samples after preconcentration by solid phase extraction with pyridine-2-carbaldehyde thiosemicarbazone. *Journal of Analytical Chemistry*, 61, 476-482.
17. Juang, R.S., Lee, S.H. (1996). Column separation of divalent metals from sulfate solutions using impregnated resins containing di (2-ethylhexyl) phosphoric acid. *Reactive and Functional Polymers*, 29(3), 175-183.
18. Cortina, J.L., Miralles, N., Aguilar, M., & Sastre, A.M. (1994). Solvent impregnated resins containing di(2-ethylhexyl)phosphoric acid. II. study of the distribution equilibria of Zn (II), Cu (II) AND Cd (II). *Solvent Extraction and Ion Exchange*, 12(2), 371-391.
19. Akita, S., & Takeuchi, H. (1993). Sorption equilibria of pyridine derivatives in aqueous solution on porous resins and ion exchange resins. *Journal of chemical engineering of Japan*, 26(3), 237-241.
20. Juang, R.S., Chen, M.L. (1997). Competitive sorption of metal ions from binary sulfate solutions with solvent-impregnated resins. *Reactive and Functional Polymers*, 34(1), 93-102.
21. Horwitz, E.P., Chiarizia, R., Dietz, M.L., Diamond, H., & Nelson, D.M. (1993). Separation and preconcentration of actinides from acidic media by extraction chromatography. *Analytica Chimica Acta*, 281(2), 361-372.
22. S. Akita, H. Takeuchi, J. Chem. Eng. Jpn. 23 (1990) 439.

23. Horwitz, E.P., Dietz, M.L., Chiarizia, R., Diamond, H., Maxwell III, S.L., Nelson, M.R. (1995). Separation and preconcentration of actinides by extraction chromatography using a supported liquid anion exchanger: application to the characterization of high-level nuclear waste solutions. *Analytica Chimica Acta*, 310(1), 63-78.
24. Villaescusa, I., Salvadó, V., & De Pablo, J. (1997). Solid-liquid extraction of Au (III) from aqueous chloride solutions by tri-n-dodecylammonium chloride impregnated in Amberlite XAD-2 resin. *Reactive and Functional Polymers*, 32(2), 125-130.
25. Ferreira, S.L., de Brito, C.F., Dantas, A.F., de Araujo, N.M. L., Costa, A.S. (1999). Nickel determination in saline matrices by ICP-AES after sorption on Amberlite XAD-2 loaded with PAN. *Talanta*, 48(5), 1173-1177.
26. Gomez, M.M., Haligo Garcia, M.M., Palacios, C. (1995). On-line preconcentration of silver on a sulfhydryl cotton microcolumn and determination by flow injection atomic absorption spectrometry. *Analyst*. 120, 1911-1915
27. Refiker, Hürmüs, Melek Merdivan, and R. Sezer Aygün. (2008). Solid-phase extraction of silver in geological samples and its determination by FAAS. *Separation Science and Technology*. 43.1: 179-191.
28. Outokesh, Mohammad, et al. (2006). Equilibrium and kinetics of silver uptake by multinuclear alginate microcapsules comprising an ion exchanger matrix and Cyanex 302 organophosphinic acid extractant. *Industrial & engineering chemistry research*. 45.10 3633-3643.
29. Qing, Yongchao, et al. (2003). Adsorption behavior of noble metal ions (Au, Ag, Pd) on nanometer-size titanium dioxide with ICP-AES. *Analytical sciences*. 19. 10, 1417-1420.
30. Khayatian, Gholamreza, and Shahed Hassanpoor. (2012). Simultaneous separation and extraction of Ag (I), Pb (II) and Pd (II) ions by solid phase method and determination of these ions by flame atomic absorption spectrometry. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry*. 73.1-4: 151-159.
31. Daminova, S.S., Kadirova, Z.C., Sharipov, K.T., Stoyko, O.V., Chepulsky, S.A., Adewuyi, A., Hojamberdiev, M. (2017). Diisopropylthiophosphoric acid-impregnated macroporous non-ionogenic styrene-divinylbenzene polymeric sorbent (Porolas) for effective copper extraction. *Journal of industrial and engineering chemistry*, 55, 204-214.
32. Sharipov, K. T., Daminova, S. S., Kadirova, Z. C., Esbergenova, B. Z., Khaltursunov, E., Hojamberdiev, M. (2020). Maximizing the zinc ions removal by organic ligand-stabilized conjugate polystyrene macronet material. *Microchemical Journal*, 153, 104523.
33. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. Пер. с англ. 2-е изд. – М. : Мир, 1984. – 306 с.
34. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий. – М.: Химия, 1976. – 512 с.
35. Hojamberdiev M., Daminova S.S., Kadirova Z.C., Sharipov K.T., Mtalo F., Hasegawa M. Ligand-immobilized spent alumina catalyst for effective removal of heavy metal ions from model contaminated water // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. -2018. 6(4), -P. 4623-4633. doi.org/10.1016/j.jece.2018.06.070
36. Соловьева Ю.В., Юстратов В.П., Васильева И.В., Голубева Н.С. Технология адсорбционного извлечения ионов ртути из водных растворов // *Международный научно-исследовательский журнал*. -2021. (1-2 (103)).
37. Mohammedi H., Miloudi H., Tayeb A., Bertagnolli C., Boos A. (2019). Study on the extraction of lanthanides by a mesoporous MCM-41 silica impregnated with Cyanex 272 // *Separation and Purification Technology*. 209, 359-367. doi.org/10.1016/j.seppur.2018.07.035
38. Daminova Sh.Sh., Kadirova Z.Ch., Sharipov H.T. Sorption of Ag(I) ions on solid impregnated resins PAD-600 and PAD 400 // *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences* -2016. № 11-12. –P. 60-63.

**УГОЛЬНО-ПАСТОВЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ
РАЗЛИЧНЫМИ ОРГАНИЧЕСКИМИ РЕАГЕНТАМИ****Зияев Дилшод Абдуллаевич**

доц. химического факультета,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: Dil_analitik@mail.ru

Атакулова Наргиза Абдиганиевна

докторант химического факультета,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Сайфиев Максуд Насирдин угли

стажер-исследователь химического факультета,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: msayfiyev351@gmail.com

Ахмаджонов Улугбек Гулом угли

магистр химического факультета,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Бокиев Кудрат Сирожиддин угли

магистр химического факультета,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

CARBON-PASTE ELECTRODES MODIFIED WITH VARIOUS ORGANIC REAGENTS**Dilshod Ziyayev**

docent of the chemical faculty
of the National University of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Nargiza Atakulova

PhD- student of the chemical faculty
of the National University of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Maqsud Sayfiyev

research trainee of the chemical faculty
of the National University of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Ulugbek Axmadjonov

master of the chemical faculty
of the National University of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Qudrat Boqiyev

master of the chemical faculty
of the National University of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Синтезированы новые угольно-пастовые электроды, модифицированные различными органическими реагентами, которые использованы в качестве аналитического реагента на ионы тяжелых металлов. Строение модифицированных угольно-пастовых электродов изучено методом электронной микроскопии. Найдены оптимальные условия модификации электродов. Изучены физико-химические свойства, результаты обработаны методом математической статистики.

ABSTRACT

New carbon-paste electrodes have been synthesized, modified with various organic reagents, which are used as an analytical reagent for heavy metal ions. The structure of the modified carbon-paste electrodes was studied by electron microscopy. Optimal conditions for the modification of the electrodes are found. The physicochemical properties were studied, the results were processed by the method of mathematical statistics.

Ключевые слова: угольно-пастовые электроды, модификация, инверсионно-вольтамперометрические методы, ионы тяжелых металлов.

Keywords: carbon-paste electrodes, modification, inversion-voltammetric methods, heavy metal ions.

Одним из распространенных видов антропогенного загрязнения является поступление в окружающую среду тяжелых токсичных металлов (ТМ), к которым относится большая группа химических элементов с атомной массой более 50 (ртуть, свинец, олово, кадмий, медь, кобальт, марганец, хром, цинк, никель, селен, молибден и др.) [14; 11]. Основными источниками их поступления в среду обитания человека являются стоки и газовые выбросы промышленных предприятий, выхлопы автомобильного транспорта, товары бытовой химии (в том числе косметические и гигиенические препараты) и средства защиты растений [3].

Попадая через органы дыхания и пищеварения в организм человека, тяжелые металлы аккумулируются в различных тканях с последующим токсическим воздействием на организм. Эти токсиканты в малых дозах оказывают неспецифическое воздействие, которое клинически идентифицировать сложно и не всегда представляется возможным. Информативным диагностическим показателем при этом являются исследование и определение содержания ионов ТМ в биологических средах [9; 4; 13]. Для проведения такого анализа необходим метод с высокой чувствительностью, селективностью и экспрессностью определений различных веществ в широком диапазоне их содержаний. Этим требованиям отвечает инверсионная вольтамперометрия (ИВ), в первую очередь в силу своей чувствительности, нижней границы определяемых концентраций (C_n) ($n \cdot 10^{-5}$ мг/дм³), что значительно ниже уровня предельно допустимой концентрации (ПДК) для промышленных и биологических объектов [2].

В этой связи становится необходимым контроль содержания ТМ в объектах, служащих путями проникновения металлов в организм, а также в биосубстратах, характеризующих степень его интоксикации [12].

Целью работы явились создание нового модифицированного угольно-пастового электрода (УПЭ) и на его основе оптимизация условий и разработка экспрессных, селективных и высокочувствительных ИВ-методик определения ионов в объектах окружающей среды на уровне ПДК и ниже с высокими метрологическими и эксплуатационными характеристиками (правильность, воспроизводимость, экспрессность и т.д.).

Проведена оптимизация температурного режима набора угольной пасты. Результаты испытания изготовленных образцов УПЭ показали, что свойства электродов сильно зависят от температуры набора пасты в полиэтиленовую оснастку.

Кроме того, нужно учесть тот факт, что при наборе смеси графитового порошка, модификатора и воска необходимо температуру довести только до 100 °С, поскольку при более высокой ее величине может происходить термическое разложение введенного органического модификатора, лишь после соблюдения этих правил и по мере остывания ЭДТА можно набирать пасту в полиэтиленовые трубочки – оснастки. В противном случае рабочая поверхность созданного таким образом электрода становится непригодной для механического обновления и не обладает зеркальным блеском, что особенно важно и необходимо при регенерации поверхности УПЭ. При этом после набора пасты во избежание образования пустот в трубочке изготовленные электроды необходимо оставлять до полного затвердевания пасты в вертикальном положении в течение 10–15 дней, что связано со стеканием угольной пасты в жидком состоянии к низу полиэтиленовой оснастки за счет гравитационных сил.

Было установлено, что оптимальная температура набора пасты в электрод находится в области 80–100 °С, поскольку при таком порядке набора и температурном режиме обнаруживаются наилучшие по воспроизводимости и правильности АС созданных электродов по сравнению с таковыми, изготовленными при других условиях и температурных режимах набора. Некоторые из полученных нами данных по оценке оптимального набора пасты и температурного режима при создании УПЭ приведены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что наилучшие по высоте пики, достоверные и правильные результаты ИВ определения иония получены при температуре в области 80–90 °С, а также были получены результаты аналогичного исследования, обнаруженные при определении тория и сурьмы в аналогичной области температур набора угольной пасты в УПЭ.

Таблица 1.

Результаты влияния условий набора угольной пасты и температурного режима на метрологические характеристики созданного модифицированного УПЭ ($C_{\text{In}} = 2,5 \text{ мкг}$)

Температура набора пасты в электрод, °C	E_m , В	Найдено I_n , мкг ($\bar{x} \pm \Delta X$; $P = 0,95$)	Высота пика, мм	n	S	S_r
110	—	—	—	—	—	—
105	—	—	—	—	—	—
100	–0,34	$1,0 \pm 0,35$	26	4	0,22	0,222
95	–0,34	$2,15 \pm 0,22$	70	5	0,18	0,083
90	–0,32	$2,45 \pm 0,20$	68	5	0,16	0,065
85	–0,35	$2,49 \pm 0,14$	76	4	0,09	0,036
80	–0,28	$2,53 \pm 0,13$	71	5	0,11	0,043
75	0,28	$2,44 \pm 0,17$	65	5	0,14	0,057
70	—	$1,50 \pm 0,36$	—	4	0,23	0,153

(E_m – потенциал накопления, S – стандартное отклонение, относительное стандартное отклонение).

Одна из важнейших задач создания модифицированных различными органическими комплексообразующими реагентами УПЭ, обуславливающих их метрологические характеристики и аналитические параметры, – это природа и концентрация модификатора [10]. Как известно, электрохимическое накопление (концентрирование) определяемых аналитов происходит на рабочей поверхности электрода за счет протекания окислительно-восстановительной и комплексообразующей реакций, в результате которых восстановление определяемого металла и его выделение происходит достаточно легко и в свободном состоянии.

При этом введение органических модификаторов в угольную пасту должно значительно повышать

скорость электроосаждения тяжелых токсичных металлов на рабочей поверхности созданного электрода за счет увеличения числа активных центров на УПЭ, непосредственно связанных с органическими реагентами в комплекс с определяемым металлом [7].

Для подтверждения этого теоретического предположения и экспериментального подтверждения были получены микроскопические съемки рабочей поверхности созданных УПЭ, модифицированных различными органическими комплексообразующими реагентами при помощи электронного микроскопа BS-500, увеличивающего в 25 тысяч раз. Некоторые из полученных нами электронных снимков представлены на рис. 1.

Рисунок 1. Микроскопические снимки рабочих поверхностей созданных УПЭ, модифицированных различными органическими селективными реагентами, снятые с помощью электронного микроскопа BS-500:

- 1 – УПЭ, изготовленный без модификатора (увеличение в 25000 раз);
- 2 – УПЭ, модифицированный дитизоном (увеличение в 25000 раз);
- 3 – УПЭ, модифицированный ЭДТА (увеличение в 25000 раз);
- 4 – УПЭ, модифицированный купфероном (увеличение в 25000 раз);
- 5 – УПЭ, модифицированный 8-оксихинолином, микроскопическая съемка (увеличение в 100000 раз);
- 6 – УПЭ, модифицированный 8-оксихинолином, микроскопическая диапозитивная съемка (увеличение в 100000 раз)

Как видно из микроскопических снимков, созданные нами УПЭ, модифицированные различными органическими комплексообразующими реагентами, имеют довольно большую и развитую рабочую поверхность, а также активные центры, обуславливающие их более высокую чувствительность и селективность, чем электроды без модификаторов [5].

Определение различных тяжелых токсичных металлов при помощи созданных нами электродов является вполне закономерным, оправданным, логичным и завершающим этапом проводимого нами исследования, без которого невозможно располагать полной информацией предсказания и установления истинной картины метрологических характеристик и аналитических параметров изготовленных УПЭ, модифицированных различными по природе органическими комплексообразующими реагентами.

Изучено влияние ртути (II) на чувствительность и нижнюю границу инверсионно-вольтамперметрических методов определения индия, тория и сурьмы. С аналитической точки зрения важно и необходимо знать, как влияет присутствие небольших количеств

ртути (II) на метрологические характеристики и аналитические параметры, а также на полезный АС [1], поскольку, как известно, небольшие ее концентрации повышают чувствительность и нижнюю границу определяемых содержаний самого метода.

Для увеличения предела обнаружения и снижения нижней границы определяемых содержаний металлов в анализируемые растворы также вводили небольшие количества ртути (II). Для подтверждения этого факта были сняты ИВ кривые (пики) индия, тория и сурьмы, в присутствии 3–4 капель 0,003 М раствора азотнокислой ртути (II). Полученные экспериментальные результаты оправдали наши предположения и подтвердили известный в литературе факт [6] повышения чувствительности метода на 2–3 порядка. Некоторые из полученных нами данных, приведенных в таблице 2 и на рисунке 2, показывают, что при одной и той же концентрации индия, тория и сурьмы в присутствии незначительных количеств Hg (II) чувствительность и нижняя граница определяемых концентраций металлов разработанными методиками повышается в несколько раз.

Таблица 2.

Результаты определения тория с помощью модифицированных угольно-пастовых электродов на фоне 0,3 М HCl с добавлением и без добавления $1 \cdot 10^{-3}$ М Hg (II) ($C_{Th(IV)} = 1,0$ мкг/мл; д.т. 1,0 мкА; $\tau_n = 60$ с)

Природа модификатора	Потенциал полуволны, В	Высота пика в отсутствие Hg (II), мм	Высота пика в присутствии Hg (II), мм
Без модификатора	+0,42	20	19
8-оксихинолин	+0,45	21	36
ЭДТА	+0,44	22	45

Рисунок 2. Влияние добавок ртути (II) на чувствительность инверсионно-вольтамперометрических методов определения индия и сурьмы:

- 1 – АС индия без добавления ртути (II);
 1' – АС индия с добавлением $1 \cdot 10^{-3}$ М Hg (II);
 2 – АС сурьмы без добавления ртути (II);
 2' – АС сурьмы с добавлением $1 \cdot 10^{-3}$ М Hg (II)

Из данных таблицы 2 и рисунка 2 можно констатировать, что введением в исследуемый раствор одновременно с фоновым электролитом (буферной смесью) незначительных количеств (3–4 капли) Hg (II) при определении сурьмы, тория и индия ИВ-методом существенно увеличивается чувствительность созданных УПЭ, модифицированных различными органическими комплексообразующими реагентами электродов, соответственно, и разработанных электрохимических методик. Это происходит в результате того, что на рабочей поверхности электрода происходит формирование (образование) ртутного покрытия (пленки), состоящего из микрокапель ртути, в результате чего появляются дополнительные активные центры, играющие роль зародышеобразователей, на которых происходит формирование новой фазы, способствующей повышению чувствительности и точности ИВ-методик определения сурьмы, тория и индия.

Выявленный эффект, по-видимому, объясняется восстановлением ионов ртути до элементарного состояния с образованием на поверхности модифицированных УПЭ металлической ртути после добавления в исследуемый раствор нескольких капель $0,003$ М азотнокислой ртути (II), а поскольку ртутный электрод считается идеальным и эталонным электродом,

то он обуславливает резкое повышение чувствительности метода и, соответственно, понижение нижней границы определяемых содержаний веществ (металлов). Поэтому в силу известного в литературе [8] явления, подтвержденного и нашими исследованиями, при описании ионизации деполаризаторов на рабочей поверхности УПЭ необходимо также использовать уравнение для тонкопленочного ртутного электрода.

Размер и число ртутных капель на УПЭ при каждом определении, как правило, всегда остаются одинаковыми, и электродный процесс фактически протекает на поверхности ртутных капель. Доставка-транспорт (массоперенос) ионов определяемого металла к поверхности ртутных капель протекает в условиях ограниченной сферической диффузии. Поэтому во всех соотношениях и вычислениях необходимо использовать усредненный радиус ртутных капель, а взаимное искажение на них диффузионных полей во внимание не принимать.

На основе полученных экспериментальных данных можно заключить, что созданные нами модифицированные различными органическими комплексообразующими реагентами УПЭ по своим метрологическим характеристикам и эксплуатационным параметрам несколько не уступают широко используемым графитовым, углесталловым, платиновым, ртутно-капающим, золь-гелевым, импрегнированными различными реагентами и другим электродам, нашедшим широкое практическое применение в электроаналитической и физической химии.

Созданные электроды имеют довольно широкий спектр практического использования в рамках физической химии и электрохимии в силу возможного подбора соответствующего избирательного органического комплексообразующего реагента в качестве селективного модификатора, вводимого в угольную пасту в зависимости от намеченной цели и поставленных задач проводимых исследований, а также природы и концентрации определяемых аналитов. При этом неоспоримыми преимуществами созданных нами электродов являются доступность, простота их изготовления, дешевизна и использование для их изготовления импортозамещающих местных материалов (ингредиентов), а также большой ресурс работы вследствие возможности механического обновления (регенерации) рабочей поверхности. Отсутствие дорогостоящего оборудования и приборов, не требующих подготовки высококвалифицированных кадров и специалистов для создания и последующей их эксплуатации, и другие параметры и характеристики, выгодно отличающие созданные модифицированные УПЭ от существующих и широко используемых в аналитической практике различных производств и учреждений электродов аналогичного типа и класса.

Список литературы:

1. Аналитические возможности инверсионной вольтамперометрии при определении индия / А.М. Геворгян, Д.А. Зияев, В.Г. Калядин, Г.В. Киреев // Узб. хим. журн. – 2009. – № 5. – С. 61–64.
2. Брайнина Х.З., Нейман Е.Я., Слепушкин В.В. Инверсионные электроаналитические методы. – М.: Химия, 1988. – 239 с.

3. Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э. Инверсионная вольтамперометрия. – М. : Мир, 1980. – 278 с.
4. Геворгян А.М., Зияев А.Л., Нагаев Р.Н. Оптимизация соотношений компонентов смеси угольной пасты и модификатора при создании электродов, используемых в инверсионно-вольтамперометрическом определении индия и тория // ЎзМУ Ёш олимларнинг илмий амалий конф. «Биология ва кимёнинг долзарб муаммолари». – Тошкент, 2009. – С. 156–158.
5. Геворгян А.М., Зияев Д.А., Душанов Р.О. Аналитическое определение тория инверсионной вольтамперометрией // Узб. хим. журн. – 2009. – № 2. – С. 25–27.
6. Геворгян А.М., Зияев Д.А., Киреев Г.В. Аналитические возможности инверсионной вольтамперометрии при определении сурьмы в промышленных материалах // Химическая промышленность. – 2010. – Т. 87. – № 5. – С. 261–264.
7. Геворгян А.М., Зияев Д.А., Нагаев Р.Р. К вопросу об инверсионно-вольтамперометрическом определении индия в индивидуальных кислотах и их смесях // Докл. АН РУз. – 2009. – № 6. – С. 56–58.
8. Зияев Д.А. Инверсионно-вольтамперометрическое определение индия в присутствии кадмия и цинка // Химия и химическая технология. – 2011. – № 4. – С. 70–72.
9. Зияев Д.А., Дадоматов А.Л. Влияние природы и концентрации модификаторов на режимы и ресурсы работ созданных нами угольно-пастовых электродов // Кимё факультети проф. ўқитувчилари ва ёш олимларнинг илмий-амалий конф. материаллари. – Тошкент, 2010. – С. 19–21.
10. Инверсионно-вольтамперометрическое определение индия / А.М. Геворгян, Д.А. Зияев, А.С. Асраров, Р.М. Караев // Узб. хим. журн. – 2008. – № 1. – С. 55–59.
11. Основы аналитической химии: в 2 т. Т. 2 / В.И. Фадеева, Ю.А. Золотов, Т.Н. Шеховцова, В.М. Иванов [и др.]. – М. : Высшая школа, 2001. – 463 с.
12. Плэмбек Дж. Электрохимические методы анализа. – М. : Мир, 1985. – 504 с.
13. Тиво П.Ф., Быцко И.Г. Тяжелые металлы и экология. – Минск : Юнипол, 1996. – 230 с.
14. Торопова В.Ф., Полякова Ю.Н. Ртутные электроды, используемые в электроаналитической химии. – М. : Наука, 1973. – С. 186–194.

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

АЛКАЛОИДЫ NITRARIA SIBIRICA

*Аллабердиев Фарход Хамраевич**канд. хим. наук, доцент,
Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: sh_kasimov@rambler.ru**Хамраева Мафтун Фарходовна**студент химического факультета,
Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез*

ALKALOIDS NITRARIA SIBIRICA

*Farhod Allaberdiyev**Candidate of chemical sciences, associate professor,
Termez State University,
Republic of Uzbekistan, Termez**Maftuna Khamraeva**Student, Faculty of Chemistry,
Termiz State University,
Republic of Uzbekistan, Termez*

АННОТАЦИЯ

Из надземной части растения *Nitraria sibirica* изолировано два алкалоида. На основании химических превращений и спектральных данных предложено их строение.

ABSTRACT

From The above part of the plant *Nitraria sibirica* two alkaloids are isolated. Based on chemical transformations and spectral data, their structure is proposed.

Ключевые слова: растения *Nitraria sibirica* Pall, алкалоиды, колоночная хроматография, экстракция, N-окись нитрамина, дегидрошоберин, дезоксивазицинон, dl вазицинон, l-пеганин, дезоксипеганин, нитрамин, дигидронитраин и нитрооксин.

Keywords: plants *Nitraria sibirica* Pall, alkaloids, column chromatography, extraction, N-oxide nitramine, dehydroshoberine, deoxyvazicinone, dl-vazicinone, l-peganin, deoxypeganine, nitramine, dihydronitrarine and nitroxin.

Введение. Растения рода *Nitraria*, относящиеся к сем. Zygophyllaceae, широко распространены на земном шаре. Из одиннадцати видов этого рода три произрастают в пустынях и на солончаках Средней Азии и Казахстана – *N. sibirica* Pall, *N. schoberi* L., *N. komarovii* Ljlin et Lava [1].

Результаты и их обсуждение. Продолжая изучение алкалоидов *Nitraria sibirica* Pall, 17 кг надземной части этого растения, собранного в мае 2019 г., экстрагировали обычным способом [2]. Получили следующие суммы алкалоидов. Нефенольная часть: бензольная-28,67 г, эфирная-2,13 г, хлороформная-33,09 г. Фенольная часть: хлороформная-1,12 г. Общий выход 65,01 г, что составляет 0,39% от веса воздушно-сухого растения. 28,67 г бензольной части суммы оснований кипятили с петролейным эфиром,

раствор отделяли. Остаток в количестве 20,70 г хроматографировали на колонке с силикагелем. Из отдельных фракций выделили алкалоиды дезоксивазицинон [3], dl вазицинон [3], l-пеганин [3], дезоксипеганин [3], нитрамин [4], дигидронитраин [5] и нитрооксин [6], описанные ранее, а также новое основание I (124 мг).

Основание I с т. пл. 251-252° (спирт) состава $C_{15}H_{24}N_2O_2$, $[\alpha]_D \pm 0$. В масс-спектре имеются следующие пики ионов: m/z 264 (1,5), ($C_{15}H_{24}N_2O$) (100), 247 (20), 231 (7), 219 (24), 204 (39), 190 (16), 176 (19), 162 (29), 150 (43), 136 (14), 122 (19), 109 (18), 98 (11), 96 (26), 83 (19), 70 (17), 55 (11). УФ-спектр алкалоида прозрачен. В ИК-спектре I присутствуют полосы поглощения при 875, 910, 935, 955, 965, 1075,

1085, 1110, 1155, 1305, 1420, 1460, 2940 и 3350-3550 (сл.) cm^{-1} .

Молекулярный состав алкалоида на 1 атом кислорода больше, нежели в нитрарамине, в остальном масс-спектральная фрагментация аналогична таковой в спектре нитрарамине.

Наличие в ИК-спектре I характерных полос для N-окисей ($935, 955$ и 965 cm^{-1}) [7], присутствие в масс-спектре интенсивных пиков ионов $(M-16)^+$ и $(M-17)^+$, легкая растворимость в воде указывают на его N-окисный характер.

В спектре ПМР I наблюдаются следующие сигналы: $4,58$ (у. с, 1H), от $C_{17}\text{-H}$, $4,01$ (у. с, 1H) от $C_7\text{-H}$,

$3,77$ м. д. (с, 1H) от $C_1\text{-H}$. Экваториальные протоны при C (3) и C (15) проявляются в области $3,57$ м.д. (м, 2H), а аксиальные протоны при C (3) и C (15) резонируют в области $2,75$ м.д. (м, 2H), остальные протоны проявляются в области $2,25\text{-}0,90$ м.д. (м, 17H).

Гидрирование I цинком в соляной кислоте или боргидридом натрия в метаноле дало вещество с т. пл. $85\text{-}86^\circ$, идентифицированное по ИК-спектру и смешанной пробе плавления с нитрарамином (II) [4].

Таким образом, выделенный алкалоид является N-окисью нитрарамине по N(16) и имеет наиболее вероятное строение I.

Рисунок 1. Химическое превращение N-окиса нитрарамине

Ранее из *N. schoberi* была выделена N-окись нитрарамине [8], являющаяся гидроксиламинным производным нитрарамине. В последствии строение было исправлено и введено новое название – нитроксин [6]. Поскольку в данном случае название N-окись нитрарамине полностью отражает фактическое строение алкалоида, мы считаем целесообразным оставить это название.

Петролейно-эфирную часть суммы оснований ($7,97$ г) хроматографировали на колонке с силикагелем, выделили шоберин [9] и новое основание III в виде масла.

Основание III имеет состав $C_{15}H_{24}N_2$, $[\alpha]_D^{20} \pm 0$. В его масс-спектре присутствуют пики ионов с m/z

232 (96), 231 (45), 205 (33), 203 (52), 192 (100), 190 (51), 178 (29), 176 (37), 175 (32), 148 (22), 96 (53), 61 (60),

ИК-спектре III имеют следующие полосы поглощения: $785, 815, 855, 895, 930, 950, 980, 1020, 1035, 1055, 1090, 1105, 1125, 1135, 1185, 1245, 1275, 1290, 1310, 1365, 1375, 1450, 1630\text{-}1680$ ($C=C$), $2750, 2810, 2860$ и 2940 cm^{-1} .

В спектре ПМР III наблюдаются следующие сигналы $5,40$ (у. с, 1H), $4,61$ (у. с, 1H), $3,18$ м. д. (м, 1H), сигналы остальных протонов накладываются и проявляются в виде двух возвышений с центрами при $2,65$ и $1,5$ м. д.

Молекулярный состав алкалоида на два водорода меньше, нежели в шоберине. При гидрировании основания III по Адамсу получен шоберин (IV).

Рисунок 2. Химическое превращение дегидрошоберина

Исходя из спектральных данных можно предположить, что двойная связь в III может находиться либо при C (2)-C (3), либо при C (11)-C (12). При снятии

спектра ПМР в смеси трифторуксусной кислоты с дейтерированным метанолом картина резко меняется: при $8,72$ м. д. возникает однопротонный уширенный

сигнал, ряд сигналов претерпевают слабополюсный сдвиг: 5,88 (ус. с, 1H), 4,72 (м, 1H), 3,82; 3,48; 2,95 и 1,75 м. д. Известно, что в кислой среде происходит характерное для аминалей расщепление одной из связей C-N [9, 10] с образованием соединения типа V. Сравнение ПМР-спектра шоберина в аналогичных условиях показало, что уширенный сигнал при 8,72 м. д. не меняется, а небольшой парамагнитный сдвиг олефиновых протонов в V указывает на то, что двойные связи не сопряжены и, вероятно, двойная связь в основании III находится при C (11)-C (12).

Таким образом, новое основание является дегидрошоберином и имеет наиболее вероятное строение III.

Из маточных растворов эфирной суммы семян с плодами [11] хроматографией на колонке с силикагелем, кроме ранее выделенных, выделили нитрамидин [12], изошоберидин, нитрароксин [6].

Экспериментальная часть. Для ТСХ использовали силикагель марки Л 5/40, КСК и окись алюминия. Использовали следующие системы: 1) бензол-метанол (4:1), 2) хлороформ-метанол (1:1), 3) хлороформ-метанол (4:1), 4) хлороформ-метанол-аммиак (4:1:0,1), 5) хлороформ-метанол (10:1), 6) хлороформ-ацетон-метанол (5:4:1), 7) хлороформ-ацетон-этанол (5:4:1), 8) хлороформ-ацетон (4:1), 9) хлороформ-ацетон – метанол-аммиак (5:4:1:0,1), 10) хлороформ-этилацетат-бензол-метанол (4:3:2:1). Проявитель: реактив Драгендорфа, пары йода.

Бензольную часть суммы оснований (28,67 г) кипятили с петролейным эфиром, раствор отделяли. Остаток в количестве 20,70 г хроматографировали на колонке с силикагелем, элюируя смесью растворителей хлороформ-ацетон-метанол (5:4:1), хлороформ-метанол (4:1) и далее системой 4. Собирали фракции по 80-100 мл. Из отдельных фракций, кроме ранее полученных, выделили следующие основания:

Дезоксивазицинон. Фракции 2-5 объединяли и повторно хроматографировали на колонке с силикагелем, элюируя системой 5. Фракции собирали по 10-15 мл. Из фракций 3-8 перекристаллизацией из ацетона выделили 83 мг основания с т. пл. 110-111°.

dl-Вазицинон. Фракции 8-12 объединяли, рехроматографировали на колонке с силикагелем, элюируя системой 6. Собирали фракции по 15-20 мл. Из фракций 11-19 перекристаллизацией из смеси спирт-ацетон получили 117 мг основания с т. пл. 211-212°, $[\alpha]_D^{20}$.

I-Пеганин. Последующие фракции 13-17 рехроматографировали на колонке с силикагелем, элюируя смесью растворителей хлороформ-метанол (9:1). Из фракций 14-23 выделили 47 мг основания с т. пл. 210-211° (спирт-ацетон), $[\alpha]_D^{20}$ -57° (с. 1,2; спирт).

Дезоксипеганин. Последующие фракции 19-23 и маточники фракции 10-17 объединяли. Хроматографировали на колонке с силикагелем, элюируя системой 7. Собирали фракции по 10-15 мл. Из фракций 11-21 выделили 85 мг основания с т. пл. 86-87° (петролейный эфир), температура плавления хлоргидрата 255-256° (спирт).

Дигидронитраранин. Маточники фракции после выделения dl-вазицинона объединяли, рехроматографировали на колонке с силикагелем, элюируя системой 7. Собирали фракции по 10-13 мл. Из фракций 11-17 перекристаллизацией из спирта выделили 37 мг основания с т. пл. 285-286°.

Нитрароксин. Маточные растворы фракций после выделения дезоксивазицинона, дигидронитраранина и dl-вазицинон повторно хроматографировали на колонке с силикагелем, элюируя системой 5. Собирали фракции по 15-20 мл. Из фракций 4-10 выделили 41 мг основания с т. пл. 220-221° (спирт).

N-окись нитрарамин (I). Фракции 25-31 рехроматографировали на колонке с силикагелем, элюируя системой 7. Собирали фракции по 10-15 мл. Из фракций 17-25 выделили 124 мг основания с т. пл. 251-252° (спирт).

Нитрарамин. Последующие фракции 27-31 совместили, кристаллизовали из петролейного эфира и получили 34 мг основания с т. пл. 85-86°.

Восстановление N-окиси нитрарамин. Нитрарамин.

а) 26 мг основания I растворили в 5 мл 10 % соляной кислоты. Опустили цинковую гранулу и оставили на ночь. Раствор разлагали 10% раствором едкого натра, извлекали хлороформом. Растворитель отгоняли, остаток кристаллизовали из петролейного эфира и получили 16 мг основания с т. пл. 85-86°.

б) 29 мг основания растворяли в 5 мл метанола, добавляли порциями 50 мг боргидрида натрия. Оставили на ночь. Растворитель удаляли в вакууме, остаток разлагали водой. Извлекали хлороформом, растворитель отгоняли, остаток кристаллизовали из петролейного эфира. Получили 21 мг основания с т. пл. 85-86°.

Петролейно-эфирную часть суммы оснований (7,97 г) хроматографировали на колонке с силикагелем. Элюировали смесью растворителей хлороформ-метанол в различных соотношениях (20:1; 10:1 и 4:1). Собирали фракции по 15-20 мл. Из отдельных фракций выделили следующие основания:

Дегидрошоберин (III). Фракции 2-4 объединяли, рехроматографировали на колонке с силикагелем, элюируя смесью растворителей хлороформ-метанол (10:1). Фракции 2-7 объединяли, кипятили с петролейным эфиром. Растворитель отгоняли, получили 317 мг основания в виде прозрачного масла.

Шоберин. Остаток после выделения дегидрошоберина и фракции 5-7 объединяли, хроматографически разделяли на колонке с силикагелем, элюируя смесью растворителей хлороформ-этанол (10:1). Фракции 4-7 после упаривания растворителей при длительном стоянии кристаллизуются в виде розеток. Таким образом получили 56 мг основания с т. пл. 61-62°. $[\alpha]_D^{20}$ 0. M⁺234.

Гидрирование основания III. Шоберин. 0,047 г основания III гидрировали в 5 мл спирта над Pt в течение 4 ч, затем катализатор отделяли, спирт удаляли в вакууме. Остаток хроматографировали на

колонке с силикагелем, элюируя смесью растворителей хлороформ-ацетон-спирт (5:4:1). Фракции 2-7 после удаления растворителя кристаллизуются в виде розеток. Т. пл. 61-62°. $[\alpha]_D^{20}$. Молекулярная масса 234 (масс-спектрометрически).

Выводы. Впервые из надземной части растения *Nitraria sibirica* выделены дезоксивазицинон, dl-вазицинон, l-пеганин, дезоксипеганин, нитрамин, дигидронитраин, нитрооксин, шоберин и два новых основания. На основании спектральных данных и химических превращений установлено их строение.

Список литературы:

1. Бобров Е.Г., Флора СССР, 14, Москва-Ленинград, -1949. – С. 196.
2. Туляганов Т.С., Шорахимов Н.Н., Химия природ. соедин., -1990. № 4. –С. 560-563.
3. Тележенецкая М.В., Юнусов С.Ю., Химия природ. соедин., -1977. № 5. –С. 731-733.
4. Ташходжаев Б., Ибрагимов А.А., Юнусов С.Ю., Химия природ. соедин., -1985. № 5. -с. 692-694.
5. Ибрагимов А.А., Юнусов С.Ю., Химия природ. соедин., -1985. № 4. –С. 544-546.
6. Ибрагимов А.А., Юнусов С.Ю., Химия природ. соедин., -1986. № 5. –С. 655-657.
7. Наканиси К., Инфракрасные спектры и строение органических соединений, Москва, -1965. – С. 62.
8. Новгородова Н.Ю., Маех С.Х., Юнусов С.Ю., Химия природ. соедин., -1975. № 4. –С. 529-531.
9. Ташходжаев Б., Ибрагимов А.А., Ибрагимов Б.Т., Юнусов С.Ю., Химия природ. соедин., -1989. №1. –С. 30-32.
10. Zondler H., Pfeleiderer W., Just. Lieb. Ann. Chem., Bd. -1972. Vol.59. P. 84.
11. Туляганов Т.С., Ибрагимов А.А., Юнусов С.Ю., Химия природ. соедин., 737 (1979).
12. Туляганов Т.С., Юнусов С.Ю., Химия природ. соедин., -1990. № 1. –С. 61 -63.

**КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *Roemeria hybrida*
ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В УЗБЕКИСТАНЕ****Арипова Салима***д-р хим. наук, профессор
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана***Жалолов Икбол Жамолович***канд. хим. наук, ст. преп. кафедры химии
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана***Мараимова Умида Рустамовна***преподаватель кафедры химии
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: umidamarai936@gmail.com***Бегматова Гулшаной Номановна***магистрант кафедры химии
Ферганского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Фергана***COMPONENT COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL *Roemeria hybrida*
GROWING IN UZBEKISTAN****Salima Aripova***Doctor of Chemical Sciences professor Fergana State University,
Republic of Uzbekistan, Fergana***Iqbol Jalolov***Candidate of Chemical Sciences,
Senior Lecturer of the Department of Chemistry
Fergana State University,
Republic of Uzbekistan, Fergana***Umida Maraimova***Department of Chemistry of the Fergana State University,
Republic of Uzbekistan, Fergana***Gulshanoy Begmatova***Master student of the Department of Chemistry of the
Fergana State University,
Republic of Uzbekistan, Fergana***АННОТАЦИЯ**

Проведено исследование летучих соединений методом хромато-масс-спектрального анализа эфирных масел, полученных методом гидродистилляции из цветков и стеблей *Roemeria hybrida*, собранной в период массового цветения в Ферганской области Республики Узбекистан.

ABSTRACT

The study of volatile compounds by the method of chromatography-mass spectral analysis of essential oils obtained by hydrodistillation from flowers and stems of *Roemeria hybrida*, collected during the period of mass flowering in the Fergana region of the Republic of Uzbekistan.

Ключевые слова: *Roemeria hybrida*, компоненты, эфирное масло, хромато-масс-спектральный анализ, гидродистилляция, камфора, β -туйон, эндо-борнеол, α -туйон, н-гексадекановая кислота, нонакозан, фитол.

Keywords: *Roemeria hybrida*, components, essential oil, gas chromatography-mass spectral analysis, hydrodistillation, camphor, β -thujone, endo-borneol, α -thujone, n-hexadecanoic acid, nonacosan, phytol.

Компонентный состав эфирного масла определяли методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Agilent 7890AGC6890 N с квадрупольным масс-спектрометром (Agilent 5975C inertMSD) в качестве детектора на кварцевой капиллярной колонке HP-INNOWax. В составе летучих веществ эфирного масла из цветков *Roemeria hybrida* идентифицировано 36 компонентов, составляющих 97.4 % от суммы компонентов масла. Основными компонентами эфирного масла являются камфора (36.1%), α -туйон (27.1%), эндо-борнеол (9.0%), β -туйон (7.9%) и терпинен-4-ол (2.3%). В составе летучих веществ эфирного масла из стеблей *Roemeria hybrida* обнаружено 33 компонента. Из них идентифицировано 29 компонентов, составляющих 94.1% от суммы компонентов масла. Основными компонентами эфирного масла являются н-гексадекановая кислота (30.6%), нонакозан (7.4%), фитол (6.5%), (Z,Z)-9,12-октадекадиеновая кислота (6.1%) и (Z,Z,Z)-9,12,15-октадекатриеновая кислота (5.9%).

Введение

В Республике Узбекистан род двудольных растений Ремерия (*Roemeria*) семейства Маковые (*Papaveraceae*) представлен *Roemeria hybrid* [1]. Однолетнее травянистое растение, высотой 5-50 см, растопырено-ветвистый, опушенный мягкими белыми волосками. Листья 2-3-перисто-рассеченные, 2-5 см длиной; черешок нижних и прикорневых листьев 1-2,5 см длиной, несколько широкий, у основания опушенный; последние членики линейные или яйцевидно-продолговатые, лопатки или лопатки, с заостренной щетиной на вершине или без нее. Соцветия одиночные, пазушные, цветоножка 1-9 см длиной; бутоны узкие, грушевидные, на верхушке тупые, 10-12 мм длиной, 5-7 мм шириной. Чашелистики длиной 10-12 мм, с. 5 мм шириной, продолговатой формы, снаружи обычно густо волосистые, на вершине с капюшоном. Лепестки фиолетовые, с черным пятном у основания, обратнояйцевидные или почти округлые, длиной 20-25 мм. Тычинки многорядные, длина 10 мм; пыльники продолговатые, 1,5 мм в длину; нити шиловидные. Завязь линейно-продолговатая, длиной 8-10 мм; рыльца 4, головчатые, полые. Капсула линейная, 2-7,5 см длиной, 1,5-3 мм шириной, густо или редко щетинистая, по крайней мере на вершине, с прямостоячим или загнутым стеблем, расщепляется на 3-4 створки от основания до вершины. Семена многочисленные, почковидные, без косточки, 1 мм в диаметре. Млечный сок желтый, густой. Цветет и плодоносит в апреле-августе. Растение каменистых и песчаных пустынь, предгорий. Широко распространен в Юго-Западной Европе, Юго-Западной Азии и Северной Африке [1].

Благодаря исследованиям алкалоидного состава растения *Roemeria hybrida* были выделены апорфиновые и проапорфиновые алкалоиды. Независимо друг от друга двумя группами исследователей были выделены (-)-ремеридин и (-)-рохибридин [2,3]. Оба алкалоида после установления структуры были определены как проапорфин-триптаминовые димеры. Структура (-)-ремеридина была установлена рентгено-структурным анализом [4]. Из *Roemeria hybrida* произрастающего в Турции были выделены (-)-месаамбрин, (-)-ориенталинон, (-)-ремералинон, (-)-изоориенталинон, (-)-изоремералинон, (-)-11,12-дигидроориенталинон, (+)-8,9-дигидроизоремералинон, (-)- α -ремехибрин [5]; пентациклический фенольный проапорфиновый алкалоид (-)-лабрандин [6]; проапорфин-триптаминовые димерные алкалоиды (-)-норрохибридин, (-)-О-метилрохибридин, (-)-рохибридин β -N-оксид, (-)-рохибрамин, (+)-рохимин, (+)-робрамин, (-)-О-метилремеридин и (-)-ремебрамин [7]; β -карболиновые алкалоиды рохармин и (-)-1,2,3,4-тетрагидророхармин, бензилтетрагидро- β -карболиновые алкалоиды (-)-рокарболин и (+)-норрокарболин [8]; рохибридин α -N-оксид и (-)-рохибрамин β -N-оксид [9]. Из *Roemeria hybrida* произрастающего в Египте были кроме ранее выделенных алкалоидов выделены пентациклические проапорфиновые алкалоиды (-)-мисрамин и (-)-мисраметин, а также проапорфин-триптаминовый димер (-)-мисрхибридин [10]. Также проведены клинические испытания биологических свойств алкалоидов *Roemeria hybrida*. Рохибридин β -N-оксид проявлял цитотоксическую активность при тестировании *in vitro* против клеточных линий рака простаты, включая PC3 и DU145 [11]. Значения IC₅₀ рохибридин β -N-оксид против PC3 и DU145 составляли соответственно 13,3 и 15,1 мкг/мл. Этанольный экстракт *Roemeria hybrida* проявлял цитотоксический эффект в отношении линии клеток RAW264.7, при концентрации 50 мг / мл давал 53,4% ингибирования [12].

Из литературы известно, что химический состав эфирных масел листьев и стеблей *Roemeria hybrida*, ранее не изучались. Вследствие этого целью данного исследования является изучение химического состава эфирного масла *Roemeria hybrida*.

Экспериментальная часть

Экстракция и получение эфирных масел. Для проведения исследования цветки и стебли *Roemeria hybrida* были собраны в 2021 году в период массового цветения в Ферганской области Республики Узбекистан.

Эфирные масла получали из воздушно-сухих образцов мелкоизрубленных цветков и стеблей растения методом гидродистилляции на аппарате Клевенджера в течение 3,5 ч. Состав выделенных

летучих веществ определяли методом газовом хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС).

Качественный и количественный состав эфирных масел исследовали на хромато-масс-спектрометре Agilent5975C inertMSD/7890AGC. Разделение компонентов эфирного масла и гексанового экстракта проводили на кварцевой капиллярной колонке AgilentHP-INNOWax (30 м×250 μm×0.25μm) в температурном режиме: 60°C (2 мин) - 4°C/мин до 220°C (10 мин) - 1°C/мин до 240°C (20 мин). Объем вносимой пробы составлял 1.0 μl, скорость потока подвижной фазы (H₂) - 1.1 мл/мин. Температура испарителя 220°C, температура источников ионов 230°C, ионизацию молекул осуществляли методом электронного удара (70 эВ). EI-MS спектры были получены в диапазоне *m/z* 10-550 а.е.м. Компоненты идентифицировали на основании сравнения характеристик масс-спектров с данными электронных библиотек W9N11.L (WileyRegistryofMassSpectralData-9thEd., NIST MassSpectralLibrary, 2011) и сравнения индексов удерживания (RI) соединений, определенного по отношению времени удерживания смеси *n*-алканов (C₉-C₃₄). Количественное содержание компонентов эфирного масла вычисляли из площадей хроматографических пиков. Результаты исследования компонентов эфирного масла листьев методом хромато-масс-спектрометрии, представлены в таблице 1.

Обсуждение результатов

В составе летучих веществ эфирного масла из цветков *Roemeria hybrida* идентифицировано 36 компонентов, составляющих 97.4 % от суммы компонентов масла. Основными компонентами эфирного масла являются камфора (36.1%), α-туйон (27.1%), эндо-борнеол (9.0%), β-туйон (7.9%) и терпинен-4-ол (2.3%) (таблица 1). В эфирном масле содержатся терпены, терпеноиды, насыщенные спирты, диены, фенолы, высшие карбоновые кислоты и углеводороды. Эфирное масло листьев *Roemeria hybrida* является богатым источником бициклических монотерпеноидных кетонов камфоры, α-туйона и β-туйона, суммарное содержание которых составляет 71.1%.

В составе летучих веществ эфирного масла из стеблей *Roemeria hybrida* обнаружено 33 компонентов. Из них идентифицировано 29 компонентов, составляющих 94.1% от суммы компонентов масла. Основными компонентами эфирного масла являются *n*-гексадекановая кислота (30.6%), наонаксан (7.4%), фитол (6.5%), (Z,Z)-9,12-октадекадиеновая кислота (6.1%) и (Z,Z,Z)-9,12,15-октадекатриеновая кислота (5.9%)(таблица 2). Треть идентифицированных компонентов являются насыщенными и ненасыщенными карбоновыми кислотами, суммарное содержание которых составляет 51.3%.

Таблица 1.

Компоненты эфирного масла цветков *Roemeria hybrida* полученного методом гидроdistилляции

№	Компоненты	RI	Содержание, %
1	α-Terpinene	1163	0.1
2	iso-Amyl alcohol	1182	0.1
3	1,8-Cineole	1190	1.1
4	Dodecane	1200	0.2
5	γ-Terpinene	1237	0.2
6	p-Cymene	1255	0.3
7	Prenylalcohol	1296	0.1
8	α-Thujone	1422	27.1
9	β-Thujone	1441	7.9
10	Camphor	1506	36.1
11	Limonaketone	1545	0.2
12	Linalylformate	1555	0.6
13	(E,E)-3,5-Octadien-2-one	1567	0.2
14	Bornyl acetate	1577	0.5
15	6-Methyl-3,5-heptadien-2-one	1589	0.3
16	Terpinen-4-ol	1601	2.3
17	Sabinaketone	1650	0.5
18	trans-Pinocarveol	1677	1.1
19	Myrtenylacetate	1681	0.2
20	Neoisothujol	1694	0.4
21	α-Terpineol	1702	0.4
22	endo-Borneol	1717	9.0
23	Dihydrocarveol	1722	1.0
24	Carvone	1743	1.5
25	cis-Chrysanthanol	1764	0.3
26	Cuminaldehyde	1788	0.2

№	Компоненты	RI		Содержание, %
27	Myrtenol	1805		0.2
28	trans-Carveol	1851		1.0
29	cis-Carveol	1880		0.2
30	trans- β -Ionone	1949		0.1
31	Methyl eugenol	2024		1.0
32	Carvacrol	2215		0.2
33	Farnesol	2326		0.4
34	Heptacosane	2700		0.2
35	n-Hexadecanoic acid	2842		1.9
36	Nonacosane	2900		0.3
Всего:				97.4

Таблица 2.

Компоненты эфирного масла стеблей *Roemeria hybrida* полученного методом гидродистилляции

No	Компоненты	RI		Содержание, %
1	α -Terpinene	1167		0.4
2	iso-Amyl alcohol	1182		0.8
3	(E)-2-Hexenal	1208		0.7
4	Z-3-Hexenol	1355		0.5
5	Furfural	1450		0.8
6	Benzaldehyde	1505		0.6
7	Isocaryophyllene	1590		0.5
8	Benzeneacetaldehyde	1617		1.0
9	4-Ethyl-3,4-dimethyl-2,5-cyclohexadien-1-one	1624		0.7
10	Benzenemethanol	1856		0.7
11	Benzeneethanol	1890		0.8
12	trans- β -Ionone	1928		0.6
13	Не идентифицировано	1987		1.4
14	Octanoic acid	2050		1.3
15	Hexahydrofarnesyl acetone	2143		4.9
16	2-Methoxy-4-vinylphenol	2165		2.8
17	Decanoic acid	2260		0.3
18	Dihydroactinidiolide	2307		0.8
19	Dodecanoic acid	2488		0.6
20	Pentacosane	2500		0.7
21	Phytol	2622		6.5
22	Tetradecanoic acid	2684		2.9
23	Heptacosane	2700		1.4
24	n-Hexadecanoic acid	2842		30.6
25	Не идентифицировано	2872		1.9
26	Не идентифицировано	2884		1.2
27	Nonacosane	2900		7.4
28	(E)-9-Hexadecenoic acid	2919		0.8
29	(Z)-9-Octadecenoic acid	3060		4.1
30	Diisooctylphthalate	3110		1.0
31	(Z,Z)-9,12-Octadecadienoic acid	3157		6.1
32	(Z,Z,Z)-9,12,15-Octadecatrienoic acid	3288		5.9
33	Не идентифицировано	3418		3.6
Всего:				94.1

Выводы

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить качественный и количественный химический состав эфирного масла цветков и стеблей *Roemeria hybrida*, произрастающего в Ферганской области Республики Узбекистан, методом ГХ-МС. Для эфирного масла цветков *Roemeria hybrida* характерно большое содержание бициклических

монотерпеноидных кетонов. Цветки *Roemeria hybrida* могут служить сырьем для получения эфирного масла, основными компонентами которого является камфора, β -туйон, эндо-борнеол и α -туйон. Эфирное масло стеблей характеризуется высоким содержанием высших карбоновых кислот. Стебли *Roemeria hybrida* могут служить сырьем для получения эфирного масла, основным компонентом которого является н-гексадекановая кислота.

Список литературы:

1. Попов М.Г. Род 555. Рёмерия — *Roemeria* Medic. // Флора СССР : в 30 т. / гл. ред. В.Л. Комаров. — М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1937. — Т. 7 / ред. тома Б.К. Шишкин. — С. 596—598. — 792, XXVI с.
2. Platonova T.F., Massagerov P.S., Ruzovkov A.D, Utkin L.M., Zh. Obshch. Khim., 26.173 (1956); Chem.Abstr.,50,13960(1956).
3. Slavik J., Dolejs L., Slavikova L.(1974). On alkaloids from *Roemeria hybrida* (L.) DC. Collec.Czech. Chem.Comm.,39,888-894.
4. Podlaha, J., Podlahová, J., Symerský, J., Tureček, F., Hanuš, V., Koblicová, Z., Trojánek, J., Slavík J. (1989) Structure elucidation of roemeridine by X-ray crystallography. *Phytochemistry*, 28, 1779-1781..
5. Gözler, B.; Gözler, T.; Mete, I.E.; Freyer, A.J.; Guinaudeau, H.; Shamma, M.(1987). New proaporphine alkaloids from *Roemeria hybrida*. *Tetrahedron* 43(8): 1765-1770.
6. Gözler B.(1990). Labrandine a new pentacyclic proaporphine alkaloid from *Roemeria hybrida*. *Heterocycles* 31(1): 149-152.
7. Gözler B, Freyer AJ, Shamma M.(1990). The ten proaporphine-tryptamine dimers. *Journal of Natural Products*. 53: 675-685
8. Gözler B, Shamma M. (1990). Four β -carboline alkaloids from *Roemeria hybrida* *Journal of Natural Products*. 53: 740-743.
9. Gunes H.S., Gözler, B.(2001). Two novel proaporphine-tryptamine dimers from *Roemeria hybrida*. *Fitoterapia* 72(8): 875-886.
10. S. El-Masry, Z. Mahmoud, M. Amer, A.J. Freyer, E. Valencia, A. Patra, M. Shamma, *J.Org. Chem.* 1985. 50, 729–730.
11. Ebrahimia, S.N., Bagheri-Zomorrodib, B., Shakerib, A., Iranshahyb, M., Masulloc M., Piacentec, S., Iranshahid M. The Absolute Configuration and Cytotoxic Properties of Roehybridine β -N-oxide. (2016). *Natural Product Communications* Vol. 11 (12).pp. 1813 – 1816.
12. Mustafa Abd Manshood, Mohammad M.F. Al-Halbosi, Mohamd M. Radhwan. (2019). In vitro cytotoxic activity of some wild plants extracts against raw 264.7 cell line. *Plant Archives* Vol. 19 No. 2,pp. 3983-3986.

МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ *DOREMA MICROCARPU KOROV*

Давидов Махмуджон Адхамович

доцент, зав. кафедрой ботаники,
 Ферганский государственный университет,
 Республика Узбекистан, г. Фергана
 E-mail: mdavidov66@mail.ru

Турсунов Жахонгир Исроилович

докторант кафедры химии,
 Ферганский государственный университет,
 Республика Узбекистан, г. Фергана
 E-mail: bioximik1177@mail.ru

MACRO- AND MIKROELEMENT COMPOSITION OF *DOREMA MICROCARPUM KOROV*

Mahmudjon Davidov

Associate Professor, Head of the Department of Botany,
 Fergana State University,
 Republic of Uzbekistan, Fergana

Jagongir Tursunov

Research trainee, Department of chemistry,
 Fergana State University,
 Republic of Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

Впервые изучен макро- и микроэлементный состав подземных органов *Dorema microcarpum korov*. Было определено количество макро- и микроэлементов, таких как Na, K, Mn, Sm, Re, Mo, Lu, U, Yb, Au, Nd, As, W, Br, Ca, La, Ce, Se, Hg, Tb, Th, Cr, Hf, Ba, Sr, Cs, Ni, Sc, Rb, Zn, Co, Ta, Fe, Eu, Sb.

ABSTRACT

Macro- and microelement composition of underground organs of *Dorema microcarpum* was studied for the first time. The amount of macro- and microelementa was determined, such as Na, K, Mn, Sm, Re, Mo, Lu, U, Yb, Au, Nd, As, W, Br, Ca, La, Ce, Se, Hg, Tb, Th, Cr, Hf, Ba, Sr, Cs, Ni, Sc, Rb, Zn, Co, Ta, Fe, Eu, Sb.

Ключевые слова: *Dorema microcarpum*, макро- и микроэлементы, нейтронно-активационный анализ.

Keywords: *Dorema microcarpum*, macro and microelements, neutron activation analysis.

В настоящее время, с развитием медицины, обеспечение лекарственными средствами становится все более важным. В то же время вещества, полученные из растений, при лечении различных заболеваний по своему действию опережают биологически активные синтетические вещества. Растения в зависимости от его рода, климата, семейства и других особенностей содержат различные биологически активные вещества. Для разработки научных основ рационального использования биологических ресурсов все более актуальной становится проблема нормирования содержания минеральных элементов в растениях [1; 7].

Различные виды рода *Dorema* (сем. *Ariaceae* Lirid.) с давних времен применялись в медицине народов Средней и Центральной Азии. *Dorema* являются объектами исследования ботаников, химиков и фармакологов. Как показывают эти исследования, многие

виды *Dorema* имеют обширную сырьевую базу, содержат различные группы природных соединений, обладающих широким спектром фармакологической и химиотерапевтической активности. Из них выделили смолу, эфирное масло, камеди и минеральные соли [5].

Известно, что камедь-смола обладает выраженным раздражающим кожу действием при наружном применении. Кроме того, она проявляет отхаркивающую, спазмолитическую, мощную противовоспалительную и мочегонную активность. Также имеет слабо выраженное противоопухолевое действие, которое заметно проявляется при использовании с сиканджубином. В народной медицине Среднеазиатских стран, в частности Узбекистана, Туркмении и Казахстана, отвар травы доремы используется как эффективное отхаркивающее средство при туберкулезе легких и сухом кашле. Трава доремы, особенно камедь-смола, используется в ингаляциях для облегчения приступов при бронхиальной астме и катаре

дыхательных путей. В народной медицине наибольшее применение имеет камедь-смола, которую собирают с поверхности цветonoсных побегов. Камедь-смолу с прополисом используют в составе бальзамов для усиления целебных свойств, также включают в слабительные сборы. Камедь-смола в народной медицине применяется при злокачественных опухолях и ранах, прыщах (с уксусом и содой в виде повязок), от свинок и затвердений лимфатических узлов, от болей при воспалении седалищного нерва и болей в суставах при отложении солей (пьют с медом или с ячменной водой, делают повязки вместе с другими лекарственными травами), от мышечной усталости, водянки, а также при различных глазных заболеваниях (затверждение век и глаукома), ангине (как противовоспалительное), заболеваниях селезенки и печени. В народе камедь-смолу используют как сильное мочегонное (делают шарики с медом в соотношении 1:1 по одному грамму каждого и принимают по 10 шт. 1 раз в день), глистогонное средство, а также при нарушениях менструального цикла и различных заболеваниях половых органов (женских и мужских) [3]. Возможно, что лечебный эффект данного лекарственного растения зависит не только от присутствующих в нем биологически активных веществ, но и обусловлен сконцентрированными макро- и микроэлементами, сведения о количественном содержании которых в растениях вида *Dorema microcarpum* Korov практически отсутствуют.

Цель работы: изучение элементного состава подземных частей растения *Dorema microcarpum*, произрастающего в Узбекистане.

О растении: *Dorema microcarpum* Korov – многолетнее монокарпическое растение 150 см высотой. Корень редьковидный. Стебель округлый, к созреванию красноватый, слегка опушенный. Прикорневые листья серовато-зеленые, опушены, на опушенных черешках. Пластинка листа трижды перистораздельная, участки ее до 2 см длиной и 0,4-0,6 см шириной, листья сидячие или коротко низбегающие, туповатые, иногда 2–3-лопастные. Стеблевые листья сведены к короткому, у основания прижатому, сильно опушенному полустеблеобъемлющему стебелю влагалищу. Зонтики 8–12-цветковые расположены очередно или супротивно. Плоды голые, эллиптические. Цветет в мае, плодоносит в июне. Распространение в Наманганской и Ферганской областях: Западный Тянь-Шань – Чаткальский хребет – по дороге от селений Куканбия и Тергачи (Наманганский вилоят) и Алайский хребет (Шахмардан). За пределами Узбекистана: Кыргызстан.

Материалы и методы

Исследования ценопопуляций мелкоплодной доремы – *Dorema microcarpum* Kogovin проводились в 2015–2019 гг. на холмах вокруг сел Пардаурсун и Ханабад Наманганской области Попского района. Собранные растения были очищены и разделены на цветочную часть, надземный стебель и подземный стебель. Один подземный узел был собран для изучения его химического состава.

Методика нейтронно-активационного определения концентрации химических элементов исследуемых образцов основана на регистрации спектров гамма-излучения радиоактивных изотопов, которые образуются при облучении образцов потоком замедленных нейтронов. В нашем случае в качестве источника нейтронного излучения служила уникальная ядерно-физическая установка – атомный реактор типа ВВР-СМ Института ядерной физики (ИЯФ) Академии наук РУз. Исследования по нейтронно-активационному анализу на сегодняшний день ведутся в научной лаборатории «Экология и биотехнологии» ИЯФ АН РУз [2].

Подготовка пробы для анализа. Исследуемые образцы очищают от посторонних загрязнителей. Образцы растения сначала моют водопроводной водой, а затем дистиллированной водой, затем смешивают для обеспечения усредненного значения по содержанию элементов. Образцы растительности сначала сушат в сушильном шкафу до постоянного веса при температуре 60 °С, затем измельчают и смешивают. Для облучения на нейтронном пучке реактора берут в среднем по 100 мг образца. Исследуемый образец и используемый эталонный образец герметично упаковывают, размещают в специальную капсулу, изготовленную из алюминия, и облучают постоянным потоком нейтронов атомного реактора. При взаимодействии нейтронов с атомными ядрами исследуемого образца происходят ядерные превращения, которые зависят от индивидуального периода полураспада получаемого радиоактивного ядра. Период полураспада зависит от конкретных радиоактивных изотопов и может варьироваться от долей секунды до нескольких лет. После облучения нейтронным пучком в течение определенного времени исходя из поставленной задачи и выдержки измеряют спектр гамма-излучения от образцов. В данном методе концентрация элементов определяется относительно эталонных образцов, где известны концентрации искомых элементов. Исследуемые образцы и эталоны облучают в одинаковых условиях и одинаковое время. По интенсивности аналитических пиков элементов в эталоне и исследуемых образцах, учитывая массу эталона и исследуемого образца, по известной формуле вычисляют концентрацию искомых элементов [4].

В спектрометрический комплекс входит полупроводниковый германиевый детектор с энергетическим разрешением 2 кэВ на гамма-линии радионуклида ^{60}Co с энергией 1333 кэВ, многоканальный анализатор марки DSA-1000 с программным обеспечением. Компьютерная программа обеспечивает обработку сложных спектров гамма-излучения, и по аналитическим пикам вычисляли содержание 35 элементов в исследованных объектах. Единица измерения содержания микро- и макроэлементов – мкг/г (микрограмм на грамм) [6].

Результаты и обсуждение

В результате нейтронно-активационного анализа растения *Dorema microcarpum* Korov было определено содержание 3 макроэлементов (табл. 1), 29 микроэлементов (табл. 2) и 3 токсичных элементов (табл. 3) в образцах растений.

Таблица 1.

Содержание макроэлементов в образцах растений, мкг/г

№	Элемент	Подземный стебель растения
1	Na	740
2	K	14600
3	Ca	3700

Таблица 2.

Содержание микроэлементов в образцах растений, мкг/г

№	Элемент	Подземный стебель растения
1	Mn	7,6
2	Sm	0,0042
3	Re	<0,001
4	Mo	1,8
5	Lu	<0,001
6	U	0,2
7	Yb	<0,001
8	Au	0,0023
9	Nd	<0,1
10	W	<0,1
11	Br	22
12	La	0,050
13	Ce	0,19
14	Se	0,2
15	Tb	<0,005
16	Th	0,024
17	Cr	2,4
18	Hf	<0,01
19	Ba	<1,0
20	Sr	85
21	Cs	0,022

№	Элемент	Подземный стебель растения
22	Ni	<1,0
23	Sc	0,018
24	Rb	3,8
25	Zn	27
26	Co	0,32
27	Ta	<0,01
28	Fe	69
29	Eu	<0,01

Таблица 3.

Содержание токсичные элементы в образцах растений, мкг/г

№	Элемент	Подземный стебель растения
1	As	<0,1
2	Hg	<0,001
3	Sb	<0,01

Выводы

Таким образом, в результате проведенной работы была определена концентрация 35 макро- и микроэлементов растения *Dorema microcarpum* Korov.

Нами исследован макро- и микроэлементный состав *Dorema microcarpum* Korov (см. табл. 1, 2, 3). В *Dorema microcarpum* Korov нами обнаружено 35 макро- и микроэлементов, которые в порядке убывания представлены таким образом: подземный стебель растения: K > Na > Ca > Fe > Sr > Zn > Br > Mn > Ba > Rb > Ni > Cr > Se > Co > Ce > Mo > Nd > W > As > U > La > Th > Cs > Sc > Sb > Re > Eu > Ta > Hf > Sm > Tb > Au > Lu > Yb > Hg.

Наблюдается высокое содержание калия, натрия, железа и кальция.

Список литературы:

1. Давидов М.А., Исакова Н. *Dorema Microcarpum* Korov. (Apiaceae) онтогенез // Science and education Scientific Journal. – 2021. – С. 58–63.
2. Кист А.А., Данилова Е.А., Осинская Н.С. Достижения лаборатории активационного анализа Института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан // Микроэлементы в медицине. – 2016. – № 17 (1). – С. 45–50.
3. Коровин Е.П. Род *Dorema* D.Don. Флора Узбекистана. – Ташкент, 1959. – Т. IV. – С. 443–444.
4. Кузнецов Р.А. Активационный анализ. – М., 1974. – 343 с.
5. Пименов М.Г. Род *Dorema* D.Don. Определитель растений Средней Азии. – Ташкент : Фан, 1983. – Т. VII. – С. 314–315.
6. Турсунов Ж.И., Ибрагимов А.А. Макро- и микроэлементный состав *Cistanche Mongolica* G.Beck U55 // Universum: химия и биология: научный журнал. – М. : МЦНО, 2020. – № 9 (75). – С. 34–37 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://7universum.com/ru/nature/archive/category/9-75>.
7. Шарипова В.К. Структурные и адаптивные особенности некоторых видов рода *Ferula* L. (Apiaceae Lindl.): Автореф. дис. ... д-ра филос. – Ташкент, 2017. – 35 с.

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

DOI - 10.32743/UniChem.2021.88.10.12333

КИНЕТИКА СОРБЦИИ ИОНОВ $\text{Co}(\text{II})$ ИЗ РАСТВОРОВ НА АНИОНООБМЕННИКА**Бабожонова Гулбахор Курбанназаровна**

PhD докторант,
Чирчикский государственный педагогический институт,
Республика Узбекистан, г. Чирчик

Инханова Арофат

PhD докторант,
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Зокиров Сардор

научный сотрудник,
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Бекчанов Давронбек Жумазарович

д-р хим. наук, доцент,
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: bekchanov100987@mail.ru

Мухамедиев Мухтаржсан Ганиевич

д-р хим. наук, проф.,
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mmukhamediev@mail.ru

KINETICS OF SORPTION OF $\text{Co}(\text{II})$ IONS FROM SOLUTIONS ON ANION EXCHANGER**Gulbahor Babozhonova**

PhD doctoral student,
Chirchik State Pedagogical Institute,
Uzbekistan, Chirchik

Arofat Inkhanova

PhD doctoral student,
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,
Uzbekistan, Tashkent

Sardor Zakirov

Scientific researcher,
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,
Uzbekistan, Tashkent

Davronbek Bekchanov

Dr. chem. Sci., Associate Professor,
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,
Uzbekistan, Tashkent

Mukhtarzhan Mukhamediev

Dr. chem. Sciences, prof.,
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной работе исследована кинетика процесса сорбции ионов Co (II) из растворов на анионообменнике. Для оценки кинетики моделей и механизма адсорбции использованы математические модели псевдо-первого и псевдо-второго порядков. Результаты показали, что кинетика адсорбции в большей степени соответствует модели псевдо-второго порядка. Для ионов кобальта максимальная адсорбционная емкость составила 124,5 мг / г.

ABSTRACT

In this work, we investigated the kinetics of the sorption of Co (II) ions from solutions on an anion exchanger. To assess the kinetics of the models and the adsorption mechanism, mathematical models of the pseudo-first and pseudo-second orders were used. The results showed that the kinetics of adsorption is more consistent with the pseudo-second order model. For cobalt ions, the maximum adsorption capacity was 124.5 mg / g.

Ключевые слова: сорбция, ионный обмен, анионообменнике на основе поливинилхлорида, модификация, ионы кобальта (II), кинетика сорбции.

Keywords: sorption, ion exchange, anionexchanger based on polyvinyl chloride, modification, cobalt (II) ions, sorption kinetics.

Введение

В настоящее время многие предприятия загрязняют окружающую среду огромным количеством сточных вод, которые содержат различные токсичные ионы тяжелых металлов [1]. В частности, превышение ПДК Co^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} и Zn^{2+} и других ионов, в этих сточных водах отрицательно влияет на окружающую среду [2, 3]. Контроль за содержанием ионов токсичных металлов в промышленных сточных водах и ремедиация последних - одна из самых актуальных задач экологии [4]. Существуют различные способы очистки загрязненных сточных вод от присутствующих поллютантов [5]. К таковым относятся осаждение химическими реагентами, нейтрализация, фильтрация, электрохимическое осаждение, сорбционные технологии. Все известные методы не лишены недостатков, и, в первую очередь, связанных с их трудо- и энергозатратами [6]. При этом методы осаждения требуют введение химических веществ, которые в свою очередь, могут вносить дополнительное загрязнение. На этом фоне сорбционные методы с использованием природных или синтетических сорбентов имеют то преимущество по сравнению с другими, что позволяют сконцентрировать низкие концентрации экотоксикантов, например, тяжелых металлов, из большого объема сточных вод. В последние годы [7] сорбционные технологии на принципе ионного обмена широко применяются в промышленных технологиях, связанных с концентрированием цветных и драгоценных металлов, таких как гидрометаллургия, гальваническое производство, водоподготовка, очистка сточных вод с целью возвращения их в рецикл. Все это требует создания новых эффективных сорбционных материалов на основе ионообменных смол.

В работе [8] описано получение ионообменной смолы ЭДЭ-10П путем взаимодействия эпихлоргидрина с полиэтиленполиамином (ПЭПА), нашедшая свое применение в промышленности для концентрирования ряда ионов тяжелых металлов. Так авторы [9] исследовали ионообменное равновесие ионов тяжелых металлов (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} и Co^{2+}) с комплексными ионообменниками Purolite S940 и S950, содержащими amino- и фосфатные группы. Сорбция ионов Cr^{3+} и Fe^{3+} изучалась также азотсодержащими ионообменниками.

Настоящая работа преследует своей целью исследование кинетики сорбции ионов Co (II) из растворов на анионите, полученном на основе поливинилхлорида. Кинетика процесса изучалась для оценки эффективности адсорбции ионов металлов на анионообменнике и описывалась с помощью кинетических моделей псевдо-первого и псевдо-второго порядков.

Материалы и методы

В работе использовали синтезированную анионообменную смолу на основе поливинилхлорида (ПВХ) марки И40-13А, 8/2 ГОСТ 5960- 72; ГОСТ 127.4-93. В качестве источника Co (II) использовался хлорид кобальта (CoCl_2). Соляная кислота и едкий натрий квалификации «х.ч» использовалась для активации анионообменной смолы.

В работе изучена сорбция ионов Co (II) на анионообменной смоле. С этой целью готовили модельные водные растворы хлористого кобальта с концентрациями 0,075 моль/л; 0,05 моль/л; 0,025 моль/л; 0,01 моль/л; 0,0075 моль/л; 0,005 моль/л; 0,0025 моль/л; 0,001 моль/л.

Подготовка анионообменника заключалась в следующем:

Анионообменник со статической обменной емкостью (СОЕ), определенной по HCl и равной 6,58 мг-экв/г массой по 0,3 г вносили в конические колбы емкостью 250 мл, в которых находилось по 100 мл модельных растворов с различным содержанием хлорида кобальта и встряхивали в течение заданного времени 2,4,6,8,10 часов при различных температурах 293,303,313 К.

Концентрации ионов Co (II) в растворах до и после сорбции регистрировали с помощью спектрофотометра (микро планшетный ридер Perkin Elmer) (США) (длина волны 514 нм для Co (II)) [10].

Количество ионов Co (II), абсорбированных в анионообменнике, рассчитывается по следующему уравнению:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{m} \times V \quad (1)$$

где: q_e - количество иона металла, поглощенного анионитом, моль/г, C_0 - начальная концентрация

ионов $\text{Co}(\text{II})$ моль/л, C_e - равновесная концентрация ионов $\text{Co}(\text{II})$ моль/л; V - объем раствора л; m - масса сухого адсорбента (г) [11].

Исследование кинетики адсорбции

Для определения механизма сорбции ионов на сорбенте используются различные кинетические модели, в том числе псевдо-первого порядка и псевдо-второго порядка [12].

Эти модели были использованы в нашем исследовании.

Кинетическая модель псевдо-первого порядка

Эта модель представлена уравнением (2) ниже.

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1}{2,303} t \quad (2)$$

В этом уравнении: q_t и q_e - количество ионов $\text{Co}(\text{II})$ в определенное время и в равновесии (мг/г). k_1 - константа скорость процесса сорбции первого порядка (мин^{-1}), [13].

Кинетическая модель псевдо-второго порядка

Эта модель представлена уравнением (3) ниже [14].

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \left(\frac{1}{q_e}\right)t \quad (3)$$

Начальная скорость сорбции ($t = 0$) находится следующим образом.

$$h = k_2 q_e^2 \quad (4)$$

В этом уравнении: k_2 - константа скорости, q_e - количество ионов кобальта, поглощенных в анионообменнике определенной массы (мг/г), t -время (минут)

Результаты и обсуждение

На рис. 1 приведены графические зависимости кинетика сорбции ионов кобальта (II) на синтезированном анионите на основе поливинилхлорида при температура-313K. Из рисунка 1 видно, что с увеличением длительности процесса происходит возрастание удельной сорбции и при этом сорбция в первые два часа прямо пропорциональна продолжительности процесса. Затем скорость процесса замедляется, и равновесие наступает в течение 8 часов.

Рисунок 1. Кинетика сорбции ионов $\text{Co}(\text{II})$, при температура-313K

На следующем рис. 2 (а и б) показана кинетическая модель сорбции псевдо-первого и второго порядков для ионов кобальта на анионообменной смоле. Кинетические параметры рассчитывались с

использованием представленных графиков. Расчетные кинетические параметры псевдо-первого и второго порядков сорбции ионов кобальта на анионообменнике представлены в таблице 1.

Рисунок 2. Кинетические модели (а) -псевдо-первого порядка и (б) псевдо-второго порядка сорбции ионов $\text{Co}(\text{II})$ на анионообменнике

Данные, представленные в таблице 1, показывают, что кинетика адсорбции ионов $\text{Co}(\text{II})$ анионообменной смолой на основе ПВХ в лучшей степени описывается моделью псевдо-второго порядка, по сравнению с моделью псевдо-первого порядка. Сравнение коэффициентов корреляции R^2 для моделей

сорбции первого порядка и второго порядка, показывает, что эти значения сильно различаются, 0,748 и 0,993, соответственно, что свидетельствует, о лучшем описании процесса сорбции ионов кобальта математической моделью кинетики второго порядка.

Таблица 1.

Сравнение кинетических параметров $\text{Co}(\text{II})$, адсорбированного на анионообменнике

Ион металла	Псевдо первый порядок					Псевдо второго порядка				
	К, Т	K_1 мин ⁻¹	q_e мг/г		R^2	К, Т	K_1 мин ⁻¹	q_e мг/г		R^2
			Экс.	Рас.				Экс.	Рас.	
$\text{Co}(\text{II})$	313	0,0138	107,1	124,5	0,748	0,0018	0,0203	107,1	120,9	0,993
	303	0,0138	72,58	102,8	0,755	0,0016	0,0139	72,58	108,62	0,986
	293	0,0161	64,16	70,9	0,665	0,0011	0,0079	64,16	70,63	0,976

Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- сорбция ионов $\text{Co}(\text{II})$ из растворов его солей синтезированным анионитом лучше описывается математической моделью кинетики псевдо-второго порядка;

- на процесс сорбции влияют, как природа сорбируемого иона, так и самого анионита.

- для ионов кобальта максимальная адсорбционная емкость составила 124,5 мг / г.

Список литературы:

1. Krim L, Nacer S, Bilango G. Kinetics of chromium sorption on biomass fungi from aqueous solution. Am J Environ Sci. 2006; 2:27-32. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2006.27.32>.
2. Yisa J. Heavy metals contamination of road deposited sediments. Am J Appl Sci. 2010; 7:1231-1236. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2010.1231.1236>.
3. Ong MC, Kamruzzaman BY. An assessment of metals (Pb and Cu) contamination in bottom sediment from South China Sea coastal waters. Malaysia Am J Applied Sci. 2009; 6:1418-1423. <https://doi.org/10.3844/AJASSP.2009.1418.1423>.
4. Akpor O. Heavy metal pollutants in wastewater effluents: sources, effects and remediation. Adv Biosci Bioeng. 2014;2(4):37. <https://doi.org/10.11648/j.abb.20140204.11>.
5. Castro L, Blázquez ML, González F, Muñoz JA, Ballester A. Heavy metal adsorption using biogenic iron compounds. Hydrometallurgy. 2018; 179:44-51. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2018.05.029>.
6. Chajduk-Maleszewska E, Dybczynski R. Effective separation and preconcentration of trace amounts of Pd on Duo-lite ES 346 resin and its use for the determination of Pd by NAA. Anal Chem. 2004;49: 281-297.

7. Foo KY, Hameed BH. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. *Chem Eng J.* 2010; 156:2-10. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2009.09.013>.
8. Nishat N, Ahmad S, Ahamad T. Synthesis, characterization and antimicrobial studies of newly developed metal-chelated epoxy resins. *Appl Polym Sci.* 2006; 101:1347-1355. <https://doi.org/10.1002/app.23036>.
9. Kiefer R, Wolfgang H. Sorption of heavy metals onto selective ionexchange resins with Aminophosphonate functional groups. *Ind Eng Chem Res.* 2001; 40:4570-4576. <https://doi.org/10.1021/ie010182l>.
10. Chen, G.Q., Zhang, W.J., Zeng, G.M., Huang, J.H., Wang, L.A., Shen, G.L., Surface modified *Phanerochaete chrysosporium* as a biosorbent for Cr (VI)- contaminated wastewater. *J. Hazard Mater.* 2011. 186, 2138-2143. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.12.123>
11. D. Bekchanov, H. Kawakita, M. Mukhamediev, S. Khushvaktov, M. Juraev. Sorption of Cobalt (II) and Chromium (III) Ions to Nitrogen- and Sulfur-Containing Polyampholyte on the Basis of Polyvinylchloride. *Polymers for Advanced Technologies.* 2021. Vol. 32 (1). pp. 457-470. <https://doi.org/10.1002/pat.5209>
12. Ho Y.S, McKay G. Pseudo-second order model for sorption processes. *Process Biochemistry*, 1999; 34: 451–465. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(98\)00112-5](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(98)00112-5)
13. Senthil Kumar P, Vincent C, Kirthika K, and Sathish Kumar K. Kinetics and equilibrium studies of Pb²⁺ ion removal from aqueous solutions by use of nano-silversol-coated activated carbon. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 2010; 27: 339 - 346. <https://doi.org/10.1590/S0104-66322010000200012>
14. Kowanga KD, Gatebe E, Mauti GO, Mauti EM. Kinetic, sorption isotherms, pseudo-first-order model and pseudo-second-order model studies of Cu (II) and Pb (II) using defatted *Moringa oleifera* seed powder. *J Phytopharmacol.* 2016;5(2):71-78.

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

АДСОРБЦИЯ ПАРОВ БЕНЗОЛА В ДЕХКАНАБАДСКОМ БЕНТОНИТЕ

Аскарров Учкун Эркакевич

независимый исследователь

Наманганский инженерно-технологический институт

Республика Узбекистан, г. Наманган

E-mail: eldor8501@mail.ru**Мамажонова Мохфора Абдулхакимовна**

доктор философии по химии (PhD)

Наманганский инженерно-технологический институт

Республика Узбекистан, г. Наманган

Дехканбоев Сардорбек Назиржонович

ассистент,

Андижанский машиностроительный институт

Республика Узбекистан, г. Андижан

Абдуназаров Фахриддин Абдурашитович

Наманганский инженерно-строительный институт

Республика Узбекистан, г. Наманган

BENZENE VAPOR ADSORPTIONS IN DEKHKANABAD BENTONIT

Uchkun Askarov

Independent researcher,

Namangan Engineering and Technological Institute,

Uzbekistan, Namangan

Mokhfora Mamazhonova

Doctor of Philosophy in Chemistry (PhD)

Namangan Engineering and Technological Institute,

Uzbekistan, Namangan

Sardorbek Dehkanboyev

Assistant,

Andijon machine-building Institute,

Uzbekistan, Andijan

Fakhriddin Abdunazarov

Assistant,

Namangan Engineering and Construction Institute,

Republic of Uzbekistan, Namangan

АННОТАЦИЯ

Внедрение местного сырья в различные отрасли национальной экономики является сегодня одним из актуальных вопросов. В рамках исследовательской работы был получен адсорбент нового типа путем активации местного дехканабадского бентонита и проведено полное изучение его термодинамических свойств. Исследование процесса адсорбции проводилось на модифицированном калориметре в высоковакуумном адсорбционном устройстве.

ABSTRACT

The introduction of local raw materials into various sectors of the national economy is one of the topical issues today. As part of the research work, an adsorbent of a new type was obtained by activating local Dekhkanabad bentonite and a complete study of its thermodynamic properties was carried out. The study of the adsorption process was carried out on a modified calorimeter in a high-vacuum adsorption device.

Ключевые слова: Дехканабадский бентонит, бензол, дифференциально теплота адсорбции, изотерма адсорбции, энтропия, термokinетика.

Keywords: Dekhkanabad bentonite, benzene, differential heat of adsorption, adsorption isotherm, entropy, thermokinetics.

Введение. Благодаря низкому значению заряда и слабому электростатическому взаимодействию между трехслойной поверхностью и многослойными катионами минералы группы монтмориллонита способны к многослойной сорбции различных веществ - катионов, молекул воды и многих органических соединений. Другими словами, реакции метаболизма, абсорбции и десорбции веществ этой группы минералов могут протекать не только на внешней, но и на внутренней поверхности кристаллитов. Значительная часть катионообменной способности монтмориллонитов зависит от изоморфных замещений в решетке и, следовательно, не зависит от pH, но на боковых гранях частиц монтмориллонита присутствуют гидроксильные группы, которые могут быть источником pH и кислотности [1-2]. Адсорбция катионов металлов на поверхности алюмосиликатов может принимать три формы: следующие формы: внутрисферные комплексы (специфическая адсорбция), внешнесферные

комплексы (неспецифическая адсорбция) и диффузный слой [3].

Результаты и обсуждение. На рисунке 1 показана изотерма адсорбции бензола в дехканабадском бентоните в полулогарифмических координатах. Начальное логарифмическое значение изотермы адсорбции составляет -9,58. На более поздних стадиях адсорбции бензола бентонитом изотермические линии постепенно повышаются. Логарифмическое значение изотермы при адсорбции 200 мкмоль/г абсорбированных молекул бензола составляет -5,5, в то время как адсорбат-бензол сильно локализованы в адсорбатах. Внутренний адсорбционный слой бентонитового адсорбента заполнен бензолом в количестве 200 ммоль/г. Когда адсорбция достигает величины 800 мкмоль/г, значение изотермы составляет -1,32. Последующее поглощение молекулы бензола соответствует оси адсорбции, и уровень насыщения бензолом достигает 1500 мкмоль/г.

Рисунок 1. Изотерма адсорбции бензола в дехканабадском бентоните при 303 К

Изотерма адсорбции линейна по координатам уравнения Изотермическая обработка по Брунауэра, Эммета и Теллера (БЭТ) в диапазоне относительных давлений $0,017 < P/P_0 < 0,39$. Когда адсорбционная емкость (a_m) мономолекулярного слоя составляет 605 мкмоль/г, постоянная энергии равна 1,01. Если удельная поверхность в условиях адсорбции бензола составляет 174 м²/г, предполагается, что площадь, занимаемая молекулой бензола в плотном мономолекулярном слое (m), равна 48 Å². Эти значения также отражены в уравнении Ленгмюра.

В области поверхностного мономолекулярного заполнения молекулами бензола дифференциальная теплота (Q_d) в дехканабадском бентоните уменьшается волнообразно (рис. 2). При адсорбции исходных молекул бензола на бентоните дифференциальная теплота составляет 64,9 кДж/моль. Последующая теплота адсорбции молекул бензола снижается до 60,80 кДж/моль. Дифференциальной теплоте 62 кДж/моль, соответствует величина адсорбции 52,2 мкмоль/г. Щелочные и щелочноземельные металлы (Na^+ , Ca^{2+}) в бентоните отличаются образованием π -комплексов при адсорбции бензола до 213 мкмоль/г катиона.

Рисунок 2. Дифференциальная теплота адсорбции бензола в дехканабадском бентоните при 303 К.
 Горизонтальная пунктирная линия - теплота конденсации

Дифференциальные значения теплоты адсорбции показывают, что поглощение минерального осадка на поверхности внутренних слоев происходит, когда количество молекул бензола достигает 200 мкмоль/г. Теплота адсорбции велика из-за проникновения молекул бензола во внутренние сорбционные слои бентонита путем деформации. На следующем этапе молекулы бензола переходят к краевому поверхностному слою, и их адсорбция находится в диапазоне от 200 кДж/моль до 750 кДж/моль. При этом теплота адсорбции снижается с 64,9 кДж/моль до 43,8 кДж/моль. Процесс адсорбции в этом слое носит сложный характер, в основном за счет миграции катионов. В этом случае пустые ячейки заполняются π -комплексами бензола с катионами из-за миграции катионов в соседний слой. Следовательно, на кривой Q_d наблюдается уменьшение теплоты адсорбции в виде волны. На следующих стадиях адсорбция бензола внешняя, то есть процесс адсорбции наблюдается

в базальном слое. На этом этапе она постепенно достигает значения термической конденсации 43,8 кДж/моль. В этом случае низкая теплота адсорбции возникает в условиях незначительного комплексообразования.

На рисунке 3 показана дифференциальная энтропия адсорбции бензола дехканабадским бентонитом. При вычислении дифференциальной энтропии адсорбции использовали формулу Гиббс-Гельмгольца.

$$\Delta S_d = \frac{\Delta H - \Delta G}{T} = \frac{-(Q_d - \lambda) + A}{T}$$

λ - теплота конденсации, ΔH и ΔG - изменение энтальпии и свободной энергии, T – температура, ΔQ_d -средний дифференциальной теплота.

Рисунок 3. Дифференциальная энтропия адсорбции бензола в дехканабадском бентоните при 303 К.
 Горизонтальная линия - это средняя интегральная энтропия

В мономолекулярной области поверхности кривая близка к энтропии жидкого бензола, что указывает на то, что подвижность бензола близка к подвижности жидкости. Когда 2-й слой заполнен, энтропия ниже, чем энтропия жидкого бензола. Следовательно, подвижность бензола в этом слое несколько ниже, чем подвижность жидкого бензола. Адсорбция без участия катионов приводит к увеличению энтропии,

она проходит через нулевой уровень и растет в положительной области, что свидетельствует об увеличении подвижности бензола относительно его движения в жидкости. Средняя молярная интегральная энтропия составляет $-52,54$ Дж/моль*К, поэтому состояние бензола в системе бензол-бентонит аналогично состоянию жидкости.

Рисунок 4. Равновесное время адсорбции бензола в дехканабадском бентоните при 303 К

На рис. 4 показано равновесное время адсорбции бензола на бентоните. В процессе адсорбции до 200 мкмоль/г молекулы бензола достигают равновесия за 3-5 часов. Как и дифференциальная теплота адсорбции бензола на бентоните, период равновесия также велик. Это также можно увидеть на графике времени теплового равновесия. При последующей адсорбции молекул бензола равновесие сохраняется в течение 1 ч. В последнем внешнем базальном слое равновесие достигается за 20 минут на заключительных стадиях адсорбции.

Заключение. По низкой сорбции молекул бензола во внутреннем слое бентонита было установлено, что количество сорбционных ячеек меньше, чем в других слоях. Теплота адсорбции при начальной заливке составляет 64,9 кДж/моль. Дифференциальная теплота адсорбции уменьшается ступенчато. На основании значений изотерм адсорбции была определена удельная поверхность с использованием уравнений БЭТ и Ленгмюра. Среднее интегральное значение энтропии составляет $-52,54$ Дж/моль*К. Время адсорбционного равновесия первоначально начинается с 5 часов и уменьшается до нескольких минут в зависимости от постепенного насыщения бентонитовых слоев.

Список литературы:

1. Abdullaev A.M. Surface Characteristics of Nanosized Bentonite Suspensions as a Modifying Component of Cement Composites / A.M. Abdullaev, R.H. Dadashev, S. Kh. Alikhadzhiev, M.A. Abdullaev, R.S. Dzhambulatov, M-A.M. Israilov // Proceedings of the International Symposium «Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research». - 2018. - P. 223-227.
2. Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпешта И.И. Глинистые минералы в почвах: Учебное пособие. Тула: Гриф и К, 2005. 36-40 с.
3. Соколова Т.А., Трофимов С.Я. Сорбционные свойства почв. Адсорбция. Катионный обмен: учебное пособие по некоторым главам химии почв. Тула: Гриф и К, 2009. 72-76 с.

АДСОРБЦИЯ БЕНЗОЛА НА ХИТОЗАНОВОЙ ПЛЕНКЕ

Абдуллаев Нодирхон Журахонович

докторант,
Наманганский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: anodirkhon89@mail.ru

Кодирхонов Муродхон Рашидхонович

канд. хим. наук,
Наманганский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Наманган

Эргашев Ойбек Каримович

д-р хим. наук,
Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган

BENZENE ADSORPTION ON CHITOSAN FILM

Nodirkhon Abdullayev

Doctoral student,
Namangan State University,
Uzbekistan, Namangan

Kodirkhonov Murodkhon

Candidate of Chemical Sciences,
Namangan State University,
Uzbekistan, Namangan

Oybek Ergashev

Doctor of Chemical Sciences,
Namangan Engineering and Technological Institute,
Uzbekistan, Namangan

АННОТАЦИЯ

Получены пленки-мембраны из полисахарида хитозана, выделенного из куколок тутового шелкопряда. Изучено термокинетическое поведение и количественно охарактеризовано сорбционное свойство мембраны по бензолу и толуолу. Выявлены особенности сорбционных свойств хитозановой мембраны по органическим соединениям.

ABSTRACT

Films-membranes were obtained from the polysaccharide chitosan isolated from silkworm worms. The thermokinetic behavior was studied and the sorption property of the membrane with respect to benzene and toluene was quantitatively characterized. The features of the sorption properties of the chitosan membrane on the organic compounds have been revealed.

Ключевые слова: хитозан, пленка, мембрана, сорбция, дифференциальная теплота, теплота конденсации, изотерма адсорбции, энтропия адсорбции.

Keywords: chitosan, film, membrane, sorption, thermokinetics, differential heat, condensation heat, adsorption isotherm, adsorption entropy.

Введение. Сточные воды, содержащие загрязняющие вещества, представляют серьезную угрозу для здоровья человека и растительного мира. Использование природных полисахаридов для отделения органических загрязнителей неизбежно представляет

научный и практический интерес. Как известно, к настоящему времени хитозан зарекомендовал себя как эффективный природный адсорбент по отношению к металлам. Относительно новым является направление исследования сорбционных свойств хитозана

по органическим растворителям. В работе [1] проведены исследования сорбционных свойств хитозана в комплексе с глутаральдегидом. В данной работе приводятся результаты использования комплекса на основе хитозана для очистки воды от бензола, толуола, этилбензола, ксилола и стиролов.

Как известно, одним из основных показателей сорбционных свойств пленок на основе полисахаридов является их гидрофильность. Полимерные мембраны на основе полисахаридов являются эффективными сорбентами для поглощения неполярных соединений (белков, красителей, поверхностно-активных веществ и других органических соединений) и ионов тяжелых металлов [2, 3]. Анализ проводимых в этой сфере работ показывает необходимость изучения хитозановых мембран как селективно проницаемого материала и как мембранных сорбентов [4-6].

С целью расширения сферы применения хитозана, данная работа посвящена изучению сорбционных свойств хитозановой пленки по отношению к бензолу и толуолу.

Материалы и методы. Исследуемый хитозан получен из клубков тутового шелкопряда *Bombyx Mori*, сырьем которой Узбекистан располагает в достаточном количестве [2]. Хитозановые пленки получены растворением хитозана в уксусной кислоте и формированием пленки с помощью глицерина [3] как пластификатора.

Рисунок 1. Изотерма адсорбции бензола на пленке хитозана при 303 К.

Измерение равновесного давления при последующей адсорбции молекул бензола показывает содержание постоянного количества молекул бензола в рабочем объеме, что свидетельствует о насыщении пленки хитозана молекулами бензола.

Согласно величинам и характера изменения теплоты адсорбции бензола на хитозане, можно рассуждать о гидрофобном взаимодействии реагирующих компонентов, а также сохранение одного типа взаимодействия во всем процессе.

Адсорбционные слои структурируются вследствие ориентации молекул и боковой когезии (в результате притяжения диполей полярных групп соседних молекул, образования водородных связей или гидрофобного взаимодействия неполярных групп). Прочность полимерных слоев увеличивается во времени, достигая предельного значения лишь

С помощью атомно-адсорбционно-калориметрического метода измерялась дифференциальная теплота адсорбции молекул бензола на пленочных мембранах хитозана, теплота конденсации бензола, изотерма и энтропия адсорбции.

Результаты и обсуждение

Сорбционно-структурные свойства (площадь поверхности, диаметр и размер активных центров пленки, размер и прочность частиц) ионно- и молекулярно адсорбированных адсорбентов на хитозановых пленках могут приводить к изменениям в широком диапазоне фаз. Изотерма адсорбции бензола на пленке хитозана показана на рисунке 1 в логарифмических координатах. На рисунке представлена изотерма адсорбции бензола, где относительное давление при начальном насыщении составляет $P/P_0 = 0,0008$, что указывает на наличие взаимодействующих центров адсорбции. Как видно из графика, адсорбция молекул бензола на пленке постепенно возрастает. Об упорядоченном росте свидетельствует связывание молекул бензола с амино- и гидроксидными группами хитозана посредством слабых вандерваальсовых взаимодействий. Когда величина адсорбции достигает 0,3 ммоль/г, наблюдается резкий подъем изотермических линий. В этом случае $\ln(P/P_0) = -0,61$, относительное давление $P/P_0 = 0,54$.

Рисунок 2. Дифференциальная теплота адсорбции бензола на хитозановой пленке при 303 К.
горизонтальная линия-теплота конденсации бензола

через несколько часов, что обусловлено замедленной диффузией макромолекул и медленной ориентацией их на границе раздела фаз [7]. Возможно, такое описание присуще и для системы бензол-хитозан, где молекулы бензола плохо адсорбируются из-за их абсорбции на поверхности хитозановой пленки создавая молекулярный барьер для дальнейшей их диффузии в адсорбционный слой. Когда величина адсорбции молекулы бензола достигает 0,45 ммоль/г, дифференциальная теплота адсорбции снижается до 38,7 кДж/моль. При адсорбции последней молекулы бензола теплота адсорбции равна линии термической конденсации бензола при 303 К. Пленкой сорбируется 0,5 ммоль/г бензола.

Изотерма адсорбции полностью согласуется с графиком изменения дифференциальной теплоты адсорбции, которая показана на рисунке 2.

Рисунок 3. Энтропия адсорбции бензола на хитозане при 303 К. Горизонтальная черта - средняя молярная интегральная энтропия; энтропия жидкого бензола принималась равной нулю

По уравнению Гиббса рассчитывалась дифференциальная молярная энтропия (ΔS_d) адсорбции бензола на пленке хитозана (энтропия жидкого бензола принималась равной нулю).

$$\Delta S_d = \frac{\Delta H - \Delta G}{T} = \frac{-(Q_d - \lambda) + A}{T}$$

Здесь, λ - теплота конденсации, ΔH и ΔG - изменение энтальпии и свободной энергии, T - температура.

На рис. 3 показана дифференциальная энтропия адсорбции молекул бензола на пленке хитозана при 303 К. Энтропия адсорбции исходных молекул бензола составляет 28,5 Дж/моль·К. При дисперсионном взаимодействии молекул бензола с амино- и гидроксильными группами хитозана наблюдается повышение величины энтропии бензола относительно принятого стандартного состояния жидкого бензола, энтропия которого приравнена к 0 Дж/моль·К.

При последующей адсорбции молекул бензола значения энтропии уменьшаются до энтропии стандартного состояния. Когда адсорбируется

Рисунок 4. Кинетика адсорбции бензола на хитозане при 303 К

0,125 ммоль/г бензола, энтропия равна 0 Дж/моль·К. Это означает, что молекулы связаны слабыми дисперсионными взаимодействиями пока количество адсорбированного бензола в рабочем объеме достигает 0,125 ммоль / г.

На рис. 4 показано термокинетика адсорбции бензола на пленке хитозана. Из-за отсутствия молекул бензола в начальной стадии насыщения хитозан тратит больше времени на распределение пленок по поверхности. При последующей адсорбции молекул бензола линии равновесного времени постепенно уменьшаются волнообразно. Время термокинетики составляет 1,5 часа в диапазоне 0,35-0,45 ммоль/г для адсорбции. Когда хитозановая пленка насыщается бензолом, время установления равновесия сокращается до 10 минут.

Таким образом установлено, что адсорбция бензола на хитозановой пленочной мембране имеет постоянное значение 0,008-0,4 ммоль/г в диапазоне дифференциальной теплоты адсорбции 40,0-40,8 кДж/моль. Процессу проникновения молекул бензола в сеть макромолекул хитозана предшествует процесс адсорбции молекул бензола поверхностью хитозановой пленки.

Список литературы:

1. Application of porous membrane-protected chitosan microspheres to determine benzene, toluene, ethylbenzene, xylenes and styrene in water Nyi Naing, Sam Fong. Journal of Chromatography A, 1448 (2016) 42–48.
2. Kodirxonov M.R. Flow Behavior of Chitosan Particls. Fibre Chemistry, 47(4), 2016. 251-2522.
3. Habiba, U.; Afifi, A.M.; Salleh, A.; Ang, B.C. Chitosan/(polyvinyl alcohol)/zeolite electrospun composite nanofibrous membrane for adsorption of Cr^{6+} , Fe^{3+} and Ni^{+2} . Sep. Purif. Technol. 2017, 322, 182–194.
4. Wang, B.; Yang, X.; Qiao, C.; Li, Y.; Li, T.; Xu, C. Effects of chitosan quaternary ammonium salt on the physico-chemical properties of sodium carboxymethyl cellulose-based films. Carbohydr. Polym. 2018, 184, 37–46. [Cross Ref] [PubMed]
5. Kerch, G., Korkhov, V. (2010). Effect of storage time and temperature on structure, mechanical and barrier properties of chitosan-based films. European Food Research and Technology, 232(1), 17–22.
6. Lozano-Navarro, J., Díaz-Zavala, N., Velasco-Santos, C., Melo-Banda, J., Páramo-García, U., Paraguay-Delgado, F., Martínez-Hernández, A.L., Zapién-Castillo, S. (2018). Chitosan-Starch Films with Natural Extracts: Physical, Chemical, Morphological and Thermal Properties. Materials, 11(1), 120.
7. Фридрихсберг Д.А. Коллоидная химия. Л. "Химия". 1974. С. 352.

МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ**ВЛИЯНИЕ ПОЛИФЕНОЛА ГЕТАСАН НА МИТО K^+ _{АТФ}-КАНАЛ И mPTP СЕРДЦА КРЫСЫ****Абдуллаева Гулбохор Толибжановна**

д-р биол. наук,
Институт биофизики и биохимии при НУУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Абидова Нилуфар Саъдулла кизи

магистрант,
Национальный Университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Норматов Анвар Мирзаевич

канд.биол. наук, доцент, заведующий кафедры «Биотехнология»
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Назаров Камол Комилжанович

канд.биол. наук, доцент, заведующий кафедры «Биотехнология»
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Асраров Музаффар Исламович

д-р биол. наук, профессор,
Институт биофизики и биохимии при НУУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**THE EFFECT OF POLIFENOL HETASAN ON THE MITO K^+ -CHANNEL
AND mPTP OF THE RAT HEART****Gulbakhor Abdullayeva**

DcS, Institute of Biophysics and biochemistry,
National University of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Nilufar Abidova

Magistrate,
National University of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Anvar Normatov

Associate Professor, Head of the «Biotechnology» Chair,
Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

Kamol Nazarov

Associate Professor, Head of the «Biotechnology» Chair, Tashkent
State Polytechnic University,
Uzbekistan, Tashkent

Muzaffar Asrarov

Professor, DSc, Institute of Biophysics and biochemistry,
National University of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной статье изучена влияние полифенола гетасана на митоK_{АТФ}-канал и *mPTP* сердца крысы. Установлено, что гетасан при низких концентрациях эффективно ингибируют открытие *mPTP* и увеличивают активность митоK_{АТФ}-канала.

ABSTRACT

In this article the effect of hetasan on the mitoK⁺-channel and mPTP of the rat heart. It was established that all polyphenol hetasan have been shown to effectively inhibit the opening of mPTP and increase the activity of mitoK⁺ ATF-channel.

Ключевые слова: полифенольные соединения гетасан, митохондрия, митоK_{АТФ}-канала, *mPTP*.

Keywords: polyphenolic compounds hetasan, mitochondria, mitoK⁺-channel, *mPTP*.

Введение. *mPTP* и митоK_{АТФ}-каналы играют особую роль в регуляции метаболизма, ионного гомеостаза и физиологии клеток [4, 5]. В последнее время эти каналы рассматриваются как «мишень» для действия патогенов и фармакологических агентов. МитоK_{АТФ}-канал является селективным по отношению к ионам K⁺, участвует в регуляции объема митохондрий, при изучении механизмов действия БАВ на организм на молекулярном уровне [2, 3]. Очевидно, что в условиях открытия *mPTP*, мембраны митохондрий становятся проницаемым для ионов и других незаряженных веществ, в результате снижается мембранный потенциал, разобщается окислительное фосфорилирование и развивается дефицит АТФ в клетке [7]. В развитии патологических процессов различного генеза, в системе защиты миокарда

в условиях ишемии и гипоксии, в формировании механизмов адаптации организма к различным экстремальным условиям ведущую роль играют *mPTP* и митоK_{АТФ}-каналы [6, 7, 5].

В связи с этим, в экспериментах *in vitro* изучалось влияние полифенола гетасана состояние *mPTP* и митоK_{АТФ}-канала сердца крысы.

Материалы и методы. Анализы проводили на митохондриях печени крысы. Митохондрии выделяли из печени крыс массой 150-200 гр. методом дифференциального центрифугирования [9]. Методом фотометрии определяли проницаемость *mPTP* и активность митоK_{АТФ}-каналов [1, 8]. Структурные формулы фенольных соединений приведены в рисунок 1.

Рисунок 1. Структурные формулы полифенола гетасана (*Geranium sanguineum*)

Полученные результаты обрабатывали статистически с помощью программы “Origin 6.1”. Данные оценивали, используя параметрический t-критерий Стьюдента, выражали в виде $M \pm m$. Достоверными считали результаты при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Нами было изучено действие полифенольных соединения гетасана на мито на митоK_{АТФ}-канал и *mPTP* сердца крысы в экспериментах *in vitro* (рис.2).

Обнаружено, что гетасан в концентрациях 10 мкМ, 20 мкМ и 30 мкМ увеличивал функциональную активность митоK_{АТФ}-канала сердца, по сравнению с АТФ-ингибированном состоянии, на $38 \pm 1,1\%$, $48 \pm 1,3\%$ и $58 \pm 1,6\%$ соответственно (рис. 2), что свидетельствует полифенол действует как активатор канала.

Примечание: приведены по оси ординат – активность митоКАТФ-канала %, по оси абсцисс – концентрации полифенолов. $P < 0.001$; $n = 6$.

Рисунок 2. Влияние полифенола гетасана на активность митоКАТФ-канала сердца крыс

Таким образом, гетасан оказывают на митоКАТФ-канал сердца крысы как его активатор. Так, как полифенолы обладают антиоксидантными и мембраноактивными свойствами, можно прогнозировать, что в перспективе на их основе будут разрабатываться эффективные лекарственные средства. На основе коррекции полифенола гетасан дисфункции митоКАТФ-каналов, вызванные ишемической болезнью сердца, могут быть созданы эффективные кардиопротекторы.

В следующих экспериментах изучали влияние гетасана на состояние *mPTP* митохондрий сердца крысы (рис.3). Гетасан в концентрациях 10 мкМ, 20 мкМ, 30 мкМ, 40 мкМ и 50 мкМ эффективно влиял на состояние *mPTP*, ингибируя открытие *mPTP* по сравнению с контролем на $35 \pm 1,7\%$, $56 \pm 2,4\%$, $75 \pm 2,9\%$, $84 \pm 2,4\%$ и $88 \pm 2,3\%$ соответственно.

Примечание: приведены по оси ординат – ингибирования *mPTP* %, по оси абсцисс – концентрации полифенолов. $P < 0.001$; $n = 6$.

Рисунок 3. Влияние полифенола гетасана на состояние *mPTP* сердца крыс

Таким образом, полифенол гетасан оказывали ингибирующее действие на проницаемость *mPTP* митохондрий сердца крыс, снижая уровень пермеабиллизации мембран.

Заключение. *mPTP* сердца является “мишенью” для кардиопротекторных средств, которые оказывают ингибирующее влияние на открытые мегапоры, и таким образом могут стабилизировать мембраны митохондрий. Исходя из логики вышеизложенного, можно предположить, что гетасан в перспективе могут быть использованы как основы эффективных цито-, гепато- и кардиопротекторов.

Список литературы:

1. Вадзюк О.Б., Костерин С.А. Индуцированное диазоксидом набухание митохондрий миокарда крыс как свидетельство активации АТР-чувствительного K^+ -канала // – Укр. биохим. журн. – 2010. – Т. 80(5). – С. 45-51.
2. Миронова Г.Д. Использование модуляторов ионных каналов как возможный путь лечения сердечно-сосудистых заболеваний, окислительного стресса и нейродегенеративных нарушений // – Патогенез: мат. VI Росс. конф. смеждунар. уч. «Гипоксия: механизмы, адаптация, коррекция». – М., – 2011. – С. 47-52.
3. Мураков С.В., Воспелников Н.Д. Митохондриальные мегапоры в жизни клетки // – Вопр. биол., мед. и фарм. химии. – 2006. – № 2. – С. 44–50.
4. Bernardi A. Calcium and cell death: the mitochondrial connection // – Subcell.Biochem. – 2007. – P. 481-506.
5. Bernardi A., Forte M. The mitochondrial permeability transition pore // – Novartis. Found.Symp. – 2007. – P. 157-164.
6. Garlid K.D., Paucek P., Yarov-Yarovoy V. et al. Cardioprotective effect of diazoxide and its interaction with mitochondrial ATP-sensitive K^+ channels: possible mechanism of cardioprotection // – Circ. Res. – 2003. – P. 1072-1082.
7. Green D.R., Kroemer G. The pathophysiology of mitochondrial cell death // – Science. – 2012. – V. 305. – P. 626–629.
8. He L., Lemasters J.J. Heat shock suppresses the permeability transition in rat liver mitochondria // – J. Biol. Chem. – 2003. – V. 278(19). – P. 16755-16760.
9. Schneider W.C., Hogeboom G.H. Cytochemical Studies of Mammalian Tissues: the Isolation of Cell Components by Differential Centrifugation // – Cancer. Res. – 1951. – V. 11. – P. 1-22.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ**

№ 10(88)
Октябрь 2021

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
www.7universum.com

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

16+